



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
14.02.2018 Patentblatt 2018/07

(51) Int Cl.:
C21D 1/18 (2006.01) **C21D 1/613 (2006.01)**
B21B 45/02 (2006.01) **F27D 9/00 (2006.01)**

(21) Anmeldenummer: **16001787.7**

(22) Anmeldetag: **11.08.2016**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME
Benannte Validierungsstaaten:
MA MD

(71) Anmelder: **Linde Aktiengesellschaft**
80331 München (DE)

(72) Erfinder:
• **Waning, Gerd**
32107 Bad Salzufen (DE)
• **Berger, Sebastian**
85591 Vaterstetten (DE)

(74) Vertreter: **Gellner, Bernd**
Linde AG
Technology & Innovation
Corporate Intellectual Property
Dr.-Carl-von-Linde-Straße 6-14
82049 Pullach (DE)

(54) **KÜHLVORRICHTUNG UND VERFAHREN ZUM KÜHLEN DURCHLAUFENDER ELEMENTE**

(57) Die Erfindung betrifft eine Kühlvorrichtung (100) zur Kühlung wenigstens eines durchlaufenden Elementes (150, 151), mit einer Metallplatte (115) mit einer ersten Seite und einer zweiten Seite und mit einem Kühlkanal (130) für kryogenes Gas, wobei das wenigstens eine Element (150, 151) auf Seiten der ersten Seite der Metallplatte (115) führbar ist, wobei der Kühlkanal (130) wenigstens abschnittsweise mit der zweiten Seite der Me-

tallplatte (115) wärmeleitend in Verbindung steht, und wobei der Kühlkanal (130) an einem ersten Ende einen Anschluss (131) für einen Eintritt von kryogenem Gas und an einem zweiten Ende einen Anschluss für einen Austritt von kryogenem Gas aufweist, sowie eine Härtevorrichtung mit einer solchen Kühlvorrichtung (100) und ein Verfahren zur Kühlung wenigstens eines durchlaufenden Elementes (150, 151).

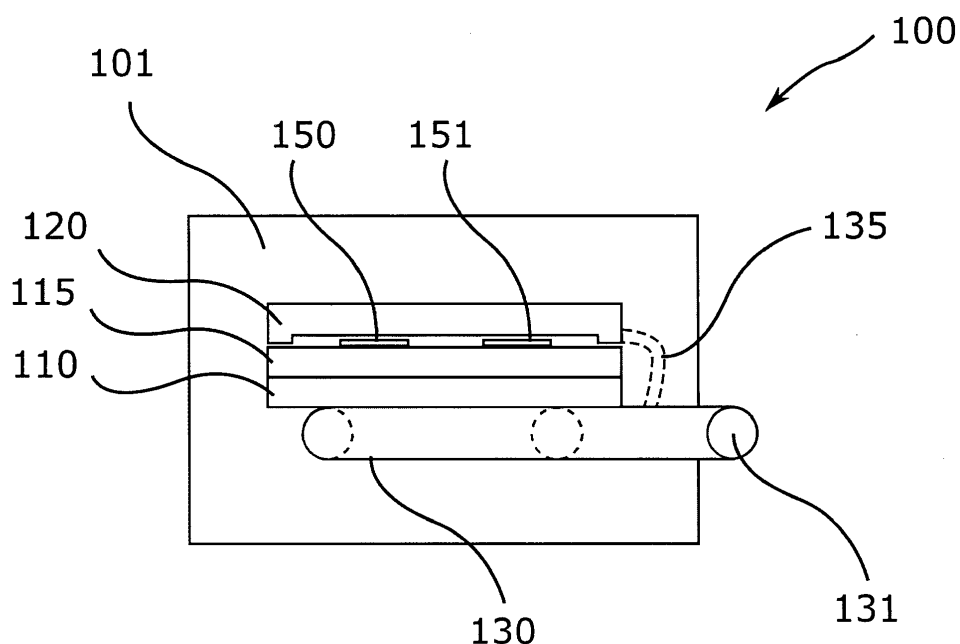


Fig. 1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Kühlvorrichtung und ein Verfahren zur Kühlung wenigstens eines durchlaufenden Elementes, beispielsweise eines Bandes oder Drahtes, sowie eine Härtevorrichtung zum Härten wenigstens eines durchlaufenden Elementes mit einer solchen Kühlvorrichtung.

Stand der Technik

[0002] Für die Herstellung von Rasierklingen und dergleichen werden harte Stähle benötigt, die eine gute Schneidfähigkeit über einen langen Zeitraum hinweg ermöglichen. Hierzu kann Stahl gehärtet werden. Im Rahmen eines solchen Härtevorgangs wird der Stahl zunächst auf Austenitisierungstemperatur erhitzt, anschließend abgeschreckt, anschließend weiter abgekühlt und schließlich angelassen.

[0003] Um möglichst schnell und effizient Stahl für solchen Klingen härten zu können, wird der Stahl beispielsweise in Form eines Bandes verwendet, das die verschiedenen Prozessstufen durchlaufen kann. Bei der erwähnten weiteren Abkühlung, die insbesondere der Einstellung von Restaustenit dient, ist es üblich, Kühlvorrichtungen zu verwenden, die mit einem Kühlkompressor und entsprechendem Kühlmittel arbeiten. Solche Kühlvorrichtungen sind jedoch sehr energieintensiv, da umso mehr Energie aufgewendet werden muss, je tiefer die zu erreichenden Temperaturen sein sollen. Zudem ist das Kühlmittel umwelt- bzw. klimaschädlich und die Kühlvorrichtungen sind aufgrund der verwendeten Kompressoren wartungsintensiv.

[0004] Für andere Materialien als Stahl können abweichende Prozessfolgen nötig sein, die jedoch auch einen Abkühlschritt beinhalten. Allgemein ist deshalb im Rahmen dieser Anmeldung von der Kühlung eines durchlaufenden Elementes, wie das genannte Stahlband, ein Metallband oder -draht, die Rede.

[0005] Es ist daher wünschenswert, eine Möglichkeit anzugeben, solche durchlaufenden Elemente möglichst energieeffizient und/oder umweltschonender zu kühlen.

[0006] Diese Aufgabe wird gelöst durch ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Kühlung wenigstens eines durchlaufenden Elementes sowie einer Härtevorrichtung mit den Merkmalen der unabhängigen Patentansprüche.

Vorteile der Erfindung

[0007] Eine erfindungsgemäße Kühlvorrichtung dient zur Kühlung wenigstens eines durchlaufenden Elementes. Als Element kommt hier insbesondere ein Band, weiter insbesondere ein Metallband, insbesondere als Klingenband und/oder Stahlband, in Frage. Denkbar sind jedoch auch Drähte, insbesondere Metalldrähte. Hierzu weist die Kühlvorrichtung eine Metallplatte mit einer ersten Seite und einer zweiten Seite sowie einen Kühlkanal für kryogenes Gas auf. Dabei ist das wenigstens eine

Element auf Seiten der ersten Seite der Metallplatte führbar. Zweckmäßig ist es hierbei, wenn das wenigstens eine Element direkt an der ersten Seite der Metallplatte anliegt und daran entlang geführt wird. Jedoch ist es ebenso denkbar, dass auf der Metallplatte eine Beschichtung oder ein Unterlegematerial aufgebracht ist, auf der bzw. auf dem das Element dann geführt werden kann.

[0008] Der Kühlkanal steht nun wenigstens abschnittsweise mit der zweiten Seite der Metallplatte wärmeleitend in Verbindung. Bei der zweiten Seite kann es sich dabei insbesondere um eine der ersten Seite gegenüberliegende Seite handeln. Bei dem Kühlkanal kann es sich um eine Rohrleitung oder aber auch um eine in die Metallplatte oder in eine mit der Metallplatte wärmeleitend in Verbindung stehende, weitere Metallplatte eingebrachten Kühlkanal handeln. Der Kühlkanal kann hierzu beispielsweise eingefräst sein, wobei die offene Oberseite mit einer weiteren Metallplatte dicht verschlossen (z.B. durch Auflöten) wird. Der Kühlkanal, insbesondere die Rohrleitung, kann dabei aus einem Werkstoff hergestellt sein, der insbesondere Kupfer oder Aluminium beinhaltet. Hierbei handelt es sich um Metalle, die besonders gute Wärmeleiter sind und insofern die Kälte des kryogenen Gases, insbesondere des Stickstoffs, auf die Metallplatte sehr gut übertragen. Die wärmeleitende Verbindung kann dabei derart sein, dass der Kühlkanal direkt an der zweiten Seite der Metallplatte angebracht, beispielsweise gelötet, ist. Denkbar ist jedoch genauso, dass der Kühlkanal auf einer Zwischenplatte, die insbesondere aus dem gleichen Werkstoff wie der Kühlkanal hergestellt ist, angebracht, beispielsweise gelötet oder geschweißt, ist. Damit kann eine größere Flexibilität beim Aufbau der Kühlvorrichtung erreicht werden.

[0009] Zudem lässt sich damit die Kühlleitung besser wärmeleitend anbringen, da zwei gleiche Werkstoffe miteinander verbunden werden. Es versteht sich, dass dann diese Zwischenplatte mit der Metallplatte wärmeleitend verbunden werden sollte. Hierzu ist es denkbar, die beiden Platte plan auszubilden und aufeinanderzulegen. Zweckmäßig kann jedoch auch die Verwendung einer Wärmeleitpaste oder Ähnlichem sein. Die Metallplatte umfasst dabei vorzugsweise Hartmetall, Kupfer oder Messing. Damit wird zum einen eine möglichst geringe Abnutzung der Metallplatte bei darüber laufendem Band erreicht, zum anderen aber auch eine möglichst gute Abkühlung der Metallplatte und damit des Bandes.

[0010] Zudem weist der Kühlkanal an einem ersten Ende einen Anschluss für einen Eintritt von kryogenem Gas und an einem zweiten Ende einen Anschluss für einen Austritt von kryogenem Gas auf. Auf diese Weise kann eine Versorgung der Kühlvorrichtung mit kryogenem Gas sowie dessen Ableitung sichergestellt werden. Es sei angemerkt, dass es zweckmäßig ist, die beschriebenen Komponenten in ein hinsichtlich der Wärmeleitung isoliertes Gehäuse einzubringen, um Energieverluste zu minimieren, wie später noch erläutert wird. Als kryogenes Gas kommt hierbei insbesondere Stickstoff in Frage, wel-

ches dann beispielsweise in flüssiger Form in den Kühlkanal eingebracht wird. Entnommen werden kann der Stickstoff dann insbesondere in gasförmiger Form.

[0011] Es versteht sich, dass, je nach Ausgestaltung, nicht nur ein Element, sondern auch mehrere Elemente, beispielsweise zwei, drei, vier oder noch mehr mittels der Kühlvorrichtung gekühlt werden können. Denkbar ist auch eine Kombination aus Bändern und Drähten. Auch andere Elemente mit passendem Querschnitt kommen in Frage. Hierzu können die entsprechenden Bauteile, insbesondere die Metallplatte entsprechend dimensioniert werden. Denkbar ist jedoch auch die Verwendung mehrerer Metallplatten nebeneinander.

[0012] Die Erfindung macht sich dabei zunutze, dass durch das kryogene Gas, insbesondere die Verdampfung flüssigen Stickstoffs, eine sehr effektive Kühlung erreicht werden kann. Bei Verwendung flüssigen Stickstoffs geht der flüssige Stickstoff in dem Kühlkanal in den gasförmigen Zustand über und kühlt dabei den Kühlkanal und damit die mit dem Kühlkanal wärmeleitend in Verbindung stehende Metallplatte. Auf diese Weise kann das wenigstens eine Element, das an der Metallplatte - unmittelbar oder mittelbar - entlang geführt wird, sehr effektiv gekühlt werden.

[0013] Es handelt sich bei der vorgeschlagenen Lösung somit um eine indirekte Kühlung mit flüssigem Stickstoff oder anderen kryogenen Gasen. Im Vergleich zu einer direkten Kühlung, bei welcher flüssiger Stickstoff oder anderes kryogenes Gas direkt auf die kühlenden Teile aufgebracht wird, bietet die indirekte Kühlung einige Vorteile. Es ist nämlich möglich, das für die Kühlung verwendeten Gas ohne Verunreinigung durch andere Gase wieder zu verwenden. Hierzu kann das aus dem Kühlkanal austretende Gas aufgefangen bzw. anderweitig weitergeleitet werden. Einige bevorzugte Möglichkeiten hierfür sollen nachfolgend noch näher erläutert werden. Insbesondere gelangt das Gas nicht in die Umgebung, beispielsweise eine Werkshalle. Bei der direkten Kühlung hingegen verdampft beispielsweise der Flüssigstickstoff bei der Kühlung und gelangt unmittelbar in die Umgebung. Ein Auffangen, insbesondere unter Beibehaltung der ursprünglichen Reinheit ist hier nur schwierig möglich.

[0014] Weiterhin bietet die vorgeschlagene Lösung Vorteile gegenüber der eingangs erwähnten Möglichkeit, einen konventionellen Kühlkompressor zur Kühlung des wenigstens einen Elementes zu verwenden. Während bei einem Kühlkompressor viele bewegliche Teile vorhanden sind, die den Kühlkompressor wartungsintensiv machen, sind bei der vorgeschlagenen Lösung lediglich Leitungen für das kryogene Gas vorzusehen, die kaum einer Wartung bedürfen. Zudem ist keine Verwendung klimaschädlichen Kühlmittels nötig und die Kosten für den Betrieb der Kühlvorrichtung sind deutlich geringer, da beispielsweise der flüssige Stickstoff einfach aus einem Reservoir entnommen und auf die benötigte Temperatur aufgewärmt werden kann. Eine konventionelle Kühlung mittels Kompressor hingegen erfordert umso

mehr Energie je kälter die erreichte Temperatur sein soll. An diese Stelle sei angemerkt, dass die zu erreichenden Temperaturen beispielsweise in einem Bereich zwischen 140 K und 220 K (Auslauf und Einlauf des Elementes) liegen können, um eine möglichst optimale Kühlung und im vorliegenden Fall eine gewünschte Einstellung von Restaustenit in einem Metallband zu erreichen, während die Temperatur des flüssigen Stickstoffs je nach Druck bei z.B. 77 K liegt. Konventionelle Kühlkompressoren dagegen erreichen in der Regel lediglich Temperaturen von minimal ca. 190 K.

[0015] Vorzugsweise weist die Kühlvorrichtung eine Gasleitung für kryogenes Gas auf, die an einem austrittsseitigen Ende von dem Kühlkanal abzweigt und dazu eingerichtet ist, kryogenes Gas in einen Bereich über der ersten Seite der Metallplatte zu leiten. Hierzu kann die Gasleitung an entsprechende Stellen in der Kühlvorrichtung geführt sein. Wie bereits erwähnt, ermöglicht die vorgeschlagene Lösung zur Kühlung die Wiederverwendung des Gases. Indem nun beispielsweise gasförmiger Stickstoff, der ohnehin im Rahmen der Kühlung anfällt, auf das wenigstens eine Element bzw. die Metallplatte geleitet wird, wird eine Vereisung an dem Element verhindert, da der entsprechende Bereich inertisiert wird. Besonders zweckmäßig als relevante Bereiche sind dabei über der ersten Seite der Metallplatte ein Eintrittsbereich des wenigstens einen Elementes in die Kühlvorrichtung und/oder ein Austrittsbereich des wenigstens einen Elementes aus der Kühlvorrichtung, da hier die Gefahr von Vereisung besonders hoch ist.

[0016] Vorteilhafterweise weist die Kühlvorrichtung weiterhin wenigstens eine Metaldeckplatte auf, die über der Metallplatte derart anordenbar ist, dass ein, insbesondere eng begrenzter, Kanal für das wenigstens eine Element zwischen der Metallplatte und der Metaldeckplatte bildbar ist. Die Metaldeckplatte (oder mehrere über die Laufrichtung des Elementes verteilt) kann hierzu an den seitlichen Rändern mit Stegen versehen sein, so dass die Metaldeckplatte seitlich auf der Metallplatte aufliegt und dabei einen Zwischenraum für das wenigstens eine Element bildet. Damit kann eine bessere und gleichmäßigere Kühlung des wenigstens einen Elementes erreicht werden, da die Metaldeckplatte ebenfalls über den Kühlkanal und die Metallplatte gekühlt wird. Bei der Verwendung mehrere zu kühlender Elemente können auch separate Kanäle zwischen Metallplatte und Metaldeckplatte für die einzelnen Elemente gebildet werden.

[0017] Es ist von Vorteil, wenn sich der Kühlkanal wenigstens abschnittsweise, insbesondere unter Bildung von Windungen, von einer Auslaufseite des wenigstens einen Elementes zu einer Einlaufseite des wenigstens einen Elementes erstreckt. Die Metallplatte und das Element können damit möglichst gleichmäßig abgekühlt werden. Der Kühlkanal kann dabei in Form von Windungen, beispielsweise mäanderförmig, vorgesehen sein, damit eine möglichst gleichmäßige Kühlung der Metallplatte erreicht wird. Besonders zweckmäßig ist dabei, wenn eine Flussrichtung für das kryogene Gas in dem

Kühlkanal von der Auslaufseite zur Einlaufseite vorgesehen ist, da auf diese Weise auf der Einlaufseite des Bandes beispielsweise der Stickstoff bereits gasförmig ist und damit eine geringere Kühlung erzielt als auf der Auslaufseite des Elementes, an welcher der Stickstoff noch flüssig ist. Diese Anordnung entspricht insbesondere dem Prinzip des Gegenstromwärmetauschers. Das Element kann damit von der Einlaufseite zur Auslaufseite hin immer weiter abgekühlt werden.

[0018] Vorzugsweise weist die Kühlvorrichtung weiterhin ein Außengehäuse auf, in dem die Metallplatte und der Kühlkanal angeordnet sind, wobei die Metallplatte, der Kühlkanal und das wenigstens eine Element in Umfangsrichtung des wenigstens einen Elements von einem Isolationsgehäuse aus wärmeisolierendem Material, insbesondere glasfaserverstärktem Kunststoff (GFK), umgeben ist. Die Metallplatte mit dem Kühlkanal, also das Wärmetauscherelement, hat damit keinen direkten Kontakt zum Außengehäuse. Damit können Verluste durch Wärmeleitung verringert werden, da eine thermische Trennung der gekühlten Komponenten zum Außengehäuse vorhanden ist. Zweckmäßig ist es dabei wenn das Isolationsgehäuse nur an diskreten Stellen mit dem Außengehäuse verbunden ist. Damit können der für die stabile Halterung nötige Kontakt erreicht und zudem die Verluste durch Wärmeleitung weiter verringert werden. Die Gasleitung zur Inertisierung kann dann zweckmäßigerweise durch das Isolationsgehäuse zu dem entsprechenden Bereich verlegt sein.

[0019] Vorteilhafterweise weisen das Außengehäuse und das Isolationsgehäuse jeweils ein Bodenteil und einen Deckel auf. Hierbei können dann die Bodenteile von Außengehäuse und Isolationsgehäuse miteinander verbunden sein, ebenso können die Deckel von Außengehäuse und Isolationsgehäuse miteinander verbunden sein. Damit kann sehr einfach das wenigstens eine Element in die Kühlvorrichtung eingelegt werden, da beim Öffnen des Außengehäuses auch das Isolationsgehäuse mit geöffnet wird.

[0020] Eine erfindungsgemäße Härtevorrichtung dient zum Härten wenigstens eines durchlaufenden Elementes und weist eine erfindungsgemäße Kühlvorrichtung sowie einen Ofen und ein Stellventil auf. Der Ofen ist dabei in Laufrichtung des wenigstens einen Elementes vor der Kühlvorrichtung angeordnet und kann damit zum anfänglichen Erhitzen und damit Härten des Elementes verwendet werden. Es ist nun eine Gasleitung für kryogenes Gas vorgesehen, mittels welcher aus dem Kühlkanal der Kühlvorrichtung austretendes Gas in den Ofen leitbar ist. In dem Ofen kann das Gas dann, ggf. unter Beimischung von beispielsweise Wasserstoff (H_2), zur Bildung einer Schutzgasatmosphäre verwendet werden. Das Stellventil ist nach einem Austritt von kryogenem Gas aus dem Kühlkanal angeordnet und dazu verwendbar, einen Fluss von kryogenem Gas durch den Kühlkanal und/oder wenigstens eine Temperatur in der Kühlvorrichtung zu regeln. Die Regelung selbst kann beispielsweise durch eine geeignete Recheneinheit und einen davon

angesteuerten Motor erfolgen, mit dem das Stellventil eingestellt werden kann. Die Größe der Durchflussöffnung im Stellventil dient damit als Stellgröße für die Regelung. Zweckmäßig ist insofern ein als Proportionalventil ausgebildetes Stellventil.

[0021] Bei der vorgeschlagenen Härtevorrichtung kann also ein Teil des kryogenen Gases nach der Kühlung wieder verwendet werden und zwar zur Bildung einer Schutzgasatmosphäre im Ofen, wozu beispielsweise ohnehin Stickstoff nötig ist. Auf diese Weise wird also die Verwendung der Kühlvorrichtung noch effizienter. Besonders zweckmäßig ist es dabei, wenn der gesamte, zur Kühlung verwendete Gas wieder verwendet wird, und zwar für die Schutzgasatmosphäre im Ofen und die Inertisierung in der Kühlvorrichtung. Die Regelung des Flusses des kryogenen Gases bzw. der Temperatur über das austrittsseitige Stellventil ermöglicht eine besonders einfache Regelung, da ein Gasfluss bei Raumtemperatur einfacher einzustellen ist als ein Fluss beispielsweise flüssigen Stickstoffs, der in der Regel als Zweiphasenströmung vorliegt. Als zu regelnde Temperaturen kommen hier insbesondere die bereits erwähnten Temperaturen am Einlauf und Auslauf des Bandes in die bzw. aus der Kühlvorrichtung in Frage. Ebenso kann die Temperatur des Elementes selbst als Regelgröße Verwendung finden.

[0022] Ein erfindungsgemäßes Verfahren dient zur Kühlung wenigstens eines durchlaufenden Elementes, wobei insbesondere eine erfindungsgemäße Kühlvorrichtung oder Härtevorrichtung verwendet wird. Dabei wird das wenigstens eine Element auf Seiten einer ersten Seite einer Metallplatte geführt, wobei die Metallplatte gekühlt wird, indem kryogenes Gas durch einen Kühlkanal, der mit einer zweiten Seite der Metallplatte wärmeleitend in Verbindung steht, geleitet wird.

[0023] Bezüglich weiterer, vorteilhafter Ausführungsformen sowie die Vorteile des vorgeschlagenen Verfahrens sei an dieser Stelle zur Vermeidung von Wiederholungen auf obigen Ausführungen zur erfindungsgemäßen Kühlvorrichtung und Härtevorrichtung verwiesen.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0024]

- Figur 1 zeigt schematisch eine erfindungsgemäße Kühlvorrichtung in einer bevorzugten Ausführungsform.
- Figur 2 zeigt schematisch einen Ausschnitt der Kühlvorrichtung aus Figur 1.
- Figur 3 zeigt schematisch einen weiteren Ausschnitt der Kühlvorrichtung aus Figur 1.
- Figur 4 zeigt schematisch eine erfindungsgemäße Kühlvorrichtung in einer weiteren bevorzugten Ausführungsform

Figur 5 zeigt schematisch eine erfindungsgemäße Härtevorrichtung in einer bevorzugten Ausführungsform.

Ausführungsform der Erfindung

[0025] In Figur 1 ist schematisch eine erfindungsgemäße Kühlvorrichtung 100 in einer bevorzugten Ausführungsform dargestellt, hier in einer Querschnittsansicht, mit der auch ein erfindungsgemäßes Verfahren durchführbar ist. Die Kühlvorrichtung 100 weist vorliegend ein Gehäuse 101 auf, in dem eine Metallplatte 115, beispielsweise aus Messing, angeordnet ist. Auf der Metallplatte können beispielhaft zwei Metallbänder 150, 151 auf einer ersten, hier der oberen Seite der Metallplatte 115 (senkrecht zur Zeichenebene) entlang geführt werden.

[0026] Weiterhin ist eine Zwischenplatte 110, beispielsweise aus Kupfer, gezeigt, mit welcher ein Kühlkanal 130 wärmeleitend verbunden ist. Der Kühlkanal liegt hier in Form einer Rohrleitung bzw. Kühleitung vor. Die Kühleitung 130, die beispielsweise ebenfalls aus Kupfer besteht, weist einen Anschluss 131 für den Eintritt von flüssigem Stickstoff oder anderen kryogenen Gasen auf. Der Anschluss für den Austritt von gasförmigem Stickstoff ist in dieser Ansicht nicht zusehen. Im Übrigen sei für einen Anschluss der Kühlvorrichtung bzw. der Kühleitung an einen Stickstoffkreis auf Figur 5 verwiesen.

[0027] Die Zwischenplatte 110 ist weiterhin mit der Metallplatte 115 wärmeleitend verbunden. Damit ist die Kühleitung 130 wärmeleitend mit einer zweiten, hier der unteren Seite der Metallplatte 115 verbunden. Damit wird erreicht, dass bei durch die Kühleitung 130 fließendem und dabei verdampfendem flüssigem Stickstoff oder anderen kryogenen Gasen über die Zwischenplatte 110 die Metallplatte 115 und damit die daran entlang geführten Metallbänder 150, 151 gekühlt werden. Insgesamt handelt es sich damit um eine indirekte Kühlung mit flüssigem Stickstoff oder anderen kryogenen Gasen.

[0028] Es sei angemerkt, dass anstatt einer Kühleitung 130 der Kühlkanal auch in die Zwischenplatte 110 oder die Metallplatte 115 eingefräst und abgedeckt werden könnte.

[0029] Weiterhin ist eine Metalldeckplatte 120, die beispielsweise ebenfalls aus Messing gefertigt sein kann, gezeigt, die über der Metallplatte 115 derart anordenbar ist, dass zwischen der Metallplatte 115 und der Metalldeckplatte 120 ein Kanal für die Metallbänder 150, 151 gebildet wird. Hierzu weist die Metalldeckplatte 120 an der der Metallplatte 115 zugewandten, hier der unteren Seite an ihren seitlichen Enden Stege auf, mit denen sie auf die Metallplatte 115 aufgelegt werden kann.

[0030] Weiterhin ist eine Gasleitung 135 für hier beispielhaft gasförmigen Stickstoff gezeigt, die von einem austrittsseitigen Ende der Kühleitung 130 abzweigt und über einen Bereich über der ersten Seite der Metallplatte 115, also auf die Bänder 150, 151, gerichtet ist. Auf diese Weise kann der gasförmige Stickstoff nach der Kühlung

zumindest zum Teil wieder verwendet werden, nämlich für eine Inertisierung des Bereichs über der Metallplatte 115 bzw. der Metallbänder 150, 151 um eine Vereisung durch Kondenswasser, welches bei einer Kühlung entsteht, zu verhindern.

[0031] Weiterhin sei erwähnt, dass in dem Gehäuse 101 der Kühlvorrichtung 110 Isolationsmaterial vorgesehen sein kann, um die gekühlten Komponenten gegen die Umgebungswärme zu isolieren und damit eine effizientere Kühlung zu ermöglichen.

[0032] In Figur 2 ist die Zwischenplatte 110 aus Figur 1 von unten (in Bezug auf die Darstellung in Figur 1) gezeigt. Hierbei ist die Kühleitung 130 detaillierter zu sehen, die beispielhaft einige, insbesondere mäanderförmige, Windungen aufweist. Die Kühleitung kann beispielsweise auf die Zwischenplatte 110 aufgelötet oder geschweißt und/oder mittels Schellen oder Ähnlichem daran befestigt sein. Zudem sind der Anschluss 131 für den Eintritt von flüssigem Stickstoff oder anderen kryogenen Gasen in die Kühleitung 130 und der Anschluss 132 für den Austritt von gasförmigem Stickstoff aus der Kühleitung 130 zu sehen.

[0033] Weiterhin ist auch die Gasleitung 135 zu sehen, mittels welcher austrittsseitig von der Kühleitung 130 gasförmiger Stickstoff entnommen bzw. abgezweigt werden und - wie in Bezug auf Figur 1 bereits erläutert - zu Inertisierung verwendet werden kann. Es versteht sich, dass an der Abzweigung bzw. in der Gasleitung 135 auch ein Ventil, beispielsweise ein Drosselventil, vorgesehen sein kann, um die gewünschte Gasmenge einzustellen.

[0034] In Figur 3 ist die Metallplatte 115 aus Figur 1 von oben (in Bezug auf die Darstellung in Figur 1) gezeigt. Hierbei sind die Metallbänder 150 und 151 detaillierter zu sehen, die auf der Metallplatte 115 entlang geführt werden. Dazu ist die Durchlaufrichtung der Metallbänder mittels eines Pfeils angedeutet. Die Metallplatte 115 kann dabei beispielsweise (in Durchlaufrichtung) ca. 1 m lang sein.

[0035] Weiterhin ist zu sehen, dass der Anschluss 131 für den Eintritt von flüssigem Stickstoff oder anderen kryogenen Gasen auf der Auslaufseite der Metallbänder und der Anschluss 132 für den Austritt von gasförmigem Stickstoff auf der Einlaufseite der Metallbänder angeordnet sind. Auf diese Weise wird erreicht, dass die Auslaufseite stärker gekühlt wird als die Einlaufseite, sodass insgesamt eine effiziente Abkühlung der durchlaufenden Metallbänder erreicht wird.

[0036] Zudem ist auch erneut die Gasleitung 135 zu sehen, mittels welcher gasförmiger Stickstoff zu Inertisierung auf die obere Seite der Metallplatte 115 bzw. auf die Metallbänder 150, 151 gebracht werden kann. Es versteht sich, dass auch mehrere Gasauslassöffnungen an der Gasleitung 135 vorgesehen sein können, die über die Ausdehnung der Metallplatte 115 in Durchlaufrichtung verteilt sind.

[0037] In Figur 4 ist schematisch eine erfindungsgemäße Kühlvorrichtung 100' in einer weiteren bevorzugten Ausführungsform dargestellt. Die Wärmetauscher-

einheit, die hier die Metallplatte 110, die Zwischenplatte 115, die Metalldeckplatte 120 sowie den Kühlkanal 130 (hier ohne Anschlüsse) umfasst, ist mittels Stützen auf einem Bodenteil 170 eines Isolationsgehäuses angeordnet. Ein Deckel 171 des Isolationsgehäuses ist auf dem Bodenteil und die Wärmetauschereinheit umgebend angeordnet.

[0038] Die Gasleitung 135 zur Inertisierung, wie sie in Figur 3 gezeigt ist, kann dann zweckmäßigerweise durch das Isolationsgehäuse zu dem entsprechenden Bereich verlegt sein, so dass beispielsweise Stickstoff auf die Bänder geleitet wird. Das eingebrachte Gas fließt zu den austrittseitigen Enden und zwar auch entlang des kalten Wärmetauscherelements und kühlt insbesondere an den kalten Stellen des Wärmetauscherelements wieder ab. Das Gas strömt und würde somit den Wärmeübergang zum gesamten Außengehäuse erhöhen, wodurch die Isolierleistung reduziert wird. Das Isolationsgehäuse kann damit also auch den Kontakt des Gases für die Inertisierung zum Außengehäuse verhindern.

[0039] Das Isolationsgehäuse kann dabei beispielsweise aus glasfaserverstärktem Kunststoff (GFK), der wärmeisolierend wirkt, hergestellt sein. Das Isolationsgehäuse ist nunmehr in einem Außengehäuse, umfassend einen Bodenteil 160 und einen Deckel 161, der Kühlvorrichtung 100' angeordnet. Während der Bodenteil 170 des Isolationsgehäuses hier direkt auf dem Bodenteil 160 des Außengehäuses angeordnet ist, ist der Deckel 171 des Isolationsgehäuses nur an einzelnen, diskreten Stellen, von denen beispielhaft eine mit 175 bezeichnet ist, mit dem Deckel 161 des Außengehäuses verbunden, sodass ein Spalt zwischen den Deckeln bleibt und möglichst wenig Verluste durch Wärmeleitung entstehen.

[0040] Wenn nun der Deckel 161, der über ein Scharnier 180 mit dem Bodenteil 160 des Außengehäuses verbunden ist, geöffnet wird, so wird auch der Deckel 171 des Isolationsgehäuses geöffnet. In geschlossenem Zustand wird das Außengehäuse dann durch die Dichtungen 181 zwischen Bodenteil 160 und Deckel 161 abgedichtet. Zudem sollten Deckel 171 und Bodenteil 170 des Isolationsgehäuses so aufeinander abgestimmt sein, dass die Wärmetauschereinheit möglichst vollständig umgeben wird. Es versteht sich, dass Öffnungen für das wenigstens eine Element an Einlauf und Auslauf vorgesehen sein müssen.

[0041] Das Außengehäuse kann auf diese Weise besonders kostengünstig gefertigt werden, da weniger auf Isolation geachtet werden muss als ohne Verwendung des Isolationsgehäuses. Insbesondere kann das Außengehäuse auch verschweißt werden, sodass keine Feuchtigkeit eindringen kann.

[0042] In Figur 5 ist schematisch eine erfindungsgemäße Härtevorrichtung 200 in einer bevorzugten Ausführungsform in Form eines Flussdiagramms dargestellt, mit der auch ein erfindungsgemäßes Verfahren durchführbar ist. Die Härtevorrichtung umfasst einen Ofen 201, welcher von dem Metallband 150 (im Vergleich zu den

Figuren 1 und 3 ist hier der Übersichtlichkeit halber nur ein Metallband gezeigt) entsprechend der Durchlaufrichtung (mittels eines Pfeils angedeutet) als erstes durchlaufen wird.

[0043] Anschließend durchläuft das Metallband 150 eine Abschreckeinrichtung 202, in welcher das Metallband 150 schockgekühlt wird, die Kühlvorrichtung 100 sowie schließlich eine Anlasseinrichtung 203. Bei der Kühlvorrichtung 100 handelt es sich um die in Bezug auf die Figuren 1 bis 3 bereits näher erläuterte Kühlvorrichtung. Insofern sei auch auf die dortigen Ausführungen verwiesen. Es könnte jedoch ebenso die Kühlvorrichtung 100' gemäß Figur 4 verwendet werden.

[0044] Weiterhin ist ein Tank 204 für flüssigen Stickstoff gezeigt, aus welchem flüssiger Stickstoff entnommen und über ein Absperr- und/oder Drosselventil 250 der Kühlvorrichtung 100 zugeführt wird. Hierzu kann eine geeignete Leitung, zweckmäßigerweise isoliert, verwendet werden, die dann an den in den Figuren 1 bis 3 gezeigten Anschluss 131 und damit an die Kühlleitung 130 angeschlossen werden kann.

[0045] Gasförmiger Stickstoff kann nun die Kühlvorrichtung 110 über einen Wärmetauscher 255 verlassen. Die Gasleitung 135, über welche ein Teil des gasförmigen Stickstoffs entnommen werden kann, ist hier der Übersichtlichkeit halber außerhalb der Kühlvorrichtung 100 angedeutet.

[0046] Im Wärmetauscher 255 kann nun der nach der Abzweigung noch verbleibende, gasförmige Stickstoff erwärmt werden. Alternativ zu dem Wärmetauscher kann auch eine elektrische Heizeinrichtung vorgesehen sein.

[0047] Anschließend wird der gasförmige Stickstoff durch ein Drosselventil 260 und ein Stellventil 273 geleitet. Dabei ist ein Bypass über das Absperr- und/oder Drosselventil 263 vorgesehen. Das Stellventil 273 umfasst vorliegend einen motorischen Stellantrieb, welcher wiederum beispielsweise über eine Recheneinheit 280 angesteuert werden kann.

[0048] Die Recheneinheit 280 ist ferner dazu eingerichtet, beispielsweise mittels eines Temperatursensors 180 am Auslauf für das Metallband 150 in der Kühlvorrichtung 100 eine Temperatur in der Kühlvorrichtung 100 zu erfassen. Nun kann eine Regelung für diese Temperatur vorgesehen sein, im Rahmen welcher eine Durchflussöffnung des Stellventils 273 als Stellgröße verwendet wird. Auf diese Weise kann die Temperatur in der Kühlvorrichtung durch Anpassung des Flusses des gasförmigen Stickstoffs aus der Kühlleitung, welcher auch den Fluss von flüssigem Stickstoff beeinflusst, geregelt werden. Es versteht sich, dass auf diese Weise auch die Temperatur am Auslauf des Metallbandes geregelt werden kann.

[0049] Wünschenswerte Temperaturen sind beispielsweise ca. ca. 140 K bis 150 K am Auslauf des Metallbandes. Auf diese Weise kann einerseits eine möglichst gute Restaustenitumwandlung im Metallband erfolgen und andererseits eine zu starke Vereisung vermieden werden.

[0050] Weiterhin kann nun der gasförmige Stickstoff über die Ventile 271 und 261 weiteren Verbrauchern und über die Gasleitung 210 insbesondere dem Ofen 201 zugeführt werden. Dabei kann noch ein Sicherheits- bzw. Überdruckventil 270, das beispielsweise ab einem Druck von 13,5 bar öffnet, vorgesehen sein.

[0051] Auch kann die Versorgung für die weiteren Verbraucher bzw. den Ofen über einen Verdampfer 274 und ein Ventil 274 mit einer Versorgungsleitung aus dem Tank 204 verbunden sein. Auf diese Weise kann einerseits eine etwaige Fehlmenge an gasförmigem Stickstoff für die weiteren Verbraucher bzw. den Ofen 201 aus dem Tank 204 nachgeführt werden.

[0052] Um einen sicheren Gasfluss zu gewährleisten, können die Ventile 261, 274 und 271 den Rückfluss erst ab Drücken von 12 bar, 12,5 bar und 13 bar (in dieser Reihenfolge) freigeben. Es versteht sich, dass auch andere Druckwerte in aufsteigender Folge möglich sind.

[0053] In dem Ofen 201 kann der gasförmige Stickstoff nunmehr zur Bildung einer Schutzgasatmosphäre verwendet werden. Auf diese Weise kann der im Rahmen der Kühlung des Metallbandes entstehende gasförmige Stickstoff - neben der Verwendung zur Inertisierung - wieder verwendet werden. Insgesamt wird damit ein sehr energieeffizientes und umweltverträgliches Verfahren ermöglicht, um Metallbänder zu kühlen.

Patentansprüche

1. Kühlvorrichtung (100) zur Kühlung wenigstens eines durchlaufenden Elementes (150, 151), mit einer Metallplatte (115) mit einer ersten Seite und einer zweiten Seite und mit einem Kühlkanal (130) für ein kryogenes Gas,

wobei das wenigstens eine Element (150, 151) auf Seiten der ersten Seite der Metallplatte (115) führbar ist,

wobei der Kühlkanal (130) wenigstens abschnittsweise mit der zweiten Seite der Metallplatte (115) wärmeleitend in Verbindung steht, und

wobei der Kühlkanal (130) an einem ersten Ende einen Anschluss (131) für einen Eintritt des kryogenen Gases und an einem zweiten Ende einen Anschluss (132) für einen Austritt des kryogenen Gases aufweist

2. Kühlvorrichtung (100) nach Anspruch 1, weiterhin mit einer Gasleitung (135) für das kryogene Gas, die an einem austrittseitigen Ende von dem Kühlkanal (130) abzweigt und dazu eingerichtet ist, kryogenes Gas in einen Bereich über der ersten Seite der Metallplatte (115) zu leiten.
3. Kühlvorrichtung (100) nach Anspruch 2, wobei der Bereich über der ersten Seite der Metallplatte (115)

einen Eintrittsbereich des wenigstens einen Bandes (150, 151) in die Kühlvorrichtung (100) und/oder einen Austrittsbereich des wenigstens einen Bandes (150, 151) aus der Kühlvorrichtung (100) umfasst.

4. Kühlvorrichtung (100) nach einem der vorstehenden Ansprüche, weiterhin mit wenigstens einer Metalldeckplatte (120), die über der Metallplatte (115) derart anordenbar ist, dass ein Kanal für das wenigstens eine Element (150, 151) zwischen der Metallplatte (115) und der Metalldeckplatte (120) bildbar ist.

5. Kühlvorrichtung (100) nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei sich der Kühlkanal (130) wenigstens abschnittsweise, insbesondere unter Bildung von Windungen, von einer Auslaufseite des wenigstens einen Elementes (150, 151) zu einer Einlaufseite des wenigstens einen Bandes (150, 151) erstreckt.

6. Kühlvorrichtung (100) nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei der Kühlkanal (130) eine Rohrleitung umfasst und/oder in der Metallplatte (115) oder in einer mit der Metallplatte (115) wärmeleitend in Verbindung stehender, weiteren Metallplatte eingebracht ist.

7. Kühlvorrichtung (100) nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei das wenigstens eine Element (150, 151) ein Band, insbesondere ein Metallband, weitere insbesondere ein Klingenband, und/oder einen Draht, insbesondere einen Metalledraht, umfasst.

8. Kühlvorrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei das kryogene Gas flüssigen und/oder gasförmigen Stickstoff umfasst.

9. Kühlvorrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, weiterhin mit einem Außengehäuse (160, 161), in dem die Metallplatte (115) und der Kühlkanal (130) angeordnet sind, wobei die Metallplatte (115), der Kühlkanal (130) und das wenigstens eine Element (150, 151) in Umfangsrichtung des wenigstens einen Elementes (150, 151) von einem Isolationsgehäuse (170, 171) aus wärmeisolierendem Material, insbesondere glasfaserverstärktem Kunststoff, umgeben ist, und wobei insbesondere das Isolationsgehäuse (170, 171) nur an diskreten Stellen mit dem Außengehäuse (160, 161) verbunden ist.

10. Kühlvorrichtung nach Anspruch 9, wobei das Außengehäuse (160, 161) und das Isolationsgehäuse (170, 171) jeweils ein Bodenteil (160, 170) und einen Deckel (161, 171) aufweisen, wobei die Bodenteile (160, 170) von Außengehäuse und Isolationsgehäuse miteinander verbunden sind, und wobei die Deckel (161, 171) von Gehäuse und Isolationsgehäuse miteinander verbunden sind.

11. Härtevorrichtung (200) für wenigstens ein durchlaufendes Element (150), mit einer Kühlvorrichtung (100) nach einem der vorstehenden Ansprüche, einem Ofen (201) und einem Stellventil (273),
5
wobei der Ofen (201) in Laufrichtung des wenigstens einen Elementes (150) vor der Kühlvorrichtung (100) angeordnet ist,
wobei eine Gasleitung (210) für kryogenes Gas vorgesehen ist, mittels welcher aus dem Kühlkanal (130) der Kühlvorrichtung (100) austretendes kryogenes Gas in den Ofen (201) leitbar ist, und
10
wobei das Stellventil (273) nach einem Austritt von kryogenem Gas aus dem Kühlkanal (130) angeordnet ist und dazu verwendbar ist, einen Fluss von kryogenem Gas durch den Kühlkanal (130) und/oder wenigstens eine Temperatur in der Kühlvorrichtung (100) zu regeln.
15
20
12. Verfahren zur Kühlung wenigstens eines durchlaufenden Elementes (150), insbesondere unter Verwendung einer Kühlvorrichtung (100) nach einem der Ansprüche 1 bis 13 oder einer Härtevorrichtung (200) nach Anspruch 14,
25
wobei das wenigstens eine Element (150, 151) auf Seiten einer ersten Seite einer Metallplatte (115) geführt wird, und
wobei die Metallplatte (115) gekühlt wird, indem
30
kryogenes Gas durch einen Kühlkanal (130), der mit einer zweiten Seite der Metallplatte (115) wärmeleitend in Verbindung steht, geleitet wird, um das durchlaufende Element (150) indirekt zu kühlen.
35
13. Verfahren nach Anspruch 12, wobei aus dem Kühlkanal (130) austretendes kryogenes Gas für wenigstens eine weitere Anwendung zur Verfügung gestellt wird, insbesondere in einen Ofen (201), den das wenigstens eine Element (150) vor der Kühlung durchläuft, geleitet wird, um in dem Ofen (150) eine Schutzgasatmosphäre auszubilden.
40
14. Verfahren nach einem der Ansprüche 12 oder 13, wobei als das wenigstens eine Element (150, 151) ein Band, insbesondere Metallband, weiter insbesondere ein Klingenband, und/oder ein Draht, insbesondere ein Metalldraht, verwendet wird.
45
50
15. Verfahren nach einem der Ansprüche 12 bis 14, wobei als kryogenes Gas Stickstoff verwendet wird, der insbesondere in flüssiger Form in den Kühlkanal (130) eingebracht wird und in gasförmiger Form aus dem Kühlkanal (130) entnommen wird.
55

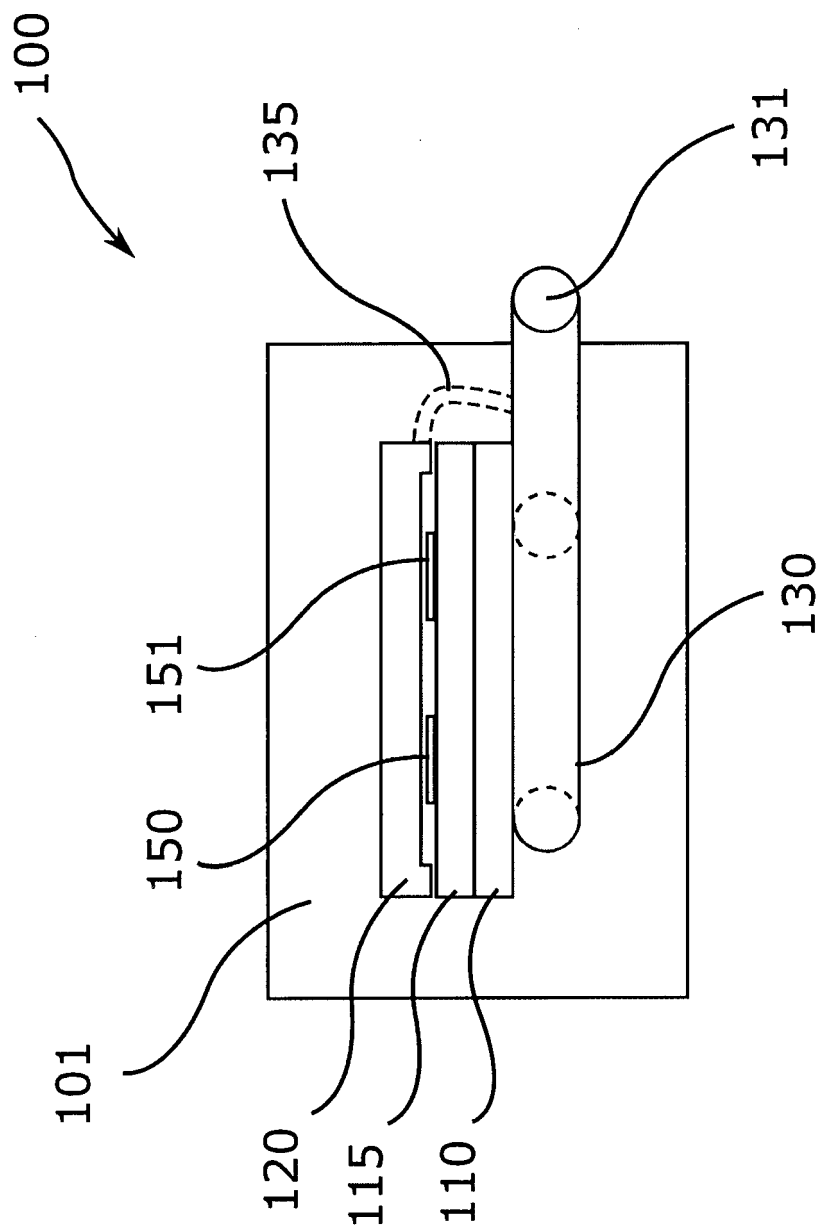


Fig. 1

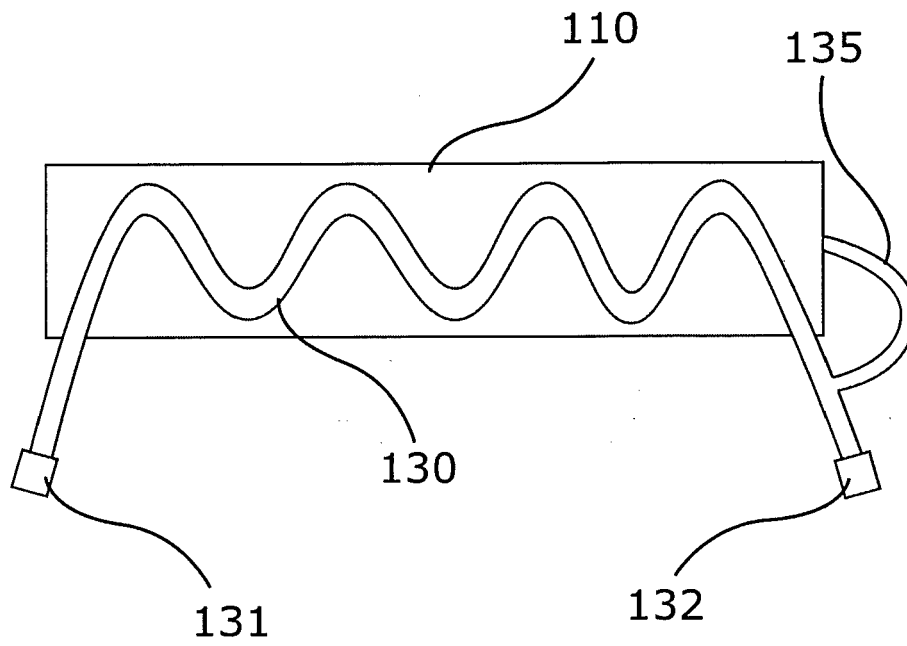


Fig. 2

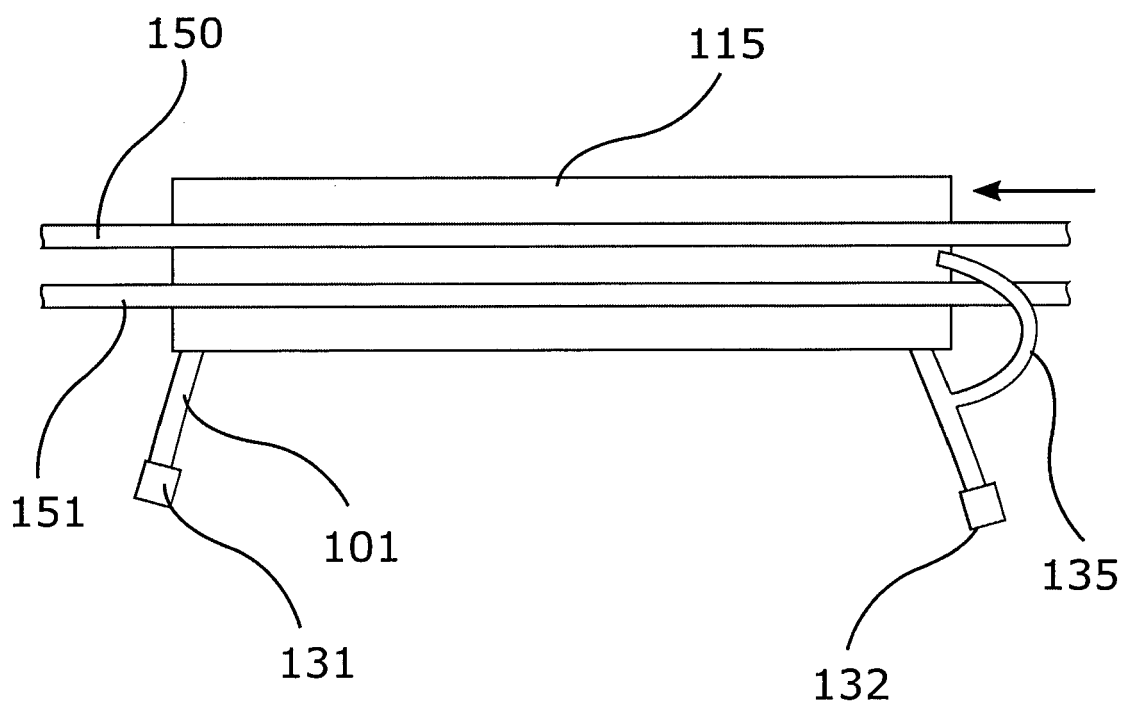


Fig. 3

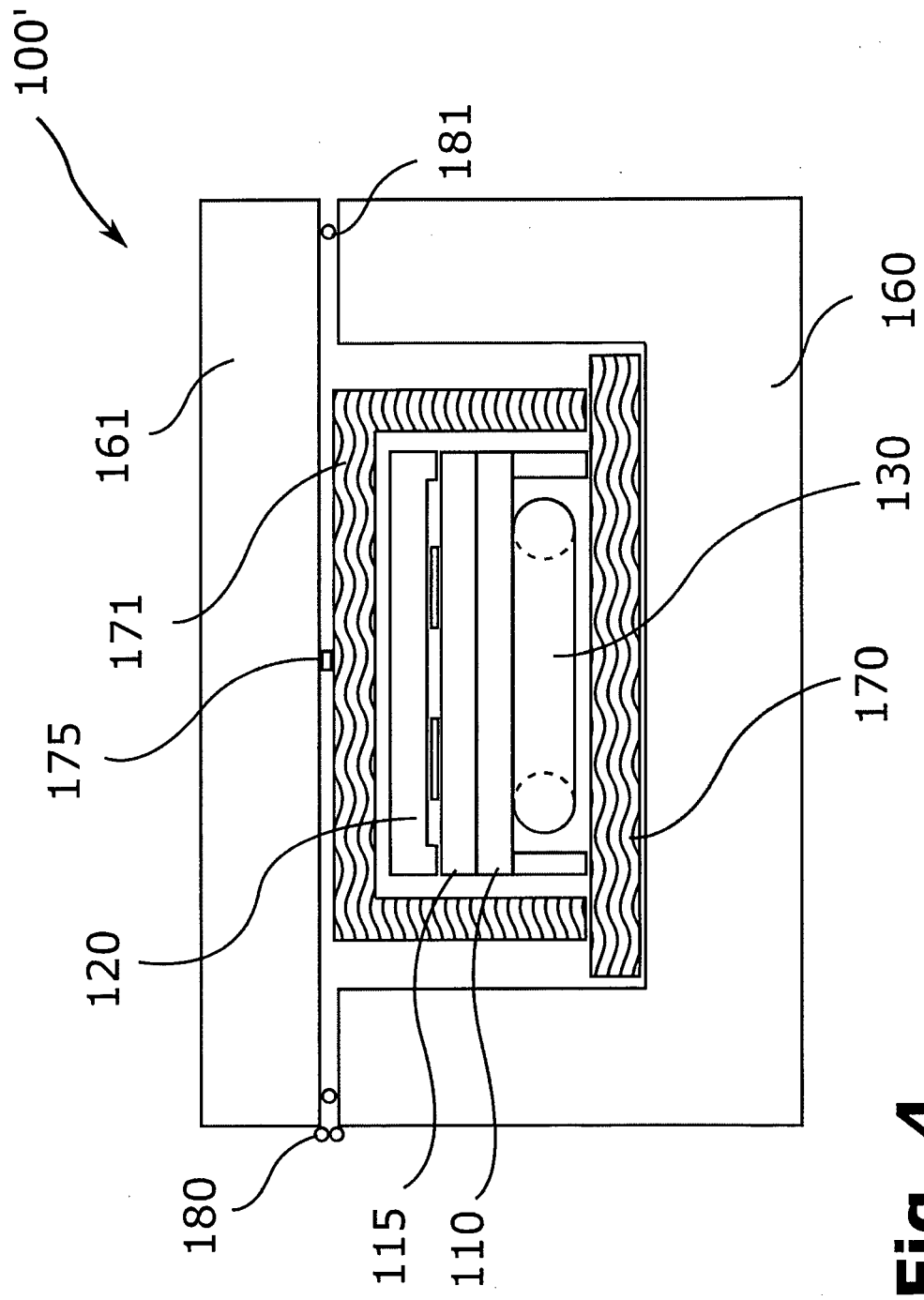


Fig. 4

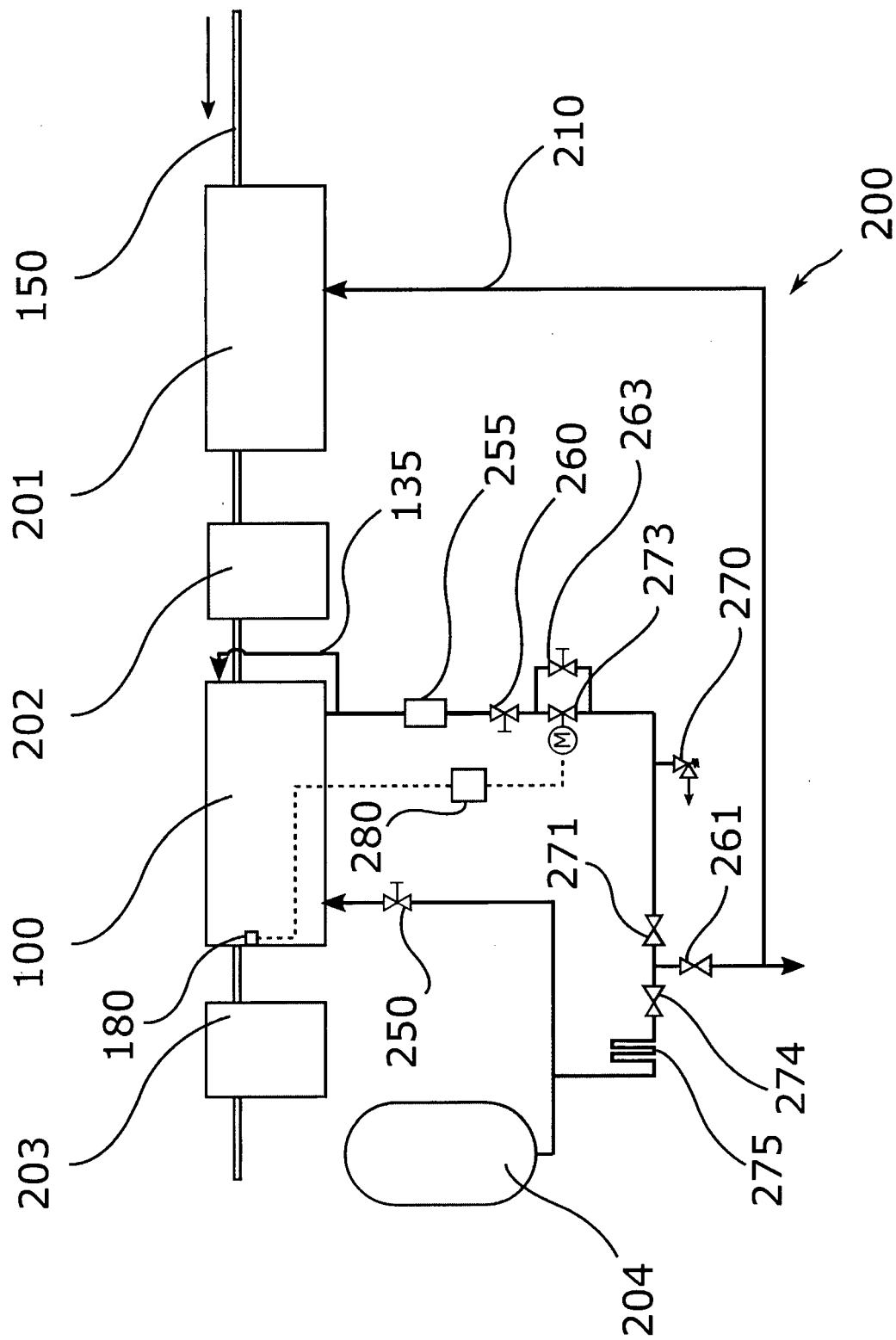


Fig. 5



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 16 00 1787

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	US 4 664 689 A (DAVIS ROBERT B [US]) 12. Mai 1987 (1987-05-12)	1-4, 6-10,12, 14,15 5,11,13	INV. C21D1/18 C21D1/613 B21B45/02 F27D9/00
Y	* Spalte 2; Abbildung 1 * * Spalte 3, Zeile 20 - Spalte 4, Zeile 24 *		
Y	----- DE 35 01 463 A1 (LINDE AG [DE]) 17. Juli 1986 (1986-07-17) * Ansprüche 1-12, 16-18, 20 *	11,13	
Y	----- JP S64 65048 A (SUMITOMO ELECTRIC INDUSTRIES) 10. März 1989 (1989-03-10) * Zusammenfassung; Abbildung 5 *	5	
X	----- US 2003/205066 A1 (GHANI M USMAN [US] ET AL) 6. November 2003 (2003-11-06) * Absätze [0018], [0031]; Abbildungen 3-6 *	1	
X	----- DE 10 2011 109534 A1 (AIR LIQUIDE DEUTSCHLAND GMBH [DE]) 7. Februar 2013 (2013-02-07) * Absatz [0029]; Abbildung 4 *	1	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) C21D B21B F27D
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 9. Februar 2017	Prüfer Huber, Gerrit
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.92 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 16 00 1787

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.
Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

09-02-2017

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 4664689 A	12-05-1987	BR 8700901 A	22-12-1987
		DE 3760332 D1	24-08-1989
		EP 0235746 A1	09-09-1987
		US 4664689 A	12-05-1987
DE 3501463 A1	17-07-1986	DE 3501463 A1	17-07-1986
		EP 0189759 A1	06-08-1986
		ZA 8600322 B	27-08-1986
JP S6465048 A	10-03-1989	JP H0380743 B2	25-12-1991
		JP S6465048 A	10-03-1989
US 2003205066 A1	06-11-2003	AU 2003209525 A1	08-10-2003
		US 2003205066 A1	06-11-2003
		WO 03080523 A2	02-10-2003
DE 102011109534 A1	07-02-2013	DE 102011109534 A1	07-02-2013
		WO 2013020793 A2	14-02-2013

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82