

⑫ 公開特許公報 (A)

昭59—34402

⑤ Int. Cl.<sup>3</sup>  
F 01 D 5/08

識別記号

庁内整理番号  
7910—3G

④ 公開 昭和59年(1984)2月24日

発明の数 1  
審査請求 未請求

(全 8 頁)

⑤ 蒸気タービンのロータ装置

⑦ 発明者 三階春夫

土浦市神立町502番地株式会社  
日立製作所機械研究所内

② 特願 昭57—143423

③ 出願 昭57(1982)8月20日

⑧ 出願人 株式会社日立製作所

⑦ 発明者 坪内邦良

東京都千代田区丸の内1丁目5  
番1号

土浦市神立町502番地株式会社  
日立製作所機械研究所内

⑨ 代理人 弁理士 秋本正実

明 細 書

発明の名称 蒸気タービンのロータ

特許請求の範囲

1. 蒸気タービンロータに形成した中心孔内にオリフィスプレートを設けるとともに、該オリフィスプレートの片側近傍にロータ外周面と中心孔とを連通するノズルを設け、かつ、上記のオリフィスプレートを介してその両側にそれぞれロータ外側面と中心孔とを連通する排気孔を設けたことを特徴とする蒸気タービンのロータ装置。

2. 前記のノズルは、中心孔の内壁面に対してほぼ切線方向に開口するものであることを特徴とする特許請求の範囲第1項に記載の蒸気タービンのロータ装置。

3. 前記のノズルは、ロータ外周面に対してほぼ切線方向に開口するように構成し、かつ、上記の開口部からノズル内に向かうノズル孔の方向は、該開口部においてロータの回転方向に向かう切線に対して鈍角をなす方向であることを特徴とする特許請求の範囲第1項若しくは同第2項に記載の

蒸気タービンのロータ装置。

4. 前記の排気孔は、ロータの外周面に対してほぼ切線方向に開口するように構成し、かつ、上記の開口部から排気孔内に向かう排気孔の方向は、該開口部においてロータの回転方向に向かう切線に対して鋭角をなす方向であることを特徴とする特許請求の範囲第1項に記載の蒸気タービンのロータ装置。

5. 前記のノズルは、オリフィスプレートに比して当該蒸気タービンの低圧段側に設けたことを特徴とする特許請求の範囲第1項に記載の蒸気タービンのロータ装置。

6. 前記の排気口は、ロータの端面に開口するものであることを特徴とする特許請求の範囲第1項に記載の蒸気タービンのロータ装置。

発明の詳細な説明

本発明は蒸気タービンのロータ装置に関するものである。

蒸気タービンの熱効率を改善するためにはタービン入口の蒸気条件の高温高圧化が有効であるこ

とが原理的に広く認められているが、例えば火力発電プラントなどの実用機の蒸気条件は温度566℃、圧力246Kg/cm<sup>2</sup>に到達した10年以上もこの域を出でない。その理由は主としてフェライト系耐熱鋼の使用限界温度が約560℃であるため、より高価な耐熱材料を使用しないとこれ以上の高温蒸気を用い得ないことによる。

蒸気タービンにおいて最も高温の蒸気に接触しかつ高い応力を受けるのは初段動翼、これを支持するディスク、及びこれを設けたロータであるため、これらの部材が最も苛酷な条件である。こうした事情により、従来、ロータ及びディスクに冷却構造が用いられており、こうした冷却方法として特公昭41-15761，特公昭42-12004，及び特公昭45-3562などの発明が為されている。これらの冷却方法は初段動翼出口の蒸気をディスクに設けたバランスホールやスクープ管などを介して初段動翼と静翼の根元空間に遠流させ、若しくはタービンケーシング外部から低温の作動流体を導入してディスクやロータ表面を冷却するもので

(3)

布の不均一に起因する歪みや強度上の問題を誘発する虞れの無い冷却手段を備えた蒸気タービンのロータ装置を提供することを目的とする。

上記の目的を達成するため、本発明の蒸気タービンロータ装置は、蒸気タービンロータに形成した中心孔内にオリフィスプレートを設けるとともに、該オリフィスプレートの片側近傍にロータ外周面と中心孔とを連通するノズルを設け、かつ、上記のオリフィスプレートを介してその両側にそれぞれロータ外側面と中心孔とを連通する排気孔を設けたことを特徴とする。

次に、本発明の一実施例を第1図乃至第5図について説明する。

この実施例は軸流蒸気タービンに本発明を適用して冷却手段を設けたもので、第1図はタービン軸を含む面による断面図である。この蒸気タービンは、蒸気により回転動力を発生させるための構成部材として、作動流体21をタービンケーシング内に導入する主蒸気管1、この主蒸気管1と連通して作動流体21をタービン段落内に供給する

(5)

ある。

しかし、熱効率向上を目的として主蒸気圧力及び温度を増加させた蒸気タービンに上記の冷却方法を適用すると次のような不具合を生じる。即ち、初段静、動翼の根元部空間に冷却蒸気を導入すると、ロータ、ディスクを冷却した蒸気が静、動翼根元部の間隙から主流内に吹きこみ、側壁近傍の主流が乱されて性能低下の一因となる。特に、ディスクにバランスホールを設ける冷却法では、冷却蒸気が環流するためにバランスホール周辺のディスク材内部温度の変化が大きくなるため、応力集中が大きくなることが予想され、信頼性の劣化につながるなどの問題点を生ずることになる。また、蒸気タービンは一般に多段に構成されることが多いので、作動流体の膨張仕事に対応してタービンの内部温度も軸方向に大きく変化することになり、極端な場合にはロータの温度分布の不均一のためにロータが彎曲する虞れもある。

本発明は上記の事情に鑑みて為され、タービンの段落性能を低下させる虞れなく、しかも温度分

(4)

ための所謂ノズルボックス2、ノズルボックス2の出口部に設置され、作動流体21を加速させる複数枚の静翼3、その下流に円周状に複数枚設置される動翼4とその動翼4を保持するディスク5、さらにタービン段落を構成するノズルダイヤフラム6、6'、6"、各ダイヤフラムの下流に設置される動翼7、7'、7"とこれらを保持するディスク8、8'、8"、さらにこれらディスク5、8、8'、8"を一体連設したタービンロータ9、さらにノズルダイヤフラム6、6'、6"を固定するとともに、これらタービン段落を包含し、外部と隔離する内部ケーシング10及び外部ケーシング11、12などから構成されている。

以上のようなタービン構造において、本実施例はタービンロータ9に同心状の中心孔25、26を互いに連続させて形成すると共に、上記の中心孔25と同26とを仕切つて円環状のオリフィスプレート15を取りつける。19、20は上記の中心孔25、26の端を塞いで設置した隔壁である。これにより前記の中心孔25、26はそれぞれ

(6)

れオリフィスプレートで仕切られた2個の円柱状の室を形成する。

前記のオリフィスプレート15の設置個所に比して当該蒸気タービンの低圧段側(図示左方)に、タービンロータ9の外周面と室25とを連通するノズル16を穿設する。このノズル16はオリフィスプレート15の直近位置に設ける。そのA-A断面を第2図に示す。

本実施例では2個のノズル16, 16'を設けてある。本発明を実地に適用する場合、ノズルの個数は1個もしくはそれ以上とする。矢印28はロータの回転方向を示す。

本実施例におけるノズル16, 16'は、ロータ中心から外側に向かつてロータ回転方向に拡がる渦巻形に構成してある。

本発明を実地に適用する場合、ノズルの孔形状は渦巻形に限られるものではなく、例えば仮想線16aに示したように真直な孔であつてもよいが、ノズル16の外側開口部16bからノズル孔に沿つて内側に向かう矢印Dと、上記の開口部16b

(7)

排気孔17, 18は、ロータの外周面に対して切線に近い方向に開口するように形成し、かつ、上記の開口部から排気孔内に向かう排気孔の方向矢印Hは、該開口部においてロータの回転方向に引いた切線矢印Jに比してなるべく近い方向に構成する。これにより、室25内の蒸気及び室26内の蒸気はロータ9の回転により渦巻ポンプと同様の作用でロータ9外に排出を助長される。

以上のように構成した蒸気タービンにおいて、主蒸気管1を通じてノズルボックス2に入る作動流体21は、ノズルボックス3の出口部に設置される静翼3によつて増速され、ディスク5に保持される動翼5に回転エネルギーを与え、さらにノズルダイヤフラム6, 6', 6''と動翼7, 7', 7''の各段落を減圧減温しながらタービン排気流22として内部ケーシング10の内部の段落から放出される。本実施例では第2段落の動翼7を保持するディスク8の下流側根元部に開口するノズル16から作動流体の一部が前記の室25内に流入する。第5図はノズル16から室25内に流入した蒸気

(9)

においてロータ回転方向に引いた切線矢印Eとが鈍角をなすように形成することが望ましい。このように構成しておくと、開口部16b付近の蒸気はロータ9に対して相対的に反矢印E方向に流動し、その運動慣性力の分力によつて矢印Dのごとくノズル16内への吹きこみを助長される。

ノズル16の内側の開口部16c付近におけるノズルの形状は、室25の内壁面に対して切線に近いことが望ましい。これは後述するように、ノズル16から室25内に流入した蒸気が矢印Gのごとくロータ9に対して相対的に反矢印28方向の渦流を生じさせるためである。

上記のノズル16は第1図に示したようにオリフィスプレート15の直近部に設けるが、一方、このオリフィスプレート15を介してその両側に、オリフィスプレート15から適宜に離間させて排気孔17, 18を設ける。排気孔17を含むB-B断面図を第3図に示し、排気孔18を含むC-C断面図を第4図に示す。これらの排気孔は前述のノズル16に比して勝手連いの形状とする。即ち、

(8)

の作用の説明図である。

蒸気は圧力差によつて矢印Kのごとくノズル16内を流動するが、このノズル16は前述のごとくロータ9の回転方向に向かつて開口しているので、回転力によつて蒸気の流入を助長され、室25内に切線に近い方向に流入して強い旋回流矢印23を形成する。

このように、軸方向に長い円柱状の空洞内に強い旋回流を発生させると、流れの性質が一般に第6図に示すようになることが広く知られている。

第6図は、半径方向の周方向及び軸方向の速度分布の傾向を示したものであるが、円筒流路空間で強い旋回流を与えると、第6図の軸流速度分布に示されるように軸中心部近傍に流れが逆流する領域が現われるとともに、流れが圧縮性流体(気体)であると、第7図に示すような温度分布、すなわち外周側に高温領域が、軸中心部に低温領域が形成される。

本実施例のように環状のオリフィスプレート15で室25と室26とを仕切つておくと軸中心部の

(10)

低温流体がオリフィスプレート15を通つて室26に分離され、外周側の高温流体が室25内に残る。このような流れの特性を利用して高温流体と低温流体に分離する装置をボルテックスチューブと称するが、本発明のロータ冷却法は、このボルテックスチューブをタービンロータ9の軸中心の空間に構成したものである。以下、室25を高温室と言ひ、室26を低温室と言ひ。

本実施例においては、ノズル16をオリフィスプレート15に比してタービンの低圧段側(図示左方)に設けてあるので、タービンの下流側のロータ内部に高温室25が形成され、タービンの上流側のロータ内部に低温室26が形成される。高温流体23は、タービンロータ9の内部を加熱して流動し、高温側排気孔17を経て外部へ放出され、一方、低温流体24はタービンロータ9の内部を冷却しながら流動し、低温側排気孔18から外部に排出される。したがつて、この低温室26をタービンロータ9が最も高温にさらされるノズルボックス2やタービン初段動翼4を保持するデイ

(11)

前記の実施例(第1図)と同様の効果が得られる上に、高温排気をタービン段落の途中に導入するので加熱作用を終えた高温蒸気のエネルギーを動力に変換して回収し得る。また、低温排気をラビリンスパッキン13, 13'の中間部に導入するので該ラビリンスパッキン13, 13'の漏洩蒸気量を減少させることができる。

上記と異なる実施例として、第1図及び第8図に示した隔壁19および同20を除去し、軸の両端部からそれぞれ高温排気および低温排気をロータ外に流出せしめることもできる。本例によれば排気孔17, 18を設けなくてもよいのでロータの構造が簡単になる。

以上説明したように、本実施例のロータ装置は静、動翼の根元部に冷却蒸気を吹きこまないで主流を乱さず、性能低下を招く虞れが無い上に、ロータ9と同心状に形成した低温室26の壁面から吸熱するのでロータに局部的な温度勾配を生じさせることが無く、これに起因する熱歪みを生じる虞れが無い。

(13)

スク5のタービンロータ9の内部に設置することによつて、ロータ内部から冷却することが可能となり、これら主要構造物の耐熱性を著しく向上させることが可能となる。一方、本発明では、タービン下流側の低温ロータを高温室25の内壁面から加熱することになるので、タービンロータ9の軸方向の温度勾配を打ち消して温度分布を均一化するように作用する。

第8図は上記と異なる実施例の縦断面図である。本例ではタービンロータ9の内部に設置される高温室25に作動流体を導入するノズル16の外側開口部をノズルダイヤフラム6と動翼7を保持するディスク8の上流側とに囲まれる空間に開口せしめ、高温排気孔17をタービンの中途段落、すなわち動翼7'を保持するディスク8'の下流側根元部に開口せしめると共に、低温排気孔18を内部ケーシング10のタービンロータ9側に設置されるラビリンスパッキン13及び<sup>同</sup>13'の中間部空間27に対向して開口せしめるように構成したものである。本実施例(第8図)においては、

(12)

また、前掲の実施例のごとくノズル16をロータの中心孔に対してほぼ切線方向に開口させると強い渦流23を生じて有効な冷却ができる。

そして、上記のノズル16をロータ9の外周面に対してなるべく切線に近い方向に開口させ、かつ、上記の開口部からノズル内に向かうノズル孔の方向を該開口部の回転方向に対して鈍角に構成しておく、ロータの回転によつてロータ外側の蒸気をノズル内に流入させる作用を生じて高温室25内への蒸気吹き込みを助長する効果がある。

さらに、前記の排気孔17, 18をロータの外周面に対してなるべく切線に近い方向に開口させ、かつ上記の開口部から排気孔内に向かう排気孔の方向を、該開口部の回転方向に対して鋭角をなすように構成しておく、渦巻ポンプと同様の作用で排気の流出を助長する効果がある。

また、前記のノズル16をオリフィスプレート15に比してタービンの低圧段側に設けると、タービンの低圧段側の室25が高温室となり、高圧段側の室26が低温室となり、ロータ9の上流側

(14)

を冷却すると共に下流側を加熱して該ロータ9の軸方向の熱勾配を打ち消すように作用するという効果が得られる。

以上詳述したように、本発明の蒸気タービンロータ装置は、タービンロータに形成した中心孔内にオリフィスプレートを設けるとともに、該オリフィスプレートの片側近傍にロータ外周面と中心孔とを連通するノズルを設け、かつ、上記のオリフィスプレートを介してその両側にそれぞれロータ外側面と中心孔とを連通する排気孔を設けることにより、タービンの段落性能を低下させる虞れ無く、しかも温度分布の不均一に起因する歪みや破損を誘発する虞れなく、タービンロータを有効に冷却することができる。

図面の簡単な説明

第1図は本発明のロータ装置の一実施例を備えた蒸気タービンの縦断面図、第2図は第1図に示したA-A断面図、第3図は同じくB-B断面図、第4図は同じくC-C断面図、第5図は上記実施例の作用の説明図、第6図及び第7図は同じく作

用を説明する図表、第8図は上記と異なる実施例を備えた蒸気タービンの縦断面図である。

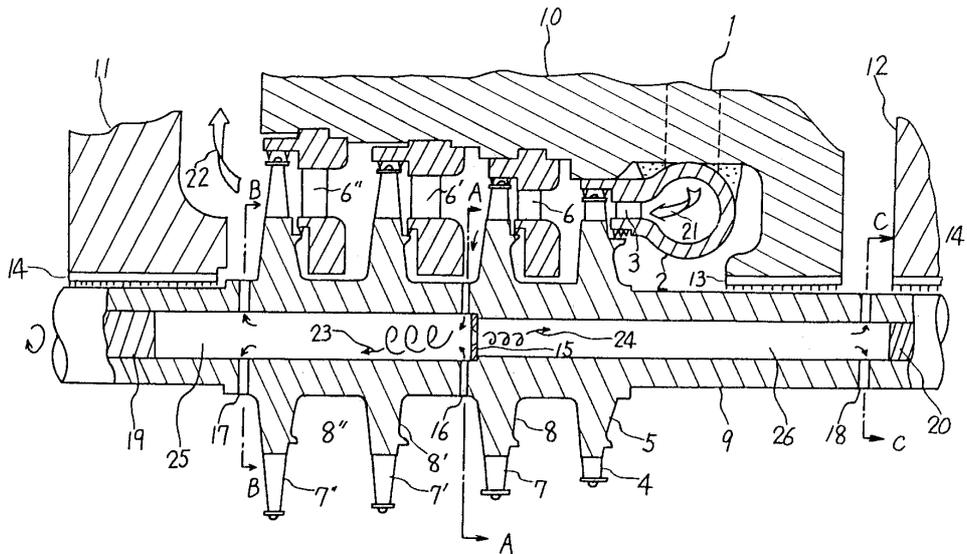
4, 7, 7', 7'' ... 動翼、5, 8, 8', 8'' ... ディスク、9 ... タービンロータ、15 ... オリフィスプレート、16, 16' ... ノズル、17, 17' ... 高温側の排気孔、18, 18' ... 低温側の排気孔、25 ... 中心孔に設けた高温室、26 ... 中心孔に設けた低温室、19, 20 ... 隔壁。

代理人 弁理士 秋本正実

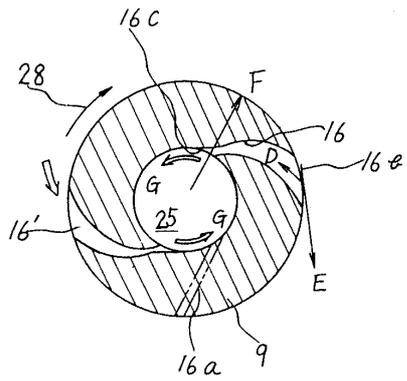
(15)

(16)

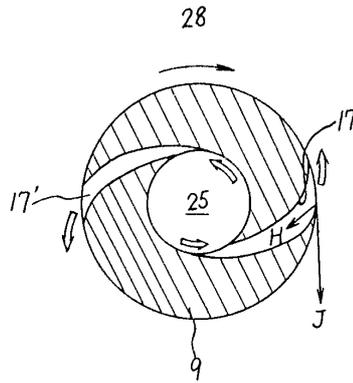
第1図



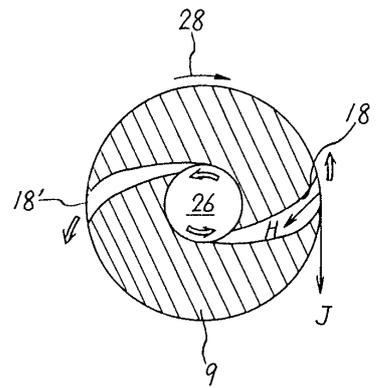
第 2 図



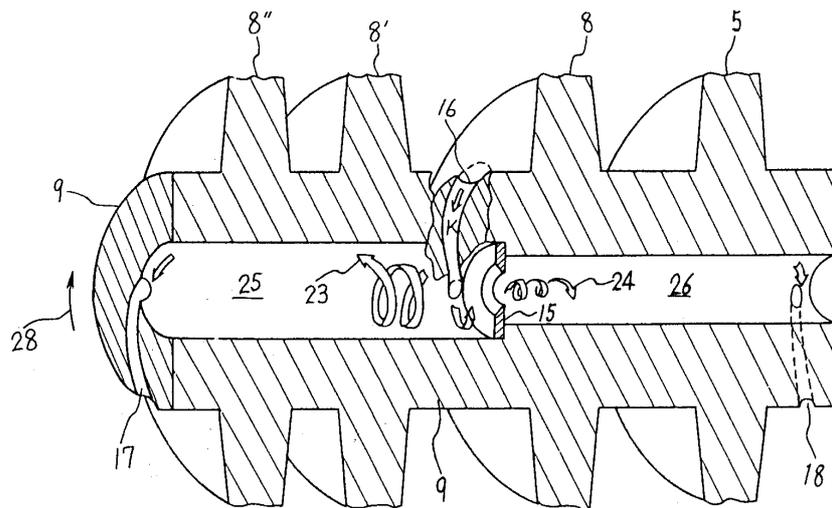
第 3 図



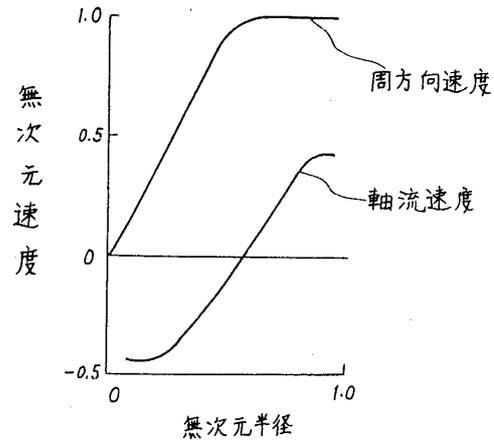
第 4 図



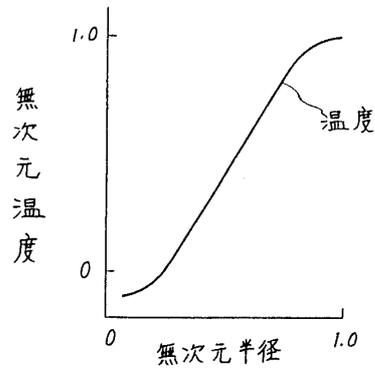
第 5 図



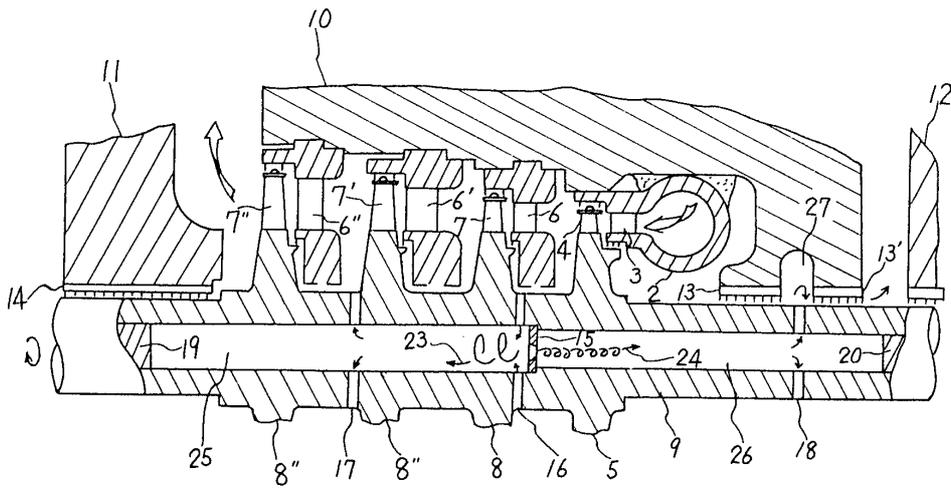
第 6 図



第 7 図



第 8 図



手 続 補 正 書 ( 方 式 )

昭 和 57 年 12 月 10 日

特許庁 長 官 若 杉 和 夫 殿

1. 事 件 の 表 示

昭和 57 年 特 願 第 43423 号

2. 発 明 の 名 称 蒸 気 タービンのロータ装置

3. 補 正 を す る 者

事 件 と の 関 係

特 許 出 願 人

住 所 ( 居 所 ) 東 京 都 千 代 田 区 丸 の 内 一 丁 目 5 番 1 号

氏 名 ( 名 称 ) ( 510 ) 株 式 会 社 日 立 製 作 所

4. 代 理 人

住 所 東 京 都 港 区 西 新 橋 1 丁 目 6 番 14 号 テ ト ロ イ ト ビ ル

氏 名 ( 5926 ) 弁 理 士 秋 本 正 実

電 話 東 京 ( 591 ) 4 4 1 4 番 代 表

5. 補 正 命 令 の 日 附 昭 和 57 年 11 月 30 日

6. 補 正 に よ り 補 正 さ れ る 発 明 の 数

7. 補 正 の 対 象 明 細 書 中 、 発 明 の 名 称 の 欄

8. 補 正 の 内 容

明 細 書 中 、 第 1 頁 2 行 目 の 発 明 の 名 称 の 欄 「 蒸 気 タービンのロータ」  
を 「 蒸 気 タービンのロータ装置 」 と 補 正 す る 。