



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
22.02.2012 Patentblatt 2012/08

(51) Int Cl.:
F25D 19/00 (2006.01) F25B 9/02 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **11450090.3**

(22) Anmeldetag: **12.07.2011**

(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

(71) Anmelder: **Wild, Johannes**
1020 Wien (AT)

(72) Erfinder: **Wild, Johannes**
1020 Wien (AT)

(74) Vertreter: **Haffner und Keschmann Patentanwälte OG**
Schottengasse 3a
A-1014 Wien (AT)

(30) Priorität: **12.07.2010 AT 11782010**

(54) **Kühlkopf für eine Kühlanlage**

(57) Bei einem Kühlkopf für eine Kühlanlage zum Kühlen von Objekten auf semi-kryogene bzw. kryogene Temperaturen von 283K bis 4K, insbesondere 190K bis 4K, mit Isolationsmitteln zum Isolieren des Kühlkopfes, wobei die Isolationsmittel des Kühlkopfes von einer Vakuumkammer gebildet sind, in welcher der Kühlkopf angeordnet ist, und mit an den Kühlkopf angeschlossenen Verbindungsleitungen zum Zu- und Rückführen eines auf bevorzugt semi-kryogene bzw. kryogene Temperaturen abgekühlten Kühlmittels zum bzw. vom Kühlkopf,

wobei Isolationsmittel zum Isolieren der Verbindungsleitungen vorgesehen sind, sind die Isolationsmittel der Verbindungsleitungen (13,14) von einer Vakuumisolierung (17) gebildet, wobei die Vakuumkammer (16) und die Vakuumisolierung (17) der Verbindungsleitungen (13,14) miteinander unmittelbar in Verbindung stehen und mit einer gemeinsamen Unterdruckquelle verbindbar sind, und wobei die Verbindungsleitungen an dem dem Kühlkopf abgewandten Ende aus der Vakuumisolierung herausgeführt sind.

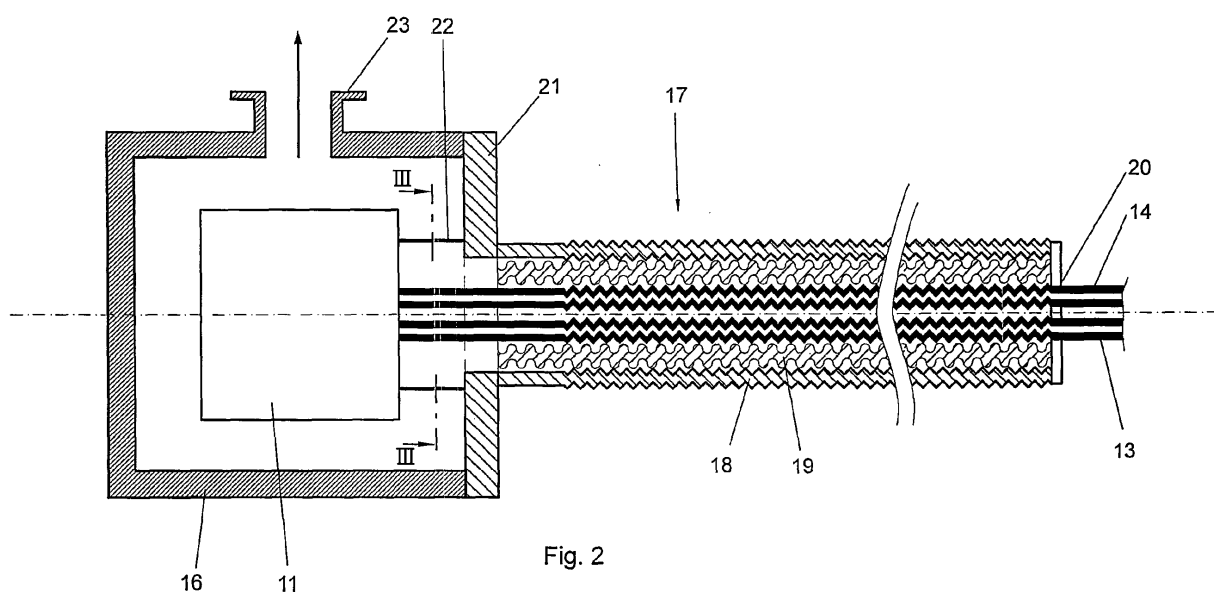


Fig. 2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen Kühlkopf für eine Kühlanlage zum Kühlen von Objekten auf semi-kryogen bzw. kryogene Temperaturen von 283K bis 4K mit Isolationsmitteln zum Isolieren des Kühlkopfes, wobei die Isolationsmittel des Kühlkopfes von einer Vakuumkammer gebildet sind, in welcher der Kühlkopf angeordnet ist, und mit an den Kühlkopf angeschlossenen Verbindungsleitungen zum Zu- und Rückführen eines in einem Kühlaggregat auf bevorzugt semi-kryogen bzw. kryogene Temperaturen abgekühlten Kühlmittels zum bzw. vom Kühlkopf, wobei Isolationsmittel zum Isolieren der Verbindungsleitungen vorgesehen sind. Die Erfindung betrifft weiters eine Kühlvorrichtung mit einem derartigen Kühlkopf.

[0002] Für viele Anwendungen wird Kühlleistung in Vakuumkammern benötigt. Dazu kann man ein Kühlmittel z.B. durch Rohrleitungen in die Vakuumkammer führen, um gezielt einen betreffenden Ort in der Vakuumkammer zu kühlen (z.B. auf einer Kupferplatte). Das Kühlmittel kann eine Kühlflüssigkeit (z.B. Glykol) oder ein Kältemittel z.B. R404A, R410A, Propan (R290), Methan (R50), flüssiger Stickstoff (R728), flüssiges Argon (R740) oder flüssiges Helium sein. Der Temperaturbereich der Kühlmittel liegt ca. zwischen 283K - 4K. Dabei ist sowohl die Kühlzuleitung als auch die Vakuumdurchführung in die Kammer ein entscheidendes Element, um nicht entlang des Weges vom Kühlreservoir oder der Kältemaschine in die Vakuumkammer Kühlleistung zu verlieren. Die Verluste führen insbesondere bei tieferen Temperaturen zu ungewollter Eis- bzw. Kondenswasserbildung, mechanischen Spannungen und natürlich zu einer Aufwärmung des Kühlmittels. Auf Grund dieser Verluste kann ein Aufbau mit Vakuumkammer unter gewissen Umständen nicht mehr sinnvoll sein. Insbesondere wenn das gekühlte Kühlmittel von einem Kühlaggregat zur Verfügung gestellt wird, z.B. einer Kompressionskältemaschine mit geschlossenem Kreislauf, einem Closed Loop Chiller, einem Mixed Gas Joule Thomson Chiller, ect.), das bei einer spezifischen Temperatur nur wenige Watt Kälteleistung erzeugt.

[0003] Gemäß dem Stand der Technik werden die Verbindungsleitungen oftmals mit Elastomeren z.B. **ARMAFLEX**[®] (bis zu 77K beständig) oder mittels Vakuumisolierungen isoliert. Bei der Verwendung von Elastomeren sind Probleme wie Isolationsverluste, Kondenswasser und das Starrwerden des Isolationsmaterials zu erwähnen. Außerdem werden die Verbindungsleitungen bei tiefer werdenden Temperaturen immer unflexibler. Beim Biegen im abgekühlten Zustand führt dies sogar zum Bruch des Isolationsmaterials. Bei der Verwendung einer Vakuumisolierung ist als Nachteil zu nennen, dass die Kosten sehr hoch sind und außerdem das Problem der Vakuumdurchführung wie auch im ersten Fall nicht gelöst ist. Die Vakuumzuleitung besteht in der Regel aus einer Rohr-in-Rohr Leitung, bei der im äußeren Rohr ein Vakuum herrscht; im Inneren Rohr wird das Kühlmittel

transportiert. Das Einfrieren oder Vereisen des Vakuumflansches bzw. der gesamten Vakuumkammer sowie das Auftreten von Kondenswasser sind weiterhin bei nicht geeigneter Vakuumdurchführung ein Problem.

[0004] Es gibt auch Hersteller von Kältemaschinen (Gifford-McMahon Chiller, Pulse Tube Chiller, Mixed Gas Joule Thomson Chiller ect.), die das gezielte Einbringen von Kälte in eine Vakuumkammer dadurch lösen, einen Teil des Erzeugungsprozesses (Wärmetauscher, Regenerator, etc.) für die Kälte direkt in der Vakuumkammer vorzunehmen. Die Anschlüsse (Zuleitung und Ableitung zu der jeweiligen Kompressoreinheit des Gerätes) haben Umgebungstemperatur und verursachen somit keine der oben erwähnten Probleme, wie z.B. das Vereisen, die Entstehung von Kondenswasser sowie das Auftreten von Wärmeverlusten. Der Nachteil liegt aber darin, dass die Geräte eine große Vakuumkammer benötigen, die für viele Prozesse unerwünscht oder gar unbrauchbar ist. Weiters erfordert ein solches Kühlungssystem ein gutes Vakuumsystem, da das Volumen der Vakuumkammer dementsprechend groß sein muss. Bestehende Geräte (z.B. Polycold-Cryotiger), die das Mixed Gas Joule Thomson Verfahren nützen (siehe EP 650574 A1) und den Gegenstromwärmetauscher mit Kühlkopf in der Vakuumkammer haben, um Kälte im Bereich von ca. 230K- 70K zu erzeugen, werden bei höheren Kühlleistungen (ca. >50W), die es erfordern den Wärmetauscher weiters zu vergrößern, wirtschaftlich nicht mehr sinnvoll bzw. unattraktiv.

[0005] Die Erfindung zielt daher darauf ab, einen Kühlkopf sowie eine Kühlvorrichtung derart zu verbessern, dass eine Abkühlung eines Objekts in effizienter Weise auf möglichst tiefe semi-kryogene bzw. kryogene Temperaturen gelingt und die Verluste beim Transport des Kühlmittels möglichst gering gehalten werden, wobei die Vakuumkammer gleichzeitig möglichst klein und handlich ausgebildet sein soll.

[0006] Zur Lösung dieser Aufgabe ist gemäß einem ersten Aspekt der Erfindung ein Kühlkopf der eingangs genannten Art erfindungsgemäß im Wesentlichen dahingehend weitergebildet, dass die Isolationsmittel der Verbindungsleitungen von einer Vakuumisolierung gebildet sind, wobei die Vakuumkammer und die Vakuumisolierung der Verbindungsleitungen miteinander unmittelbar in Verbindung stehen und mit einer gemeinsamen Unterdruckquelle verbindbar sind, und wobei die Verbindungsleitungen an dem dem Kühlkopf abgewandten Ende aus der Vakuumisolierung herausgeführt sind. Die Erfindung nutzt also das Vakuumsystem der Vakuumkammer, um in geeigneter Form das Kältemittel auf dem Transport zwischen der Vakuumkammer bzw. dem Kühlkopf und dem Kühlreservoir zu isolieren und eine Vakuumdurchführung zu gestalten. In der Vakuumkammer selbst befindet sich der an den Verbindungsleitungen angebrachte Kühlkopf (z.B. aus Kupfer), durch welchen das Kältemittel (z.B. flüssiger Stickstoff) von den Verbindungsleitungen kommend geleitet wird. Dabei wird die bestehende Vakuumkammer um das relativ geringe Vo-

lumen der Vakuumisolierung der Verbindungsleitungen erweitert und gleichzeitig eine Vakuumverbindung zwischen der Vakuumisolierung der Verbindungsleitungen und der Vakuumkammer geschaffen. Somit wird das Problem der Vakuumdurchführung und die Isolation der Verbindungsleitungen mit geringem Aufwand und Kosten gelöst. Bevorzugt ist dabei vorgesehen, dass die Vakuumkammer eine Durchführung für die Verbindungsleitungen aufweist, die derart gestaltet ist, dass der Hohlraum der Vakuumisolierung der Verbindungsleitungen mit dem Innenraum der Vakuumkammer in Verbindung steht.

[0007] Am anderen Ende der Verbindungsleitungen, d.h. auf der Seite des Kältereservoirs, wird die kältemittelführende Leitung aus der Vakuumisolierung, wie auch bei aus dem Stand der Technik bekannten vakuumisolierten Rohren geeignet herausgeführt. Dabei ist insbesondere auf die Wärmeleitfähigkeit des Hüllrohres der Vakuumisolierung und der Wärmeübertragungsfläche zu achten. Auf eine gute Vakuumverschweißung beim Übergang ist ebenso zu achten. Dieser Übergang, der geringe Wärmeübertragungsverluste verursachen sollte, kann durch herkömmliche Isolationsmittel gegen Kondenswasser oder Eis zusätzlich geschützt werden.

[0008] Auf Grund der erfindungsgemäßen Ausbildung ist es nun möglich, äußerst effizient, platzsparend (volumensparend), je nach Dimensionierung des jeweiligen Kühlaggregats beliebige Kälteleistungen in eine Vakuumkammer einzuleiten. Dabei ist es im Rahmen der Erfindung unwesentlich, ob die Zufuhr des Kältemittels zur Vakuumkammer bzw. zum Kühlkopf als Teil eines geschlossen, regenerativen, Kältekreislaufes (z.B. unter Verwendung einer Kompressionskältemaschine) oder eines offenen Kreislaufs mit geeigneten Kältemitteln (z.B. flüssigem Stickstoff) stattfindet.

[0009] Ein besonders einfacher Aufbau der Vakuumisolierung der Verbindungsleitungen wird erreicht, wenn, wie dies einer bevorzugten Weiterbildung der Erfindung entspricht, die Vakuumisolierung einen die Verbindungsleitungen unter Ausbildung eines vorzugsweise im Wesentlichen ringförmigen Hohlraumes umgebenden Hüllschlauch umfasst. Der Hüllschlauch kann genau so wie die Verbindungsleitungen flexibel sein. Um zu verhindern, dass die Verbindungsleitungen den Hüllschlauch berühren, was zu einem unerwünschten Wärmeübergang führen würde, ist die Ausbildung bevorzugt derart ausgebildet, dass im Hohlraum zwischen den Verbindungsleitungen und dem Hüllschlauch wenigstens ein Abstandhalter angeordnet ist. Wenn, wie dies bevorzugt vorgesehen ist, der Abstandhalter eine gewellte Außen- und Innenkontur aufweist, wird sichergestellt, dass zwischen Abstandhalter einerseits und dem Hüllschlauch und den Verbindungsleitungen andererseits lediglich punkt- oder linienförmige Kontakte entstehen, wobei auf Grund derartiger Hertz'scher Kontakte der Wärmeeintrag von außen weiter verringert werden kann.

[0010] Ein besonders einfacher Aufbau wird gemäß einer bevorzugten Weiterbildung erreicht, wenn die ge-

meinsame Unterdruckquelle an die Vakuumkammer angeschlossen ist.

[0011] Weiters ist bevorzugt vorgesehen, dass in der Vakuumkammer ein die Durchführung umgebender, insbesondere rohrförmiger Abstandhalter angeordnet ist, der den Abstand zwischen dem Kühlkopf und der Innenwand der Vakuumkammer definiert, wobei der Abstandhalter radiale Durchbrechungen aufweist, sodass der Innenraum der Vakuumkammer mit dem Hohlraum der Vakuumisolierung der Verbindungsleitungen in Verbindung steht.

[0012] Gemäß einem zweiten Aspekt der Erfindung ist eine Kühlvorrichtung vorgesehen, umfassend ein Kühlaggregat mit Mitteln zum Abkühlen eines Kühlmittels auf bevorzugt semi-kryogene bzw. kryogene Temperaturen und einen vom Kühlaggregat gesonderten Kühlkopf, der mittels an den Kühlkopf angeschlossenen flexiblen Verbindungsleitungen zum Zu- und Rückführen des Kühlmittels mit dem Kühlaggregat verbunden ist. In Verbindung mit dem erfindungsgemäßen Kühlkopf ergibt sich dabei die Möglichkeit, das Kühlaggregat und den Kühlkopf als funktional voneinander getrennte Einheiten auszubilden, sodass im Kühlkopf selbst keine großbauenden Komponenten des Kühlaggregats, wie beispielsweise ein Gegenstromwärmetauscher od. dgl., angeordnet werden müssen. Dies ermöglicht es weiters, ein den jeweiligen Bedürfnissen entsprechendes Kühlaggregat mit der jeweils erforderlichen Kühlleistung vorzusehen, ohne dass der Kühlkopf in irgendeiner Weise angepasst werden muss und ohne dass die Handhabbarkeit des Kühlkopfes in irgendeiner Weise beeinträchtigt wird. Die erfindungsgemäße Ausbildung des Kühlkopfes mit den isolierten Verbindungsleitungen ermöglicht es in einfacher Weise, das im Kühlaggregat auf die jeweils gewünschte Temperatur gekühlte Kühlmittel ohne wesentliche Leistungsverluste im Kühlkopf zu nutzen.

[0013] Bevorzugt kommt ein sogenanntes Mixed Gas Joule Thomson Kühlaggregat zum Einsatz, das beispielsweise aus der EP 650674 A1 bekannt geworden ist. Die Erfindung sieht in diesem Zusammenhang vor, dass ein Kühlaggregat zum Abkühlen des Kühlmittels vorgesehen ist, das einen Kompressor zum Komprimieren des Kühlmittels, dem das Kühlmittel in gasförmigem Zustand zugeführt ist und aus dem das Kühlmittel in verdichtetem gasförmigen Zustand austritt, und einen dem Kompressor nachgeschalteten Nachkühler umfasst, aus dem das zumeist gasförmige Kühlmittel einem Gegenstromwärmetauscher umfassend eine Zu- und eine Rückleitung zugeführt wird, die derart angeordnet sind, dass das verdichtete Kühlmittel in der Zuleitung unter Erwärmung des durch die Rückleitung fließenden entspannten Kühlmittels verflüssigt wird, wobei die Verbindungsleitungen an die Zu- und die Rückleitung angeschlossen sind, sodass der Kühlkopf vom Kühlmittel durchströmt wird, in dem das Kühlmittel verdampft.

[0014] Eine besonders einfache Handhabbarkeit wird dadurch gewährleistet, dass, wie es einer bevorzugten Weiterbildung entspricht, der Kompressor, der Nachküh-

ler und der Gegenstromwärmetauscher gemeinsam in einem Standgerät angeordnet sind, dessen Gehäuse eine Durchführung für die den Gegenstromwärmetauscher mit der Vakuumkammer verbindenden Verbindungsleitungen aufweist.

[0015] Wesentlich beim Mixed Gas Joule Thomson Kühlaggregat ist, dass der Kühler unter Zwischenschaltung eines Drosselorgans mit der Zuleitung des Gegenstromwärmetauschers in Verbindung steht, damit die nötige Druckreduktion des Kältemittels erfolgt und das verflüssigte Kühlmittel im Kältekopf verdampfen kann. Eine besonders vorteilhafte Konstruktion sieht in diesem Zusammenhang vor, dass die die Zuleitung des Gegenstromwärmetauschers mit dem Kühlkopf verbindende Verbindungsleitung das Drosselorgan bildet.

[0016] Bevorzugt umfasst das Kühlmittel Butan und/oder Iso-Butan und/oder Propan und/oder Propen und/oder Ethin und/oder Ethan und/oder Ethen und/oder Methan und/oder Argon und/oder Stickstoff.

[0017] Die Erfindung wird nun anhand von in der Zeichnung schematisch dargestellten Ausführungsbeispielen näher erläutert. In dieser zeigt Fig.1 einen geschlossenen Kühlkreislauf mit einem Kühlaggregat und einem Kühlkopf, Fig.2 eine Schnittansicht des Kühlkopfes mit den Verbindungsleitungen und Fig.3 einen Schnitt gemäß der Linie III-III der Fig.2.

[0018] Der in Fig.1 gezeigte Kühlkreislauf wird meist als Mixed Gas Joule Thomson Kühlprozess bezeichnet und ist beispielsweise in dem Dokument EP 650574 A1 beschrieben. Der Kühlkreislauf umfasst einen Kompressor 1 zum Komprimieren des bei 2 gasförmig zugeführten Kältemittels. Das Kältemittel kann beispielsweise eine Gasmischung bestehend aus Propan, Ethan, Methan und Stickstoff sein. Das komprimierte Kältemittel wird über eine Leitung 3 einem Ölabscheider 4 zugeführt, mit dem das sich im Kompressor 1 ggf. mit dem Kältemittel vermischende Öl abgetrennt wird. Das von Öl gereinigte Kältemittel wird anschließend einem Nachkühler 5 zugeführt, in welchem die dem Kompressor 1 zugeführte Wärme dem Kältemittel entzogen wird. Das gekühlte, komprimierte, aber noch immer zumeist gasförmige Kältemittel wird anschließend über eine Leitung 6 einem Gegenstromwärmetauscher 7 zugeführt, in welchem das durch die Kältemittelzuleitung 8 fließende Kühlmittel vom in der Kältemittelrückleitung 9 fließenden Kältemittel gekühlt und verflüssigt wird. Die Kältemittelzuleitung 8 und die Kältemittelrückleitung 9 können in der Praxis mehrere Meter lang sein und werden oft schraubenlinienförmig oder spiralförmig gewickelt, um eine gewisse Kompaktheit des Wärmestromwärmetauschers zu erreichen. Das verflüssigte Kältemittel wird über eine Drossel 10 entspannt, sodass das Kältemittel im Kühlkopf 11 verdampfen und hierdurch der Umgebung Verdampfungswärme entziehen kann. Der Kühlkopf 11 wird vom Kühlmittel durchströmt und ist daher beispielsweise als hohler Zylinder ausgeführt. Das vom Kühlkopf 11 rückfließende Kältemittel wird im Gegenstromwärmetauscher 7 in der Folge bis auf Raumtemperatur erwärmt, wobei das rück-

fließende Kältemittel das hinfließende Kältemittel abkühlt. Zum Abkühlen eines Objekts, das schematisch mit 12 angedeutet ist, wird dieses in Kontakt mit dem Kühlkopf 11 gebracht. Der Kühlkopf 11 besteht daher aus einem thermisch leitfähigen Material wie z.B. Kupfer.

[0019] Erfindungsgemäß ist der Kühlkopf 11 über Verbindungsleitungen 13 und 14 mit dem Gegenstromwärmetauscher 7 verbunden, sodass das Kühlaggregat 15 und der in einer Vakuumkammer 16 angeordnete Kühlkopf 11 als voneinander gesonderte bauliche Einheiten realisiert werden können. Die erfindungsgemäße Ausbildung macht es erforderlich, dass das im Wärmetauscher 7 gekühlte und verflüssigte Kältemittel über die Verbindungsleitungen 13 und 14 über eine mehr oder minder lange Strecke transportiert wird, sodass eine ausreichende Isolation der Verbindungsleitungen sichergestellt werden muss.

[0020] In Fig.2 sind der Kühlkopf samt Vakuumkammer sowie die Verbindungsleitungen näher dargestellt. Es ist ersichtlich, dass die Verbindungsleitungen 13 und 14 eine Vakuumisolierung 17 aufweisen, deren evakuierter Innenraum mit dem Innenraum der Vakuumkammer 16 in Verbindung steht. Die Verbindungsleitungen 13 und 14 können dabei als flexible Rohre ausgebildet sein, um die Handhabbarkeit zu verbessern. Die Vakuumisolierung 17 der Verbindungsleitung weist einen flexiblen Hüllschlauch 18 auf, das beispielsweise als Edelstahlwellrohr ausgebildet sein kann, das bevorzugt eine Stahllummantelung aufweist. Zwischen den Verbindungsleitungen 13 und 14, die ebenfalls eine gewellte Außenkontur aufweisen können, können Abstandhalter 19 angeordnet sein, die ebenfalls flexibel ausgeführt sein können. Die Abstandhalter 19 weisen bevorzugt eine gewellte Außenkontur auf, sodass aufgrund der dadurch erzielten Linienberührungen mit dem Hüllrohr 18 bzw. den Verbindungsleitungen 13 und 14 die Wärmeübertragung minimiert wird. Der Abstandhalter 19 dient somit der mechanischen und damit thermischen Entkopplung der Verbindungsleitungen 13 und 14 zum Hüllrohr 18. Er sollte ausreichend flexibel, temperaturstabil, alterungsbeständig und ausgasungsfrei sein (z.B. Teflon, Kunststoff, Edelstahl). An der Stelle 20 sind die Verbindungsleitungen 13 und 14 aus der Vakuumisolierung 17 herausgeführt. Auf geringe thermische Verluste an der Übergangsstelle 20 ist zu achten. Dies kann durch Materialien mit geringer thermischer Leitfähigkeit und einem geringen Übergangsquerschnitt erreicht werden (z.B. Edelstahl). Zusätzlich kann die Übergangsstelle 20 durch herkömmliche Materialien zur Wärmeisolation geschützt werden (z.B. geschäumtes Polystyrol, Elastomere).

[0021] Die Verbindungsleitungen 13 und 14 können thermisch gekoppelt sein. Die Verbindungsleitungen 13 und 14 können alternativ auch ineinander geführt werden. Je nach Querschnitt und Länge der Verbindungsleitung 13 kann das Kühlmittel eine Druckreduktion entlang der Zuleitung erfahren, sodass das Kältemittel wie bei Kompressionskältemaschinen im Kühlkopf verdampft und Wärme abgeführt wird. In diesem Fall ist die

Zuleitung sogleich Drosselorgan.

[0022] Die Vakuumisolierung 17 ist mit einem Vakuumflansch 21 verbunden, durch welchen die Verbindungsleitungen 13 und 14 hindurchgeführt und dem Kühlkopf 11 zugeführt sind. Um die mechanische Stabilität des Kühlkopfs 11 zu verbessern, ist zwischen dem Kühlkopf 11 und dem Vakuumflansch 21 ein Abstandhalter 22 angeordnet, der beispielsweise aus Teflon, Keramik oder Edelstahl bestehen kann und ausgasungsbeständig, tieftemperaturgeeignet, versprödungsbeständig und alterungsbeständig sein sollte. Dabei ist auf eine ausreichende thermische Entkopplung des Abstandshalters 22 vom Vakuumflansch 21 zu achten und auf eine gute atmosphärische Durchlässigkeit zum Hüllrohr 18. In der Querschnittsansicht gemäß Fig.3 ist ersichtlich, dass der Abstandhalter 22 mehrere radiale Durchbrechungen 24 aufweist, damit der evakuierte Innenraum der Vakuumisolierung der Verbindungsleitungen mit dem evakuierten Innenraum der Vakuumkammer 16 in leitender Verbindung steht. Ein Flansch bzw. Anschluss zum Anschließen an eine Vakuumpumpe ist mit 23 bezeichnet.

[0023] Bei gleichmäßig mit Kühlmittel durchströmtem Kühlkopf und bei mechanischer Stabilisierung des Kühlkopfes mittels Abstandhalter wird der Kühlkopf äußerst vibrationsarm.

[0024] Typische Anwendungsgebiete für die Erfindung sind die Kühlung von Hochleistungslaserverstärkern sowie verschiedene Kühlaufgaben in der analytischen Chemie, auf dem Gebiet der Supraleitung, der Astronomie sowie generell in der Forschung und Entwicklung sowie in der medizinischen Diagnostik.

Patentansprüche

1. Kühlkopf für eine Kühlanlage zum Kühlen von Objekten auf semi-kryogene bzw. kryogene Temperaturen von 283K bis 4K, insbesondere 190K bis 4K, mit Isolationsmitteln zum Isolieren des Kühlkopfes, wobei die Isolationsmittel des Kühlkopfes von einer Vakuumkammer gebildet sind, in welcher der Kühlkopf angeordnet ist, und mit an den Kühlkopf angeschlossenen Verbindungsleitungen zum Zu- und Rückführen eines auf bevorzugt semi-kryogene bzw. kryogene Temperaturen abgekühlten Kühlmittels zum bzw. vom Kühlkopf, wobei Isolationsmittel zum Isolieren der Verbindungsleitungen vorgesehen sind, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Isolationsmittel der Verbindungsleitungen (13,14) von einer Vakuumisolierung (17) gebildet sind, wobei die Vakuumkammer (16) und die Vakuumisolierung (17) der Verbindungsleitungen (13,14) miteinander unmittelbar in Verbindung stehen und mit einer gemeinsamen Unterdruckquelle verbindbar sind, und wobei die Verbindungsleitungen an dem dem Kühlkopf abgewandten Ende aus der Vakuumisolierung herausgeführt sind.

2. Kühlkopf nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Vakuumisolierung (17) einen die Verbindungsleitungen (13,14) unter Ausbildung eines im Wesentlichen ringförmigen Hohlraumes umgebenden Hüllschlauch (18) umfasst.
3. Kühlkopf nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Vakuumkammer (16) eine Durchführung für die Verbindungsleitungen (13,14) aufweist, die derart gestaltet ist, dass der Hohlraum der Vakuumisolierung (17) der Verbindungsleitungen (13,14) mit dem Innenraum der Vakuumkammer (16) in Verbindung steht.
4. Kühlkopf nach Anspruch 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** im Hohlraum zwischen den Verbindungsleitungen (13,14) und dem Hüllschlauch (18) wenigstens ein Abstandhalter (19) angeordnet ist.
5. Kühlkopf nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Abstandhalter (19) eine gewellte Außen- und Innenkontur aufweist.
6. Kühlkopf nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Vakuumkammer (16) einen Anschluss (23) zum Anschließen der gemeinsamen Unterdruckquelle aufweist.
7. Kühlkopf nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** in der Vakuumkammer (16) ein die Durchführung umgebender, insbesondere rohrförmiger Abstandhalter (22) angeordnet ist, der den Abstand zwischen dem Kühlkopf (11) und der Innenwand der Vakuumkammer (16) definiert, wobei der Abstandhalter (22) radiale Durchbrechungen (24) aufweist, sodass der Innenraum der Vakuumkammer (16) mit dem Hohlraum der Vakuumisolierung (17) der Verbindungsleitungen (13,14) in Verbindung steht.
8. Kühlvorrichtung umfassend ein Kühlaggregat (15) mit Mitteln zum Abkühlen eines Kühlmittels auf bevorzugt semi-kryogene bzw. kryogene Temperaturen und einen vom Kühlaggregat (15) gesonderten Kühlkopf (11) samt Verbindungsleitungen (13,14) nach einem der Ansprüche 1 bis 7, wobei die flexiblen Verbindungsleitungen (13,14) zum Zu- und Rückführen des Kühlmittels mit dem Kühlaggregat (15) verbunden sind.
9. Kühlvorrichtung nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Kühlaggregat (15) zum Abkühlen des Kühlmittels vorgesehen ist, das einen Kompressor (1) zum Komprimieren des Kühlmittels, dem das Kühlmittel in gasförmigem Zustand zugeführt ist und aus dem das Kühlmittel in verdichtetem gasförmigen Zustand austritt, und einen dem Kompressor (1) nachgeschalteten Nachkühler (5) um-

fasst, aus dem das zumeist gasförmige Kühlmittel einem Gegenstromwärmetauscher (7) umfassend eine Zu- und eine Rückleitung (8,9) zugeführt ist, die derart angeordnet sind, dass das verdichtete Kühlmittel in der Zuleitung (8) unter Erwärmung des durch die Rückleitung (9) fließenden entspannten Kühlmittels verflüssigbar ist, wobei die Verbindungsleitungen (13,14) an die Zu- und die Rückleitung (8,9) angeschlossen sind, sodass der Kühlkopf (11) vom Kühlmittel durchströmbar ist, in dem das Kühlmittel verdampft.

5

10

10. Kühlvorrichtung nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Kompressor (1), der Nachkühler (5) und der Gegenstromwärmetauscher (7) gemeinsam in einem Standgerät angeordnet sind, dessen Gehäuse eine Durchführung für die den Gegenstromwärmetauscher (7) mit der Vakuumkammer (16) verbindenden Verbindungsleitungen (13,14) aufweist.

15

20

11. Kühlvorrichtung nach Anspruch 9 oder 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Kühlkopf (11) unter Zwischenschaltung eines Drosselorgans (10) mit der Zuleitung (8) des Gegenstromwärmetauschers (7) in Verbindung steht.

25

12. Kühlvorrichtung nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** die die Zuleitung (8) des Gegenstromwärmetauschers (7) mit dem Kühlkopf (11) verbindende Verbindungsleitung (13) das Drosselorgan (10) bildet.

30

13. Kühlvorrichtung nach einem der Ansprüche 9 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Kühlmittel Butan und/oder Iso-Butan und/oder Propan und/oder Propen und/oder Ethin und/oder Ethan und/oder Ethen und/oder Methan und/oder Argon und/oder Stickstoff umfasst.

35

40

45

50

55

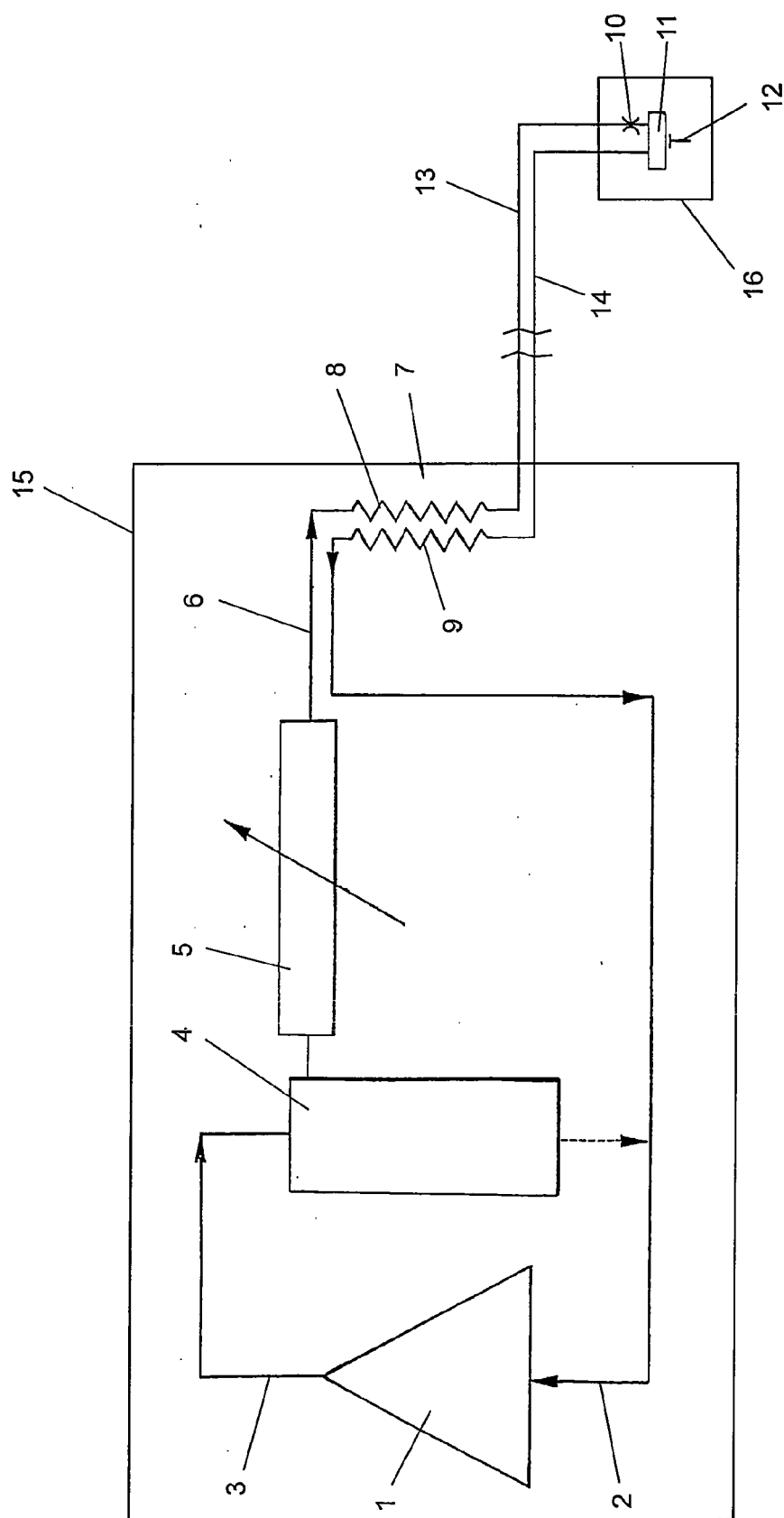
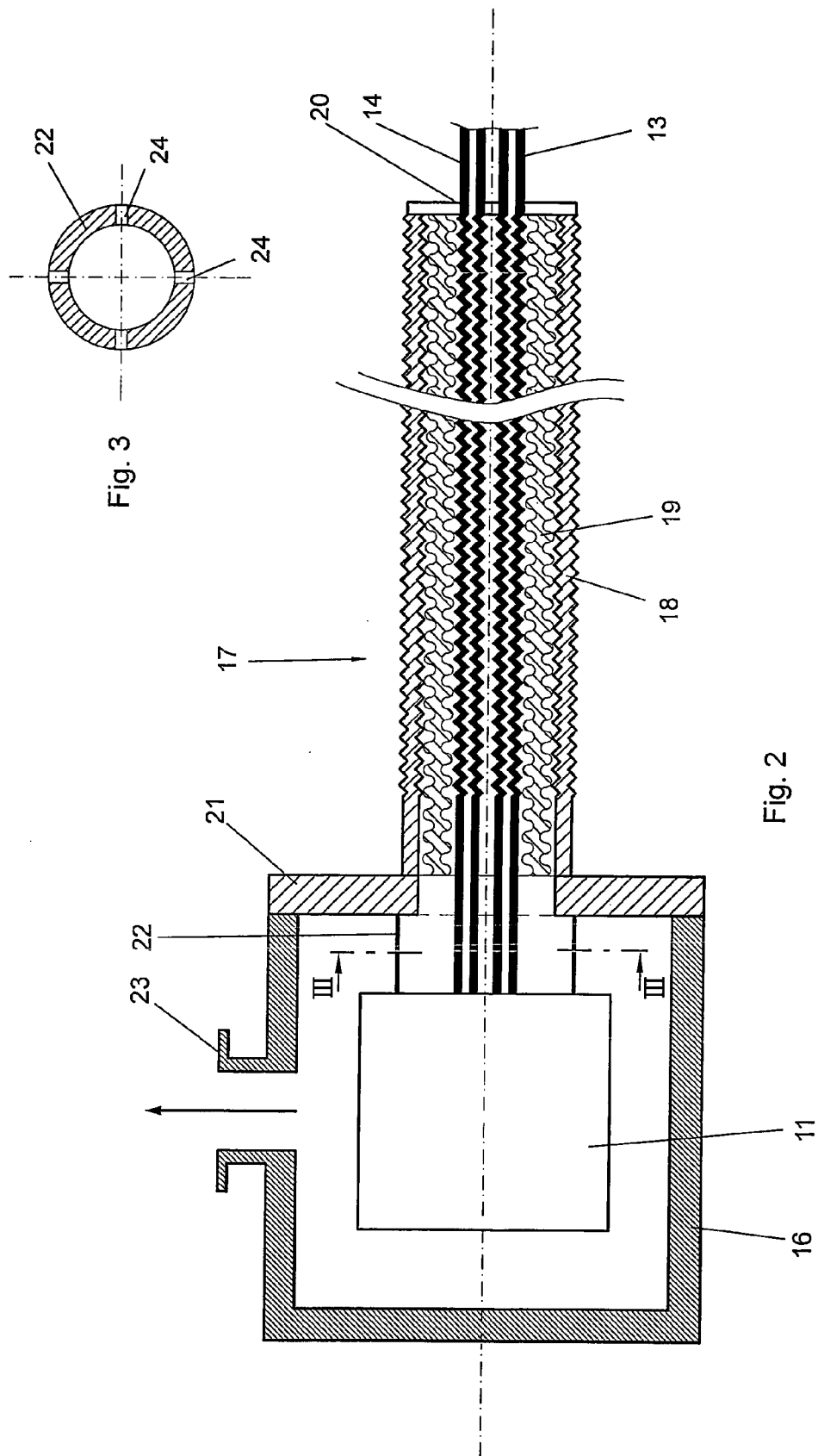


Fig. 1



IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- EP 650574 A1 [0004] [0018]
- EP 650674 A1 [0013]