

(19)日本国特許庁(JP)

(12)公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開2023-179767  
(P2023-179767A)

(43)公開日 令和5年12月19日(2023.12.19)

(51)Int.Cl. F I  
H O 2 K 31/00 (2006.01) H O 2 K 31/00

テーマコード(参考)

審査請求 有 請求項の数 1 O L 外国語出願 (全 98 頁)

<p>(21)出願番号 特願2023-181596(P2023-181596)</p> <p>(22)出願日 令和5年10月23日(2023.10.23)</p> <p>(62)分割の表示 特願2019-518967(P2019-518967)の分割</p> <p>原出願日 平成29年11月17日(2017.11.17)</p> <p>(31)優先権主張番号 62/496,057</p> <p>(32)優先日 平成28年10月4日(2016.10.4)</p> <p>(33)優先権主張国・地域又は機関 米国(US)</p>	<p>(71)出願人 519121418 ホルコンブ サイエントフィック リサーチ リミテッド アイルランド国 デー07 ピー4エーエックス ダブリン, セント メアリーズ プレイス, ザ ブラック チャーチ (番地なし)</p> <p>(74)代理人 110001656 弁理士法人谷川国際特許事務所</p> <p>(72)発明者 ホルコンブ, ロバート, レイ アメリカ合衆国 34236 フロリダ州, サラソータ, ゴールデン ゲート ポイント 128, #1002</p>
--	--

(54)【発明の名称】 AC/DC発電機向けソリッドステート多極および単極発電機ロータ

(57)【要約】 (修正有)

【課題】 逆トルクを低減させた発電機向けのシステムおよび方法が提供される。

【解決手段】 支持構造の周りに配置された複数の突出極部分品を含むソリッドステート電磁気ロータであって、各突出極部分品の第1の端部が支持構造に取り付けられており、各突出極部分品の第2の端部が、支持構造から外方に遠ざかる方向を指し；そしてワイヤが各突出極部分品の周りに巻回され、複数の突出極部分品のワイヤが励磁回路により順次励磁されると、突出極部分品が励磁されて、所望のとおり明確に異なる磁極の形態で移動する偏極磁場を提供して発電を達成するロータ。

【選択図】 図1

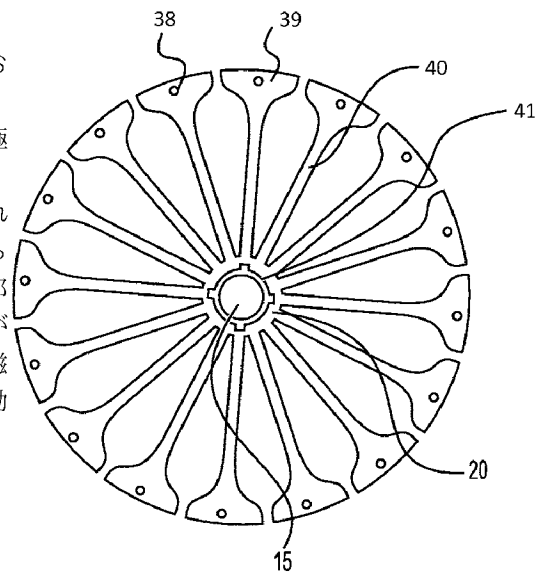


図 1

## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

支持構造の周りに配置された複数の突出極部分品であって、前記各突出極部分品の第 1 の端部が前記支持構造に取り付けられており、そして各突出極部分品の第 2 の端部が、支持構造から外方に遠ざかる方向を指す突出極部分品と；

前記各突出極部分品の周りに巻回されたワイヤとを含む、ソリッドステート電磁気ロータであって

前記複数の突出極部分品のワイヤが励磁回路により順次励磁される場合に、前記突出極部分品が励磁されて、所望のとおり明確に異なる磁極の形態で移動する偏極磁場を提供して発電を達成するロータ。

10

## 【請求項 2】

前記ロータ突出極部分品が、あらゆる所与の時間に、異なる極性に励磁される、請求項 1 に記載のソリッドステート電磁気ロータ。

## 【請求項 3】

前記複数の突出極部分品が、N群に分割され、各群の中の前記突出極部分品が、所定量の時間の間、それぞれ順次励磁される、請求項 1 から 2 のいずれか一項に記載のソリッドステート電磁気ロータ。

## 【請求項 4】

各群の中の前記突出極部分品が励磁され、それぞれが、先の突出極部分品からそれぞれ前記所定量の時間の間、遅延する、請求項 3 に記載のソリッドステート電磁気ロータ。

20

## 【請求項 5】

前記ソリッドステートロータが単極ロータであり、前記複数の突出極部分品がいかなる所与の時間においても単一の極性に励磁される、請求項 1 から 4 に記載のソリッドステート電磁気ロータ。

## 【請求項 6】

各突出極部分品の周りに巻回された前記ワイヤが、前記支持構造に近い方の内側ワイヤ、および前記支持構造から遠い方の外側ワイヤを含んでおり、前記内側ワイヤおよび前記外側ワイヤが励磁されることによって、前記突出極部分品が双極磁石を形成するようになっている、請求項 1 から 5 に記載のソリッドステート電磁気ロータ。

30

## 【請求項 7】

前記複数の突出極部分品が、第 1 の突出極部分品と、前記第 1 の突出極部分品に  $180^\circ$  反対の第 2 の突出極部分品とから成る少なくとも一対を含んでおり、ワイヤ励磁されている場合に前記第 1 および第 2 の突出極部分品が 2 つの完全な双極子を形成するようにして、前記ワイヤが前記第 1 および第 2 の突出極部分品の周りに巻回される、請求項 1 から 6 に記載のソリッドステート電磁気ロータ。

## 【請求項 8】

前記第 1 の突出極部分品と前記第 2 の突出極部分品との間に遮蔽手段をさらに含む、請求項 7 に記載のソリッドステート電磁気ロータ。

## 【請求項 9】

前記遮蔽手段が、ミュー金属を含有する、請求項 8 に記載のソリッドステート電磁気ロータ。

40

## 【請求項 10】

請求項 1 に記載のソリッドステート電磁気ロータと；ステータであって、その内部に前記ロータを着座させているステータと；出力電力の少なくとも一部をストレージ装置に提供し、そこで、前記貯蔵された電力の一部を利用して前記ロータを再励磁させるように構成された電力リード線と、を含むシステム。

## 【請求項 11】

前記ステータが、従来の電力発電機のステータである、請求項 10 に記載のシステム。

## 【請求項 12】

前記ステータが、専用に構築されたステータ筐体を含む、請求項 10 に記載のシステム。

50

## 【請求項 1 3】

前記ステータが複数のロータ空洞を有する、請求項 1 2 に記載のシステム。

## 【請求項 1 4】

前記出力電力の少なくとも一部を電力ストレージ装置に貯蔵することをさらに含む、請求項 1 0 に記載のシステム。

## 【請求項 1 5】

前記電力ストレージ装置が、1 つまたは複数の電池である、請求項 1 4 に記載のシステム。

## 【請求項 1 6】

前記電力ストレージ装置が電力網である、請求項 1 4 に記載のシステム。

10

## 【請求項 1 7】

前記電力ストレージ装置があらゆるタイプの好適なストレージ技術である、請求項 1 4 に記載のシステム。

## 【請求項 1 8】

ステータ筐体を有する発電機ステータと；

前記ステータ筐体の中に着座しそしてそれに取り付けられたソリッドステート電力発電機ロータとを含む、発電を提供する組み立て体であって、

前記ソリッドステート発電機ロータが静止状態を維持し、そして電子励磁システムを用いて、順次励磁される回転磁場を発生させ、前記組み立て体からの出力電力の一部が励磁システムにフィードバックされる組み立て体。

20

## 【請求項 1 9】

前記ソリッドステートロータが、中心の支持シャフトに取り付けられた一連の隣接する突出極から構築される、請求項 1 8 に記載の組み立て体。

## 【請求項 2 0】

前記ソリッドステートロータが、積層体を切断しそれらを適切なサイズのロータの形態に組み立てることにより構築される、請求項 1 8 から 1 9 のいずれか一項に記載の組み立て体。

## 【請求項 2 1】

前記ソリッドステートロータが強磁性材料から構築される、請求項 1 9 から 2 0 のいずれか一項に記載の組み立て体。

30

## 【請求項 2 2】

前記ソリッドステートロータの突出極がマグネットワイヤで巻回されている、請求項 1 9 から 2 0 のいずれか一項に記載の組み立て体。

## 【請求項 2 3】

前記マグネットワイヤが、前記励磁システムからの励磁リード線に接続される、請求項 2 2 に記載の組み立て体。

## 【請求項 2 4】

前記突出極が、2 つ、または 4 つ、またはその他の適切な数の N 群に分割され、前記巻線がリード線により前記励磁システムに接続される、請求項 1 9 に記載の組み立て体。

40

## 【請求項 2 5】

前記励磁システムが複数チャネルを含み、前記複数チャネルが各群の突出極にそれぞれ接続される、請求項 2 4 に記載の組み立て体。

## 【請求項 2 6】

前記励磁システムが、各群の内部の前記突出極を順次励磁し、励磁が、個別の交番する磁極が所定のスピードおよび周波数で前記ソリッドステートロータの表面に平行に回転するようにしてなされる、請求項 2 5 に記載の組み立て体。

## 【請求項 2 7】

前記電子励磁システムが、コンピュータ制御された電子ゲーティングシステムを含む、請求項 1 8 に記載の組み立て体。

## 【請求項 2 8】

50

前記電子ゲーティングシステムが、1つまたは複数のMOSFETを利用する、請求項27に記載の組み立て体。

【請求項29】

空洞と、出力電力を提供するように構成されたステータワイヤとを有するステータ；支持構造と；

前記支持構造の周りに円形に配置された複数の突出極部分品であって、各突出極部分品の第1の端部が前記支持構造に取り付けられ、各突出極部分品の第2の端部が前記空洞の内周に向いている突出極部分品とを含む、前記空洞内および前記ステータワイヤの外側に挿入された静止ロータ；および

各突出極部分品の周りに巻回されたワイヤを含む発電機であって、前記複数の突出極部分品のワイヤが、励磁回路により順次励磁される場合に、前記突出極部分品が励磁されて、明確に異なる極から成る移動磁場を提供する、発電機。

10

【請求項30】

前記静止ロータがソリッドステートロータである、請求項29に記載の発電機。

【請求項31】

前記ステータが、前記空洞内にワイヤスロットをさらに含んでおり、前記ステータワイヤが前記ワイヤスロット内に巻回され、巻回は、ステータワイヤの第1の部分における電流が、すべてのワイヤスロットにおいて第1の方向であり、前記ステータワイヤの第2の部分における電流が、すべてのワイヤスロットにおいて第1の方向とは反対の第2の方向となるようにしてなされる、請求項29に記載の発電機。

20

【請求項32】

前記ステータがさらに、前記ワイヤスロットどうしの中に遮蔽手段を含む、請求項31に記載の発電機。

【請求項33】

前記遮蔽手段がミュー金属を含む、請求項32に記載の発電機。

【請求項34】

前記静止ロータがN極ロータであり、前記複数の突出極部分品がN群に分割され、前記突出極部分品の各群がいかなる所与の時間においても異なる極性に励磁される、請求項29に記載の発電機。

30

【請求項35】

各群の中の前記複数の突出極部分品が、所定量の時間の間、それぞれ順次励磁される、請求項34に記載の発電機。

【請求項36】

前記静止ロータが単極ロータであり、前記複数の突出極部分品が、いかなる所与の時間においても単一の極性に励磁される、請求項29に記載の発電機。

【請求項37】

前記出力電力の周波数が、前記突出極部分品のワイヤを励磁させるのに使用される励磁サイクルを変化させることにより制御される、請求項29に記載の発電機。

【請求項38】

ワイヤをそれぞれ巻回された複数の突出極部分品を含む静止ロータを有する発電機を制御するコントローラであって：

40

端子ブロックを通じて前記ワイヤに接続された電気回路に結合された接続端子と；

発電機のターゲット周波数に基づいて励磁サイクルを決定するように；そして前記励磁サイクルに従って電気回路を切り替えてワイヤを励磁し、前記複数の突出極部分品を順次励磁するように構成され、切り替えは、各突出極部分品が、励磁サイクルの第1の半サイクルにおいて第1の極性に励磁され、そして励磁サイクルの第2の半サイクルにおいて第2の極性に励磁されるようになされるプロセッサと

を含む、コントローラ。

【請求項39】

前記プロセッサが、ソリッドステート周波数発生器からの信号を受領するように、そして

50

前記信号に基づいて前記発電機のターゲット周波数を決定するようにさらに構成される、請求項 38 に記載のコントローラ。

【請求項 40】

前記電気回路が複数の切換え要素を含み、前記プロセッサが、前記励磁サイクル内で前記複数の切り替え要素をオンおよびオフに順次切り替えるように構成される、請求項 38 に記載のコントローラ。

【請求項 41】

前記複数の切り替え要素が MOSFET である、請求項 40 に記載のコントローラ。

【請求項 42】

前記プロセッサが、電気回路を切り替えて前記複数の突出極部分品をいかなる所与の時間においても単一の極性に励磁するように構成される、請求項 38 に記載のコントローラ。

10

【請求項 43】

前記プロセッサが、前記複数の突出極部分品を N 群に分割するように、そして前記電気回路を切り替えて前記突出極部分品の各群をいかなる所与の時間においても異なる極性に励磁するように構成される、請求項 42 に記載のコントローラ。

【請求項 44】

前記プロセッサが、前記突出極部分品を所定量の時間の間、各群を順次にそれぞれ励磁するようにさらに構成される、請求項 43 に記載のコントローラ。

【請求項 45】

前記複数の切り替え要素が、オンおよびオフに切り替えられて、前記ワイヤを励磁するパルス化電流を提供する、請求項 40 に記載のコントローラ。

20

【請求項 46】

ワイヤをそれぞれ巻回された複数の突出極部分品を含む静止ロータを有する発電機を制御する方法であって：

前記発電機のターゲット周波数に基づいて励磁サイクルを決定することと；

前記励磁サイクルに従って、前記ワイヤに接続された電気回路を切り替えて前記ワイヤを励磁し、前記複数の突出極部分品を順次励磁し、切り替えは、各突出極部分品が、励磁サイクルの第 1 の半サイクルにおいて第 1 の極性に励磁され、そして励磁サイクルの第 2 の半サイクルにおいて第 2 の極性に励磁されるようになされることと

を含む方法。

30

【請求項 47】

ソリッドステート周波数発生器からの信号をさらに受領すること、および前記信号に基づいて前記発電機のターゲット周波数を決定することを含む、請求項 46 に記載の方法。

【請求項 48】

前記電気回路の切り替えが、前記電気回路の複数の切換え要素を励磁サイクル内で順次にオンおよびオフに切り替えることを含む、請求項 46 に記載の方法。

【請求項 49】

前記電気回路を切り替えることが、いかなる所与の時間においても前記複数の突出極部分品を単一の極性に励磁することを含む、請求項 46 に記載の方法。

40

【請求項 50】

前記電気回路を切り替えることが、前記複数の突出極部分品を N 群に分割することと、前記電気回路を切り替えて、いかなる所与の時間においても前記突出極部分品の各群を異なる極性に励磁させることとを含む、請求項 46 に記載の方法。

【請求項 51】

前記電気回路を切り替えることが、所定量の時間の間、各群内の突出極部分品を順次それぞれ励磁することをさらに含む、請求項 46 に記載の方法。

【請求項 52】

記憶される指令を有する非一過性のコンピュータ読み取り可能な媒体であって、前記指令が、プロセッサにより実行されると、静止ロータを有する発電機を制御する方法を実行し、前記静止ロータがワイヤをそれぞれ巻回された複数の突出極部分品を含み、前記方法が

50

：  
電力発電機のターゲット周波数に基づいて励磁サイクルを決定することと；  
前記励磁サイクルに従って、前記ワイヤに接続された電気回路を切り替えて前記ワイヤを励磁し、前記複数の突出極部分品を順次励磁し、切り替えは、各突出極部分品が、励磁サイクルの第1の半サイクルにおいて第1の極性に励磁され、そして励磁サイクルの第2の半サイクルにおいて第2の極性に励磁されるようにしてなされることとを含む、非一過性のコンピュータ読み取り可能な媒体。

【請求項53】

発電機における静止ロータのワイヤに接続され、前記静止ロータが、ワイヤを巻回された複数の突出極部分品を含む電気回路であって：

少なくとも2つの制御チャンネルを有するコンピュータ制御された励磁システムと；  
前記少なくとも2つの制御チャンネルに結合された複数の極切り替え回路とを含み、前記極切り替え回路が、前記複数の突出極部分品のワイヤに接続されており、各極切り替え回路が、前記少なくとも2つの制御チャンネルによりオンおよびオフに切り替えられて前記ワイヤを励磁して前記複数の突出極部分品を順次励磁する複数の切換え要素を含む、電気回路。

【請求項54】

前記複数の切り替え要素が励磁サイクルに従って切り替えられ、切り替えは、各突出極部分品が、前記励磁サイクルの第1の半サイクルにおいて第1の極性に励磁され、そして前記励磁サイクルの第2の半サイクルにおいて第2の極性に励磁されるようにしてなされる、請求項53に記載の電気回路。

【請求項55】

前記複数の切り替え要素がソリッドステートスイッチである、請求項53に記載の電気回路。

【請求項56】

前記複数の切り替え要素がMOSFETである、請求項53に記載の電気回路。

【請求項57】

前記複数の極切り替え回路における各極切り替え回路が、複数のコンタクト点を有するコンタクトブロックをさらに含み、切り替え要素がオンに切り替えられる場合に、電流が、少なくとも1つのコンジットを通じて前記コンタクトブロックに流れる、請求項53に記載の電気回路。

【請求項58】

前記複数の極切り替え回路が、少なくとも1つの電池により給電される、請求項53に記載の電気回路。

【請求項59】

前記複数の切り替え要素が、オンおよびオフに切り替えられて、パルス化電流を提供して前記ワイヤを励磁する、請求項53に記載の電気回路。

【請求項60】

前記複数の極切り替え回路が、第1のパルス化電流を第1の突出極部分品に所定量の時間の間、提供し、そして引き続いて、第2のパルス電流を、第1の突出極部分品に隣接する第2の突出極部分品に所定量の時間の間、提供する、請求項59に記載の電気回路。

【請求項61】

前記複数の極切り替え回路が、一群の突出極部分品にそれぞれ接続され、そしていかなる所与の時間においても突出極部分品の各群を異なる極性に励磁するように構成される、請求項53に記載の電気回路。

【請求項62】

前記複数の極切り替え回路が、所定量の時間の間、各群の内の突出極部分品を励磁するようにさらに構成される、請求項61に記載の電気回路。

【請求項63】

前記コンピュータ制御された励磁システムが、プログラマブルロジックセンタ（PLC）

回路である、請求項53に記載の電気回路。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

逆トルクと広く称される電磁気抗力を低減させつつ交流（AC）または直流（DC）を生成し、それにより発電機の動作効率を向上させるシステムおよび方法。

【背景技術】

【0002】

大地、空気、および水の環境汚染とともに地球の化石燃料源の急速な枯渇、それと並行した気候変化により、化石燃料の必要のない非汚染性の効率的な代替エネルギー供給が早急に必要なのは明らかである。

【0003】

エネルギー消費を増加させたいという世界人口の要望を安全に解決することに大きく寄与するのは、回転式発電機から逆トルクを除去することにより発電の効率を増加させることである。機械的エネルギーを電力に転換することを伴う回転式発電機から逆トルクを除去することにより、電動式の高度に効率的な発電装置の機会を提供することができる。逆トルクの除去により、効率を4%から潜在的に500%まで増加させつつACまたはDC発電機を動作させることが可能になり、それによりさらに小さい電動モータを用いて発電装置の発電機を駆動することが可能になる。

【0004】

世界初であることが知られている発電機は、ファラデーの円盤のダイナモであった。マイケル・ファラデー（Michael Faraday）は、1831～1889年に、電磁発電機の動作原理を発見した。彼の観測結果は後に、ジェームズ・クラーク・マクスウェル（James Clerk Maxwell）により記述された、ファラデーの法則と名付けられた原理にまで還元された。この法則は単純に、変動する磁束を取り囲む導電体中に電磁気力が発生することを述べている。ファラデーは、ファラデーの円盤と名付けられた初の磁気回転式誘導発電機を作り上げた。この初の機械は、蹄鉄形磁石の極の間で回転する銅円盤を使用する、単極発電機のタイプであった。この発電機は、発生したDC電圧は小さかったが、アンペア数は高かった。このファラデーダイナモ、または単極（または単極性）発電機はしかしながら、その出力、すなわち、極端に高い電流での非常に低いDC電圧という性質のせいで、実用的な商用の開発にはあまり役立たなかった。しかしながら、ファラデー発電機は、電気誘導機械における逆トルクの機構を研究するには、よく役に立つ。

【0005】

こんにち使用されている従来型発電機では、一般的定義によれば、746ワット（W）の電気的エネルギーを発生させるには1馬力（HP）の運動エネルギー入力が必要である。電気的なワットに対する機械的な馬力のこの関係は、（馬だけでなく）物理的および電気的機械上での観測および測定から発展して導出された動力の諸単位が関与している。

【0006】

用語「ワット」は、スコットランドの科学者であるジェームズ・ワット（James Watt）にちなんで、蒸気エンジンの改良と蒸気エンジンの動力の定量化での彼の業績を理由に名付けられたものである。単位「ワット」は、1882年の英国科学振興協会第2回会議（second Congress of the British Association for the Advancement of Science）により、商用動力生成の開始と同時に認められた。ダイナモは、産業に電力を送達することが可能な初の発電機であったし、こんにちでさえ使用されている依然として重要な発電機である。ダイナモは、特定の機械設計および電磁気学的原理を使用して磁極の機械的回転を交流電流に転換する。初の商用発電装置は、1870年代にパリで操業されたもので、ゼノブ・グラム（Zenobe Gramme）により設計された。発電機の使用が理由となって、この新たに発展するエネルギー源を標準化することを目的として電力の共通単位

10

20

30

40

50

を定めることが望まれるようになった。ワットは、導出された動力の単位（すなわち、基本単位の代数的組み合わせ）である。ワットはここに、国際単位系（International System of Units (SI)）の認証された単位である。

【0007】

定義のとおり、1ワットとは、1ニュートンの一定で逆向きの力に抗して物体の速度が毎秒1メートルで一定に維持されている場合になされる仕事の率である。

$$W = J / S = N \cdot M / S = K g \cdot M^2 / S^3$$

J = ジュール M = 1メートル N = ニュートン Kg = キログラム

ジュール = 1ニュートンの力を、1メートルの距離を通して変位させた場合になされる仕事

1ジュール = 1ワット秒、 $10^7$ エルグ = 0.2390カロリー、または0.738フィート重量ポンド (ft-lb)。

【0008】

それゆえ、1機械的馬力が毎秒550 ft-lb（または毎分33,000 ft-lb）に等しいとすると、毎秒0.738 ft-lbであるワット、1HP = 毎秒550 ft-lb / 毎秒0.738 ft-lb = 745.257Wの定義により、そして定義により、電氣的ワットは、1アンペア (A) の電流が1ボルト (V) の電位差を通じて流れる場合になされる仕事の率：

$$W = V \times A$$

745.257ワット = 27.299V × 27.299A、または積が745.257ワットに等しくなるようなアンペアとボルトとのあらゆる組み合わせである。それゆえ、定義および導出により、1HP = 746ワットである。

【0009】

これらの単位の要点に関する最初の業績は、ジェームズ・ワット (James Watt) によりなされものであり、彼は、自身の蒸気エンジンが馬と比較していかに強力かを説明しようとした際に、用語「馬力」を導入した。いくつかの試験（馬ではなくエンジンを用いたもの）の後、彼は、使用されている馬が平均して毎分22,000 ft-lbの速度で石炭を鉱山の抗道から引き上げできることを確かめた。何等かの理由から、彼は、この数を50%だけ引き上げると決めて、毎分33,000 ft-lbとして一般に受け入れられている数に到達した。よって、もしエンジンまたはあらゆる回転式機械が、何等かの33,000重量ポンドの物を1フィート、1分で押すことができるなら、その機械は1HPのエンジンと見なされる。

【0010】

上に言及したとおり、従来型の発電機では、定義により、746ワットを発生させる1HPと、それに加えてロータの物理的機構を適切なスピードで回して所望の周波数を維持するのに十分なだけのさらなる馬力が必要である。その機構を自転させるのに必要な馬力は、746ワットを発生させる従来型の発電機において、746ワットを発生させるのに必要な合計1.2HPに対して通常は約0.2HPであるが、ただし0.2HPのそのエネルギーだけが、実際に発電に使用される。残りの1HPは746ワットに等しく、これは、逆トルク、またはいわゆる「逆起電力」(逆EMF)に打ち勝つのに必要である。

【0011】

ここに使用されている回転式発電機の逆EMFすなわち逆トルクは、「レンツの法則」を引用することにより最もよく記述できる。要約すると、この法則が言っているのは、ファラデーの法則に従ってEMFが磁束の変化により発生すると、誘起されたEMFの極性は、EMFが電流を生成し、この電流の磁場が、この電流を生成する磁束とは反対になるようなものである、ということである。ワイヤのあらゆるループの内部の誘導磁場は、ループ内の磁束を一定に維持するように作用する。もし磁場Bが増加しつつあるならば、誘導磁場は、それと等しく反対の方向に作用する；もし減少しつつあるならば、誘導磁場は、印加された場の方向に等しい力で作用する。従来型の発電機では、ロータは、ステータのコイルループの内側に配置されており、回転してステータ内に電流を発生させ、この電流

10

20

30

40

50



が今度は磁場を発生させ、この磁場は、磁場Bと力が等しく極性が反対である。よって、逆トルクは、従来の発電機の設計または設計の欠点の所産である。

#### 【0012】

本開示の発電機の場合では、ロータは回転しない。かわりに磁極が回転し、よって逆トルク、すなわちロータとステータとの間の極どうしの磁気抗力は存在しない。ステータ鉄におけるこの誘導極は、電流の流れにより誘起され、電流の原因とはならず、このことは、電気負荷に向かう電流に先立って発電機が全電圧に到達することができるという事実により実証されているとおりである。

#### 【0013】

逆トルクに起因して、約85%超の機械的エネルギーが、発電するのに必要なのではなく、ロータを回すのに必要である。しかしながら、本開示の場合では、発電機は、回転する磁極を発生させるロータを励磁するのにエネルギーが必要なだけである。それゆえ、このシステムおよび方法は、必要な電力を取り出し、これを循環させ戻して発電機を駆動する補助とするので、残った電力は、必要とされるいかなる目的にも使える使用可能な電力である。

#### 【0014】

レンツの損失は、上に言及したとおり、ロータの定在極とステータの誘導極との間の誘導性結合に関連付けられる。逆トルクを低減させる試みに関連して、ニコラ・テスラ (Nikola Tesla) が、「単極性ダイナモについての覚書」(Notes on a Unipolar Dynamo", Nikola Tesla, The Electrical Engineer, N. Y. September 2, 1891) と題した論文を公開している。テスラは、ファラデーダイナモ設計の修正例について報告した。テスラの設計は、2つの主要な点に変更があった：

1. 第1に、彼は、円盤よりもさしわたしの大きな磁石を使用して、磁石が円盤を完全に覆うようにした。
2. 第2に、彼は、円盤を分割して、外側縁部の中心から外にらせん曲線を有する区画にした。テスラの修正例により、電流は、円盤の外側縁部の周りを完全にめぐりようになった。電流は、円盤のリムで大きな円を流れるので、生み出された磁場は、界磁石に抗して働くことはない。この修正により、発電の大きな問題、すなわち、あらゆる作用に対する反作用、または、一般に呼ばれているとおり、逆トルクまたは逆EMFが取り除かれた。

#### 【0015】

この設計変更と逆トルクへのその効果は、機械の誘導極から定在極を幾何学的に分離することにより実現した。本開示の場合では、ロータは、静止している、すなわち回転せず、それゆえ逆トルク問題ではない。誘導極は、定在極により発生した電流により誘起される。誘導極は、誘導コイル内の電流または発電の原因とはならない。この設計変更により、ステータ極とロータ極との間の極性結合を引き付け押し返す誘導ステータ極により生成するレンツの損失は、除去される。

#### 【0016】

本開示のソリッドステートロータは、回転するロータを有する従来の発電機と比較すると、4つの設計変更に起因して、逆トルクは事実上存在しない：

1. ロータには動く部分がない。
2. ロータは、ステータ空洞内で回転しない。
3. 磁極は、所望の電力出力を発生させる適切な周波数および順序で回転する。
4. ロータは、あらゆる従来型の発電機、単相、2相、または3相のものを改造するのに使用することができる。

#### 【発明の概要】

#### 【0017】

本開示に合致して、逆トルクを低減させた発電機向けのシステムおよび方法が提供される。本開示に合致する実施形態は、1つまたは複数の発電機ロータ向けのシステムおよび方

法を含んでおり、発電機ロータは、ソリッドステートであってもよく、そしてあらゆる従来の回転式発電機を効率的な電力発電機に転換するのに使用してもよいものである。いくつかの代表的な実施形態に準拠して、逆トルクを低減させつつ発電するシステムが提供される。例えば、本開示に合致するソリッドステート電磁気ロータは、支持構造の周りに配置された複数の突出極部分品を含んでいてもよく、各突出極部分品の第1の端部が、支持構造に取り付けられており、各突出極部分品の第2の端部が、支持構造から外方に遠ざかるように向いており；そしてワイヤが各突出極部分品の周りに巻回されていて、複数の突出極部分品のワイヤが励磁回路により順次励磁されると、突出極部分品が励磁されて、所望のとおり明確に異なる磁極の形態をとって移動する偏極磁場を提供して発電を達成するようになっている。

10

#### 【0018】

ある態様に準拠して、回転式発電機から逆トルクを除去する方法が開示され、この方法は、従来型の双極または多 (m u t l i) 極の自転ロータを、単極、双極、または多 (m u t l i) 極の静止ソリッドステートロータインサートに置き換えることを含み、このインサートは、回転する磁極を生み出して、回転するロータなしに発電するものである。ロータは回転しないので、発電機が電気負荷に接続されている場合に、エネルギー消費する相互作用は、ステータ鉄に成された磁極どうしの間には存在しない。それだけでなく発電機には、適切な周波数でロータを自転させるエネルギーも必要でない。

#### 【0019】

本開示の特定の実施形態を詳細に説明する前に、本開示は、以下の記載に記載された、または図面に例示された構成要素の配置には限定されないと理解されるものとする。本開示は、記載の実施形態に加えて諸実施形態が可能であること、そして様々なやり方で実践および遂行することが可能である。また、要約書だけでなく本明細書で採用される語句および用語は、記載を目的とするものであって、制限するものとしては見なされないものとすることは理解されよう。

20

#### 【0020】

従って、当業者は、この開示が拠り所とする概念および特徴を、本開示のいくつかの目的を遂行するためのその他の構造、方法、およびシステムを設計する基礎として容易に利用してもよいことは認識するであろう。

#### 【0021】

さらには、特許請求の範囲は、そうした均等な諸構成を、それらが本開示の趣旨および範囲から逸脱しない限り含むと見なすものとする。

30

#### 【0022】

添付図面は、この明細書で援用され、その一部分を構成しており、そして記載とともに、様々な代表的実施形態の原理を例示し説明する役割を果たす。添付図面において：

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【0023】

【図1】突出極の鉄およびミュー金属磁束帰還リングを露わにした代表的なロータ積層体の断面の端面図を例示する概略図であり、本開示の諸実施形態に合致するものである。

40

【図2】突出極の鉄、ミュー ( $\mu$ ) 金属磁束の鉄と極鉄の巻線を露わにした代表的なロータ積層体の断面の端面図を例示する概略図であり、本開示の諸実施形態に合致するものである。

【図3】時計回りとなるように角度の付いた突出極の鉄と極鉄の巻線を露わにした代表的なロータ積層体の断面の端面図を例示する概略図であり、本開示の諸実施形態に合致するものである。

【図4】磁束帰還インサートだけでなく16個の巻回突出極を露わにした代表的なソリッドステートロータの端面図を例示する概略図であり、本開示の諸実施形態に合致するものである。

【図5】極巻線を有する代表的なソリッドステートロータの端面図と、4極、60 Hz サイクルのパルス # 1 を通して全16個の突出極について例示された励磁極性順序づけ回路

50



示の諸実施形態に合致するものである。

【図23】必要な励磁回路とともに、代表的な4極ロータを図示する概略図であり、本開示の諸実施形態に合致するものである。

【図24】必要な励磁回路とともに、交番する単一極ロータの代表的なN極を図示する概略図であり、本開示の諸実施形態に合致するものである。

【図25】必要な励磁回路とともに、交番する単一極ロータの代表的なS極を図示する概略図であり、本開示の諸実施形態に合致するものである。

【図26】極巻線を有する代表的なソリッドステート4極ロータの端面図、およびパルス#1を示す4極60Hzサイクルを通して全16個の突出極について例示された励磁極性順序づけ回路を例示するとともに、磁束場を図示する概略図であり、本開示の諸実施形態に合致するものである。

【図27】極巻線を有する代表的なソリッドステート4極ロータの端面図からの磁束場、および、各群における第1の2つの極を順次に発火させた励磁極性順序づけを例示するとともに、磁束場を図示する概略図であり、本開示の諸実施形態に合致するものである。

【図28】極巻線を有する代表的なソリッドステート4極ロータの端面図からの磁束場、および、順次に発火されている第1の3つの極において磁束場を示す励磁極性順序づけを例示する概略図であり、図は本開示の諸実施形態に合致するものである。

【図29】極巻線を有する代表的なソリッドステート4極ロータの端面図からの磁束場、および励磁極性順序づけを例示する概略図であり、本開示の諸実施形態に合致するものである。

【図30】極巻線を有する代表的なソリッドステート4極ロータの端面図からの磁束場、および励磁極性順序づけを例示する概略図であり、この中で励磁順序づけは時計回りに進行しており、図は本開示の諸実施形態に合致するものである。

【図31】極巻線を有する代表的なソリッドステート4極ロータの端面図からの磁束場、および励磁極性順序づけを、時計回りに回転する磁束場とともに例示する概略図であり、本開示の諸実施形態に合致するものである。

【図32】代表的な2極ステータおよびロータを例示する概略図であり、本開示の諸実施形態に合致するものである。

【図33】代表的な4極ステータおよびロータを例示する概略図であり、本開示の諸実施形態に合致するものである。

【図34】3相ステータ内に位置している代表的な4極ロータを例示する概略図であり、3相巻線を図示して、本開示の諸実施形態に合致するものである。

【図35】「高Y」結合を有する3相巻線を有する代表的なステータを例示する概略図であり、本開示の諸実施形態に合致するものである。

【図36】「高Y」構成での3相巻線の代表的な接続図を例示する概略図であり、本開示の諸実施形態に合致するものである。

【図37】全360°の回転をカバーする「高Y」結線を有する発電機の3相レグ(leg)を流れる電流のオシロスコープ上の代表的なトレースを例示する概略図であり、本開示の諸実施形態に合致するものである。

【図38】単極ロータを収容する代表的なステータの断面を、ステータコイル無しで例示する概略図であり、本開示の諸実施形態に合致するものである。

【図39】単極ロータを収容する代表的なステータの断面を、ステータコイルの3分の1が定位置にある状態で例示する概略図であり、本開示の諸実施形態に合致するものである。

【図40】単極ロータを収容する代表的なステータの断面を、ステータコイルのすべてが定位置にある状態で例示する概略図であり、本開示の諸実施形態に合致するものである。

【図41】ロータを収容する代表的なステータの断面を、ステータコイルの図示無しに例示する概略図であり、本開示の諸実施形態に合致するものである。

【図42】ロータを収容する代表的なステータの断面を例示するとともに、ステータ内の3つのコイルのうち1つの引き回しを図示する概略図であり、本開示の諸実施形態に合致

10

20

30

40

50

するものである。

【図4 3】ロータを用いて改造することができる従来の市販の発電機を例示する概略図であり、本開示の諸実施形態に合致するものである。

【図4 4】ロータを用いて改造することができるこんにち使用されている従来型の発電機を例示する概略図であり、本開示の諸実施形態に合致するものである。

【図4 5】斜行ロータスロット (rotor slot)、スリップリング、ベアリングレスト (bearing rest)、および巻線を露わにした代表的なロータユニットの側面図を例示する概略図であり、本開示の諸実施形態に合致するものである。

【図4 6】発せられる代表的な外部磁束場に及ぼす、代表的な磁極どうしの間で180°分かれた励磁極性の効果を例示する概略図であり、本開示の諸実施形態に合致するものである。

【図4 7】代表的なロータ積層体、および単極 (または単極性) 斜行スロットロータの代表的なスロットウェッジ (slot wedge) の断面図を例示する概略図であり、本開示の諸実施形態に合致するものである。

【図4 8】機械的またはソリッドステートのいずれかのN極単極ロータである代表的な機能的単極ロータについての代表的なロータ積層体における内部極性を例示する概略図であり、本開示の諸実施形態に合致するものである。

【図4 9】機械的またはソリッドステートのいずれかのS極単極ロータである代表的な機能的単極ロータについての代表的なロータ積層体における内部極性を例示する概略図であり、本開示の諸実施形態に合致するものである。

【図5 0】代表的な内部巻線、および機能する機械的またはソリッドステートのいずれかの単極N極である代表的な機能する単極ロータについての磁気極性を例示する概略図であり、本開示の諸実施形態に合致するものである。

【図5 1】代表的な内部巻線、および機能する機械的またはソリッドステートのいずれかの単極S極である代表的な機能する単極ロータについての磁気極性を例示する概略図であり、本開示の諸実施形態に合致するものである。

【図5 2】代表的な従来の3相ステータを、内側に滑合させるために中に浮かせたソリッドステートロータとともに例示する概略図であり、本開示の諸実施形態に合致するものである。

【図5 3】プログラマブルロジックセンタ (PLC) 回路および極切り替え回路を示す代表的な回路図であり、本開示の諸実施形態に合致するものである。

【図5 4】ロータ励磁システムにおいて使用される回路、およびPLCと極切り替え回路との相互作用を示す代表的な回路図あり、本開示の諸実施形態に合致するものである。

【図5 5】ロータ励磁回路に、そして電気負荷への電力ケーブルおよび電池整流器インターフェースへの回生回路に接続された代表的なソリッドステート発電機であり、本開示の諸実施形態に合致するものである。

【発明を実施するための形態】

【0024】

本明細書の実施形態は、システムおよび方法を含む。少なくともいくつかの開示された方法は、例えば、非一過性のコンピュータ読み取り可能な記憶媒体から指令を受領する少なくとも1つのプロセッサにより実行してもよい。同様に、本開示と合致するシステムは、少なくとも1つのプロセッサとメモリとを含んでいてもよく、そしてメモリは、非一過性のコンピュータ読み取り可能な記憶媒体であってもよい。本明細書で使用されるとおり、非一過性のコンピュータ読み取り可能な記憶媒体は、少なくとも1つのプロセッサにより読み取り可能な情報またはデータを記憶するあらゆるタイプの物理的メモリを指す。実施例は、ランダムアクセスメモリ (RAM)、リードオンリメモリ (ROM)、揮発性メモリ、不揮発性メモリ、ハードドライブ、CD ROM、DVD、フラッシュドライブ、ディスク、およびその他のあらゆる公知の物理的記憶媒体を含む。単数の用語、例えば「メモリ」および「コンピュータ読み取り可能な記憶媒体」は、複数の構造、そうした複数のメモリおよび／またはコンピュータ読み取り可能な記憶媒体をさらに指すことがある

10

20

30

40

50

。本明細書で指すとおり、「メモリ」が、別途指定のない限り、あらゆるタイプのコンピュータ読み取り可能な記憶媒体を含んでいてもよい。コンピュータ読み取り可能な記憶媒体が、本明細書の実施形態と合致するステップまたは段階をプロセッサに実行させる指令を含め、少なくとも1つのプロセッサにより実行する指令を記憶してもよい。加えて、1つまたは複数のコンピュータ読み取り可能な記憶媒体は、コンピュータ実装方法を実現するさいに利用してもよい。用語「コンピュータ読み取り可能な記憶媒体」は、有形の物を含むと理解されるものとし、搬送波および過渡信号は除外するものとする。

#### 【0025】

本開示の実施形態は、これまでのシステムおよび方法に勝る多くの利点を提供する。例えば、本明細書では、高効率で電力を生成し電磁気抗力の非常に小さい発電機などの電氣的機械の態様が関与する、様々な代表的実施形態を考察し記載する。その使用と応用とともに超電導コイルの使用に対する、その抗力の除去の妥当性を提示し考察する。例えば、本開示の実施形態は、従来の回転式発電機と比較した場合に、4つの設計変更に起因して実質的に逆トルクのない発電機設計に向けたシステムおよび方法を提供する。これらの設計の特徴を、幾何学的分離、単一ステータ巻線パターン、遮蔽材、および独自のロータ設計を含め、次に説明する。

#### 【0026】

幾何学的分離：各ステータ電気子誘導コイルは、2つの別々のロータ空洞内に位置して、ステータコイルの一方の側だけが、第1の磁化されたロータに非常に近接し、その一方でコイルの反対側が、第2の磁化されたロータに非常に近接するようにしてある。両ロータは、閉じた誘導ループの外側にある。従来型の発電機の逆トルクは、単一ロータが、ステータコイルの両側、つまり一方が少なくとも1つのN極、そしてもう一方が少なくとも1つのS極を励磁する場合に、形成されることがある。レンツの法則に基づくと、ループを貫く磁束が変化しているならば、閉ループ内に誘導電流が存在する。誘導電流の方向は、誘導磁場が磁束の変化に抗うような方向である。本開示の場合では、ロータの磁場は、幾何学的に移動され、そして磁氣的な軸、すなわちステータ磁極の中心線から分離される。それゆえ、逆トルクは、正反対となるうる磁極が、こうして幾何学的に分かれていることに起因して、いかなる有意な程度でも生じない。

#### 【0027】

単一ステータ巻線パターン：ステータ電気子は、ワイヤスロット内でラッピングコイル (lapping coil) を巻回してもよく、これは、ラッピングコイル内の電流の方向が、個々のロータ空洞のすべてのスロット内で同一となるようになされる。しかしながら、コイルがステータ誘導スロットから出ると、コイルは、反対方向に物理的に巻回してあり、これにより、反対の磁気極性を生み出し、そして、得られる磁気極性であって相殺されない場合には量の小さい有効な逆トルクを形成する可能性のある磁気極性を効果的に相殺する。

#### 【0028】

遮蔽材：ステータ電気子の鉄はまた、ワイヤスロットどうしの間の一連のミュー金属遮蔽材を収容しており、これらの遮蔽材により、側部の鉄および背部の鉄の狭い区画と単極ロータ磁束との間の磁束の連結が、電気子コイル誘導発電を達成する形で可能になる。しかしながら、大きな逆トルクは出現しない。

#### 【0029】

独自のロータ設計：修正された突出極ロータは、単一の交番する単極（単一極としての機能）のロータであってもよい。修正された突出極ロータの設計により、N磁極磁束が360°回転、その後、S磁極磁束が360°回転することが可能になる。このロータ設計では、検出可能な磁気中心極、すなわち、ステータの小さい磁極上に整列する傾向があり得る磁気中心線であってそれにより幾分か反トルクを生じ得るものは現れない。ロータ磁気コイルは、ソリッドステートDC電力励磁システムによりスリップリング (slip ring) を通じて励磁され、このシステムは、全360°のロータ表面に対して、N磁極とS磁極との間の交番を可能にするものである。周波数は、別々の小さい動力付きセン

サホイールまたはソリッドステート周波数発生器およびプログラマブルロジックセンタにより制御してもよく、これは、発電機ロータのスピードに関わらずマスターコンピュータ制御を通じてあらゆる所望の周波数に調節されてもよい。

#### 【0030】

本明細書に開示されたソリッドステート静止ロータにより、発電機ステータのあらゆる実施形態または設計において発電機ロータを動作させることが可能になる。これにより、電力出力周波数を考慮せずにあらゆるスピードでロータの磁極を回転させることが可能になる。周波数は、ロータのスピードによるのではなく励磁回路により制御することができる。この設計は、周波数を変更することなしにロータ場のスピードを増減させることにより、電力出力の柔軟性をもたらす。例えば、3,000rpmで動作させた発電機は6,000rpm以上にまでロータ磁極の動作スピードを増加させることにより、電力出力を倍増させることができる。また電力を低減させることにより、電力は、ロータのスピードを徐々に減少させつつも同期をとってロータコイルを励磁して周波数を維持することにより、所望のとおりまで低減させることができる。もし、電子流に対して非常に低い抵抗を有する導体材料を採用するならば（常温超電導、例えばグラフェン被覆されたマグネットワイヤが、ステータとロータの両方に巻回するのに使用されるならば、入力電力を変化させることなく電力出力を増加させることができるようになる。代わりに、もしそうした超電導コイルを使用するならば、5分の1または10分の1サイズの発電機を作り上げて、同一の電力出力を発生させることができる可能性がある。

#### 【0031】

いくつかの実施形態によれば、発電機におけるこれらの先に言及した設計変更により、その最高の電力出力容量までずっと、発電機のステータコイルにかかる電気負荷に関係なく、発電機から原動力に要求される機械的エネルギー需要は不変である。先に言及した設計変更により、動く部分の無いソリッドステートシステムのロータが封入され、このロータは、ステータ空洞内で回転せず、磁極は適切な周波数および順序で回転して、所望の電力出力を発生させるようになっており、そしてこのソリッドステートロータを使用して、あらゆる従来型の発電機、単相、2相、または3相のものを改造してもよい。

#### 【0032】

いくつかの実施形態によれば、第1および第2の部材は、同期をとるように駆動する必要はなく、その理由は、交番する第1および第2の磁気極性がソリッドステートPLC励磁システムにより同期させられるからであり、このシステムは、あらゆる所望の周波数、例えば60Hzで駆動モータにより駆動されるフォトセルセンサおよびホイールセンサからPLCが信号を受領すると、単極磁気極性の適切なリード線を発火させるものである。ソリッドステート周波数発生器を使用してもよい。

#### 【0033】

いくつかの実施形態によれば、AC電力は、スロットロータ対の第1および第2の部材の両方が、適切な交番する第1および第2の磁気極性を備えている場合に、発生させることができる。DC電力は、対の第1のスロットロータが第1の極性のみを発生させ、第2のスロットロータが第2の極性のみを発生させる場合に、同一のスロットロータ対から発生させてもよい。これにより、適切な極における励磁電流の方向および持続期間を変化させることにより、発電機をAC電力からDC電力に変更する、および／またはAC電力に変更して戻すことが可能になり、これは、励磁PLCにおけるプログラミングによる変更において達成してもよく、この変更は、マスターコンピュータに対して「スレーブ」となることであってもよい。

#### 【0034】

ある実施形態によれば、各スロットロータ部材は、交番する一対の単極磁極、すなわち、第2の磁気極性と交番する第1の磁気極性を少なくとも有しており、各スロットロータ部材は、長手方向の軸のまわりに回転することが可能である。この実施形態では、第1および第2のロータは、第1および第2のロータの全360°の円周について単極である。ソリッドステート切り替えシステムにより励磁された単極回路により、全てのロータ巻線を

、交番する方向に切り替える、すなわち、全ロータをN極からS極に、そしてS極からもとのN極に切り替えることが可能になる。この設計変更によりPLCソリッドステート整流子回路が可能になり、この回路は、励磁回路を制御して励磁電流を第1のスロットロータ部材および第2のスロットロータ部材に印加して、回転空間におけるロータの位置に関係なしに毎秒50回(50Hz)または毎秒60回(60Hz)で、スロットロータ部材に関連する第1の極性の磁極の1つに磁束を発生させ、さらに、第2のスロットロータ部材に関連する第2の極性の磁極の1つに励磁電流を印加し、それにより反対の極性の磁束を発生させ、その発生を、ロータ磁極、側部の鉄、背部の鉄、およびステータスロットコイルの間に磁気結合が生じるようにして行う場合に磁束を発生させる。本実施形態により、あらゆるスピードで発電機ロータを動作させ、その周波数は、ロータのスピードによってではなく励磁回路によって制御することが可能になる。

10

#### 【0035】

いくつかの実施形態によれば、ロータ巻線の構造は、機能的単極ロータとして動作させることを目的として、変更しなければならない。双極ロータが、N極-N極またはS極-N極により同時に励磁されている場合には、内部の極は、外部磁束の大部分を相殺する。単極は、実際には、2つの完全な双極電磁石であり、これら電磁石は組み合わせられ、そしてミュー金属/鋼の磁束帰還プレートにより分かれているが、単一ロータ内部に収容されている。双極磁石、例えば、コイル、例えば(a)および(b)を有する磁石Aが励磁されている場合、(a)はN極方向に励磁され、一方で(b)はN極方向に励磁され、(a)は外側ロータ表面上でロータとともにあり；同時に、双極磁石、例えば、コイル、例えば(c)および(d)を有する単極の磁石Bが励磁され、(c)はN極方向に励磁され、一方で(d)はN極方向に励磁される。磁気コイルAおよびBを互いからこうして分離することにより、 $360^\circ$ のロータ表面に対して完全なN極磁束が可能になり、そして $360^\circ$ のロータ表面に対してS極磁束との交番が可能になる。

20

#### 【0036】

このロータ設計の機能性は、互いから $180^\circ$ 分かれたコイル巻線スロットに必要な斜行化により、さらに改良される。斜行は、約2cmであることが必要であり、そしてステータスロットの斜行と反対の方向に斜行している。

#### 【0037】

本開示の実施形態に準拠して、発電機における抗力を低減させる方法であって、ステータコイルに関して一連の単極で静止しているかまたは回転式であるかのいずれかのロータの幾何学的設計および配置を変更することを含む方法と、磁気遮蔽のシステムであって、発電機が電気負荷に接続されている場合に、ステータの誘導性磁場とのロータ磁場のごく最小限の相互作用しか生じないシステムとが、開示される。この設計の変更は、スロット内に収容された誘導巻線を有する第1のステータ区画の外周に沿ってスロットロータ対の第1の部材を分布させることを含む。スロットロータ対の第2の部材は、スロット内に収容された誘導巻線を有する第2のステータ区画の外周に沿って分布していてもよい。第1のステータ区画および第2のステータ区画のスロットは、長さおよび深さ方向の出入りに沿った軸方向にそろっていてもよい。第2のステータ区画の外周もまた、円形のまたはその他の好適な形状のステータを指す内周に相当していてもよい。第1のステータ区画の内周と第2のステータ区画の内周とは、互いに隣接していてもよい。スロットロータ対の第1の部材および第2の部材は、スロット単極ロータを含んでいてもよく、ロータは、交番する第1および第2の磁気極性の、巻回された少なくとも一対の電気子極区画を有する。スロットロータ対の第1および第2の部材は、同期させるようにして回転させてもよく、この同期は、第1の磁気極性を有する第1の部材の極区画の第1のものと、第2の磁気極性を有する第2の部材の極区画の第2のものがスロットとそろって、誘導巻線内に最大磁束密度を提供してその中に電流を誘起するようにしてなされる。換言すれば、第1および第2の磁気極性を順次に変更してもよく、変更は、各ロータが、交番する単極ロータ、すなわち $360^\circ$ のロータ表面に対するN極が、 $360^\circ$ のロータ表面に対するS極と交番するものとして動作するようにしてなされる。 $360^\circ$ の表面に対する交番するN極-S極

30

40

50



は、設計および巻線パターンにより可能である。スロットロータ対の第1および第2の磁気極性は、磁氣的に同期されるようにして回転させてもよく、同期は、第1の磁気極性を有する第1の極と、第2の磁気極性の第2の極とが、第1のステータおよび第2のステータの幾何学的な隣接する隅に位置するようにしてなされる。したがって、ステータ電気子コイルの第1の側が第1の磁気極性を用いて励磁されてもよく、ステータ電気子コイルの第2の側部が第2の磁気極性を用いて励磁されてもよく、励磁は、誘導巻線の中に電流を誘起することを目的として、誘導巻線の中に最大磁束密度を提供するようになされる。

#### 【0038】

各スロットロータ対の第1の部材および第2の部材は、第1および第2の部材およびスロットの個々の長さ方向の軸に沿って、第1のステータ区画および第2のステータ区画のそろったスロットとそろえてもよく、これは、第1および第2の部材の長さ方向の軸が、そろったスロットの深さ方向の軸と垂直な配置になるようにしてなされる。

#### 【0039】

いくつかの実施形態によれば、第1および第2の部材は磁氣的に遮蔽されていてもよく、これは、第1および第2の部材により発生した磁束が、スロット内だけに向かうようにして、磁束の漏出と、ステータ磁場とロータ対の相互作用の結果として生じる磁気抗力とを最小限にするようにしてなされる。第1の部材および第2の部材の遮蔽手段は、第1および第2のステータ区画に提供された各開口の中、例えば、斜行ステータスロットどうしの間の歯状部の鉄の中に挿入してもよく、これは、スロットの領域の直上の歯状部の鉄だけがロータの第1および第2の磁気極性の磁場に露出するようにしてなされる。各開口は、スロットと長さ方向にそろえて配置させて、第1および第2の部材を部分的に遮蔽してもよく、そして、スロットの長手方向の開口に対応する長手方向の開口を備えることができ、これは、スロットの対応する長手方向の開口との、そして最終的にはその中に配置された巻線への磁氣的な連通を提供するのが目的である。スロットロータ対の第1および第2の部材が、適切な交番する第1および第2の磁気極性を備えている場合に、AC電力が発生することがある。第1のスロットロータ対が第1の極性のみを発生させ、そして第2のスロットロータ対が第2の極性のみを発生させる場合には、同一のスロットロータ対からDC電力が発生することがある。これにより、適切な極における励磁電流を変化させることによりAC電力からDC電力に発電機を変更することが可能になり、これは、励磁PLCコントローラにおいてプログラミングによる変更により達成されてもよい。ある実施形態によれば、第1および第2の部材は遮蔽されてもよく、この遮蔽は、励磁電流が第1および第2の部材の電気子に供給される場合に発生した磁束が、実質的にスロットに向くようにしてなされる。

#### 【0040】

各スロットロータ部材が、少なくとも一対の磁極を有していて、磁極の対の一方が、第1の磁気極性を有し、磁極の対のもう一方が第2の磁気極性を有していてもよい。各スロットロータ部材は、長手方向の軸の周りに回転することが可能である。スロットロータ対は、スロット対に沿って配置してもよく、これは、スロット対の中に配置された誘導コイル巻線が、スロットロータ対により発生した磁束に露出されるようにしてなされる。

#### 【0041】

一実施形態によれば、第1の極性のスロットは、4つのワイヤスロットを含んでいてもよく、第2の極性のスロットは、4つのワイヤスロットを含んでいてもよい。第1のステータ区画および第2のステータ区画のそれぞれは、実質的に正方形の形状を有していてもよく、正方形の隅にはワイヤスロットが位置し、この場合、第1のステータ区画および第2のステータ区画は、二重ステータの長手方向の軸の周りに同心である。この実施形態では、ステータにおける起磁極からの幾何学的分離により、ステータと磁化されたロータとの間の抗力が大きく低減される。一実施形態によれば、第1の極性のスロットおよび第2の極性のスロットは、12個のワイヤスロットまでを含有してもよいが、12には限定されず、それぞれ抗力の大きな増加はない。

#### 【0042】

いくつかの実施形態によれば、励磁回路は、第1および第2のスロットロータ部材と関連する整流子回路（機械的またはソリッドステートのいずれか）を含んでいてもよく、整流子回路は、第1および第2のスロットロータ部材のうちの1つを、それらの適切なものがタイミング順に回転すると、励磁電流に選択的に結合させる。

#### 【0043】

本開示の実施形態に準拠して、発電機における抗力を低減させる方法が開示され、この方法は、ステータ磁極に関連してロータの幾何学的設計および配置を変更することを含み、この変更は、発電機において負荷電流により生み出されるステータ磁極をロータ空洞から幾何学的に分離し、さらに巻線だけでなく磁気遮蔽のシステムにより遮蔽するようになされ、この巻線は、ステータ巻線における負荷電流に次いで有効ステータ磁極の電磁氣的遮蔽および相殺を提供するものである。

10

#### 【0044】

いくつかの実施形態によれば、誘導コイルは、コイルの各巻きを切断し、切断された端部にコネクタを設置することにより二分され、これは、コイルが誘導ワイヤスロットの中に設置されると、コイルの巻回が再接続されるようにしてなされる。物理的遮蔽は、金属性ミュー金属による遮蔽と、ロータ空洞の周りの電磁氣的遮蔽とから成る。さらに、遮蔽が、ステータのロータ空洞部分における巻線パターンにより提供される。またさらに、ロータ磁極と可能性のあるステータ磁極との間の磁気相互作用の低減は、ステータ巻線パターンのさらなる独自性により達成されてもよく、この独自性は、ステータの誘導磁気極性を打ち消す負荷電流の最中の隣接する巻線における双方向の電流から成る。この遮蔽およびステータ誘導巻線により生み出される可能性のあるステータ磁極からロータが幾何学的に分離される結果、発電機が全電気負荷に接続されている場合に、ステータの誘導性磁場とのロータ磁場の磁束の連結は、ごく最小限となる。従来の発電機からのこの設計変更は、ロータ対空洞の内周のスロットに収容された誘導巻線を有する第1のステータ区画の外周に沿って、スロットロータ対の第1の部材を分布させることを含む。

20

#### 【0045】

いくつかの実施形態によれば、スロットは、軸方向にそろった複数のスロットであり、これらのスロットは、ステータスロットの歯状部の幅、すなわちスロットのピッチ1つ分だけ斜行していてもよい。スロットの斜行は、ロータがワイヤスロットを過ぎて回転するさいにスロットから生じるエアギャップ永久高調波を低減させるのに利用される。第2のステータ区画の外周に沿ったロータ対の第2の部材は、スロットロータ対空洞の内周のスロット内に収容された誘導巻線を有していてもよい。

30

#### 【0046】

いくつかの実施形態によれば、第1のステータ区画および第2のステータ区画のスロットは、長さ方向および深さ方向の出入りに沿って、ステータスロットの歯状部の幅すなわちスロットのピッチ1つ分だけ、斜行して軸方向にそろっている。いくつかの実施形態によれば、第2のステータ区画の外周は、円形のまたはその他の好適な形状のステータを指す内周に相当していてもよい。

#### 【0047】

いくつかの実施形態によれば、第1のステータ区画の内周と第2のステータ区画の内周とは、互いに隣接していてもよい。スロットロータ対の第1の部材および第2の部材は、スロットロータを含んでいてもよく、ロータは、巻回された少なくとも一対の電気子極区画を有し、この区画は、ゲーティング機構を用いたソリッドステート励磁により励磁されてもよく、この機構により、巻回された電気子の全ロータ極区画は、第1の磁気極性と第2の磁気極性と間で交番可能になる。

40

#### 【0048】

いくつかの実施形態によれば、スロットロータ対の第1および第2の部材は、同期するようにして回転させてもよく、これは、第1の磁気極性と第2の磁気極性とがスロットとそろって、誘導巻線における最大磁束密度を提供してその中に電流を誘起するようになされる。

50

## 【0049】

いくつかの実施形態によれば、各スロットロータ対の第1の部材および第2の部材は、第1および第2の部材ならびにスロットの個々の長さ方向軸に沿って斜行させてそろえた第1のステータ区画および第2のステータ区画のスロットとそろっていてもよく、これは、第1および第2の部材の長さ方向の軸が、そろったスロットの深さ方向の軸と垂直な配置になるようにしてなされる。

## 【0050】

いくつかの実施形態によれば、第1および第2の部材は磁氣的に遮蔽されていてもよく、これは、第1および第2の部材により発生した磁束が、ロータ対どうしおよび／またはステータ磁場との間の最小限の相互作用で、誘導ワイヤスロットの中に向かうようにしてなされる。第1の部材および第2の部材の遮蔽は、2つの手段により達成される。第1に、ミュー金属遮蔽手段を戦略的な場所に設置して、ロータ磁場を、ロータ同士の間でそしてステータ磁場から分けてもよい。第2に、ロータ空洞およびステータ誘導巻線が、ロータおよびステータの間の正味ゼロの磁束相互作用または磁束の連結を提供する。

## 【0051】

いくつかの実施形態によれば、第1のおよび第2のステータ区画におけるロータ対空洞の開口は、ステータコイル巻線工程に用立てば充分である。巻線工程が完了した後、開口は、取り外し可能な積層ステータ区画を配置することにより閉じてもよい。ステータスロットの斜行とともにこの360°の積層されたトンネルは、全360°の回転に向け、磁化されたロータとステータ鉄との間に等しい磁束の連結を提供する。諸動作条件では、磁気軸受効果が提供されてもよく、これにより、不規則な磁束の連結およびその結果として生じるエアギャップ高調波に起因する、磁化されたロータ極とステータ鉄との間の抗力が除去される。

## 【0052】

ある実施形態では、ステータ開口は存在しない。斜行ステータスロットは、コイル巻きを切断し、切断された端部上にコネクタを設置することにより、巻回される。コイル巻きがステータの斜行スロットの中に存在する場合、コネクタによりコイル巻きを再接続することが可能になる。

## 【0053】

いくつかの実施形態によれば、第1および第2の部材は、同期させるようにして駆動してもよく、同期させるやり方には、第1の部材が第1の方向に駆動されると同時に、第1の磁気極性を有する第1の部材の磁化された単極のうち第1のものの電気子に励磁電流を励起することが含まれる。第2の磁気極性を有する第2の部材の電気子における励磁電流を、同様に励起することができる。ロータにおけるスロット開口は、ステータの斜行とは反対の方向に斜行して、ロータとステータとの間のエアギャップにおけるあらゆる残留高調波を除去する。AC電力は、スロットロータ対の第1および第2の部材の両方が、適切な交番する第1および第2の磁気極性を備えている場合に、発生させることができる。DC電力は、対の第1のスロットロータが第1の極性のみを発生させ、第2のスロットロータ対が第2の極性のみを発生させる場合に、同一のスロットロータ対から発生させてもよい。これによって、適切な極における励磁電流の順序付けを変更することにより、発電機をAC電力からDC電力に変更することが可能になり、これは、励磁PLCコントローラにおけるプログラミングによる変更により達成されてもよい。いくつかの実施形態によれば、誘導巻線は、AC電力、DC電力向けに、そして単相または3相の「高Y」または「低Y」結線することができる。しかしながら、デルタ結線は禁止されてはいない。

## 【0054】

いくつかの実施形態によれば、発生した電力の周波数は、スロットロータ対の第1および第2の部材のスピードを変更すること、および／または第1および第2のロータへの励磁の周波数を変更することにより、変化させてもよい。

## 【0055】

本開示の実施形態に準拠して、発電機向けの電磁気組み立て体であって、第1のステータ

10

20

30

40

50

区画および第2のステータ区画を有する二重ステータを含むものを提供してもよい。第1の極性のロータ空洞が、第1のステータ区画の外周上に配置される。第2の極性のロータ空洞が、第2のステータ区画の外周上に配置される。再び、上に言及したとおり、閉じた幾何学的形状のステータ配置に関しては、第2のステータ区画の外周は、内周を指し得る。第1および第2の区画上の個々の内周は、隣接する関係に配置されており、そしてそれらの間に配置されたあらゆる所望の寸法の背部鉄を含むことで、誘導ワイヤスロットを通じた磁気結合を向上させることができる。第1および第2の極性ロータ空洞のそれぞれは、長さ方向の軸に沿ってそろっており、そしてスロットのピッチ、すなわちスロット歯状部の幅の距離だけ斜行して、それぞれ、長さ方向および深さ方向の軸に沿ってそろった誘導ワイヤスロットを収容してもよい。スロットのそれぞれは、その中に配置された誘導コイル巻線を有する。この組み立て体は、ロータ空洞の中にスロットロータ対をさらに含んでもよい。各スロットロータは、 $360^\circ$ の第1の極と $360^\circ$ の第2の極との間で交番する交番磁極を有する。各スロットロータ部材は、長手方向の軸の周りに回転することが可能である。スロットロータ対は、スロット対に沿って配置されており、これは、ステータのロータ空洞内に配置された誘導コイル巻線が、スロットロータ対により発生した磁束に露出するようになっている。各スロットロータ部材が、適切なスロット内に設置されてステータ磁極からロータ空洞を分ける磁気遮蔽材を備えていてもよい。遮蔽材は、ミュー金属から形成してもよい。

10

#### 【0056】

ある実施形態では、第1の極性に関連するスロットは、4つのロータ空洞内に収容されており、そして第2の極性に関連するスロットは、4つの分かれたロータ空洞内に収容されている。第1のステータ区画および第2のステータ区画のそれぞれは、実質的に正方形の形状を有していてもよい、しかし正方形の形状に限られてはおらず、正方形の隅にはロータ空洞が位置し、第1のステータ区画および第2のステータ区画は、二重ステータの長手方向の軸の周りに同心である。この実施形態は、ステータにおける起磁極からの幾何学的分離を提供し、これによりステータと磁化されたロータとの間の抗力が大きく低減される。

20

#### 【0057】

いくつかの実施形態によれば、スロットの第1の極性およびスロットの第2の極性は、48個までのワイヤスロットを含有してもよいが、48には限定されない。スロットは結線され、結線は、 $360^\circ$ のスロットが反時計回りの方向に巻回され、時計回りの方向に巻回された $360^\circ$ のスロットにより取り囲まれるようにしてなされる。それゆえ、誘起されたN極は、誘起されたS極を相殺し、これにより、誘起される可能性のあるステータ磁場からロータ磁場を電磁氣的に分離する。

30

#### 【0058】

いくつかの実施形態によれば、励磁回路を提供して、第1のスロットロータ部材および第2のスロットロータ部材に励磁電流を印加してもよく、これにより、スロットロータ部材に関連する第1の極性の磁気単極の1つが、第2の極性に関連する1つが励磁される場合に励磁される場合、磁束が発生すようにしてもよい。励磁回路は、瞬時に磁束を除去することを目的として、第1のスロットロータ部材および第2のスロットロータ部材から励磁電流をさらに除去することができる。

40

#### 【0059】

いくつかの実施形態によれば、第1のスロットロータ部材および第2のスロットロータ部材の磁極は、一定の励磁電流を供給されてもよく、または起動されていてもよく、起動は、ロータの全 $360^\circ$ 円周が、第1の磁気極性と第2の磁気極性との間で交番するようにしてなされる。

#### 【0060】

ある実施形態では、第1および第2のロータは、単極、すなわち、ロータ対の第1および第2のロータの全 $360^\circ$ 円周に対してS極と交番するN極である。ソリッドステート切り替えシステムにより励磁された単極回路により、全てのロータ巻線が、交番する方向に

50

切り替えられること、すなわち、N極からS極そしてS極からN極に全ロータを切り替えることが可能になる。この設計により、プログラムPLCまたは整流子回路が可能になり、この回路は、励磁回路を制御して、第1のスロットロータ部材および第2のスロットロータ部材に励磁電流を印加することにより、回転空間におけるロータの位置に関わらず、例えば毎秒50回(50Hz)または毎秒60回(60Hz)、スロットロータ部材に関連する第1の極性の磁極の1つに磁束を発生させるようにし、さらには、第2のスロットロータ部材と関連する第2の極性の磁極の1つに励磁電流を印加し、それにより反対の極性の磁束を発生させ、その発生を、各スロット、および介在する背部の鉄およびステータコイルを通じて磁気結合が生じるようにして行う場合に、磁束を発生させるようにする。これにより、あらゆるスピードで発電機ロータを動作させ、その周波数は、ロータのスピードによってではなく励磁回路によって制御することが可能になる。

10

#### 【0061】

別の実施形態では、従来のロータまたは電気子は、高効率の電気鋼および/またはグラフェン積層された高効率の電気鋼単独の、および/またはグラフェンとともに積層された平坦な部材で置き換えてもよい。電気子およびステータは、高透磁率の積層された材料から製造されてもよい。これら2つの部材は、平坦であってもよく、そして多様な形状、例えば、正方形、矩形等であってもよい。電気子およびステータは、ワイヤスロットと並行して製造されてもよい。事前に形成された、または事前に巻回されたコイルは、スロットの中に置かれ、適切なやり方で接続される。これら2つの部分は、ワイヤスロットとともに、互いにそしてワイヤスロットと平行して対面させることにより設置することにより組み立ててもよい。

20

#### 【0062】

本開示に従って実装した代表的な実施形態を詳細に参照することにするが、それらの実施例は、添付図面に例示してある。

#### 【実施例】

#### 【0063】

図1は、突出極の鉄およびミュー金属磁束帰還リングを露わにした代表的なロータ積層体の断面の端面図を例示する概略図であり、本開示の諸実施形態に合致するものである。ロータ本体は、例えば突0、34mmのアニールされた電気鋼をレーザーカットした円盤20から形成してもよく、この鋼は、突出極40が形成されるようにして治具上に積層されてもよいものである。この治具は、ミュー金属スリーブ41を滑合させたシャフト15を収容する。ロータ本体および突出極は、プレスされてもよく、そして孔38の中にボルトを通して保持されてもよい。次に、絶縁突出極巻線を、極部分品39の周りに巻回してもよい。

30

#### 【0064】

図2は、突出極の39、ミュー金属磁束鉄、および極鉄の巻線を露わにしたレーザーカット円盤20から形成された代表的なロータの断面の端面図を例示する概略図であり、本開示の諸実施形態に合致するものである。各突出極は、2本のリード線を有していてもよく、これらは、例えば、極1が、リード線KおよびLを有する励磁されたN極であってもよく、そして極5が、リード線MおよびNを有する励磁されたS極であってもよい。保持ボルトを収容する保持孔38が、支持シャフト15およびミュー金属スリーブ41とともに示されている。

40

#### 【0065】

図3は、時計回りとなるように角度の付いた突出極の鉄および極鉄の巻線を露わにした代表的なロータ積層体の断面の端面図を例示する概略図であり、本開示の諸実施形態に合致するものである。この角度により、各極からの発展する磁場が、時計回りの方向に45°の角度で発することが可能になることがあり、そして、場が、隣に存在する同様な極により押し返されると、磁束が時計回りの方向にロータの表面と平行に回転することがある。

#### 【0066】

図4は、磁束帰還インサートだけでなく16個の巻回突出極を露わにした代表的なソリッド

50

ドステートロータ本体70の端面図を例示する概略図であり、本開示の諸実施形態に合致するものである。ロータ70は、積層されプレスされた積層体20、突出極39、および磁束帰還インサートとして、ミュー金属スリーブ41とともに、支持シャフト15と併せて例示されている。

#### 【0067】

本開示の実施形態に準拠して、回転式発電機から逆トルクを除去する方法が開示され、この方法は、従来型の双極または多 (multi) 極の自転するロータを、回転する磁極を生み出し発電する単極、双極、または多 (multi) 極の静止ソリッドステートロータインサートに置き換えることを含むものである。ロータは静止しているため、発電機が電気負荷に接続されている場合にステータ鉄に形成される磁極どうしの間に、エネルギー消費する相互作用は存在しないし、発電機は、適切な周波数でロータを自転させるエネルギーを必要とすることもない。

#### 【0068】

ロータのこの再設計は、電気鋼から、例えば、等しいサイズおよび分布の、所望のさしわたし、例えば、6インチであるが6インチには限定されない、例えば、16個の突出極部分品を有するが16には限定されない積層体を切断することにより達成されるが、これには限定されない。後に記載される図5～21には、この再設計を例示する。極部分品には、所望のそして適切なマグネットワイヤの電線を巻回してもよい。マグネットワイヤコイルは、2本のリード線に終端させてもよく、これらのリード線は、例えばプログラマブルロジックセンタ (PLC) を使用するコンピュータ制御されたゲーティングシステムに接続してもよく、これにより、例えば、励磁回路においてMOSFETゲーティングシステムの使用により第1の極性から第2の極性に、そして第2の極性から第1の極性に交番するようにして切り替えることが可能になる。例えば、後で図23、26～31および33～35に記載される4極ロータの場合では、突出極は結線されて、1群あたり4つの極の4群、または1群あたり8つの極の2群になっているが、しかし2つまたは4つの群には限定されない。

#### 【0069】

60Hz電力および4極ロータの場合では、群#1の極1は第1の極性であり、そして群#2の極1は第2の極性である。群#3の極1は第1の極性であり、そして群#4の極1は第2の極性である。各群に由来する極1は、ソリッドステート励磁機基板チャンネル#1 (CH1) により励磁されてもよい。各群に由来する極2は、ソリッドステート励磁機基板チャンネル#2 (CH2) により励磁されてもよい。各群に由来する極3は、ソリッドステート励磁機基板チャンネル#3 (CH3) により励磁されてもよい。各群に由来する極4は、ソリッドステート励磁機基板チャンネル#4 (CH4) により励磁されてもよい。各群の極1が励磁されてもよく、そして、例えば2.084ミリ秒後、極2が励磁されてもよく；その後再び、例えば2.084ミリ秒後、極3が励磁されてもよく；その後再び、例えば2.084ミリ秒後、極4が励磁されてもよく；そして、例えば、2.084ミリ秒後、極1が再び励磁されてもよく、そしてこのサイクルが反復する。

#### 【0070】

極回路が、第1のサイクルにおける第1の極性のDC電源電流、および第2のサイクルにおける第2の極性のDC電源電流を用いて励磁されてもよい。第1および第2のサイクルは、60Hz電流の場合では、16.667ミリ秒ごとに1つのACサイクルを構成する。適切な調整を、その他の周波数、例えば50Hzについて行ってもよい。各極が、各磁気突出極について、例えば、4.167ミリ秒の減衰時間で、例えば、4.167ミリ秒間、励磁されてもよい。励磁波は時計回りとなるように進行し、これは、各極が形成されつつあるさいにそれを歪ませ、これが、先行する極の磁束を押し返すことにより時計回りに前進させるようにして、磁束を押し。これは実際に、所望の周波数で時計回りに円を描くようにして、個別の分かれた磁極を一定に押し、そして極は分かれて、交番する第1の極性および第2の極性である。したがって、完全な16.667ミリ秒サイクル毎に、励磁は第1の極性から第2の極性に切り替わり、これは、4つの明確に異なる磁極がロータ

部材それ自体の物理的回転なしに回転を続けるようにしてなされる。

#### 【0071】

後で図22および32に記載される2極磁気ロータの場合では、突出極は結線されて、1群あたり8つの極部分品の2群になっていてもよい。各群における極部分品は、励磁機システムからの回路に接続されていてもよい。例えば、極1および群#1は第1の極性、群#2の極1は第2の極性である。各群に対する極1がソリッドステート励磁機チャンネル#1により励磁されてもよい。各群に対する極2がソリッドステート励磁機基板チャンネル#2により励磁されてもよい。各群に対する極3がソリッドステート励磁機基板チャンネル#3により励磁されてもよい。各群に対する極4がソリッドステート励磁機基板チャンネル#4により励磁されてもよい。各群に対する極5がソリッドステート励磁機基板チャンネル#5により励磁されてもよい。各群に対する極6がソリッドステート励磁機基板チャンネル#6により励磁されてもよい。各群に対する極7がソリッドステート励磁機基板チャンネル#7により励磁されてもよい。各群に対する極8がソリッドステート励磁機基板チャンネル#8により励磁されてもよい。

10

#### 【0072】

例えば、各群の極1が励磁されてもよく、そして、例えば1.042ミリ秒後、各群の極2が励磁されてもよい。各群の極2が励磁されてもよく、そして、例えば1.042ミリ秒後、各群の極3が励磁されてもよい。各群の極3が励磁されてもよく、そして、例えば1.042ミリ秒後、各群の極4が励磁されてもよく、そして、例えば1.042ミリ秒後、極5が励磁されてもよい。各群の極5が励磁されてもよく、そして、例えば1.042ミリ秒後、極6が励磁されてもよい。各群の極6が励磁されてもよく、そして、例えば1.042ミリ秒後、極7が励磁されてもよい。各群の極7が励磁されてもよく、そして、例えば1.042ミリ秒後、極8が励磁されてもよい。各群の極8が励磁されてもよく、そして、例えば1.042ミリ秒後、各群の極1が励磁されてもよく、そしてこのサイクルが反復する。

20

#### 【0073】

励磁極性は、各サイクルとともに変化する。それゆえ、60Hz電流について、4極単位の場合では、極性は各16.667ミリ秒あたり2回切り替わり、そして2極単位では、励磁の極性は16.667ミリ秒/サイクルあたり2回切り替わる。

30

#### 【0074】

例えば、後で図24、25および38~40に記載される単極磁気ロータの場合では、16個の突出極は結線されて、1群あたり4つの極部分品の4群になっている。すべての16個の極部分品は、例えば8.3335ミリ秒間、励磁されるN極であってもよく；そしてその後、すべての16個は、例えばさらに8.3335ミリ秒間、励磁されるS極であってもよく、これは、完全な各サイクルが16.667ミリ秒となるようになされる。各群における極部分品が、PLC駆動される励磁機システムからの回路に接続されていてもよい。したがって、群#1の極部分品#1は、第1の極性であってもよく；群2、3、および4の極部分品#1は1サイクルの間、第1の極性であってもよく；そしてその後、すべてが、極部分品#1、2、3、および4対して第2の極性に切り替わる。すなわち、全ロータは、360°に対して第1の極性と、360°に対して第2の極性との間で交番する。交番する極性は、例えばMOSFETゲーティングシステムにより制御してもよい。回転している場のスピードは、発生した電流周波数には関係しない。周波数は、コンピュータ制御されたゲーティングシステムにより、例えば、50Hz、60Hz、またはあらゆるその他の所望の周波数について制御してもよい。磁場の回転のスピードは、励磁の進行の速度により制御してもよい。

40

#### 【0075】

例えば、例えば7,500rpmの回転速度で磁場を取得するには、以下の順序を適用する。各群の極部分品#1が励磁されてもよく、そして、例えば0.5ミリ秒後、極部分品#2が励磁されてもよく；そして、例えば0.5ミリ秒後、極部分品#3が励磁されてもよく；そして、例えばさらに0.5ミリ秒後、極部分品#4が励磁されてもよく、そして

50

、例えば0.5ミリ秒後、極部分品#1が再び励磁されてもよく、そしてこのサイクルが、励磁極性が切り替わるまで反復される。各極部分品が、例えば0.1ミリ秒、励磁されてもよい。極回路は、第1のサイクルにおいて第1の極性のDC電流、および第2のサイクルにおいて第2の極性のDC電流を用いて励磁されてもよい。1番のサイクルに加えて2番のサイクルが完全なACサイクルを形成する。

【0076】

ロータ積層体およびロータ巻線の構造は、機能的な回転磁場として動作するためには、変更しなければならない。従来型の双極ロータが結線され、ロータの両方の極がN極またはS極のいずれか、すなわち、N-NまたはS-Sとなるようにして励磁される場合には、内部の極は外部磁束の大部分を相殺する。図46～51について以下に考察するとおり、極性をN-SからN-NまたはS-Sに変えると、外部磁束は、磁束密度の40倍劣化のせいで4000ガウスから100ガウスへ降下した。

【0077】

この劣化問題を補正することを目的として、単極ソリッドステートロータを構築してもよく、この構築は、単極ロータの他方の極に180°反対の単極ロータの極が実際に巻回されて、2つの完全な双極磁石として構築し、これらの磁石を組み合わせ、2つの双極子の間に配置されたミュー金属-鋼磁束帰還構造により分かれるようにしてなされる。外側のコイル(a)および内側のコイル(b)を有する双極磁石のA側が励磁されている場合、(a)は、観測者に対面する励磁されたN極であってもよく、そして(b)は、観測者に対面する励磁されたN極であってもよく、(a)は外側ロータスロット内に巻回され、(b)は内側ロータスロット内に巻回されている。同時に、外側コイル(c)および内側コイル(d)を有する単極の磁石B側が励磁されてもよく、この場合、(c)は観測者に対面する励磁されたN極であってもよく、そして(d)は観測者に対面する励磁されたN極であってもよい。上の巻線パターンとともに、ミュー金属鋼磁束帰還装置による磁石AのBからの分離により、起動されたすべてロータ極の極表面上での例えば6,000ガウスの全N極磁束と、MOSFETゲーティングシステムを介してリード線の正および負の励磁の交番により達せられる、全360°の突出磁極片表面に対する例えば6,000ガウスのS極磁束との交番とが可能になる。

【0078】

励磁極性は、上に言及したPLCによりDC給電電流を変更することにより制御してもよい。DC給電は、MOSFETゲーティングシステムを使用してDC極性を交番させるマスターPLCにより制御してもよく、このシステムは、例えば60Hz電流の場合では8.3335ミリ秒ごと、そして、例えば50Hz電流の場合では10ミリ秒ごとに極性を交番させる。

【0079】

本開示のソリッドステート静止ロータの設計により、発電機ロータを、発電機ステータのあらゆる実施形態または設計において動作させることが可能になる。この設計により、ロータ磁極を、電力出力周波数を考慮せずともあらゆるスピードで回転させることが可能になる。周波数は、ロータのスピードではなく励磁回路により制御することができる。

【0080】

前に言及したとおり、ロータの再設計は、電気鋼から、等しいサイズおよび分布の、所望のさしわたし、例えば、6インチであるが6インチには限定されない、例えば、16個の突出極部分品を有するが16には限定されない積層体を切断することにより達成される。次に記載される図5～21にこの再設計を例示するが、この場合、極部分品は、所望のそして適切なマグネットワイヤの電線が巻回されていてもよい。

【0081】

図5は、極巻線を有する代表的なソリッドステートロータ70の端面図と、回転する磁極を発生させる、4極、60Hzサイクルのパルス#1を通して全16個の突出極について例示された励磁極性順序づけ回路とを例示する概略図であり、本開示の諸実施形態に合致するものである。ソリッドステートロータ70は、端部積層体20および保持ボルト孔3



8を露わにしている。図5は、4つの磁極を有する静止状態のロータ、および各磁極に関連する突出極の励磁スキームの図示である。突出極39は、1～16と番号付けされている。4つのロータ磁極は、N極#1（N-Aと標識されたもの）、S極#1（S-Aと標識されたもの）、N極#2（N-Bと標識されたもの）、およびS極#2（S-Bと標識されたもの）を含む。各磁気ロータ極は、電氣的に励磁された4つの巻回された突出極部分品を含む。N極励磁リード線KおよびL、およびS極励磁リード線MおよびNが、以下のように順次励磁される。

#### 【0082】

図5に示すパルス#1では、第1の磁極群（突出極1～4）は第1の極性に励磁され、そして第2の磁極群（突出極5～8）は第2の極性に励磁されている。第3の群（突出極9～12）は第1の極性に励磁され、そして第4の磁極群（突出極13～16）は第2の極性に励磁されている。突出極1、5、9、および13は、ソリッドステート励磁機基板チャンネル#1（CH1）およびチャンネル#2（CH2）により励磁されている。突出極2、6、10、および14は、ソリッドステート励磁機基板チャンネル#3（CH3）およびチャンネル#4（CH4）により励磁されている。突出極3、7、11、および15は、ソリッドステート励磁機基板チャンネル#5（CH5）および#6（CH6）により励磁されている。突出極4、8、12、および16は、ソリッドステート励磁機基板チャンネル#7（CH7）およびチャンネル#8（CH8）により励磁されている。各群の内部では、突出極部分品は、同時にではなく順次励磁されている。例えば、第1の群（極1～4）では、突出極1が第1の極性に励磁され、そして、例えば2.084ミリ秒後、突出極2が第1の極性に励磁され；例えば2.084ミリ秒後、突出極3が第1の極性に励磁され；そして、例えば2.084ミリ秒後、突出極4が第1の極性に励磁されている。全ての極が1つの極性に順次励磁された後、極性は切り替えられる。例えば、極4が第1の極性に2.084ミリ秒間、励磁された後、突出極1は再び、今回は第2の極性に励磁され、そしてこのサイクルが反復する。換言すれば、極は第1の半サイクルにおいて第1の極性のDCにより、そして第2の半サイクルにおいては第2の極性のDCにより励磁される。第1および第2の半サイクルは、60Hz電流の場合では、16.667ミリ秒ごとに1つのACサイクルを構成する。適切な調整を、60Hz以外の周波数について行ってもよい。

#### 【0083】

60Hz電流の場合では、各極が、例えば各突出極について4.167ミリ秒緩和時間で、例えば4.167ミリ秒間、励磁される。励磁波は時計回りに進行し、これは、各磁極が形成されつつあるさいにそれを歪ませ、その結果、磁束を時計回りとなるように前進させるようにして、ロータの表面に平行に押すことになるが、これは、先行する極からの磁束を押し返す結果である。図5の場合の効果は、4つの個別の交番する磁極が所望の周波数で時計回りに円を描くように循環することである。極は、交番する第1の極性および第2の極性で分かれている。16.667ミリ秒ごとの完全なサイクルは、各半サイクルで180°回転する第1の極性および第2の極性を含む。2つの半サイクルは、360°の回転を含む。4つの明確に異なる磁極は、ロータ部材の物理的回転なしに回転し続ける。

#### 【0084】

図6は、極巻線を有する代表的なソリッドステートロータ70の端面図と、4極、60Hzサイクルのパルス#2を通して全16個の突出極について例示された励磁極性順序づけ回路とを例示する概略図であり、本開示の諸実施形態に合致するものである。ロータ70は、端部積層体20および保持ボルト孔38を露わにしている。図6は、回転する極を発生させる突出極の励磁サイクルの静止状態の図における4極ロータの図示である。突出極39は、1～16と番号付けされている。個別磁極の16ステップ回転のこのパルス#2では、ミュー金属リング41およびシャフト15もまた露わにしてある。4つの磁極が標識されていて：N極#1がN-Aと標識され（突出極2～5）、S極#1がS-Aと標識され（突出極6～9）、N極#2がN-Bと標識され（突出極10～13）、そしてS極#2がS-Bと標識されている（突出極14～16、および1）。図5と同様に、図6における各磁気ロータ極もまた、好適な導体、例えばマグネットワイヤを巻回された4とお

りの電氣的に励磁された突出極部分品から成る。しかしながら、これらの極群は、図5におけるそれらの位置と比較して、極1つ分だけ時計回りに回転したあとである。例えば、第1の磁極群は今回、ロータ極2～5を含み、第2の磁極群は今回、ロータ極6～9を含み、第3の磁極群は今回、ロータ極10～13を含み、そして第4の磁極群は今回、ロータ極14～16、および1を含む。これらの群のうち、N-AおよびN-B極性（すなわち、ロータ極2～5および10～13）を有するロータ極が、N極巻回マグネットワイヤリード線K-Lを通じて励磁されており、そしてS-AおよびS-B極性（ロータ群6～9、および14～16、および1）を有するロータ極が、S極巻回マグネットワイヤリード線M-Nを通じて励磁されており、ここで、K(+)、L(-)、M(-)、およびN(+)

10

【0085】

図7は、極巻線を有する代表的なソリッドステートロータ70の端面図と、4極、60Hzサイクルのパルス#3を通して全16個の突出極について例示された励磁極性順序づけ回路とを例示する概略図であり、本開示の諸実施形態に合致するものである。ロータ70は、端部積層体20および保持ボルト孔38を露わにしている。図7は、回転する極を発生させる突出極の励磁サイクルの静止状態の図における4極ロータの図示である。突出極39は、1～16と番号付けされている。これは4つの個別磁極の16ステップ回転のパルス#3である。ミュー金属リング41およびシャフト15もまた露わにしてある。磁極は、標識されていて：N#1がN-Aと標識され（突出極3～6）、S極#1がS-Aと標識され（突出極7～10）、N極#2がN-Bと標識され（突出極11～14）、そしてS極#2がS-Bと標識されている（突出極15～16、および1～2）。各磁気ロータ極群は、マグネットワイヤを巻回された4つの電氣的に励磁された突出極部分品から成る。N極巻回磁気ワイヤリード線は、K-Lとして表現され、そしてS極巻回磁気ワイヤリード線は、M-Nとして表現され、K(+)

20

【0086】

図8は、極巻線を有する代表的なソリッドステートロータ70の端面図と、4極、60Hzサイクルのパルス#4を通して全16個の突出極について例示された励磁極性順序づけ回路とを例示する概略図であり、本開示の諸実施形態に合致するものである。ロータ70は、端部積層体20および保持ボルト孔38を露わにしている。図8は、回転する極を発生させる突出極の励磁サイクルの静止状態の図における4極ロータの図示である。突出極39は1～16に番号付けされている。これは、360°の回転を含む4つの個別磁極の16ステップ回転のパルス#4を図示している。ミュー金属リング41およびシャフト15もまた露わにしてある。4つの磁極が標識されていて：N極#1がN-Aと標識され（突出極4～7）、S極#1がS-Aと標識され（突出極8～11）、N極#2がN-Bと標識され（突出極12～15）、そしてS極#2がS-Bと標識されている（突出極16、および1～3）。各磁気ロータ極は、マグネットワイヤを巻回された4つの電氣的に励磁された突出極部分品から成る。N極巻回マグネットワイヤリード線は、K-Lとして表現され、そしてS極巻回マグネットワイヤリード線は、M-Nとして表現され、K(+)

30

40

【0087】

図9は、極巻線を有する代表的なソリッドステートロータ70の端面図と、4極、60Hzサイクルのパルス#5を通して全16個の突出極について例示された励磁極性順序づけ回路とを例示する概略図であり、本開示の諸実施形態に合致するものである。ロータ70は、端部積層体20および保持ボルト孔38を露わにしている。図9は、回転する極を発生させる突出極の励磁サイクルの静止状態の図における4極ロータの図示である。突出極39は、1～16と番号付けされている。これは、360°の回転を含む個別磁極の16

50

ステップ回転のパルス#5を図示している。ミュー金属リング41およびシャフト15もまた露わにしてある。4つの磁極が標識されていて：N極#1がN-Aと標識され（突出極5～8）、S極#1がS-Aと標識され（突出極9～12）、N極#2がN-Bと標識され（突出極13～16）、そしてS極#2はS-Bと標識されている（突出極1～4）。各磁気ロータ極は、マグネットワイヤを巻回された4つの電氣的に励磁された突出極部分品から成る。N極巻回マグネットワイヤリード線は、K-Lとして表現され、そしてS極巻回マグネットワイヤリード線は、M-Nとして表現され、K(+)、L(-)、M(-)、およびN(+ )である。励磁リード線は図5のとおり、順次励磁されるが、違うのは、極性群がロータ極4つ分だけずれていることである。

#### 【0088】

図10は、極巻線を有する代表的なソリッドステートロータ70の端面図と、4極、60Hzサイクルのパルス#6を通して全16個の突出極について例示された励磁極性順序づけ回路とを例示する概略図であり、本開示の諸実施形態に合致するものである。ロータ70は、端部積層体20および保持ボルト孔38を露わにしている。図10は、回転する極を発生させる突出極の励磁サイクルの静止状態の図における4極ロータの図示である。突出極39は、1～16と番号付けされている。これは、360°の回転および2サイクルの60Hz電流を含む4つの個別磁極の16ステップの発電および回転のパルス#6を図示している。ミュー金属リング41およびシャフト15もまた露わにしてある。4つの磁極が標識されていて：N極#1がN-Aと標識され（突出極6～9）、S極#1がS-Aと標識され（突出極10～13）、N極#2がN-Bと標識され（突出極14～16）、そしてS極#2がS-Bと標識されている（突出極2～5）。各磁気ロータ極は、マグネットワイヤを巻回された4つの電氣的に励磁された突出極部分品から成る。N極巻回マグネットワイヤリード線は、K-Lとして表現され、そしてS極巻回マグネットワイヤリード線は、M-Nとして表現され、K(+)、L(-)、M(-)、およびN(+ )である。励磁リード線は図5のとおり、順次励磁されるが、違うのは、極性群がロータ極3つ分だけずれていることである。

#### 【0089】

図11は、極巻線を有する代表的なソリッドステートロータ70の端面図と、4極、60Hzサイクルのパルス#7を通して全16個の突出極について例示された励磁極性順序づけ回路とを例示する概略図であり、本開示の諸実施形態に合致するものである。本発明のロータ70は、端部積層体20および保持ボルト孔38を露わにしている。図11は、回転している磁極を発生させる突出極の順次の励磁サイクルの静止状態の図における4極ロータの図示である。突出極39は、1～16と番号付けされている。図11に、360°の回転および2サイクルの60Hz電流を含む4つの個別磁極の16ステップの発電および回転のパルス#7を例示する。ミュー金属リング41およびシャフト15もまた露わにしてある。4つの磁極は標識されていて：N#1がN-Aと標識され（突出極7～10）、S極#1がS-Aと標識され（突出極11～14）、N極#2がN-Bと標識され（突出極15～16、および1～2）、そしてS極#2がS-Bと標識されている（突出極3～6）。各磁気ロータ極は、マグネットワイヤを巻回された4つの電氣的に励磁された突出極部分品から成る。N極巻回マグネットワイヤリード線は、K-Lとして表現され、そしてS極巻回磁気ワイヤリード線は、M-Nとして表現され、K(+ )およびL(-)、M(-)、およびN(+ )である。これらの励磁リード線は図5のとおり、順次励磁されるが、違うのは、極性群がロータ極6つ分だけずれていることである。

#### 【0090】

図12は、極巻線を有する代表的なソリッドステートロータ70の端面図と、4極、60Hzサイクルのパルス#8を通して全16個の突出極について例示された励磁極性順序づけ回路とを例示する概略図であり、本開示の諸実施形態に合致するものである。本発明のロータ70は、端部積層体20および保持ボルト孔38を露わにしている。図12は、回転している磁極を発生させる突出極の順次の励磁サイクルの静止状態の図における4極ロータの図示である。突出極39は1～16と番号付けされている。図12に、360°の

10

20

30

40

50

回転および2サイクルの60Hz電流を含む4つの個別磁極の16ステップの発電および回転のパルス#8を例示する。ミュー金属リング41およびシャフト15を露わにしてある。4つの磁極は標識されていて：N#1がN-Aと標識され（突出極8～11）、S極#1がS-Aと標識され（突出極12～15）、N極#2がN-Bと標識され（突出極16、および1～3）、そしてS極#2がS-Bと標識されている（突出極4～7）。各磁気ロータ極群は、マグネットワイヤを巻回された4つの電氣的に励磁された突出極部分品から成る。N極巻回マグネットワイヤリード線は、K-Lとして表現され、そしてS極巻回マグネットワイヤリード線は、M-Nとして表現され、K(+）、およびL(-）、M(-）、およびN(+）である。励磁リード線は図8のとおり、順次励磁されるが、違うのは、極性群がロータ極7つ分だけずれていることである。

10

#### 【0091】

図13は、極巻線を有する代表的なソリッドステートロータ70の端面図と、4極、60Hzサイクルのパルス#9を通して全16個の突出極について例示された励磁極性順序づけ回路とを例示する概略図であり、本開示の諸実施形態に合致するものである。ロータ70は、端部積層体20および保持ボルト孔38を露わにしている。図13は、回転する磁極を発生させる突出極の順次の励磁サイクルの静止状態の図における4極ロータの図示である。突出極39は、1～16と番号付けされている。図13に、360°の回転および2サイクルの60Hz電流を含む4つの個別磁極の16ステップの発電および回転のパルス#9を例示する。ミュー金属リング41およびシャフト15もまた露わにしてある。4つの磁極が標識されていて：N極#1がN-Aと標識され（突出極9～12）、S極#1がS-Aと標識され（突出極13～16）、N極#2がN-Bと標識され（突出極1～4）、そしてS極#2はS-Bと標識されている（突出極5～8）。各磁気ロータ極群は、マグネットワイヤを巻回された4つの電氣的に励磁された突出極部分品から成る。N極巻回マグネットワイヤリード線は、K-Lとして表現され、そしてS極巻回マグネットワイヤリード線は、M-Nとして表現され、K(+）、およびL(-）、M(-）、およびN(+）である。励磁リード線は図5のとおり、順次励磁されるが、違うのは、極性群がロータ極8つ分だけずれていることである。

20

#### 【0092】

図14は、極巻線を有する代表的なソリッドステートロータ70の端面図と、4極、60Hzサイクルのパルス#10を通して全16個の突出極について例示された励磁極性順序づけ回路とを例示する概略図であり、本開示の諸実施形態に合致するものである。ロータ70は、端部積層体20および保持ボルト孔38を露わにしている。図14は、回転する磁極を発生させる突出極の順次の励磁サイクルの静止状態の図における4極ロータの図示である。突出極39は、1～16と番号付けされている。図14に、360°の回転および2サイクルの60Hz電流を含む4つの個別磁極の16ステップの発電および回転のパルス#10を例示する。ミュー金属リング41およびシャフト15もまた露わにしてある。4つの磁極が標識されていて：N極#1がN-Aと標識され（突出極10～13）、S極#1がS-Aと標識され（突出極14～16、および1）、N極#2はN-Bと標識され（突出極1～5）、そしてS極#2はS-Bと標識されている（突出極6～9）。各磁気ロータ極群は、マグネットワイヤを巻回された4とおりの電氣的に励磁された突出極部分品から成る。N極巻回マグネットワイヤリード線がK-Lとして表現され、そしてS極巻回マグネットワイヤリード線がM-Nとして表現され、K(+）、L(-）、M(-）、およびN(+）である。励磁リード線は図5のとおり、順次励磁されるが、違うのは、極性群がロータ極9つ分だけずれていることである。

30

40

#### 【0093】

図15は、極巻線を有する代表的なソリッドステートロータ70の端面図と、4極、60Hzサイクルのパルス#11を通して全16個の突出極について例示された励磁極性順序づけ回路とを例示する概略図であり、本開示の諸実施形態に合致するものである。ロータ70は、端部積層体20および保持ボルト孔38を露わにしている。図15は、回転する磁極を発生させる突出極の順次の励磁サイクルの静止状態の図における4極ロータの図示

50

である。突出極39は、1～16と番号付けされている。図15に、360°の回転および2サイクルの60Hz電流を含む4つの個別磁極の16ステップの発電および回転のパルス#11を例示する。ミュー金属リング41およびシャフト15もまた露わにしてある。4つの磁極が標識されていて：N極#1がN-Aと標識され（突出極11～14）、S極#1がS-Aと標識され（突出極15～16および1～2）、N極#2がN-Bと標識され（突出極3～6）、そしてS極#2がS-Bと標識されている（突出極7～10）。各磁気ロータ極群は、マグネットワイヤを巻回された4とおりの電氣的に励磁された突出極部分品から成る。N極巻回マグネットワイヤリード線がK-Lとして表現され、そしてS極巻回マグネットワイヤリード線がM-Nとして表現され、K(+)、L(-)、M(-)、およびN(+ )である。励磁リード線は図5のとおり、順次励磁されるが、違うのは、極性群がロータ極10個分だけずれていることである。

10

#### 【0094】

図16は、極巻線を有する代表的なソリッドステートロータ70の端面図と、4極、60Hzサイクルのパルス#12を通して全16個の突出極について例示された励磁極性順序づけ回路とを例示する概略図であり、本開示の諸実施形態に合致するものである。ロータ70は、端部積層体20および保持ボルト孔38を露わにしている。図16は、回転する極を発生させる突出極の順次の励磁サイクルの静止状態の図における4極ロータの図示である。突出極39は、1～16と番号付けされている。図16に、360°の回転および2サイクルの60Hz電流を含む4つの個別磁極の16ステップの発電および回転のパルス#12を例示する。ミュー金属リング41およびシャフト15もまた露わにしてある。4つの磁極が標識されていて：N極#1がN-Aと標識され（突出極12～15）、S極#1がS-Aと標識され（突出極16、および1～3）、N極#2がN-Bと標識され（突出極4～7）、そしてS極#2がS-Bと標識されている（突出極8～11）。各磁気ロータ極は、マグネットワイヤを巻回された4つの電氣的に励磁された突出極部分品から成る。N極巻回マグネットワイヤリード線は、K-Lとして表現され、そしてS極巻回マグネットワイヤリード線は、M-Nとして表現され、K(+)、およびL(-)、M(-)、およびN(+ )である。これらの励磁リード線は図5のとおり、順次励磁されるが、違うのは、極性群がロータ極11個分だけずれていることである。

20

#### 【0095】

図17は、極巻線を有する代表的なソリッドステートロータ70の端面図と、4極、60Hzサイクルのパルス#13を通して全16個の突出極について例示された励磁極性順序づけ回路とを例示する概略図であり、本開示の諸実施形態に合致するものである。ロータ70は、端部積層体20および保持ボルト孔38を露わにしている。図17は、回転する極を発生させる突出極の順次の励磁サイクルの静止状態の図における4極ロータの図示である。突出極39は、1～16と番号付けされている。図19に、360°の回転および2サイクルの60Hz電流を含む4つの個別磁極の16ステップの発電および回転のパルス#13を例示する。ミュー金属リング41およびシャフト15もまた露わにしてある。4つの磁極が標識されていて：N#1がN-Aと標識され（突出極13～16）、S極#1がS-Aと標識され（突出極1～4）、N極#2がN-Bと標識され（突出極5～8）、そしてS極#2がS-Bと標識されている（突出極9～12）。各磁気ロータ極群は、マグネットワイヤを巻回された4つの電氣的に励磁された突出極部分品から成る。N極巻回マグネットワイヤリード線は、K-Lとして表現され、そしてS極巻回マグネットワイヤリード線は、M-Nとして表現され、K(+)、およびL(-)、M(-)、およびN(+ )である。これらの励磁リード線は図5のとおり、順次励磁されるが、違うのは、極性群がロータ極12個分だけずれていることである。

30

40

#### 【0096】

図18は、極巻線を有する代表的なソリッドステートロータ70の端面図と、4極、60Hzサイクルのパルス#14を通して全16個の突出極について例示された励磁極性順序づけ回路とを例示する概略図であり、本開示の諸実施形態に合致するものである。本発明のロータ70は、端部積層体20および保持ボルト孔38を露わにしている。図18は、

50

回転している磁極を発生させる突出極の順次の励磁サイクルの静止状態の図における4極ロータの図示である。突出極39は1～16と番号付けされている。図18に、360°の回転および2サイクルの60Hz電流を含む4つの個別磁極の16ステップの発電および回転のパルス#14を例示する。ミュー金属リング41およびシャフト15もまた露わにしてある。4つの磁極が標識されていて：N#1がN-Aと標識され（突出極14～16、および1）、S極#1がS-Aと標識され（突出極2～5）、N極#2がN-Bと標識され（突出極6～9）、そしてS極#2がS-Bと標識されている（突出極10～13）。各磁気ロータ極群は、マグネットワイヤを巻回された4つの電氣的に励磁された突出極部分品から成る。N極巻回マグネットワイヤリード線は、K-Lとして表現され、そしてS極巻回マグネットワイヤリード線は、M-Nとして表現され、K（+）、L（-）、M（-）、およびN（+）である。これらの励磁リード線は図5のとおり、順次励磁されるが、違うのは、極性群がロータ極13個分だけずれていることである。

10

【0097】

図19は、極巻線を有する代表的なソリッドステートロータ70の端面図と、4極、60Hzサイクルのパルス#15を通して全16個の突出極について例示された励磁極性順序づけ回路とを例示する概略図であり、本開示の諸実施形態に合致するものである。ロータ70は、端部積層体20および保持ボルト孔38を露わにしている。図19は、回転する磁極を発生させる突出極の順次の励磁サイクルの静止状態の図における4極ロータの図示である。突出極39は、1～16と番号付けされている。図19に、360°の回転および2サイクルの60Hz電流を含む4つの個別磁極の16ステップの発電および回転のパルス#15を例示する。ミュー金属リング41およびシャフト15もまた露わにしてある。4つの磁極が標識されていて：N極#1がN-Aと標識され（突出極15～16および1～2）、S極#1がS-Aと標識され（突出極3～6）、N極#2がN-Bと標識され（突出極7～10）、そしてS極#2がS-Bと標識されている（突出極11～14）。各磁気ロータ極群は、マグネットワイヤを巻回された4とおりの電氣的に励磁された突出極部分品から成る。N極巻回マグネットワイヤリード線は、K-Lとして表現され、そしてS極巻回マグネットワイヤリード線は、M-Nとして表現され、K（+）およびL（-）、M（-）およびN（+）である。これらの励磁リード線は図5のとおり、順次励磁されるが、違うのは、極性群がロータ極14個分だけずれていることである。

20

【0098】

図20は、極巻線を有する代表的なソリッドステートロータ70の端面図と、4極、60Hzサイクルのパルス#16を通して全16個の突出極について例示された励磁極性順序づけ回路とを例示する概略図であり、本開示の諸実施形態に合致するものである。本発明のロータ70は、端部積層体20および保持ボルト孔38を露わにしている。図20は、回転している磁極を発生させる突出極の順次の励磁サイクルの静止状態の図における4極ロータの図示である。突出極39は1～16と番号付けされている。図20に、360°の回転および2サイクルの60Hz電流を含む4つの個別磁極の16ステップの発電および回転のパルス#16を例示する。ミュー金属リング41およびシャフト15もまた露わにしてある。4つの磁極が標識されていて：N#1がN-Aと標識され（突出極16、および1～3）、S極#1がS-Aと標識され（突出極4～87）、N極#2がN-Bと標識され（突出極8～11）、そしてS極#2がS-Bと標識されている（突出極12～15）。各磁気ロータ極群は、マグネットワイヤを巻回された4つの電氣的に励磁された突出極部分品から成る。N極巻回マグネットワイヤリード線は、K-Lとして表現され、そしてS極巻回マグネットワイヤリード線は、M-Nとして表現され、K（+）、およびL（-）、M（-）、およびN（+）である。これらの励磁リード線は図5のとおり、順次励磁されるが、違うのは、極性群がロータ極15個分だけずれていることである。

30

40

【0099】

図21は、極巻線を有する代表的なソリッドステートロータ70の端面図と、4極、60Hzサイクルのパルス#1を通して全16個の突出極について例示された励磁極性順序づけ回路とを例示する概略図であり、本開示のそして図5に記載の諸実施形態に合致するも

50

のである。

#### 【0100】

図22は、代表的な2極ロータ71とともにその励磁回路を図示する概略図であり、本開示の諸実施形態に合致するものである。2極磁気ロータの場合では、突出極は結線されて、1群あたり8突出極部分品の2群になる。各群における極部分品の巻回コイルは、励磁機システムからの回路に接続される。第1の磁極群（例えば、N極群）の極部分品#1（例えば、図5における突出極1）は、第1の極性であり、第2の磁極群（例えば、S極群）の極部分品#1（例えば、図5における突出極5）は、第2の極性である。各群に対する極部分品#1についてのコイルは、励磁パネル74に収容されるソリッドステート励磁機チャンネル#1により励磁される。励磁パネル74、よって、極部分品の巻回コイルは、電池75により導体80を通じて給電される。励磁制御信号は、PLC73からコンジット79を通じて伝送される。適切なPLCパラメータを起動させる信号は、制御パネル72から導体78を通じて伝送される。2つの極群のそれぞれの極部分品#1は、励磁パネル74におけるソリッドステート励磁機チャンネル#1によりコンジット77を通じて励磁される。各群の極部分品#2は、励磁パネル74におけるソリッドステート励磁機基板チャンネル#2によりコンジット77を通じて励磁される。各群の極部分品#3は、励磁パネル74におけるソリッドステート励磁機基板チャンネル#3によりコンジット77を通じて励磁される。各群の極部分品#4は、励磁パネル74におけるソリッドステート励磁機基板チャンネル#4によりコンジット77を通じて励磁される。各群の極部分品#5は、励磁パネル74におけるソリッドステート励磁機基板チャンネル#5によりコンジット77を通じて励磁される。各群の極部分品#6は、励磁パネル74におけるソリッドステート励磁機基板チャンネル#6によりコンジット77を通じて励磁される。各群の極部分品#7は、励磁パネル74におけるソリッドステート励磁機基板チャンネル#7によりコンジット77を通じて励磁される。各群の極部分品#8は、励磁パネル74におけるソリッドステート励磁機基板チャンネル#8によりコンジット77を通じて励磁される。各磁極群内の極部分品が順次励磁される。例えば、各群の極部分品#1が第1に励磁され、そして、例えば1.042ミリ秒後、各群の極部分品#2が励磁され；そして、例えば1.042ミリ秒後、各群の極部分品#3が励磁され；そして、例えば1.042ミリ秒後、各群の極部分品#4が励磁され；そして、例えば1.042ミリ秒後、各群の極部分品#5が励磁され；そして、例えば1.042ミリ秒後、各群の極部分品#6が励磁され；そして、例えば1.042ミリ秒後、各群の極部分品#7が励磁され；そして、例えば1.042ミリ秒後、各群の極部分品#8が励磁され；そして、例えば1.042ミリ秒後、各群の極部分品#1が再び、しかし反対の極性で励磁され、そしてこのサイクルが、1つの極では第1の極性、および第2の極では第2の極性の2つの個別ロータ極を周回させることにより反復する。結果として、各極が、第1の極性で8.336ミリ秒、そして第2の極性で8.336ミリ秒の間、周回する。各突出極が、例えば、4.168ミリ秒の減衰時間で例えば、4.168ミリ秒間、励磁される。

#### 【0101】

前に言及したとおり、極部分品は、所望のそして適切なマグネットワイヤの電線で巻回されていてもよい。マグネットワイヤコイルは、2本のリード線に終端させてもよく、これらのリード線はPLC制御された励磁システムに結線してもよく、これにより、励磁回路においてMOSFETゲーティングシステムの使用により第1の極性から第2の極性に、そして第2の極性から第1の極性に交番するようにして切り替えることが可能になる。例えば、次に図23に記載される4極ロータの場合では、突出極は結線されて、1群あたり4つの極の4群、または1群あたり8極の2群になっているが、しかし2つまたは4つの群には限定されない。

#### 【0102】

図23は、必要な励磁回路とともに、代表的な4極ロータ91を図示する概略図であり、本開示の諸実施形態に合致するものである。各群における4極ロータ巻回突出極#1は、制御パネル72における励磁システムからのMOSFET回路に接続される。巻回突出極

は、群# 1 (極1~4)、群# 2 (極5~8)、群# 3 (極9~12)、および群# 4 (極13~16)を含む、4つの磁極群にグループ分けされる。極は以下のとおり励磁される：群# 1の極1は第1の極性であり、そして群# 2の極1は第2の極性である。群# 3の極1は第1の極性であり、そして群# 4の極1は第2の極性である。各群の極1は、制御パネル72内に格納されたソリッドステート励磁システムの共通チャンネル# 1 (CH1)により励磁される。各群の極2は励磁機基板チャンネル# 2 (CH2)により励磁される。各群の極3は、励磁機基板チャンネル# 3 (CH3)により励磁され、そして各群の極4は励磁機基板チャンネル# 4 (CH4)により励磁される。突出極を励磁させる電力は、電池36から導体35を通じて励磁機システム34に取り込まれる。励磁機システム用の制御信号が、導体33を通じてPLC32から送出される。PLC32への命令を制御パネル72において発生させる。極は、導体37および38を通じて励磁される。極のリード線39、40、41、および42は、適切な場所において導体38に接続される。この番号付けスキームは、すべての極1~16について代表的なものである。各群の極1が励磁され、そして、例えば2.084ミリ秒後、各群の極2が励磁され；そして、例えば2.804ミリ秒後、極3が励磁され；そして、例えば2.084ミリ秒後、極4が励磁され；そして、例えば2.084ミリ秒後、極1が再び、しかし第2の極性で励磁され、そしてこのサイクルが連続的に反復する。極回路は、第1の半サイクルにおいては第1の極性のDC電力、そして第2の半サイクルにおいては第2の極性のDC電力を用いて励磁される。第1および第2の半サイクルは、60Hz電力の場合では16.667ミリ秒ごとに1つのAC電力サイクルを構成する。適切な調整が、その他の周波数、例えば50Hz電力について、この制御システムにおいてなされる。60Hz電力については、各極は、磁気突出極の鉄に対して、例えば、4.167ミリ秒減衰時間で、例えば4.167ミリ秒間、励磁される。励磁波は、これより前の同様な磁極により時計回りとなるように歪んでいる各極の磁束とともに時計回りに進行する。それゆえ、時間的ないずれか1点で4つの突出極部分品から構成された個別ロータ極は、先行する突出極の押し返す磁束に起因して、時計回りに進行する。これは、実際に所望の周波数で時計回りに円を描くように個別の分かれた磁極を一定に押す。極は分かれています、第1の極性および第2の極性を交番させる。4つの個別磁極は、ロータ部材それ自体の物理的回転なしに回転し続ける。

#### 【0103】

図24は、代表的なN極単極ロータ2を、その励磁回路とともに図示する概略図であり、本開示の諸実施形態に合致するものである。すべての16個の突出極は結線されて突出各群において4つの突出極部分品の4群になる。すべての16個の極部分品は、例えば8.333ミリ秒間、第1の極性(N極)に励磁されてもよく；そしてその後、すべての16が例えば8.333ミリ秒間、第2の極性(S極)に励磁されてもよく、それぞれ16.667ミリ秒のサイクルを完了させる。各群における極部分品が、励磁機パネル34へコンジット33を通じて信号を送出するPLC32からの回路に接続される。この励磁システムは、コンジット37および38を通じてCH1、CH2、CH3、およびCH4からのDC電源電流を用いて突出極コイルを励磁する。群# 1 (1~4コイル)の極部分品が第1の極性に励磁される。群2、3、および4のそれぞれの突出極1もまた、1サイクルの間、第1の極性(N極)に励磁される。その後、それぞれの群2、3、および4の突出極1が、次のサイクルに向け第2の極性(S極)に切り替えられる。すなわち、全ロータは、360°に対して第1の極性と、その後の360°に対して第2の極性との間で交番する。交番する極性は、チャンネルCH1、CH2、CH3、およびCH4を含むMOSFETゲーティングシステム51 (図示せず)により制御される。周波数は、コンピュータ制御されたゲーティングシステムにより制御され、50Hz、60Hz、またはあらゆるその他の所望の周波数であってもよい。磁場の回転のスピードは、各磁極群における突出極励磁の進行の速度により制御される。電力出力の周波数は、例えば60Hz電力の場合では、電力8.3335ミリ秒ごとにDC給電電流極性の極性を交番させるシステムにより制御される。例えば7,500rpmで磁極の回転速度を取得するには、以下の手順を適用する。各群における極1が励磁され、そして、例えば0.50ミリ秒後、極2が励磁



され；そして、例えば0, 50ミリ秒後、極3が励磁され；そして、例えば0, 50ミリ秒後、極4が励磁され；そして、例えば0, 50ミリ秒後、極1が再び励磁され、そして励磁極性が切り替えられるまでこのサイクルが反復する。60 Hz電力を発生させるには、極コイル回路は、例えば8, 3335ミリ秒間、第1の極性のDC電源電流を用いて、そしてその後、例えば8, 3335ミリ秒間、第2の極性のDC電源電流を用いて励磁される。励磁極性は、PLCおよびMOSFET回路からのDC給電電流により制御される。DC給電は、マスターPLC32により制御され、このPLCがMOSFETゲーティングシステムの使用によりDC電力極性を交番させ、このシステムが、例えば、発電機から60 Hz電流出力の場合では8, 3335ミリ秒ごとに、そして、例えば発電機から50 Hz電流出力の場合では10ミリ秒ごとに、DC電源電流給送極性を交番させる。図24に例示された単極ロータの場合では、図35および36のとおり、ステータ構造が使用され、これを以下で考察することになる。

10

#### 【0104】

図25は、代表的なS極単極ロータ2とともにその励磁回路を図示する概略図であり、本開示の諸実施形態に合致するものである。図25の単極ロータは、図24のものと同様に構造化され励磁されるが、違いは、異なる極性である。したがって詳細な記載を繰り返すことはしない。

#### 【0105】

図26は、極巻線を有する代表的なソリッドステート4極ロータ91の端面図、および4極、60 Hzサイクルのパルス#1を通して全16個の突出極について例示された励磁極性順序づけ回路を例示するとともに、磁束場を図示する概略図であり、本開示の諸実施形態に合致するものである。4極の順序で励磁されることになる第1の突出極(1、5、9、および13)が、磁束場171Nおよび172Sにより図示されている。上方を指す矢印(↑)は、増加している磁束場を表示し、そして極の上の網掛け部分は第1の極性、例えばNを表示し、そして非網掛け部分の極は第2の極性、例えばSである。

20

#### 【0106】

図27は、極巻線を有する代表的なソリッドステート4極ロータ91の端面図からの磁束場、および、各群における第1の2つの極を順次に発火させた励磁極性順序づけを例示するとともに、磁束場を図示する概略図であり、本開示の諸実施形態に合致するものである。突出極2、6、10、および14が、極1、5、9、および13の、例えば2, 084ミリ秒後に励磁される。磁束場171、172、173、および174がそれらの極において示されており、そして増加している。突出極2、6、10、および14からの磁束は、1、5、9、および13の反発する極により「押し」られ、そして時計回りの方向の角度に向け回転させられる。すべての極が順次に励磁されている場合、この現象の結果、4つの個別の交番する磁極が連続して回転する。

30

#### 【0107】

図28は、極巻線を有する代表的なソリッドステート4極ロータ91の端面図からの磁束場、および、順次に発火されている第1の3つの極において磁束場を示す励磁極性順序づけを例示する概略図であり、図は本開示の諸実施形態に合致するものである。突出極2、6、10、および14が、極1、5、9、および13の励磁の、例えば2, 084ミリ秒後に励磁される。磁束場171、172で例示された水平の棒(—)は、それらの場がピークの磁束ポテンシャルに達したことを例示している。極1、5、9、および13により励磁された磁束場171および172は、極2、6、10、および14により励磁された成長する場173および174を偏向させる。その結果、磁束場は、時計回りの方向に回転する。同様に、突出極3、7、11、および15が、極2、6、10および14の、例えば2, 084ミリ秒後に励磁される。突出極3、7、11、および15からの突出極磁束場175および176は、それらが発生すると、時計回りの方向に押し返される。

40

#### 【0108】

図29は、極巻線を有する代表的なソリッドステート4極ロータ91の端面図からの磁束場、および励磁極性順序づけを例示する概略図であり、本開示の諸実施形態に合致するも

50

のである。上のおり、突出極 2、6、10、および 14 が、極 1、5、9、および 13 の、例えば 2.084 ミリ秒後に励磁され；磁束場 171 および 172 が、発展する場 173 および 174 を押し返し；そして突出極 2、6、10、および 14 からの磁束が、1、5、9、および 13 の反発する極により押し返され偏向される。その結果、場は、時計回りの方向に回転する。突出極 3、7、11、および 15 は、例えば極 2、6、10、および 14 の励磁の 2.084 ミリ秒後に励磁され；それゆえ、3、7、11、および 15 からの突出極磁束場 175 および 176 は、それらが発生すると時計回りの方向に押し返される。突出極 4、8、12、および 16 は、例えば、極 3、7、11、および 15 の 2.084 ミリ秒後に励磁され；そしてそれゆえ、極 4、8、12、および 16 からの突出極磁束 177 および 178 は、時計回りの方向に押し返される。この徐々の順序づけは続き、それにより 4 つの交番磁極を生み出し、これらは、例えば、1800 rpm で自転し、そしてそれゆえ、60 Hz 電力を発生させる。磁束場 171、172 での下方を指す矢印 (↓) は、磁束場が減衰していることを表示する。

#### 【0109】

図 30 は、極巻線を有する代表的なソリッドステート 4 極ロータ 91 の端面図からの磁束場、および、励磁順序づけを時計回りに進行させている励磁極性順序づけを例示する概略図であり、本開示の諸実施形態に合致するものである。突出極 1、5、および 9、および 13 は、突出極励磁の進行において極性を変化させている。その結果、磁束場 171 は今度は、S 極または第 2 の極性であり、そして磁束場 172 は N 極または第 1 の極性である。この過程は、4 つの交番する極が、例えば 1800 rpm で回転すると持続し、そして 60 Hz 電力を発生させる。

#### 【0110】

図 31 は、極巻線を有する代表的なソリッドステート 4 極ロータ 91 の端面図からの磁束場、および励磁極性順序づけを、時計回りに回転する磁束場とともに例示する概略図であり、本開示の諸実施形態に合致するものである。磁束場 171 は第 1 の極性であり減衰しており、そして磁束場 172 は第 2 の極性であり減衰している。171 と 172 の両方が、例えば 4.167 ミリ秒間、励磁されてもよい。磁束場 173 は第 1 の極性であり、そして例えば、4.167 ミリ秒の励磁の後にピーク励磁となる。磁束場 174 は第 2 の極性であり、そして例えば、4.167 ミリ秒の励磁の後にピーク励磁となる。磁束場 175 は第 1 の極性であり、そして例えば、2.084 ミリ秒間、励磁サイクルに入る。磁束場 176 は第 2 の極性であり、そして例えば、2.084 ミリ秒間、励磁サイクルに入る。その結果、磁束場 177 および 178 は、第 2 の (second) 極性であり、そして数マイクロ秒だけ、励磁位相に入る。図 31 は、掃引している磁極の時計回りの回転を図示している。この回転の効果は、突出極が時計回りとなるように順序づけされると、時計回りの方向に磁束を偏向させる隣接する同様な極により発生する。

#### 【0111】

図 32 は、代表的な 2 極発電機 60 を図示する概略図であり、本開示の諸実施形態に合致するものである。2 極発電機 60 は、ステータ場コイル 61 および 62 と、ソリッドステート 2 極ロータ 71 とを有するステータを含む。ソリッドステート 2 極ロータ 71 は定位置にあり、そしてステータ場コイルは、導体 58 および 59 を通じて電気負荷に接続されている。

#### 【0112】

図 33 は、代表的な 4 極発電機 90 を図示する概略図であり、本開示の諸実施形態に合致するものである。発電機は、ステータ場コイル 65、66、67、および 62、およびソリッドステート 4 極ロータ 91 を有するステータを含む。ステータ場コイル 65、66、67、および 62 は、電気負荷に電力を運ぶリード線ワイヤ 63 および 64 に接続されている。

#### 【0113】

図 34 は、3 相ステータ内に位置している代表的な 4 極発電機 69 を例示する概略図であり、3 相巻線を図示し、本開示の諸実施形態に合致するものである。基部 70 上に着座し

ているソリッドステートロータ 9 1 および場コイル 6 8 を含有する 3 相発電機 6 9 が、例示されている。

#### 【0114】

図 3 5 は、「高 Y」結線を有する 3 相巻線を有する代表的なステータを例示する概略図であり、本開示の諸実施形態に合致するものである。各位相は、2 つの巻線回路を含むように構成することができ、これらの回路は、直列に接続されて、例えば、480 ボルト（高 Y）を生成してもよく、または代わりに、2 つの巻線回路は、並列に接続されて、「低 Y」と称し、例えば 240 ボルトを生成してもよい。電圧は異なるが、しかし電力出力は同一であり、その理由は、アンペア数もまた 2 つの接続の間で変化するからである。電力出力リード線から回路を通じ中性の「Y」結線への位相回路に続いて、位相レグのマル A 8 3 は、反時計回りの、または N 極（N）方向に巻回されたコイル群 7 1 - A を含む。入力

はマル 1 にあり、出力はマル 4 にある。出力リード線 9 2 は、コイル群 7 4 - A を接続して

おり、コイル群は時計回りのまたは S 極（S）方向に巻回され、マル 1 に入力そして

マル 4 に出力を有する。出力リード線 8 6 は、コイル群 7 7 - A と接続しており、コイル群

は反時計回りの方向（N）に巻回され、マル 7 に入力そしてマル 10 に出力を有する。出力

リード線 9 5 は、コイル群 8 0 - A と接続しており、コイル群は時計回りの方向（S）

に巻回され、マル 7 に入力そしてマル 10 に出力を有する。出力リード線 9 0 は、その他

の 2 つの位相との中央の「Y」結線 6 2 で接続する。位相マル B のレグ 8 5 は、コイル群

7 3 - B を含んでおり、コイル群は反時計回りの方向（N）に巻回され、マル 2 に入力

そしてマル 5 に出力を有する。出力リード線 9 3 は、コイル群 7 6 - B と接続して

おり、コイル群は時計回りの方向（S）に巻回され、マル 2 に入力そしてマル 5 に出力を

有する。出力リード線 8 8 は、コイル群 7 9 - B に接続しており、コイル群は反時計回りの方向

（N）に巻回され、マル 8 に入力そしてマル 11 に出力を有する。出力リード線 9 6 は、コ

イル群 8 2 - B に接続しており、コイル群は時計回りの方向（S）に巻回され、マル 8 に

入力そしてマル 11 に出力を有する。出力リード線 9 1 は、6 2 で「Y」結線と接続して

いる。位相マル C、レグ 8 7 は、コイル群 7 5 - C に接続しており、コイル群は反時計回

りの方向（N）に巻回され、マル 3 に入力そしてマル 6 に出力を有する。出力リード線 9

7 は、コイル群 7 8 - C と接続しており、コイル群は時計回りの方向（S）に巻回され、

マル 3 に入力そしてマル 6 に出力を有する。出力リード線 8 9 は、コイル群 8 1 - C に接

続しており、コイル群は反時計回りの方向（N）に巻回され、マル 9 に入力そしてマル 1

2 に出力を有する。出力リード線 9 7 は、コイル群 7 2 - C に接続しており、コイル群は

時計回りの方向（S）に巻回され、マル 9 に入力そしてマル 12 に出力を有する。出力

リード線 8 4 は、「Y」結線 6 2 の第 3 のレグを形成する。

#### 【0115】

前に言及したとおり、ロータ積層体およびロータ巻線の構造は、機能的な回転磁場として動作させるには、変更しなければならない。従来型の双極ロータが結線され、ロータの両方の極が N 極または S 極のいずれか、すなわち、N - N または S - S となるようにして励磁される場合には、内部の極は外部磁束の大部分を相殺する。

#### 【0116】

図 3 6 は、「高 Y」構成での 3 相巻線の代表的な図示された接続を図示する概略図であり、本開示の諸実施形態に合致するものである。図 3 6 を参照すると、位相マル A、レグ 8 3 はコイル群 7 1 - A に接続されており、コイル群は反時計回りの方向（N）に巻回され、マル 1 に入力そしてマル 4 に出力を有する。出力リード線 9 2 は、コイル群 7 4 - A と接続しており、コイル群は時計回りの方向（S）に巻回され、マル 1 に入力そしてマル 4 に出力を有する。これらの 2 つのコイル群の出力リード線 8 6 は、コイル群 7 7 - A に接続しており、コイル群は反時計回りの方向（N）に巻回され、マル 7 に入力そしてマル 10 に出力を有する。出力リード線 9 5 は、コイル群 8 0 - A と接続しており、コイル群は時計回りの方向（S）に巻回され、マル 7 に入力そしてマル 10 に出力を有する。出力リード線 9 0 は、その他の 2 つの位相と「Y」結線 6 2 を構成する。

#### 【0117】

位相マルB、レグ85は、コイル群73-Bと接続しており、コイル群は反時計回りの方向(N)に巻回され、マル2に入力そしてマル5に出力を有する。出力リード線93は、コイル群76-Bに接続しており、コイル群は時計回りの方向(S)に巻回され、マル2に入力そしてマル5に出力を有する。出力リード線88は、コイル群79-Bと接続しており、コイル群は反時計回りの方向(N)に巻回され、マル8に入力そしてマル11に出力を有する。出力リード線96Cは、コイル群82-Bに接続しており、コイル群は時計回りの方向(S)に巻回され、マル8に入力そしてマル11に出力を有する。出力リード線91は、「Y」結線62の一部に接続する。位相マルC、レグ87は、コイル群75-Cと接続しており、コイル群は反時計回りの方向(N)に巻回され、マル3に入力そしてマル6に出力を有する。出力リード線94は、コイル群78-Cに接続しており、コイル群は時計回りの方向(S)に巻回され、マル3に入力そしてマル6に出力を有する。出力リード線89は、コイル群81-Cに接続しており、コイル群は反時計回りの方向(N)に巻回され、マル9に入力そしてマル12に出力を有する。出力リード線97は、コイル群72-Cに接続しており、コイル群は時計回りの方向(S)に巻回され、マル9に入力そしてマル12に出力を有する。出力リード線84は、「Y」結線62に接続する。

【0118】

図37は、全360°の回転をカバーする「高Y」結線を有する発電機の3相レグを流れる電流のオシロスコープ上の代表的なトレースを例示する概略図であり、本開示の諸実施形態に合致するものである。図37は、図36に例示された3相発電機からのオシロスコープのトレースを図示している。位相マルAのレグ(142)は、位相マルBのレグ(143)および位相マルCレグ(144)に流入する。0°で始まって、ロータが360°の回転まで回転すると、関係は図示の通りに変化するが、位相レグは互いに流入するものの接地中性点には流入しない。

【0119】

図38は、単極ロータ2を収容する代表的なステータ148の断面を図示する概略図であり、本開示の諸実施形態に合致するものである。ステータコイル#1~#8(図38には図示せず)は、以下のとおりに巻回されていてもよい: ロータ空洞146aと146bとの間にコイル#1、ロータ空洞146bと146cとの間にコイル#2、ロータ空洞146cと146dとの間にコイル#3、ロータ空洞146dと146aとの間にコイル#4、ロータ空洞146eと146fとの間にコイル#5、ロータ空洞146fと146gとの間にコイル#6、ロータ空洞146gと146hとの間にコイル#7、ロータ空洞146hと146eとの間にコイル#8。ロータがステータコイルループの外側にあり、ロータ磁極どうしの間に磁気相互作用は存在せず、そしてそれゆえ、ステータ磁極は、逆トルクまたは電磁気抗力を大いに低減するまたは除去する可能性がある。上に記載されたとおり、ソリッドステートロータ2は磁極を回転させるが、物理的ロータ本体を静止状態に維持する。ステータ磁極およびソリッドステートロータからのロータ磁極の幾何学的分離を使用することにより、逆トルクが減少することがある。それゆえ、発電機に給電するのに必要なエネルギーは、ロータを励磁させるのに必要なDC電力だけであることもある。ステータ148が、ポート孔147の中に滑合された端板に取り付けられた支持ポストにより支持される。ステータ148の中心部分は、保持ボルト151により定位置に保持される。ステータは、通気孔149を通じて冷却される。

【0120】

図39は、単極ロータを収容する代表的なステータの断面を、ステータコイルの3分の1が定位置にある状態で例示する概略図であり、本開示の諸実施形態に合致するものである。図39は、図38と同様であるが、違いは、図39が平坦な導体を受容する単一スロットではなく複数のワイヤスロットを露わにしていることである。図39はまた、巻線152と、スロットの3分の1を、全ての空洞内にソリッドステートロータ2がある状態で例示する。

【0121】

図40は、単極ロータを収容する代表的なステータの断面を、ステータコイルのすべてが

10

20

30

40

50

示された状態で図示する概略図であり、本開示の諸実施形態に合致するものである。図40は、図39と同様であるが、違いは、全てのワイヤスロットが巻線を含むことである。ここでもまた、ロータがステータコイルループの外側に配置され、そしてソリッドステータロータ2を使用する。

#### 【0122】

図41は、ロータを収容する代表的なステータの断面を、ステータコイルの図示無しに図示する概略図であり、本開示の諸実施形態に合致するものである。図41に、筐体154内にクラスター化され、図38~40と同一のやりかたで巻回された4つのステータ155を例示する。ソリッドステータロータ70は、ステータロータ空洞の内部にある。

#### 【0123】

各ステータ155内に1つのロータ70だけが示されているが、複数ロータ70を図38~40におけるように使用してもよいことが想起される。ステータ155は、支持手段153により支持されている。

#### 【0124】

図42は、単極ロータを収容する代表的なステータの断面を例示するとともに、ステータ内の3本のコイルのうち1本の引き回しを図示する概略図であり、本開示の諸実施形態に合致するものである。図42は、筐体154内にクラスター化された4つのステータ155を示しており、そして各ステータが巻線コンジット156と接続されている。コンジットは、ステータ筐体の各端部上に設置されて、巻線159、159a、159b、および159cを設置することができるようになっている。

#### 【0125】

図43は、ロータを用いて改造することができる従来型の発電機を図示する概略図であり、本開示の諸実施形態に合致するものである。発電機は、基部166上に着座する励磁機発電機165とともに示されている。従来、ロータ163は、シャフト164により駆動されている。励磁機発電機165、シャフト164、およびロータ163は、本開示と合致するソリッドステータロータと、本明細書に開示のそのロータ励磁システムとともに置き換えることができる。

#### 【0126】

図44は、ロータを用いて改造することができる別の従来型の発電機を例示する概略図であり、本開示の諸実施形態に合致するものである。発電機167が、励磁機168とともに示されている。ロータおよび励磁機は、除去されても、そして本開示と合致するソリッドステータロータおよび励磁機システムを用いて改造されてもよい。

#### 【0127】

図45は、斜行ロータスロット、スリップリング、ベアリングレスト、および巻線を露わにした代表的なロータユニットの側面図を例示する概略図であり、本開示の諸実施形態に合致するものである。この図は、単極ロータと、正および負のリード線の励磁および1つの渦電流接地を4つの別々の電磁石に提供することが可能なリングを有するスリップリング組み立て体(リング9~17)とを例示している。ロータ本体2は、例えば0.34mのアニールされた電気鋼のレーザーカット円盤により形成されてもよい。円盤は、治具上に積層され、これは、いずれかの側のワイヤスロットがロータのスリップリング端部から非スリップリング端部まで傾行するようにしてなされる。この積層体は、モータ絶縁ワニスに浸漬して、硬化するまで、例えば300°Fでベークしてもよい。ロータ本体2は、磁気コイル3を収容することが図示されており、コイルは内部に構成され、そして適切なリード線を通じてスリップリングにより電氣的に励磁される。また例示されているのは、シャフト8用のベアリングレスト1および7、ならびに渦電流放電リード線6である。

#### 【0128】

図45に例示されたロータユニットは、2本のリード線(+)および(-)を通じて360°のロータ表面に対してパルス化されたN極(第1の極性)である。N極励磁は、360°のロータ表面に対してS極(第2の極性)と、例えば、毎秒50回または60回交番する。

10

20

30

40

50

## 【0129】

交番する極性励磁は、MOSFET励磁ゲーティングシステムの利用により同一の2本のリード線を通じて達成してもよい。

## 【0130】

第2の極性（S極）についての励磁は以下のとおりである：磁石（A）、例えば、図48に例示されたもの）、は、巻線スロット19および20（例えば図48～51）を有し、これらは適切なマグネットワイヤで巻回され接続されており、接続は、外側のコイル（a）が、コイルに垂直なロータの外面から見た場合に、時計回りとなるように第2の極性（S極）に起動されるようにしてなされる。磁石（A）の内側のコイル（b）は巻回され接続されていてもよく、接続は、磁石（A）を構成するロータ部分のコイルに垂直な外面から見た場合に、内側のコイルが、時計回りとなるように、外側のコイル（a）と同一の第2の極性（S極）に起動されるようにしてなされる。磁石（B）（例えば、図48のもの）は、巻線スロット19aおよび20a（例えば、図48～51）を有し、これらのスロットは、時計回りとなるように適切なワイヤで巻回され接続されており、接続は、コイルに垂直なロータの外面から見た場合に、外側のコイル（c）が、第2の極性（S極）に起動されるようにしてなされる。図48の磁石（B）の内側のコイル（d）は、時計回りとなるように巻回され接続されていてもよく、接続は、磁石（B）を構成するロータ部分のコイルに垂直なロータの外面から見た場合に、内側のコイル（d）が、外側のコイル（a）、内側のコイル（b）、および外側のコイル（c）と同一の第2の極性（S極）に起動されるようにしてなされる。

## 【0131】

図46は、双極および単極ロータとして動作させた場合の代表的な従来型の双極ロータを示し、この場合、ロータ積層体およびロータ巻線の構造は、機能的単極電磁気ロータとして動作するよう変更される。図46の左側に例示された従来型の双極ロータが結線され励磁されて、励磁が、ロータの両方極が、N極またはS極のいずれか、すなわち、N-NまたはS-Sとなるようにしてなされている場合、内部の極は、外部磁束の大部分を相殺するように相互作用する。図46に、発せられる可能性のある代表的な外部磁束場に及ぼす、代表的な磁極どうしの間で180°分かれた励磁極性の効果を示す。図46の実施例では、外部磁束は、図面の左側のNおよびS極での双極性発生磁束に対して4000 Gaussから、図面の左側のN極での単極性発生磁束に対して100 Gaussまで、すなわち外部磁束密度の40倍劣化まで降下することがある。単極動作に由来する外部磁束は、例えば双極子としての動作のわずか2%であってもよい。この問題を補正することを目的として、本開示の単極子は実際、2つの完全な双極性電磁石であり、組み合わせられミュー金属鋼磁束帰還プレートにより分けられており、そして、すぐ下で考察される単一ロータ内に収容される。

## 【0132】

図47は、代表的なロータ積層体、および単極斜行スロットロータの代表的なスロットウェッジの断面図を例示する概略図であり、本開示の諸実施形態に合致するものである。図47は、図45に示されたロータの断面積層体を図示している。ロータ本体2は、例えば0.34 mmの電気鋼から切断してもよい。巻線スロット19および20は、適切なマグネットワイヤで巻回され接続されており、接続は、外側のコイルが第1の極性に起動され、そして内側のコイルが第2の極性に起動されるようにしてなされ、全N極面が360°のロータ表面に対して発生して、全360°のS極ロータ表面と交番するようになっている。キー溝21、21a、21b、21cは、ミュー金属遮蔽スロット22のように、中心積層体から非スリップリング端部に向かってらせんを描いており、その目的は、ワイヤスロット22aおよび22bのらせん状斜行部を収容し形成することである。動作スピードでロータを安定化させるのに役立つ目的としてスロット18の中にスロット・ウェッジロック（slot wedge lock）23。キー溝21、21a、21b、および21cはまた、そろっていて、動作スピードでロータを安定化させる。圧縮ロッド孔2a、2b、2c、2d、2e、および2fは圧縮ロッドを収容しており、これらはまた動

作の最中にロータをさらに安定化させるためにリテンションリング ( r e t e n t i o n r i n g ) を保持する。

【0133】

本開示の電磁単極ロータを動作させること、または別の第1の極性の電磁石から180°分かれた第1の極性の電磁石を動作させること、および／または別の第2の極性の電磁石から180°分かれた第2の極性の電磁石を動作させることを目的として、巻線および励磁の構造面での変更が従来の電磁気ロータのものとは異なってもよい。

【0134】

図48は、機械的またはソリッドステートのいずれかのN極単極ロータである代表的な機能的単極ロータを構築するための内部極性を例示する概略図であり、本開示の諸実施形態に合致するものである。図48は、励磁された外側のコイル ( a ) および内側のコイル ( b ) を有する双極磁石 ( A ) 側を例示する。外側のコイル ( a ) が励磁されて、N極が観測者の方に外側に面していてもよく、そして内側のコイル ( b ) が励磁されて、N極が同様に観測者に対面していてもよく、 ( a ) が外側ロータスロットに巻回され、そして ( b ) が内側ロータスロットに巻回されている。同時に、単極磁石 ( B ) 側が外側のコイル ( c ) および内側のコイル ( d ) を用いて励磁されてもよい。外側のコイル ( c ) が、観測者に対面するN極により励磁されてもよく、そして ( d ) が、観測者に対面する励磁されたN極であってもよい。ミュー金属鋼積層体磁束帰還プレートおよび／またはリングにより磁石 ( A ) 側を磁石 ( B ) 側から分離することにより、全N極磁束、または全360°のロータ表面に対して例えば6000 Gaussが可能になり、そして例えばMOSFETゲ

10

20

【0135】

図48における磁石 ( A ) の巻線スロット19および20は、図50～51) に例示のとおり、適切なマグネットワイヤで巻回され接続されていてもよく、接続は、外側のコイル ( a ) が、ロータの外面から見て第1の極性で反時計回りとなるようにしてコイルに垂直となるように起動されるようにしてなされる。磁石 ( A ) の内側のコイル ( b ) は巻回され接続されていてもよく、接続は、内側コイルが、磁石 ( A ) を構成するコイルに垂直なロータの外面から見た場合に、外側のコイル ( a ) と同一の第1の極性で反時計回りとなるようにしてなされる。図50～51に例示された磁石 ( B ) の巻線スロット19 a および20 a は、反時計回りとなるようにして適切なマグネットワイヤで巻回され接続されていてもよく、接続は、外側のコイル ( c ) が、コイルに垂直なロータの外面から見た場合に第1の極性に起動されるようにしてなされる。磁石 ( B ) の内側のコイル ( d ) ( 例えば、図48におけるもの ) は、反時計回りとなるようにして巻回され ( 例えば、図50～51に示されたもの ) 接続されていてもよく、接続は、磁石 ( B ) を構成するロータ部分のコイルに垂直なロータの外面から見た場合に、内側のコイル ( d ) が、外側のコイル ( a ) 、内側のコイル ( b ) 、および外側のコイル ( c ) と同一の第1の極性に起動されるようにしてなされる。

30

【0136】

図52は、代表的な従来の3相ステータを、内側に滑合させるために中に浮かせたソリッドステータロータ181とともに例示する概略図であり、本開示の諸実施形態に合致するものである。支持ロータ端部部品171は、シャフト184に取り付けてある。突出極から順次発展する磁場が例示されている。磁束場187、189、および201が時計回りに移動しているのが示されている。極励磁リード線183もまた例示されている。

40

【0137】

図53は、PLC回路および極切り替え回路を示す代表的な回路図の図示であり、本開示の諸実施形態に合致するものである。図54は、ロータ励磁システムの回路を露わにした代表的な回路図、およびPLCと極切り替え回路との相互作用の図示であり、本開示の諸実施形態に合致するものである。これらの2つの図をともに説明する。

【0138】

50

本開示のプログラマブル電子ロジックゲーティングシステムにより、システムの交番する突出磁極の順序づけが可能になる。このシステムが、図53および54の概略図により提示される。周波数発生器、例えばセンサホイール240またはソリッドステート周波数発生器から信号を受領するとすぐに、図53内の回路は、DCロータ励磁パルスを発生させる。図54における回路は、ロータのN-S突出極を開閉するための、図53における回路内に発生させたパルスを受信する。4極の、60Hz発電機の場合では、サイクルは、16.667ミリ秒、すなわち180°の1回転が、半サイクルの8.333ミリ秒のNと8.333ミリ秒のSとである。回転するセンサホイールの場合では、90°が8.333ミリ秒に等しく、180°が16.667ミリ秒に等しく、そして67.5°が6.250ミリ秒に等しい。

10

#### 【0139】

代表的なMOSFET PLCシステムにより、本開示の実施形態の、交番する突出磁極の順序づけが可能になる。各極についての順序づけが本明細書に記載される。完全なN/Sサイクルを通じた各突出極についての励磁サイクルは、PLCの2つのチャンネルにより制御される。図53におけるセンサホイール240は、3相4極の60Hz発電機の場合では、1800rpmで回転する。センサホイールは、毎分1800信号、またはその他の適切なスピードに設定された周波数発生器に置き換えてもよい。センサホイール開口は、センサ241を通過し、そしてシステムがHMI（ヒューマン・マシン・インターフェース）のオン/オフスイッチ236によりオンにされると、信号が発生する。DCパルス化された信号は、コンジット242を通じてPLC239の第1および第2のチャンネルに送出される。PLCのCH1は、コンジット244および243を通じて励磁基板への信号を制御する。PLCのCH2は、コンジット231および245を通じて極切替え基板への信号を制御する。

20

#### 【0140】

励磁は励磁基板へ伝送され、そしてコンタクトブロック277を通じて回路に入る（図54）。信号は、MOSFETゲート272および269制御する。MOSFETゲート272および269はそれらの上で、例えば12+ボルトのDC電源電流を有し、常にゲートを閉に維持する。これらのゲートについてデフォルト位置は開である。PLCのCH1およびCH2は、例えば1800rpmの信号スピードの回転でそれぞれ135°および180°に向けてMOSFETのDC電流をオフにし、そしてCH1の場合には135°の回転、そしてCH2における180°の回転に向けてはゲートを開にすることが可能になり、これにより電流を、CH1の場合ではコンタクトブロック278にコンジット279および273を通じて引き回すことが可能になる。コンタクトブロック278は、ここでは、コンタクトC#1、C#2、A#1、およびA#2と称する4つのコンタクト点を有する。ジャンパ接続は、C#1ブロック278を極切り替え基板上のコンタクト213に接続する。ジャンパ接続は、コンタクトA#1ブロック278を極切り替え基板上のコンタクト214に接続する。ジャンパ接続は、A#2ブロック278を極切り替え基板上のコンタクト215に接続する。ジャンパ接続は、C#2ブロック278を極切り替え基板上のコンタクト216に接続する。これらの回路は、極切り替え基板の2つの側にDC電流（例えば、20ボルトおよび6アンペア）の同期した交番パルスを提供する。PLCチャンネル#2は、極切り替え基板上のMOSFETゲート209および225に信号を送出し、180°に対して、コンジット245を通じて第1の側、および231を通じて第2の側を開にする。

30

40

#### 【0141】

励磁回路を動作させるDC電力が、例えば、2つの24ボルト5.25アンペアDC鉛酸電池（しかし鉛酸蓄電池には限定されない）により提供される。電池248（電池A）が、コンタクトブロック250に、A側アノードへの導体259を通じて、そしてA側カソードへの260を通じて接続されている。電池249（電池B）が、コンタクトブロック250に、B側アノードへの導体257を通じて、そしてB側カソードへの258を通じて接続されている。ロータへのパルス化電流は、20ボルトおよび6.25アンペアDCか

50



ら成る。電流は、コンジット255および263内の3.2オームの抵抗器(261、262)により制御される。第1の極性電流(N極)が以下のとおり発生する:センサホイール240が、PLCチャンネル1(CH1)へ信号を送出すると、MOSFETゲート209、225、272、および269が、12ボルト電流により閉じられる(デフォルト位置は開)、チャンネル1が今度は、135°の回転に向けて励磁基板上のMOSFET269に、12ボルト電流を切断する信号を送出する。チャンネル2(CH2)は同時にこの信号を受信し、180°の回転に向けてMOSFET225を開にする。これらの2つのゲートが開である場合、20ボルトで6.2アンペアのDC電流が、電池Aから抵抗器262(3.2オーム)を通じてカソードA(IN)に流れる。電力が、カソードAおよびアノードAに対しオンである場合、MOSFET270が開になって、電流が、MOSFET270、コンジット268、MOSFET269、コンジット279を通じてコンタクトブロック278上のカソード#1の電極部に流れることが可能になる。ジャンパは、コンタクトブロック278(図54)上のカソード電極部#1からコンタクトブロックの電極部213(図53)に電流を搬送する。電流その後、コンジット204を通じて「カソード#1(in)」に流れ、「アノード#1(in)」は、極切り替え基板上のコンジット206を通じて接続されている。(図53)。電流は、開状態のMOSFET207を通りコンジット207a上を通過してロータコンタクトブロック219に、リード線221を通過してN極巻回コイルに流れ、そしてリード線220を通過して出て、コンジット224を通り、その後、開状態のMOSFET225を通り、コンジット226を通過して、接地に流れる。

10

20

#### 【0142】

135°の回転に向けたこの回路は、ロータ極(N極)に第1の極性の電流を送達する。第1の180°の終わりには、MOSFET269およびMOSFET225は閉になる。PLCチャンネル1(CH1)およびチャンネル2(CH2)の第2の回路は、第1の180°回転の終わりに動作可能である。チャンネル1が、135°の回転に向けて励磁基板上の272への12ボルト電流をオフする。PLCのチャンネル2が180°の回転に向けてMOSFET209を開にする。DC電流(20ボルト、6.2アンペア)が、電池Bから「カソードB(in)」に抵抗器261(3.2オーム)を通じて流れる。電力が、カソードBおよびアノードBに対しオンである場合には、MOSFET256が開になって、電流が、MOSFET256、コンジット271を通じてMOSFET272に、コンジット273を通じてコンタクトブロック278上のカソードC#2電極部に流れることが可能になる。ジャンパが、電流をコンタクトブロック278上のカソード電極部C#2(図54)からコンタクトブロック電極部216(図53)に搬送する。電流はその後、コンジット276を通じて「(カソードC#2in)」に流れ、アノード#2inは、極切り替え基板上の227を通じて接続されている図53。電流が、開状態のMOSFET223を通りコンジット223a上を通過してロータコンタクトブロック219に、リード線220を通過してS極巻回コイルに流れ、リード線221を通過して出て、コンジット207aおよび208を通り、その後、開状態のMOSFET209を通り、コンジット210通って、接地に流れる。135°の回転の後、第2の180°回転のMOSFET272が閉になり、そして180°の回転の後、MOSFET209が閉になり、そしてこのサイクルが最初から始まる。

30

40

#### 【0143】

この同一順序の事象が、16.66ミリ秒の完全なサイクルにわたり2回分反復される。したがって、各群における突出極#1が、まさに上に記載されたとおりに励磁される。突出極#1が第1の極性に励磁され、そして2.084ミリ秒後、突出極#2が第1の極性に励磁され、2.084ミリ秒後、突出極#3が第1の極性に励磁され、そして2.084ミリ秒後、突出極#4が第1の極性に励磁され、そして2.084ミリ秒後、突出極#1が再び励磁されるが、しかしながらこの交番励磁は、第2の極性である。2.084ミリ秒後、突出極#2が第2の極性に励磁され、2.084ミリ秒後、突出極#3が第2の極性に励磁され、そして2.084ミリ秒後、突出極#4が第2の極性に励磁され、そし

50

て2.084ミリ秒後、突出極#1が再び第1の極性に励磁される。ちょうど考察されている部分の隣の極の群が、反対の極性で実行される励磁順序を有することになる。

【0144】

図55は、ロータ励磁回路からのロータ回路280、281、282、283からの入力接続とともに、電気負荷への電力ケーブル288、および電池整流器インターフェースへの回生回路を露わにしたソリッドステート3相発電機285の図示であり、本開示の諸実施形態に合致するものである。入力回路は、コンジット286を通じてこのユニットに入ってもよい。ソリッドステートロータ173は視認でき、そして安全性ケージ172により保護されており、このケージは、端板171に、そしてステータの本体に前後逆にして取り付けてもよい。ケーブル288が、接合ボックス175内に構成されてもよい。ケーブル288は、3相電力を電気負荷に搬送してもよい。電池への回生電力は、コンジット287を通じて接合ボックス175から取り出してもよい。480ボルトおよび25アンペア電力を3相変圧器284に通して、電圧を、例えば24ボルトおよび500アンペアに降下させてもよい。3相電力は、単方向ダイオード291を跨ぐコンジット289を通して、そしてDC電力に転換する3相ブリッジ整流器を通して、電池A248および電池B249を充電してもよい。電力ストレージ装置および電池以外の機構、例えば、電力網またはその他のタイプのエネルギーストレージを使用してもよい。ロータを再励磁させるのに、蓄積された電力の少なくとも一部を使用してもよい。

【図1】

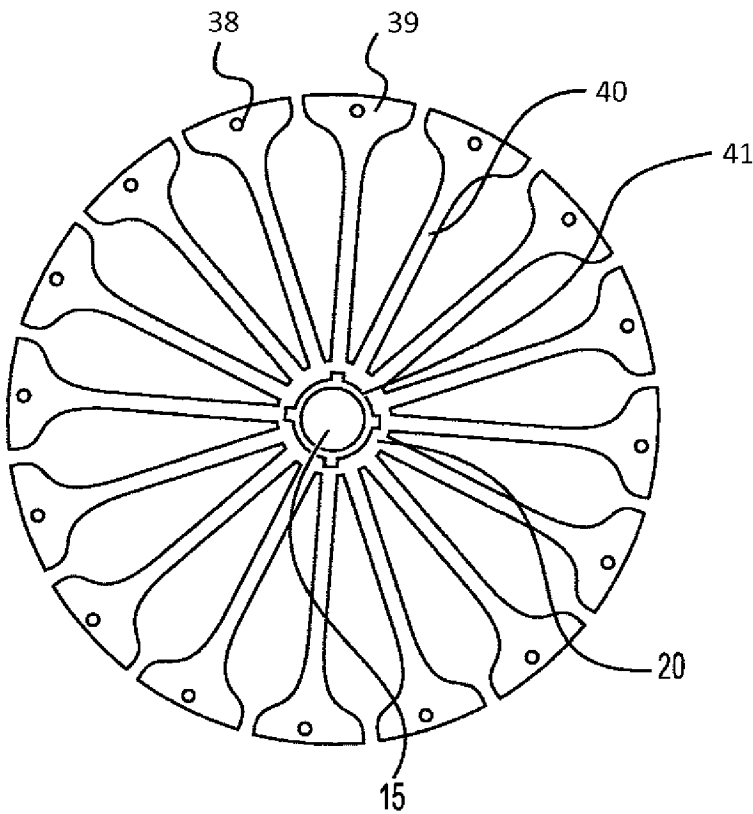


図1

【図 2】

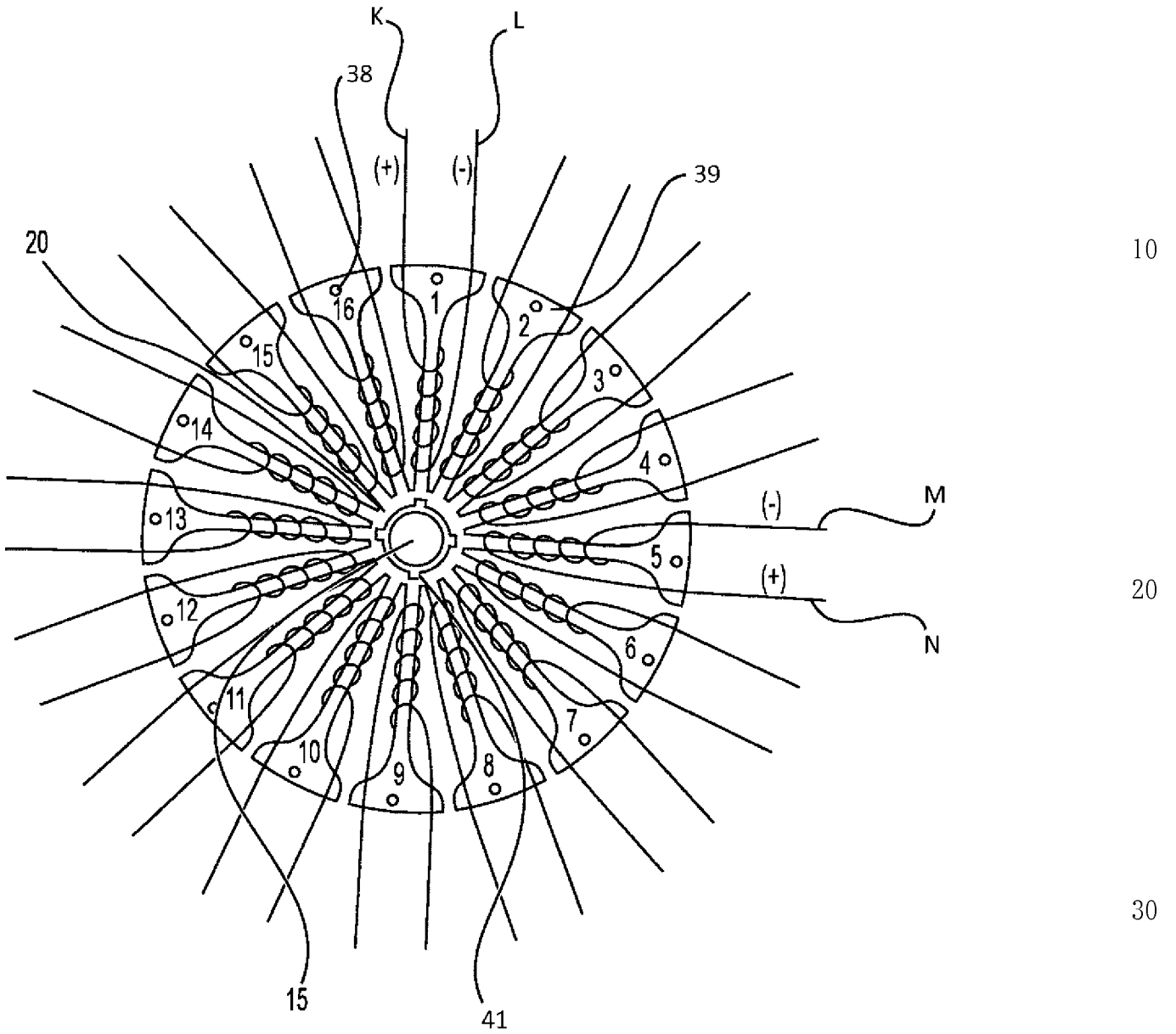


図 2

10

20

30

40

50

【図 3】

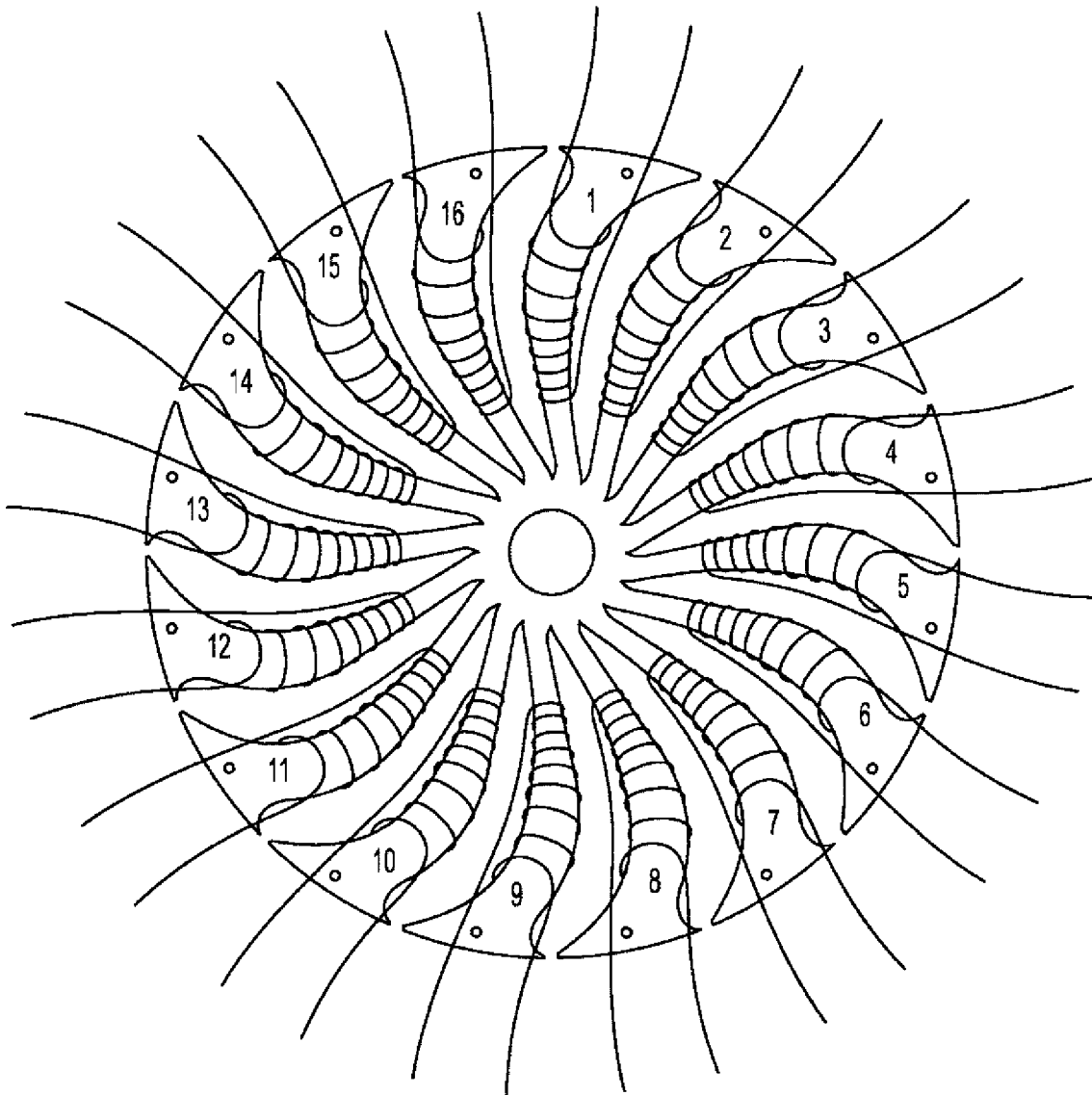


図 3

10

20

30

40

50

【図4】

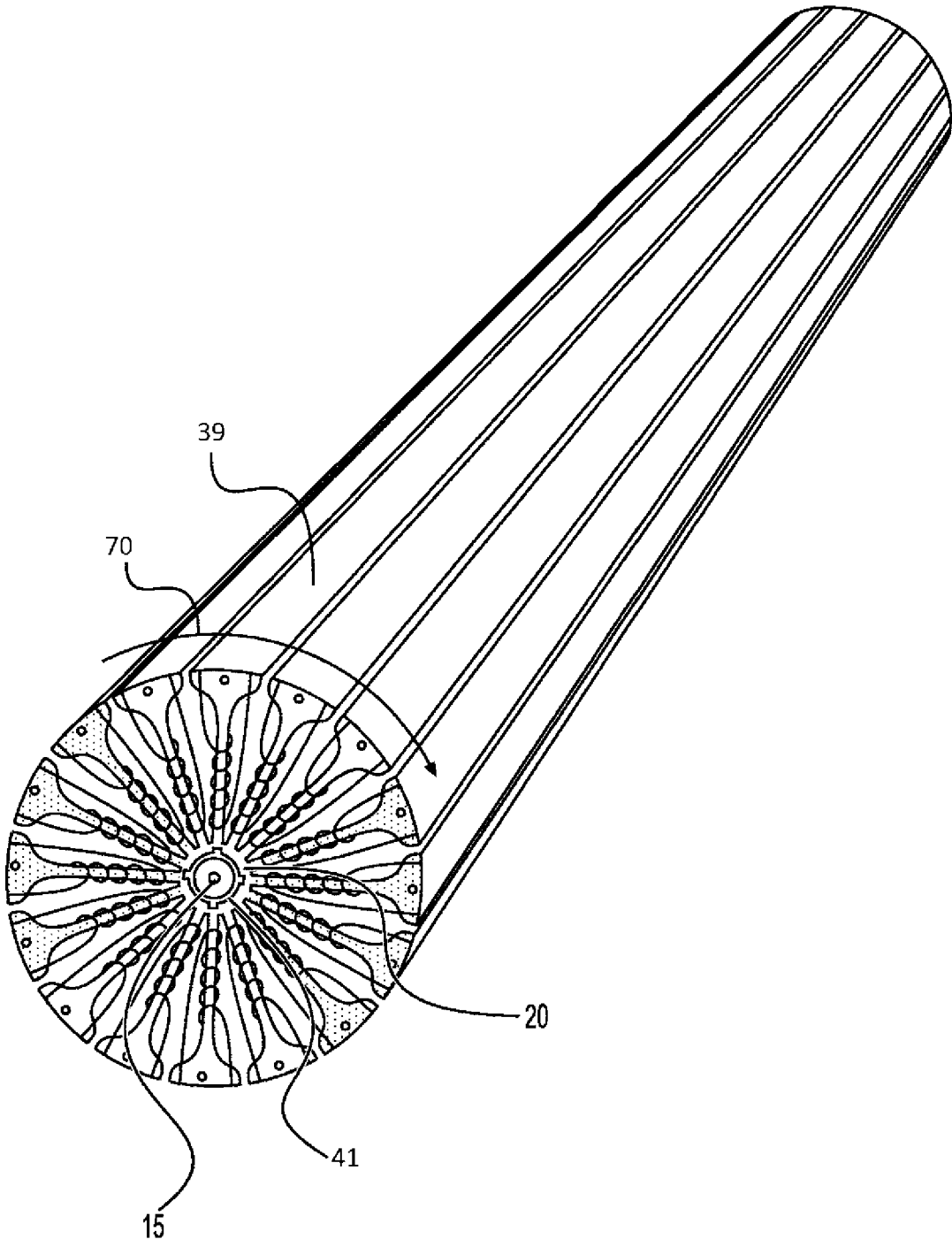


図4

10

20

30

40

50

【図5】

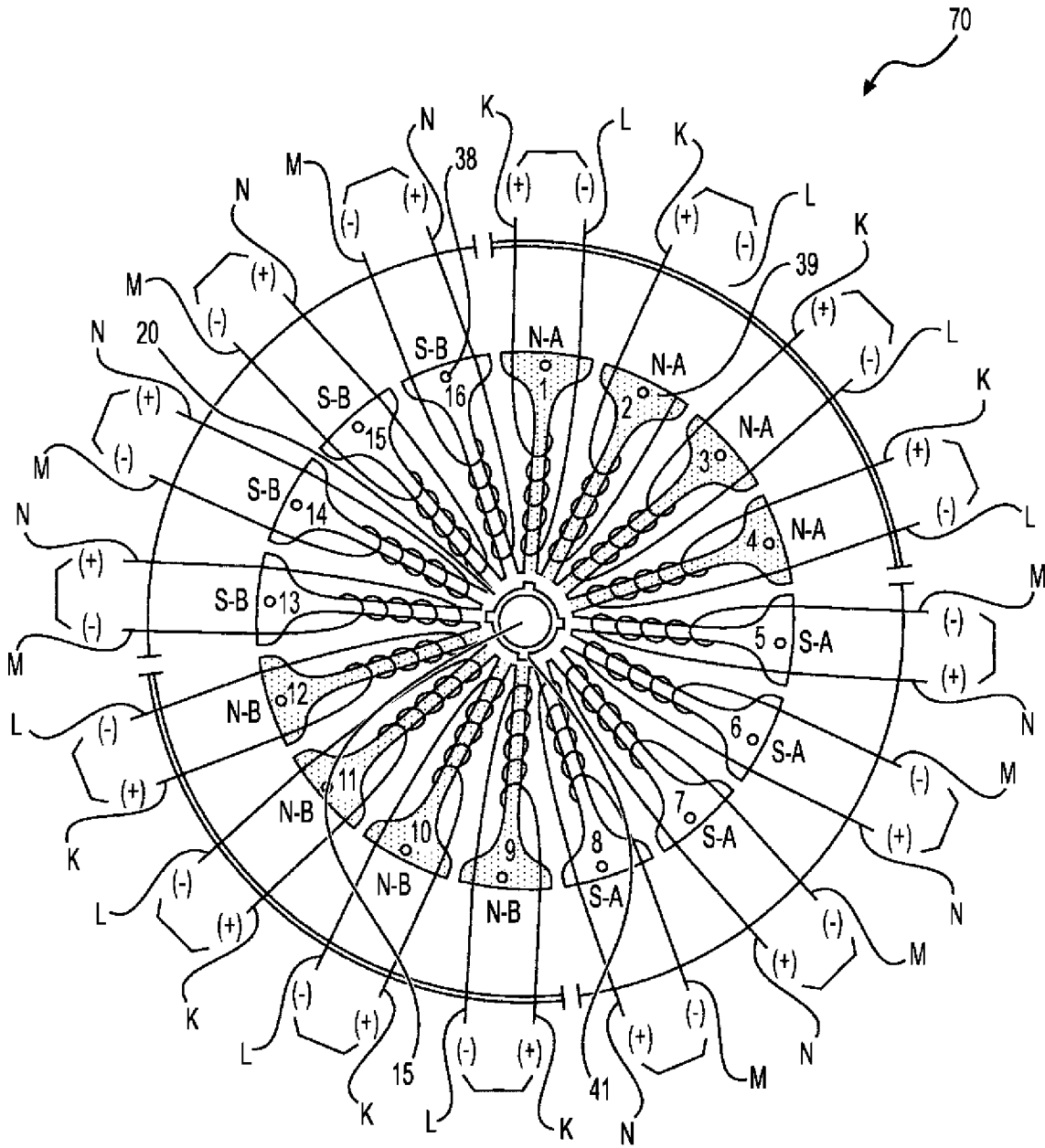


図5

10

20

30

40

50

【図 6】

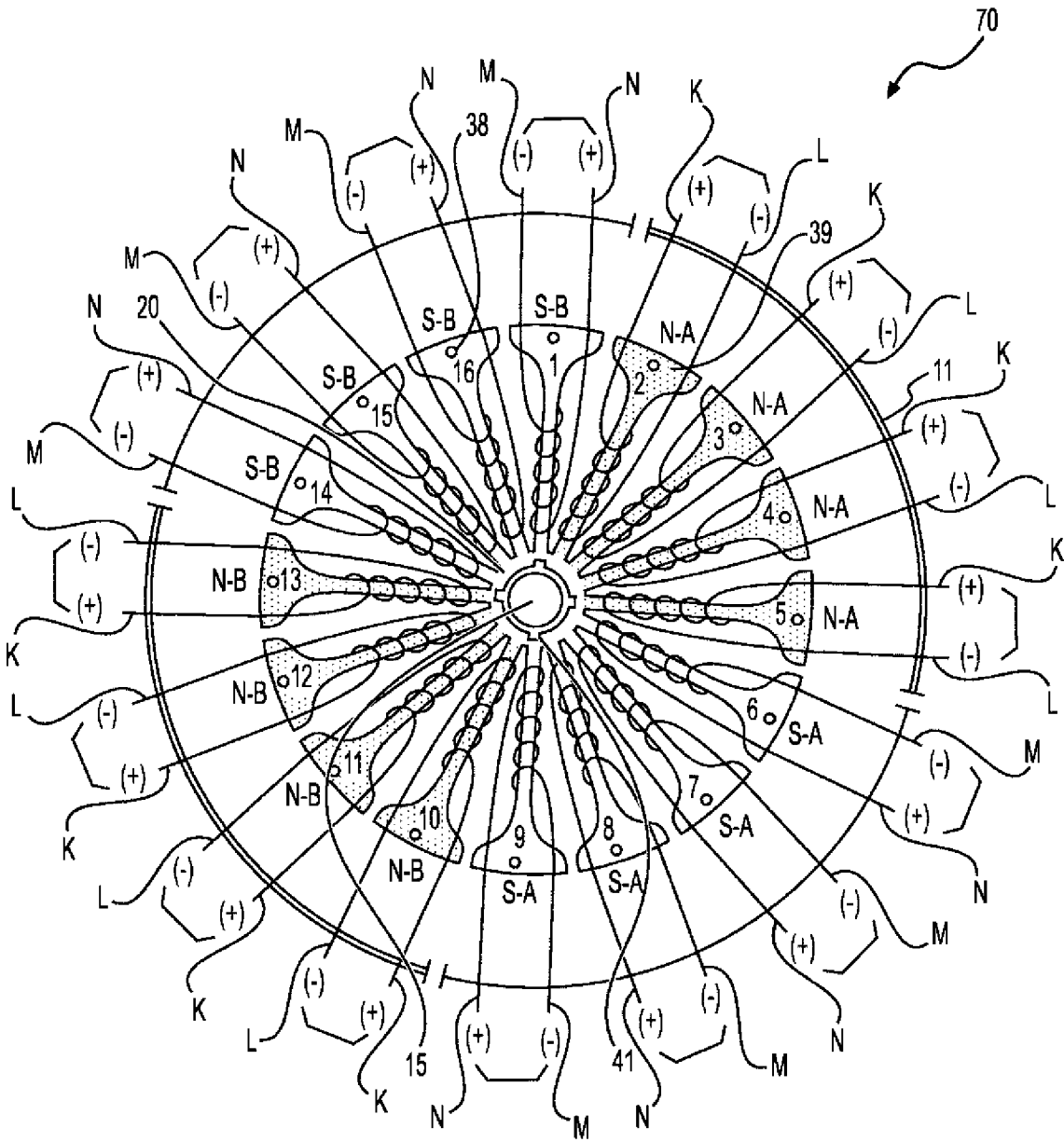


図 6

10

20

30

40

50

【図 7】

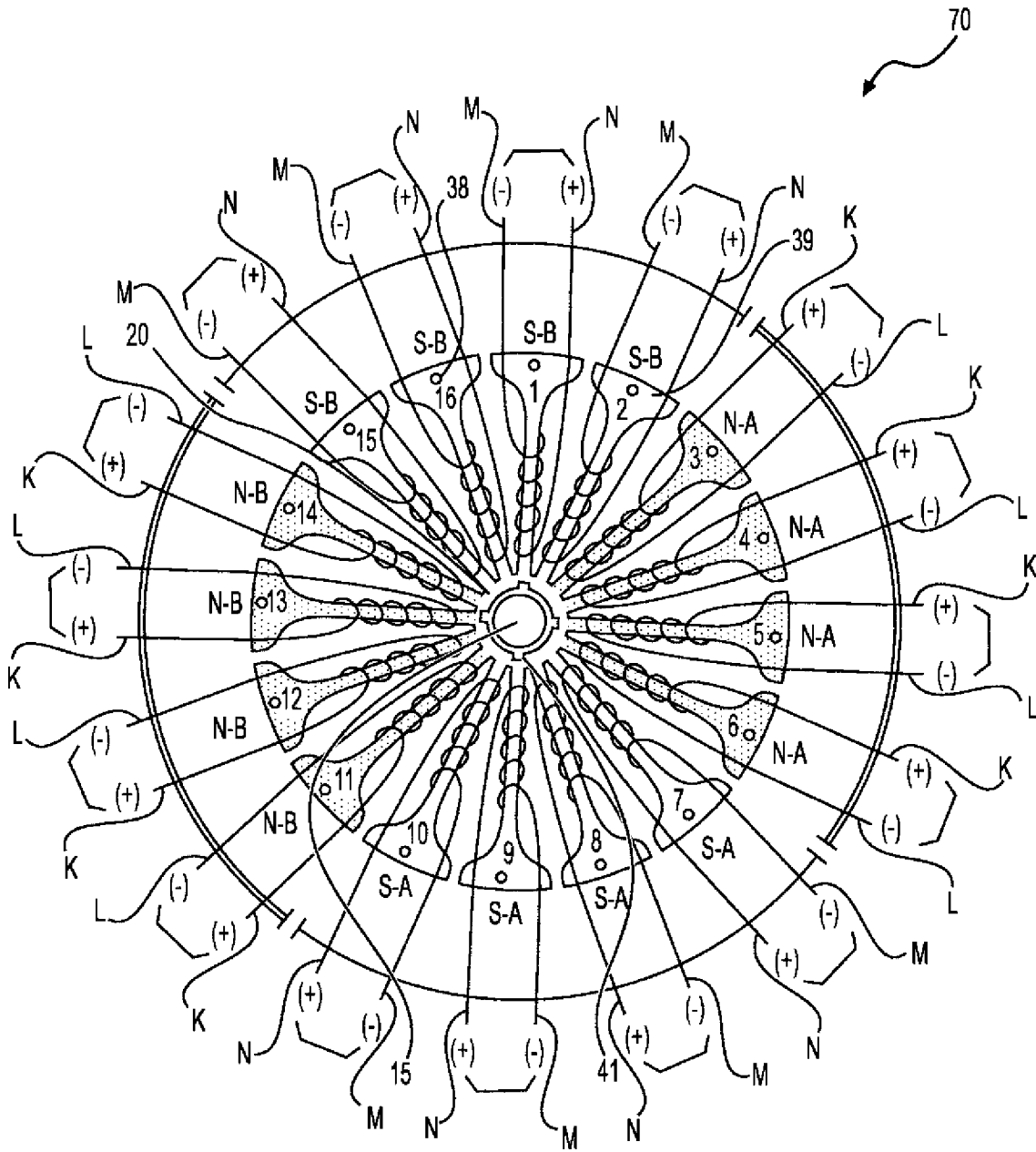


図 7

10

20

30

40

50



【図 8】

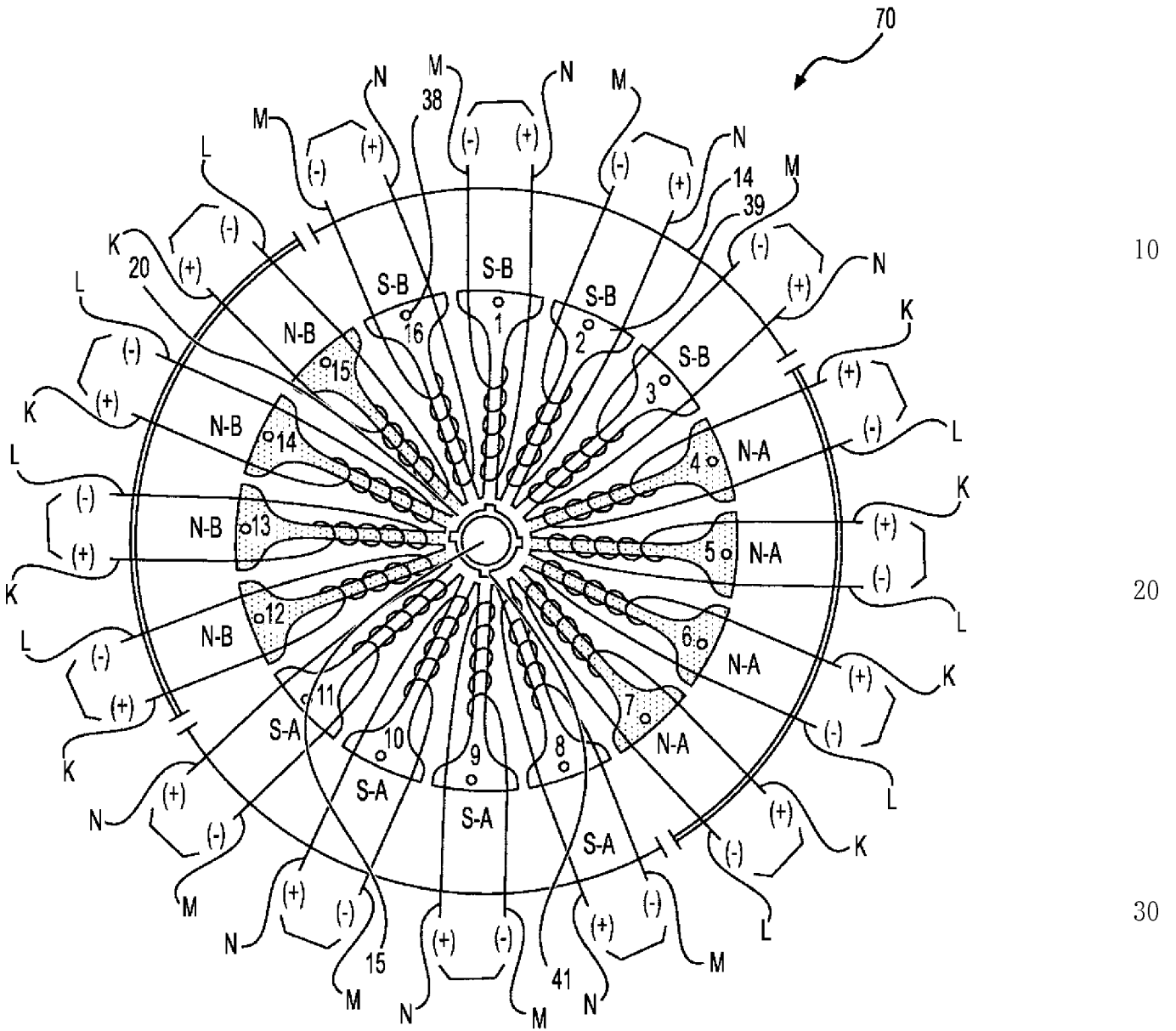


図 8

【図 9】

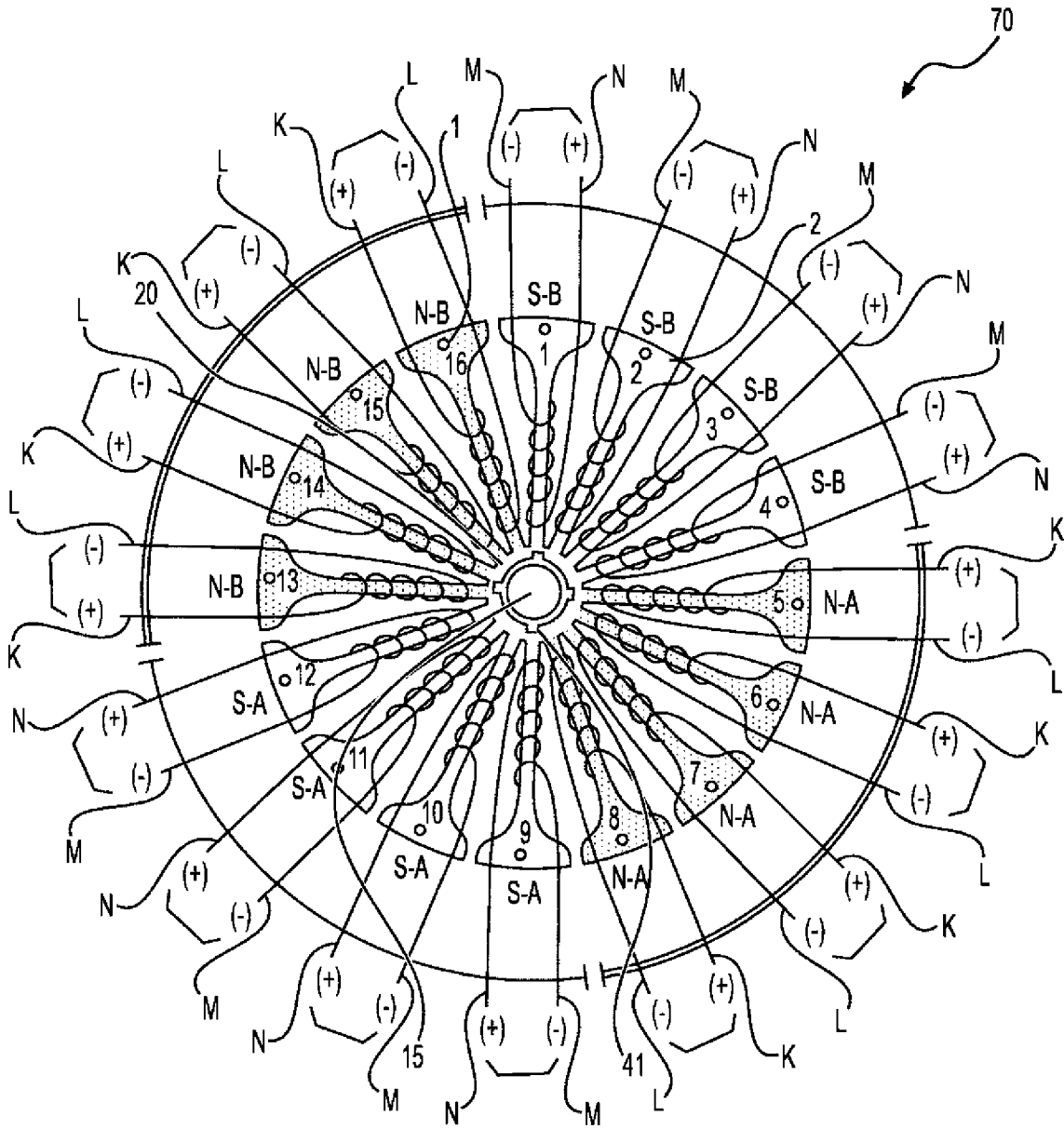


図 9

10

20

30

40

50

【図10】

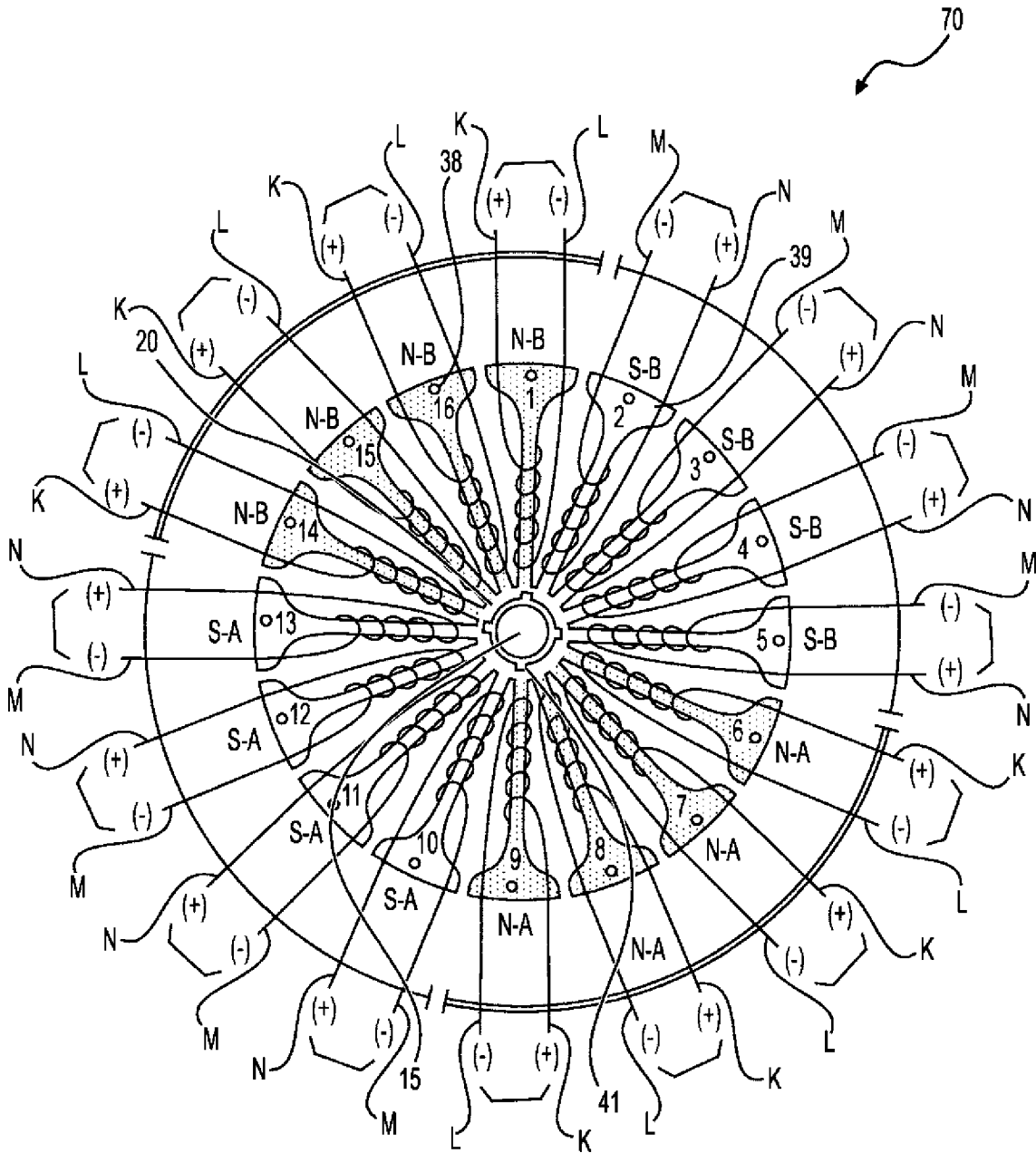


図 10

10

20

30

40

50

【図 1 1】

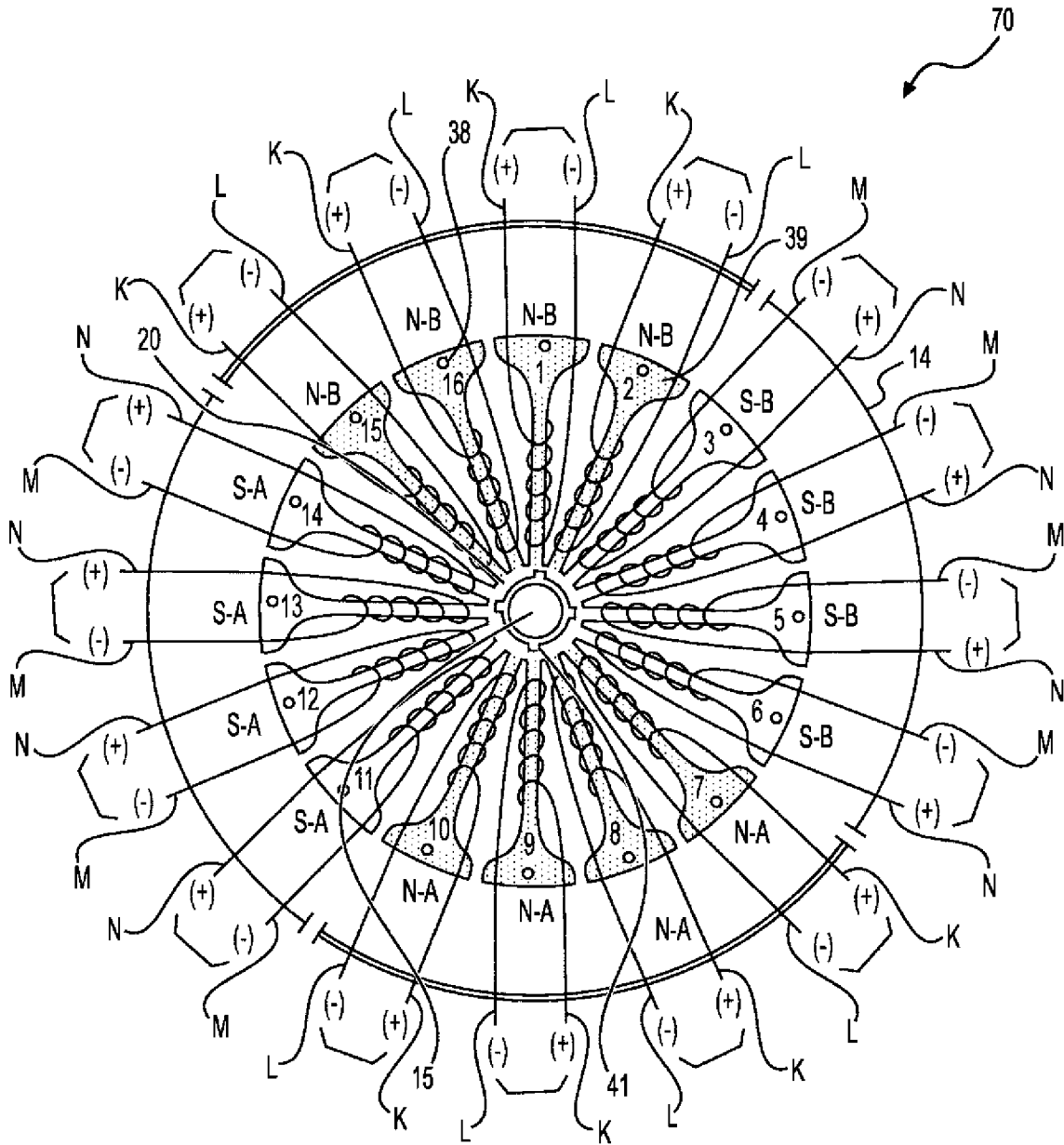


図 1 1

10

20

30

40

50

【図12】

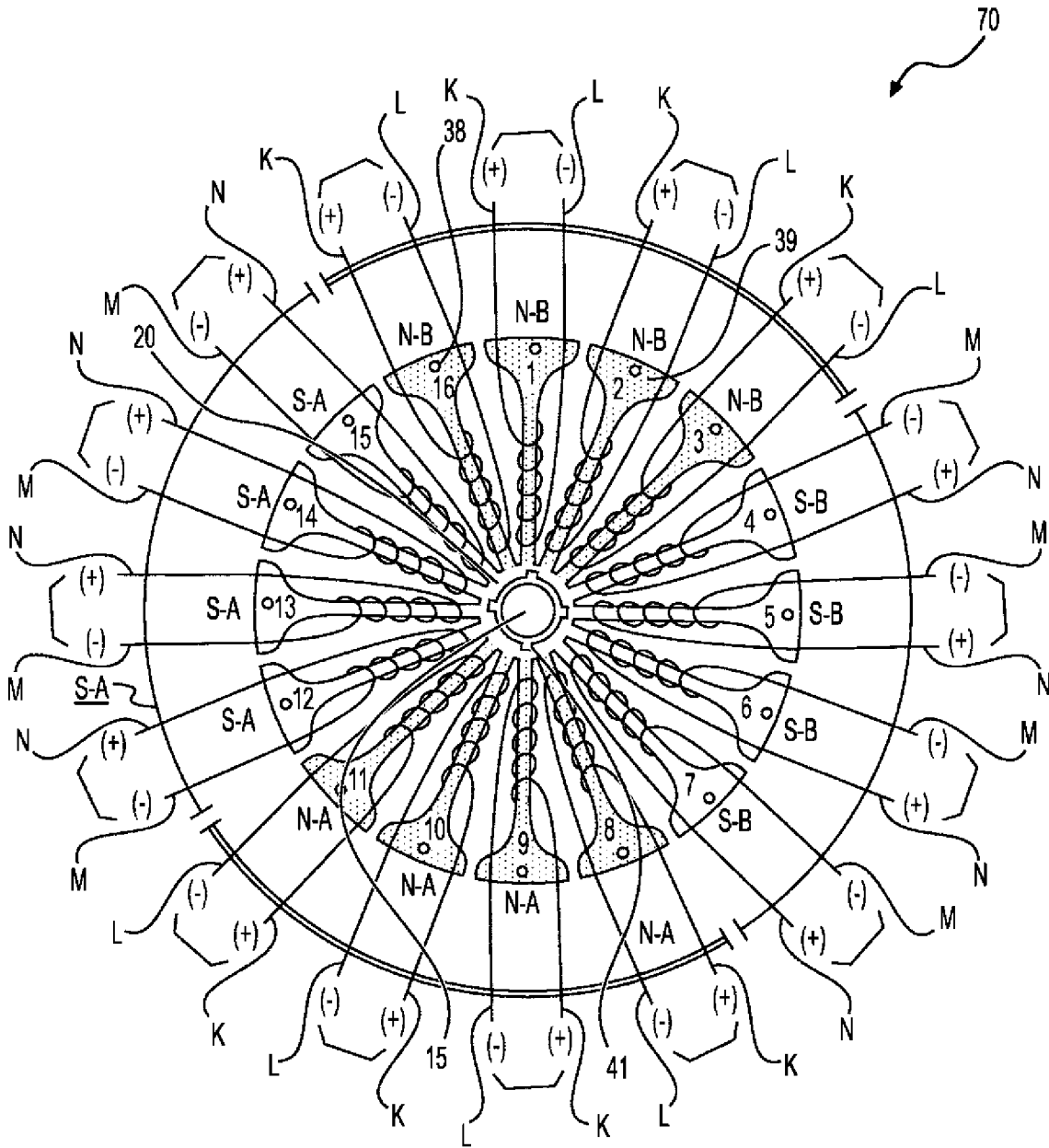


図12

10

20

30

40

50

【図13】

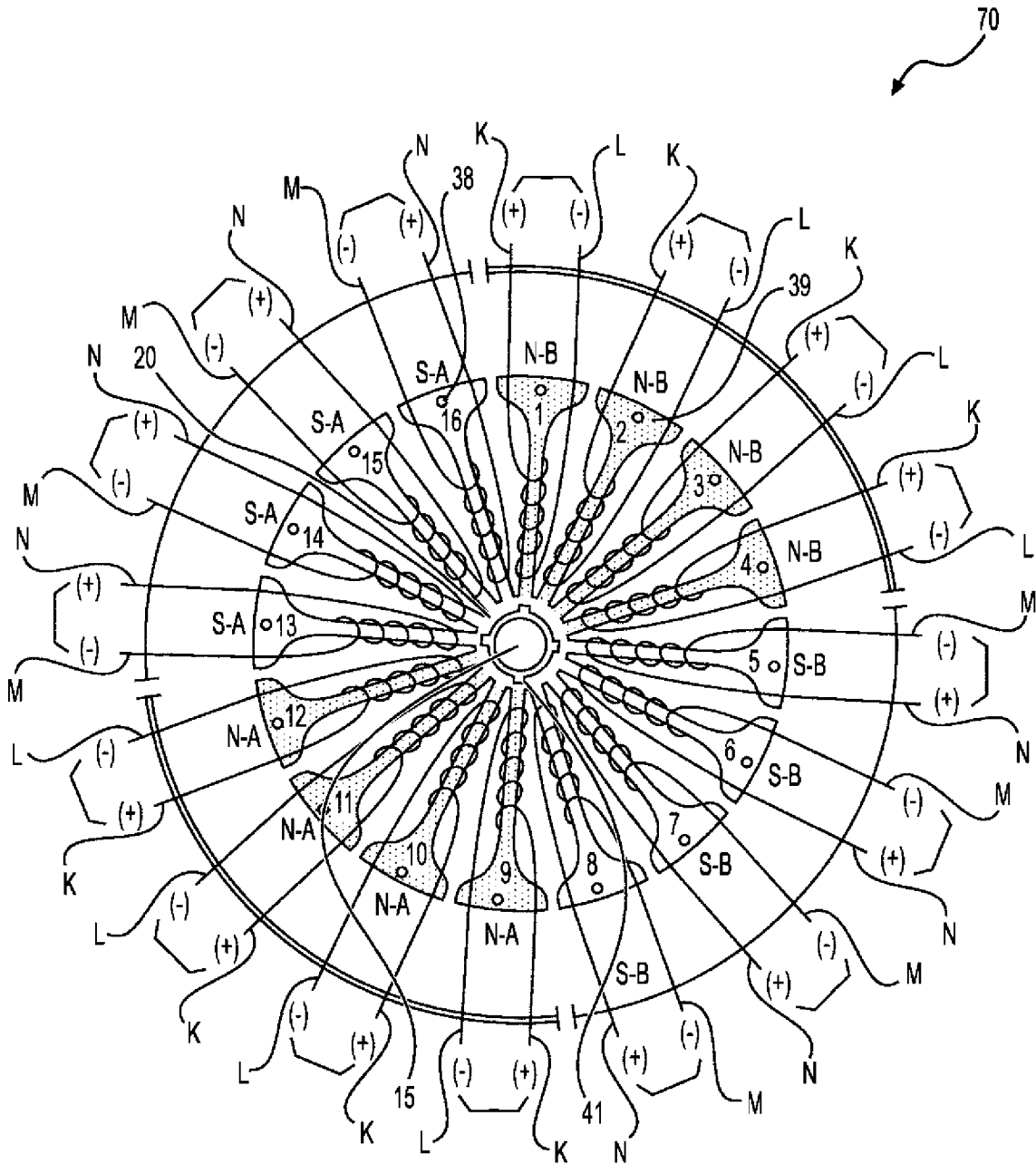


図 1 3

10

20

30

40

50

【図14】

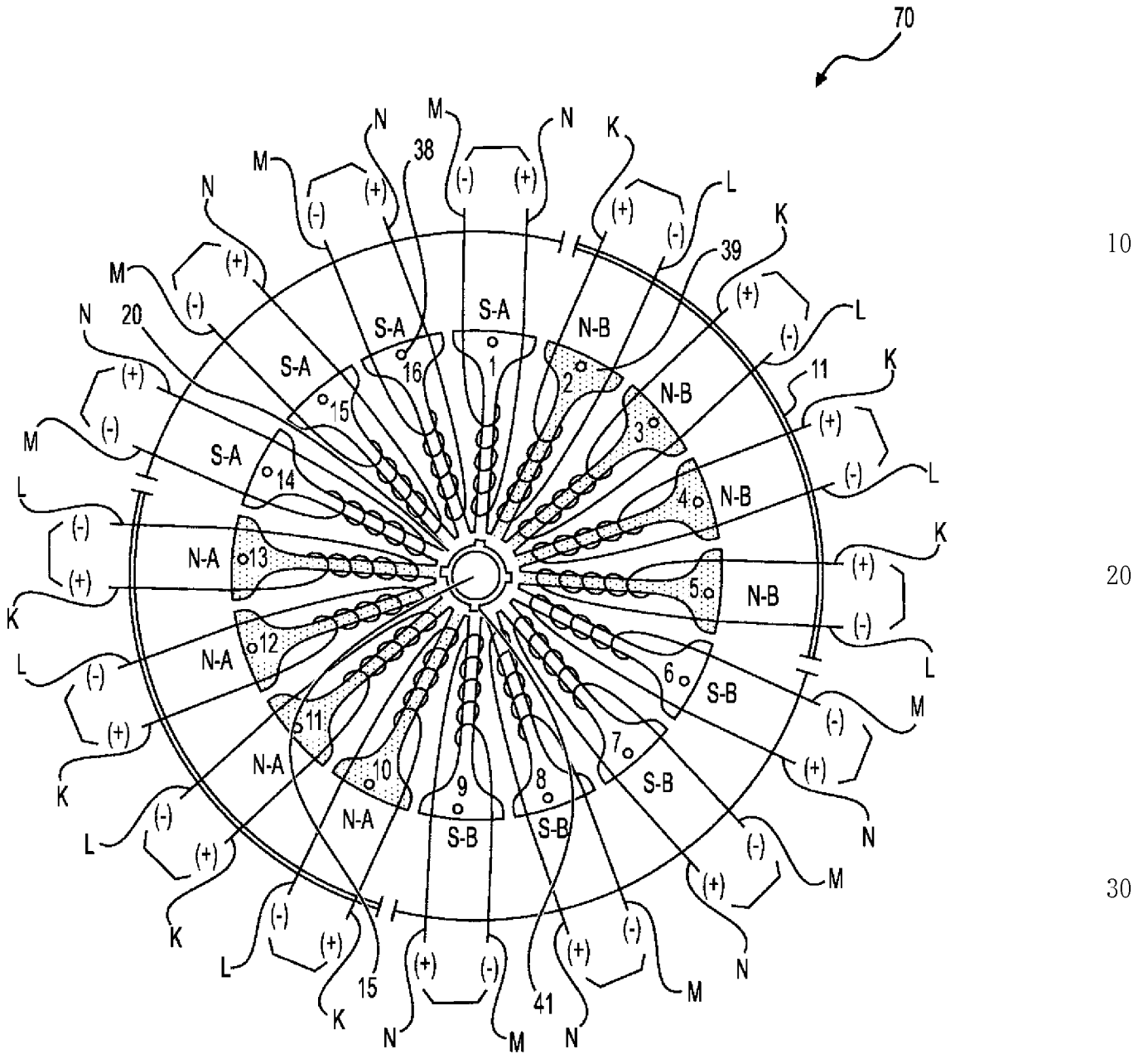


図14

10

20

30

40

50

【図15】

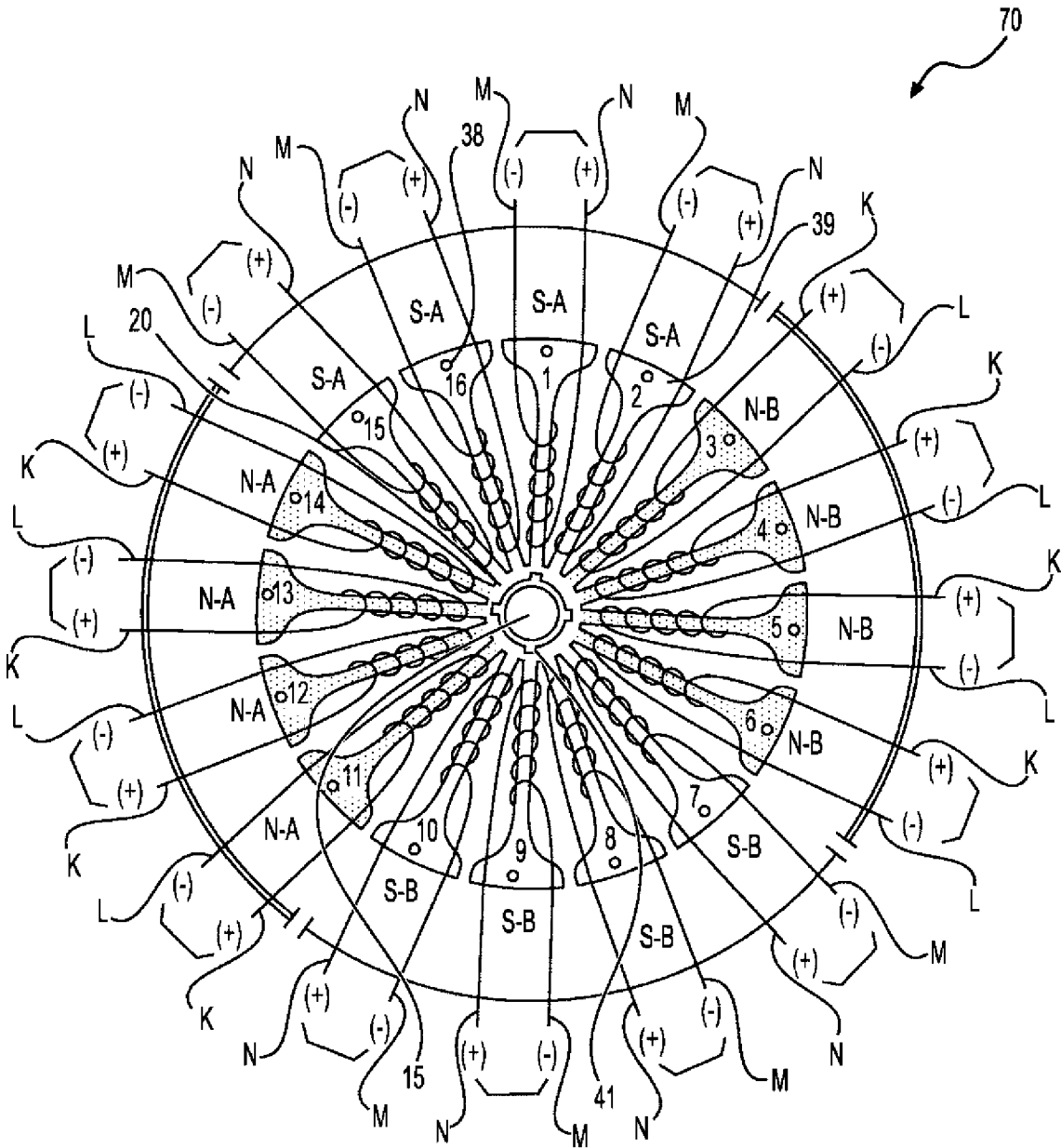


図 1 5

10

20

30

40

50



【図16】

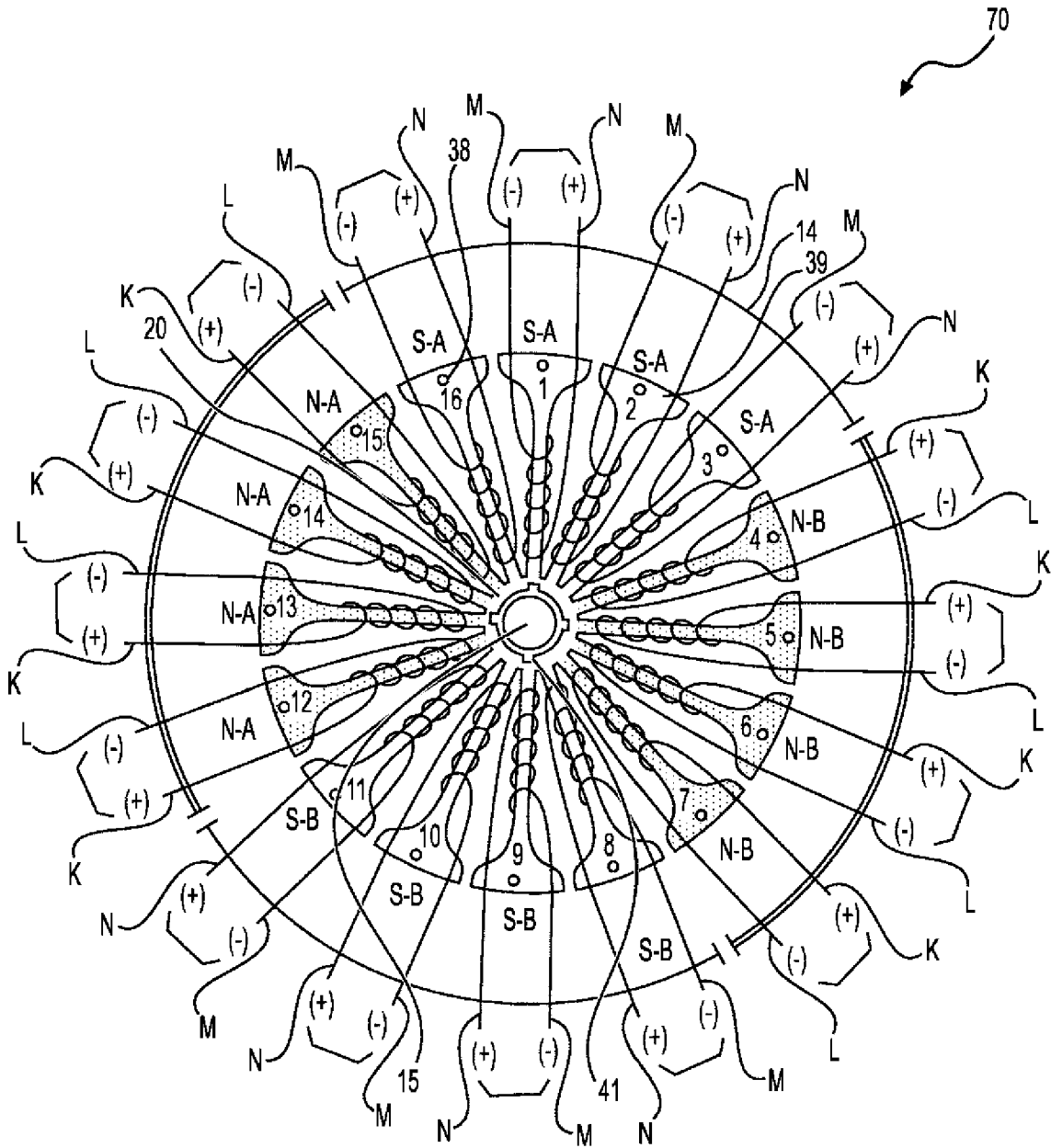


図16

10

20

30

40

50

【図 17】

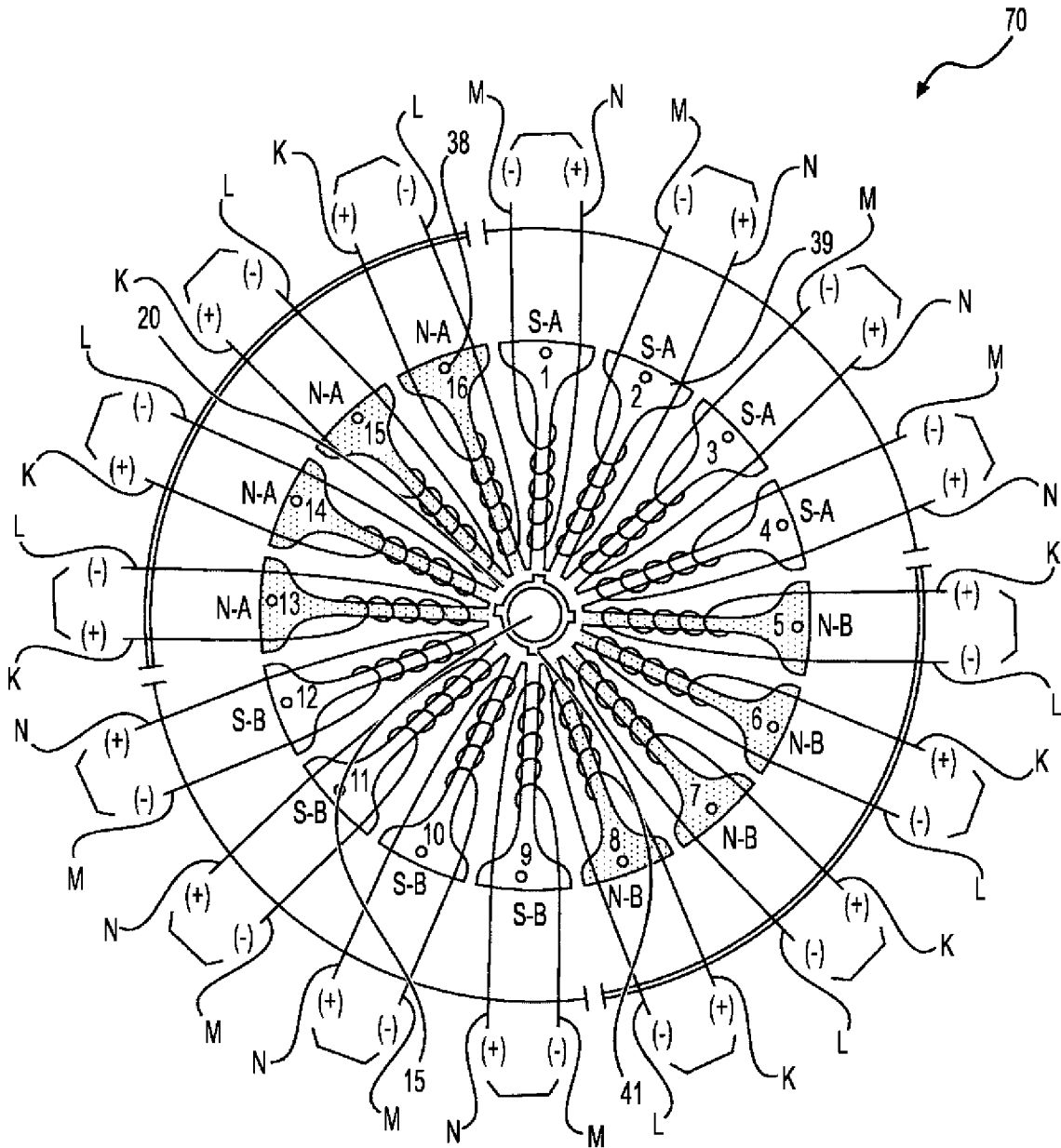


図 17

10

20

30

40

50

【図18】

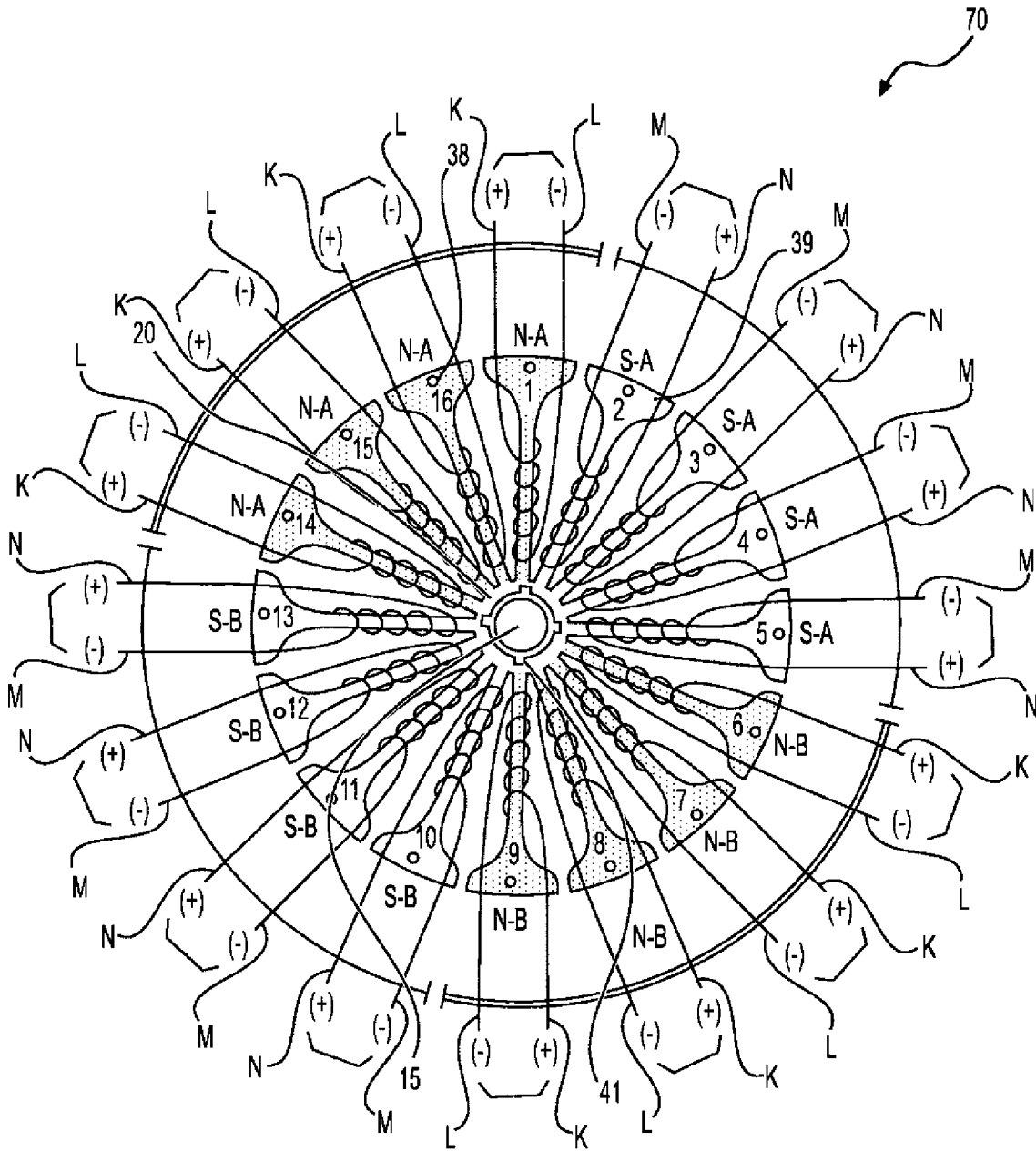


図 18

【図19】

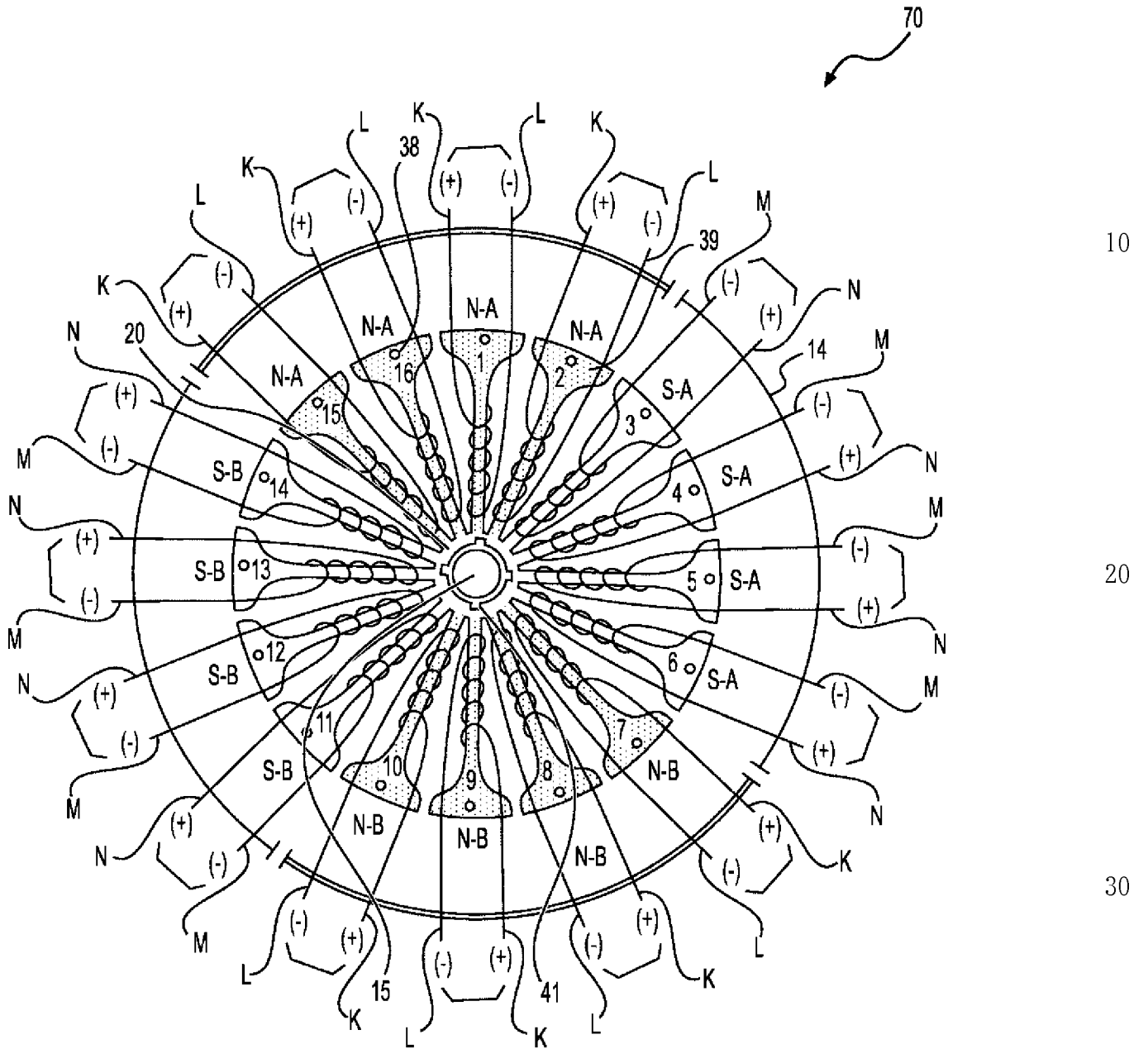


図19

10

20

30

40

50

【図 20】

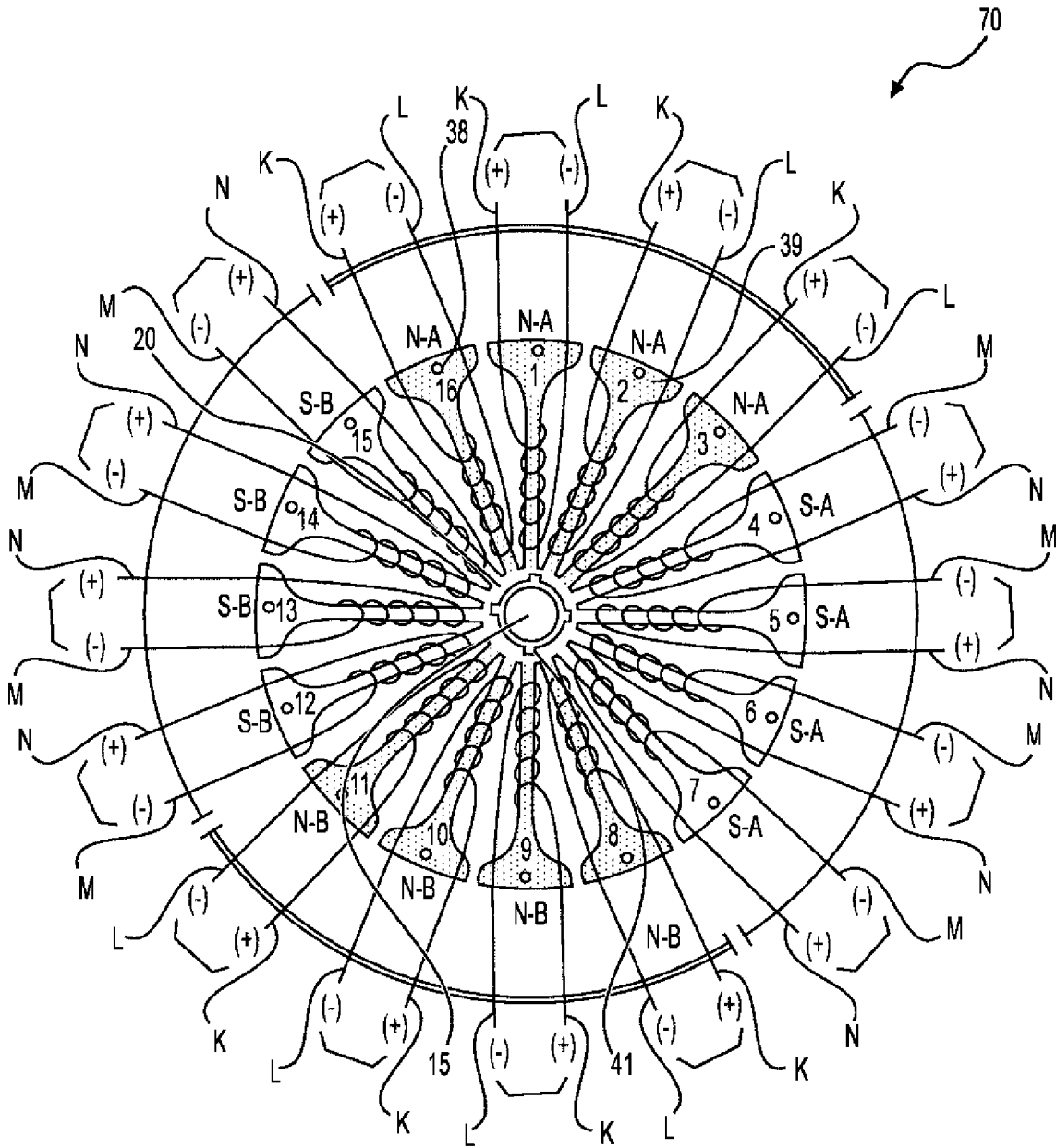


図 20

【図 2 1】

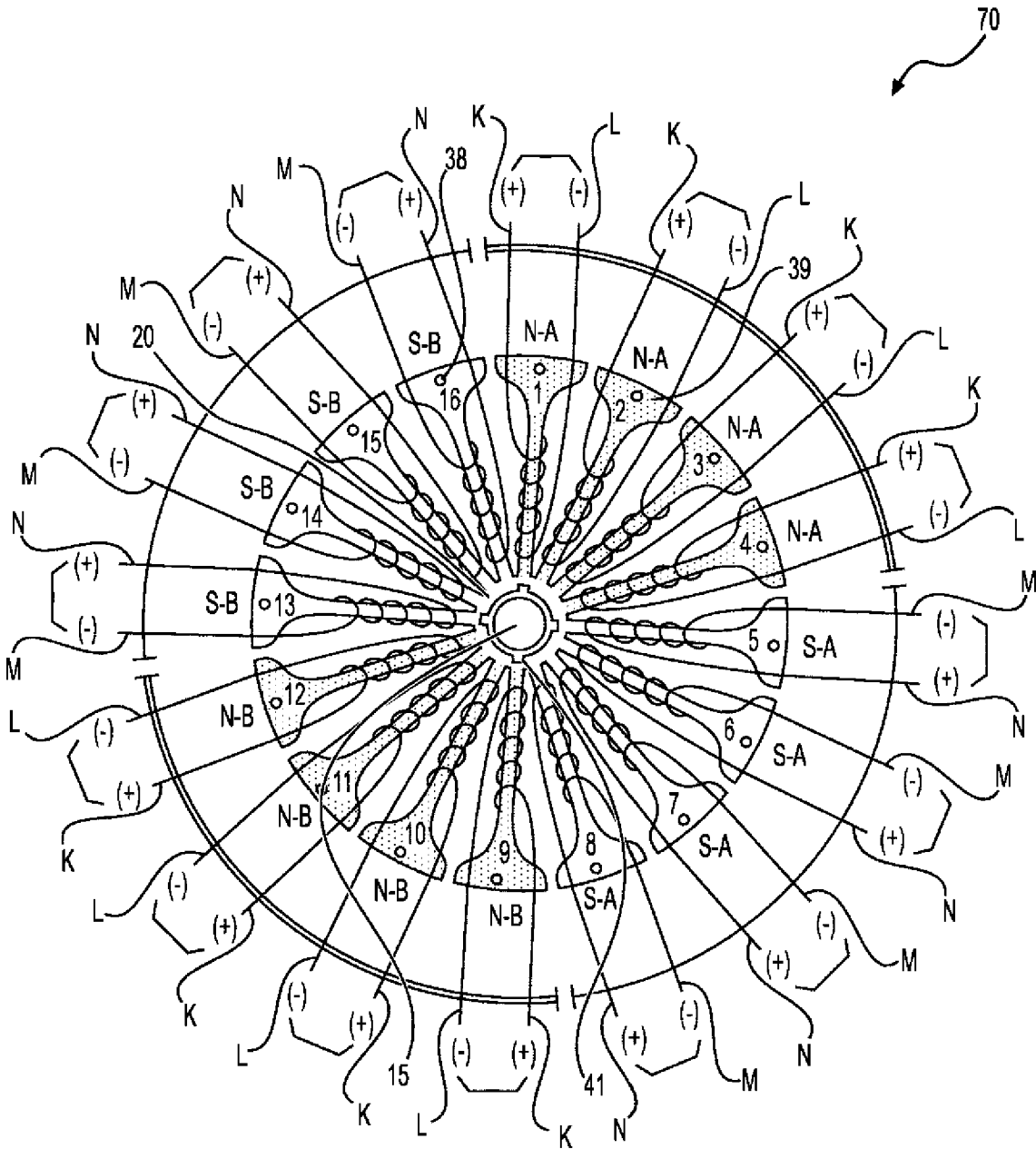


図 2 1

10

20

30

40

50



【図 2 3】

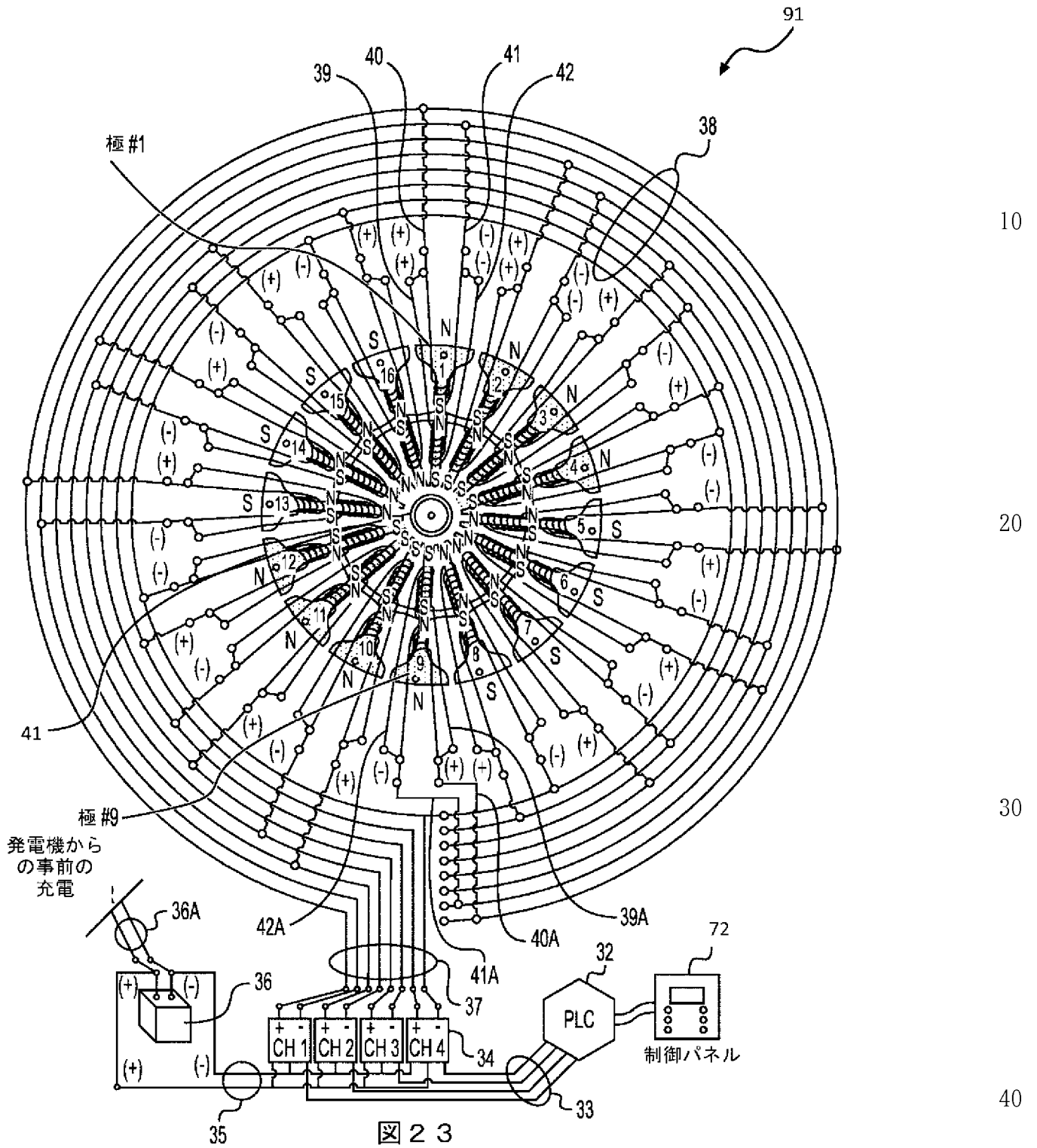


図 2 3

10

20

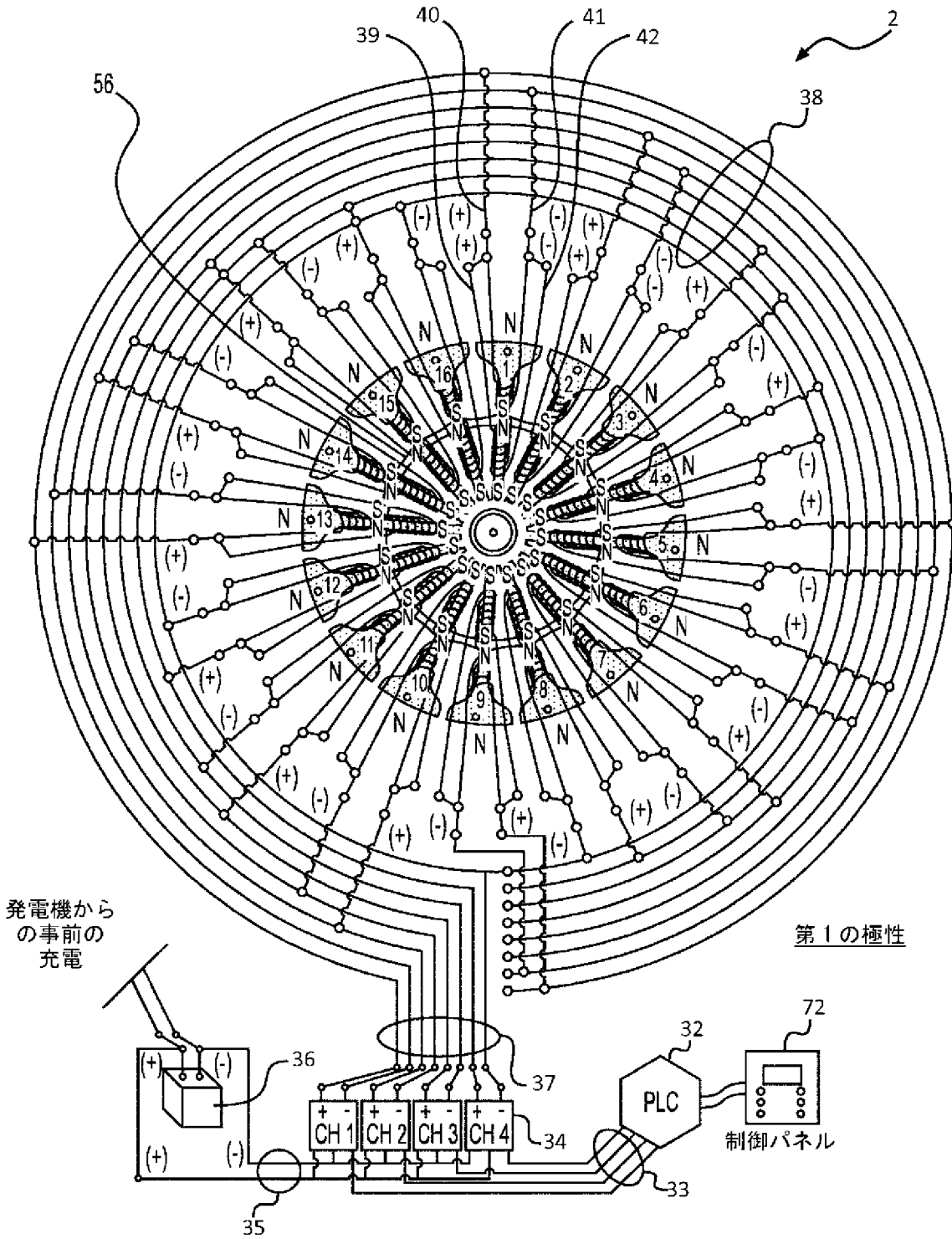
30

40

50



【図 2 4】



10

20

30

40

図 2 4

50

【図 25】

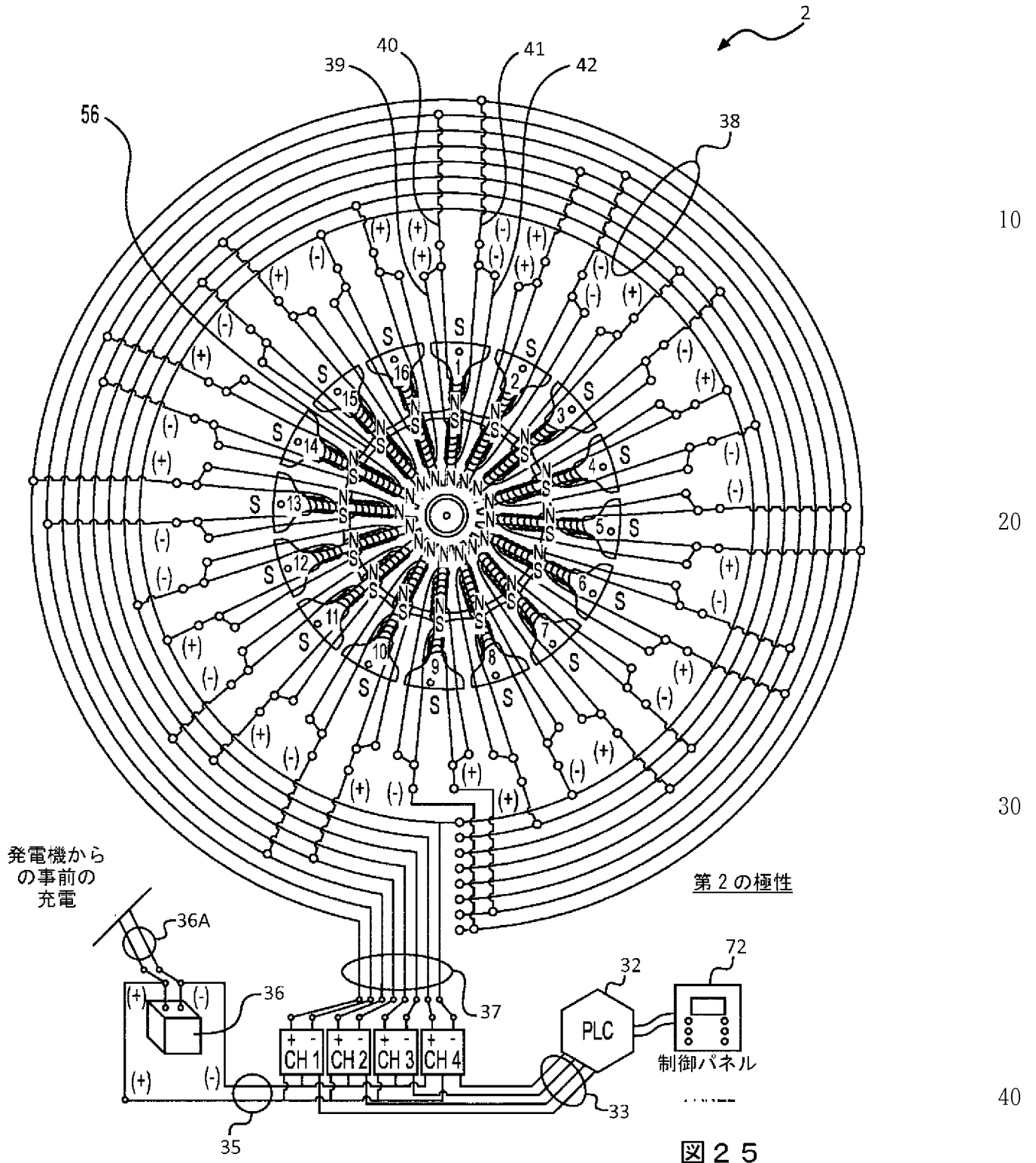


図 25

10

20

30

40

50

【図 2 6】

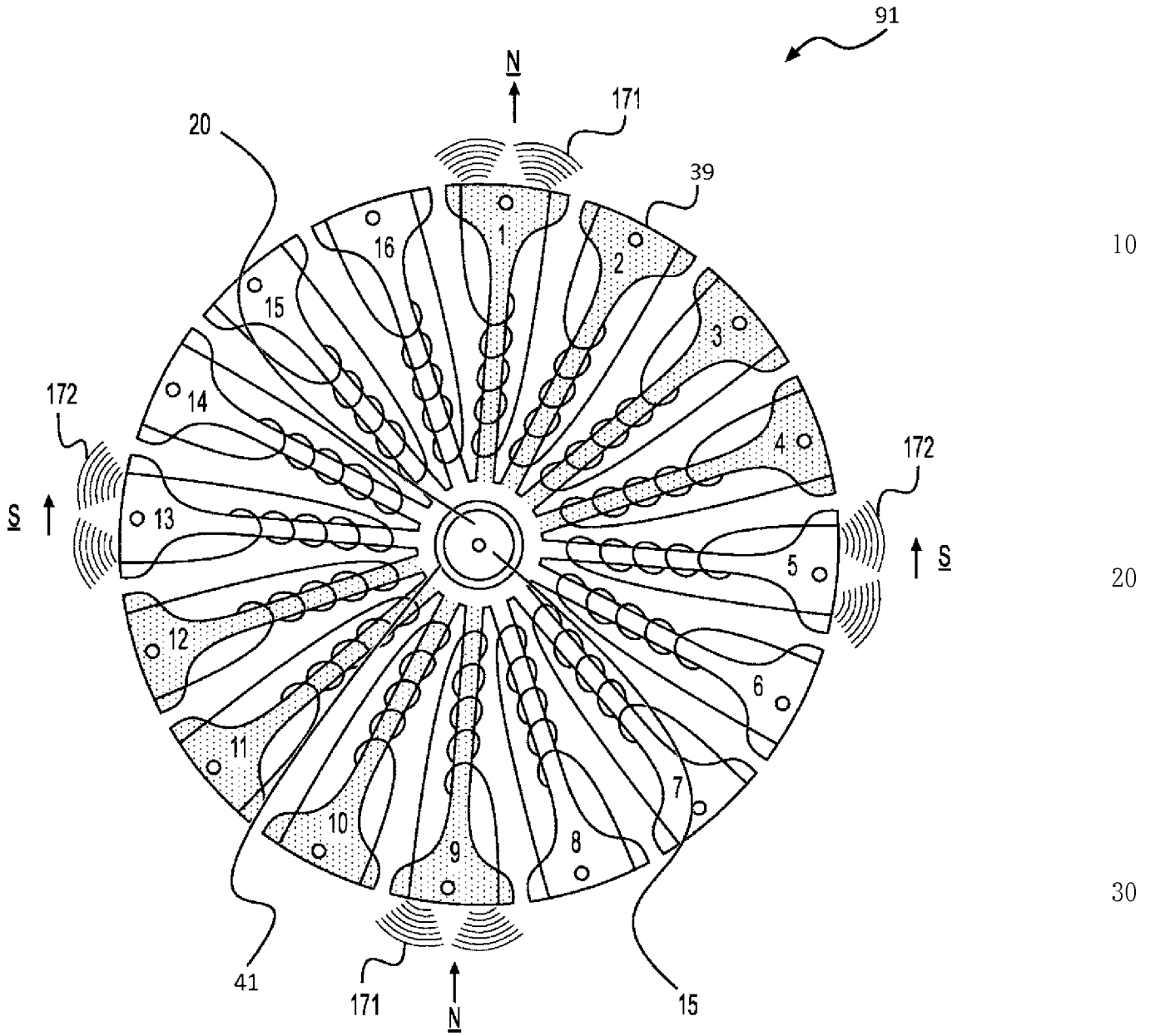


図 2 6

10

20

30

40

50

【図 27】

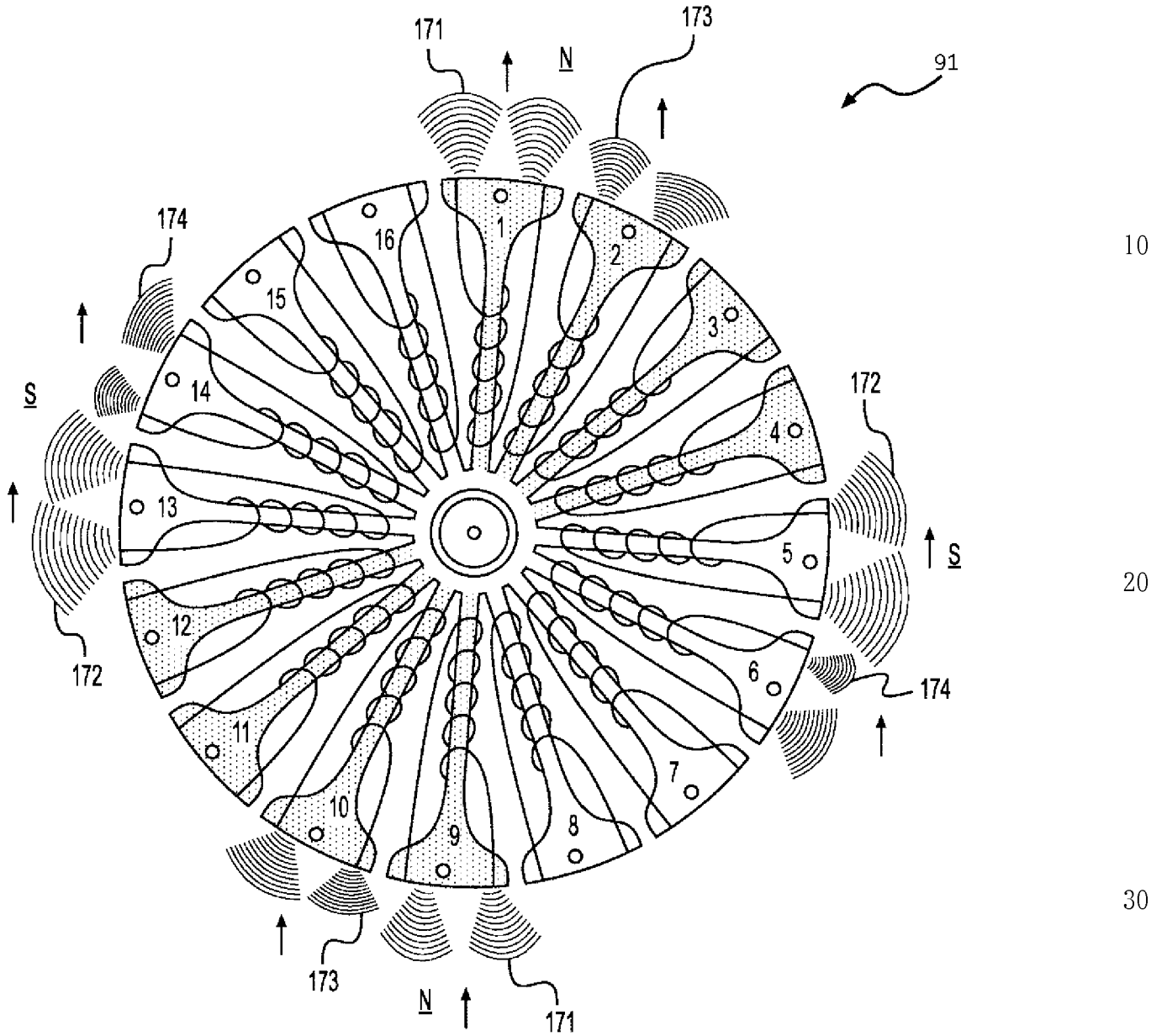


図 27

10

20

30

40

50

【図 28】

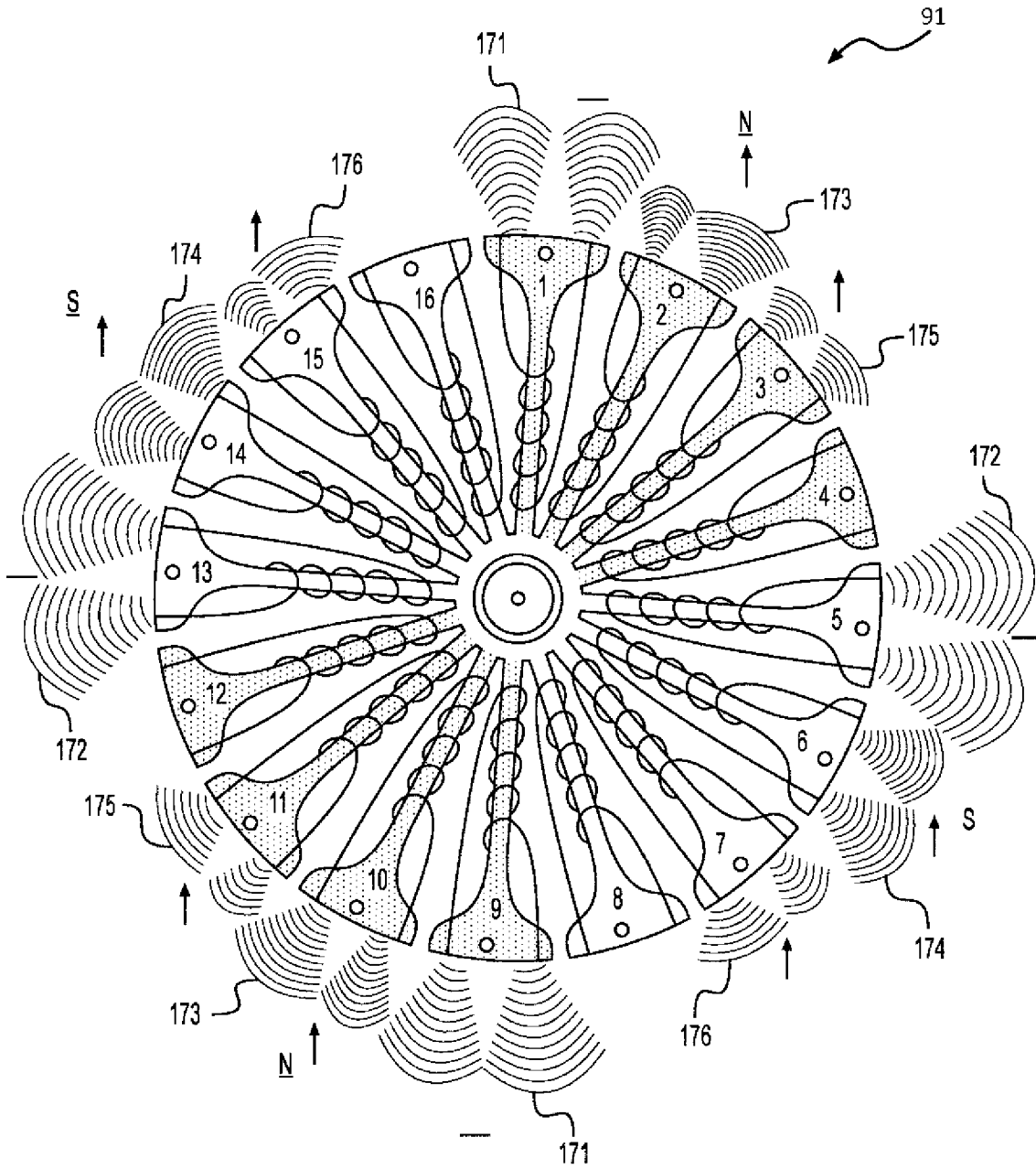


図 28

10

20

30

40

50

【図 29】

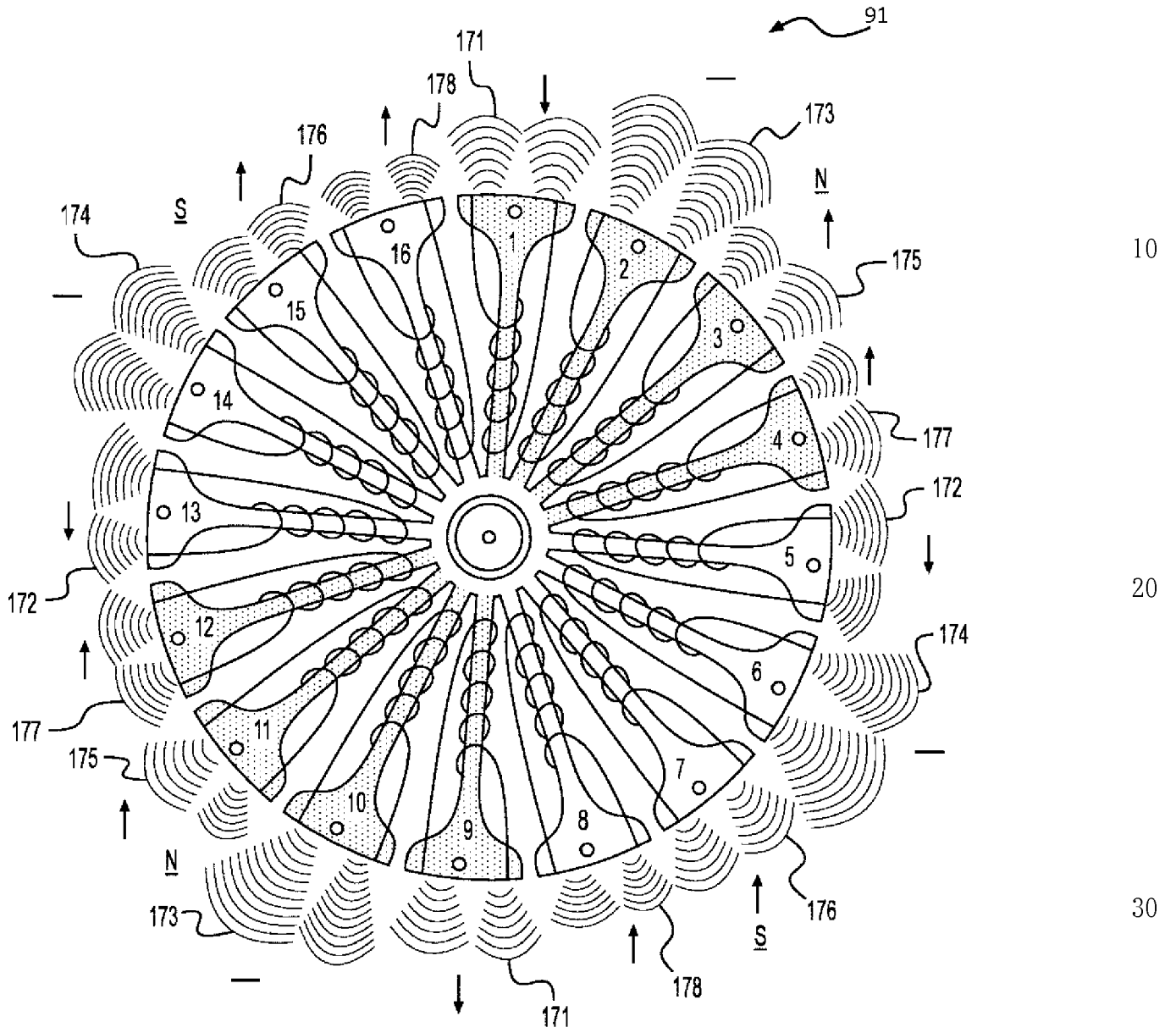


図 29

10

20

30

40

50



【図 3 1】

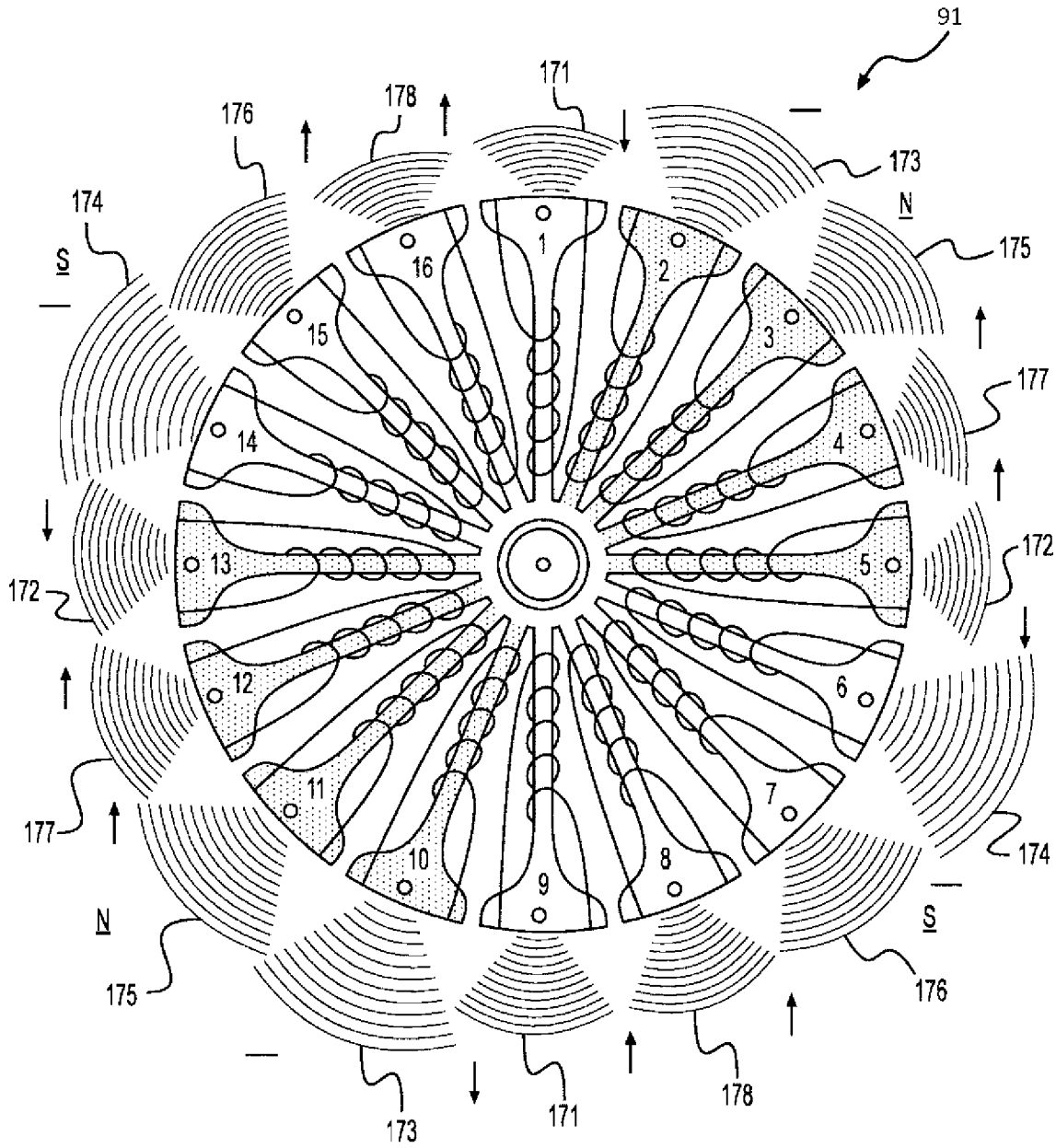


図 3 1

10

20

30

40

50



【図 3 2】

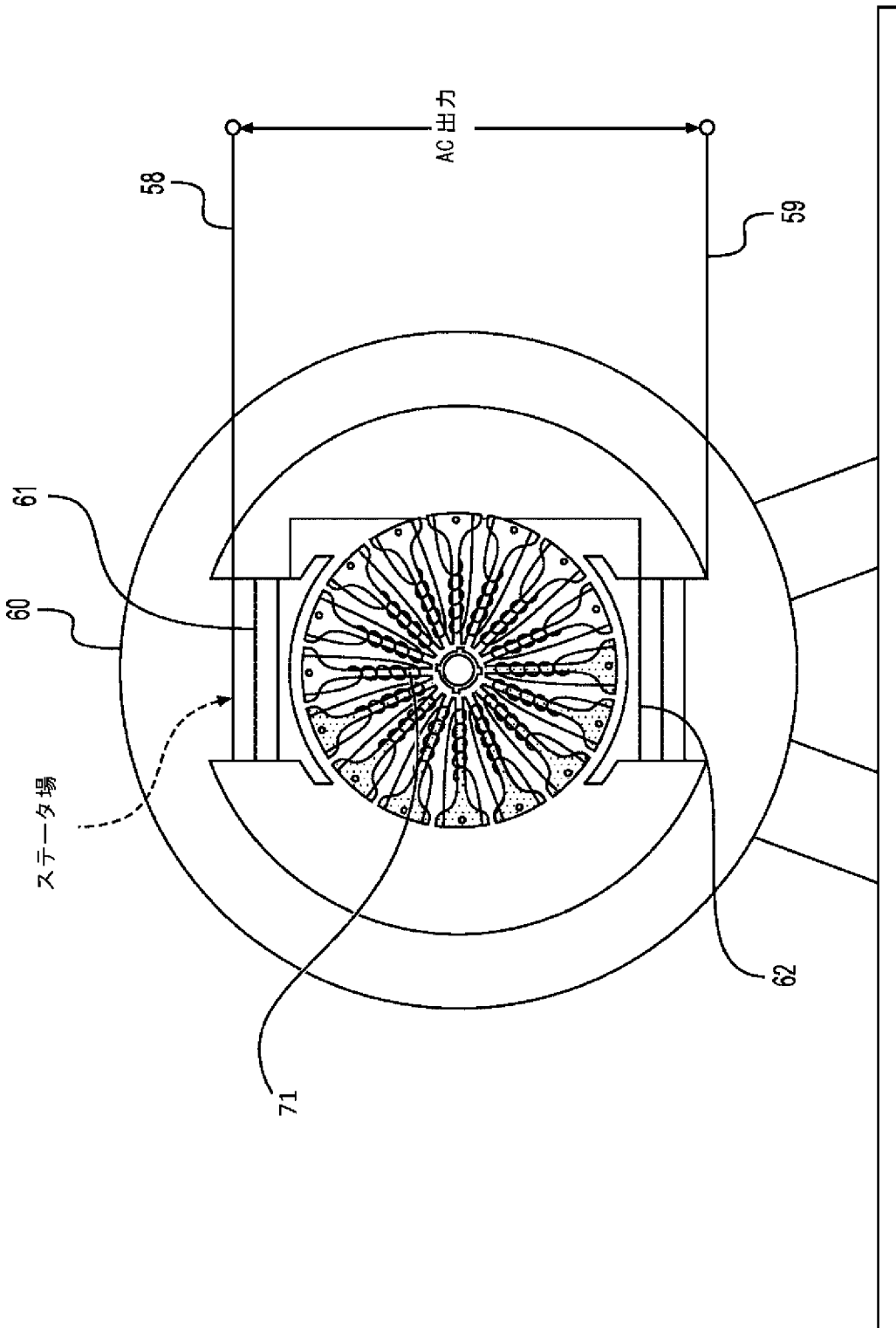


図 3 2

10

20

30

40

50

【図 3 3】

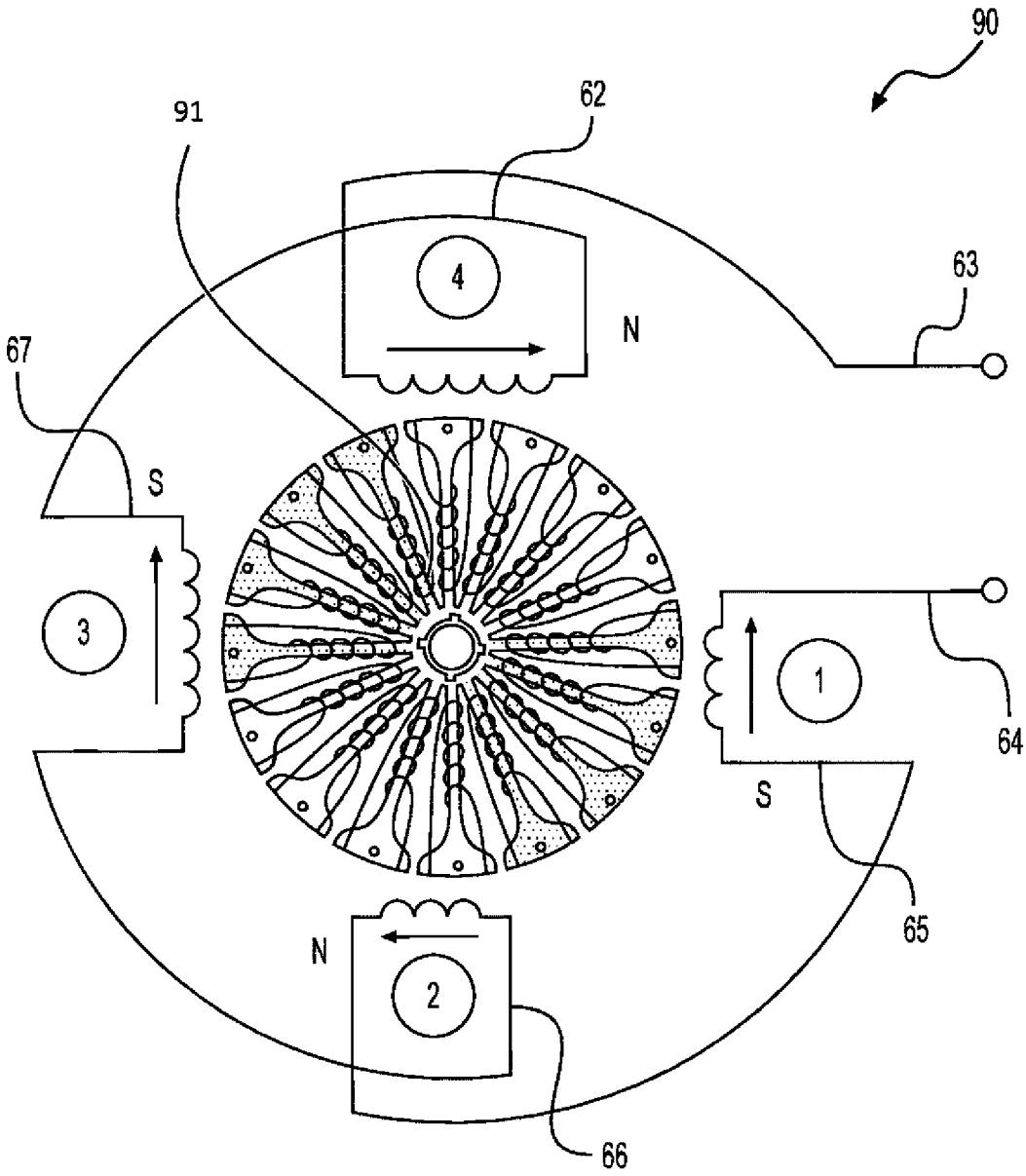


図 3 3

10

20

30

40

50

【図34】

3相巻線ラップ時計回り

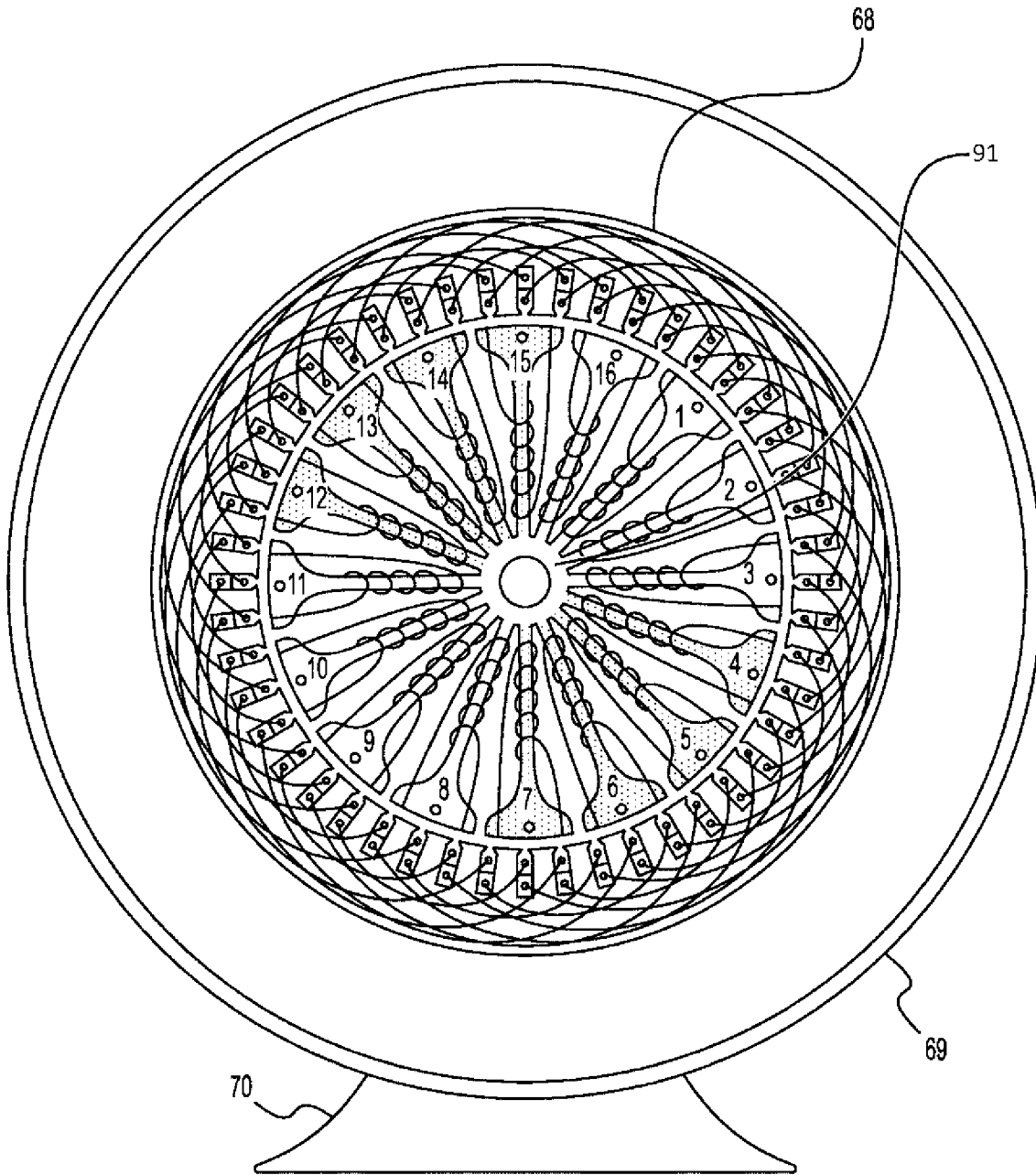


図34

10

20

30

40

50

【図35】

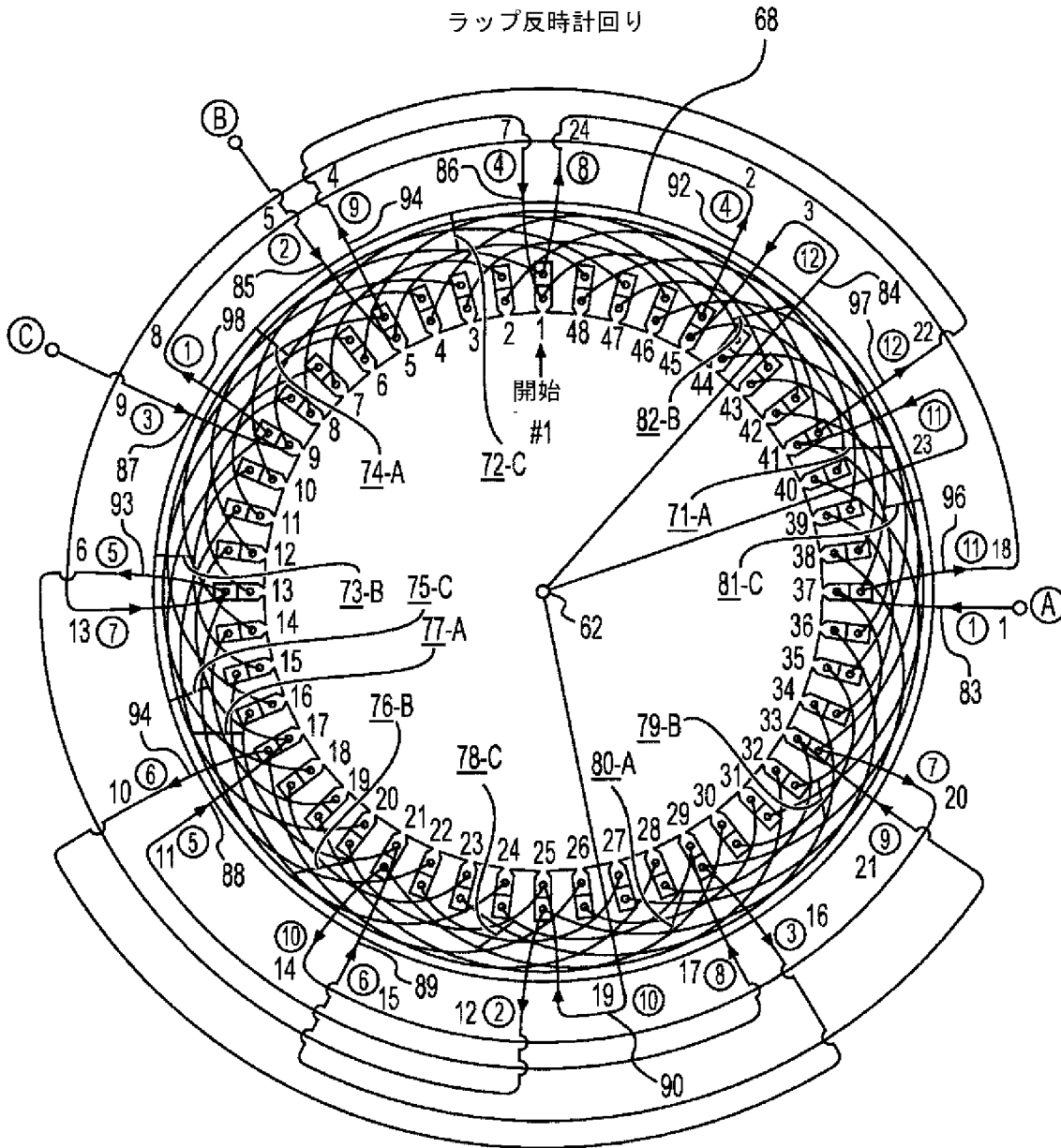


図35

10

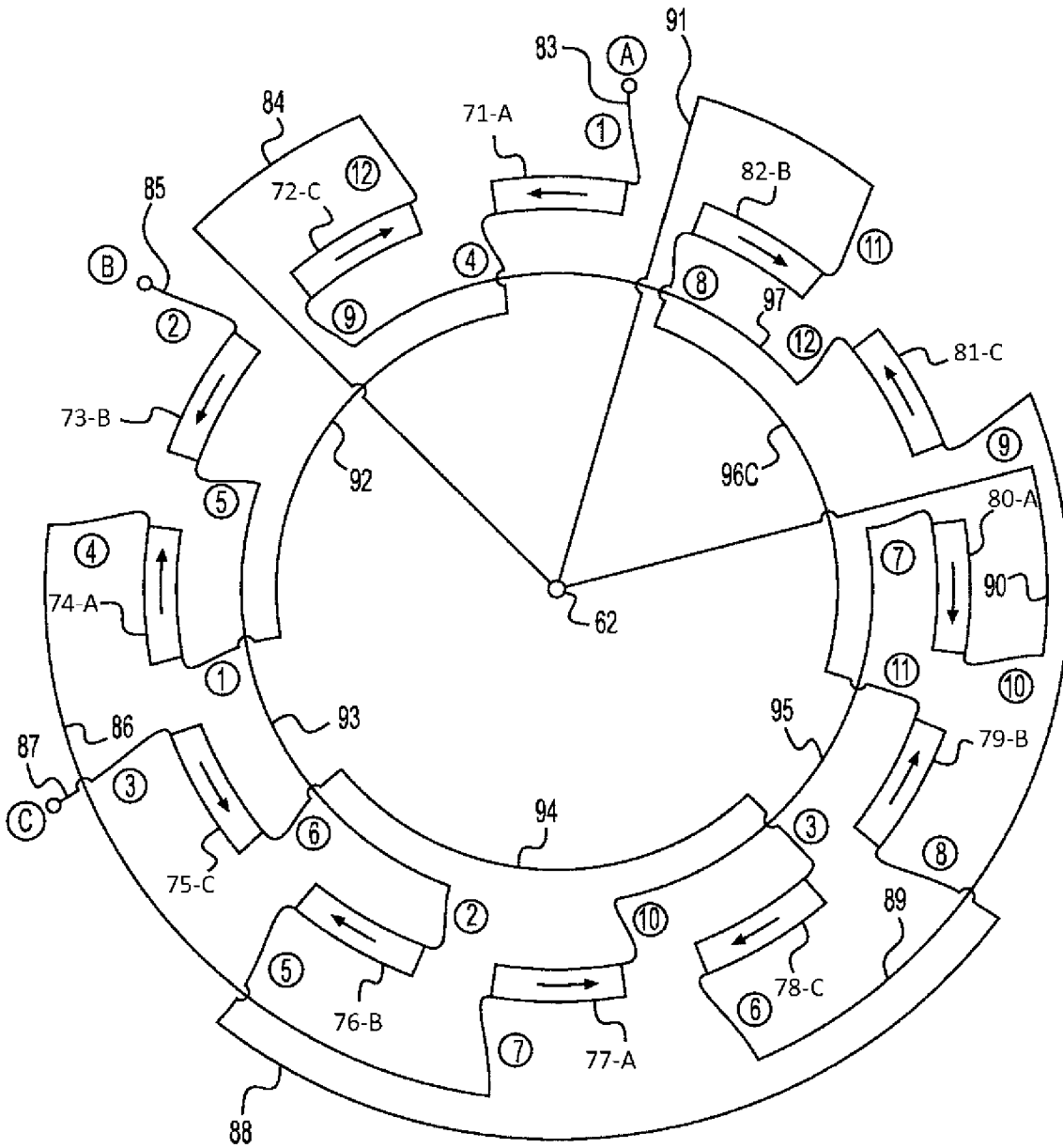
20

30

40

50

【図36】



10

20

30

図36

40

50

【図 3 7】

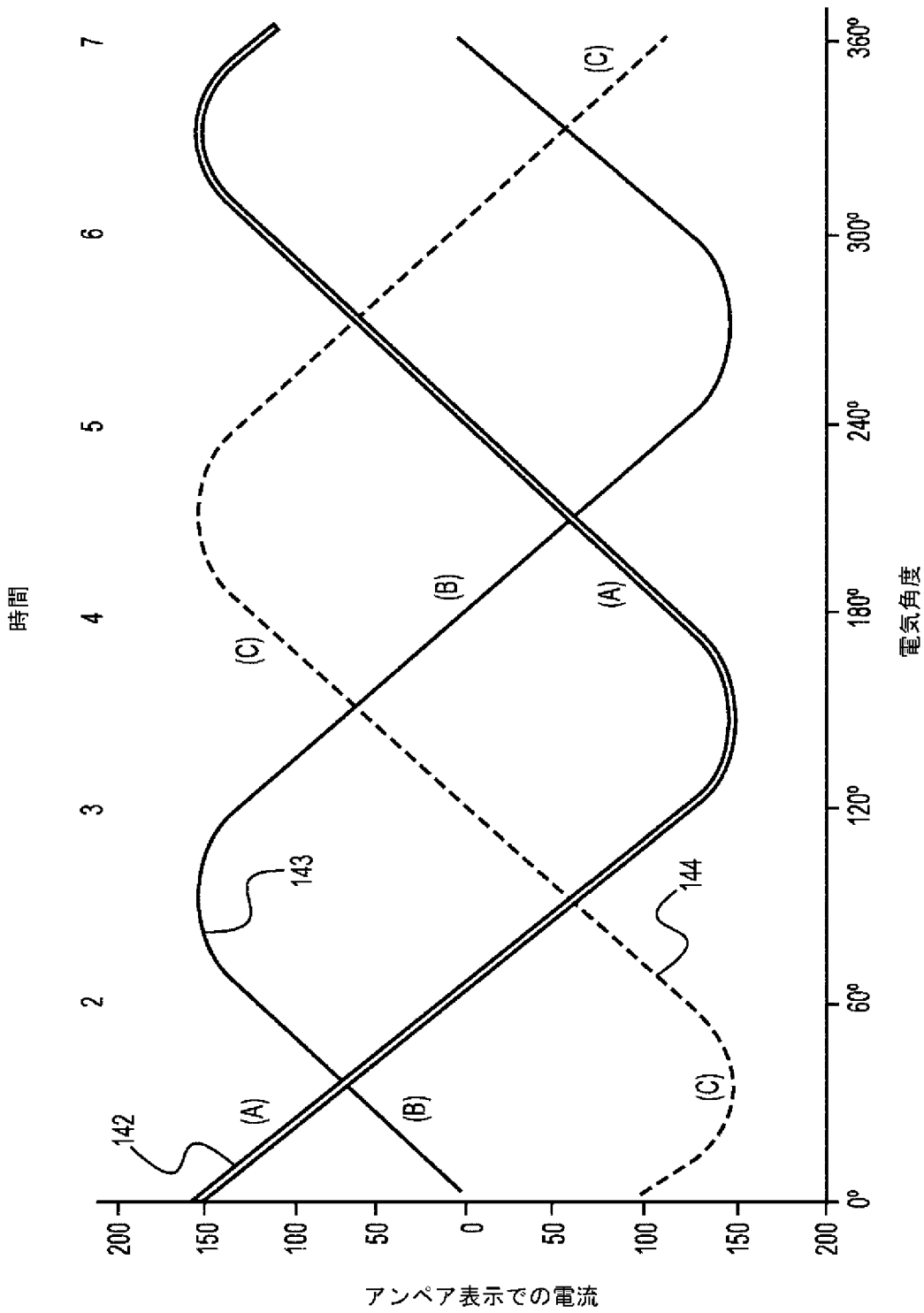


図 3 7

10

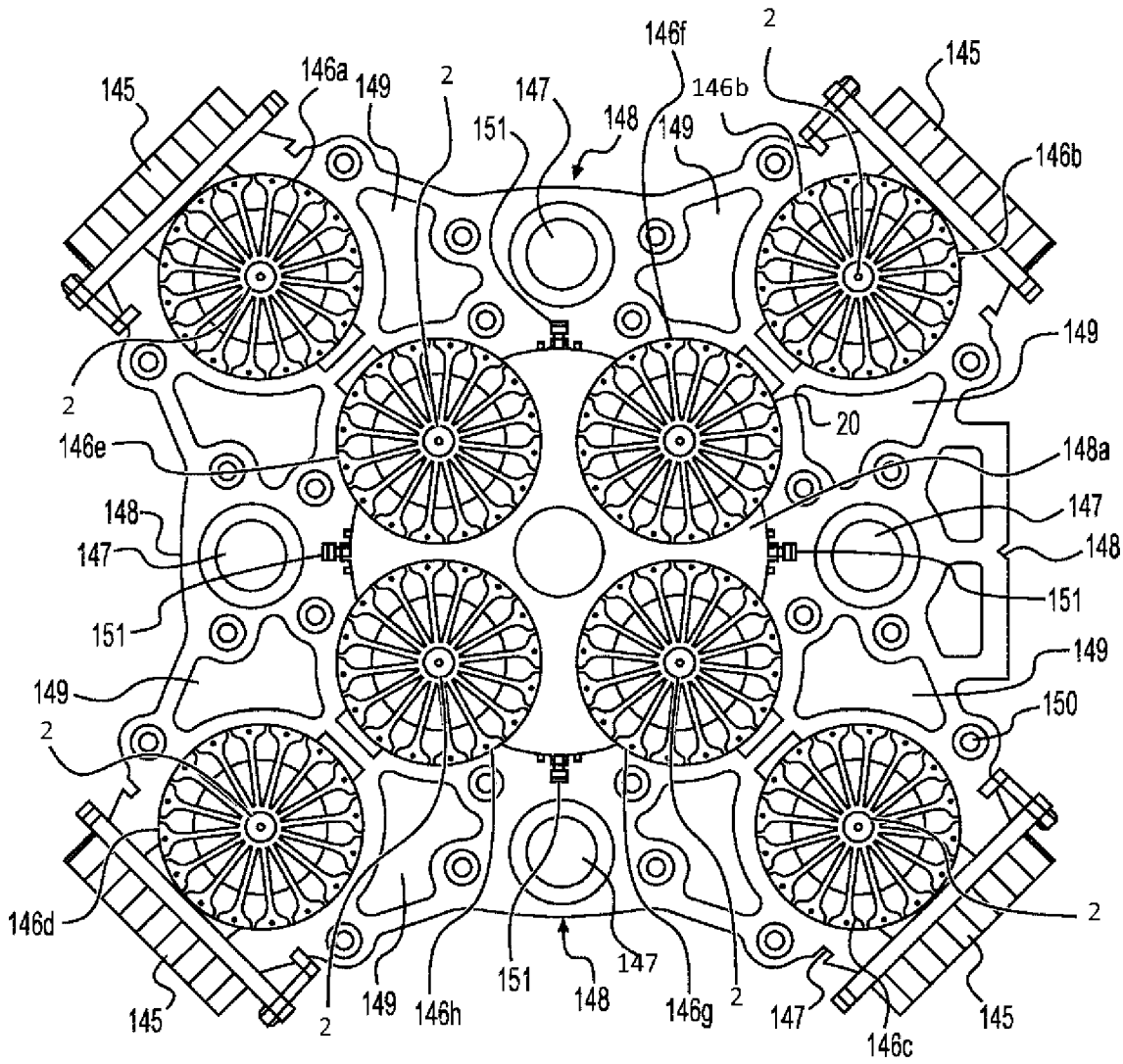
20

30

40

50

【図38】



10

20

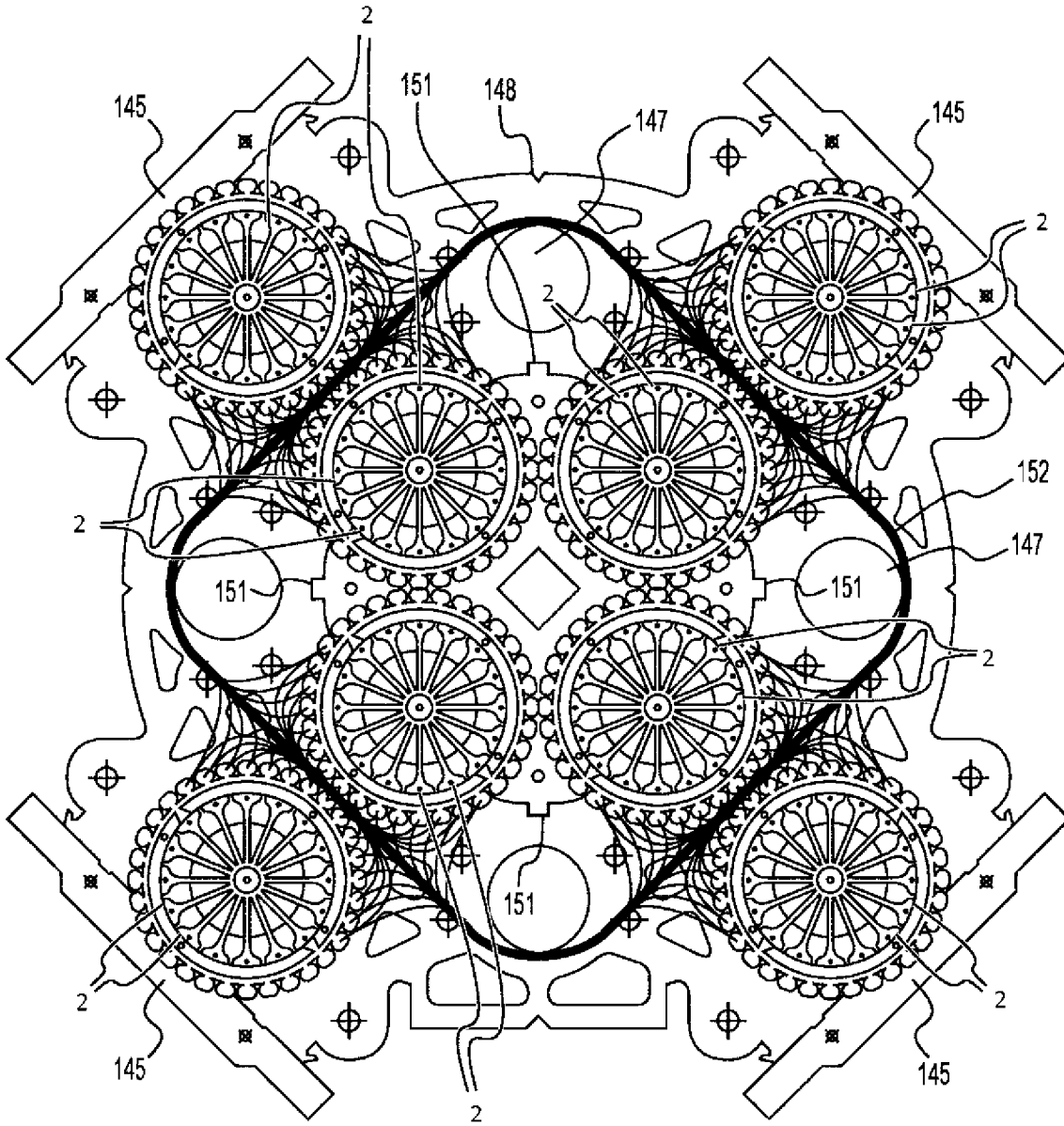
30

図38

40

50

【図39】



10

20

30

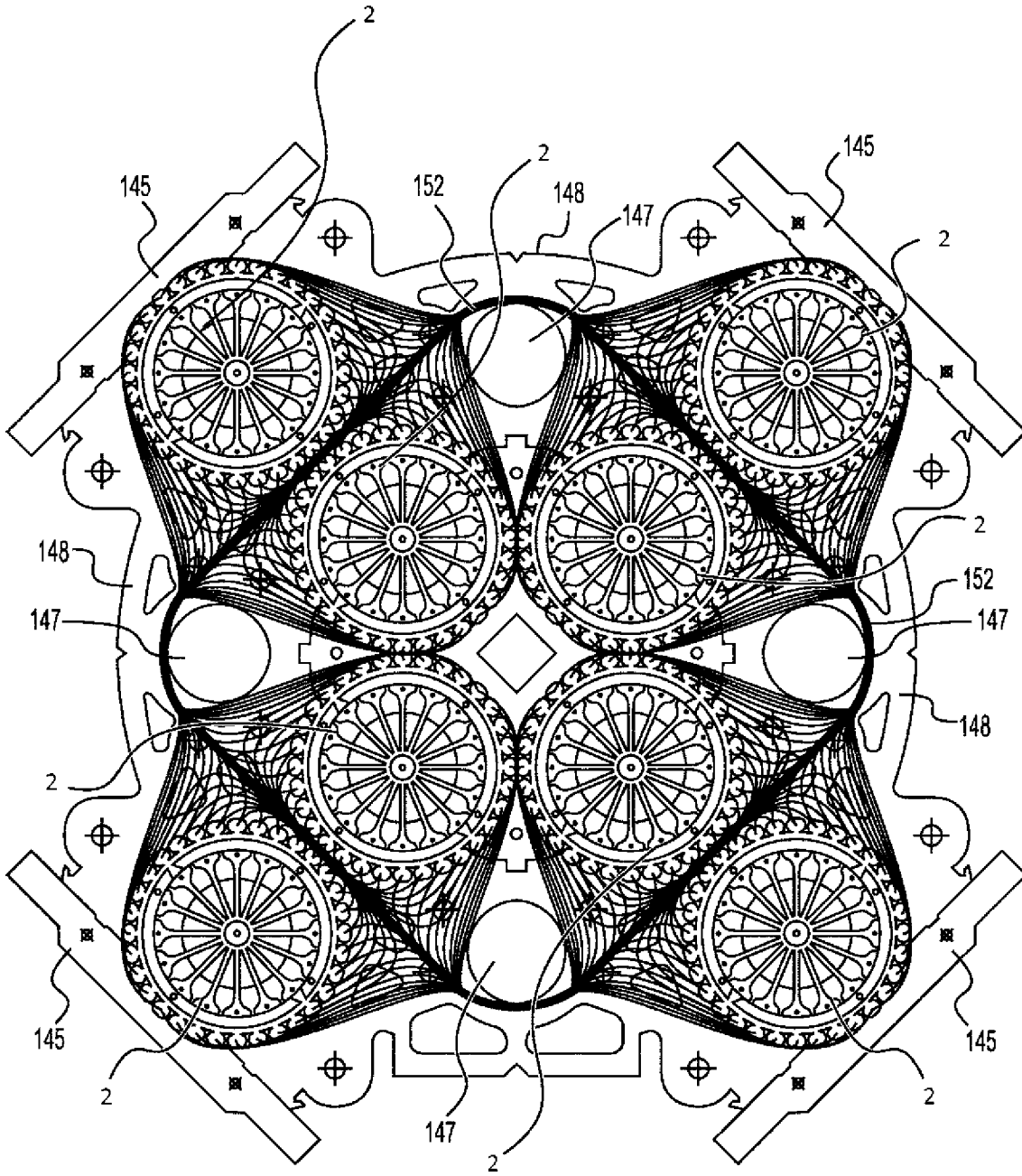
図39

40

50



【図40】



10

20

30

図40

40

50

【図41】

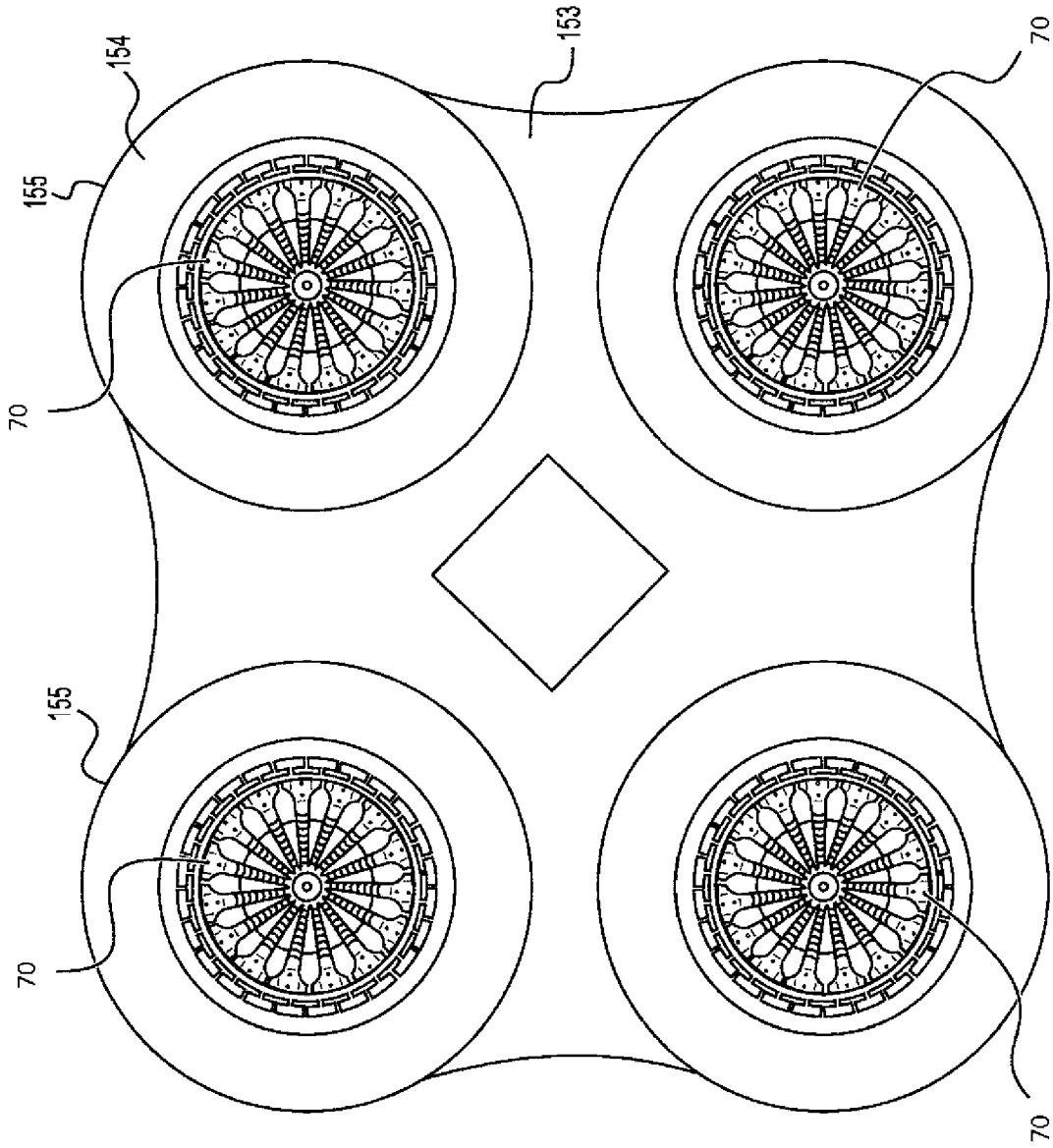


図41

10

20

30

40

50

【図42】

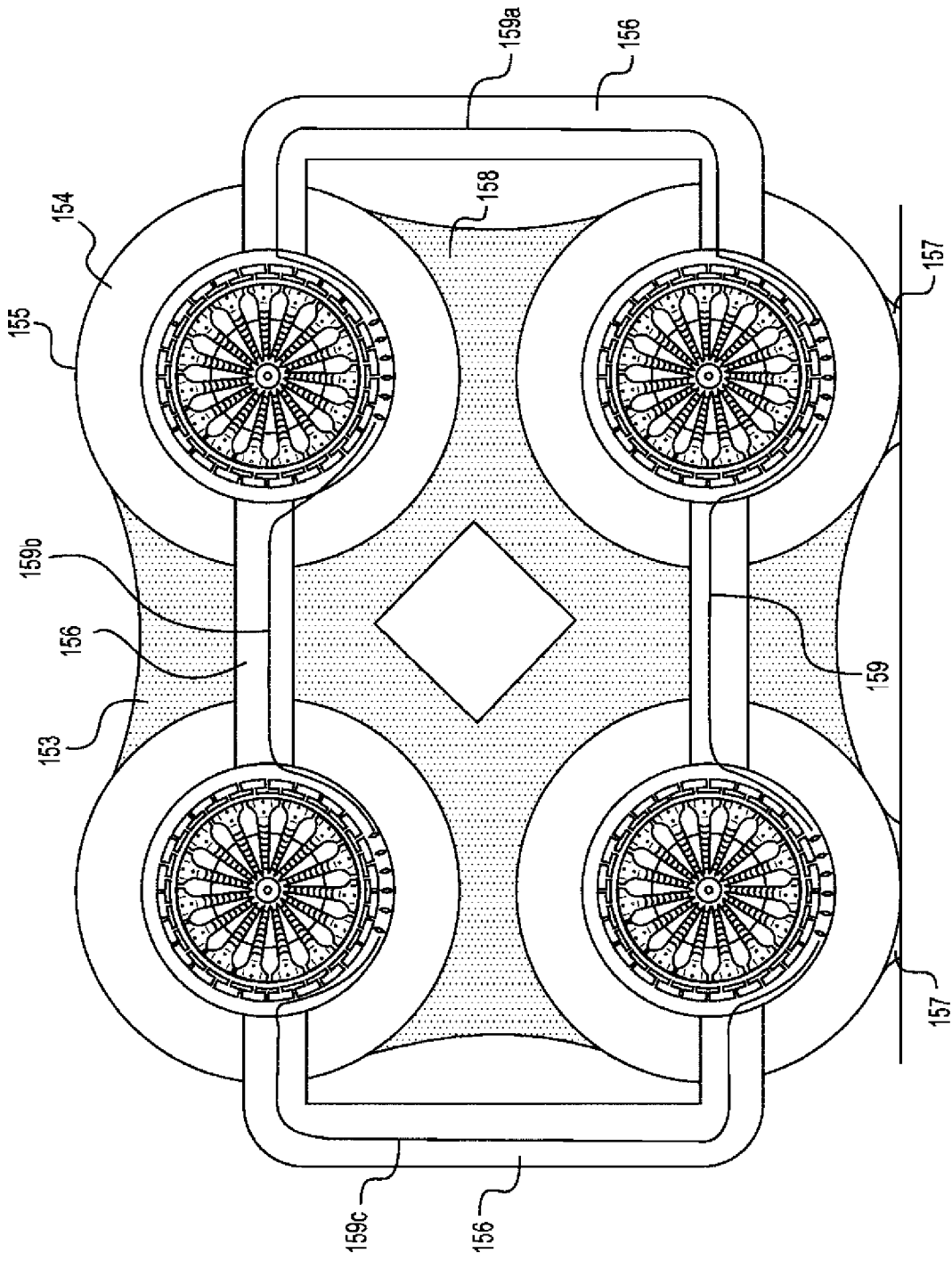


図42

10

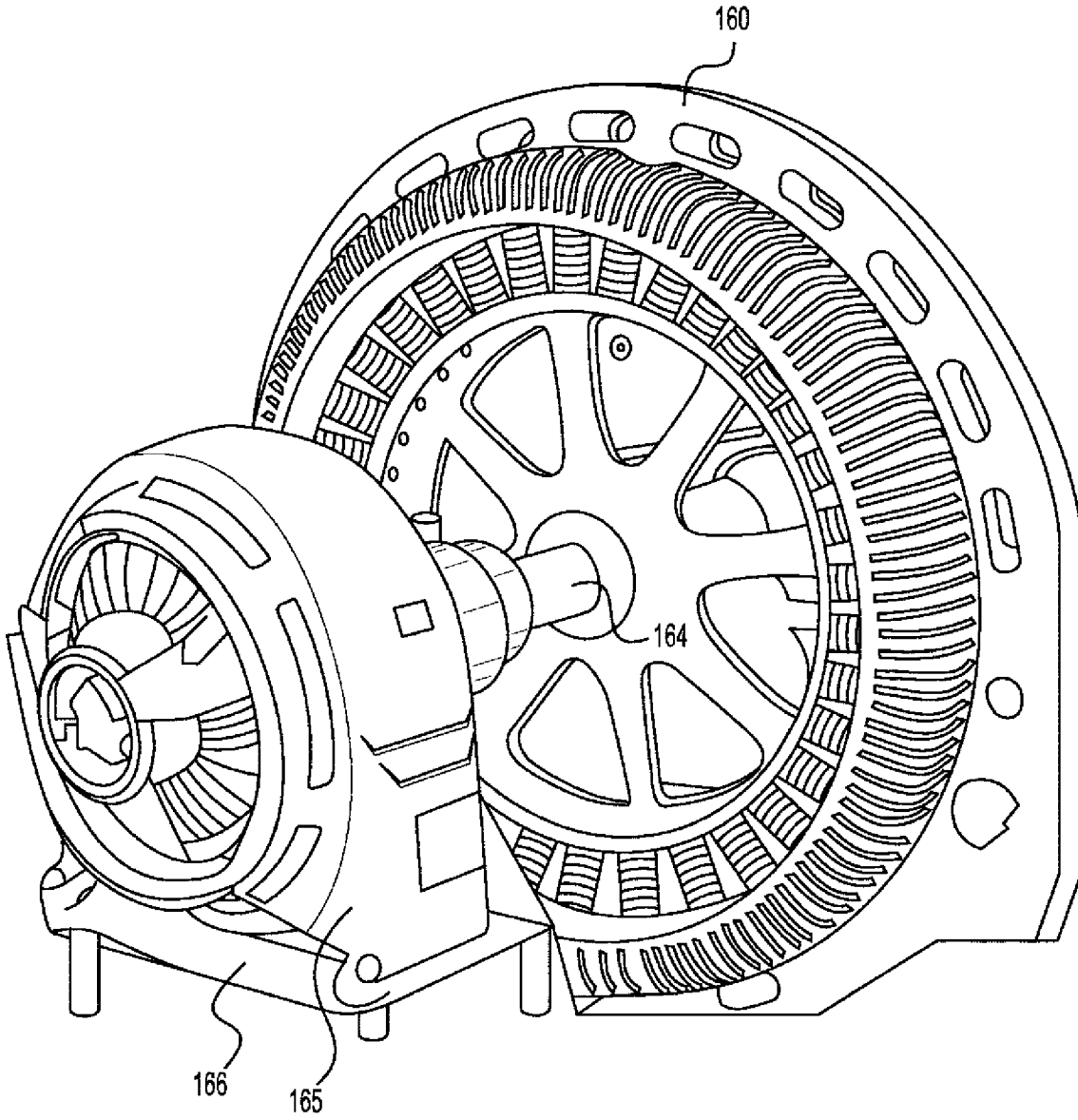
20

30

40

50

【図43】



10

20

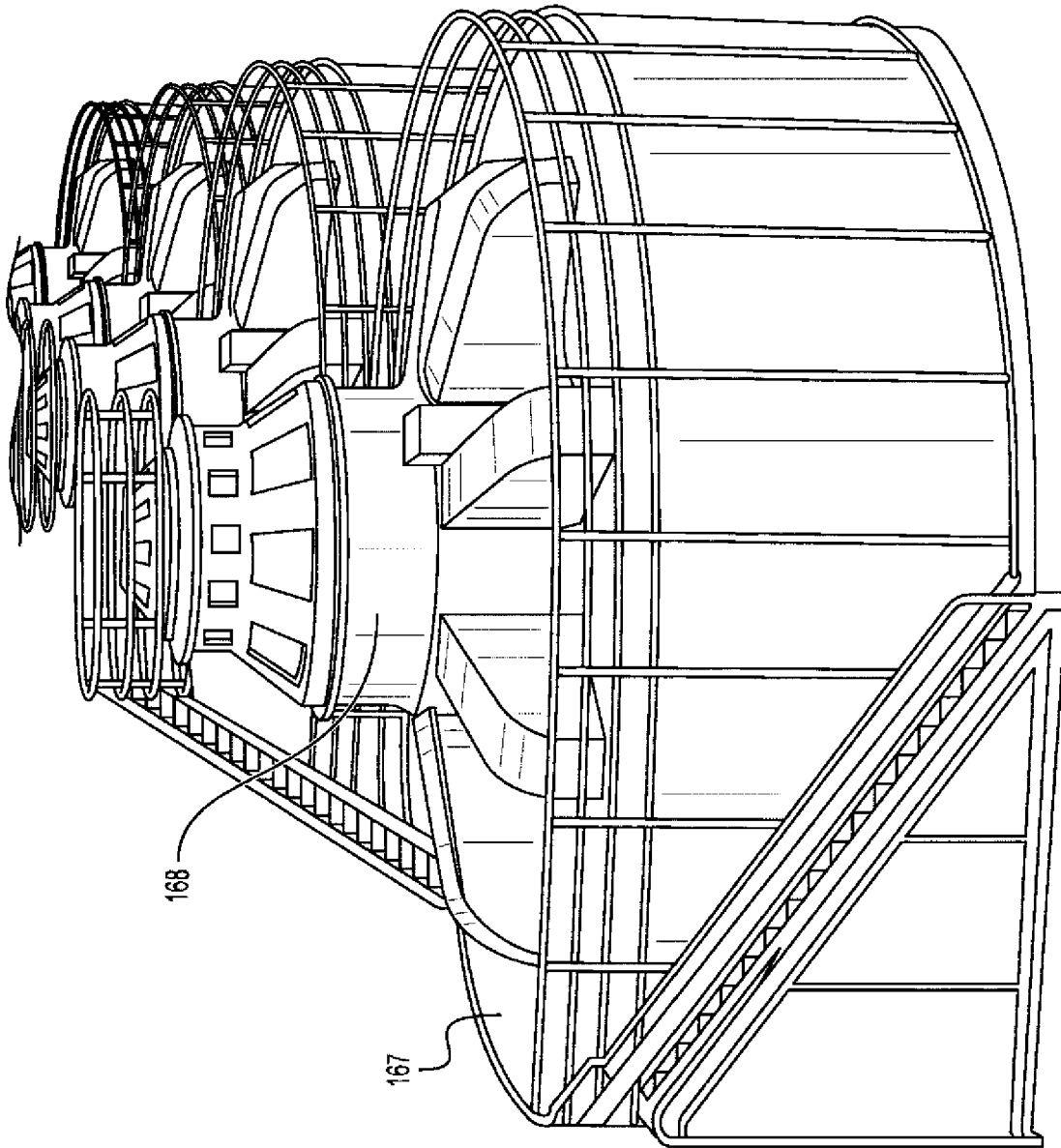
30

図43  
(従来技術)

40

50

【図44】



10

20

30

図44  
(従来技術)

40

50

【図45】

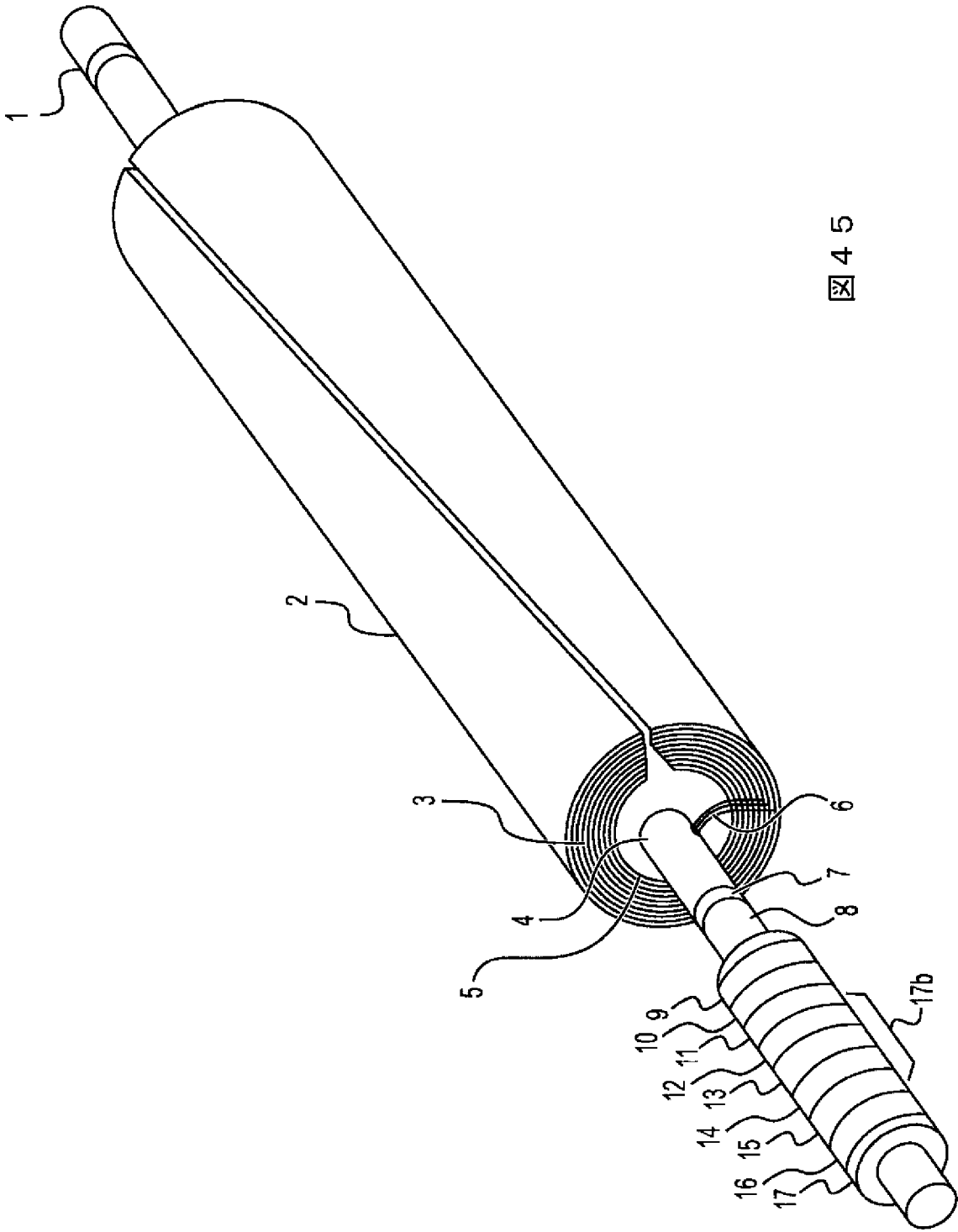


図45

10

20

30

40

50

【図46】

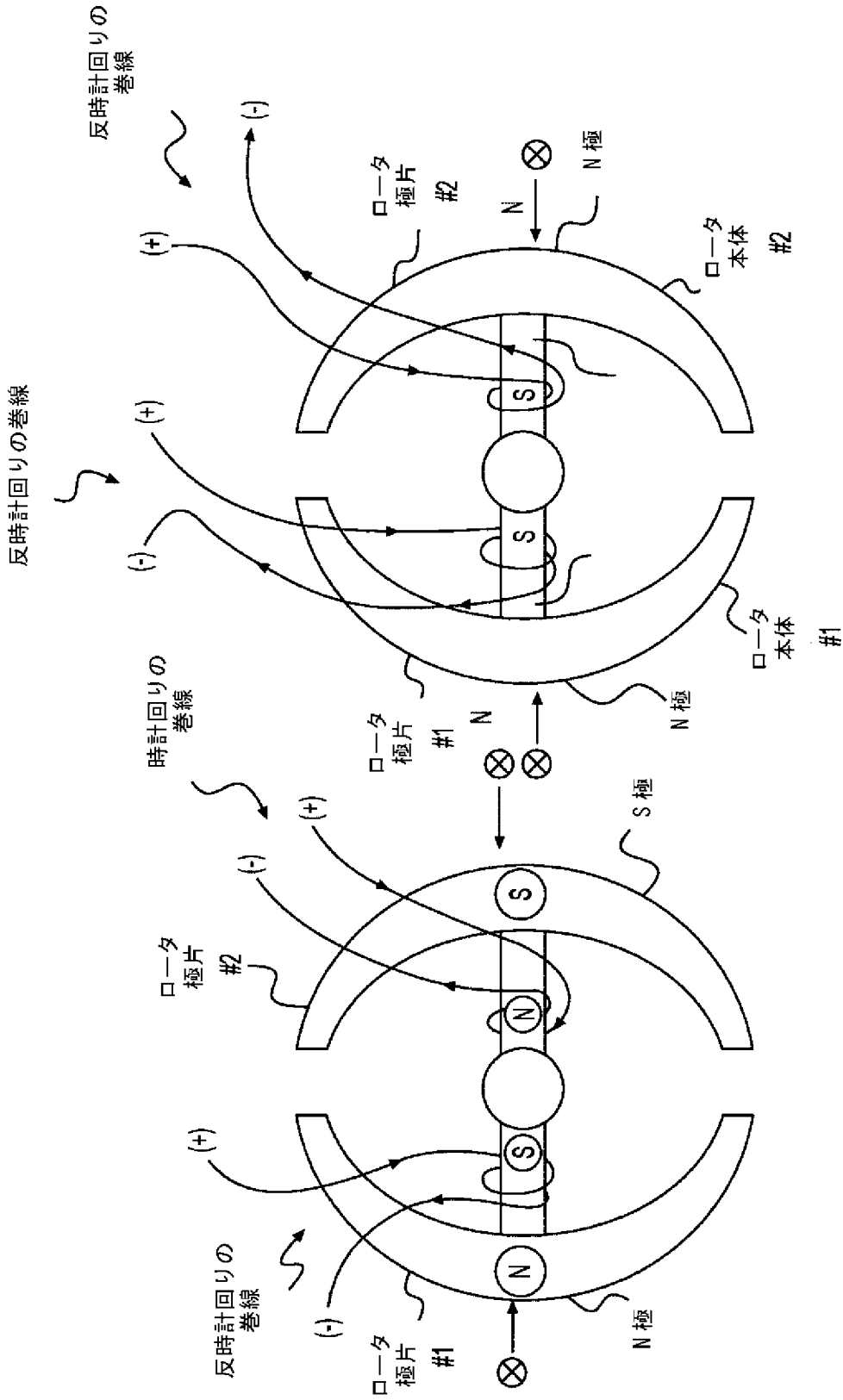


図46

10

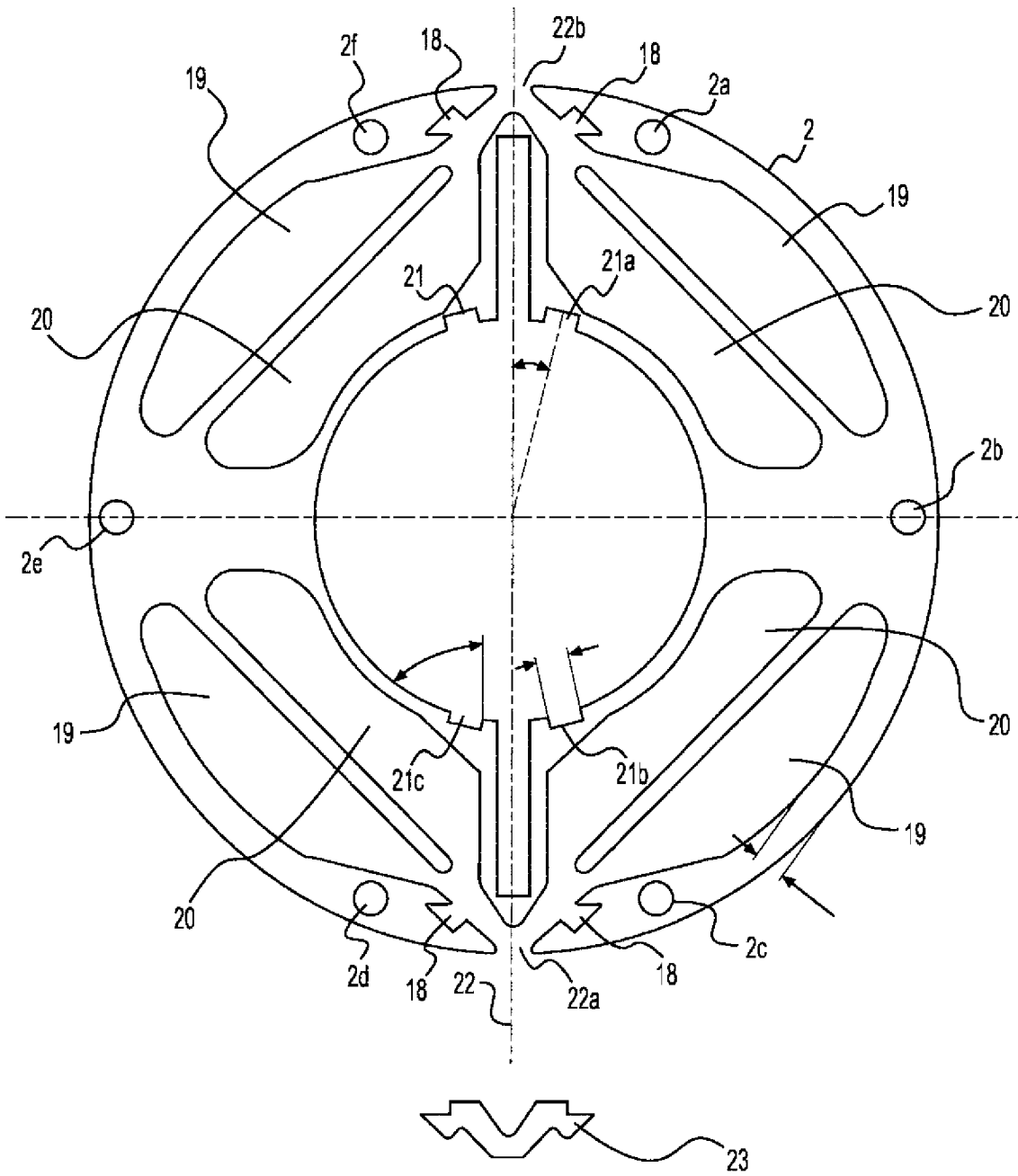
20

30

40

50

【図47】



10

20

30

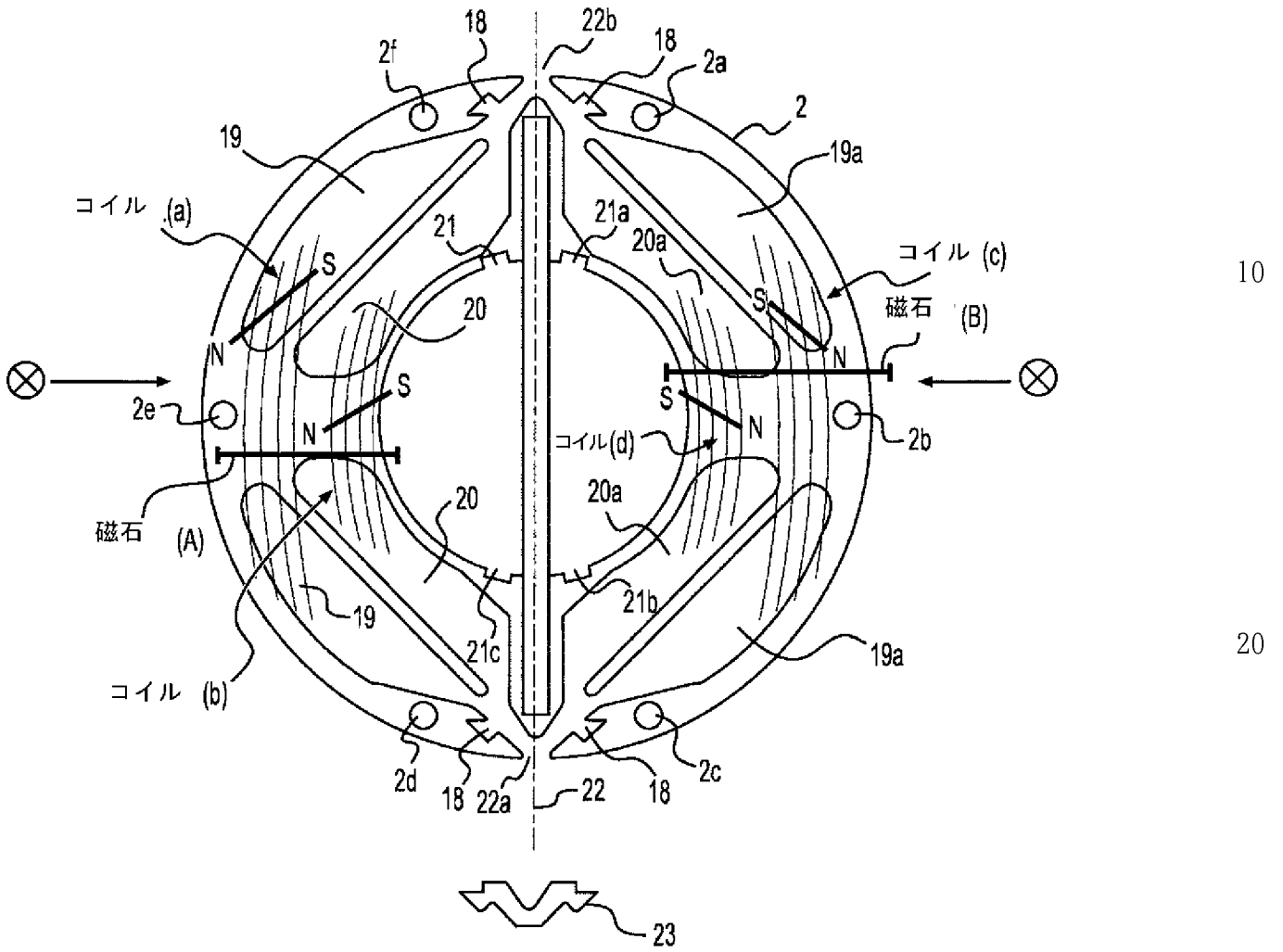
40

50

図47



【図48】



10

20

30

40

50

図48



【図50】

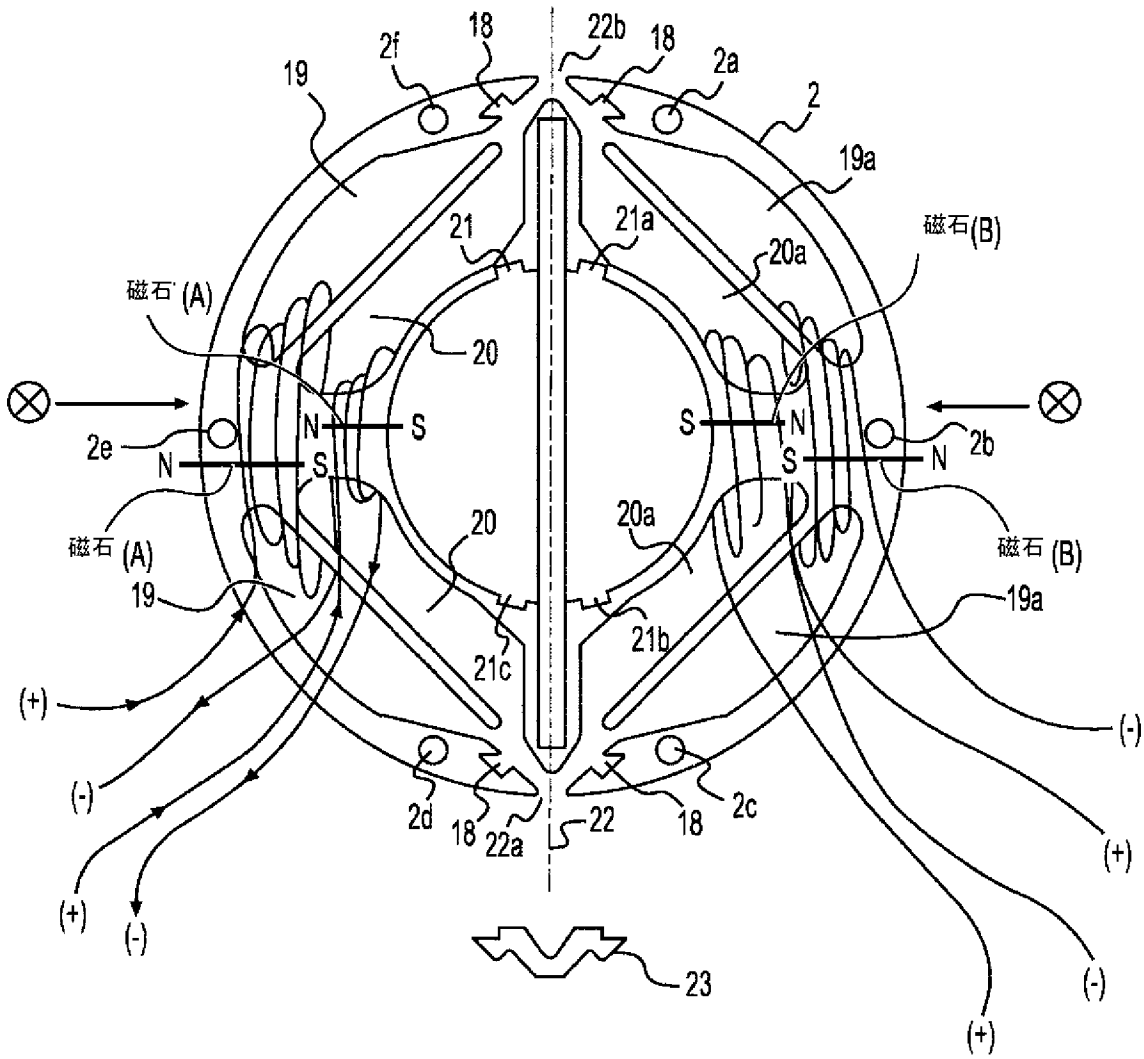


図50

10

20

30

40

50



【図52】

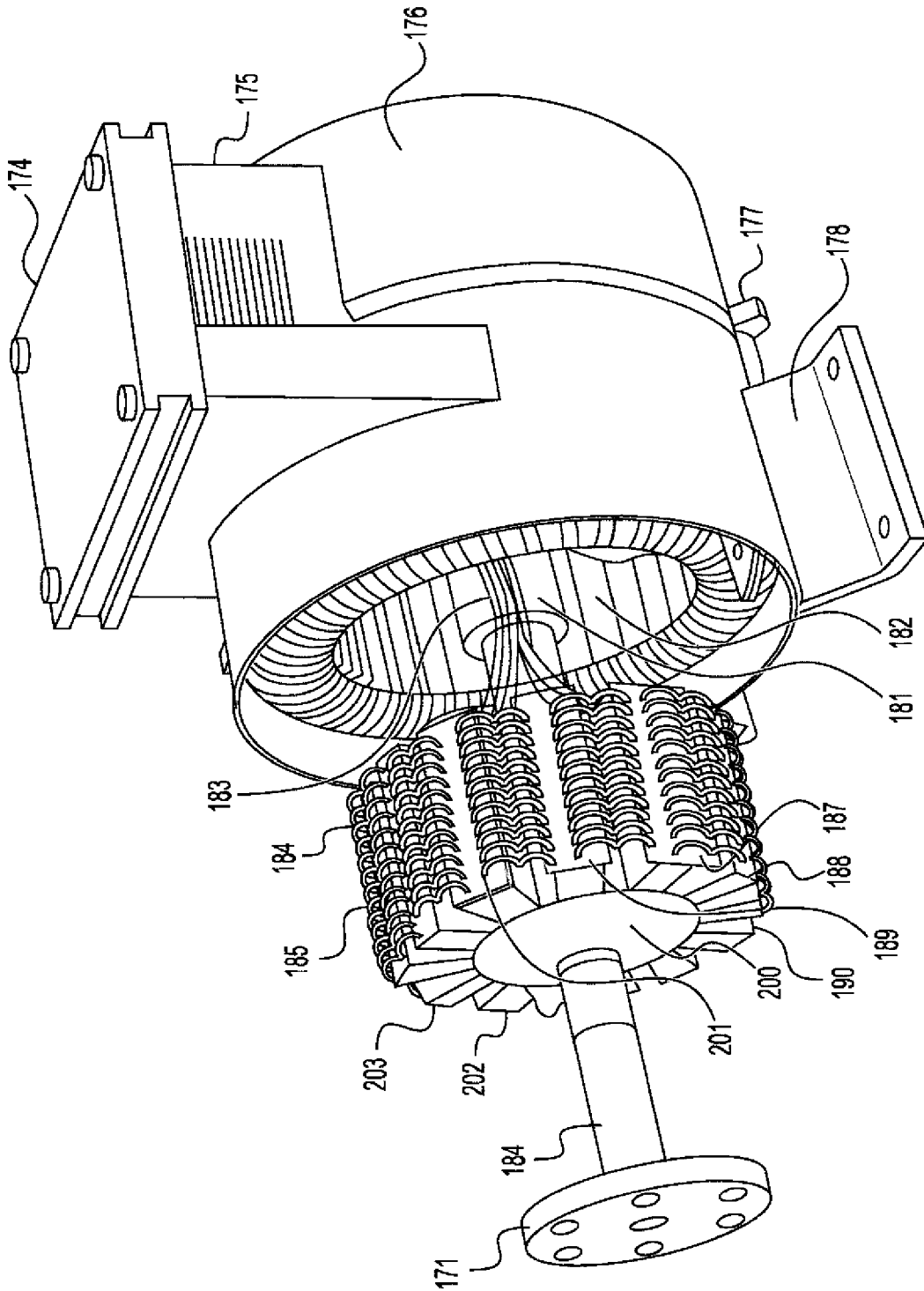


図52

10

20

30

40

50

【図53】

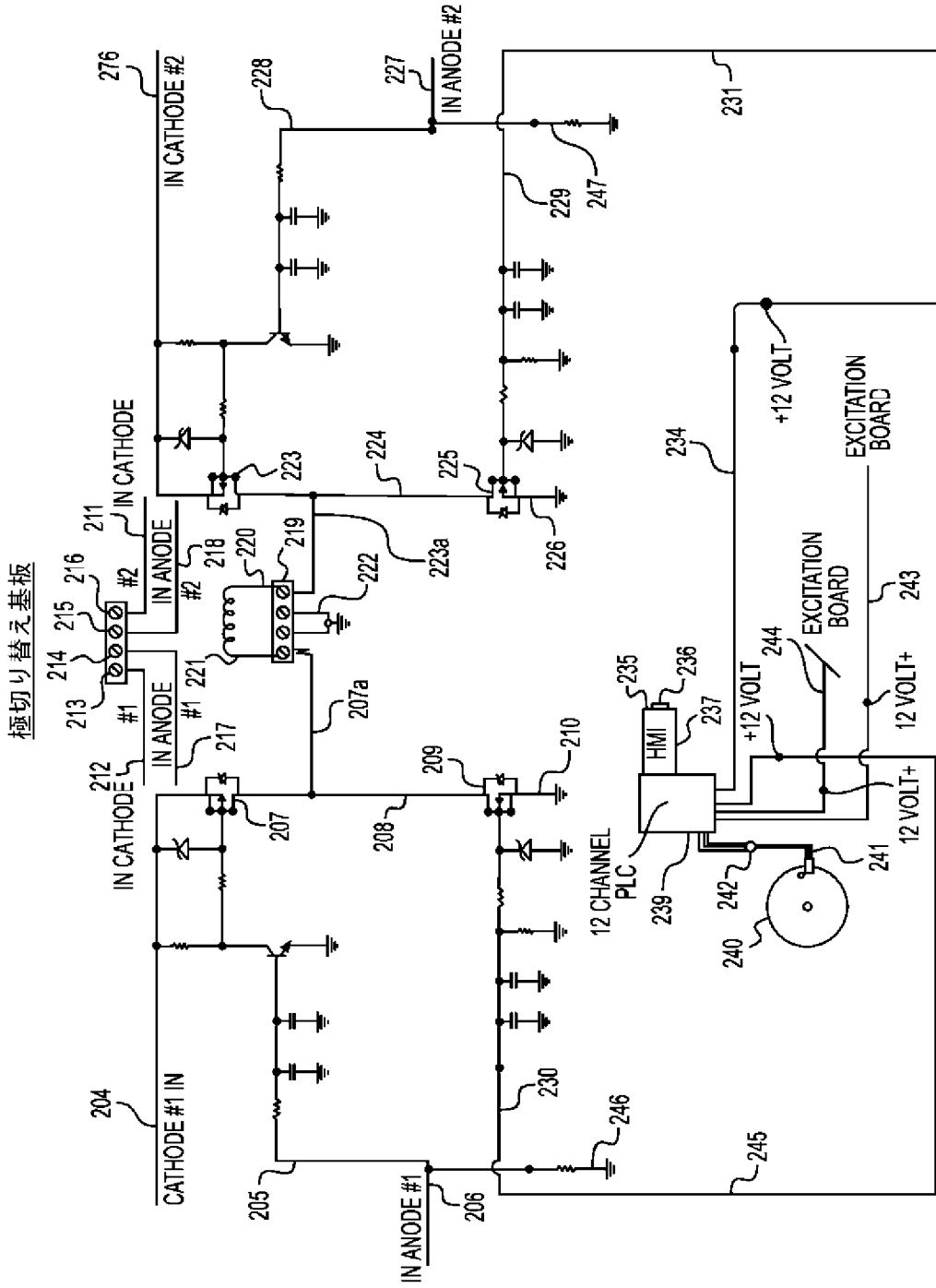


図53

CATHODE: カソード ANODE: アノード VOLT: ボルト EXCITATION BOARD: 励磁基板 CHANNEL: チャネル

10

20

30

40

50

【図54】

励磁基板

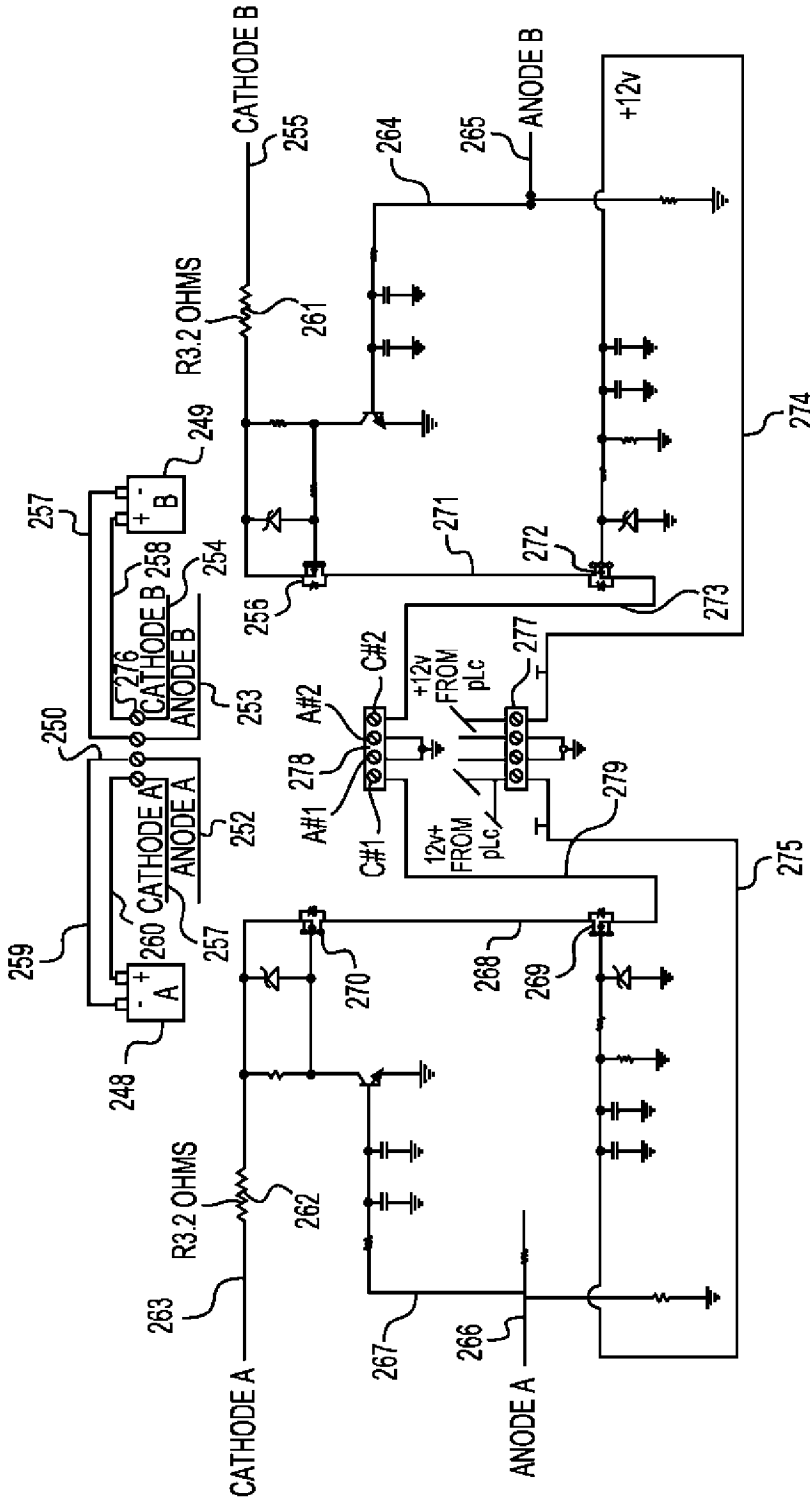


図54

CATHODE: カソード ANODE: アノード OHMS: オーム +12V FROM PLC: PLCから+12V

10

20

30

40

50

【図 5 5】

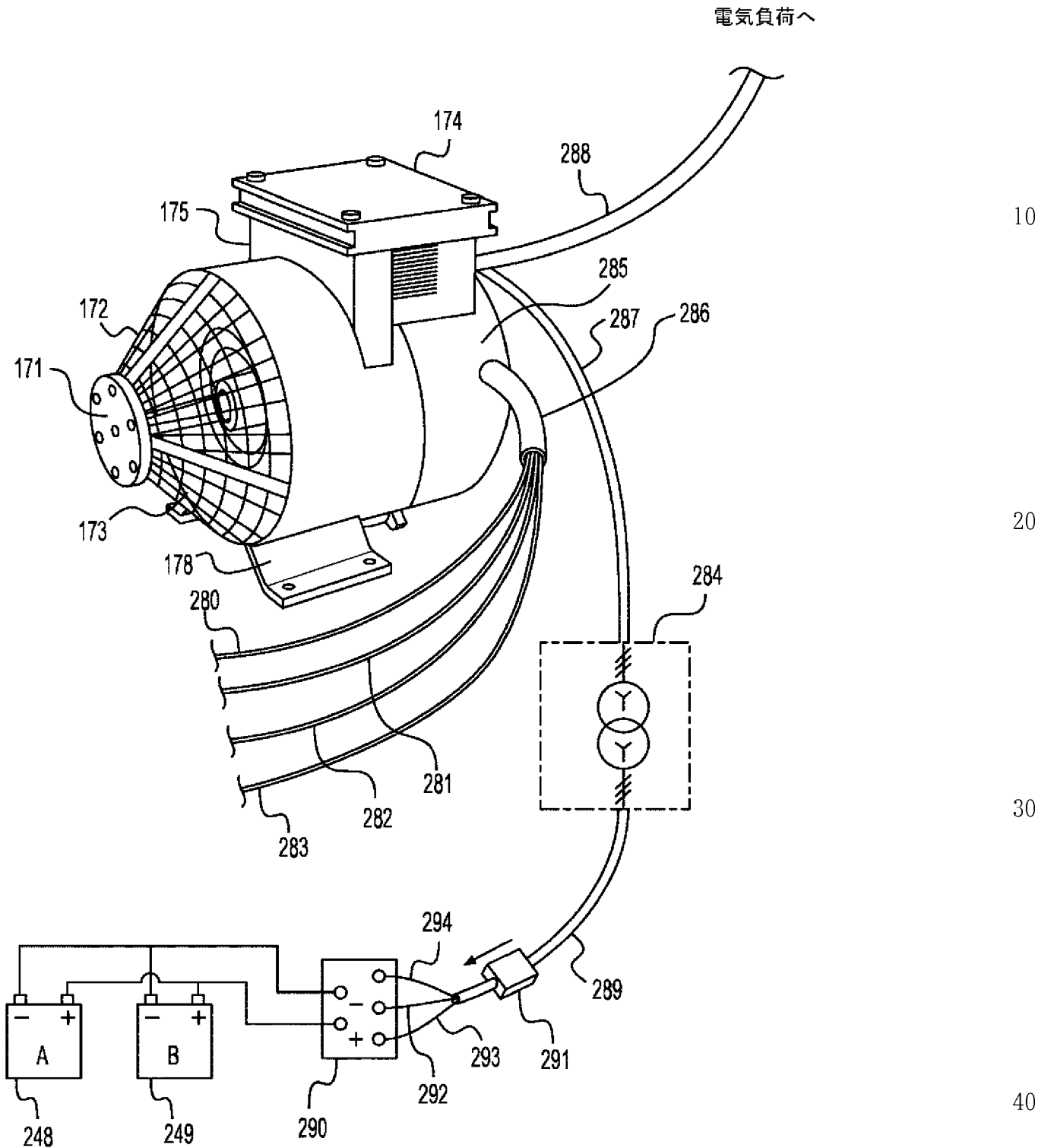


図 5 5

【手続補正書】

【提出日】 令和5年11月21日(2023.11.21)

【手続補正 1】

【補正対象書類名】 特許請求の範囲



【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項1】

支持構造の周りに配置された複数の突出極部分品であって、前記各突出極部分品の第1の端部が前記支持構造に取り付けられており、そして各突出極部分品の第2の端部が、支持構造から外方に遠ざかる方向を指す突出極部分品と；

前記各突出極部分品の周りに巻回されたワイヤとを含む、ソリッドステート電磁気ロータであって

前記複数の突出極部分品のワイヤが励磁回路により順次励磁される場合に、前記突出極部分品が励磁されて、所望のとおり明確に異なる磁極の形態で移動する偏極磁場を提供して発電を達成するロータ。

10

20

30

40

50

## 【外国語明細書】

WO 2018/065635

PCT/EP2017/079687

**Solid State Multi-Pole and Uni-Pole Electric Generator Rotor for AC/DC Electric  
Generators**

**FIELD OF INVENTION**

Systems and methods for generation of alternating current (AC) or direct current (DC) with reduced electromagnetic drag, commonly referred to as reverse torque, thereby improving the operating efficiency of a generator.

10

**BACKGROUND**

Rapid depletion of the Earth's fossil fuel sources along with environmental pollution of land, air, and water with simultaneous climate change makes obvious the clear and urgent need for alternative energy supplies which are efficient, requiring no fossil fuels and are non-polluting.

A significant contribution to safely resolving the Earth's population's demand for increasing energy consumption is to increase the efficiency of electrical power generation by removing reverse torque from a rotary electric power generator. Removal of reverse torque from rotary generators associated with converting mechanical energy into electrical power can provide an opportunity for an electrically powered, highly efficient power generation plant. Removal of the reverse torque allows an AC or DC generator to operate with a 4% to potentially 500% increase in efficiency, thereby driving the generator of a power generation plant with a smaller electric motor.

20

The World's first known electrical generator was Faraday's disk dynamo. Michael Faraday discovered the operating principle of electromagnetic generators in the years 1831 – 1889. His observations were later reduced into a principle called Faraday's Law written by James Clerk Maxwell. The Law simply states that an electromagnetic force is generated in an electrical conductor that encircles a varying magnetic flux. Faraday built the first magnetic rotary induction generator called a Faraday Disc. This first machine was a type of homo-polar generator, using a copper disc rotating between the poles of a horseshoe magnet. This generator produced a small DC voltage, but high amperage. The Faraday dynamo or uni-pole (or uni-polar) generator, however, did not lend itself well to practical commercial development because of the nature of its output, i.e., very low DC voltage at extremely high current. The Faraday generator does lend itself well, however, to the study of the mechanisms of reverse torque in electrical induction machines.

30

Conventional generators in use today require by common definition, 1 horsepower (HP) of kinetic energy input to generate 746 watts (W) of electrical energy. This relationship

40

50

WO 2018/065635

PCT/EP2017/079687

of mechanical horsepower to electrical watts involves derived units of power which have evolved from observations and measurements on physical and electrical machines (as well as horses).

The term "watt" was named after James Watt, a Scottish scientist, for his work on improving the steam engine and quantifying the power of the steam engine. The unit "watt" was recognized by the Second Congress of the British Association for the Advancement of Science in 1882, concurrent with the start of commercial power production. The dynamo was the first electrical generator capable of delivering power to industry and is still an important generator in use even to this day. The dynamo uses a particular machine design and electromagnetic principles to convert mechanical rotation of magnetic poles into an alternating electric current. The first commercial power plants, which were operated in Paris in the 1870's, were designed by Zenobe Gramme. The use of electric generators made it desirable to establish a common unit for electrical power in order to standardize this newly evolving energy source. The watt is a derived unit of power (i.e., an algebraic combination of base units). The watt is now an approved unit of the International System of Units (SI).

As defined, 1 watt is the rate at which work is done when an object's velocity is held constant at 1 meter per second against a constant opposing force of 1 Newton.

$$W = J/S = N.M / S = Kg.M^2 / S^3$$

$$J = Joule \quad M = Meter \quad N = Newton \quad Kg = Kilogram$$

Joule = Work done when a force of 1 Newton is displaced through a distance of 1 Meter

$$1 \text{ Joule} = 1 \text{ watt-second}, 10^7 \text{ ergs} = 0.2390 \text{ calories or } 0.738 \text{ foot-pound (ft-lb)}.$$

Therefore, if one mechanical horsepower is equal to 550 ft-lb per second (or 33,000 ft-lb per minute), then by definition of the watt being 0.738 ft-lb per second, 1 HP = 550 ft-lb per second / 0.738 ft-lb per second = 745.257 W, and by definition, the electrical watt is the rate at which work is done when 1 ampere (A) of current flows through an electric potential difference of 1 volt (V):

$$W = V \times A$$

745.257 watts = 27,299 V  $\times$  27,299 A or any combination of amps and volts in which the product is equal to 745.257 watts. Therefore, by definition and derivation, 1 HP = 746 watts.

The original work on which these units hinge was performed by James Watt who introduced the term "horsepower" when he wanted to explain how powerful his steam engines were compared to horses. After some tests (not with engines, rather with horses), he

WO 2018/065635

PCT/EP2017/079687

established that, on average, the horses being used could pull coal up a mine shaft at the rate of 22,000 ft-lb per minute. For whatever reason, he decided to raise this number by 50% and arrived at a number which is commonly accepted as 33,000 ft-lb per minute. So, if an engine or any rotary machine can push 33,000 lbs. of something 1 foot in 1 minute, the machine is considered a 1 HP engine.

10

As noted above, a conventional generator requires, by definition, 1 HP to generate 746 watts plus enough additional horsepower to turn the physical mechanisms of the rotor at proper speed to maintain the desired frequency. The horsepower required to spin the mechanism is usually about 0.2 HP in a conventional generator to generate 746 watts for a total 1.2 HP needed to generate the 746 watts, although only 0.2 HP of that energy is used to actually generate the electrical power. The remaining 1 HP, which is equal to 746 watts, is required to overcome the reverse torque or so-called "back electromotive force" (back EMF).

The back EMF or reverse torque of rotary generators in use today can best be described by reference to "Lenz's Law." It, in summary, states that when an EMF is generated by a change in magnetic flux, according to Faraday's Law, the polarity of the induced EMF is such that it produces a current whose magnetic field opposes the magnetic flux which produces it. The induced magnetic field inside any loop of wire acts to keep the magnetic flux in the loop constant. If the magnetic field B is increasing, the induced magnetic field acts in equal and opposite direction to it; if it is decreasing, the induced magnetic field acts in the direction of the applied field with equal force. In conventional generators, the rotor is stationed inside the coil loops of the stator and rotates to generate a current in the stator which in turn generates a magnetic field which is equal in force and opposite in polarity to magnetic field B. Thus, reverse torque is a product of the design or design flaw of conventional generators.

20

In the case of the generator of the present disclosure, the rotors do not rotate. Instead, the magnetic poles rotate and, thus, there is no reverse torque or pole to pole magnetic drag between the rotor and the stator. This induced pole in the stator iron is induced by current flow and is not responsible for a current flow, as is evidenced by the fact that the generator can reach full voltage prior to current going to an electrical load.

30

Due to the reverse torque, about 85% more mechanical energy is required to turn the rotor than is required to generate power. However, in the case of the current disclosure, the generator only requires energy to excite the rotor to generate the rotating magnetic poles. Therefore, the systems and methods take the power required and cycles it back to aid in

40

50

WO 2018/065635

PCT/EP2017/079687

driving the generator and the remaining power is usable electric power to be used for whatever purpose is required.

The Lenz losses, as noted above, are related to inductive coupling between the rotor standing poles and the stator induced poles. Concerning efforts to reduce reverse torque, Nikola Tesla published an article entitled "Notes on an Unipolar Dynamo", Nikola Tesla, The Electrical Engineer, N.Y. September 2, 1891. Tesla reported on a modification of the Faraday Dynamo design. Tesla's design varied in two major ways:

1. First, he used a magnet that was bigger in diameter than the disc, so that the magnet completely covered the disc.
2. Second, he divided the disc into sections with spiral curves out from the center of the outside edge.

The Tesla modifications caused the current to make a full trip around the outside edge of the disc. Because the current is flowing in a large circle at the rim of the disc, the magnetic field created does not work against the field magnet. This modification eliminated a significant problem of electric power generation, i.e., the reaction to every action or , as is commonly called, reverse torque or back EMF.

This design change and its effect on reverse torque was accomplished by geometric isolation of the standing pole from the induced pole of the machine. In the case of the present disclosure, the rotor is static, i.e., non-rotating, and, therefore, reverse torque is not an issue. The induced pole is induced by current flow which is generated by the standing pole. The induced pole is not responsible for current flow or power generation in the induced coils. This design change removes Lenz losses produced by the induced stator poles attracting and repelling polar coupling between the stator poles and the rotor poles.

The solid state rotor of the present disclosure is virtually free of reverse torque due to four design changes when compared to conventional electric generators with rotating rotors:

1. The rotor has no moving parts.
2. The rotor does not rotate in the stator cavity.
3. The magnetic poles rotate in proper frequency and sequence to generate the desired electric power output.
4. The rotor can be used to retrofit any conventional generator - single-phase, two-phase, or three-phase.

#### SUMMARY

Consistent with the present disclosure, systems and methods are provided for a generator with reduced reverse torque. Embodiments consistent with the present disclosure

WO 2018/065635

PCT/EP2017/079687

include systems and methods for one or more electric generator rotors, which may be solid state and may be used to convert any conventional rotary generator into efficient power generator. In accordance with some exemplary embodiments, a system is provided for generating power with a reduced reverse torque. For example, a solid-state electromagnetic rotor, consistent with the present disclosure may include a plurality of salient pole pieces arranged around a supporting structure, wherein a first end of each salient pole piece is attached to the support structure and a second end of each salient pole piece points outward away from the supporting structure; and wires are wound around each salient pole piece such that when the wires of the plurality of salient pole pieces are sequentially excited by an excitation circuit, the salient pole pieces are energized to provide a moving polar magnetic field in the form of distinct magnetic poles as desired to accomplish power generation.

10

In accordance with an aspect, a method is disclosed for removing reverse torque from a rotary electric generator that includes replacement of the conventional dipole or multi-pole spinning rotor with a uni-pole, dipole or multi-pole, static solid state rotor insert which creates rotating magnetic poles and generates electric power without rotating the rotor. Since the rotor does not rotate, there is no energy consuming interaction between the magnetic poles formed in the stator iron when the generator is connected to an electric load. Nor does the generator require energy to spin a rotor at the proper frequency.

20

Before explaining certain embodiments of the present disclosure in detail, it is to be understood that the disclosure is not limited to the arrangements of the components set forth in the following description or illustrated in the drawings. The disclosure is capable of embodiments in addition to those described and of being practiced and carried out in various ways. Also, it is to be understood that the phraseology and terminology employed herein, as well as in the abstract, are for the purpose of description and should not be regarded as limiting.

As such, those skilled in the art will appreciate that the conception and features upon which this disclosure is based may readily be utilized as a basis for designing other structures, methods, and systems for carrying out the several purposes of the present disclosure. Furthermore, the claims should be regarded as including such equivalent constructions insofar as they do not depart from the spirit and scope of the present disclosure.

30

#### **BRIEF DESCRIPTION OF THE DRAWINGS**

The accompanying drawings, which are incorporated in and constitute part of this specification, and together with the description, illustrate and serve to explain the principles of various exemplary embodiments. In the drawings:

40

50

WO 2018/065635

PCT/EP2017/079687

**FIG. 1** is a diagram illustrating a cross-sectional end view of an exemplary rotor laminate revealing salient pole irons and mu metal flux return ring, consistent with embodiments of the present disclosure.

**FIG. 2** is a diagram illustrating a cross-sectional end view of an exemplary rotor laminate revealing salient pole irons, mu ( $\mu$ ) metal flux iron and pole iron windings, consistent with embodiments of the present disclosure.

10

**FIG. 3** is a diagram illustrating a cross-sectional end view of an exemplary rotor laminate revealing salient pole irons with angulation in a clockwise fashion and pole iron windings, consistent with embodiments of the present disclosure.

**FIG. 4** is a diagram illustrating an end view of an exemplary solid state rotor revealing 16 wound salient poles as well as a flux return insert, consistent with embodiments of the present disclosure.

**FIG. 5** is a diagram illustrating an end view of an exemplary solid state rotor with pole windings and excitation polarity sequencing circuits demonstrated for all 16 salient poles through a four-pole, 60 Hz cycle- pulse #1, consistent with embodiments of the present disclosure.

20

**FIG. 6** is a diagram illustrating an end view of an exemplary solid state rotor with pole windings and excitation polarity sequencing circuits demonstrated for all 16 salient poles through a four-pole, 60 Hz cycle - pulse #2, consistent with embodiments of the present disclosure.

**FIG. 7** is a diagram illustrating an end view of an exemplary solid state rotor with pole windings and excitation polarity sequencing circuits demonstrated for all 16 salient poles through a four-pole, 60 Hz cycle- pulse #3, consistent with embodiments of the present disclosure.

**FIG. 8** is a diagram illustrating an end view of an exemplary solid state rotor with pole windings and excitation polarity sequencing circuits demonstrated for all 16 salient poles through a four-pole, 60 Hz cycle- pulse #4, consistent with embodiments of the present disclosure.

30

**FIG. 9** is a diagram illustrating an end view of an exemplary solid state rotor with pole windings and excitation polarity sequencing circuits demonstrated for all 16 salient poles through a four-pole, 60 Hz cycle- pulse #5, consistent with embodiments of the present disclosure.

**FIG. 10** is a diagram illustrating an end view of an exemplary solid state rotor with pole windings and excitation polarity sequencing circuits demonstrated for all 16 salient poles

40

50

WO 2018/065635

PCT/EP2017/079687

through a four-pole, 60 Hz cycle- pulse #6, consistent with embodiments of the present disclosure.

**FIG. 11** is a diagram illustrating an end view of an exemplary solid state rotor with pole windings and excitation polarity sequencing circuits demonstrated for all 16 salient poles through a four-pole, 60 Hz cycle- pulse #7, consistent with embodiments of the present disclosure.

10

**FIG. 12** is a diagram illustrating an end view of an exemplary solid state rotor with pole windings and excitation polarity sequencing circuits demonstrated for all 16 salient poles through a four-pole, 60 Hz cycle- pulse #8, consistent with embodiments of the present disclosure.

**FIG. 13** is a diagram illustrating an end view of an exemplary solid state rotor with pole windings and excitation polarity sequencing circuits demonstrated for all 16 salient poles through a four-pole, 60 Hz cycle- pulse #9, consistent with embodiments of the present disclosure.

**FIG. 14** is a diagram illustrating an end view of an exemplary solid state rotor with pole windings and excitation polarity sequencing circuits demonstrated for all 16 salient poles through a four-pole, 60 Hz cycle- pulse #10, consistent with embodiments of the present disclosure.

20

**FIG. 15** is a diagram illustrating an end view of an exemplary solid state rotor with pole windings and excitation polarity sequencing circuits demonstrated for all 16 salient poles through a four-pole, 60 Hz cycle - pulse #11, consistent with embodiments of the present disclosure.

**FIG. 16** is a diagram illustrating an end view of an exemplary solid state rotor with pole windings and excitation polarity sequencing circuits demonstrated for all 16 salient poles through a four-pole, 60 Hz cycle- pulse #12, consistent with embodiments of the present disclosure.

30

**FIG. 17** is a diagram illustrating an end view of an exemplary solid state rotor with pole windings and excitation polarity sequencing circuits demonstrated for all 16 salient poles through a four-pole, 60 Hz cycle- pulse #13, consistent with embodiments of the present disclosure.

**FIG. 18** is a diagram illustrating an end view of an exemplary solid state rotor with pole windings and excitation polarity sequencing circuits demonstrated for all 16 salient poles through a four-pole, 60 Hz -cycle- pulse #14, consistent with embodiments of the present disclosure.

40

50



WO 2018/065635

PCT/EP2017/079687

**FIG. 19** is a diagram illustrating an end view of an exemplary solid state rotor with pole windings and excitation polarity sequencing circuits demonstrated for all 16 salient poles through a four-pole, 60 Hz cycle- pulse #15, consistent with embodiments of the present disclosure.

**FIG. 20** is a diagram illustrating an end view of an exemplary solid state rotor with pole windings and excitation polarity sequencing circuits demonstrated for all 16 salient poles through a four-pole, 60 Hz cycle- pulse #16, consistent with embodiments of the present disclosure.

10

**FIG. 21** is a diagram illustrating an end view of an exemplary solid state rotor with pole windings and excitation polarity sequencing circuits demonstrated for all 16 salient poles through a four-pole, 60 Hz cycle- pulse #1, consistent with embodiments of the present disclosure.

**FIG. 22** is a diagram which depicts an exemplary two-pole rotor along with necessary excitation circuit, consistent with embodiments of the present disclosure.

**FIG. 23** is a diagram which depicts an exemplary four-pole rotor along with necessary excitation circuit, consistent with embodiments of the present disclosure.

20

**FIG. 24** is a diagram which depicts an exemplary north pole of an alternating single-pole rotor along with the necessary excitation circuit, consistent with embodiments of the present disclosure.

**FIG. 25** is a diagram which depicts an exemplary south pole of an alternating single-pole rotor along with the necessary excitation circuit, consistent with embodiments of the present disclosure.

**FIG. 26** is a diagram illustrating an end view of an exemplary solid state four-pole rotor with pole windings and excitation polarity sequencing circuits demonstrated for all 16 salient poles through a four-pole 60 Hz cycle demonstrating pulse #1 with depiction of a magnetic flux field, consistent with embodiments of the present disclosure.

30

**FIG. 27** is a diagram illustrating a magnetic flux field from the end view of an exemplary solid state four-pole rotor with pole windings and excitation polarity sequencing in which a first two poles in each group fired in sequence with depiction of the magnetic flux field, consistent with embodiments of the present disclosure.

**FIG. 28** is a diagram illustrating a magnetic flux field from the end view of an exemplary solid state four-pole rotor with pole windings and excitation polarity sequencing in which the flux field is demonstrated in a first three poles which are being fired in sequence, consistent with embodiments of the present disclosure.

40

50

WO 2018/065635

PCT/EP2017/079687

**FIG. 29** is a diagram illustrating a magnetic flux field from the end view of an exemplary solid state four-pole rotor with pole windings and excitation polarity sequencing, consistent with embodiments of the present disclosure.

**FIG. 30** is a diagram illustrating a magnetic flux field from the end view of an exemplary solid state four-pole rotor with pole windings and excitation polarity sequencing in which excitation sequencing progresses clockwise, consistent with embodiments of the present disclosure.

10

**FIG. 31** is a diagram illustrating a magnetic flux field from the end view of an exemplary solid state four-pole rotor with pole windings and excitation polarity sequencing along with a flux field rotating clockwise, consistent with embodiments of the present disclosure.

**FIG. 32** is a diagram illustrating an exemplary two-pole stator and rotor, consistent with embodiments of the present disclosure.

**FIG. 33** is a diagram illustrating an exemplary four-pole stator and rotor, consistent with embodiments of the present disclosure.

**FIG. 34** is a diagram illustrating an exemplary four-pole rotor situated in a 3-phase stator which depicts a 3-phase winding, consistent with embodiments of the present disclosure.

20

**FIG. 35** is a diagram illustrating an exemplary stator with 3-phase winding with a "high-wye" hookup, consistent with embodiments of the present disclosure.

**FIG. 36** is a diagram illustrating an exemplary graphic hookup of a 3-phase winding in a "high-wye" configuration, consistent with embodiments of the present disclosure.

**FIG. 37** is a diagram illustrating an exemplary oscilloscope tracing of a current flow in 3-phase legs of a generator with a "high-wye" hookup that covers the entire 360° of rotation, consistent with embodiments of the present disclosure.

**FIG. 38** is a diagram illustrating a cross-section of an exemplary stator containing uni-pole rotors without stator coils, consistent with embodiments of the present disclosure.

30

**FIG. 39** is a diagram illustrating a cross-section of an exemplary stator containing uni-pole rotors with 1/3rd of stator coils in place, consistent with embodiments of the present disclosure.

**FIG. 40** is a diagram illustrating a cross-section of an exemplary stator containing uni-pole rotors with all of stator coils in place, consistent with embodiments of the present disclosure.

40

50

WO 2018/065635

PCT/EP2017/079687

**FIG. 41** is a diagram illustrating a cross-section of an exemplary stator containing rotors without stator coils being depicted, consistent with embodiments of the present disclosure.

**FIG. 42** is a diagram illustrating a cross-section of an exemplary stator containing rotors with a depiction of the routing of one of a these coils in the stator, consistent with embodiments of the present disclosure.

**FIG. 43** is a diagram illustrating a conventional commercial generator which can be retrofitted with a rotor, consistent with embodiments of the present disclosure.

**FIG. 44** is a diagram illustrating a conventional generator in use today which can be retrofitted with a rotor, consistent with embodiments of the present disclosure.

**FIG. 45** is a diagram illustrating a lateral view of an exemplary rotor unit revealing skewed rotor slots, slip rings, bearing rest and windings, consistent with embodiments of the present disclosure.

**FIG. 46** is a diagram illustrating an effect of excitation polarity of 180° separation between exemplary magnetic poles on an exemplary external magnetic flux field which is emanated, consistent with embodiments of the present disclosure.

**FIG. 47** is a diagram illustrating a cross-sectional view of an exemplary rotor laminate and an exemplary slot wedge of a uni-pole (or uni-polar) skewed slot rotor, consistent with embodiments of the present disclosure.

**FIG. 48** is a diagram illustrating an internal polarity in an exemplary rotor laminate for an exemplary functional uni-pole rotor, either mechanical or solid state, north-pole uni-pole rotor, consistent with embodiments of the present disclosure.

**FIG. 49** is a diagram illustrating an internal polarity in an exemplary rotor laminate for an exemplary functional uni-pole rotor, either mechanical or solid state, south-pole uni-pole rotor, consistent with embodiments of the present disclosure.

**FIG. 50** is a diagram illustrating exemplary internal windings and an magnetic polarity for an exemplary functioning uni-pole rotor, either a functioning mechanical or solid state uni-pole north-pole, consistent with embodiments of the present disclosure.

**FIG. 51** is a diagram illustrating an exemplary internal winding and an magnetic polarity for an exemplary functioning uni-pole rotor, either a functioning mechanical or solid state uni-pole south-pole, consistent with embodiments of the present disclosure.

**FIG. 52** is a diagram illustrating an exemplary conventional 3-phase stator with a solid state rotor poised to be slip fit inside, consistent with embodiments of the present disclosure.

WO 2018/065635

PCT/EP2017/079687

**FIG. 53** is an exemplary circuit diagram showing a programmable logic center (PLC) circuit and pole switching circuits, consistent with embodiments of the present disclosure.

**FIG. 54** is an exemplary circuit diagram showing circuits used in a rotor excitation system and an interaction with a PLC and pole switching circuits, consistent with embodiments of the present disclosure.

**FIG. 55** is an exemplary solid state generator connected to rotor excitation circuits along with a power cable to an electrical load and regenerative circuits to a battery rectifier interface, consistent with embodiments of the present disclosure.

10

#### DETAILED DESCRIPTION

Embodiments herein include systems and methods. At least some disclosed methods may be executed, for example, by at least one processor that receives instructions from a non-transitory computer-readable storage medium. Similarly, systems consistent with the present disclosure may include at least one processor and memory, and the memory may be a non-transitory computer-readable storage medium. As used herein, a non-transitory computer-readable storage medium refers to any type of physical memory on which information or data readable by at least one processor may be stored. Examples include random access memory (RAM), read-only memory (ROM), volatile memory, nonvolatile memory, hard drives, CD ROMs, DVDs, flash drives, disks, and any other known physical storage medium. Singular terms, such as "memory" and "computer-readable storage medium," may additionally refer to multiple structures, such a plurality of memories and/or computer-readable storage mediums. As referred to herein, a "memory" may comprise any type of computer-readable storage medium unless otherwise specified. A computer-readable storage medium may store instructions for execution by at least one processor, including instructions for causing the processor to perform steps or stages consistent with an embodiment herein. Additionally, one or more computer-readable storage mediums may be utilized in implementing a computer-implemented method. The term "computer-readable storage medium" should be understood to include tangible items and exclude carrier waves and transient signals.

20

30

Embodiments of the present disclosure provide numerous advantages over prior systems and methods. For example, various exemplary embodiments are discussed and described herein involving aspects of an electric machine, such as a generator that produces power with high efficiency and very low electromagnetic drag. The relevance of elimination of the drag to its uses and applications along with the use of superconductor coils is presented and discussed. For example, embodiments of the present disclosure provide systems and

40

50

WO 2018/065635

PCT/EP2017/079687

methods for a generator design virtually free of reverse torque due to four design changes when compared to a conventional electric rotary generator. These design features, including Geometric Isolation, Singular Stator Winding Pattern, Shielding and Unique Rotor Design are explained next.

Geometric Isolation: Each stator armature induction coil may be located in two separate rotor cavities, such that only one side of a stator coil is in close proximity to a first magnetized rotor, while the opposite side of the coil is in close proximity to a second magnetized rotor. Both rotors are outside of a closed induction loop. Reverse torque of a conventional generator may be formed when a single rotor excites both sides of a stator coil, one being at least one north pole and the other at least one south pole. Based on Lenz's Law, there is an induced current in a closed loop if the magnetic flux through the loop is changing. The direction of the induced current is such that the induced magnetic field opposes a change in flux. In the case of the present disclosure, the magnetic field of the rotor is geometrically removed and isolated from a magnetic axis or center line of a stator magnetic pole. Therefore, reverse torque does not occur to any significant extent due to this geometric separation of the would-be opposing magnetic poles.

Singular Stator Winding Pattern: A stator armature may be wound with lapping coils in wire slots such that a direction of current flow in the lapping coils is identical in all slots of an individual rotor cavity. However, as the coils exit stator induction slots, the coils are physically wound in opposite directions thereby creating opposite magnetic polarities and effectively canceling available magnetic polarity which may otherwise form a small amount of effective reverse torque.

Shielding: A stator armature iron also contains a series of mu metal shields between wire slots, which allow flux linkage between narrow segments of side iron and back iron and a uni-pole rotor flux such that an armature coil inductive power generation may be attained. However, no significant reverse torque is developed.

Unique Rotor Design: A modified salient pole rotor may be a singular alternating uni-pole (function as single-pole) rotor. The design of the modified salient pole rotor allows north magnetic pole flux for 360° of rotation followed by south magnetic pole flux for 360° of rotation. This rotor design does not exhibit a detectable magnetic center pole or center line which could tend to line up on small magnetic poles of a stator and thereby develop some counter torque. Rotor magnetic coils are excited through slip rings by a solid state DC power excitation system which allows alternation between north magnetic pole and south magnetic pole for a full 360° of rotor surface. The frequency may be controlled by a separate small

WO 2018/065635

PCT/EP2017/079687

motorized sensor wheel or a solid-state frequency generator and programmable logic center, which may be regulated to any desired frequency through a master computer control regardless of the speed of generator rotors.

The solid state static rotor disclosed herein allows the generator rotors to be operated in any embodiment or design of generator stator. It allows the magnetic poles of the rotor to be rotated at any speed without consideration of power output frequency. The frequency can be controlled by an excitation circuit rather than by the speed of the rotors. This design allows flexibility in power output by increasing and decreasing the speed of the rotor field without altering the frequency. For example, a generator operated at 3,000 rpm's can double the power output by increasing the operating speed of the rotor magnetic poles up to 6,000 rpm's or more. Also by decreasing the power, the power can be reduced as low as desired by progressively decreasing the speed of the rotor but maintaining the frequency by timed excitation of the rotor coils. If the conductor material with very low resistance to electron flow is employed (a room temperature superconductor, such as graphene coated magnet wire, is used to wind both stator and rotor, an increase in power output can be realized with no change in input power. Alternatively, a generator 1/5<sup>th</sup> or 1/10<sup>th</sup> the size could be built to generate the same power output if using such superconductor coils.

According to some embodiments, these aforementioned design changes in the generator allow an unchanged mechanical energy demand by the generator onto a prime mover regardless of the electrical load across the stator coils of a generator all the way up to its maximum power output capacity. The aforementioned design changes encapsulate a rotor of a solid state system with no moving parts, the rotor does not rotate within a stator cavity, the magnetic poles rotate in proper frequency and sequence so as to generate a desired electrical power output and the solid state rotor may be used to retrofit any conventional generator, single-phase, two-phase or three-phase.

According to some embodiments, the first and second members do not have to be driven in a synchronized manner because the alternating first and second magnetic polarities are synchronized by a solid state PLC excitation system which fires an appropriate lead of the uni-pole magnetic polarity when the PLC receives a signal from a photocell sensor and wheel sensor driven by a drive motor at any desired frequency, for example 60 Hz. A solid state frequency generator may also be used.

According to some embodiments, AC power can be generated when both the first and second members of the slot rotor pairs are provided with appropriate alternating first and second magnetic polarities. DC power may be generated from the same slot rotor pairs when

WO 2018/065635

PCT/EP2017/079687

the first slot rotor of the pair generates only a first polarity and the second slot rotor generates only a second polarity. This allows for changing the generator from AC power to DC power and/or back to AC power by changing a direction and duration of the excitation currents in the appropriate pole, which may be accomplished in a programming change in the excitation PLC which may be "slaved" to a master computer.

According to an embodiment, each slot rotor member has at least an alternating pair of uni-pole magnetic poles, i.e., alternating the first magnetic polarity with a second magnetic polarity, wherein each slot rotor member is capable of rotating about a longitudinal axis. In this embodiment, the first and second rotors are uni-pole for an entire 360° of circumference of the first and second rotors. The uni-pole circuit excited by a solid state switching system allows all of the rotor windings to be switched in alternating directions, i.e., switch the entire rotor from north pole to south pole and south pole back to north pole. This design change allows a PLC solid state commutator circuit, which controls the excitation circuit to apply excitation current to the first slot rotor member and the second slot rotor member to generate magnetic flux in one of the magnetic poles of a first polarity associated with the slot rotor member 50 times per second (50 Hz) or 60 times per second (60 Hz) regardless of the position of the rotor in the rotational space and to generate the magnetic flux when the associated one of the magnetic poles of the second polarity associated with the second slot rotor member is applied with an excitation current thereby generating a magnetic flux of opposite polarity such that magnetic coupling occurs between the rotor magnetic pole, side iron, back iron and stator slot coils. This embodiment allows a generator rotor to be operated at any speed with the frequency being controlled by an excitation circuit rather than the speed of the rotors.

According to some embodiments, structure of the rotor windings must be altered in order to operate as a functional uni-pole rotor. When a bipolar rotor is excited simultaneously with north pole-north pole or south pole-south pole, internal poles cancel a large portion of external flux. The uni-pole is in actuality two complete dipole electromagnets combined and separated by a mu metal/steel flux return plate, but contained within the single rotor. When a dipole magnet, for example magnet A with coils, for example (a) and (b), is excited, (a) is excited in a south pole direction while (b) is excited in a north pole direction with (a) being on an outer rotor surface with the rotor; simultaneously, a dipole magnet, for example magnet B of the uni-pole with coils, for example, (c) and (d) is excited, (c) is excited in a north pole direction while (d) is excited a north pole direction. This

WO 2018/065635

PCT/EP2017/079687

isolation of magnetic coils A and B from each other allows full north pole flux for 360° of rotor surface and allows alternation with south pole flux for 360° of rotor surface.

Functionality of this rotor design is further improved by a necessary skewing of coil winding slots which are separated 180° from each other. The skew is required to be about 2 cm and skewed in opposite direction from the stator slot skew.

In accordance with embodiments of the present disclosure, a method for reducing drag in an electric generator that includes a change in geometric design and placement of a series of uni-pole either static or rotary rotors in relation to stator coils along with a system of magnetic shielding which results in very minimal interaction of the rotor magnetic fields with inductive magnetic fields of the stator when the generator is connected to an electric load is disclosed. This change in design comprises distributing first numbers of slot rotor pairs along an outer periphery of a first stator section having induction windings accommodated in slots. Second numbers of the slot rotor pairs may be distributed along an outer periphery of a second stator section having induction windings accommodated in slots. The slots of the first stator section and the second stator section may be axially aligned along a length wise and depth wise access. The outer periphery of the second stator section may also correspond to an inner circumference where reference is made to a circular or other suitable shape stator. The inner periphery of the first stator section and the inner periphery of the second stator section may be adjacent to each other. The first members and second members of the slot rotor pairs may include slot uni-pole rotors having at least one pair of wound armature pole sections of an alternating first and second magnetic polarity. The first and second members of the slot rotor pairs may be rotated in a synchronized manner such that a first one of the pole sections of the first member having a first magnetic polarity and a second one of the pole sections of the second member having a second magnetic polarity may be aligned with the slots to provide maximum flux density in the induction windings to induce a current flow therein. In other words, the first and second magnetic polarity may be alternated in sequence such that each rotor operates as an alternating uni-pole rotor, i.e., north pole for 360° of rotor surface, alternated with south pole for 360° of rotor surface. The alternating north pole-south pole for 360° of surface is made possible by a design and winding pattern. The first and second magnetic polarity of slot rotor pairs may be rotated in a magnetically synchronized manner such that the first pole having a first magnetic polarity and a second magnetic polarity of a second pole are located in geometric adjacent corners of the first stator and second stator. Accordingly, a first side of a stator armature coil may be excited with a first magnetic polarity and a second side of the stator armature coil may be excited with a second



WO 2018/065635

PCT/EP2017/079687

magnetic polarity such that maximum flux density may be provided in the induction windings in order to induce a current flow therein.

The first member and the second member of the respective slot rotor pairs may be aligned with aligned slots of the first stator section and the second stator section along respective length wise axis of the first and second members and the slots such that the length wise axis of the first and second members are in normal alignment with the depth wise axis of aligned slots.

According to some embodiments, the first and second members may be magnetically shielded such that flux generated by the first and second members may be directed only into the slots so as to minimize flux leakage and magnetic drag resulting from interaction of the rotor pairs with the stator magnetic fields. The first members and the second members shielding means may be inserted into respective openings provided in the first and second stator sections, for example in a tooth iron between skewed stator slots such that only the tooth iron directly over the area of the slot may be exposed to the magnetic field of the first and second magnetic polarity of the rotors. The respective openings may be arranged in a length wise alignment with the slots, to partially shield the first and second members and can be provided with a longitudinal opening corresponding to a longitudinal opening of the slots in order to provide magnetic communication with the corresponding longitudinal openings of the slots and ultimately to the windings disposed therein. AC power may be generated when the first and second members of the slot rotor pairs are provided with appropriate alternating first and second magnetic polarities. DC power may be generated from the same slot rotor pairs when the first slot rotor pair generates only a first polarity and the second slot rotor pair generates only a second polarity. This allows changing the generator from AC power to DC power by changing the excitation current in appropriate poles, which may be accomplished by programming changes in the excitation PLC controller. According to an embodiment, the first and second members may be shielded such that flux generated when an excitation current supplied to the armatures of the first and second members may be directed substantially toward the slots.

Each slot rotor member may have at least a pair of magnetic poles with one of the pair of magnetic poles having a first magnetic polarity and another of the pair of magnetic poles having a second magnetic polarity. Each slot rotor member is capable of rotating about a longitudinal axis. The slot rotor pairs may be disposed along the slot pairs such that the induction coil winding disposed in the slot pairs are exposed to magnetic flux generated by the slot rotor pairs.

WO 2018/065635

PCT/EP2017/079687

According to one embodiment, the first polarity of slots may include four wire slots and the second polarity of slots may include four wire slots. Each of the first stator section and the second stator section may have a substantially square shape with the wire slots located in corners of the square, where the first stator section and the second stator section are concentric about a longitudinal axis of the dual stator. In this embodiment, geometric isolation from the magneto motive poles in the stator greatly reduces the drag forces between the stator and magnetized rotors. According to one embodiment, the first polarity of slots and the second polarity of slots may contain up to 12 wire slots, but not limited to 12, each without significant increase in drag forces.

10

According to some embodiments, the excitation circuit may include a commutator circuit (either mechanical or solid state) associated with the first and second slot rotor members, the commutator circuit selectively coupling one of the first and second slot rotor members to the excitation current as the appropriate ones are rotated in timing sequence.

In accordance with embodiments of the present disclosure, a method is disclosed for reducing drag in an electric generator, including a change in geometric design and placement of the rotors in relation to stator magnetic poles such that the stator magnetic poles that are created by the flow of load current in the generator are geometrically isolated from the rotor cavities and are shielded by a system of magnetic shielding as well as a winding which provides electromagnetic shielding and canceling of the effective stator magnetic poles secondary to electrical load currents in the stator winding.

20

According to some embodiments, induction coils are bisected by cutting each turn of a coil and placing connectors on the severed ends such that as the coils are placed into the induction wire slots the coil turns may be reconnected. The physical shielding consists of metallic mu metal shielding and electromagnetic shielding around a rotor cavity. Further, shielding is provided by a winding pattern in the rotor cavity portion of a stator. Still further, reduction in magnetic interaction between the rotor magnetic poles and the potential stator magnetic poles may be accomplished by the further uniqueness of the stator winding patterns, which consists of bi-directional current flow in adjacent windings during load current flow which neutralizes inductive magnetic polarity of the stator. This shielding and geometric isolation of the rotors from the potential stator magnetic poles created by the stator induction windings results in very minimal magnetic flux linkage of the rotor magnetic fields with the inductive magnetic fields of the stator when the generator is connected to a full electric load. This design alteration from conventional generators comprises distributing first members of

30

40

50

WO 2018/065635

PCT/EP2017/079687

slot rotor pairs along an outer periphery of a first stator section having induction windings accommodated in slots in an inner periphery of the rotor pair cavities.

According to some embodiments, the slots are multiple axially aligned slots which may be skewed by one stator slot tooth width or slot pitch. The skewing of the slots is utilized to reduce the air gap permeance harmonics caused by the slots as the rotors rotate past the wire slots. Second members of the rotor pairs along an outer periphery of a second stator section may have induction windings accommodated in slots in the inner periphery of the slot rotor pair cavities.

10

According to some embodiments, the slots of the first stator section and the second stator section are axially aligned with a skew by one stator slot tooth width or one slot pitch, along a length-wise and depth-wise access. According to some embodiments, an outer periphery of a second stator section may correspond to an inner circumference, where reference is made to a circular or other similar shaped stator.

According to some embodiments, an inner periphery of the first stator section and an inner periphery of the second stator section may be adjacent to each other. The first members and the second members of the slot rotor pairs may include slot rotors having at least one wound armature alternating pole section which may be excited by a solid state excitation with a gating mechanism which allows the entire rotor pole section of the wound armature to alternate between a first and second magnetic polarity.

20

According to some embodiments, the first and second members of the slot rotor pairs may be rotated in a synchronized manner such that a first magnetic polarity and a second magnetic polarity are aligned with the slots to provide maximum flux density in the induction windings to induce a current flow therein.

According to some embodiments, the first member and the second member of the respective slot rotor pairs may be aligned with the skewed aligned slots of the first stator section and the second stator section along respective length wise axes of the first and second members and the slots such that the length-wise axes of the first and second members are in normal alignment with the depth-wise axes of the aligned slots.

30

According to some embodiments, the first and second members may be magnetically shielded such that the flux generated by the first and second members may be directed into the induction wire slots with minimal interaction among the rotor pairs and/or the stator magnetic field. The first members and the second members shielding is accomplished by two means. First, a mu metal shielding means may be installed at strategic locations to separate the rotor magnetic fields among the rotors and from the stator magnetic fields. Second, the

40

50

WO 2018/065635

PCT/EP2017/079687

rotor cavity and stator induction windings provide a net zero magnetic flux interaction or flux linkage between the magnetic fields of the rotors and the stator.

According to some embodiments, the rotor pair cavity openings in the first and the second stator sections are only sufficient to accommodate the stator coil winding process. After the winding process is complete, the openings may be closed by placement of removable laminated stator sections. This 360° laminated tunnel along with skewing of the stator slots provides equal flux linkage between the magnetized rotors and the stator iron for the entire 360° of rotation. In operating conditions, a magnetic bearing effect may be provided thereby eliminating drag between the magnetized rotor poles and the stator iron due to irregular flux linkage and resultant air gap harmonics.

10

In an embodiment, there are no stator openings. The skewed stator slots are wound by severing the coil turns and placing connectors on the severed ends. When the coil turns are laid into the skewed slots of the stator, the connectors allow the coil turns to be reconnected.

According to some embodiments, the first and second members may be driven in a synchronized manner that includes turning on an excitation current in an armature of the first one of the magnetized uni-poles of the first member having a first magnetic polarity at an instant in time when the first member is driven in a first direction. An excitation current in an armature of the second member having a second magnetic polarity can be similarly turned on. The slot openings in the rotors are skewed in opposite direction to the skew of the stator to eliminate any remaining harmonics in the air gap between the rotors and the stator. AC power can be generated when both the first and second members of the slot rotor pairs are provided with appropriate alternating first and second magnetic polarities. DC power may be generated from the same slot rotor pairs when the first slot rotor of the pairs generates only a first polarity and the second slot rotor pair generates only a second polarity. This allows changing the generator from AC power to DC power by changing sequencing of the excitation currents in appropriate poles, which may be accomplished by a programming change in the excitation PLC controller. According to some embodiments, the induction windings can be connected for AC power, DC power and in single-phase or 3-phase "high-*we*" or "low-*we*"; however, a delta connection is not prohibited.

20

30

According to some embodiments, the frequency of the generated power may be changed by altering the speed of the first and second members of the slot rotor pairs and/or altering the frequency of the excitation to the first and second rotors.

40

50

WO 2018/065635

PCT/EP2017/079687

In accordance with embodiments of the present disclosure, an electromagnetic assembly for an electric generator may be provided that includes a dual stator having a first stator section and a second stator section. Rotor cavities of a first polarity are arranged on an outer periphery of the first stator section. Rotor cavities of a second polarity are arranged on an outer periphery of the second stator section. Again, as noted above, with respect to a closed geometric stator arrangement, the outer periphery of the second stator section can refer to an inner circumference. Respective inner peripheries on the first and second sections are disposed in adjacent relation and can include a back-iron of any desired dimension disposed there between to improve magnetic coupling through the induction wire slots. Each of the first and second polarity rotor cavities are aligned along a length wise axis and may contain induction wire slots which are skewed the distance of a slot pitch or width of a slot tooth, aligned along a length wise and depth wise axis, respectively. Each of the slots has induction coil windings disposed therein. The assembly may further include slot rotor pairs within the rotor cavities. Each slot rotor has an alternating magnetic pole, alternating between  $360^\circ$  of the first pole and  $360^\circ$  of the second pole. Each slot rotor member is capable of rotating about a longitudinal axis. The slot rotor pairs are disposed along the slot pairs such that the induction coil windings disposed in the rotor cavities of the stator may be exposed to magnetic flux generated by the slot rotor pairs. Each slot rotor member may be provided with a magnetic shield placed in appropriate slots separating the rotor cavities from the stator magnetic poles. The shielding may be made from mu metal.

In an embodiment, slots associated with the first polarity are contained in four rotor cavities and slots associated with the second polarity are contained in four separate rotor cavities. Each of the first stator sections and the second stator sections may have a substantially square shape, but not confined to square shape, with the rotor cavities located in the corners of the square, wherein the first stator sections and the second stator sections are concentric about a longitudinal axis of the dual stators. This embodiment affords geometric isolation from the magneto motive poles in the stator, thereby greatly reducing the drag forces between the stator and the magnetized rotors.

According to some embodiments, the first polarity of slots and the second polarity of slots may contain up to 48 wire slots, but not limited to 48. The slots are wired such that the  $360^\circ$  of slots are wound in a counter-clockwise direction and are lapped by  $360^\circ$  of slots wound in a clock-wise direction. Therefore, the induced north pole cancels the induced south pole, thereby electromagnetically isolating the rotor magnetic fields from the induced potential stator magnetic fields.

WO 2018/065635

PCT/EP2017/079687

According to some embodiments, an excitation circuit may be provided to apply an excitation current to the first slot rotor member and the second slot rotor member so as to generate the magnetic flux when one of the magnetic uni-poles of the first polarity associated with the slot rotor member is excited when the associated one of the second polarity is excited. The excitation circuit can further remove the excitation current from the first slot rotor member and the second slot rotor member in order to remove the magnetic flux in an instant.

10

According to some embodiments, the magnetic pole or poles of the first slot rotor member and the second slot rotor member may be supplied with a constant excitation current or may be activated in such a fashion that the entire 360° circumference of the rotor may alternate between first magnetic polarity and second magnetic polarity.

In an embodiment, the first and second rotors are uni-pole, i.e., north-pole alternating with south-pole for the entire 360° circumference of the first and second rotors of the rotor pair. The uni-pole circuit excited by a solid state switching system allows all of the rotor windings to be switched in alternating directions, i.e., switch the entire rotor from north pole to south pole and south pole to north pole. This design allows the program PLC or commutator circuit, which controls the excitation circuit to apply an excitation current to the first slot rotor member and the second slot rotor members so as to generate the magnetic flux in the one of the magnetic poles of the first polarity associated with the slot rotor member, for example 50 times per second (50 Hz) or 60 times per second (60 Hz) regardless of the position of the rotor in rotational space and to generate the magnetic flux when the associated one of the magnetic poles of the second polarity associated with the second slot rotor member is applied with an excitation current thereby generating a magnetic flux of opposite polarity such that magnetic coupling occurs through each slot and the intervening back iron and stator coils. This allows the generator rotors to be operated at any speed with the frequency being controlled by the excitation circuit rather than being controlled by the speed of the rotors.

20

30

In another embodiment, a conventional rotor or armature may be replaced by flat members of high efficiency electric steel and/or graphene laminated high efficiency electrical steel alone and/or laminated with graphene. The armature and stator may be fabricated from laminated material of high magnetic permeability. The two members may be flat and may be in a variety of shapes, for example, square, rectangular, etc. The armature and stator may be manufactured with wire slots in parallel. Preformed or pre-wound coils are placed into the slots and connected in proper fashion. The two parts may be assembled by placing them with wire slots facing each other and wire slots in parallel.

40

50

WO 2018/065635

PCT/EP2017/079687

Reference will now be made in detail to the exemplary embodiments implemented according to the disclosure, the examples of which are illustrated in the accompanying drawing.

**FIG. 1** is a diagram illustrating a cross-sectional end view of an exemplary rotor laminate revealing salient pole irons and mu metal flux return ring, consistent with embodiments of the present disclosure. The rotor body may be made of laser cut disc 20 of, for example 0.34 mm annealed electrical steel which may be stacked on a jig in such a fashion that salient poles 40 are formed. The jig contains shaft 15 which has been slip fit with a mu metal sleeve 41. The rotor body and salient poles may be pressed and retained through bolts in holes 38. The insulated salient pole windings may be then wound around pole pieces 39.

10

**FIG. 2** is a diagram illustrating a cross-sectional end view of an exemplary rotor made of laser cut disc 20 revealing salient poles 39, mu metal flux iron, and pole iron windings consistent with embodiments of the present disclosure. Each salient pole may have two leads which, for example, pole 1 may be excited north pole with leads K and L, and pole 5 may be excited south pole with leads M and N. Retention holes 38 containing retention bolts are shown along with support shaft 15 and mu metal sleeve 41.

20

**FIG. 3** is a diagram illustrating a cross-sectional end view of an exemplary rotor laminate revealing salient pole irons with angulation in a clockwise fashion and pole iron windings consistent with embodiments of the present disclosure. This angle may allow the evolving magnetic field from each pole to emanate at a 45° angle in a clockwise direction and as the field is repelled by the existing like adjoining pole, the flux may rotate parallel to the surface of the rotor in a clockwise direction.

**FIG. 4** is a diagram illustrating a view of an exemplary solid state rotor body 70 revealing 16 wound salient poles as well as a flux return insert, consistent with embodiments of the present disclosure. Rotor 70 is illustrated with stacked and pressed laminates 20, salient poles 39, and mu metal sleeve 41, as the flux return insert, along with support shaft 15.

30

In accordance with embodiments of the present disclosure, a method is disclosed for removing reverse torque from a rotary electric generator that includes replacement of the conventional dipole or spinning rotor with a uni-pole, dipole, or multi-pole static solid state rotor insert which creates rotating magnetic poles and generates electric power. Since the rotor is stationary, there is no energy consuming interaction between the magnetic poles

40

50

WO 2018/065635

PCT/EP2017/079687

formed in a stator iron when the generator is connected to an electric load, nor does the generator require energy to spin a rotor at a proper frequency.

This redesign of the rotor is accomplished by, for example, but not limited to cutting laminates from electrical steel in a desired diameter, for example, 6 inches, but not limited to 6 inches with, for example, 16 salient pole pieces, but not limited to 16 of equal size and distribution. FIGS. 5 - 21 described later illustrate this redesign. The pole pieces may be wound with a desired and appropriate electrical magnet wire. The magnet wire coils may be terminated in two leads which may be connected to an a computer controlled gating system using, for example, a programmable logic center (PLC), allowing switching in an alternate fashion from a first polarity to a second polarity and from the second polarity to the first polarity by use of, for example, a MOSFET gating system in an excitation circuit. In a case of a four-pole rotor described later in FIGS. 23, 26 - 31 and 33-35 for example, the salient poles are wired into four groups of four poles per group, or two groups of eight poles per group, but not limited to two or four groups.

In a case of a 60 Hz power and a four-pole rotor, pole 1 of group #1 is a first polarity and pole 1 of group #2 is a second polarity. Pole 1 of group #3 is a first polarity and pole 1 of group #4 is a second polarity. Pole 1 from each group may be excited by a solid state exciter board channel #1 (CH1). Pole 2 from each group may be excited by a solid state exciter board channel #2 (CH2). Pole 3 from each group may be excited by a solid state exciter board channel #3 (CH3). Pole 4 from each group may be excited by a solid state exciter board channel #4 (CH4). Pole 1 of each group may be excited and, for example, 2.084 milliseconds later, pole 2 may be excited; then again, for example, 2.084 milliseconds later, pole 3 may be excited; then again, for example, 2.084 milliseconds later, pole 4 may be excited; and, for example, 2.084 milliseconds later pole 1 may be excited again, and the cycle repeats.

Pole circuits may be excited with a first polarity DC power current in a first cycle and the second polarity DC power current in a second cycle. The first and second cycles make up one AC cycle every 16.667 milliseconds in the case of a 60 Hz current. Appropriate adjustments may be made for other frequencies, such as 50 Hz. Each pole may be excited for, for example, 4.167 milliseconds with, for example, a 4.167 millisecond collapse time for each magnetic salient pole. The excitation wave progresses clockwise which distorts each pole as it is forming, which pushes the magnetic flux in a progressive clockwise fashion by the repelling flux of the preceding poles. This in effect constantly pushes discrete separated magnetic poles in a clockwise circular fashion at a desired frequency and the poles are



WO 2018/065635

PCT/EP2017/079687

separated, alternate first polarity and second polarity. Accordingly, every complete 16.667 millisecond cycle, the excitation switches from first polarity to second polarity such that the four distinct magnetic poles continue to rotate without physical rotation of the rotor member itself.

In a case of a two pole magnetic rotor described later in **FIGs. 22 and 32**, salient poles may be wired into two groups of eight pole pieces per group. Pole pieces in each group may be connected to a circuit from the exciter system. For example, pole 1 and group #1 is a first polarity, pole 1 of group #2 is a second polarity. Pole 1 for each group may be excited by solid state exciter channel #1. Pole 2 for each group may be excited by solid state exciter board channel #2. Pole 3 for each group may be excited by solid state exciter board channel #3. Pole 4 for each group may be excited by solid state exciter board channel #4. Pole 5 for each group may be excited by solid state exciter board channel #5. Pole 6 for each group may be excited by solid state exciter board channel #6. Pole 7 for each group may be excited by solid state exciter board channel #7. And pole 8 for each group may be excited by solid state exciter board channel #8.

For example, pole 1 of each group may be excited and, for example, 1.042 milliseconds later, pole 2 of each group may be excited. Pole 2 of each group may be excited and, for example, 1.042 milliseconds later, pole 3 of each group may be excited. Pole 3 of each group may be excited and, for example, 1.042 milliseconds later, pole 4 of each group may be excited. Pole 4 of each group may be excited and, for example, 1.042 milliseconds later, pole 5 may be excited. Pole 5 of each group may be excited and, for example, 1.042 milliseconds later, pole 6 may be excited. Pole 6 of each group may be excited and, for example, 1.042 milliseconds later, pole 7 may be excited. Pole 7 of each group may be excited and, for example, 1.042 milliseconds later, pole 8 may be excited. Pole 8 of each group may be excited and, for example, 1.042 milliseconds later pole 1 of each group may be excited, and the cycle repeats.

The excitation polarity changes with each cycle. Therefore, in the case of the four pole unit, the polarity switches two times per each 16.667 milliseconds and with the two pole unit, the polarity of the excitation switches two times per 16.667 milliseconds/cycle for a 60 Hz current.

For example, in a case of a uni-pole magnetic rotor described later in **FIGs. 24, 25 and 38 - 40**, 16 salient poles are wired into four groups of four pole pieces per group. All 16 pole pieces may be excited north pole, for example, for 8.3335 milliseconds; and then all 16 may be excited south pole, for example, for another 8.3335 milliseconds, such that each

WO 2018/065635

PCT/EP2017/079687

complete cycle is of 16.667 milliseconds. Pole pieces in each group may be connected to a circuit from a PLC driven exciter system. Accordingly, pole piece #1 of group #1 may be a first polarity; pole pieces #1 of group 2, 3, and 4 may be a first polarity for one cycle; and then all switch to a second polarity for pole piece #1, 2, 3 and 4. That is, the entire rotor alternates between first polarity for 360° and second polarity for 360°. Alternating polarity may be controlled by, for example, a MOSFET gating system. The speed of the rotating field is not relevant to the generated current frequency. The frequency may be controlled by a computer controlled gating system, for example, for a 50 Hz, a 60 Hz, or any other desired frequency. The speed of rotation of the magnetic field may be controlled by a rate of progression of excitation.

For example, to obtain a rotation rate of the magnetic field at, for example 7,500 rpm, the following sequence applies. Pole piece #1 of each group may be excited and, for example, 0.5 milliseconds later, pole piece #2 may be excited; and, for example, 0.5 milliseconds later, pole piece #3 may be excited; and, for example, 0.5 milliseconds still later, pole piece #4 may be excited and, for example, 0.5 milliseconds later, pole piece #1 may be again excited, and the cycle is repeated until an excitation polarity is switched. Each pole piece may be excited, for example, 0.1 millisecond. The pole circuits may be excited with a first polarity DC current in the first cycle and a second polarity DC current in the second cycle. Number one cycle plus number two cycle make a complete AC cycle.

The structure of rotor laminates and rotor windings must be altered in order to operate as a functional rotating magnetic field. When a conventional bipolar rotor is wired and excited such that both poles of the rotor are either north pole or south pole, i.e., north-north or south-south, the internal poles cancel a large portion of the external magnetic flux. As is discussed below with respect to **FIGs. 46 - 51**, the external flux dropped from 4000 gauss to 100 gauss for a 40-fold deterioration in flux density when the polarity was changed from north-south to north-north or south-south.

In order to correct this deterioration issue, a uni-pole solid state rotor may be constructed such that the poles of a uni-pole rotor which opposes another pole of a uni-pole rotor by 180° is actually wound and constructed as two complete dipole magnets, combined and separated by mu metal-steel flux return structure positioned between the two dipoles. When dipole magnet A side with outer coil (a) and inner coil (b) is excited, (a) may be excited north pole facing out toward the observer and (b) may be excited north pole facing out toward the observer with (a) being wound in the outer rotor slot and (b) being wound in the inner rotor slot. Simultaneously, magnet B side of the uni-pole may be excited with the

WO 2018/065635

PCT/EP2017/079687

outer coils (c) and inner coils (d), where (c) may be excited north pole facing outward toward the observer and (d) may be excited north pole facing outward toward the observer. Isolation of magnets A from B by a mu metal steel flux return apparatus along with the above winding pattern allows full north pole flux of, for example 6,000 gauss on the pole surface of every activated rotor pole and alternating with south pole flux of, for example 6,000 gauss for full 360° of salient pole shoe surface attained by alternation of positive and negative excitation of the leads via a MOSFET gating system.

10

The excitation polarity may be controlled by altering a DC power feed current by the above mentioned PLC. The DC power feed may be controlled by a master PLC which alternates the DC polarity by use of the MOSFET gating system, which alternates the polarity, for example, every 8.3335 milliseconds in the case of a 60 Hz current and, for example every, 10 milliseconds in the case of a 50 Hz current.

The design of the solid state static rotor of the present disclosure allows the generator rotors to be operated in any embodiment or design of a generator stator. The design allows the rotor magnetic poles to be rotated at any speed without consideration of power output frequency. The frequency can be controlled by an excitation circuit rather than by the speed of the rotors.

20

As noted earlier, the redesign of the rotor is accomplished by, for example, cutting laminates from electrical steel in a desired diameter, for example, 6 inches, but not limited to 6 inches, with, for example, 16 salient pole pieces, but not limited to 16, of equal size and distribution. FIGS. 5 - 21 described next illustrate this redesign, where the pole pieces may be wound with a desired and appropriate electrical magnet wire.

FIG. 5 is a diagram illustrating an end view of an exemplary solid state rotor 70 with pole windings and excitation polarity sequencing circuits demonstrated for all 16 salient poles through a four-pole, 60 Hz cycle-pulse #1, which generates the rotating magnetic poles, consistent with embodiments of the present disclosure. Solid state rotor 70 reveals an end laminate 20 and retention bolt holes 33. FIG. 5 is a depiction of a static state rotor with 4 magnetic poles and the excitation scheme of the salient poles associated with each magnetic pole. Salient poles 39 are numbered 1 - 16. The 4 rotor magnetic poles include north pole #1 (labeled N-A), south pole #1 (labeled S-A), north pole #2 (labeled N-B) and south pole #2 (labeled S-B). Each magnetic rotor pole comprises 4 electrically excited wound salient pole pieces. North pole excitation leads K and L, and south pole excitation leads M and N are sequentially excited in the following manner.

30

40

50

WO 2018/065635

PCT/EP2017/079687

In pulse #1 as shown in FIG. 5, the first magnetic pole group (salient poles 1 - 4) is excited in a first polarity and the second magnetic pole group (salient poles 5 - 8) is excited in a second polarity. The third group (salient poles 9-12) is excited in a first polarity and the fourth magnetic pole group (salient poles 13-16) is excited in a second polarity. Salient poles 1, 5, 9, and 13 are excited by a solid state exciter board channel #1 (CH1) and channel #2 (CH2). Salient poles 2, 6, 10, and 14 are excited by a solid state exciter board channel #3 (CH3) and channel #4 (CH4). Salient poles 3, 7, 11, and 15 are excited by a solid state exciter board channel #5 (CH5) and #6 (CH6). Salient poles 4, 8, 12, and 16 are excited by a solid state exciter board channel #7 (CH7) and channel #8 (CH8). Within each group, the salient pole pieces are not excited simultaneously, but sequentially. For example, in the first group (poles 1-4), salient pole 1 is excited in a first polarity and, for example 2.084 milliseconds later, salient pole 2 is excited in a first polarity; for example, 2.084 milliseconds later, salient pole 3 is excited in a first polarity; and, for example, 2.084 milliseconds later, salient pole 4 is excited in a first polarity. After all the poles have been excited in one polarity sequentially, the polarity is switched. For example, after pole 4 is excited in the first polarity for 2.084 milliseconds, salient pole 1 is excited again, this time in a second polarity, and the cycle repeats. In other words, the poles are excited by a first polarity DC in a first half cycle and a second polarity DC in a second half cycle. The first and second half cycles make up one AC cycle every 16.667 milliseconds, in the case of a 60 Hz current. Appropriate adjustments may be made for frequencies other than 60 Hz.

In the case of 60 Hz current, each pole is excited, for example, 4.167 milliseconds with, for example, a 4.167 millisecond relaxation time for each salient pole. The excitation wave progressive clockwise, which distorts each magnetic pole as it is forming with the result being a pushing of the flux in a progressive clockwise fashion parallel to a surface of the rotor as a result of the repelling of the flux from the preceding pole. The effect in the case of FIG. 5 is that four discrete alternating magnetic poles circulate in a clockwise circular fashion at a desired frequency. The poles are separated at an alternating first polarity and second polarity. Every 16.667 millisecond complete cycle involves first polarity and second polarity in 180° of rotation in each half cycle. Two half cycles involve 360° of rotation. The four distinct magnetic poles continue to rotate without physical rotation of the rotor member.

FIG. 6 is a diagram illustrating an end view of an exemplary solid state rotor 70 with pole windings and excitation polarity sequencing circuits demonstrated for all 16 salient poles through a four-pole, 60 Hz cycle - pulse #2, consistent with embodiments of the present disclosure. Rotor 70 reveals an end laminate 20 and retention bolt holes 38. FIG. 6 is a

WO 2018/065635

PCT/EP2017/079687

depiction of a four-pole rotor in a static state view of an excitation cycle of the salient poles which generates the rotating poles. Salient poles 39 are numbered 1-16. In this pulse #2 of a 16 step rotation of the discrete magnetic poles, mu metal ring 41 and shaft 15 are also revealed. The 4 magnetic poles are labeled: north pole #1 is labeled N-A (salient poles 2-5), south pole #1 is labeled S-A (salient poles 6-9), north pole #2 is labeled N-B (salient poles 10-13), and south pole #2 is labeled S-B (salient poles 14-16 and 1). Like FIG. 5, each magnetic rotor pole in FIG. 6 also consists of four electrically excited salient pole pieces wound with a suitable conductor, such as magnet wire. However, these pole groups have rotated clockwise by one pole, compared to their positions in FIG. 5. For example, the first magnetic pole group now includes rotor poles 2-5, the second magnetic pole group now includes rotor poles 6-9, the third magnetic pole group now includes rotor poles 10-13, and the fourth magnetic pole group now includes rotor poles 14-16 and 1. Among these groups, rotor poles with N-A and N-B polarities (i.e., rotor poles 2-5 and 10-13) are excited through the north pole wound magnet wire leads K-L, and rotor poles with S-A and S-B polarities (rotor groups 6-9 and 14-16 and 1) are excited through the south pole wound magnet wire leads M-N, where, K (+), L (-), M (-) and N (+). These excitation leads are sequentially excited similarly as described in connection with FIG. 5, except the polarity groups have shifted by one rotor pole.

FIG. 7 is a diagram illustrating an end view of an exemplary solid state rotor 70 with pole windings and excitation polarity sequencing circuits demonstrated for all 16 salient poles through a four-pole, 60 Hz cycle- pulse #3, consistent with embodiments of the present disclosure. Rotor 70 reveals an end laminate 20 and retention bolt holes 38. FIG. 7 is a depiction of a four-pole rotor in a static state view of an excitation cycle of the salient poles which generates the rotating poles. The salient poles 39 are numbered 1-16. This is pulse #3 of a 16 step rotation of the four discrete magnetic poles. The mu metal ring 41 and shaft 15 are also revealed. The magnetic poles are labeled: North #1 is labeled N-A (salient poles 3-6), south pole #1 is labeled S-A (salient poles 7-10), north pole #2 is labeled N-B (salient poles 11-14), and south pole #2 is labeled S-B (salient poles 15-16 and 1-2). Each magnetic rotor pole group consists of four electrically excited salient pole pieces wound with magnet wire. The north pole wound magnetic wire leads are expressed as K-L, and south pole wound magnetic wire leads are expressed as M-N, with K (+) and L (-) M (-) and N (+). The excitation leads are sequentially excited as in FIG. 5, except the polarity groups have shifted by two rotor poles.

WO 2018/065635

PCT/EP2017/079687

**FIG. 8** is a diagram illustrating an end view of an exemplary solid state rotor 70 with pole windings and excitation polarity sequencing circuits demonstrated for all 16 salient poles through a four-pole, 60 Hz cycle- pulse #4, consistent with embodiments of the present disclosure. Rotor 70 reveals an end laminate 20 and retention bolt holes 38. **FIG. 8** is a depiction of a four-pole rotor in a static state view of an excitation cycle of the salient poles which generates the rotating poles. The salient poles 39 are numbered 1-16. This depicts pulse #4 of a 16 step rotation of the four discrete magnetic poles involving 360° of rotation. The mu metal ring 41 and shaft 15 are also revealed. The four magnetic poles are labeled: North pole #1 is labeled N-A (salient poles 4-7), south pole #1 is labeled S-A (salient poles 8-11), north pole #2 is labeled N-B (salient poles 12-15), and south pole #2 is labeled S-B (salient poles 16 and 1-3). Each magnetic rotor pole consists of four electrically excited salient pole pieces wound with magnet wire. The north pole wound magnet wire leads are expressed as K-L, and south pole wound magnet wire leads are expressed as M-N, with K (+), L (-), M (-) and N (+). These excitation leads are sequentially excited similarly as in **FIG. 5**, except the polarity groups have shifted by three rotor poles.

10

**FIG. 9** is a diagram illustrating an end view of an exemplary solid state rotor 70 with pole windings and excitation polarity sequencing circuits demonstrated for all 16 salient poles through a four-pole, 60 Hz cycle- pulse #5, consistent with embodiments of the present disclosure. Rotor 70 reveals an end laminate 20 and retention bolt holes 38. **FIG. 9** is a depiction of a four-pole rotor in a static state view of an excitation cycle of the salient poles which generates the rotating poles. The salient poles 39 are numbered 1-16. This depicts pulse #5 of a 16 step rotation of the discrete magnetic pole involving 360° of rotation. The mu metal ring 41 and shaft 15 are also revealed. The 4 magnetic poles are labeled: North pole #1 is labeled N-A (salient poles 5-8), south pole #1 is labeled S-A (salient poles 9-12), north pole #2 is labeled N-B (salient poles 13-16), and south pole #2 is labeled S-B (salient poles 1-4). Each magnetic rotor pole consists of four electrically excited salient pole pieces wound with magnet wire. The north pole wound magnet wire leads are expressed as K-L, and south pole wound magnet wire leads are expressed as M-N, with K (+), L (-), M (-) and N (+). These excitation leads are sequentially excited as in **FIG. 5**, except the polarity groups have shifted by four rotor poles.

20

30

**FIG. 10** is a diagram illustrating an end view of an exemplary solid state rotor 70 with pole windings and excitation polarity sequencing circuits demonstrated for all 16 salient poles through a four-pole, 60 Hz cycle- pulse #6, consistent with embodiments of the present disclosure. Rotor 70 reveals an end laminate 20 and retention bolt holes 38. **FIG. 10** is a

40

50

WO 2018/065635

PCT/EP2017/079687

depiction of a four-pole rotor in a static view of an excitation cycle of the salient pole which generates the rotating poles. The salient poles 39 are numbered 1-16. This depicts pulse #6 of a 16 step generation and rotation of the four discrete magnetic poles involving 360° of rotation and two cycles of 60 Hz current. The mu metal ring 41 and shaft 15 are also revealed. The 4 magnetic poles are labeled: North pole #1 is labeled N-A (salient poles 6-9), south pole #1 is labeled S-A (salient poles 10-13), north pole #2 is labeled N-B (salient poles 14-16 and 1), and south pole #2 is labeled S-B (salient poles 2-5). Each magnetic rotor pole consists of four electrically excited salient pole pieces wound with magnet wire. The north pole wound magnet wire leads are expressed as K-L, and south pole wound magnet wire leads are expressed as M-N, with K (+), L (-), M (-) and N (+). These excitation leads are sequentially excited as in FIG. 5, except the polarity groups have shifted by five rotor poles.

**FIG. 11** is a diagram illustrating an end view of an exemplary solid state rotor 70 with pole windings and excitation polarity sequencing circuits demonstrated for all 16 salient poles through a four-pole, 60 Hz cycle- pulse #7, consistent with embodiments of the present disclosure. Rotor 70 of the invention reveals an end laminate 20 and rotation bolt holes 38.

**FIG. 11** is a depiction of a four-pole rotor in a static state view of a sequential excitation cycle of the salient poles which generates the rotating magnetic poles. The salient poles 39 are numbered 1-16. **FIG. 11** illustrates pulse #7 of a 16 step generation and rotation of the four discrete magnetic poles involving 360° of rotation and two cycles of 60 Hz current. The mu metal ring 41 and shaft 15 are also revealed. The 4 magnetic poles are labeled: North pole #1 is labeled N-A (salient poles 7-10), south pole #1 is labeled S-A (salient poles 11-14), north pole #2 is labeled N-B (salient poles 15-16 and 1-2), and south pole #2 is labeled S-B (salient poles 3-6). Each magnetic rotor pole consists of four electrically excited salient pole pieces wound with magnet wire. The north pole wound magnet wire leads are expressed as K-L, and south pole wound magnet wire leads are expressed as M-N, with K (+), L (-), M (-) and N (+). These excitation leads are sequentially excited as in FIG. 5, except the polarity groups have shifted by six rotor poles.

**FIG. 12** is a diagram illustrating an end view of an exemplary solid state rotor 70 with pole windings and excitation polarity sequencing circuits demonstrated for all 16 salient poles through a four-pole, 60 Hz cycle- pulse #8, consistent with embodiments of the present disclosure. Rotor 70 of the invention reveals an end laminate 20 and rotation bolt holes 38.

**FIG. 12** is a depiction of a four-pole rotor in a static state view of a sequential excitation cycle of the salient poles which generates the rotating magnetic poles. The salient poles 39 are numbered 1-16. **FIG. 12** illustrates pulse #8 of a 16 step generation and rotation of the

WO 2018/065635

PCT/EP2017/079687

four discrete magnetic poles involving  $360^\circ$  of rotation and two cycles of 60 Hz current. The mu metal ring 41 and shaft 15 are revealed. The 4 magnetic poles are labeled: North pole #1 is labeled N-A (salient poles 8-11), south pole #1 is labeled S-A (salient poles 12-15), north pole #2 is labeled N-B (salient poles 16 and 1-3), and south pole #2 is labeled S-B (salient poles 4-7). Each magnetic rotor pole consists of four electrically excited salient pole pieces wound with magnet wire. The north pole wound magnet wire leads are expressed as K-L, and south pole wound magnet wire leads are expressed as M-N, with K(+), L(-), M(-) and N(+). These excitation leads are sequentially excited as in FIG. 8, except the polarity groups have shifted by seven rotor poles.

10

FIG. 13 is a diagram illustrating an end view of an exemplary solid state rotor 70 with pole windings and excitation polarity sequencing circuits demonstrated for all 16 salient poles through a four-pole, 60 Hz cycle- pulse #9, consistent with embodiments of the present disclosure. Rotor 70 reveals an end laminate 20 and retention bolt holes 38. FIG. 13 is a depiction of a four-pole rotor in a static state view of a sequential excitation cycle of the salient poles which generates rotating magnetic poles. The salient poles 39 are numbered 1-16. FIG. 13 illustrates pulse #9 of a 16 step generation and rotation of the four discrete magnetic poles involving  $360^\circ$  of rotation and two cycles of 60 Hz current. The mu metal ring 41 and shaft 15 are also revealed. The 4 magnetic poles are labeled: North pole #1 is labeled N-A (salient poles 9-12), south pole #1 is labeled S-A (salient poles 13-16), north pole #2 is labeled N-B (salient poles 1-4), and south pole #2 is labeled S-B (salient poles 5-8). Each magnetic rotor pole consists of four electrically excited salient pole pieces wound with magnet wire. The north pole wound magnet wire leads are expressed as K-L, and south pole wound magnet wire leads are expressed as M-N, with K(+), L(-), M(-) and N(+). These excitation leads are sequentially excited as in FIG. 5, except the polarity groups have shifted by eight rotor poles.

20

FIG. 14 is a diagram illustrating an end view of an exemplary solid state rotor 70 with pole windings and excitation polarity sequencing circuits demonstrated for all 16 salient poles through a four-pole, 60 Hz cycle- pulse #10, consistent with embodiments of the present disclosure. Rotor 70 reveals an end laminate 20 and retention bolt holes 38. FIG. 14 is a depiction of a four-pole rotor in a static state view of a sequential excitation cycle of the salient poles which generates the rotating magnetic poles. The salient poles 39 are numbered 1-16. FIG. 14 illustrates pulse #10 of a 16 step generation and rotation of the four discrete magnetic poles involving  $360^\circ$  of rotation and two cycles of 60 Hz current. The mu metal ring 41 and shaft 15 are also revealed. The 4 magnetic poles are labeled: North pole #1 is

30

40

50



WO 2018/065635

PCT/EP2017/079687

labeled N-A (salient poles 10-13), south pole #1 is labeled S-A (salient poles 14-16 and 1), north pole #2 is labeled N-B (salient poles 2-5), and south pole #2 is labeled S-B (salient poles 6-9). Each magnetic rotor pole consists of four electrically excited salient pole pieces wound with magnet wire. The north pole wound magnet wire leads are expressed as K-L, and south pole wound magnet wire leads are expressed as M-N, with K (+), L (-), M (-) and N (+). These excitation leads are sequentially excited as in FIG. 5, except the polarity groups have shifted by nine rotor poles.

**FIG. 15** is a diagram illustrating an end view of an exemplary solid state rotor 70 with pole windings and excitation polarity sequencing circuits demonstrated for all 16 salient poles through a four-pole, 60 Hz cycle - pulse #11, consistent with embodiments of the present disclosure. Rotor 70 reveals an end laminate 20 and retention bush holes 33. **FIG. 15** is a depiction of a four-pole rotor in a static state view of a sequential excitation cycle of the salient poles which generates the rotating magnetic poles. The salient poles 39 are numbered 1-16. **FIG. 15** illustrates pulse #11 of a 16 step generation and rotation of the four discrete magnetic poles involving 360° of rotation and two cycles of 60 Hz current. The mu metal ring 41 and shaft 15 are also revealed. The 4 magnetic poles are labeled: North pole #1 is labeled N-A (salient poles 11-14), south pole #1 is labeled S-A (salient poles 15-16 and 1-2), north pole #2 is labeled N-B (salient poles 3-6), and south pole #2 is labeled S-B (salient poles 7-10). Each magnetic rotor pole consists of four electrically excited salient pole pieces wound with magnet wire. The north pole wound magnet wire leads are expressed as K-L, and south pole wound magnet wire leads are expressed as M-N, with K (+), L (-), M (-) and N (+). These excitation leads are sequentially excited as in FIG. 5, except the polarity groups have shifted by ten rotor poles.

**FIG. 16** is a diagram illustrating an end view of an exemplary solid state rotor 70 with pole windings and excitation polarity sequencing circuits demonstrated for all 16 salient poles through a four-pole, 60 Hz cycle- pulse #12, consistent with embodiments of the present disclosure. Rotor 70 reveals an end laminate 20 and retention bush holes 33. **FIG. 16** is a depiction of a four-pole rotor in a static state view of a sequential excitation cycle of the salient poles which generates the rotating magnetic poles. The salient poles 39 are numbered 1-16. **FIG. 16** illustrates pulse #12 of a 16 step generation and rotation of the four discrete magnetic poles involving 360° of rotation and two cycles of 60 Hz current. The mu metal ring 41 and shaft 15 are also revealed. The 4 magnetic poles are labeled: North pole #1 is labeled N-A (salient poles 12-15), south pole #1 is labeled S-A (salient poles 16 and 1-3), north pole #2 is labeled N-B (salient poles 4-7), and south pole #2 is labeled S-B (salient

WO 2018/065635

PCT/EP2017/079687

poles 8-11). Each magnetic rotor pole consists of four electrically excited salient pole pieces wound with magnet wire. The north pole wound magnet wire leads are expressed as K-L, and south pole wound magnet wire leads are expressed as M-N, with K (+), L (-), M (-) and N (+). These excitation leads are sequentially excited as in FIG. 5, except the polarity groups have shifted by eleven rotor poles.

FIG. 17 is a diagram illustrating an end view of an exemplary solid state rotor 70 with pole windings and excitation polarity sequencing circuits demonstrated for all 16 salient poles through a four-pole, 60 Hz cycle- pulse #13, consistent with embodiments of the present disclosure. Rotor 70 reveals an end laminate 20 and retention bolt holes 38. FIG. 17 is a depiction of a four-pole rotor in a static state view of a sequential excitation cycle of the salient poles which generates the rotating magnetic poles. The salient poles 39 are numbered 1-16. FIG. 19 illustrates pulse #13 of a 16 step generation and rotation of the four discrete magnetic poles involving 360° of rotation and two cycles of 60 Hz current. The mu metal ring 41 and shaft 15 are also revealed. The 4 magnetic poles are labeled: North pole #1 is labeled N-A (salient poles 13-16), south pole #1 is labeled S-A (salient poles 1-4), north pole #2 is labeled N-B (salient poles 5-8), and south pole #2 is labeled S-B (salient poles 9-12). Each magnetic rotor pole consists of four electrically excited salient pole pieces wound with magnet wire. The north pole wound magnet wire leads are expressed as K-L, and south pole wound magnet wire leads are expressed as M-N, with K (+), L (-), M (-) and N (+). These excitation leads are sequentially excited as in FIG. 5, except the polarity groups have shifted by twelve rotor poles.

FIG. 18 is a diagram illustrating an end view of an exemplary solid state rotor 70 with pole windings and excitation polarity sequencing circuits demonstrated for all 16 salient poles through a four-pole, 60 Hz cycle- pulse #14, consistent with embodiments of the present disclosure. Rotor 70 reveals an end laminate 20 and retention bolt holes 38. FIG. 18 is a depiction of a four-pole rotor in a static state view of a sequential excitation cycle of the salient poles which generates the rotating magnetic poles. The salient poles 39 are numbered 1-16. FIG. 18 illustrates pulse #14 of a 16 step generation and rotation of the four discrete magnetic poles involving 360° of rotation and two cycles of 60 Hz current. The mu metal ring 41 and shaft 15 are also revealed. The 4 magnetic poles are labeled: North pole #1 is labeled N-A (salient poles 14-16 and 1), south pole #1 is labeled S-A (salient poles 2-5), north pole #2 is labeled N-B (salient poles 6-9), and south pole #2 is labeled S-B (salient poles 10-13). Each magnetic rotor pole consists of four electrically excited salient pole pieces wound with magnet wire. The north pole wound magnet wire leads are expressed as

WO 2018/065635

PCT/EP2017/079687

K-L, and south pole wound magnet wire leads are expressed as M-N, with K (+), L (-), M (-) and N (+). These excitation leads are sequentially excited as in FIG. 5, except the polarity groups have shifted by thirteen rotor poles.

FIG. 19 is a diagram illustrating an end view of an exemplary solid state rotor 70 with pole windings and excitation polarity sequencing circuits demonstrated for all 16 salient poles through a four-pole, 60 Hz cycle- pulse #15, consistent with embodiments of the present disclosure. Rotor 70 reveals an end laminate 20 and retention bolt holes 38. FIG. 19 is a depiction of a four-pole rotor in a static state view of a sequential excitation cycle of the salient poles which generates the rotating magnetic poles. The salient poles 39 are numbered 1-16. FIG. 19 illustrates pulse #15 of a 16 step generation and rotation of the four discrete magnetic poles involving  $360^\circ$  of rotation and two cycles of 60 Hz current. The mu metal ring 41 and shaft 15 are also revealed. The 4 magnetic poles are labeled: North pole #1 is labeled N-A (salient poles 1-3 and 1-2), south pole #1 is labeled S-A (salient poles 3-6), north pole #2 is labeled N-B (salient poles 7-10), and south pole #2 is labeled S-B (salient poles 11-14). Each magnetic rotor pole consists of four electrically excited salient pole pieces wound with magnet wire. The north pole wound magnet wire leads are expressed as K-L, and south pole wound magnet wire leads are expressed as M-N, with K (+), L (-), M (-) and N (+). These excitation leads are sequentially excited as in FIG. 5, except the polarity groups have shifted by fourteen rotor poles.

FIG. 20 is a diagram illustrating an end view of an exemplary solid state rotor 70 with pole windings and excitation polarity sequencing circuits demonstrated for all 16 salient poles through a four-pole, 60 Hz cycle- pulse #16, consistent with embodiments of the present disclosure. Rotor 70 reveals an end laminate 20 and retention bolts 38. FIG. 20 is a depiction of a four-pole rotor in a static state view of a sequential excitation cycle of the salient poles which generates the rotating magnetic poles. The salient poles 39 are numbered 1-16. FIG. 20 illustrates pulse #16 of a 16 step generation and rotation of the four discrete magnetic poles involving  $360^\circ$  of rotation and two cycles of 60 Hz current. The mu metal ring 41 and shaft 15 are also revealed. The 4 magnetic poles are labeled: North pole #1 is labeled N-A (salient poles 1-3 and 1-3), south pole #1 is labeled S-A (salient poles 4-8), north pole #2 is labeled N-B (salient poles 8-11), and south pole #2 is labeled S-B (salient poles 12-15). Each magnetic rotor pole consists of four electrically excited salient pole pieces wound with magnet wire. The north pole wound magnet wire leads are expressed as K-L, and south pole wound magnet wire leads are expressed as M-N, with K (+), L (-), M (-)

WO 2018/065635

PCT/EP2017/079687

and N (+). These excitation leads are sequentially excited as in FIG. 5, except the polarity groups have shifted by fifteen rotor poles.

**FIG. 21** is a diagram illustrating an end view of an exemplary solid state rotor 70 with pole windings and excitation polarity sequencing circuits demonstrated for all 16 salient poles through a four-pole, 60 Hz cycle- pulse #1, consistent with embodiments of the present disclosure and described in **FIG. 5**.

**FIG. 22** is a diagram which depicts an exemplary two-pole rotor 71 along with its excitation circuit, consistent with embodiments of the present disclosure. In the case of a two pole magnetic rotor, the salient poles are wired into two groups of 8 salient pole pieces per group. The wound coils of the pole pieces in each group are connected to a circuit from the exciter system. Pole piece #1 (e.g., salient pole 1 in FIG. 5) of the first magnetic pole group (e.g., the N-pole group) is a first polarity, pole piece #1 (e.g., salient pole 5 in FIG. 5) of the second magnetic pole group (e.g., the S-pole group) is a second polarity. The coils for pole piece #1 for each group is excited by a solid state exciter channel #1 contained in the excitation panel 74. The excitation panel 74 and, thus, the wound coils of the pole pieces are powered through conductors 80 by battery 75. The excitation control signal is transmitted through conduit 79 from PLC 73. The signal for activating the proper PLC parameter is transmitted through conductor 78 from control panel 72. Pole piece #1 of each of the two pole groups is excited through conduit 77 by a solid state exciter channel #1 in excitation panel 74. Pole piece #2 of each group is excited through conduit 77 by a solid state exciter board channel #2 in excitation panel 74. Pole piece #3 of each group is excited through conduit 77 by exciter board channel #3 in excitation panel 74. Pole piece #4 of each group is excited through conduit 77 by exciter board channel #4 in excitation panel 74. Pole piece #5 of each group is excited through conduit 77 by exciter board channel #5 in excitation panel 74. Pole piece #6 of each group is excited through conduit 77 by exciter board channel #6 in excitation panel 74. Pole piece #7 of each group is excited through conduit 77 by exciter board channel #7 in excitation panel 74. Pole piece #8 of each group is excited through conduit 77 by exciter board channel #8 in excitation panel 74. The pole pieces within each magnetic pole group are excited sequentially. For example, pole piece #1 of each group is excited first and, for example, 1.042 milliseconds later, pole piece #2 of each group is excited; and, for example, 1.042 milliseconds later, pole piece #3 of each group is excited; and, for example, 1.042 milliseconds later, pole piece #4 of each group is excited; and, for example, 1.042 milliseconds later, pole piece #5 of each group is excited; and, for example, 1.042 milliseconds later, pole piece #6 of each group is excited; and, for example, 1.042

WO 2018/065635

PCT/EP2017/079687

milliseconds later, pole piece #7 of each group is excited; and, for example, 1.042 milliseconds later, pole piece #8 of each group is excited; and, for example, 1.042 milliseconds later pole piece #1 of each group is again excited but in the opposite polarity, and the cycle repeats by cycling two discrete rotor poles of a first polarity in one pole and a second polarity in the second pole. As a result, each pole is cycled for 8.336 milliseconds in a first polarity, and 8.336 milliseconds in a second polarity. Each salient pole is excited, for example, 4.168 milliseconds with a collapse time of, for example, 4.168 milliseconds.

10

As noted earlier, the pole pieces may be wound with a desired and appropriate electrical magnet wire. The magnet wire coils may be terminated in two leads which may be wired to a PLC controlled excitation system, which allows switching in an alternate fashion from a first polarity to a second polarity and from the second polarity to the first polarity by use of a MOSFET gating system in an excitation circuit. In a case of a four-pole rotor described next in FIG. 23, for example, the salient poles are wired into four groups of four poles per group, or two groups of eight poles per group, but not limited to two or four groups.

FIG. 23 is a diagram which depicts an exemplary four-pole rotor 91 along with its excitation circuit, consistent with embodiments of the present disclosure. The four pole rotor wound salient pole #1 in each group is connected to a MOSFET circuit from an excitation system in control panel 72. The wound salient poles are grouped into four magnetic pole groups, including group #1 (poles 1-4), group #2 (poles 5-8), group #3 (poles 9-12) and group #4 (poles 13-16). The poles are excited as follows: Pole 1 of group #1 is a first polarity and pole 1 of group #2 is a second polarity. Pole 1 of group #3 is a first polarity and pole 1 of group #4 is a second polarity. Pole 1 of each group is excited by a common channel #1 (CH1) of a solid state excitation system housed in control panel 72. Pole 2 of each group is excited by an exciter board channel #2 (CH2). Pole 3 of each group is excited by an exciter board channel #3 (CH3), and pole 4 of each group is excited by an exciter board channel #4 (CH4). The power to excite the salient poles is taken from battery 35 through conductors 35 into exciter system 34. The control signals for the exciter system are sent from PLC 32 through conductors 33. Commands to PLC 32 are generated in control panel 72. The poles are excited through conductors 37 and 38. The pole leads 39, 40, 41, and 42 are connected to conductors 38 in appropriate locations. This numbering scheme is representative for all poles 1-16. Pole 1 of each group is excited and, for example, 2.084 milliseconds later, pole 2 of each group is excited; and for example, 2.804 milliseconds later, pole 3 is excited; and for example, 2.084 milliseconds later, pole 4 is excited; and, for example, 2.084 milliseconds later, pole 1 is excited again but in a second polarity, and the cycle repeats continuously. The

20

30

40

50

WO 2018/065635

PCT/EP2017/079687

pole circuits are excited with a first polarity DC power in the first half cycle and a second polarity DC power in the second half cycle. The first and second half cycle makes up one AC power cycle every 16.667 milliseconds in the case of 60 Hz electric power. Appropriate adjustments are made in the control system for other frequencies such as 50 Hz electric power. For 60 Hz power each pole is excited, for example 4.167 milliseconds with, for example, a 4.167 millisecond collapse time for the magnetic salient pole iron. The excitation wave progresses clockwise with the magnetic flux of each pole being distorted in a clockwise fashion by the previous like magnetic pole. Therefore the discrete rotor pole made up of four salient pole pieces at any one point in time progresses clockwise due to the repelling flux of the preceding salient pole. This in effect constantly pushes discrete separated magnetic poles in a clockwise circular fashion at the desired frequency. The poles are separated and alternate first polarity and second polarity. The four discrete magnetic poles continue to rotate without physical rotation of the rotor member itself.

FIG. 24 is a diagram which depicts an exemplary north pole uni-pole rotor 2 along with its excitation circuit, consistent with embodiments of the present disclosure. All 16 salient poles are wired into four groups of four salient pole pieces in each group. All 16 pole pieces may be excited in a first polarity (north pole), for example, for 8.333 milliseconds; and then all 16 may be excited in a second polarity (south pole), for example, for 8.333 milliseconds, each completing a cycle of 16.667 milliseconds. Pole pieces in each group are connected to a circuit from PLC 32 which sends signals through conduit 33 to exciter panel 34. This excitation system excites the salient pole coils with DC power current from CH1, CH2, CH3 and CH4 through conduits 37 and 38. Pole pieces of group #1 (1-4 coils) are excited in a first polarity. Salient pole 1 of each of groups 2, 3 and 4 is also excited in a first polarity (north pole) for one cycle. Then salient pole 1 of each of groups 2, 3 and 4 is switched to a second polarity (south pole) for the next cycle. That is, the entire rotor alternates between first polarity for 360° and then second polarity for 360°. Alternating polarity is controlled by a MOSFET gating system 51 (not shown) including channels CH1, CH2, CH3 and CH4. The frequency is controlled by the computer-controlled gating system and may be 50 Hz, 60 Hz, or any other desired frequency. The speed of the rotation of the magnetic field is controlled by the rate of progression of salient pole excitation within each magnetic pole group. The frequency of the power output is controlled by the system alternating the polarity of the DC power feed current polarity every, for example, 8.333 milliseconds in the case of 60 Hz electric power. To obtain a rotation rate of the magnetic poles at, for example, 7,500 rpm the following sequence applies. Pole 1 in each group is

WO 2018/065635

PCT/EP2017/079687

excited and, for example, 0.50 milliseconds later, pole 2 is excited; and, for example, 0.50 milliseconds later, pole 3 is excited; and, for example, 0.50 milliseconds later, pole 4 is excited; and, for example, 0.50 milliseconds later, pole 1 is again excited, and the cycle repeats until the excitation polarity is switched. To generate 60 Hz power, the pole coil circuits are excited with a first polarity DC power current, for example, 8.3335 milliseconds, and then a second polarity DC power current, for example, 8.3335 milliseconds. The excitation polarity is controlled by the DC power feed current from the PLC and MOSFET circuits. The DC power feed is controlled by a master PLC 32 which alternates the DC power polarity by use of a MOSFET gating system which alternates the DC power current feed polarity every 8.3335 milliseconds, for example, in the case of 60 Hz current output from the generator and, for example, 10 milliseconds in the case of 50 Hz current output from the generator. In the case of the uni-pole rotor illustrated in FIG. 24, a stator structures, as in FIGs. 35 and 36, are used, which will be discussed later.

10

FIG. 25 is a diagram which depicts an exemplary south pole uni-pole rotor 2 along with its excitation circuit, consistent with embodiments of the present disclosure. The uni-pole rotor of FIG. 25 is structured and excited similarly to the one of FIG. 24, except for a different polarity. Detailed descriptions are therefore not repeated.

20

FIG. 26 is a diagram illustrating an end view of an exemplary solid state four-pole rotor 91 with pole windings and excitation polarity sequencing circuits demonstrated for all 16 salient poles through a four-pole 60 Hz cycle demonstrating pulse #1 with depiction of a magnetic flux field, consistent with embodiments of the present disclosure. The first salient poles (1, 5, 9 and 13) to be excited in the four pole sequence are depicted by magnetic flux fields 171 north and 172 south. The upward pointing arrows (↑) indicate the flux fields are increasing and the shading on a pole indicates a first polarity, for example, north, and a non-shade pole is a second polarity, for example, south.

FIG. 27 is a diagram illustrating a magnetic flux field from the end view of an exemplary solid state four-pole rotor 91 with pole windings and excitation polarity sequencing in which the first two poles in each group are fired in sequence and depicting the magnetic flux fields, consistent with embodiments of the present disclosure. Salient poles 2, 6, 10 and 14 are excited, for example, 2.084 milliseconds after poles 1, 5, 9, and 13. Flux fields 171, 172, 173 and 174 are shown at those poles and are increasing. The magnetic flux from salient poles 2, 6, 10, and 14 are "pushed" by the repelling poles in 1, 5, 9, and 13 and are made to rotate for an angle in a clockwise direction. When all poles are excited in

30

40

50

WO 2018/065635

PCT/EP2017/079687

sequence this phenomenon results in continuous rotation of four discrete alternating magnetic poles.

**FIG. 28** is a diagram illustrating a magnetic flux field from the end view of an exemplary solid state four-pole rotor 91 with pole windings and excitation polarity sequencing in which the flux field is demonstrated in the first three poles which are being fired in sequence, consistent with embodiments of the present disclosure. Salient poles 2, 6, 10, and 14 are excited, for example, 2.084 milliseconds after the excitation of poles 1, 5, 9, and 13. The horizontal bars (—) illustrated at flux fields 171, 172 indicate those fields have reached peak flux potential. Flux fields 171 and 172, excited by poles 1, 5, 9, and 13, deflect the growing fields 173 and 174 excited by poles 2, 6, 10, and 14. Consequently, the flux fields rotate in a clockwise direction. Similarly, the salient poles 3, 7, 11 and 15 are excited, for example, 2.084 milliseconds after poles 2, 6, 10 and 14. The salient pole flux fields 175 and 176 from salient poles 3, 7, 11 and 15 are repelled in a clockwise direction as they are generated.

**FIG. 29** is a diagram illustrating a magnetic flux field from the end view of an exemplary solid state four-pole rotor 91 with pole windings and excitation polarity sequencing, consistent with embodiments of the present disclosure. As above, salient poles 2, 6, 10, and 14 are excited, for example, 2.084 milliseconds after poles 1, 5, 9 and 13; flux fields 171 and 172 repel the evolving fields 173 and 174; and the flux from salient poles 2, 6, 10, and 14 are repelled and deflected by the repelling poles in 1, 5, 9, and 13. Consequently, the field rotates in a clockwise direction. The salient poles 3, 7, 11, and 15 are excited, for example, 2.084 milliseconds after excitation of poles 2, 6, 10, and 14; therefore, the salient pole flux fields 175 and 176 from 3, 7, 11, and 15 are repelled in a clockwise direction as they are generated. The salient poles 4, 8, 12, and 16 are excited, for example, 2.084 milliseconds after poles 3, 7, 11, and 15; and, therefore, the salient pole flux 177 and 178 from poles 4, 8, 12, and 16 are repelled in a clockwise direction. This progressive sequencing continues thereby creates four alternating magnetic poles which spin at, for example, 1800 rpm and, therefore, generate 60 Hz electric power. The downward pointing arrows (↓) at flux fields 171, 172 indicate the flux fields are collapsing.

**FIG. 30** is a diagram illustrating a magnetic flux field from the end view of an exemplary solid state four-pole rotor 91 with pole windings and excitation polarity sequencing in which excitation sequencing progresses clockwise, consistent with embodiments of the present disclosure. Salient poles 1, 5 and 9 and 13 have changed polarity in the progression of salient pole excitation. Consequently, flux field 171 is now south pole



WO 2018/065635

PCT/EP2017/079687

or second polarity, and flux field 172 is north pole or first polarity. This process continues as four alternating poles rotate at, for example, 1800 rpm and generate 60 Hz electric power.

FIG. 31 is a diagram illustrating a magnetic flux field from the end view of an exemplary solid state four-pole rotor 91 with pole windings and excitation polarity sequencing along with a flux field rotating clockwise, consistent with embodiments of the present disclosure. Flux field 171 is first polarity and is collapsing, and flux field 172 is second polarity and is collapsing. Both 171 and 172 may be excited, for example, 4.167 milliseconds. Flux field 173 is a first polarity and is at peak excitation after, for example, 4.167 milliseconds of excitation. Flux field 174 is a second polarity and is at peak excitation after, for example, 4.167 milliseconds of excitation. Flux field 175 is a first polarity and is, for example, 2.084 milliseconds into the excitation cycle. Flux field 176 is a second polarity and is, for example, 2.084 milliseconds into the excitation cycle. Consequently, flux field 177 and 178 are a second polarity and are only microseconds into the excitation phase. FIG. 31 depicts the sweeping clockwise rotation of the magnetic poles. This rotational effect is generated by the adjacent like pole deflecting the flux in a clockwise direction as the salient poles are sequenced in a clockwise fashion.

FIG. 32 is a diagram which depicts an exemplary two-pole generator 60, consistent with embodiments of the present disclosure. Two pole electric generator 60 includes a stator having stator field coils 61 and 62 and a solid state two-pole rotor 71. Solid state two-pole rotor 71 is in place and the stator field coils are connected to an electrical load through conductors 58 and 59.

FIG. 33 is a diagram which depicts an exemplary four-pole generator 60, consistent with embodiments of the present disclosure. The generator includes a stator having stator field coils 65, 66, 67, and 62, and a solid state four-pole rotor 91. Stator field coils 65, 66, 67, and 62 are connected to lead wires 63 and 64 carrying power to an electrical load.

FIG. 34 is a diagram which depicts an exemplary four-pole generator 69 situated in a 3-phase stator which depicts a 3-phase winding, consistent with embodiments of the present disclosure. A 3-phase generator 69 containing solid state rotor 91 and field coils 68 sitting on base 70 are illustrated.

FIG. 35 is a diagram which depicts an exemplary stator with 3-phase winding with a "high-ye" hookup, consistent with embodiments of the present disclosure. Each phase can be configured to include two winding circuits which may be connected in series to produce, for example, 480 volts (high-ye), or alternatively the two winding circuits may be connected in parallel and referred to as "low-ye" and produce, for example, 240 volts. The

WO 2018/065635

PCT/EP2017/079687

voltage is different, but the power output is the same because the amperage also changes between the two hookups. Following the phase circuits from the power output leads through the circuits to the neutral "wye" connection, phase ③ leg 83 includes coil group 71-A wound in a counterclockwise or north pole (N) direction. Input is at ① and output is at ④. The output lead 92 connects with coil group 74-A, wound in a clockwise or south pole (S) direction with an input at ① and output at ④. The output lead 86 connects with coil group 77-A wound in a counterclockwise direction (N) with an input at ② and output at ⑤. The output lead 95 connects with coil group 80-A wound in a clockwise direction (S) with input at ② and output at ⑤. The output lead 90 connects at the central "wye" connection 62 with the other two phases. Phase ② leg 85 includes coil group 73-B wound in a counterclockwise direction (N) with an input at ② and output at ⑤. The output lead 93 connects with coil group 76-B which is wound in a clockwise direction (S) with an input at ② and output at ⑤. The output lead 88 connects to coil group 79-B wound in a counterclockwise direction (N) with an input at ③ and output at ⑥. The output lead 96 connects to coil group 82-B which is wound in a clockwise direction (S) with an input at ③ and output at ⑥. The output lead 91 connects with the "wye" connection at 62. Phase ① leg 87 connects to coil group 75-C wound in a counterclockwise direction (N) with an input at ③ and an output at ⑥. The output lead 97 connects to coil group 78-C wound in a clockwise direction (S) with an input at ③ and an output at ⑥. The output lead 89 connects to coil group 81-C wound in a counterclockwise direction (N) with an input at ④ and output at ⑦. The output lead 97 connects to coil group 72-C wound in a clockwise direction (S) with an input at ④ and output at ⑦. The output lead 84 forms the third leg of the "wye" connection 62.

As noted earlier, the structure of rotor laminates and rotor windings must be altered in order to operate as a functional rotating magnetic field. When a conventional bipolar rotor is wired and excited such that both poles of the rotor are either north pole or south pole, i.e., north-north or south-south, the internal poles cancel a large portion of the external magnetic flux.

FIG. 36 is a diagram which depicts an exemplary graphic hookup of a 3-phase winding in a "high-wye" configuration, consistent with embodiments of the present disclosure. With reference to FIG. 36, phase ③, leg 83 is connected to coil group 71-A wound in a counterclockwise direction (N) with an input at ① and an output at ④. The output lead 92 connects to coil group 74-A which is wound in a clockwise direction (S) with an input at ① and an output at ④. The output lead 86 of these two coil groups connects to

WO 2018/065635

PCT/EP2017/079687

coil group 77-A wound in a counterclockwise direction (N) with an input at (7) and output at (10). The output lead 95 connects to coil group 80-A wound in a clockwise direction (S) with an input at (7) and output at (11). The output lead 90 makes up the "wye" connection 62 with the other two phases.

Phase (H), leg 85 connects with coil group 73-B wound in a counterclockwise direction (N) with an input at (2) and an output at (5). The output lead 93 connects to coil group 76-B wound in a clockwise direction (S) with an input at (2) and an output at (5). The output lead 88 connects to coil group 79-B wound in a counterclockwise direction (N) with an input at (3) and output at (11). The output lead 96C connects to coil group 82-B wound in a clockwise direction (S) with an input at (8) and output at (11). The output lead 91 connects to a portion of the "wye" connection 62. Phase (I), leg 87 connects to coil group 75-C wound in a counterclockwise direction (N) with an input at (3) and output at (6). The output lead 94 connects to coil group 78-C wound in a clockwise direction (S) with an input at (3) and output at (6). The output lead 89 connects to coil group 81-C wound in a counterclockwise direction (N) with an input at (9) and output at (12). The output lead 97 connects to coil group 77-C wound in a clockwise direction (S) with an input at (9) and output at (12). The output lead 84 connects to "wye" connection 62.

FIG. 37 is a diagram which depicts an exemplary oscilloscope tracing of a current flow in 3-phase legs of a generator with a "high-wye" hookup that covers the entire 360° of rotation, consistent with embodiments of the present disclosure. FIG. 37 depicts an oscilloscope tracing from the 3-phase generator illustrated in FIG. 36. Phase (A) leg (142) feeds into phase (B) leg (143) and phase (C) leg (144). Beginning at 0° as the rotor rotates through 360° of rotation the relationship changes as is depicted but with the phase legs feeding into each other and not to ground neutral.

FIG. 38 is a diagram which depicts a cross-section of an exemplary stator 148 containing uni-pole rotors 2, consistent with embodiments of the present disclosure. The stator coils #1-#8 (not shown in FIG. 38) may be wound as follows: Coil #1 between rotor cavity 146a and 146b, coil #2 between rotor cavity 146b and 146c, coil #3 between rotor cavities 146c and 146d, coil #4 between rotor cavity 146d and 146a, coil #5 between rotor cavities 146e and 146f, coil #6 between rotor cavities 146f and 146g, coil #7 between rotor cavities 146g and 146h, coil #8 between rotor cavities 146h and 146e. With the rotors outside of the stator coil loops, there is no magnetic interaction between the rotor magnetic poles, and the stator magnetic poles, therefore, may greatly reduce or eliminate reverse torque

WO 2018/065635

PCT/EP2017/079687

or electromagnetic drag. As described above, the solid state rotor 2 rotates the magnetic poles but keeps the physical rotor body stationary. By use of geometric isolation of the rotor magnetic poles from the stator magnetic poles and the solid state rotor, reverse torque may be reduced. Therefore, the only energy required to power the generator may be the DC power required to excite the rotors. Stator 148 is supported by support posts attached to an end plate which are slip fit into the port holes 147. The center portion of the stator 148 is held in place by retention bolts 151. The stator is cooled through vane holes 149.

10

FIG. 39 is a diagram which depicts a cross-section of an exemplary stator containing uni-pole rotors with 1/3rd of the stator coils shown, consistent with embodiments of the present disclosure. FIG. 39 is similar to FIG. 38, except that FIG. 39 reveals multiple wire slots rather than a single slot which accepts a flat conductor. FIG. 39 also illustrates winding 152 and 1/3rd of the slots with solid state rotor 2 in all of the cavities.

FIG. 40 is a diagram which depicts a cross-section of an exemplary stator containing uni-pole rotors with all of stator coils shown, consistent with embodiments of the present disclosure. FIG. 40 is similar to FIG. 39 except that all of the wire slots contain windings. Again, the rotor is stationed outside of the stator coil loops and utilizes the solid state rotors 2.

20

FIG. 41 is a diagram which depicts a cross-section of an exemplary stator containing rotors without stator coils being depicted, consistent with embodiments of the present disclosure. FIG. 41 illustrates four stators 155 clustered in a housing 154 and wound in the same fashion as FIGS. 38 - 40. Solid state rotors 70 are inside the stator rotor cavities. Although only one rotor 70 is shown within each stator 155, it is contemplated that multiple rotors 70 may be used as in FIGS. 38 - 40. The stators 155 are supported by a support means 153.

FIG. 42 is a diagram of a cross section of an exemplary stator containing rotors with a depiction of the routing of one of a three coils in the stator, consistent with embodiments of the present disclosure. FIG. 42 shows four stators 155 clustered in a housing 154, and each stator is connected with winding conduit 156. The conduit is installed on each end of the stator housing so that windings 159, 159a, 159b, and 159c can be installed.

30

FIG. 43 is a diagram depicting a conventional generator which can be retrofitted with a rotor, consistent with embodiments of the present disclosure. The generator is shown with an exciter generator 165 which sits on base 166. Conventionally, rotor 163 is driven by shaft 164. The exciter generator 165, shaft 164, and rotor 163 can be replaced with a solid state

40

50

WO 2018/065635

PCT/EP2017/079687

rotor consistent with the present disclosure along with its rotor excitation system as disclosed herein.

**FIG. 44** is a diagram depicting another conventional generator which can be retrofitted with a rotor, consistent with embodiments of the present disclosure. Generator 167 is shown with exciter 168. The rotor and exciter may be removed and retrofitted with a solid state rotor and exciter system consistent with the present disclosure.

**FIG. 45** is a diagram illustrating a lateral view of an exemplary rotor unit showing skewed rotor slots, slip rings, bearing rest, and windings, consistent with embodiments of the present disclosure. The diagram illustrates a uni-pole rotor and slip ring assembly with rings capable of providing excitation of a positive and negative lead to four separate electromagnets and one eddy current ground (rings 9-17). The rotor body 2 may be made by laser cut discs of, for example, 0.34 mm annealed electrical steel. The discs are stacked on a jig in such a fashion that the wire slot on either side may be skewed from the slip ring end to the non-slip ring end of the rotor. The laminates are dipped in motor insulation varnish and baked, for example, 300° F until cured. The rotor body 2 is depicted containing magnetic coils 3, which are made up internally and are electrically excited by slip rings through appropriate leads. Also illustrated are bearing rests 1 and 7 for shaft 8 and an eddy current discharge lead 6.

The rotor unit illustrated in **FIG. 45** is pulsed north pole (first polarity) for 360° of rotor surface through two leads (+) and (-). The north pole excitation alternates, for example, 50 or 60 times per second with south pole (second polarity) for 360° of rotor surface. Alternating polarity excitation may be accomplished through the same two leads by utilization of a MOSFET excitation gating system.

The excitation for the second polarity (south pole) is as follows: Magnet (A), e.g., as illustrated in **FIG. 48**, has winding slots 19 and 20 (e.g., **FIGS. 48 - 51**) which are wound with appropriate magnet wire and connected such that an outer coil (a) may be activated in a clockwise fashion in a second polarity (south pole) when viewed from the outer surface of the rotor perpendicular to the coil. An inner coil (b) of magnet (A) may be wound and connected such that the inner coil may be activated in a clockwise fashion in a same second polarity (south pole) as outer coil (a) when viewed from the outer surface perpendicular to the coil of the rotor portion which makes up magnet (A). Magnet (B) (e.g., in **FIG. 48**) has winding slots 19a and 20a (e.g., **FIGS. 48 - 51**) which are wound with appropriate wire in a clockwise fashion and connected such that an outer coil (c) may be activated in a second polarity (south pole) viewed from the outer surface of the rotor perpendicular to the coil. An inner coil (d) of

WO 2018/065635

PCT/EP2017/079687

magnet (B) in FIG. 48 may be wound in a clockwise fashion and connected such that the inner coil (d) may be activated in the same second polarity (south pole) as the outer coil (a), inner coil (b) and outer coil (c) when viewed from the outer surface of the rotor and perpendicular to the coil of the rotor portion which makes up magnet (B).

FIG. 46 shows an exemplary conventional dipole rotor when operated as a dipole and as a monopole rotor, where the structure of the rotor laminates and rotor windings are altered to operate as a functional uni-pole electromagnetic rotor. When a conventional bipolar rotor, illustrated on the left side in FIG. 46, is wired and excited such that both poles of the rotor are either north pole or south pole, i.e., north-north or south-south, the internal poles interact to cancel a large portion of the external flux. FIG. 46 shows an effect of excitation polarity of 180° separation between exemplary magnetic poles on an exemplary external magnetic flux field which may be emanated. In the example of FIG. 46, the external flux may drop from 4000 gauss for the dipole generated flux at the north and south poles on the left side of the drawing to 100 gauss for the uni-pole generated flux at the north poles on the right side of the drawing or a 40 fold deterioration of external flux density. The external flux from the mono-pole operation may be only, for example 2% of that of an operation as a dipole. In order to correct this issue, the uni-pole of the present disclosure is actually two complete dipole electromagnets, combined and separated by a mu metal steel flux return plate and contained in a single rotor as discussed immediately below.

FIG. 47 is a diagram illustrating a cross-sectional view of an exemplary rotor laminate and an exemplary slot wedge of a uni-pole skewed slot rotor, consistent with embodiments of the present disclosure. FIG. 47 depicts a cross-section laminate of the rotor shown in FIG. 45. The rotor body 2 may be cut from, for example, 0.34 mm electrical steel. Winding slots 19 and 20 are wound with appropriate magnet wire and connected such that the outer coil is activated in a first polarity and the inner coil is activated in a second polarity so that a full north pole face can be generated for 360° of rotor surface, alternated with a full 360° of south pole rotor surface. The keyways 21, 21a, 21b, 21c are spiraled from the center laminate toward the slip ring end and toward the non-slip ring end as is the mu metal shield slot 22 in order to accommodate and form the spiral skew of the wire slots 22a and 22b. The slot wedgelocks 23 into slot 18 in order to help stabilize the rotor at operating speed. Keyways 21, 21a, 21b and 21c also align and stabilize the rotor at operating speed. Compression rod holes 2a, 2b, 2c, 2d, 2e and 2f contain compression rods, which also hold a retention ring to further stabilize the rotor during operation.

WO 2018/065635

PCT/EP2017/079687

In order to operate an electromagnetic uni-pole rotor of the present disclosure, or to operate a first polarity electromagnet 180° separated from another first polarity electromagnet and/or operate a second polarity electromagnet 180° separated from another second polarity electromagnet, structural winding and excitation changes may be different from that of a conventional electromagnetic rotor.

**FIG. 48** is a diagram illustrating an internal polarity for building an exemplary functional uni-pole rotor, either mechanical or solid state, north-pole uni-pole rotor, consistent with embodiments of the present disclosure. **FIG. 48** illustrates a dipole magnet (A) side with outer coil (a) and inner coil (b) excited. Outer coil (a) may be excited with north pole facing out toward an observer, and inner coil (b) may be excited with north pole facing out toward the observer as well, with (a) wound in an outer rotor slot and (b) wound in an inner rotor slot. Simultaneously, magnet (B) side of the uni-pole may be excited with outer coil (c) and inner coil (d). Outer coil (c) may be excited with north pole facing outward toward the observer and (d) may be excited north pole facing outward toward the observer as well. Isolation of magnet (A) side from magnet (B) side by a mu metal steel laminate flux return plate and/or ring allows full north pole flux or, for example 6000 gauss for the full 360° of rotor surface and allows alternation with south pole flux for 360° of rotor surface by alternation of (+) and (-) excitation of the leads via a MOSFET gating system, for example.

The winding slots 19 and 20 of magnet (A) in **FIG. 48** may be wound as illustrated in **FIGs. 50 - 51** with appropriate magnet wire and connected such that the outer coil (a) is activated in a counterclockwise fashion in a first polarity viewed from the outer surface of the rotor and perpendicular to the coil. The inner coil (b) of magnet (A) may be wound and connected such that the inner coil may be activated in a counterclockwise fashion in a same first polarity as outer coil (a) when viewed from the outer surface of the rotor perpendicular to the coil which makes up magnet (A). Magnet (B)'s winding slots 19a and 20a illustrated in **FIGs. 50 - 51** may be wound with appropriate magnet wire in a counterclockwise fashion and connected such that the outer coil (c) may be activated in a first polarity when viewed from the outer surface of the rotor and perpendicular to the coil. The inner coil (d) of magnet (B) (e.g., in **FIG. 48**) may be wound (e.g., as shown in **FIGs. 50 - 51**) in a counterclockwise fashion and connected such that the inner coil (d) may be activated in a same first polarity as outer coil (a), inner coil (b), and outer coil (c) when viewed from the outer surface of the rotor and perpendicular to the coil of the rotor portion which makes up magnet (B).

**FIG. 52** is a diagram illustrating an exemplary conventional 3-phase stator with a solid state rotor 181 poised to be slip fit inside, consistent with embodiments of the present

WO 2018/065635

PCT/EP2017/079687

disclosure. The support rotor end piece 171 attaches to shaft 184. Magnetic fields are illustrated sequentially evolving from the salient poles. Flux fields 187, 189, and 201 are shown to be moving clockwise. Pole excitation leads 183 are also illustrated.

FIG. 53 is a depiction of an exemplary circuit diagram of PLC circuit and pole switching circuits, consistent with embodiments of the present disclosure. FIG. 54 is a depiction of an exemplary circuit diagram revealing circuits of a rotor excitation system and an interaction with PLC and pole switching circuits, consistent with embodiments of the present disclosure. These two figures will be explained together.

The programmable electronic logic gating system of the present disclosure allows sequencing of the alternating salient magnetic poles of the system. The system is diagrammatically presented in FIGS. 53 and 54. Upon receiving a signal from a frequency generator, such as a sensor wheel 240 or a solid-state frequency generator, the circuit in FIG. 53 generates a DC rotor excitation pulse. The circuit in FIG. 54 receives the pulse generated in the circuit in FIG. 53 for gating the north-south salient poles of the rotor. In the case of a 4-pole, 60 Hz generator, the cycle is 16.667 milliseconds or one 180° rotation with a half cycle 8.333 milliseconds north and 8.333 milliseconds south. In the case of the rotating sensor wheel, 90° equates to 8.333 milliseconds, 180° equates to 16.667 milliseconds and 67.5° equates to 6.250 milliseconds.

The exemplary MOSFET PLC system allows sequencing of the alternating salient magnetic poles of the embodiments of the present disclosure. The sequencing for each pole is described herein. The excitation cycle for each salient pole through a complete north/south cycle is controlled by two channels of the PLC. The sensor wheel 240 in FIG. 53 rotates at 1800 rpm (in the case of a 3-phase four pole 60 Hz generator). The sensor wheel may be replaced by a frequency generator set at 1800 signals per minute or other appropriate speeds. The sensor wheel opening passes through the sensor 241 and a signal is generated when the system is turned on by the on/off switch 236 of a HMI (Human Machine Interface). The DC pulsed signal is sent to the first and second channels of PLC 239 through conduit 242. PLC CH1 controls the signal to the excitation board through conduits 244 and 243. PLC CH2 controls the signal to the pole switching board through conduits 231 and 245.

The excitation is transmitted to the excitation board and enters the circuit through contact block 277 (FIG. 54). The signals control MOSFET gates 272 and 269. The MOSFET gates 272 and 269 have 12+ volts, for example, of DC power current on them constantly to maintain the gates closed. The default position for these gates is open. The



WO 2018/065635

PCT/EP2017/079687

PLC CH1 and CH2 turn the DC current off of the MOSFET for 135° and 180°, for example, of rotation respectively at 1800 rpm of signal speed and allows the gate to open for 135° of rotation in the case of CH1 and 180° of rotation in CH2 which allows current to be sent in the case of CH1 through conduits 279 and 273 to contact block 278. Contact block 278 has four contact points referred to here as contacts C#1, C#2, A#1 and A#2. Jumper connections connect contact C#1 block 278 to contact 213 on the pole switching board. Jumper connections connect contact A#1 block 278 to contact 214 on pole switching board. Jumper connections connect contact A#2 block 278 to contact 215 on pole switching board. Jumper connections connect contact C#2 block 278 to contact 216 on pole switching board. These circuits provide a timed alternating pulse of DC current (for example, 20 volts and 6 amps) to the two sides of pole switching board. PLC channel #2 sends signal to MOSFET gates 209 and 225 on pole switching board to open for 180° through conduit 245 to the first side and 231 to the second side.

10

The DC power to operate the excitation circuit is provided by, for example, two 24 volt 525 amp DC lead acid batteries (but not limited to lead acid batteries). Battery 248 (battery A) is connected to contact block 250 through conductor 259 to side A anode and through 260 to side A cathode. Battery 249 (battery B) is connected to the contact block 250 through conductor 257 to side B anode and through conduit 258 to side B cathode. The pulsed current to the rotors consists of 20 volts and 6.25 amps DC. The current flow is controlled by 3.2 ohm resistors (261, 262) in conduit 255 and 263. First polarity current (north pole) is generated as follows: MOSFET gates 209, 225, 272 and 269 are closed by 12 volt current (default position is open) when sensor wheel 240 sends a signal to PLC channel 1 (CH1), channel 1 in turn sends a signal to discontinue the 12 volt current to MOSFET 269 on the excitation board for 135° of rotation. Channel 2 (CH2) simultaneously receives the signal and opens MOSFET 225 for 180° of rotation. When these two gates are open, 20 volts and 6.2 amps of DC current flows from battery A into cathode A (IN) through resistor 262 (3.2 ohms). When the power is on to cathode A and anode A, MOSFET 270 opens and allows current to flow through the MOSFET 270, conduit 268, MOSFET 269, conduit 279 into cathode #1 post on contact block 278. A jumper carries current from cathode post #1 on contact block 278 (FIG. 54) to contact block post 213 (FIG. 53). The current then flows into "cathode #1 (in)" through conduit 204 with "anode #1 (in)" connected through conduit 206 on pole switching board (FIG. 53). The current flows through open MOSFET 207 on through conduit 207a to rotor contact block 219 through lead 221 to north pole wound coil and out

20

30

40

50

WO 2018/065635

PCT/EP2017/079687

through lead 220 and through conduit 224 then through open MOSFET 225 through conduit 226 to earth ground.

This circuit for 135° of rotation delivers a first polarity current to the rotor pole (north pole). At the end of the first 180° MOSFET 269 and MOSFET 225 closes. The second circuits of PLC channel 1 (CH1) and channel 2 (CH2) are operative at the end of the first 180° of rotation. Channel 1 turns off the 12 volt current to 272 on the excitation board for 135° of rotation. Channel 2 of the PLC opens MOSFET 209 for 180° of rotation. DC current (20 volts, 6.2 amps) flows from battery B into "cathode B (in)" through resistor 261 (3.2 ohms). When power is on to cathode B and anode B, MOSFET 256 opens and allows current to flow through MOSFET 256, conduit 271 into MOSFET 272 on through conduit 273 into cathode C#2 post on contact block 278. A jumper carries current from cathode post C#2 on contact block 278 (FIG. 54) to contact block post 216 (FIG. 53). The current then flows into "cathode C#2 in" through conduit 276 with anode #2 in connected through 227 on pole switching board FIG. 53. Current flows through open MOSFET 223 on through conduit 223a to rotor contact block 219 through lead 220 to south pole wound coil out through lead 221 and through conduit 207a and 208 then out through open MOSFET 209 through conduit 210 to earth ground. After 135° of rotation, the second 180° rotation MOSFET 272 closes and after 180° of rotation MOSFET 269 closes and the cycle begins all over again.

This same sequence of events is repeated for two times over a complete cycle of 16.66 milliseconds. Accordingly, salient pole #1 in each group is excited as just described above. Salient pole #1 is excited in a first polarity and 2.084 milliseconds later salient pole #2 is excited in a first polarity, 2.084 milliseconds later salient pole #3 is excited in a first polarity and 2.084 milliseconds later salient pole #4 is excited in a first polarity and 2.084 milliseconds later salient pole #1 is again excited however this alternate excitation is in a second polarity. 2.084 milliseconds later salient pole #2 is excited in a second polarity, 2.084 milliseconds later salient pole #3 is excited in a second polarity and 2.084 milliseconds later salient pole #4 is excited in a second polarity and 2.084 milliseconds later salient pole #1 is again excited in a first polarity. Adjoining pole groups to the segment just discussed will have the excitation sequence carried out in an opposite polarity.

FIG. 55 is a depiction of a solid state three-phase generator 285 revealing input connections from the rotor circuits 280, 281, 282, 283 from rotor excitation circuits along with a power cable 288 to an electrical load and regenerative circuits to a battery rectifier interface, consistent with embodiments of the present disclosure. The input circuits may enter the unit through conduit 286. The solid state rotor 173 is visible and is protected by a safety cage 172

WO 2018/065635

PCI/EP2017/079687

which may be attached to end plate 171 and back to the body of the stator. Cable 288 may be made up in junction box 175. Cable 288 may carry a 3-phase power to an electrical load. The regenerative power to the batteries may exit the junction box 175 through conduit 287. 480 volts and 25 amps power may be put through a 3-phase step-down transformer 284 to drop the voltage to, for example 24 volts and 500 amps. The 3-phase power may go through a conduit 289 traversing a single direction diode 291 and through a 3-phase bridge rectifier to convert to DC power to charge battery A 248 and battery B 249. Power storage devices and mechanisms other than batteries may be used, for example, an electric power grid or other types of energy storage. At least a portion of the stored power may be used to re-excite the rotor.

10

20

30

50

40

50

WO 2018/065635

PCT/EP2017/079687

Claims

1. A solid-state electromagnetic rotor, comprising:
  - a plurality of salient pole pieces arranged around a supporting structure,
  - wherein a first end of each salient pole piece is attached to the support structure and a second end of each salient pole piece points outward away from the supporting structure;
  - and
  - wires wound around each salient pole piece,
  - wherein when the wires of the plurality of salient pole pieces are sequentially excited by an excitation circuit, the salient pole pieces are energized to provide a moving polar magnetic field in the form of distinct magnetic poles as desired to accomplish power generation.
2. The solid-state electromagnetic rotor of claim 1, wherein the rotor salient pole pieces are excited in a different polarity at any given time.
3. The solid-state electromagnetic rotor of claims 1 and 2, wherein the plurality of salient pole pieces are divided in N-groups, and the salient pole pieces within each group are sequentially excited each for a predetermined amount of time.
4. The solid-state electromagnetic rotor of claim 3, wherein the salient pole pieces within each group are excited, each delayed from the previous salient pole piece, each for the predetermined amount of time.
5. The solid-state electromagnetic rotor of claims 1 - 4, wherein the solid-state rotor is a uni-pole rotor, and the plurality of salient pole pieces are excited in a single polarity at any given time.
6. The solid-state electromagnetic rotor of claims 1 - 5, wherein the wires wound around each salient pole piece includes an inner wire closer to the supporting structure and an outer wire farther away from the supporting structure, wherein the inner wire and the outer wire are excited so that the salient pole piece forms a dipole magnet.
7. The solid-state electromagnetic rotor of claims 1 - 6, wherein the plurality of salient pole pieces include at least one pair consisting of a first salient pole piece and a

WO 2018/065635

PCT/EP2017/079687

- second salient pole piece 180° opposite to the first salient pole piece, wherein the wires are wound around the first and second salient pole pieces such that when the wires are excited, the first and second salient pole pieces form two complete dipoles.
8. The solid-state electromagnetic rotor of claim 7, further comprising a shielding means between the first salient pole piece and the second salient pole piece. 10
9. The solid-state electromagnetic rotor of claim 8, wherein the shielding means contains mu metal.
10. A system including the solid-state electromagnetic rotor of claim 1; a stator, wherein the rotor is placed inside the stator; and power leads configured to provide at least a portion of output power to a storage device where a portion of the stored power is utilized to re-excite the rotor.
11. The system of claim 10, wherein the stator is a stator of a conventional electric power generator. 20
12. The system of claim 10, wherein the stator includes a specially built stator housing.
13. The system of claim 12, wherein the stator has multiple rotor cavities.
14. The system of claim 10, further comprising storing at least a portion of the output power in a power storage device.
15. The system of claim 14, wherein the power storage device is one or more batteries.
16. The system of claim 14, wherein the power storage device is an electric grid.
17. The system of claim 14, wherein the power storage device is any type of suitable storage technology. 30
18. An assembly for providing power generation, comprising:  
     an electric power generator stator having a stator housing; and  
     a solid-state power generator rotor placed into and attached to the stator housing, wherein the solid-state power generator rotor remains stationary and generates a rotating magnetic field sequentially excited using an electronic excitation

WO 2018/065635

PCT/EP2017/079687

system, wherein a portion of output power from the assembly is fed back to the excitation system.

19. The assembly of claim 18, wherein the solid-state rotor is constructed of a series of adjacent salient poles attached to a central support shaft.
20. The assembly of claims 18 and 19, wherein the solid-state rotor is constructed by cutting laminates and assembling them into the form of a rotor of appropriate size.
21. The assembly of claims 19 and 20, wherein the solid-state rotor is constructed of a ferromagnetic material.
22. The assembly of claim 19 and 20, wherein the salient poles of the solid-state rotor are wound with magnet wires.
23. The assembly of claim 22, wherein the magnet wires are connected to excitation leads from the excitation system.
24. The assembly of claim 19, wherein the salient poles are divided into N-groups of two or four or other appropriate numbers and the windings are connected by leads to the excitation system.
25. The assembly of claim 24, wherein the excitation system includes multiple channels and the multiple channels are respectively connected to the salient poles of each group.
26. The assembly of claim 25, wherein the excitation system excites the salient poles within each group sequentially such that discrete alternating magnetic poles rotate parallel to the surface of the solid-state rotor at a predetermined speed and frequency.
27. The assembly of claim 18, wherein the electronic excitation system includes a computer-controlled electronic gating system.
28. The assembly of claim 27, wherein the electronic gating system utilizes one or more MOSFETs.
29. A power generator, comprising:
  - a stator having a cavity and stator wires configured to provide output power;

10

20

30

40

50

WO 2018/065635

PCT/EP2017/079687

a static rotor inserted in the cavity and outside the stator wires, wherein the static rotor includes:

a support structure;

a plurality of salient pole pieces circularly arranged around the supporting structure, wherein a first end of each salient pole piece is attached to the support structure and a second end of each salient pole piece is toward an inner circumference of the cavity; and

wires wound around each salient pole piece,

wherein when the wires of the plurality of salient pole pieces are sequentially excited by an excitation circuit, the salient pole pieces are energized to provide a moving magnetic field comprised of distinct poles.

10

30. The power generator of claim 29, wherein the static rotor is a solid-state rotor.
31. The power generator of claim 29, wherein the stator further includes wire slots in the cavity, wherein the stator wires are wound in the wire slots such that current flow in a first portion of the stator wires is in a first direction in all wire slots and current flow in a second portion of the stator wires is in a second direction opposite to the first direction in all wire slots.
32. The power generator of claim 31, wherein the stator further includes a shielding means between the wire slots.
33. The power generator of claim 32, wherein the shielding means includes mu metal.
34. The power generator of claim 29, wherein the static rotor is a N-pole rotor, and the plurality of salient pole pieces are divided into N groups, wherein each group of salient pole pieces is excited in a different polarity at any given time.
35. The power generator of claim 34, wherein the plurality of salient pole pieces within each group are sequentially excited each for a predetermined amount of time.
36. The power generator of claim 29, wherein the static rotor is a uni-pole rotor and the plurality of salient pole pieces are excited in a single polarity at any given time.
37. The power generator of claim 29, wherein frequency of the output power is controlled by varying an excitation cycle used to excite the wires of the salient pole pieces.

20

30

40

50

WO 2018/065635

PCT/EP2017/079687

38. A controller for controlling a power generator having a static rotor, wherein the static rotor including a plurality of salient pole pieces each wound with wires, the controller comprising:
- connection terminals coupled to an electric circuit connected to the wires through terminal blocks; and
  - a processor configured to:
    - determine an excitation cycle based on a target frequency of the power generator; and
    - switch the electric circuit to excite the wires to energize the plurality of salient pole pieces sequentially according to the excitation cycle such that each salient pole piece is energized in a first polarity in a first half of the excitation cycle and energized in a second polarity in a second half of the excitation cycle.
39. The controller of claim 38, wherein the processor is further configured to receive a signal from a solid-state frequency generator and determine the target frequency of the power generator based on the signal.
40. The controller of claim 38, wherein the electric circuit includes a plurality of switching elements, wherein the processor is configured to sequentially switch on and off the plurality of switching elements within the excitation cycle.
41. The controller of claim 40, wherein the plurality of switching elements are MOSFET.
42. The controller of claim 38, wherein the processor is further configured to switch the electric circuit to excite the plurality of salient pole pieces in a single polarity at any given time.
43. The controller of claim 42, wherein the processor is further configured to divide the plurality of salient pole pieces into N groups, and switch the electric circuit to excite each group of salient pole pieces in a different polarity at any given time.
44. The controller of claim 43, wherein the processor is further configured to excite the salient pole pieces within each group sequentially each for a predetermined amount of time.



WO 2018/065635

PCT/EP2017/079687

45. The controller of claim 40, wherein the plurality of switching elements are switched on and off to provide pulsed current to excite the wires.
46. A method for controlling a power generator having a static rotor, wherein the static rotor including a plurality of salient pole pieces each wound with wires, the method comprising:  
     determining an excitation cycle based on a target frequency of the power generator; and  
     switching an electric circuit connected to the wires to excite the wires to energize the plurality of salient pole pieces sequentially according to the excitation cycle such that each salient pole piece is energized in a first polarity in a first half of the excitation cycle and energized in a second polarity in a second half of the excitation cycle.
47. The method of claim 46, further comprising receiving a signal from a solid-state frequency generator and determining the target frequency of the power generator based on the signal.
48. The method of claim 46, wherein switching the electric circuit includes sequentially switching on and off a plurality of switching elements of the electric circuit within an excitation cycle.
49. The method of claim 46, wherein switching the electric circuit comprises exciting the plurality of salient pole pieces in a single polarity at any given time.
50. The method of claim 46, wherein switching the electric circuit includes dividing the plurality of salient pole pieces into N groups, and switching the electric circuit to excite each group of salient pole pieces in a different polarity at any given time.
51. The method of claim 50, wherein switching the electric circuit further including exciting the salient pole pieces within each group sequentially each for a predetermined amount of time.
52. A non-transitory computer readable medium having instructions stored thereon, wherein the instructions, when executed by a processor, perform a method for

10

20

30

40

50

WO 2018/065635

PCT/EP2017/079687

controlling a power generator having a static rotor, wherein the static rotor includes a plurality of salient pole pieces each wound with wires, the method comprising:

determining an excitation cycle based on a target frequency of the power generator; and

switching an electric circuit connected to the wires to excite the wires to energize the plurality of salient pole pieces sequentially according to the excitation cycle such that each salient pole piece is energized in a first polarity in a first half of the excitation cycle and energized in a second polarity in a second half of the excitation cycle.

10

53. An electric circuit connected to wires of a static rotor in a power generator, wherein the static rotor including a plurality of salient pole pieces wound with the wires, the electronic circuit comprising:

a computer controlled excitation system having at least two control channels; and

a plurality of pole switching circuits coupled to the at least two control channels, wherein the pole switching circuits are connected to the wires of the plurality of salient pole pieces, wherein each pole switching circuit includes a plurality of switching elements switched on and off by the at least two control channels to excite the wires to energize the plurality of salient pole pieces sequentially.

20

54. The electric circuit of claim 53, wherein the plurality of switching elements are switched according to an excitation cycle such that each salient pole piece is energized in a first polarity in a first half of the excitation cycle and energized in a second polarity in a second half of the excitation cycle.

55. The electric circuit of claim 53, wherein the plurality of switching elements are solid state switches.

30

56. The electric circuit of claim 53, wherein the plurality of switching elements are MOSFET.

57. The electric circuit of claim 53, wherein each pole switching circuit in the plurality of pole switching circuits further comprises a contact block having a plurality of contact

40

50

WO 2018/065635

PCT/EP2017/079687

points, wherein when a switching element is switched on, current flows to the contact block through at least one conduit.

58. The electric circuit of claim 53, wherein the plurality of pole switching circuits are powered by at least one battery.
59. The electric circuit of claim 53, wherein the plurality of switching elements are switched on and off to provide pulsed current to excite the wires.
60. The electric circuit of claim 59, wherein the plurality of pole switching circuits provide a first pulsed current to a first salient pole piece for a predetermined amount of time and subsequently provide a second pulse current to a second salient pole piece adjacent to the first salient pole piece for the predetermined amount of time.
61. The electric circuit of claim 53, wherein the plurality of pole switching circuits are each connected to a group of salient pole pieces and configured to excite each group of salient pole pieces in a different polarity at any given time.
62. The electric circuit of claim 61, wherein the plurality of pole switching circuits are further configured to excite salient pole pieces within each group for a predetermined amount of time.
63. The electric circuit of claim 53, wherein the computer controlled excitation system is a programmable logic center (PLC) circuit.

10

20

30

40

50

**(57) Abstract:** A solid-state electromagnetic rotor, comprising a plurality of salient pole pieces arranged around a supporting structure, wherein a first end of each salient pole piece is attached to the support structure and a second end of each salient pole piece points outward away from the supporting structure; and wires wound around each salient pole piece, wherein when the wires of the plurality of salient pole pieces are sequentially excited by an excitation circuit, the salient pole pieces are energized to provide a moving polar magnetic field in the form of distinct magnetic poles as desired to accomplish power generation.

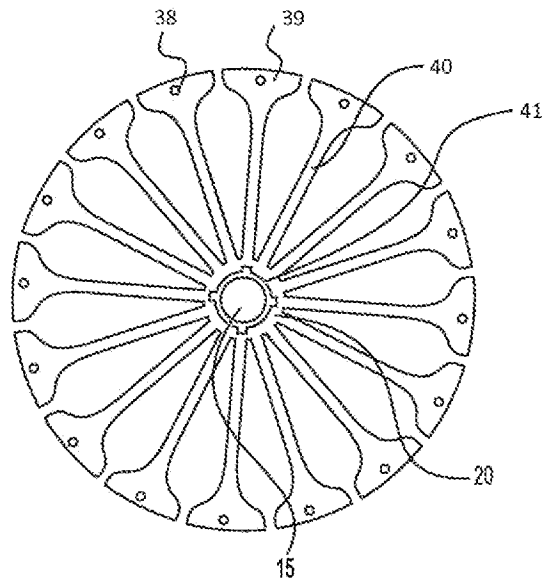
10

20

30

40

50



**FIG. 1**

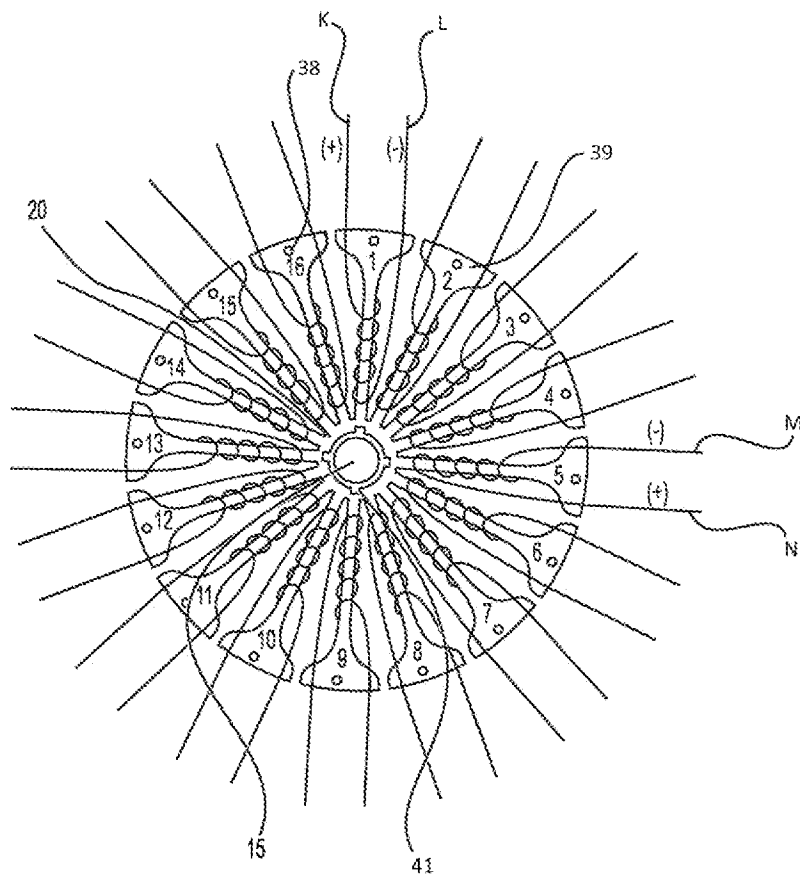
10

20

30

40

50



**FIG. 2**

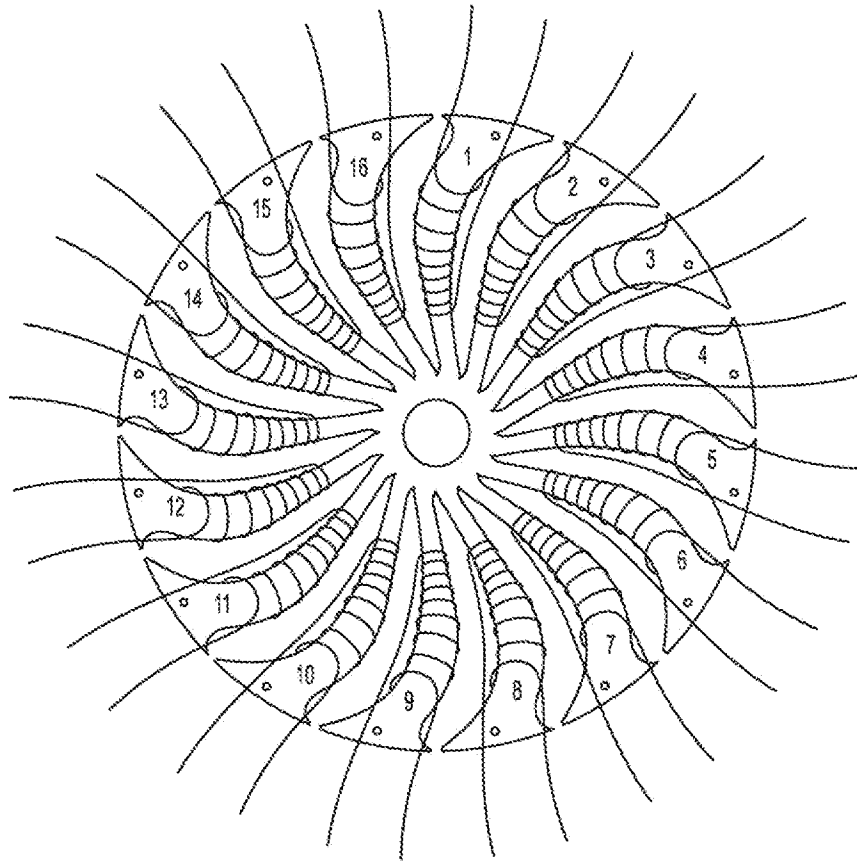
10

20

30

40

50



**FIG. 3**

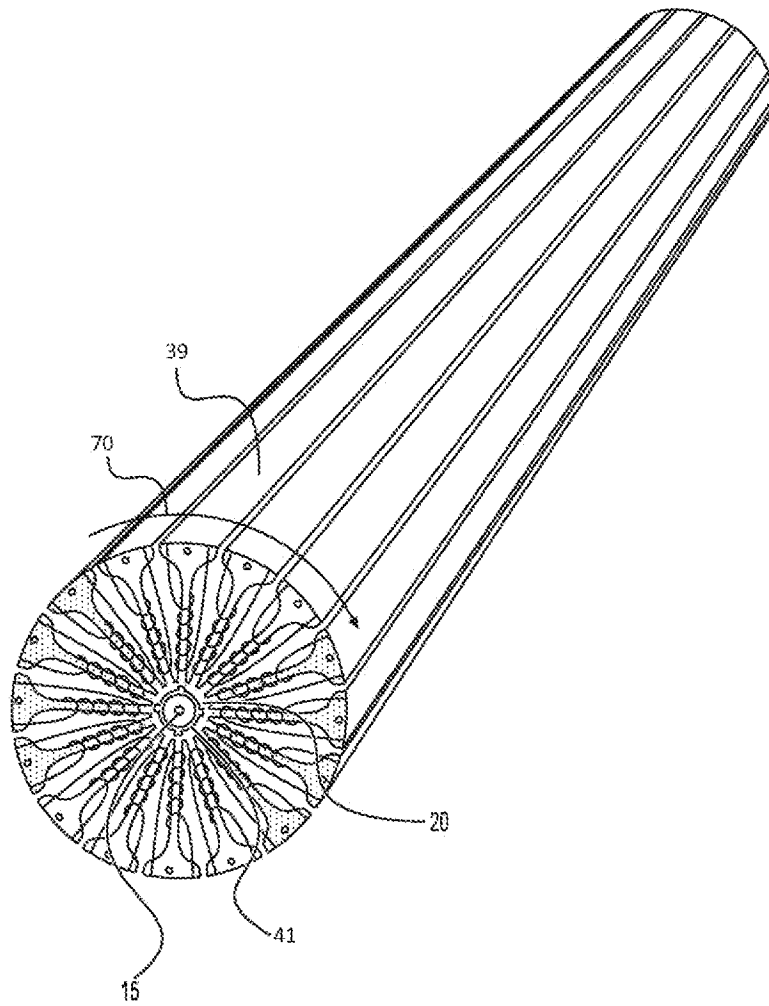
10

20

30

40

50



**FIG. 4**

10

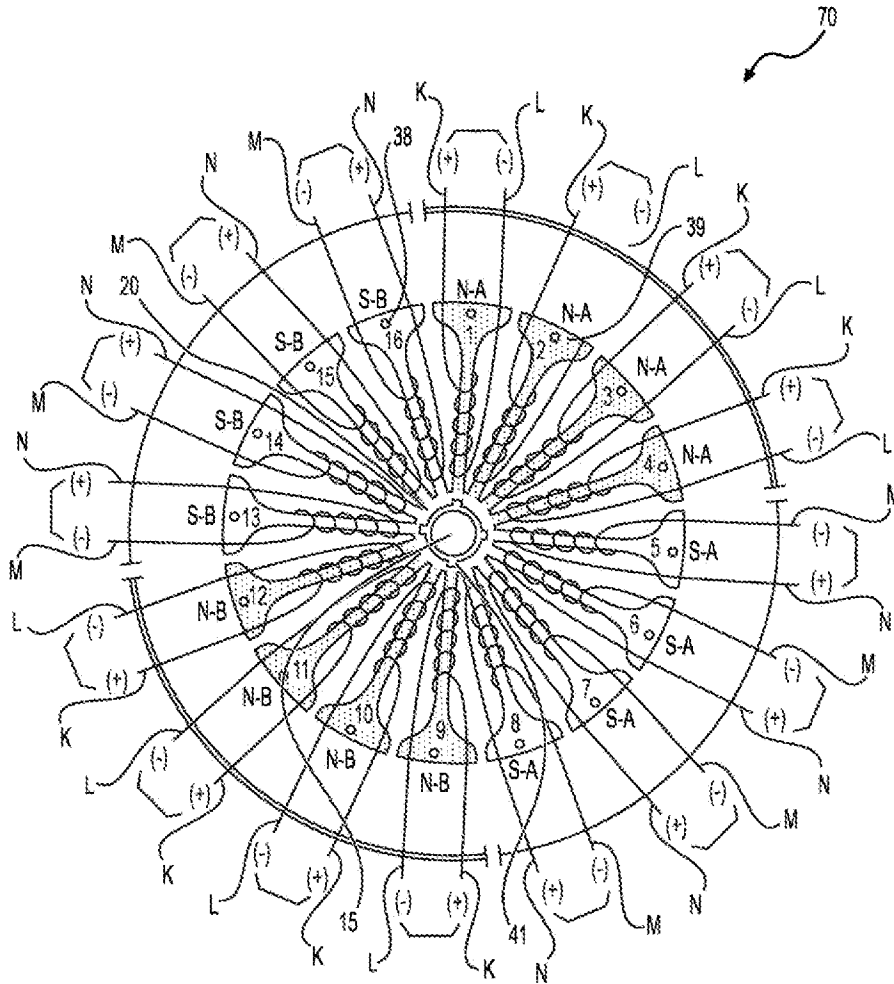
20

30

40

50





**FIG. 5**

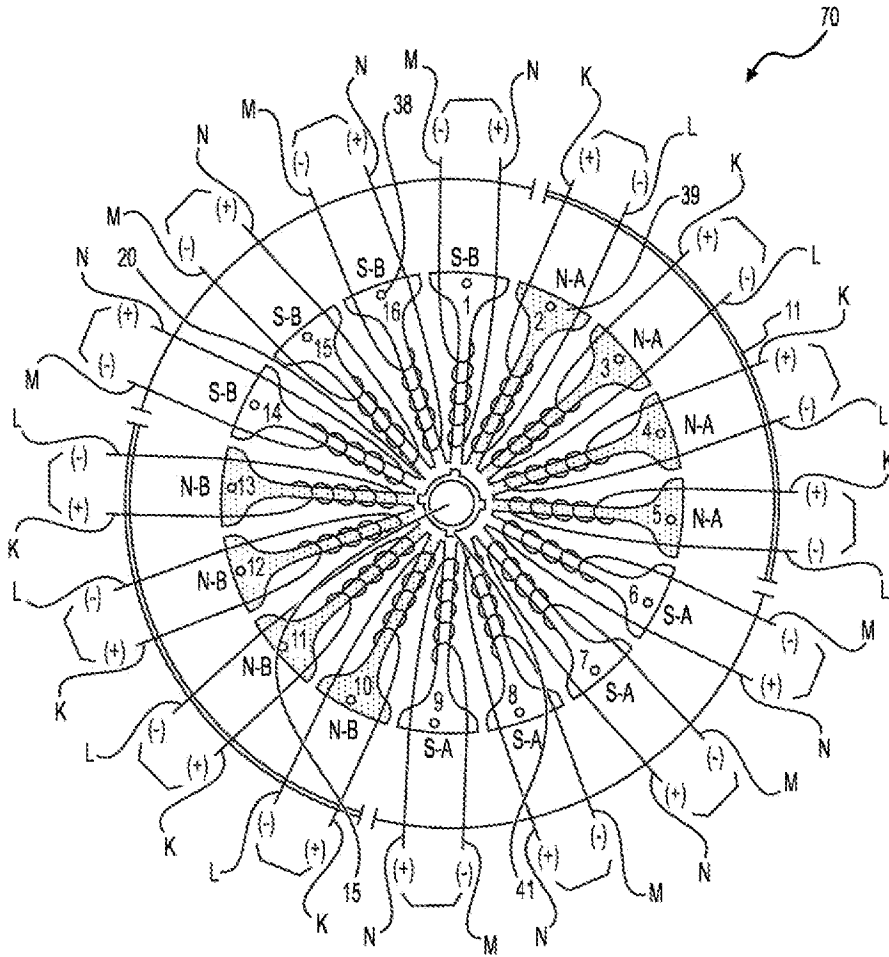
10

20

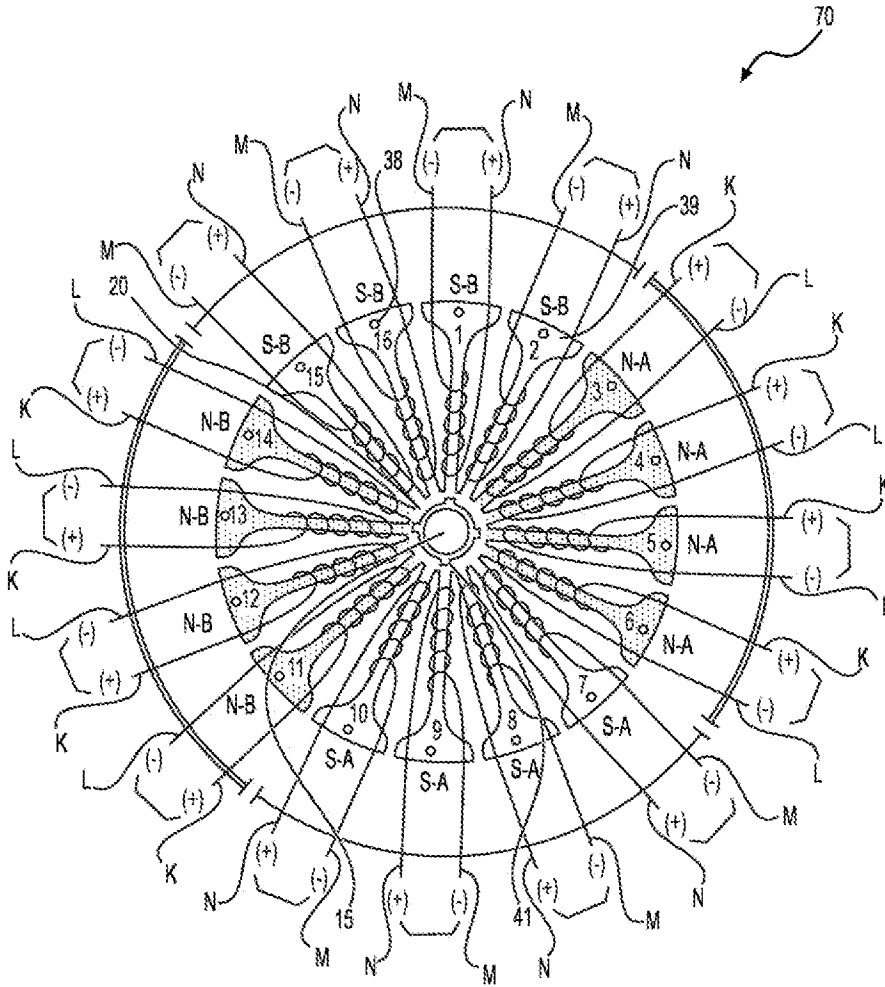
30

40

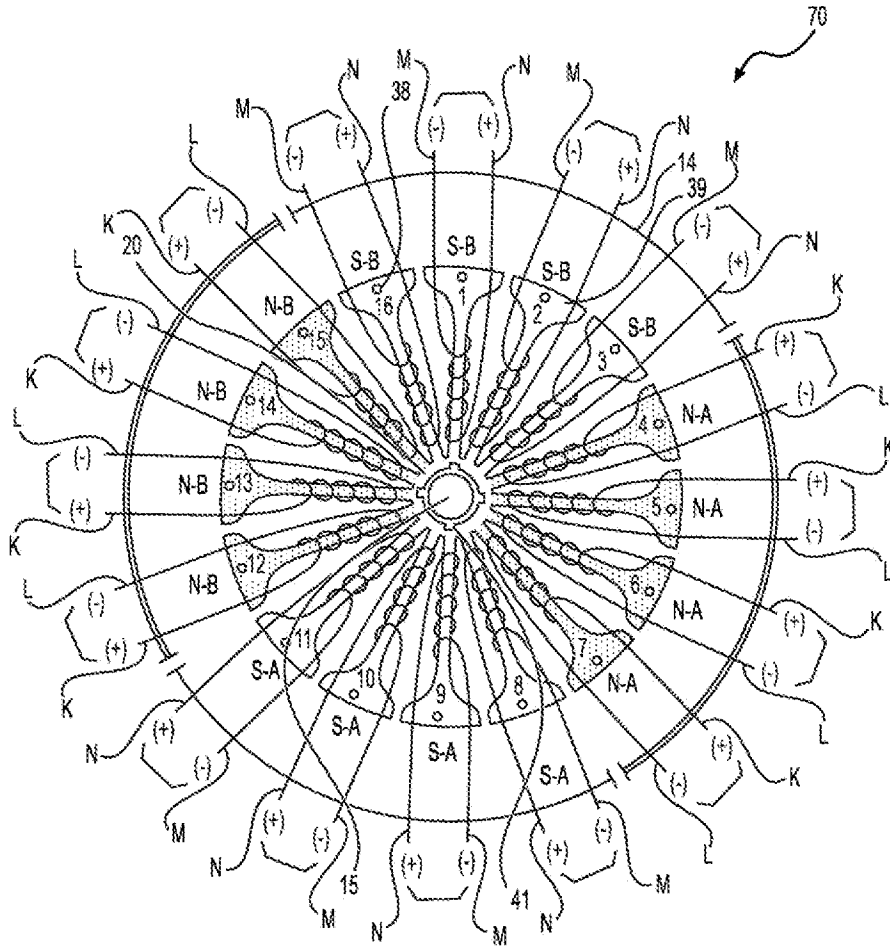
50



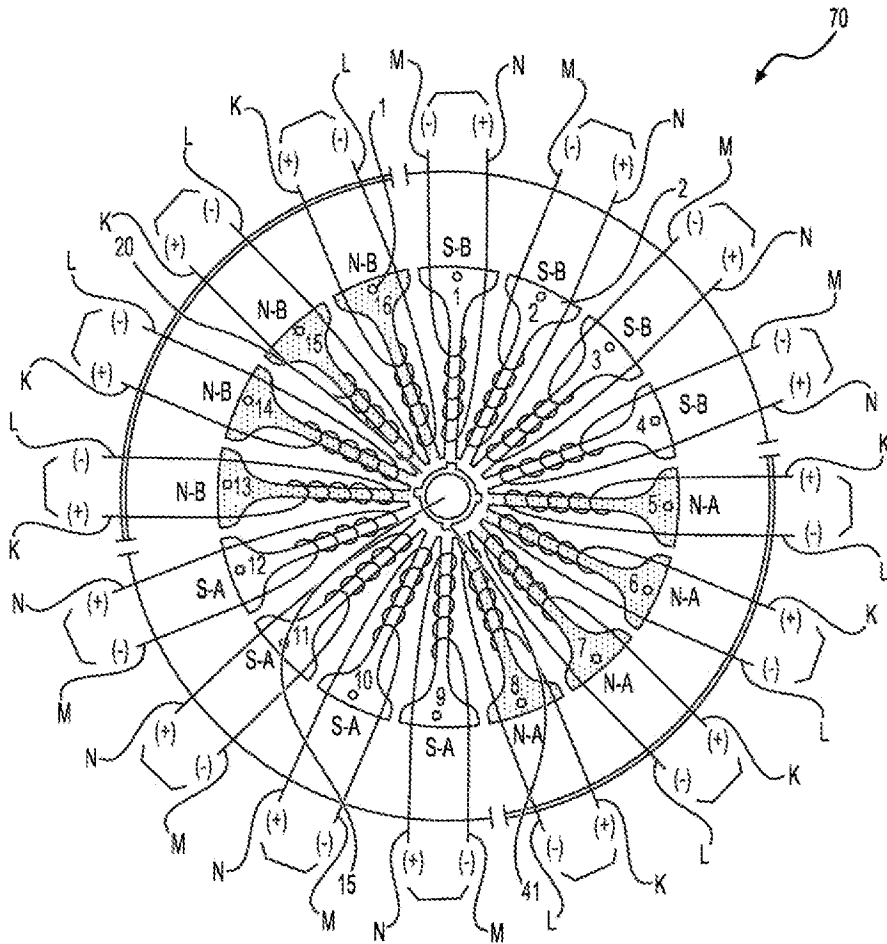
**FIG. 6**



**FIG. 7**



**FIG. 8**



**FIG. 9**

10

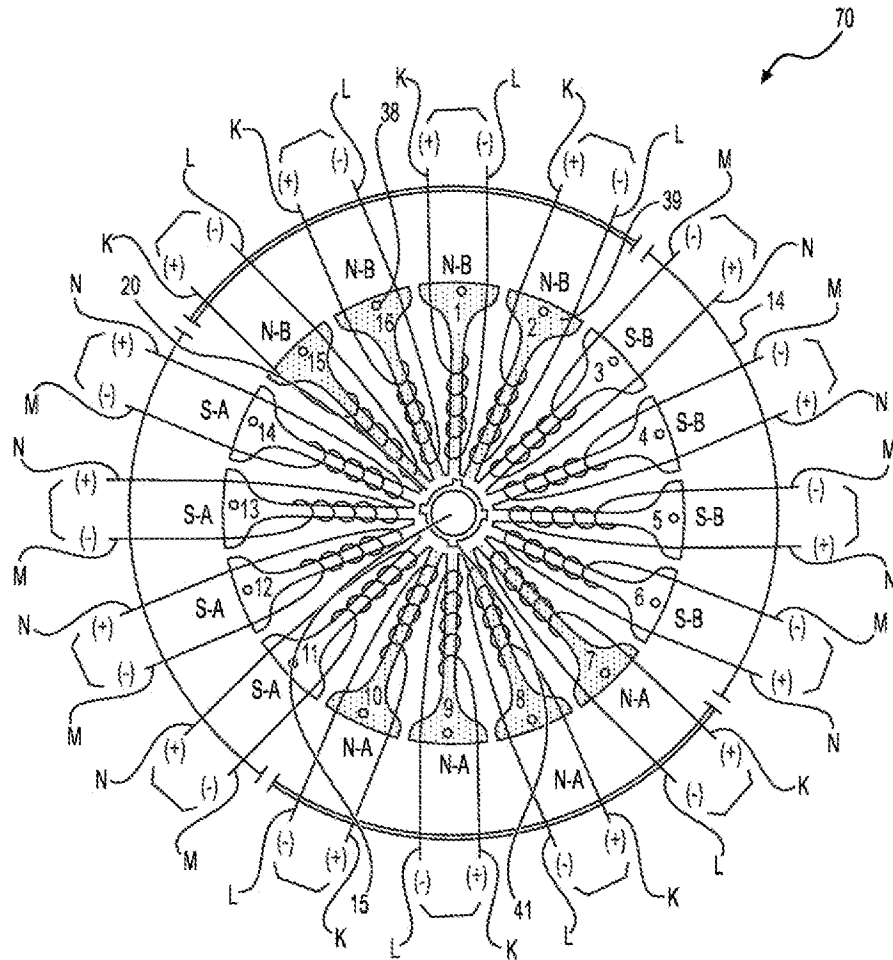
20

30

40

50





10

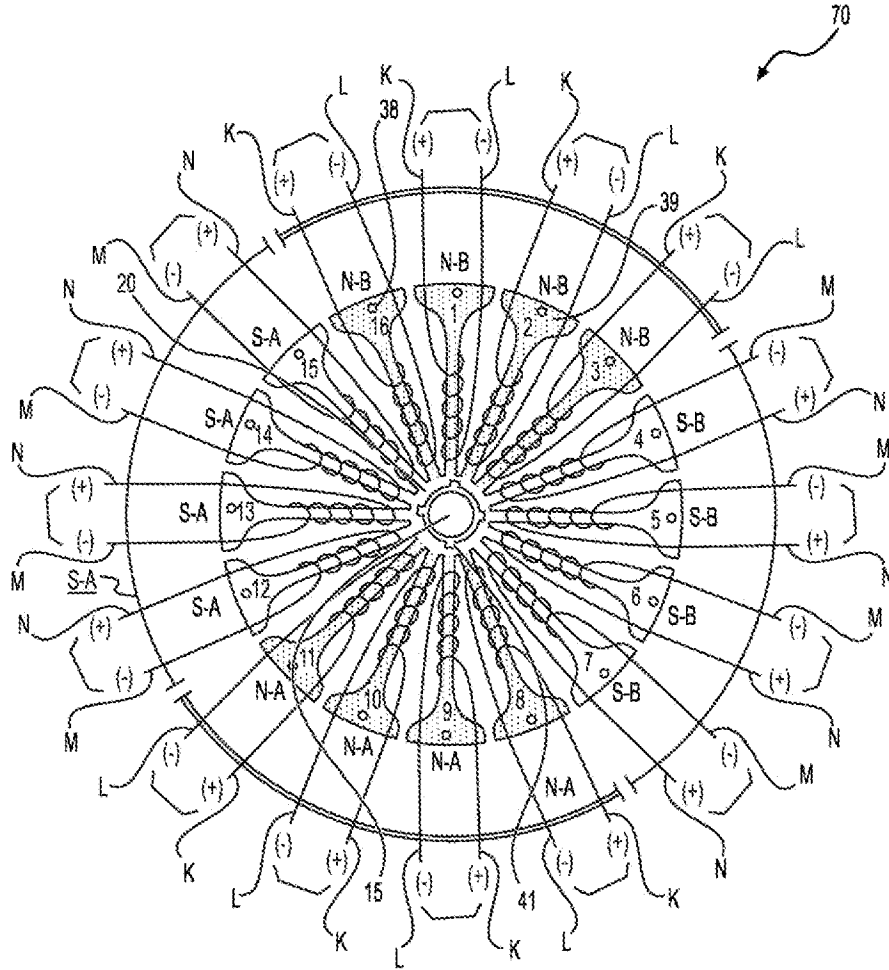
20

30

**FIG. 11**

40

50



**FIG. 12**

10

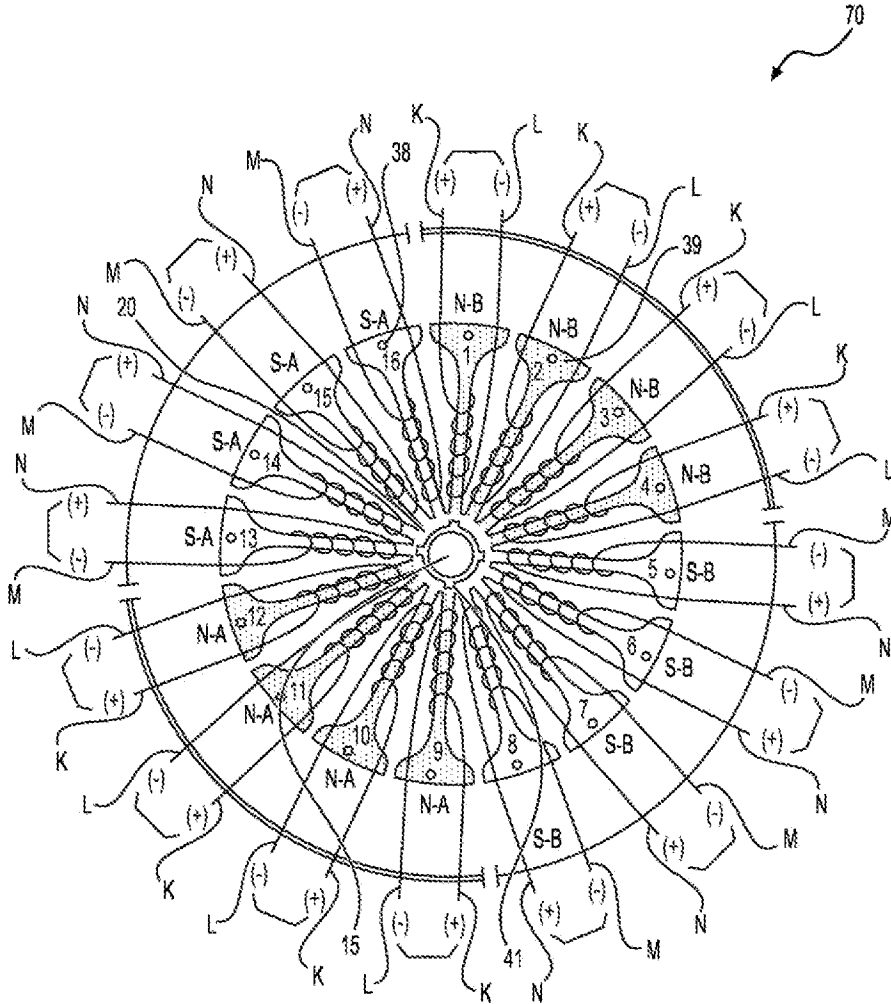
20

30

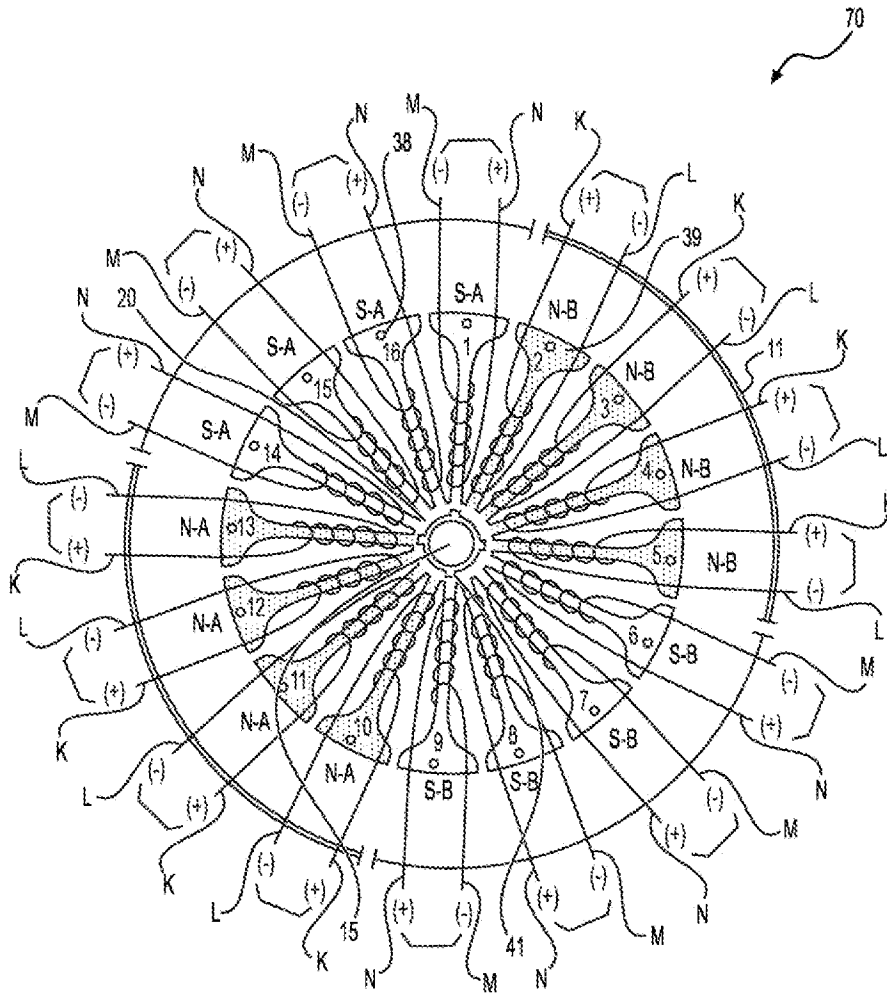
40

50





**FIG. 13**



**FIG. 14**

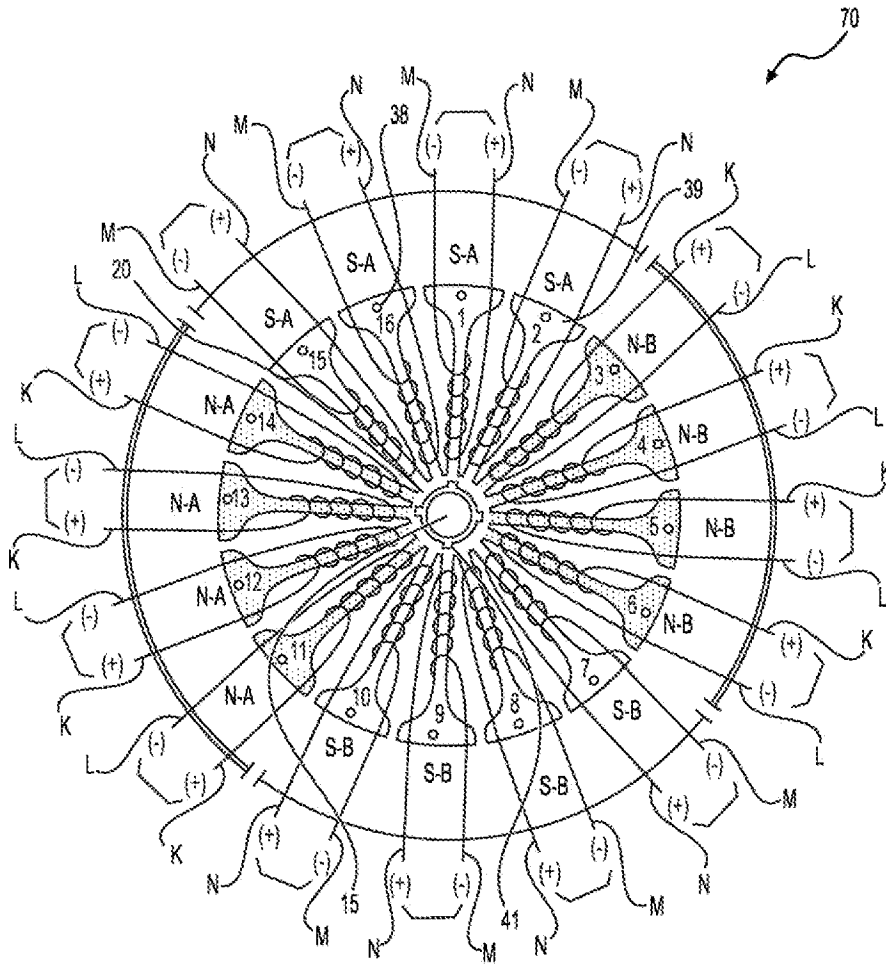
10

20

30

40

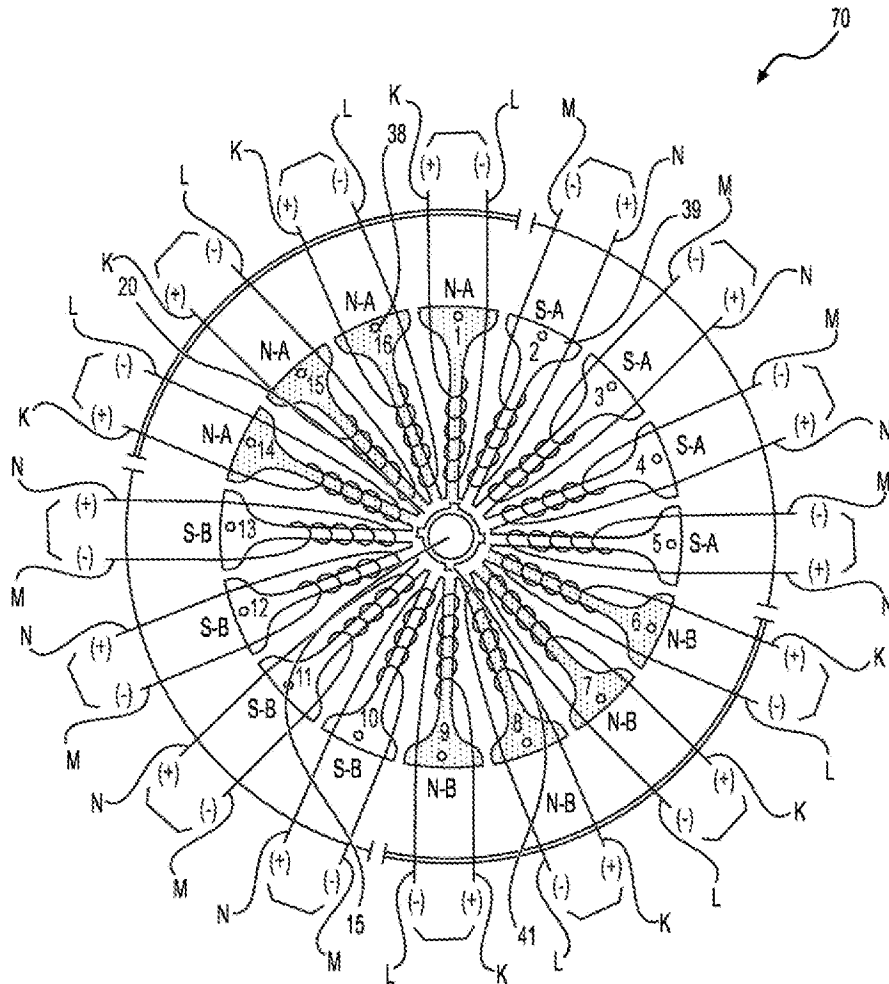
50



**FIG. 15**







**FIG. 18**

10

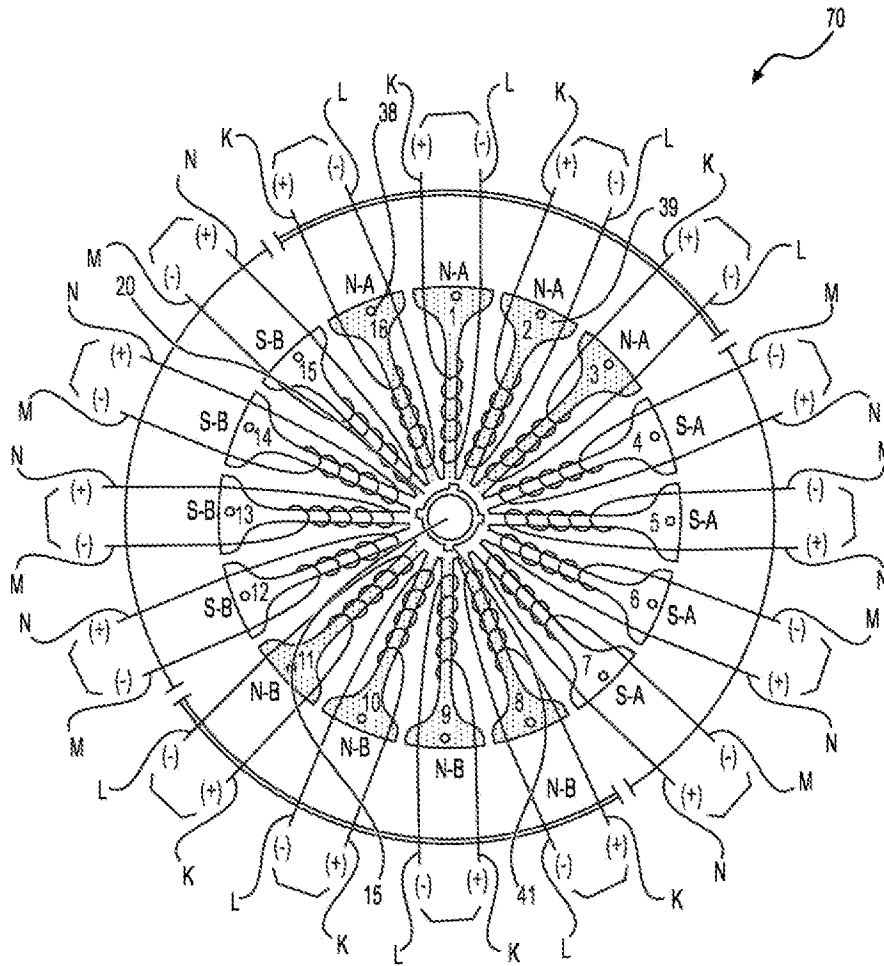
20

30

40

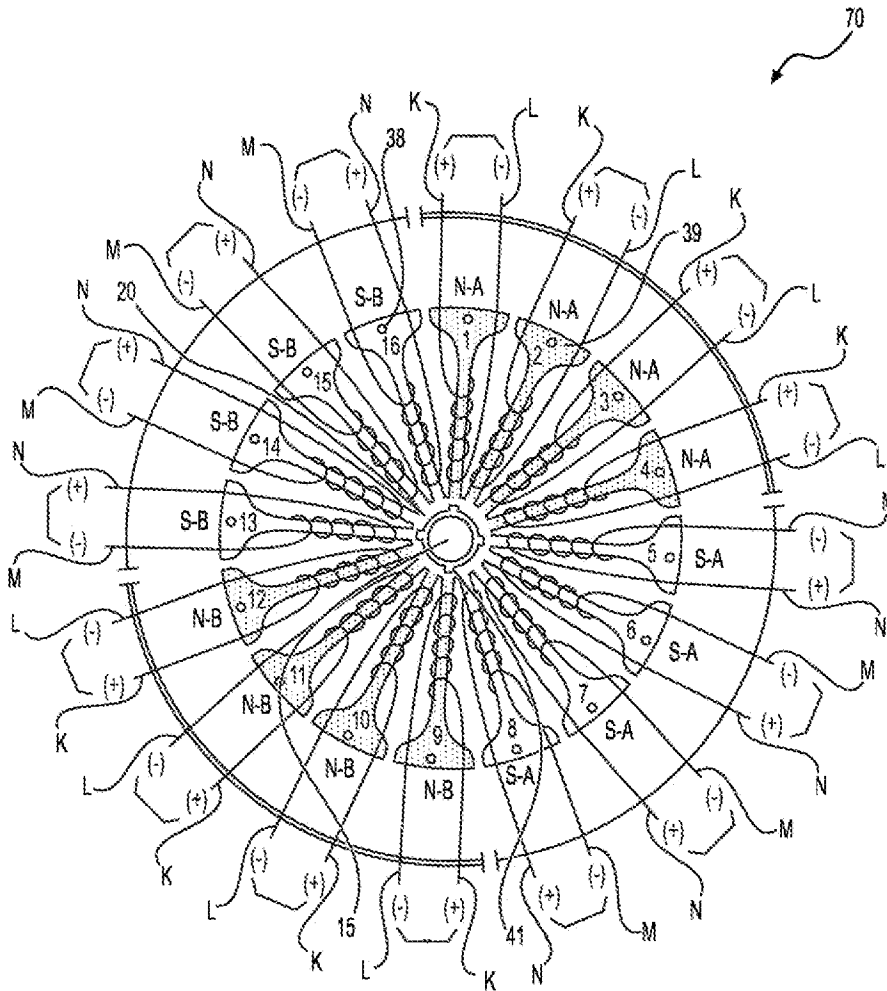
50





**FIG. 20**





**FIG. 21**

10

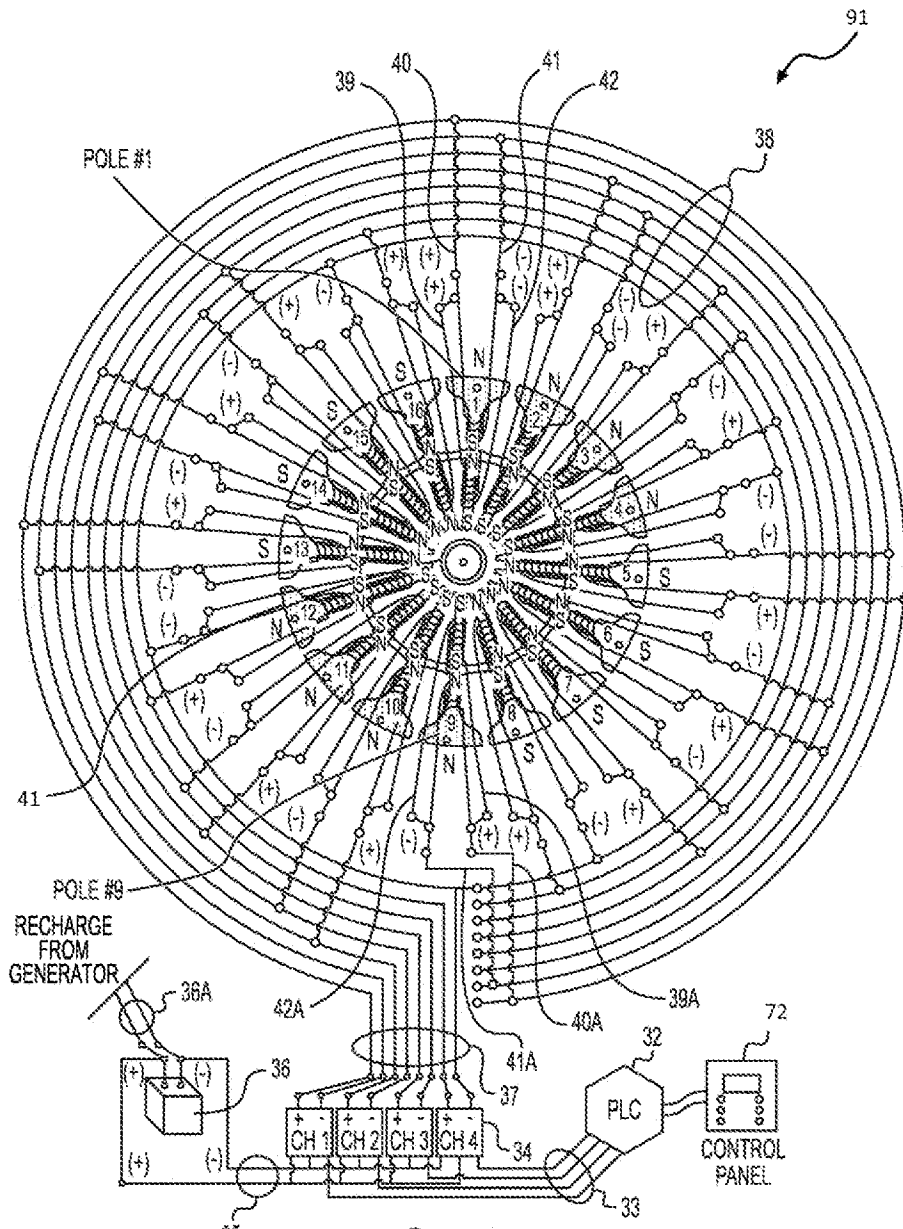
20

30

40

50





**FIG. 23**

10

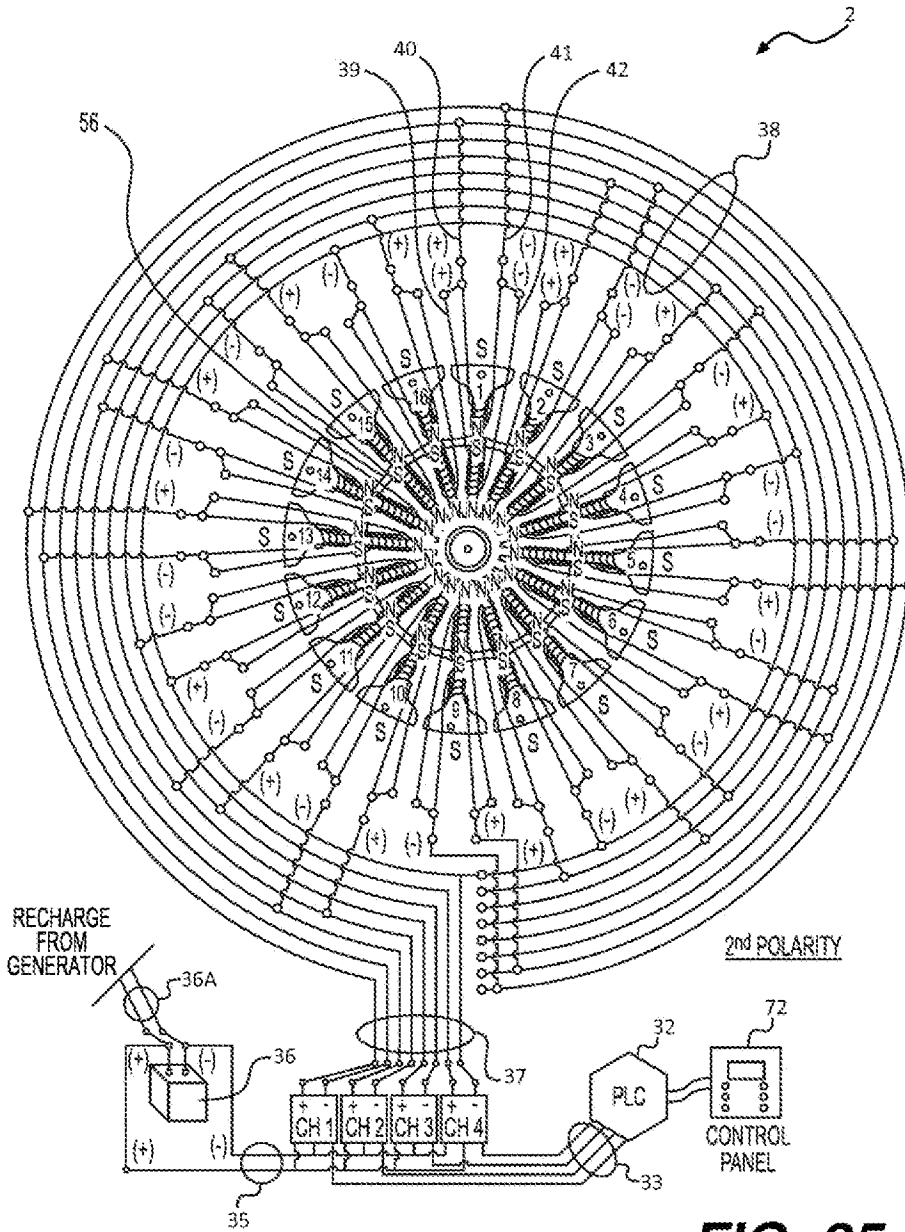
20

30

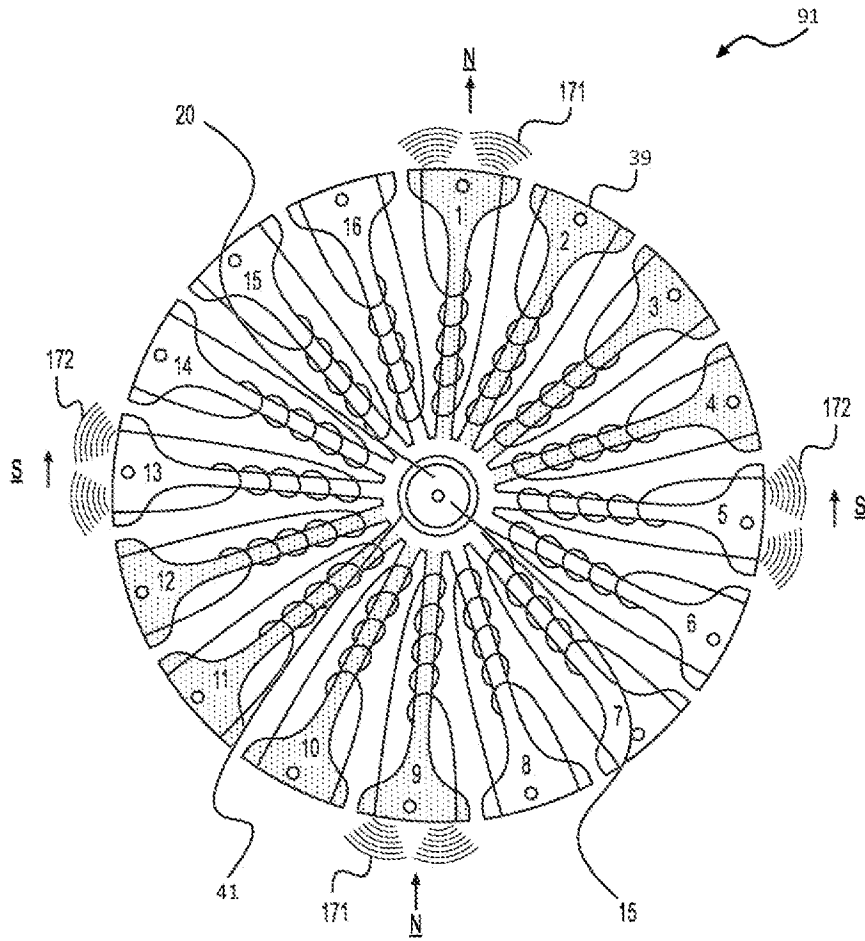
40

50

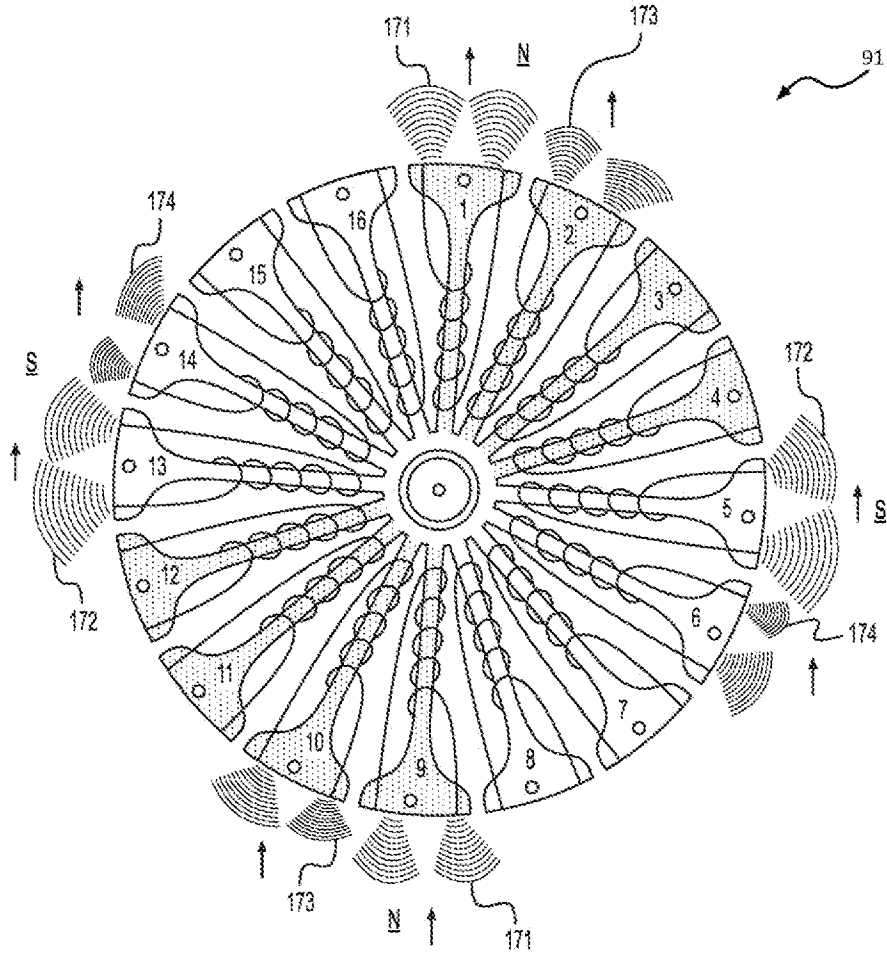




**FIG. 25**



**FIG. 26**



**FIG. 27**

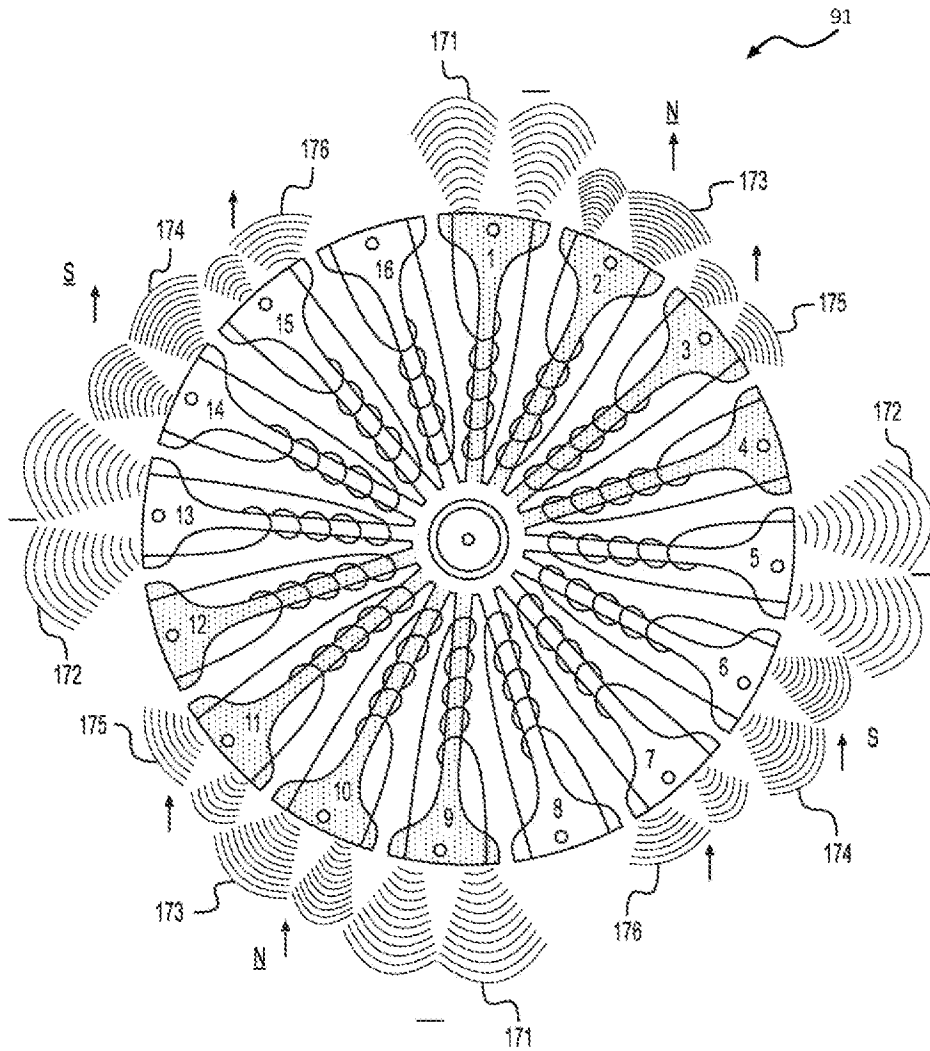
10

20

30

40

50



**FIG. 28**

10

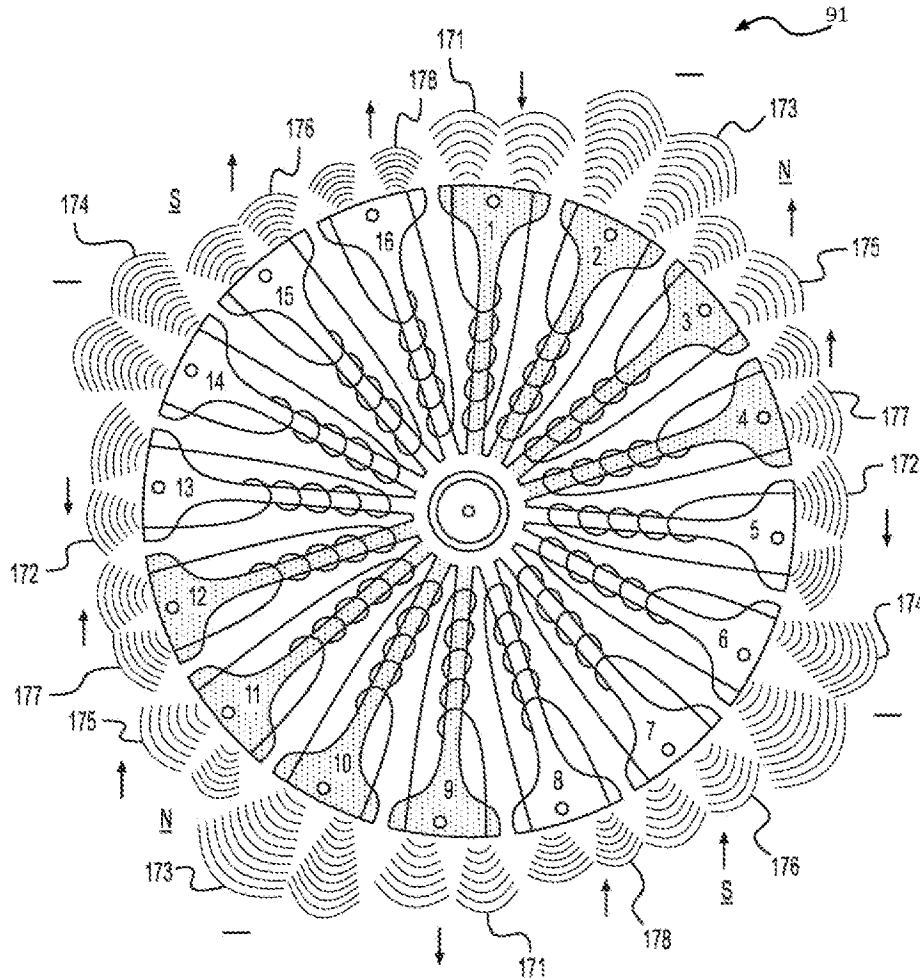
20

30

40

50





10

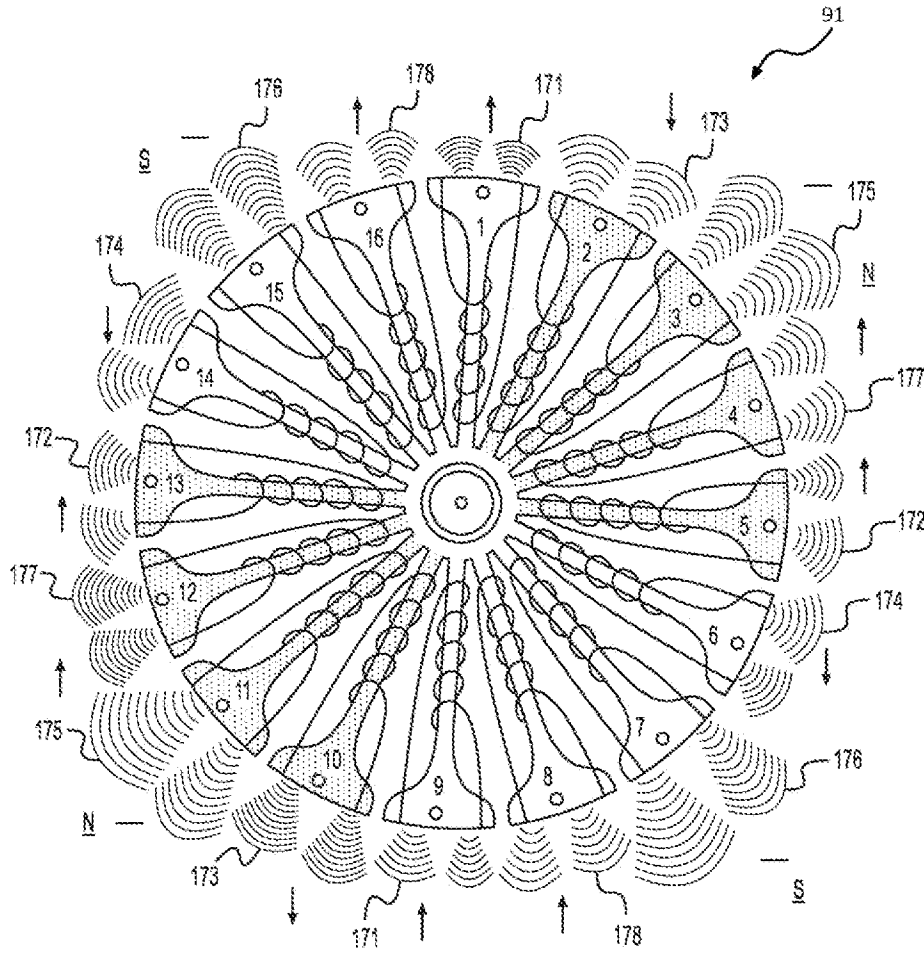
20

30

**FIG. 29**

40

50



10

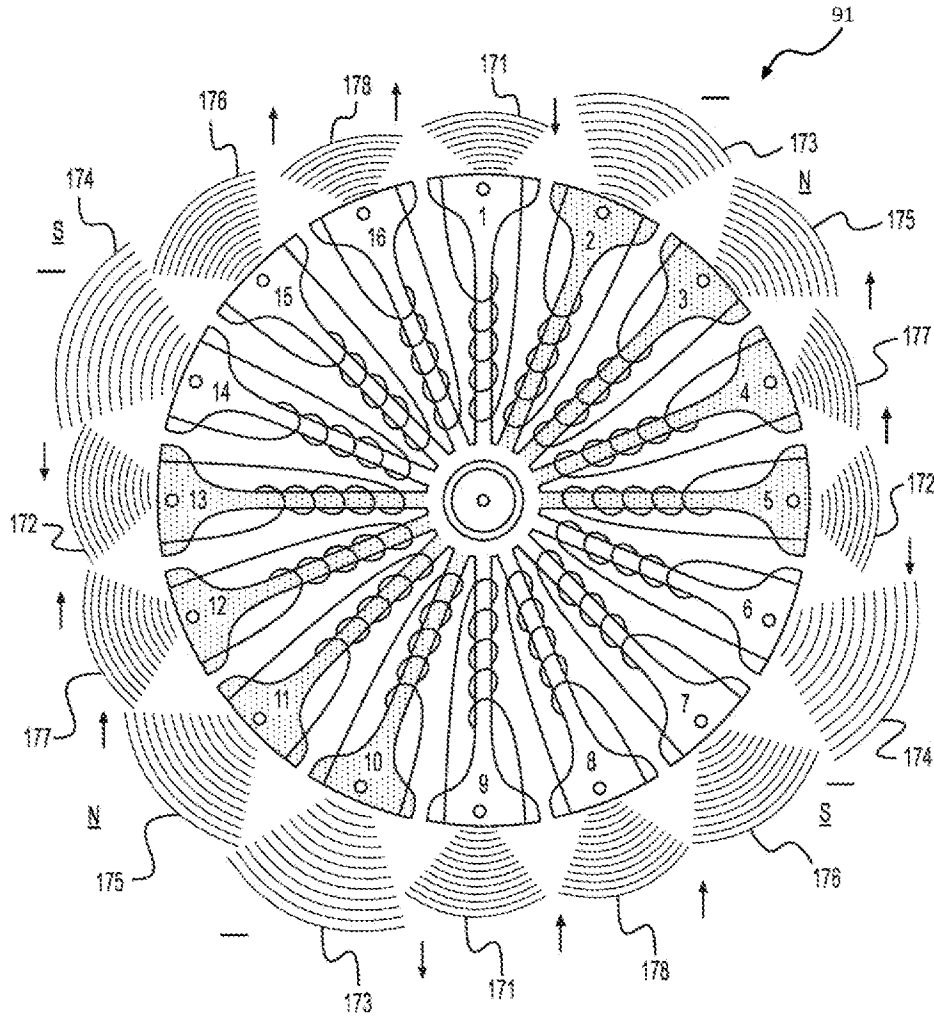
20

30

**FIG. 30**

40

50



10

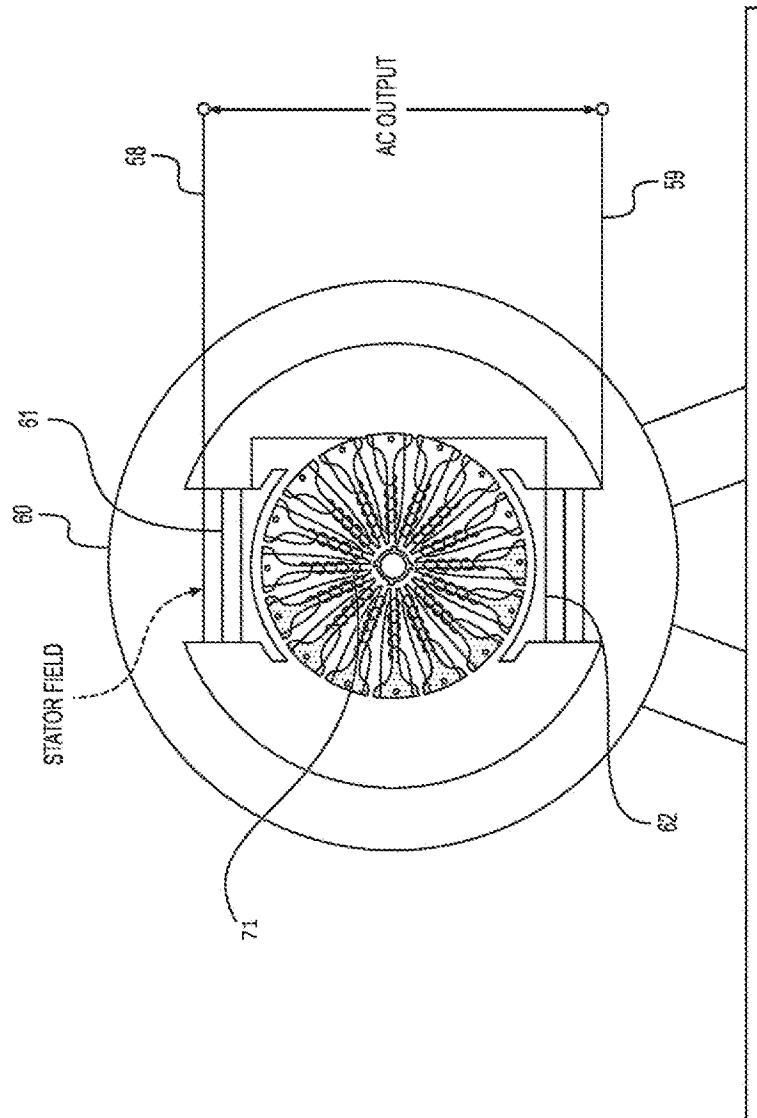
20

30

**FIG. 31**

40

50



**FIG. 32**

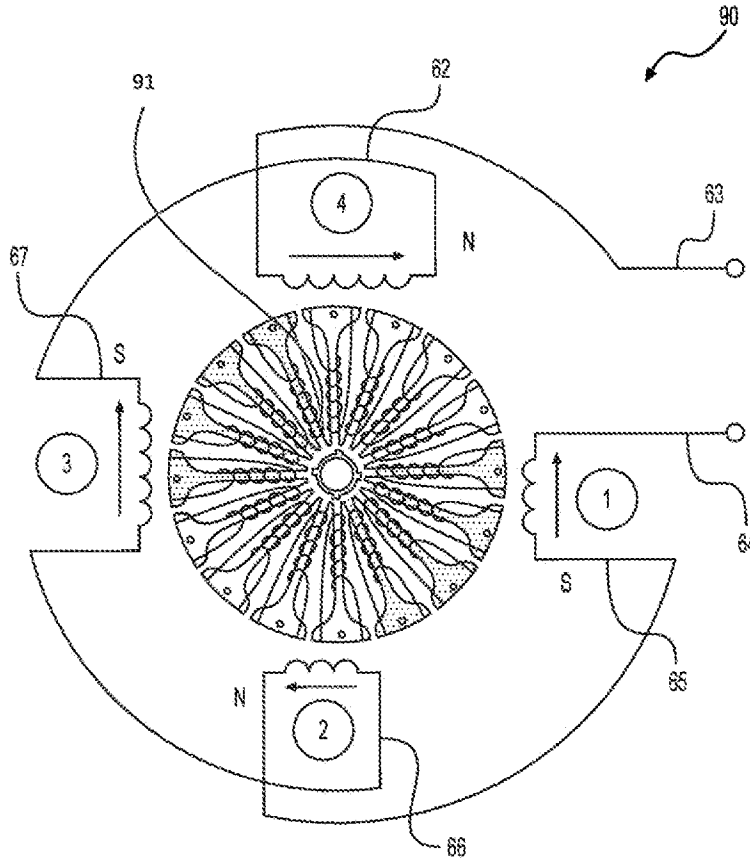
10

20

30

40

50



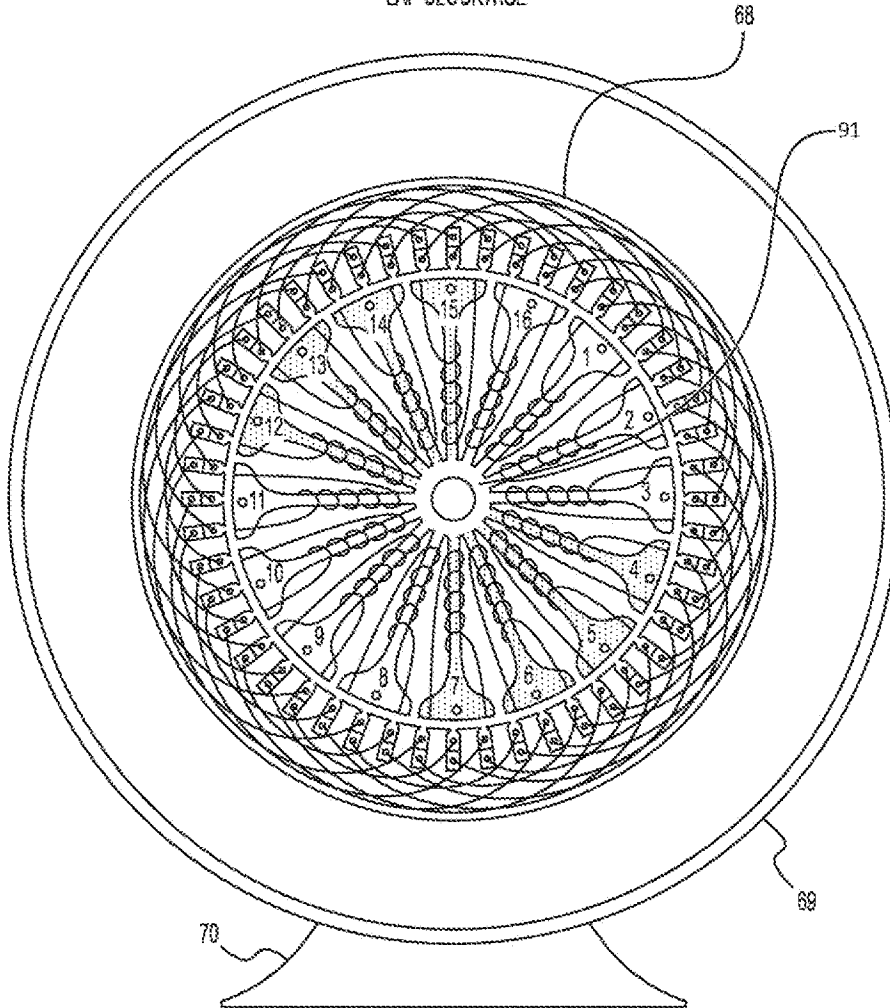
**FIG. 33**

WO 2018/065635

PCT/EP2017/079687

34/55

3-PHASE WINDING  
LAP CLOCKWISE



10

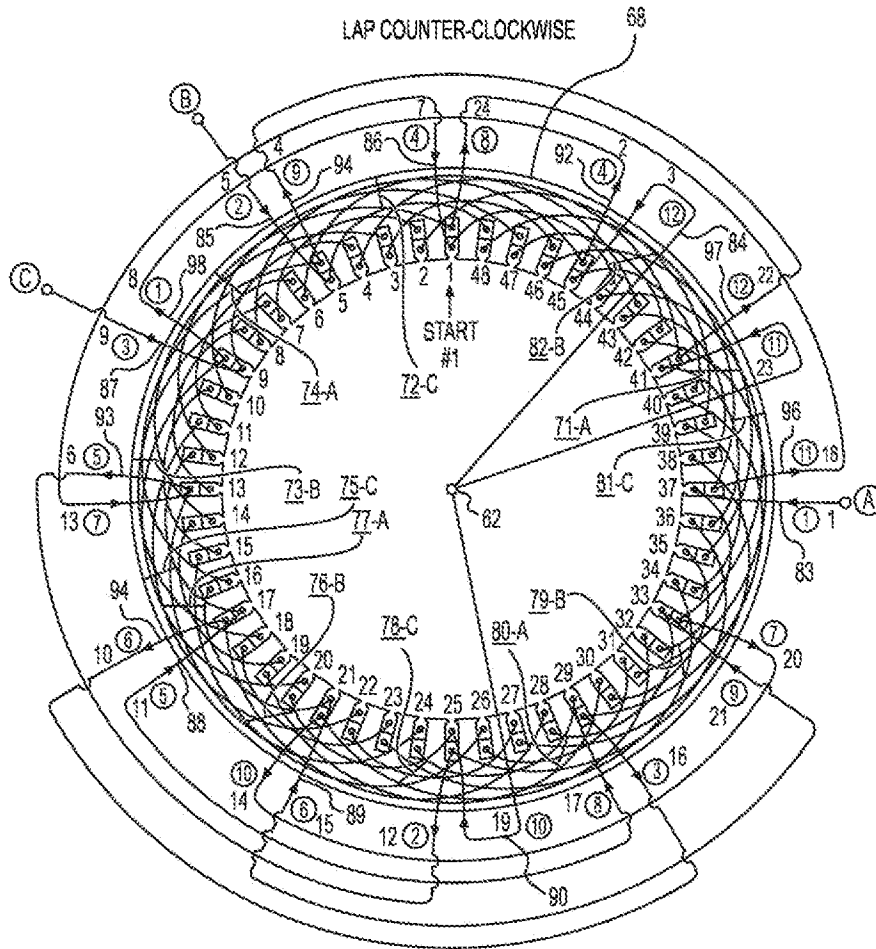
20

30

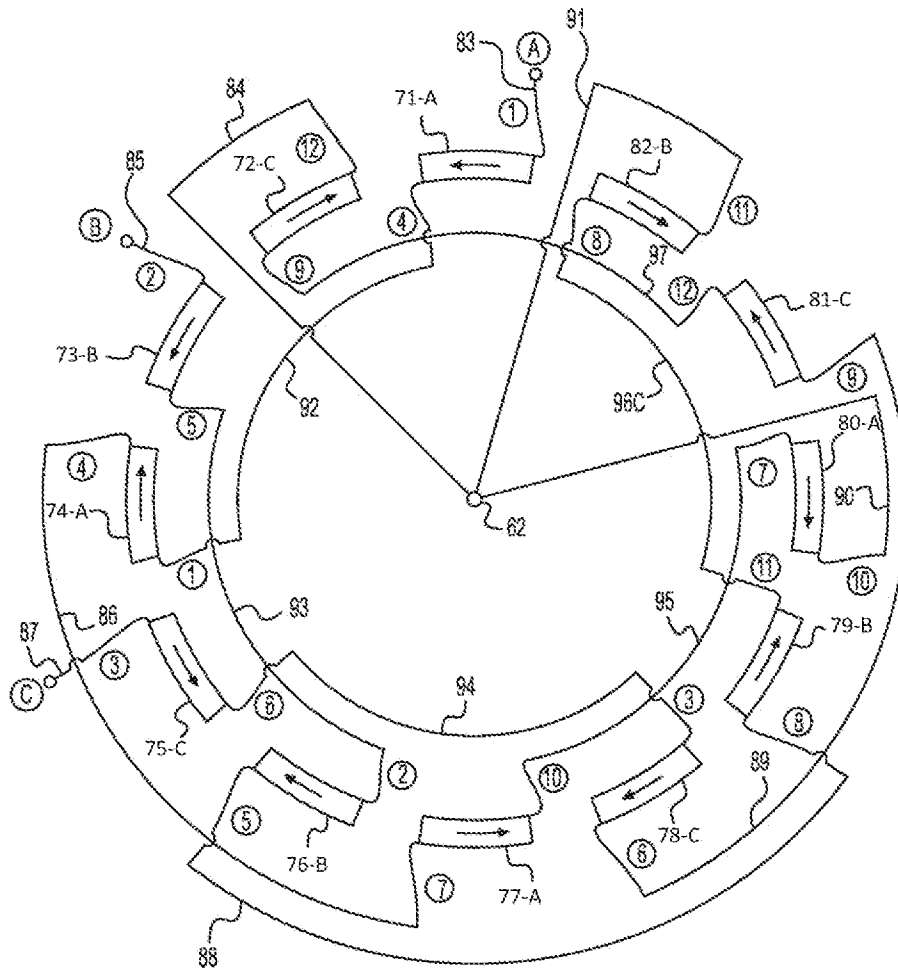
**FIG. 34**

40

50



**FIG. 35**



**FIG. 36**

10

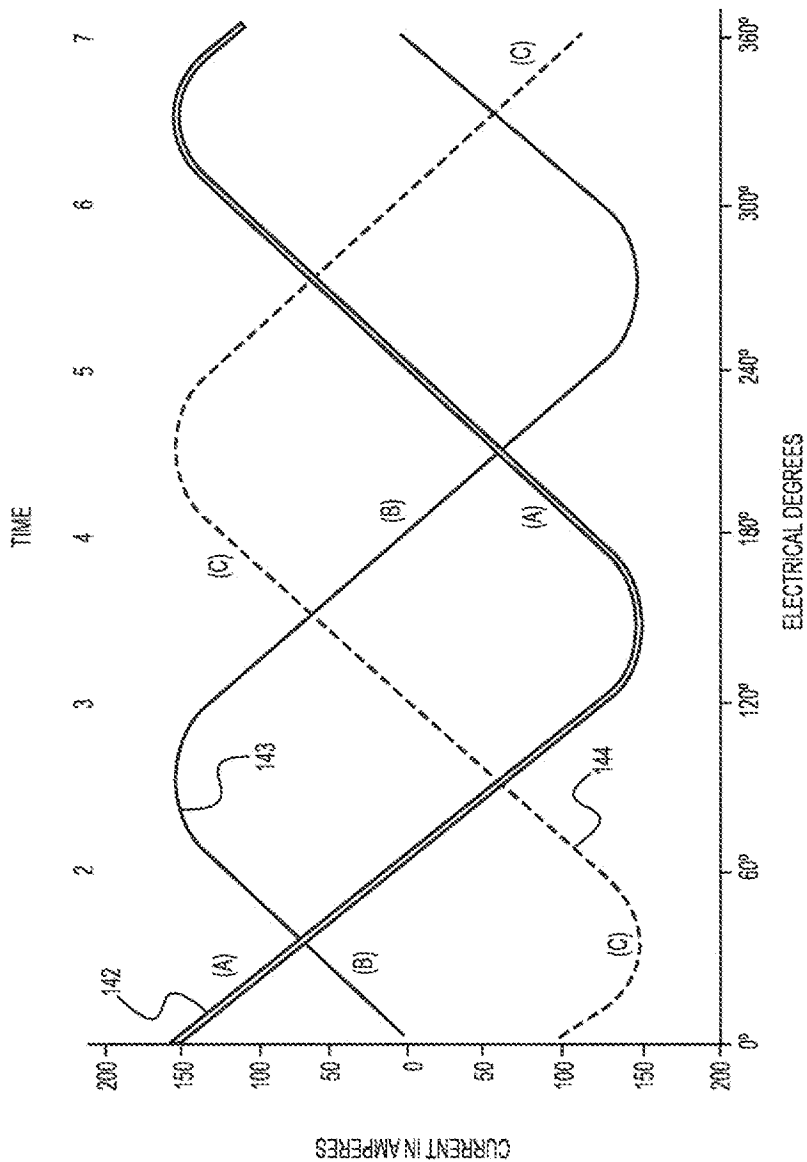
20

30

40

50





**FIG. 37**

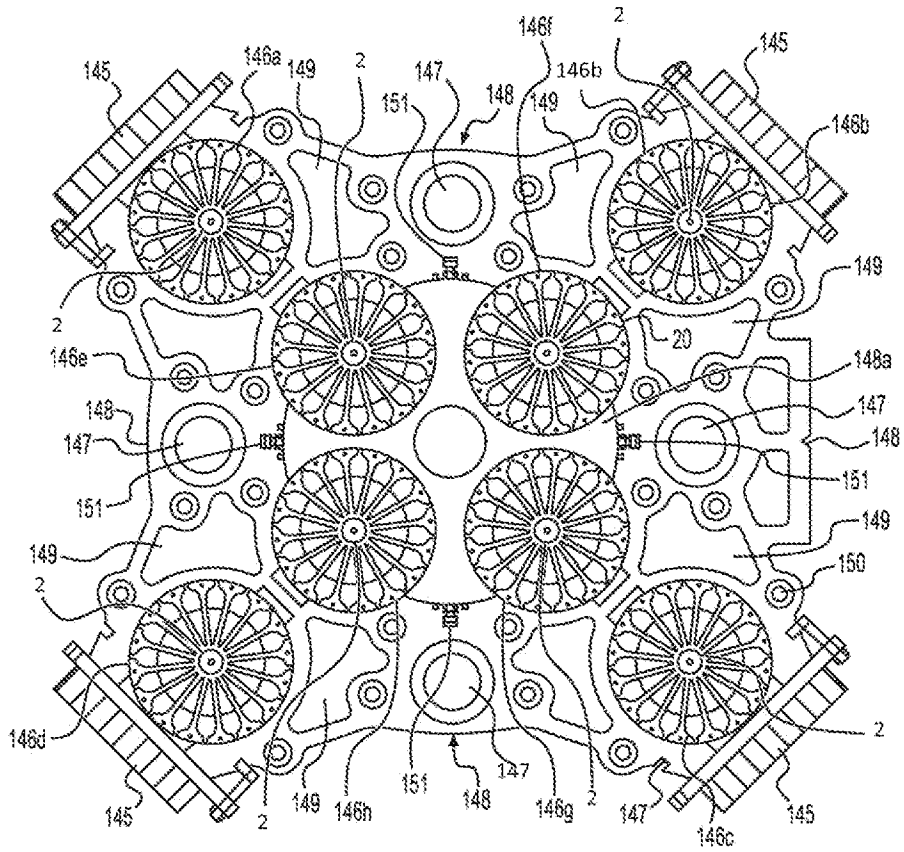
10

20

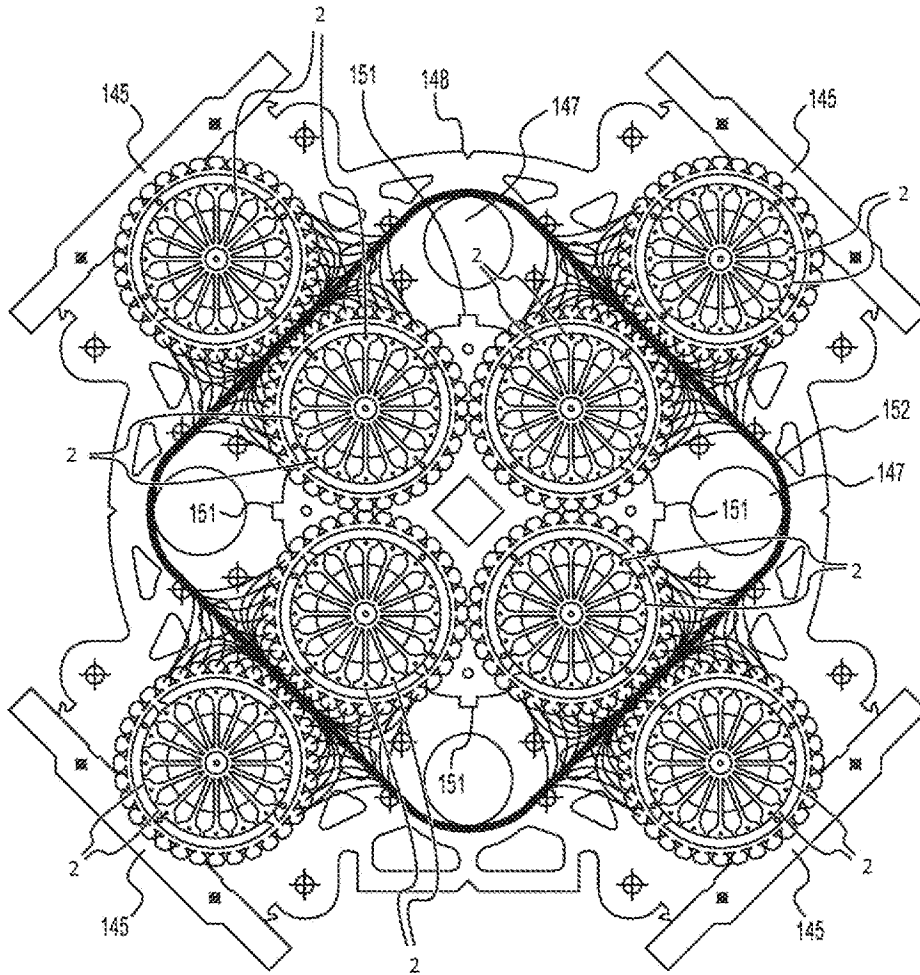
30

40

50



**FIG. 38**



10

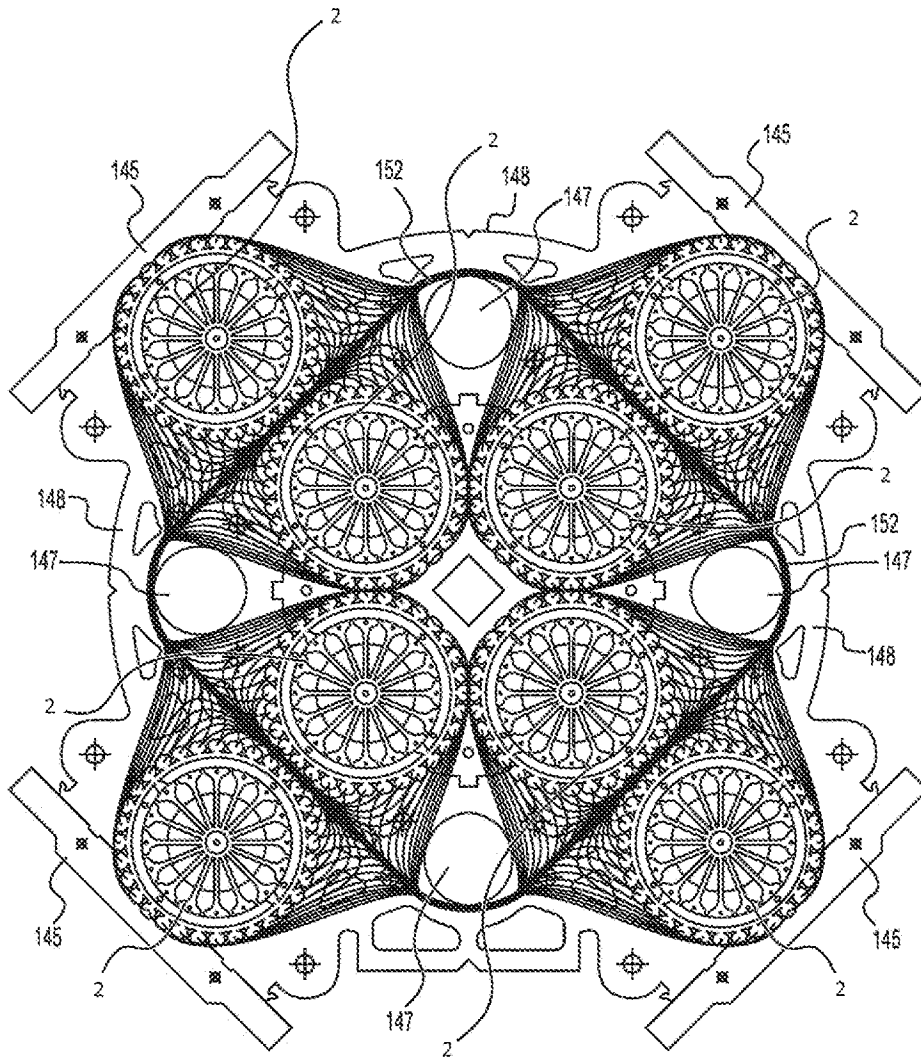
20

30

**FIG. 39**

40

50



**FIG. 40**

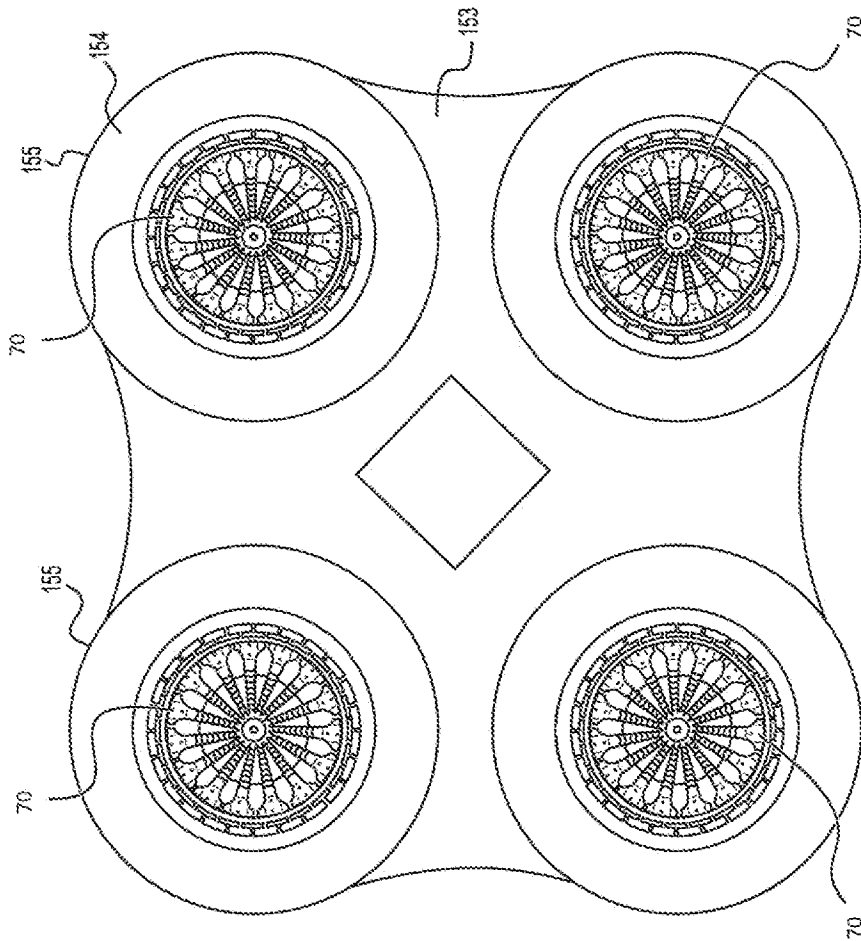
10

20

30

40

50



**FIG. 41**

10

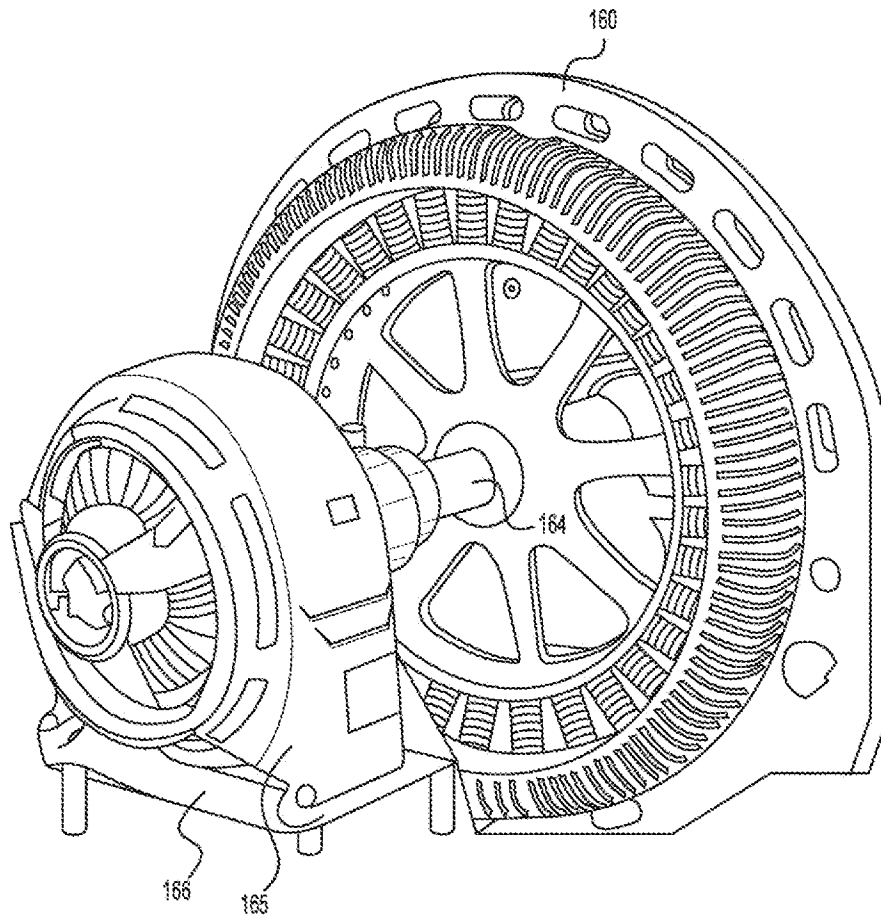
20

30

40

50





**FIG. 43**  
**(PRIOR ART)**

10

20

30

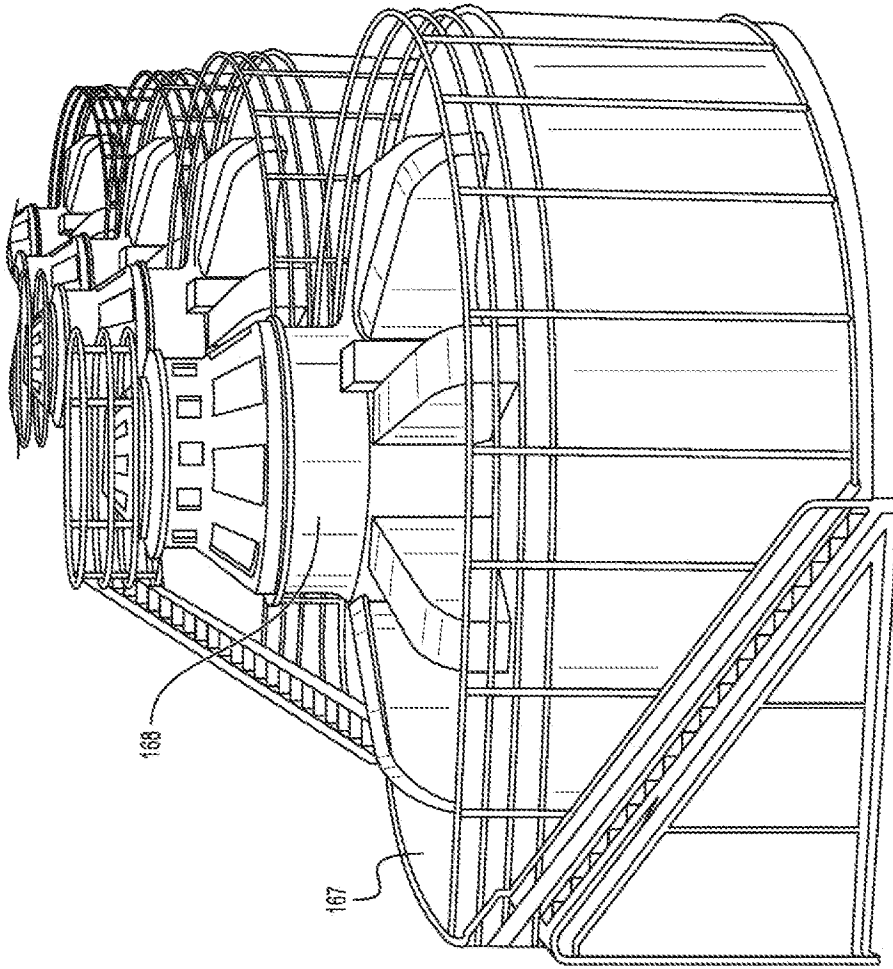
40

50

WO 2018/065635

PCT/EP2017/079687

44/55



10

20

30

**FIG. 44**  
**(PRIOR ART)**

40

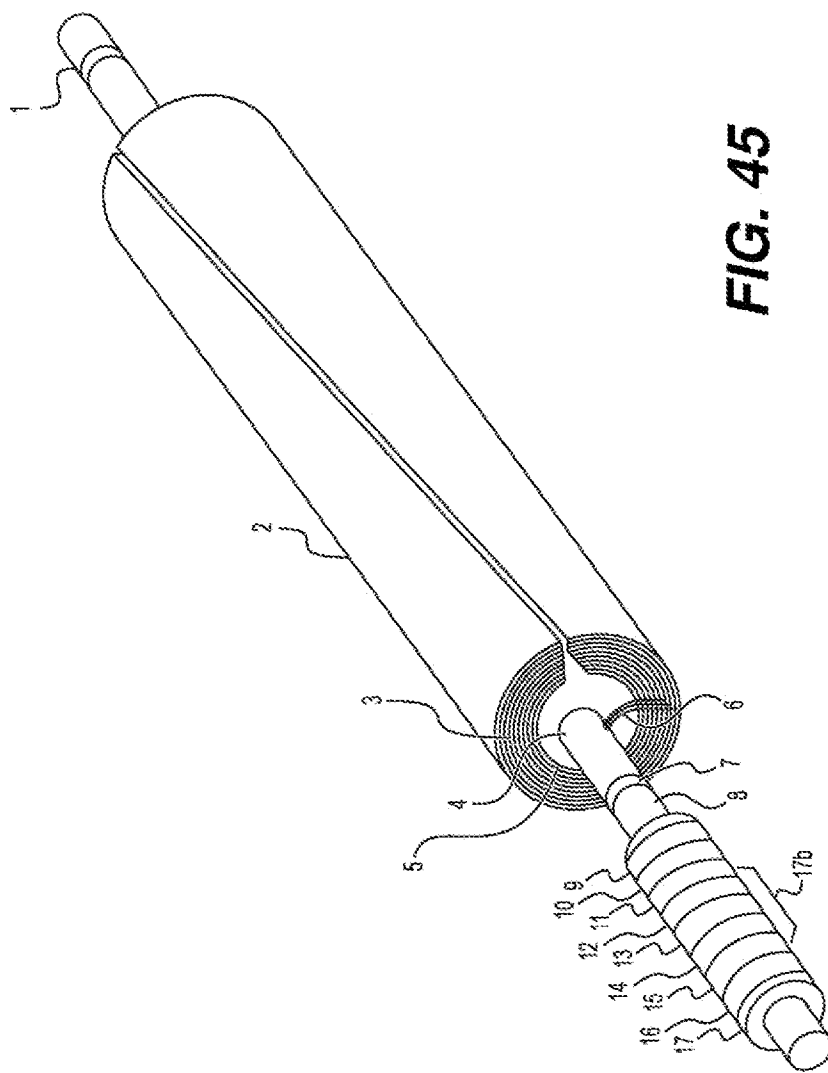
50



WO 2018/065635

PCT/EP2017/079687

45/55



**FIG. 45**

10

20

30

40

50

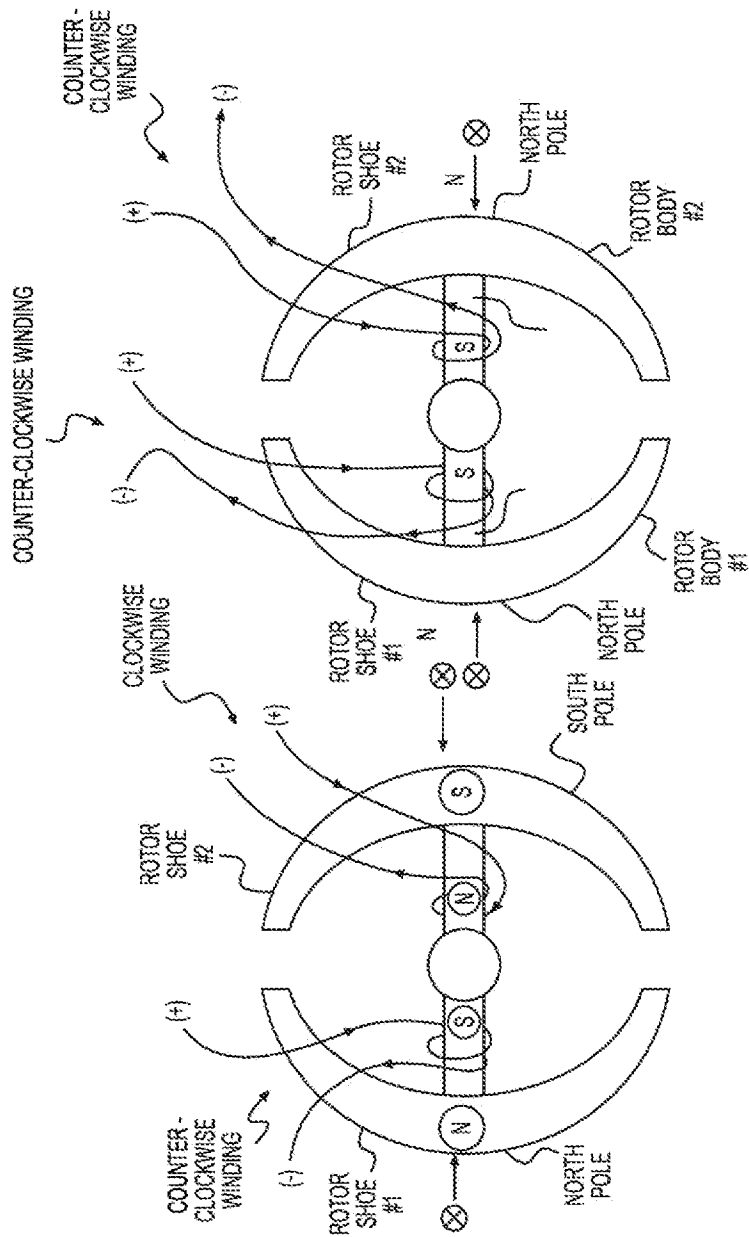


FIG. 46

10

20

30

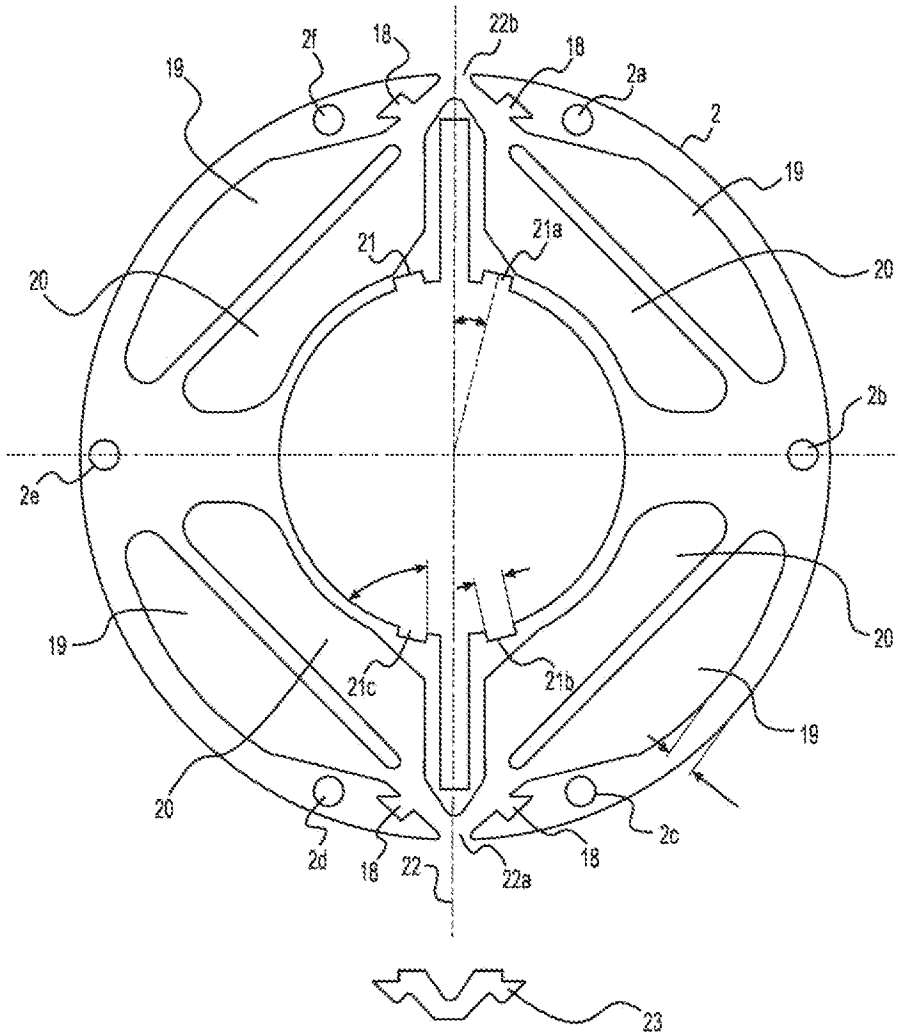
40

50

WO 2018/065635

PCT/EP2017/079687

47/55



10

20

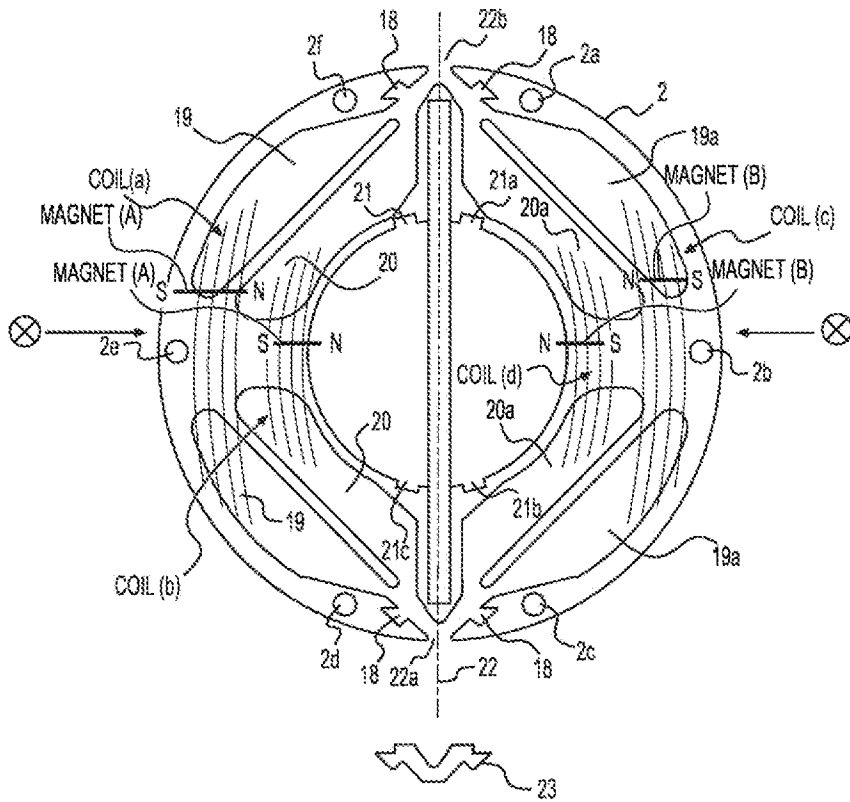
30

**FIG. 47**

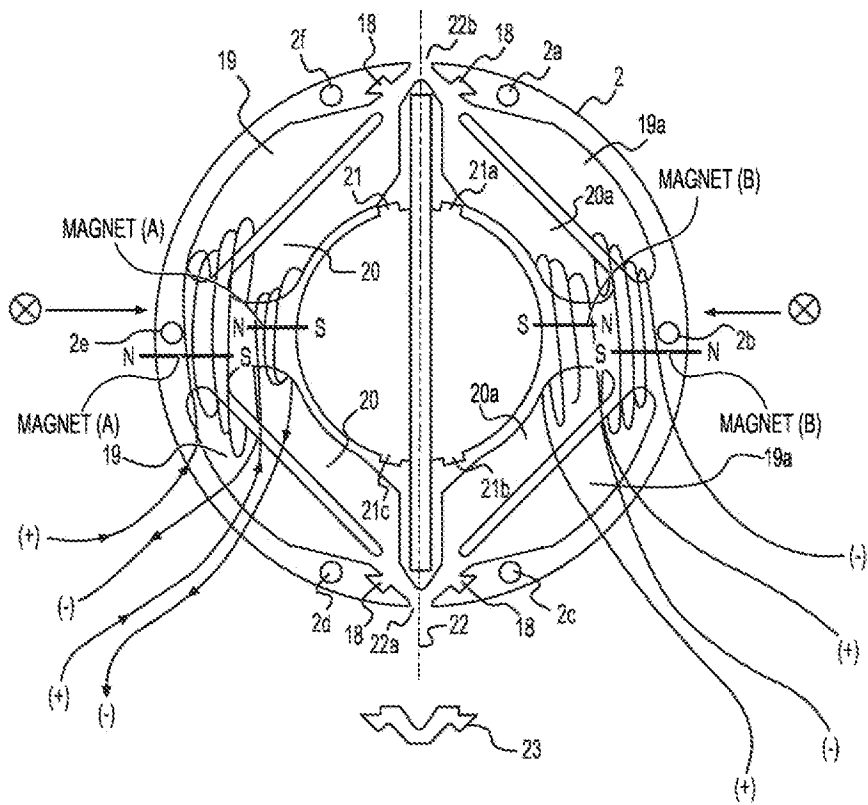
40

50





**FIG. 49**



**FIG. 50**







WO 2018/065635

PCU/EP2017/079687

53/55

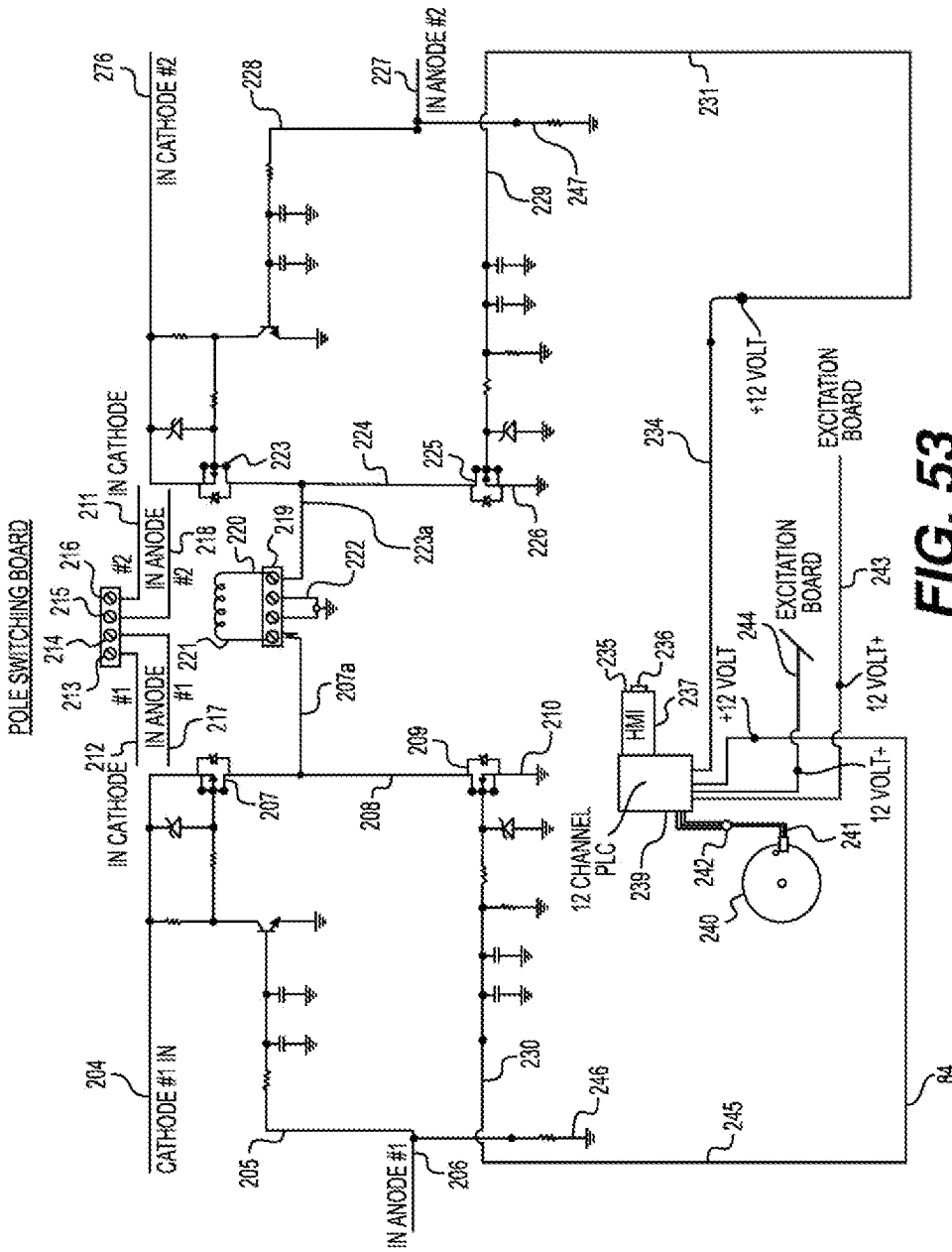


FIG. 53

10

20

30

40

50

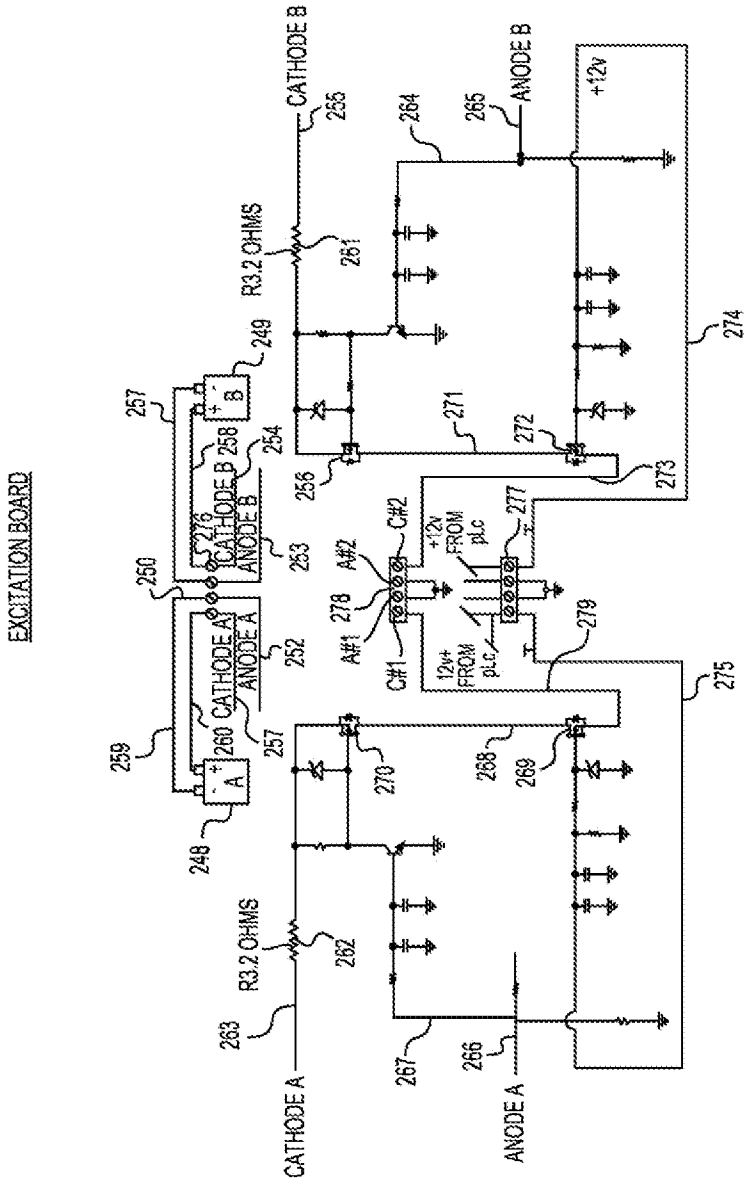


FIG. 54

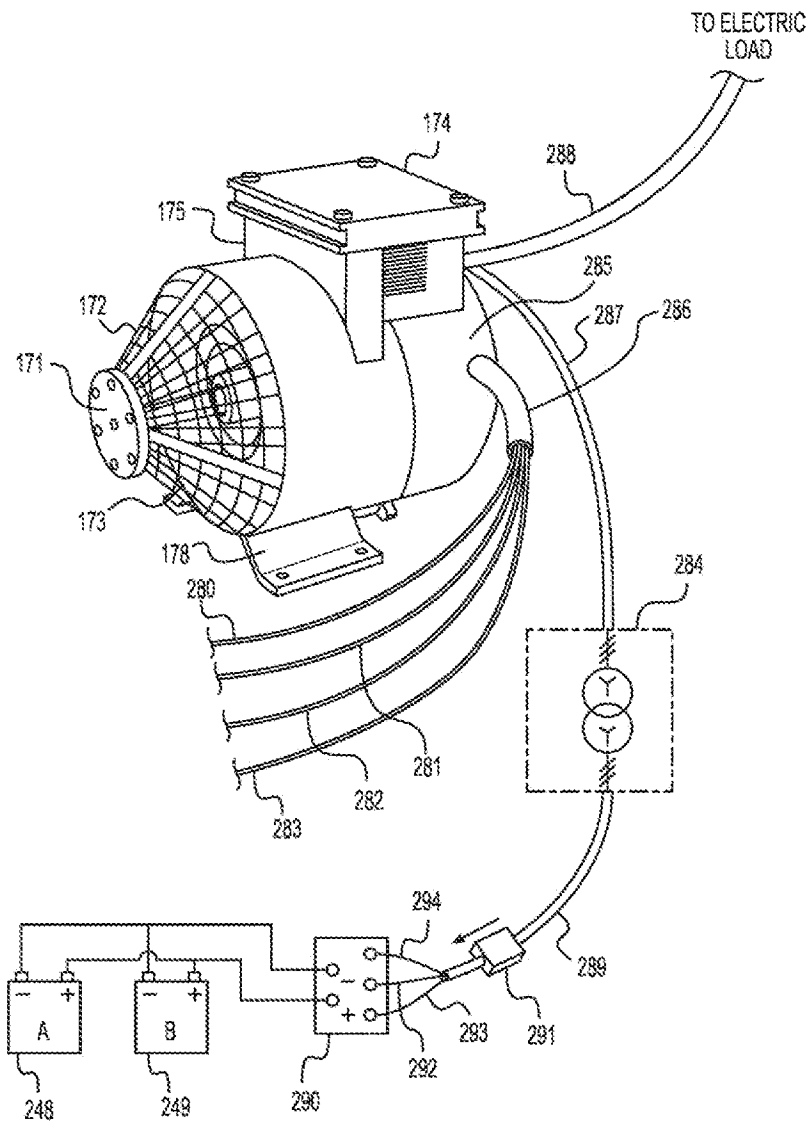
10

20

30

40

50



**FIG. 55**