



(10) **DE 10 2012 021 576 A1** 2013.05.16

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2012 021 576.2**

(22) Anmeldetag: **02.11.2012**

(43) Offenlegungstag: **16.05.2013**

(51) Int Cl.: **C21D 1/667 (2012.01)**

B23P 15/28 (2013.01)

(71) Anmelder:

Daimler AG, 70327, Stuttgart, DE

(72) Erfinder:

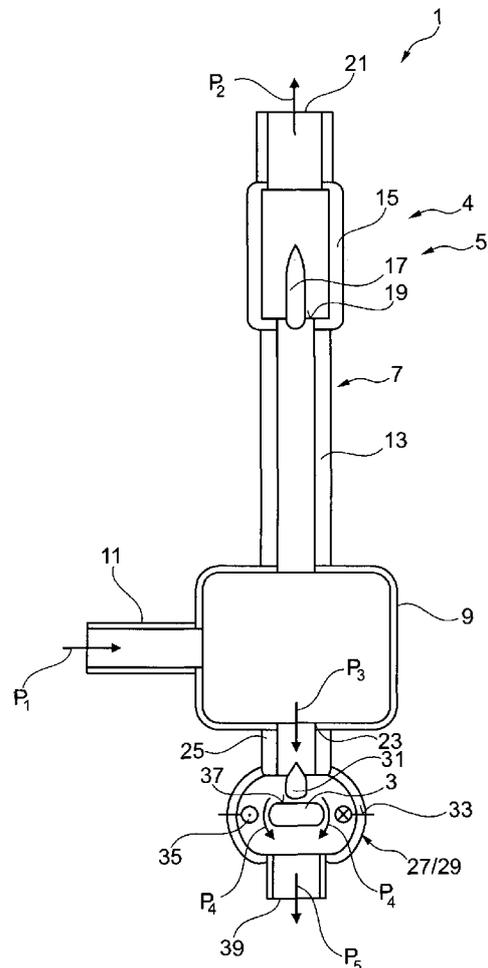
**Franz, Clemens, Dr. Ing., 76275, Ettlingen, DE;
Hentrich, Cornelius, Dr.-Ing., 71336, Waiblingen,
DE; Seifert, Bertram, Dipl.-Ing., 72622, Nürtingen,
DE**

Mit Einverständnis des Anmelders offengelegte Anmeldung gemäß § 31 Abs. 2 Ziffer 1 PatG

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Verfahren und Vorrichtung zum Abschrecken eines Werkstücks**

(57) Zusammenfassung: Es wird ein Verfahren zum Abschrecken eines Werkstücks (3), wobei ein zuvor zumindest bereichsweise erwärmtes Werkstück (3) zumindest bereichsweise mit einem Kühlmedium beaufschlagt wird, vorgeschlagen. Das Verfahren zeichnet sich dadurch aus, dass ein abzuschreckender Bereich des Werkstücks mit einer Wirbelströmung eines zumindest im Wesentlichen gasförmigen Kühlmediums beaufschlagt wird.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Abschrecken eines Werkstücks gemäß Oberbegriff des Anspruchs 1 sowie eine Vorrichtung gemäß Oberbegriff des Anspruchs 9.

[0002] Verfahren der hier angesprochenen Art sind bekannt. Beispielsweise geht aus der deutschen Offenlegungsschrift DE 10 2008 062 920 A1 ein Verfahren hervor, bei welchem zunächst eine Randschicht eines Werkstücks induktiv auf eine Härtetemperatur erwärmt und anschließend mittels einer mit Kühlmedium gespülten Brause abgeschreckt wird. Insbesondere beim Randschichthärteten wird das Werkstück abgeschreckt, um ein Fortschreiten einer heißen Temperaturzone in einen Werkstückkern zu vermeiden. Beim Abschrecken der Werkstückoberfläche wird ein zur Werkstückaußenseite hin steilerer Temperaturgradient erzeugt, als er zum Werkstückinneren gegeben ist, sodass die heiße Temperaturzone durch Wärmediffusion nicht weiter nach innen, sondern vielmehr zurück zur Oberfläche des Werkzeugs propagiert. Durch ein schnelles Abschrecken können auch bei der Erwärmungstemperatur vorliegende, bei niedrigerer Temperatur jedoch thermodynamisch instabile Materialzustände kinetisch eingefroren werden, sodass anschließend bei geringerer Temperatur eine Umwandlung in eigentlich thermodynamisch stabilere Zustände nicht mehr erfolgen kann. Das Abschrecken wird in diesem Fall zumindest auch durchgeführt, um einen gewünschten, jedoch thermodynamisch instabilen Zustand nach dem Erwärmen aufrechtzuerhalten.

[0003] Typischerweise werden Werkstücke zum Abschrecken mit einem flüssigen Kühlmedium beaufschlagt, das im Wesentlichen senkrecht auf eine abzuschreckende Werkstückoberfläche gerichtet wird. Hierbei kommt es zu einer schlagartigen partiellen Abkühlung, wodurch sich Risse an der abgeschreckten Oberfläche des Werkstücks bilden können. Auch der sogenannte Leidenfrost-Effekt trägt erheblich zur Rissbildung bei, durch den auf die heiße Oberfläche auftreffende Kühlmedien-Tröpfchen bereichsweise schlagartig verdampfen und sich auf einem Dampfkissen über die Oberfläche bewegen.

[0004] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und eine Vorrichtung zu schaffen, wobei die Gefahr einer Rissbildung beim Abschrecken eines Werkstücks deutlich vermindert, vorzugsweise ausgeschlossen werden soll.

[0005] Die Aufgabe wird gelöst, indem ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 1 geschaffen wird. Dabei wird ein zuvor zumindest bereichsweise erwärmtes Werkstück zumindest bereichsweise mit einem Kühlmedium beaufschlagt. Das Verfahren zeichnet sich dadurch aus, dass ein abzuschre-

ckender Bereich des Werkstücks mit einer Wirbelströmung eines zumindest im Wesentlichen gasförmigen Kühlmediums beaufschlagt wird. Dabei spricht der Begriff „im Wesentlichen gasförmig“ an, dass die Strömung des Kühlmediums im Wesentlichen eine Gasströmung umfasst. Bevorzugt wird ein vollständig gasförmiges Kühlmedium verwendet. Es ist allerdings möglich, dass die Wirbelströmung flüssige Anteile in Form fein verteilter Tröpfchen nach Art eines Nebels aufweist, die von der im Übrigen gasförmigen Strömung mitgerissen werden. Dadurch, dass ein im Wesentlichen gasförmiges Medium eingesetzt wird, wird insbesondere ein schlagartiges Verdampfen eines auf die heiße Werkstückoberfläche auftreffenden, flüssigen Kühlmediums vermieden. Auch der Leidenfrost-Effekt tritt nicht auf, sodass insgesamt keine Gefahr einer Rissbildung des Werkstücks mehr gegeben ist. Durch die Wirbelströmung wird vorteilhaft eine direkte, senkrechte Beaufschlagung der abzuschreckenden Werkstückfläche mit dem Kühlmedium vermieden, wobei diese durch die Wirbelströmung vielmehr im Wesentlichen tangential angeströmt wird. Auch hierdurch ist eine schonendere, insbesondere kontinuierlichere beziehungsweise gleichmäßigere Wärmeabfuhr möglich als bei einem direkten, senkrechten Auftreffen des Kühlmediums. Es lassen sich so mithilfe des Verfahrens auch sehr große Wärmemengen gleichmäßig innerhalb kurzer Zeit abführen, sodass eine wirksame Abschreckung möglich ist, ohne dass jedoch schlagartige, partielle Abkühlereffekte auftreten, die zu einer Rissbildung führen könnten.

[0006] Vorzugsweise wird dabei ein Massenstrom des im Wesentlichen gasförmigen Kühlmediums gesteuert und/oder geregelt, wodurch eine pro Zeiteinheit abgeführte Wärmemenge einfach und präzise eingestellt werden kann.

[0007] Es wird ein Verfahren bevorzugt, welches sich dadurch auszeichnet, dass als Kühlmedium Luft, insbesondere Druckluft, oder ein inertes Gas, insbesondere Stickstoff, verwendet wird. Die hier genannten Kühlmedien sind vollständig gasförmig, sodass in diesem Zusammenhang der abzuschreckende Bereich des Werkstücks mit einer Wirbelströmung eines vollständig gasförmigen Kühlmediums beaufschlagt wird. Luft, insbesondere Druckluft, steht auf einfache und kostengünstige Weise zur Abschreckung zur Verfügung. Die Verwendung eines inerten Gases, insbesondere von Stickstoff, hat den Vorteil, dass unerwünschte Oxidationen und/oder Korrosionen der Werkstückoberfläche vermieden werden. Dabei steht insbesondere auch Stickstoff üblicherweise kostengünstig ohne Weiteres zur Verfügung.

[0008] Es wird auch ein Verfahren bevorzugt, das sich dadurch auszeichnet, dass eine kalte Gasströmung des Kühlmediums mithilfe eines Wirbelstrom-Generators erzeugt wird. Dabei wird vorzugsweise

ein sogenanntes Wirbelstrom-Rohr oder Vortex-Rohr verwendet, ganz besonders bevorzugt ein Ranque-Hilsch-Wirbelrohr. Dieses umfasst eine Wirbelkammer, in die seitlich eine Gasströmung unter Druck eingeleitet wird, wobei sich ein Gaswirbel ausbildet. Von der Wirbelkammer ausgehend erstreckt sich senkrecht zu dem Gaseinlass ein Wirbelrohr, durch das der Gaswirbel aus der Wirbelkammer heraus in Richtung auf ein Regelventil hin propagiert. Das Regelventil ist bevorzugt als Kegelventil ausgebildet und ermöglicht ein reguliertes Öffnen eines vorzugsweise kreisringförmigen, radial äußeren Bereichs des axialen Endes des Wirbelrohrs. Eine radial äußere Randströmung des Gases heizt sich stark auf und tritt zumindest teilweise durch das Regelventil aus dem Wirbelrohr aus. Die restliche Gasströmung wirbelt mit kleinerem Radius in umgekehrter Strömungsrichtung von dem Regelventil weg zurück in Richtung der Wirbelkammer, wobei sie Wärme an die radial außen zu dem Regelventil strömende Wirbelströmung abgibt. Dabei kühlt sich das radial innen strömende Gas stark ab. Es durchströmt die Wirbelkammer und von dort weiter zu einem dem Regelventil – in axialer Richtung gesehen – gegenüberliegenden Austritt, der vorzugsweise als Düse ausgebildet ist und besonders bevorzugt eine Blende umfasst, sodass nur in einem durch die Blende definierten, radial innen gelegenen Bereich strömendes Gas austreten kann. Dieses weist eine sehr niedrige Temperatur auf.

[0009] Insgesamt findet in dem Ranque-Hilsch-Wirbelrohr eine Separierung eines heißen Gasstroms und eines kalten Gasstroms voneinander statt, wobei der heiße Gasstrom typischerweise sehr viel heißer ist als der in die Wirbelkammer einströmende Gasstrom, und wobei der kalte Gasstrom typischerweise sehr viel kälter ist als der in die Wirbelkammer einströmende Gasstrom.

[0010] Es wird unterschieden zwischen sogenannten Niedertemperatur-Generatoren, die bei Volumenströmen bis 990 Liter pro Minute eine Abkühlung des in die Wirbelkammer eingeleiteten Gases um ungefähr 28°C bis ungefähr 40°C ermöglichen. Sogenannte Tieftemperatur-Generatoren erlauben nur die Entnahme eines geringeren Volumenstroms an kaltem Gas, dieses kann jedoch auf bis zu -46°C abgekühlt werden. Grundsätzlich gilt, dass die erreichbare Temperatur umso niedriger ist, je geringer die entnommene Menge kalten Gases ist. Die maximale Kälteleistung eines bekannten Niedertemperatur-Generators beträgt ungefähr 630 Kilokalorien pro Stunde.

[0011] Bevorzugt wird ein Verfahren, das sich dadurch auszeichnet, dass das Werkstück innerhalb einer Kaltgaskammer abgeschreckt wird, welche mit einem Wirbelstrom-Generator in Fluidverbindung steht. Das Werkstück ist demnach in einer Kaltgaskammer angeordnet, welche unmittelbar mit der aus dem Wirbelstrom-Generator austretenden, kalten Wirbel-

strömung beaufschlagt wird. Dabei ist es möglich, dass als Kaltgaskammer eine Induktorkammer einer Einrichtung zum induktiven Erwärmen des Werkstücks verwendet wird, wobei die Induktorkammer mit dem Kaltluft-Ausgang des Wirbelstrom-Generators in Fluidverbindung steht. Es ist dann möglich, das Werkstück unmittelbar in der Induktorkammer nach der induktiven Erwärmung abzuschrecken.

[0012] Es wird auch ein Verfahren bevorzugt, das sich dadurch auszeichnet, dass die Wirbelströmung mittels einer Relativbewegung von im Wesentlichen tangential ausgerichteten Düsen und/oder Wirbelstrom-Generatoren und dem Werkstück erzeugt wird. Die tangentiale Ausrichtung der Düsen und/oder Wirbelstrom-Generatoren spricht hier an, dass eine von diesen abgegebene Strömung nicht senkrecht auf eine abzuschreckende Werkstückoberfläche gerichtet ist, sondern diese im Wesentlichen tangential streift. Wird als Relativbewegung zwischen dem Werkstück und den Düsen und/oder Wirbelstrom-Generatoren eine Bewegung erzeugt, die entlang einer Kreisbahn verläuft, sind die Düsen und/oder Wirbelstrom-Generatoren vorzugsweise auch im Wesentlichen tangential zu der Kreisbahn ausgerichtet. Sie sind demnach insgesamt bevorzugt in zweierlei Hinsicht tangential ausgerichtet, nämlich zum einen ein Bezug auf die abzuschreckende Werkstückoberfläche und zum anderen in Bezug auf die Kreisbahn.

[0013] Wird das Werkstück entlang einer Kreisbahn bewegt, vorzugsweise um eine Schwerpunktachse gedreht, wird zumindest in dem Koordinatensystem des Werkstücks eine Wirbelströmung erzeugt. Dies gilt auch dann, wenn die Düsen und/oder Wirbelstrom-Generatoren relativ zu einem raumfesten Koordinatensystem stillstehen. Es ist auch möglich, dass das Werkstück stillsteht, wobei die Düsen und/oder Wirbelstrom-Generatoren vorzugsweise entlang einer Kreisbahn relativ zu dem Werkstück bewegt werden. Hierbei wird eine Wirbelströmung auch in dem raumfesten Koordinatensystem erzeugt. Schließlich ist es möglich, dass sowohl das Werkstück als auch die Düsen und/oder Wirbelstrom-Generatoren – vorzugsweise gegenläufig – bewegt werden. Auch bei dieser Ausführungsform des Verfahrens wird eine Wirbelströmung auch in dem raumfesten Koordinatensystem erzeugt.

[0014] Es ist möglich, dass im Rahmen einer Ausführungsform des Verfahrens lediglich Düsen verwendet werden, die nicht als Wirbelstrom-Generatoren ausgebildet sind. Auch in diesem Fall ist durch die Relativbewegung zwischen den Düsen und dem Werkstück eine Wirbelströmung erzeugbar, sodass sich die bereits beschriebenen Vorteile des Verfahrens ergeben.

[0015] Alternativ ist es möglich, eine Anordnung von Wirbelstrom-Generatoren zu verwenden. Dies hat

zum einen den Vorteil, dass das von den Wirbelstrom-Generatoren abgegebene Kühlmedium eine niedrige Temperatur aufweist. Zum anderen wird hier quasi eine doppelte Wirbelströmung erzeugt, nämlich zum einen die – quasi lokale – Wirbelströmung, die durch jeden Wirbelstrom-Generator erzeugt wird, zum anderen die – quasi globale – Wirbelströmung, die durch die Relativbewegung zwischen der Anordnung der Wirbelstrom-Generatoren und dem Werkstück erzeugt wird.

[0016] Es ist möglich, eine Relativbewegung zwischen dem Werkstück und einer Anordnung herbeizuführen, die mindestens eine Düse und mindestens einen Wirbelstrom-Generator umfasst. Bevorzugt umfasst die Anordnung eine Mehrzahl von Düsen und eine Mehrzahl von Wirbelstrom-Generatoren.

[0017] Bei einer Ausführungsform des Verfahrens ist es allerdings auch möglich, eine Wirbelströmung durch eine Relativbewegung von nur einer Düse oder nur einem Wirbelstrom-Generator und dem Werkstück zu erzeugen. Die Relativbewegung ist auch bei dieser Ausführungsform vorzugsweise als Kreisbewegung ausgestaltet. Diese Ausführungsform des Verfahrens ist besonders kostengünstig und konstruktiv einfach, weil nur eine Düse oder nur ein Wirbelstrom-Generator verwendet wird.

[0018] Schließlich ist es möglich, dass die Relativbewegung als oszillierende Bewegung ausgestaltet ist. Dabei ist die oszillierende Bewegung vorzugsweise als eine Art Drehschwingung ausgebildet, wobei sich die Amplitude der Oszillation entlang eines Abschnitts einer Kreisbahn erstreckt.

[0019] Es wird auch ein Verfahren bevorzugt, das sich dadurch auszeichnet, dass als Kühlmedium ein Sprühnebel verwendet wird. Besonders bevorzugt wird als Sprühnebel ein Luft-Wasser-Gemisch und ganz besonders bevorzugt ein Druckluft-Wasser-Gemisch verwendet. Die höhere Wärmekapazität des fein verteilten, vernebelten flüssigen Anteils des Kühlmediums kann dabei den Abschreckeffekt wirkungsvoll verstärken, ohne dass es deswegen zu einer ungleichmäßigen Abkühlung und der Gefahr einer Rissbildung kommt.

[0020] Bevorzugt wird auch ein Verfahren, das sich dadurch auszeichnet, dass das Werkstück mittels induktiven Erwärmens gehärtet wird. Insbesondere wird bevorzugt eine Randschicht des Werkstücks induktiv erwärmt und anschließend auf eine der beschriebenen Weisen abgeschreckt.

[0021] Es wird auch ein Verfahren bevorzugt, das sich dadurch auszeichnet, dass das Werkstück nach einem Warmschmiedevorgang randschichtgehärtet oder luftgehärtet wird. Dabei kann dem Warmschmie-

devorgang eine Wärmebehandlung folgen, auf die wiederum das Abschrecken folgt, es ist aber auch möglich, dass das direkt aus der Schmiedehitze kommende Werkstück – gegebenenfalls nach einer vorherbestimmten Wartezeit – auf eine der beschriebenen Weisen abgeschreckt wird.

[0022] Die Aufgabe wird auch gelöst, indem eine Vorrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 9 geschaffen wird. Die Vorrichtung dient der Durchführung eines Verfahrens nach einer der zuvor beschriebenen Ausführungsformen und umfasst eine Abschreckeinrichtung, mittels derer ein abzuschreckender Bereich eines Werkstücks mit einem Kühlmedium beaufschlagbar ist. Sie zeichnet sich dadurch aus, dass die Abschreckeinrichtung mindestens ein Strömungsmittel zur Erzeugung einer Wirbelströmung eines zumindest im Wesentlichen gasförmigen Kühlmediums aufweist. Dabei verwirklichen sich in Zusammenhang mit der Vorrichtung die Vorteile, die bereits in Zusammenhang mit dem Verfahren erläutert wurden. Insbesondere eine Rissbildung des abzuschreckenden Werkstücks kann dadurch vermieden werden, dass mithilfe des Strömungsmittels eine Wirbelströmung erzeugt wird, die den abzuschreckenden Bereich des Werkstücks im Wesentlichen tangential anströmt, wobei zugleich eine partielle, schlagartige Abkühlung und insbesondere der in Hinblick auf die Rissbildung gefährliche Leidenfrost-Effekt dadurch vermieden wird, dass das Kühlmedium im Wesentlichen gasförmig ist.

[0023] Es wird eine Vorrichtung bevorzugt, die sich dadurch auszeichnet, dass das Strömungsmittel mindestens einen Wirbelstrom-Generator umfasst, insbesondere ein Wirbelstrom-Rohr oder Vortex-Rohr, besonders bevorzugt ein Ranque-Hilsch-Wirbelrohr.

[0024] Alternativ oder zusätzlich ist es möglich, dass das Strömungsmittel mindestens eine ringförmige Anordnung von im Wesentlichen tangential ausgerichteten Düsen und/oder Wirbelstrom-Generatoren umfasst. Dabei ist es möglich, dass die ringförmige Anordnung ausschließlich Düsen oder ausschließlich Wirbelstrom-Generatoren umfasst. Es ist aber auch ein Ausführungsbeispiel möglich, bei welchem die ringförmige Anordnung sowohl mindestens eine Düse als auch mindestens einen Wirbelstrom-Generator umfasst. Die Düsen und/oder Wirbelstrom-Generatoren sind tangential ausgerichtet, nämlich insbesondere derart, dass von ihnen abgegebenes Kühlmedium nicht senkrecht, sondern tangential beziehungsweise streifend auf die abzuschreckende Oberfläche des Werkstücks trifft. Bevorzugt sind die Düsen und/oder Wirbelstrom-Generatoren außerdem tangential in Bezug auf die ringförmige Anordnung angeordnet. Besonders bevorzugt ist die ringförmige Anordnung dreh- oder schwenkbar gelagert, nämlich vorzugsweise um eine zentrale Achse der ringförmigen Anordnung, sodass eine Wirbelströmung durch Drehen

oder Schwenken der ringförmigen Anordnung um die Drehachse erzeugbar ist.

[0025] Die mindestens eine Düse ist vorzugsweise so ausgebildet, dass durch sie hindurchströmendes, gasförmiges Kühlmedium bei dem Durchtritt entspannt wird, wodurch ein Kühlungseffekt wirksam ist und eine Temperatur des Kühlmediums sinkt.

[0026] Die Erfindung wird im Folgenden anhand der Zeichnung näher erläutert. Dabei zeigen:

[0027] Fig. 1 eine schematische Darstellung eines ersten Ausführungsbeispiels einer Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens, und

[0028] Fig. 2 eine schematische Darstellung eines zweiten Ausführungsbeispiels einer Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens.

[0029] Fig. 1 zeigt eine schematische Darstellung eines ersten Ausführungsbeispiels einer Vorrichtung 1, mithilfe derer ein Werkstück 3 abschreckbar ist. Die Vorrichtung 1 weist eine Abschreckeinrichtung 4 mit einem Strömungsmittel 5 auf, das hier als Ranque-Hilsch-Wirbelrohr 7 ausgebildet ist. Dieses umfasst eine Wirbelkammer 9, in die eine Druckgas-Zuführung 11 mündet.

[0030] Ausgehend von der Wirbelkammer 9 erstreckt sich senkrecht zu der Druckgas-Zuführung 11 ein Wirbelrohr 13, an dessen – in axialer Richtung gesehen – der Wirbelkammer 9 gegenüberliegendem Ende ein Regelventil 15 angeordnet ist. Dieses umfasst einen Ventilkörper 17, durch den eine radial äußere, ringförmige Durchtrittsfläche 19 veränderbar ist, sodass eine vorherbestimmte Gasmenge pro Zeiteinheit aus dem Wirbelrohr 13 durch die Durchtrittsfläche 19 entweichen kann, wobei sie einem Heißgasausgang 21 zugeführt wird. An der Wirbelkammer 9 ist auf einer – in Längsrichtung gesehen – dem Wirbelrohr 13 abgewandten Seite ein Kaltgas-Ausgang 23 angeordnet.

[0031] Entlang eines Pfeils P_1 durch die Druckgas-Zuführung 11 in die Wirbelkammer 9 einströmendes, unter Druck stehendes Gas bildet in der Wirbelkammer 9 eine Wirbelströmung aus, die dann entlang des Wirbelrohrs 13 zu dem Regelventil 15 strömt. Hier entweicht durch die Durchtrittsfläche 19 radial außen strömendes, heißes Gas, welches entlang eines Pfeils P_2 über den Heißgas-Ausgang 21 austritt. Die restliche Gasströmung kehrt an dem Ventilkörper 17 radial innen um und strömt entlang des Wirbelrohrs 13 zurück zu der Wirbelkammer 9, wobei Wärme dieser Strömung an die radial äußere Strömung abgegeben wird. Der so gebildete, kältere innere Wirbel durchströmt die Wirbelkammer 9 und tritt schließlich durch den Kaltgas-Ausgang 23 entlang eines Pfeils P_3 aus.

[0032] Dieser ist bei dem dargestellten Ausführungsbeispiel über ein Überleitstück 25 mit einer Induktorkammer 27 verbunden, die zugleich als Kaltgaskammer 29 dient. Durch einen Ventilkörper 31 ist eine pro Zeiteinheit in die Kaltgaskammer 29 einströmende Menge an kaltem Kühlmedium einstellbar, vorzugsweise regelbar.

[0033] Die Induktorkammer 27 ist vorzugsweise entlang einer Teilungsebene 33 teilbar, um das Werkstück 3 in ihr anordnen beziehungsweise aus ihr entnehmen zu können.

[0034] Das Werkstück 3 ist vorzugsweise in der Induktorkammer 27 schwenk- und/oder drehbar gelagert, was hier durch zwei Pfeile P_4 schematisch angedeutet ist. Es ist möglich, dass das Werkstück 3 zusätzlich in einer Richtung verlagerbar ist, die auf der Bildebene von Fig. 1 senkrecht steht.

[0035] In der Induktorkammer 27 wird das Werkstück 3 zunächst mithilfe einer Induktionsspule 35 erwärmt. Hierbei ist vorzugsweise der Ventilkörper 31 so angeordnet, dass kein kaltes Kühlmedium entlang des Pfeils P_3 durch das Überleitstück 25 in die Induktorkammer 27 einströmt.

[0036] Nach dem Erwärmen wird das Werkstück 3 abgeschreckt, indem der Ventilkörper 31 in eine Position verlagert wird, in der kaltes Kühlmedium entlang des Pfeils P_3 durch den Kaltgas-Ausgang 23 und das Überleitstück 25 in die Kaltgaskammer 29 einströmen kann. Dabei trifft es nicht senkrecht auf eine dem Kaltgas-Ausgang 23 zugewandte Werkstückoberfläche 37, sondern strömt diese vielmehr tangential an, weil das kalte Kühlmedium sich entlang eines Wirbels bewegt, dessen Wirbelachse im Wesentlichen senkrecht auf der Oberfläche 37 steht.

[0037] Das Kühlmedium verlässt die Kaltgaskammer 29 entlang eines Pfeils P_5 durch einen Abluftausgang 39.

[0038] Durch das tangentielle Anströmen der Werkstückoberfläche 37 wird eine unmittelbare, senkrechte Beaufschlagung derselben mit Kühlmedium vermieden, was die Gefahr einer Rissbildung deutlich reduziert. Dadurch, dass ein gasförmiges Kühlmedium verwendet wird, wird auch ein partielles, ungleichmäßiges Abkühlen der Oberfläche 37 vermieden, und es tritt insbesondere kein Leidenfrost-Effekt auf.

[0039] Fig. 2 zeigt ein zweites Ausführungsbeispiel einer Vorrichtung 1 in schematischer Darstellung. Gleiche und funktionsgleiche Elemente sind mit gleichen Bezugszeichen versehen, sodass insofern auf die vorangegangene Beschreibung verwiesen wird. Als Strömungsmittel 5 ist bei dem dargestellten Ausführungsbeispiel eine ringförmige Anordnung von Ranque-Hilsch-Wirbelrohren 7 vorgesehen, die hier

im Bereich des Kaltgas-Ausgangs **23** jeweils einen düsenförmigen Auslass **41** aufweisen, sodass die Kaltgas-Wirbelströmung gerichtet abgebar ist.

[0040] Die ringförmige Anordnung ist drehbar gelagert und wird vorzugsweise relativ zu dem Werkstück **3** – in Fig. 2 entgegen dem Uhrzeigersinn – um eine zentrale Achse A, die auf der Bildebene von Fig. 2 senkrecht steht, gedreht, um die mithilfe strichlierter Linien schematisch angedeutete Wirbelströmung zu erzeugen. Dabei stellen die strichlierten Linien aus den Auslässen **41** austretende, quasi lokale Wirbelströmungen kalten Kühlmediums dar, welche von den Ranque-Hilsch-Wirbelrohren **7** erzeugt werden. Durch die Drehung der ringförmigen Anordnung der Ranque-Hilsch-Wirbelrohre **7** entsteht die in Fig. 2 dargestellte, quasi globale Wirbelströmung, mit der das Werkstück **3** beaufschlagt wird.

[0041] Die Ranque-Hilsch-Wirbelrohre **7** sind relativ zu der Oberfläche **37** des Werkstücks **3** tangential ausgerichtet, sodass diese tangential angeströmt wird. Sie sind darüber hinaus auch tangential in Bezug auf die ringförmige Anordnung ausgerichtet beziehungsweise tangential zu ihrer kreisförmigen Bewegungsbahn, die durch einen Vollkreis K dargestellt ist.

[0042] Es ist auch eine oszillierende Bewegung der Anordnung aus Ranque-Hilsch-Wirbelrohren **7** denkbar. Auch ist es möglich, den Gasdruck, mit dem die Ranque-Hilsch-Wirbelrohre **7** durch die Druckgas-Zuführungen **11** beaufschlagt werden, zeitlich zu variieren, insbesondere oszillierend an- und abschwellen zu lassen oder auch in einem Gradienten über die Dauer des Verfahrens kontinuierlich an- oder abschwellen zu lassen.

[0043] Alternativ zu der Bewegung der Ranque-Hilsch-Wirbelrohre **7** ist es auch möglich, dass das Werkstück **3** bewegt, vorzugsweise um die zentrale Achse A gedreht wird. Ebenso ist es möglich, dass sowohl die Anordnung der Ranque-Hilsch-Wirbelrohre **7** als auch das Werkstück **3** vorzugsweise gegenläufig um die zentrale Achse A bewegt beziehungsweise gedreht werden.

[0044] Anstelle der Ranque-Hilsch-Wirbelrohre **7** kann das in Fig. 2 dargestellte Strömungsmittel **5** auch andere Wirbelstrom-Generatoren oder auch einfache Düsen für einen Kühlmedium-Austritt umfassen. Ebenso ist es möglich, dass die ringförmige Anordnung gemäß Fig. 2 eine Kombination von mindestens einem Ranque-Hilsch-Wirbelrohr **7**, einem anderen Wirbelstrom-Generator und/oder mindestens einer Düse umfasst.

[0045] Die in Fig. 2 dargestellte Anordnung von Ranque-Hilsch-Wirbelrohren **7** hat allerdings den Vorteil, dass insbesondere mit einem derart ausgestalteten

Strömungsmittel **5** sehr niedrige Abschrecktemperaturen erzeugbar sind, wodurch in dem Werkstück **3** Gefügestrukturen mit sehr niedrigem Restaustenit erhalten werden können.

[0046] Insbesondere mithilfe wenigstens einer, von dem Strömungsmittel **5** umfassten Düse ist es auch möglich, einen Sprühnebel, insbesondere ein Luft-Wasser-Gemisch und bevorzugt ein Druckluft-Wasser-Gemisch als Kühlmedium zu verwenden.

[0047] Insgesamt zeigt sich, dass es mithilfe des Verfahrens und der Vorrichtung möglich ist, auch große Wärmemengen innerhalb kurzer Zeit abzuführen, wobei zugleich die Gefahr einer Rissbildung an dem Werkstück **3** und insbesondere an der Oberfläche **37** vermieden wird.

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- DE 102008062920 A1 [0002]

Patentansprüche

1. Verfahren zum Abschrecken eines Werkstücks (3), wobei ein zuvor zumindest bereichsweise erwärmtes Werkstück (3) zumindest bereichsweise mit einem Kühlmedium beaufschlagt wird, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein abzuschreckender Bereich des Werkstücks mit einer Wirbelströmung eines zumindest im Wesentlichen gasförmigen Kühlmediums beaufschlagt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass als Kühlmedium Luft, insbesondere Druckluft, oder ein inertes Gas, insbesondere Stickstoff, verwendet wird.

3. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass eine kalte Gasströmung des Kühlmediums mithilfe eines Wirbelstrom-Generators, insbesondere eines Wirbelstrom- oder Vortex-Rohrs, bevorzugt eines Ranque-Hilsch-Wirbelrohrs (7) erzeugt wird.

4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass das Werkstück innerhalb einer mit einem Wirbelstrom-Generator in Fluidverbindung stehender Kaltgaskammer (29) abgeschreckt wird.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Wirbelströmung mittels einer Relativbewegung von im Wesentlichen tangential ausgerichteten Düsen und/oder Wirbelstrom-Generatoren und dem Werkstück (3) erzeugt wird.

6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass als Kühlmedium ein Sprühnebel, insbesondere ein Luft-Wasser-Gemisch, bevorzugt ein Druckluft-Wasser-Gemisch verwendet wird.

7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Werkstück (3) mittels induktiven Erwärmens gehärtet wird.

8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Werkstück (3) nach einem Warmschmiedevorgang rand-schichtgehärtet oder luftgehärtet wird.

9. Vorrichtung (1) zur Durchführung eines Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 8, mit einer Abschreckeinrichtung (4), mittels derer ein abzuschreckender Bereich eines Werkstücks (3) mit einem Kühlmedium beaufschlagbar ist, dadurch gekennzeichnet, dass die Abschreckeinrichtung (4) mindestens ein Strömungsmittel (5) zur Erzeugung einer Wirbelströmung eines zumindest im Wesentlichen gasförmigen Kühlmediums aufweist.

10. Vorrichtung (1) nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass das Strömungsmittel (5) mindestens einen Wirbelstrom-Generator, insbesondere ein Wirbelstrom-Rohr, und/oder mindestens eine ringförmige Anordnung von im Wesentlichen tangential ausgerichteten Düsen und/oder Wirbelstrom-Generatoren umfasst, wobei die ringförmige Anordnung vorzugsweise drehbar gelagert ist.

Es folgen 2 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

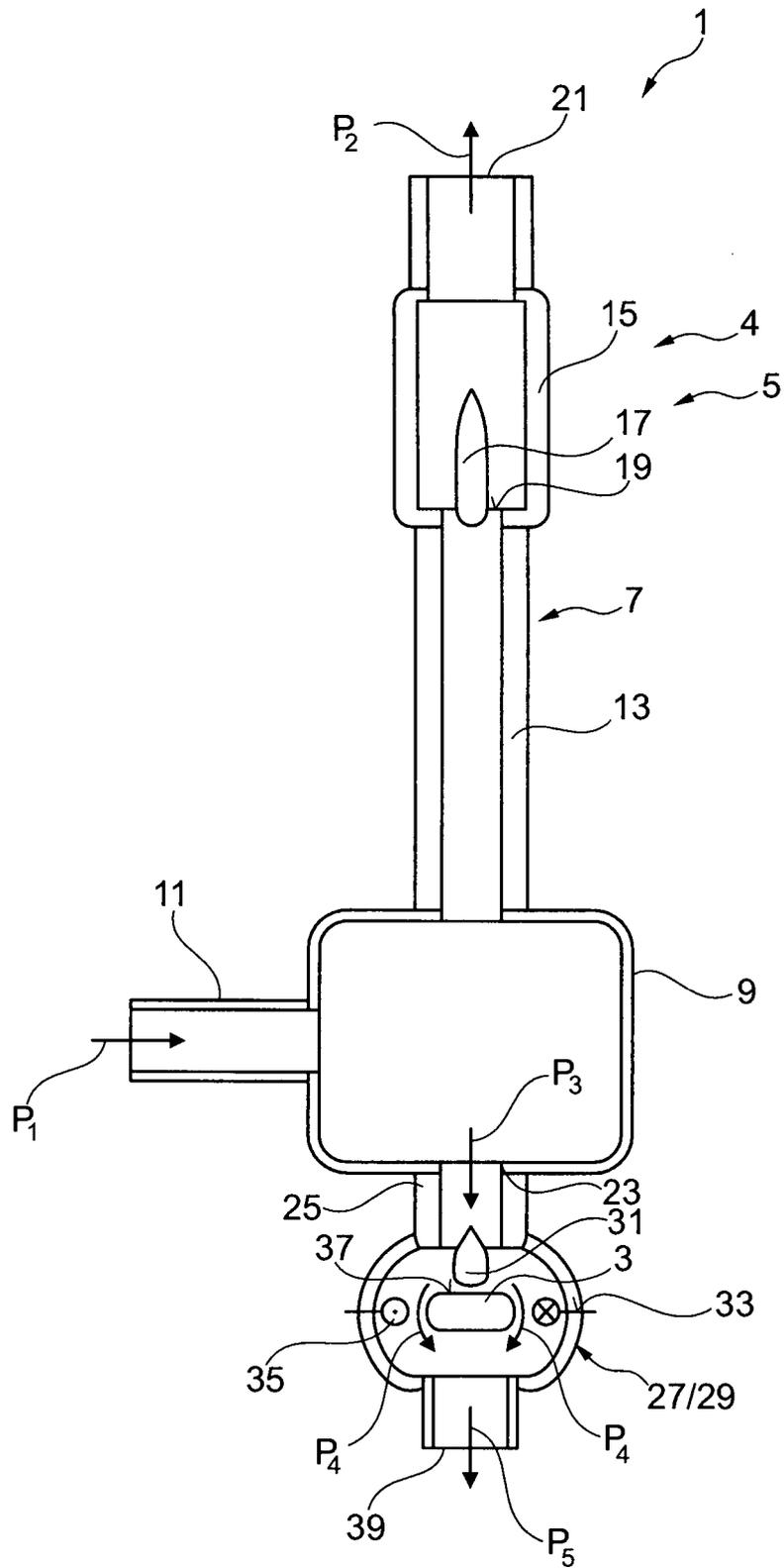


Fig. 1

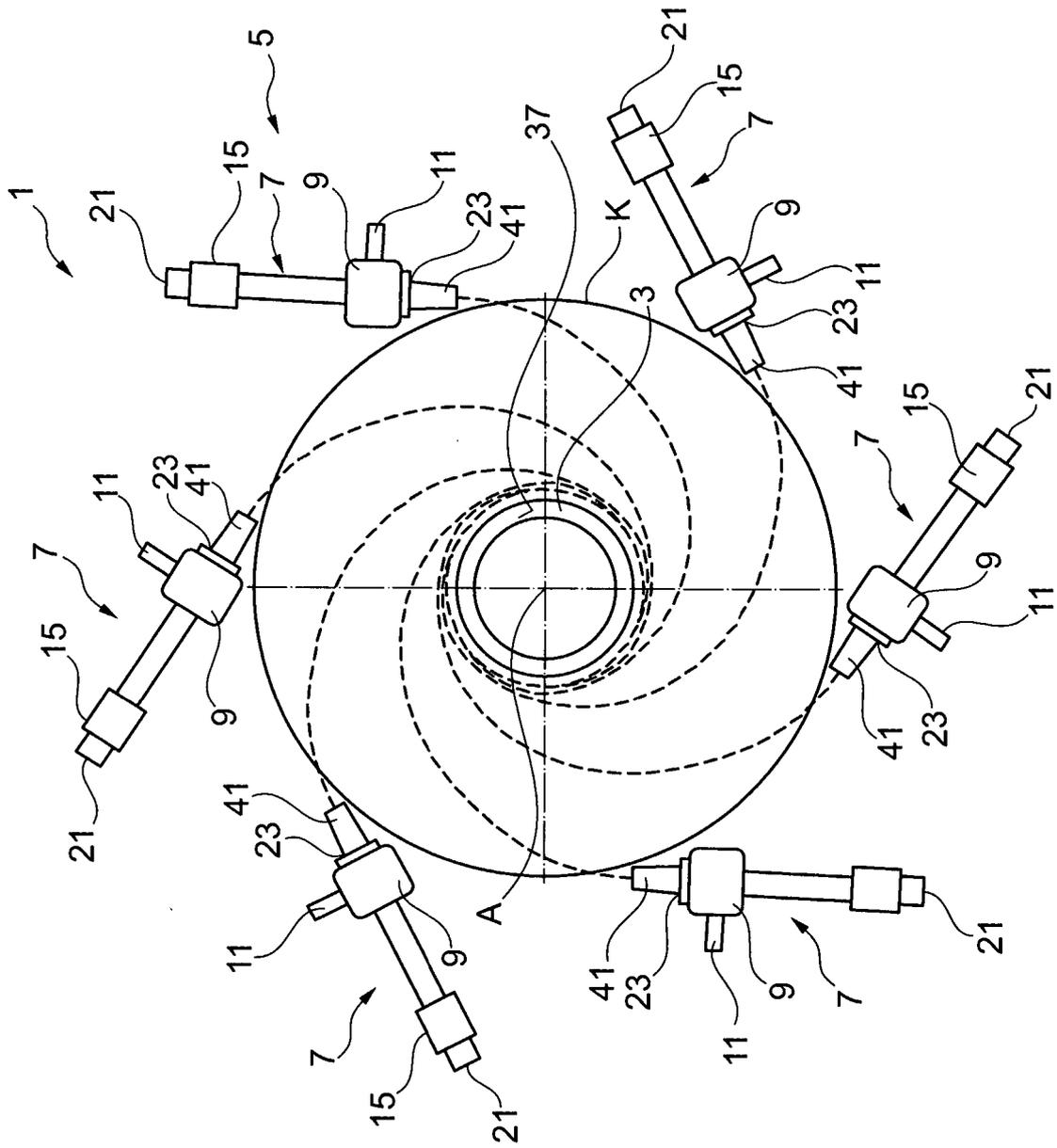


Fig. 2