



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

Veröffentlichungsnummer:

**0 373 445
A2**

12

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

21 Anmeldenummer: 89122190.5

51 Int. Cl.⁵: **F25B 25/00**

22 Anmeldetag: 01.12.89

30 Priorität: 10.12.88 DE 3841635

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung:
20.06.90 Patentblatt 90/25

64 Benannte Vertragsstaaten:
DE FR GB

71 Anmelder: **Bodenseewerk Gerätetechnik
GmbH**

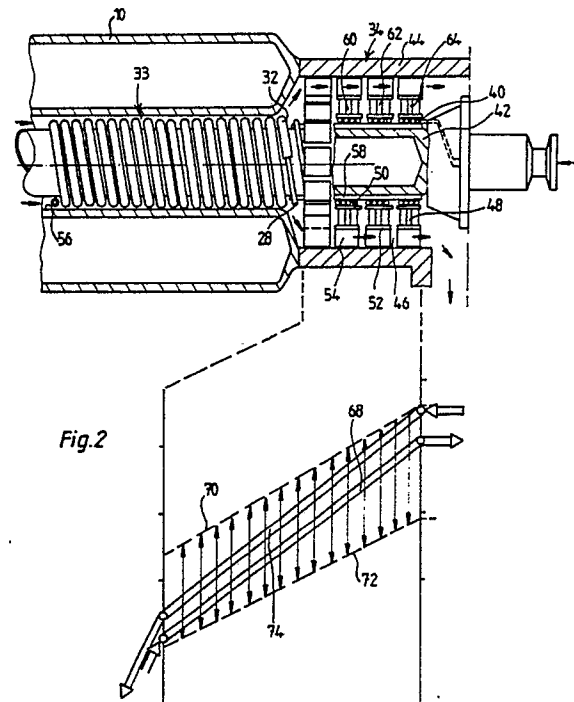
**Alte Nussdorfer Strasse 15 Postfach 1120
D-7770 Überlingen/Bodensee(DE)**

72 Erfinder: **Hingst, Uwe, Dr.**
**Rebenstrasse 18
D-7991 Oberteuringen(DE)**

74 Vertreter: **Weisse, Jürgen, Dipl.-Phys. et al**
Patentanwälte Dipl.-Phys. Jürgen Weisse
Dipl.-Chem. Dr. Rudolf Wolgast Bökenbusch
**41 Postfach 11 03 86
D-5620 Velbert 11 Langenberg(DE)**

54 **Joule-Thomson Kühlvorrichtung.**

57 Eine Kühlvorrichtung, bei welcher der Joule - Thomson Effekt ausgenutzt wird, enthält eine Vorlaufleitung (28) mit einem Einlaßende (40) und einem Auslaßende, deren Einlaßende (40) mit einer Druckgasquelle verbindbar ist, eine Entspannungsdüse (30), die an einem Auslaßende der Vorlaufleitung (28) vorgesehen ist, wobei über die Vorlaufleitung (28) zuströmendes Druckgas sich an der Entspannungsdüse (30) unter Abkühlung entspannt, einen Rücklauf für das abgekühlte und entspannte Gas, und einen Gegenstrom - Wärmetauscher, durch welchen das über die Vorlaufleitung (28) zuströmende Druckgas in wärmeleitendem Kontakt mit dem über den Rücklauf abströmenden, abgekühlten und entspannten Gas steht. Zum zusätzlichen Kühlen des Einlaßendes (40) der Vorlaufleitung (28) dienen Peltier - Elemente (48), deren kalte Seiten (50) in unmittelbarem Kontakt mit dem Einlaßende (40) der Vorlaufleitung (40) stehen. An den warmen Seiten (52) der Peltier - Elemente (48) sind Wärmetauschermitte (54) vorgesehen, die von dem Gas aus dem Rücklauf durchströmt werden.



EP 0 373 445 A2

Joule - Thomson Kühlvorrichtung

Technisches Gebiet

Die Erfindung betrifft eine Kühlvorrichtung, bei welcher der Joule - Thomson Effekt ausgenutzt wird, enthaltend

(a) eine Vorlaufleitung mit einem Einlaßende und einem Auslaßende, deren Einlaßende mit einer Druckgasquelle verbindbar ist,

(b) eine Entspannungsdüse, die an einem Auslaßende der Vorlaufleitung vorgesehen ist, wobei über die Vorlaufleitung zuströmendes Druckgas sich an der Entspannungsdüse unter Abkühlung entspannt,

(c) einen Rücklauf für das abgekühlte und entspannte Gas,

(d) einen Gegenstrom - Wärmetauscher, durch welchen das über die Vorlaufleitung zuströmende Druckgas in wärmeleitendem Kontakt mit dem über den Rücklauf abströmenden, abgekühlten und entspannten Gas steht, und

(e) Peltier - Elemente mit einer warmen Seite und eine mit dem Einlaßende der Vorlaufleitung verbundenen kalten Seite zum zusätzlichen Kühlen des Einlaßendes der Vorlaufleitung,

Zugrundeliegender Stand der Technik

Die DE-OS 36 42 683 beschreibt einen auf dem Joule -Thomson Effekt beruhenden Kryostaten zur Kühlung eines Infrarotdetektors. Bei diesem Kryostaten sitzt ein Gegenstrom - Wärmetauscher mit einer Vorlaufleitung in einem Dewar - Gefäß. Die Vorlaufleitung endet in einer Entspannungsdüse. Der Infrarotdetektor sitzt auf der Stirnseite der Innenwandung des Dewar - Gefäßes. Zur Verringerung der Wärmebelastung ist zwischen dem Dewar -Gefäß und einer Basis eine wärmeisolierende Schicht angeordnet. Zur Verbesserung der mit einem vorgegebenen Druckmassesgasstrom erzielbaren Kühlleistung des Joule -Thomson Prozesses wird ein Einlaßende der Vorlaufleitung durch Peltier - Elemente gekühlt.

Bei dem Kryostaten nach der DE-OS 36 42 683 ist das Einlaßende der Vorlaufleitung auf einem Träger aus gut wärmeleitendem Material in gutem, wärmeleitendem Kontakt mit diesem montiert. Der Träger ist über Peltier -Elemente an einer wärmeabführenden Basis gehalten. Dabei sind die kalten Seiten der Peltier - Elemente in Kontakt mit dem Träger und die warmen Seiten der Peltier - Elemente in Kontakt mit der Basis.

Es ist nun allgemein bekannt, die warmen Seiten von Peltier-Elementen über Wärmetauscher zu kühlen. Die hierzu angeführten Druckschriften zei-

gen jedoch keinen Joule-Thomson-Kühler.

Ein Aufsatz in "Kältetechnik" 15.Jg. Heft 5, 1963, Seiten 137-143, beschäftigt sich generell mit der Bemessung und dem Aufbau von Peltier-Aggregaten. In Bild 8 wird dargestellt, wie die Wärme durch einen Verdampfer b) abgeführt wird, wobei die verdampfende Flüssigkeit in einem Wärmetauscher a) wieder kondensiert wird und in den Verdampfer zurückfließt. Auf der kalten Seite sitzt an den Peltier-Elementen dann ein Verflüssiger. Es ist dort kein Wärmetauscher unmittelbar mit den warmen Seiten der Peltier-Elemente verbunden. Es geht nicht um einen Joule-Thomson-Kühler und es sind nicht die warmen Seiten der Peltier-Elemente in Wärmeaustausch mit dem entspannten und abgekühlten Gas des Joule-Thomson-Kühlers.

In ähnlicher Weise wirken die Anordnungen nach Bild 11 und 12 dieses Aufsatzes. Bei der Anordnung nach Bild 13 erfolgt eine Kühlung der warmen Seiten der Peltier-Elemente durch Kühlwasser.

Die US-A-4 718 249 beschreibt eine Kühl- und Heizvorrichtung mit einer Wärmepumpe. Gemäß Figur 1 c, kann als solche Wärmepumpe auch ein "thermoelektrisches Modul" dienen. Auch dort sind die kalten und warmen Seiten der Peltier-Elemente mit je einem Übertragungsmittelkreislauf verbunden, der einen Wärmetauscher enthält.

Die US-A-4 400 948 betrifft einen Lufttrockner, bei welchem die Luft durch einen Wärmetauscher geleitet wird. Der Wärmetauscher ist mit den kalten Seiten eines "thermoelektrischen Moduls" verbunden. Die warmen Seiten der Peltier-Elemente werden von einem über einen Ventilator angesaugten Luftstrom gekühlt.

Die DE-A-35 41 645 betrifft eine Vorrichtung zur Wassergewinnung aus Luft, bei welcher ebenfalls Peltier-Elemente eingesetzt werden. Die warmen Seiten der Peltier-Elemente sind mit Wärmetauschern der Außenluft ausgesetzt (vgl. Bild 4, Teil 26).

Die EP-A-0 271 704 betrifft eine ebenfalls mit Peltier-Elementen arbeitende Kühlbox. Das Kühlgut wird durch einen Luftstrom gekühlt, der über einen Wärmetauscher 20 mit der kalten Seite von Peltier-Elementen 26 in Verbindung steht. Die Wärme von den warmen Seiten der Peltier-Elemente wird durch einen Kühlmittelkreislauf 29 gekühlt, wobei das Kühlmittel wiederum durch einen Wärmetauscher 31 seine Wärme an die Umgebungsluft abgibt.

Durch die Entgegenhaltungen ist es zwar bekannt, durch irgendeine Zwangskühlung die Wärme von den warmen Enden von Peltier-Elementen abzuführen. Dies geschieht jedoch nicht in Verbin-

dung mit einen Joule-Thomson-Kühler. Auch bei der Kühlvorrichtung nach der DE-A-3 642 683 sitzen die warmen Seiten der Peltier-Elemente einfach an der Basis 70. Zu den Überlegungen, die in der vorliegenden Anmeldung angestellt werden, daß nämlich die Wirksamkeit des Joule-Thomson-Kühlers durch diese Maßnahmen überproportional verbessert werden kann, geben die entgegengehaltenen Druckschriften keine Anregung.

Offenbarung der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, bei einer Kühlvorrichtung der eingangs definierten Art die Wärmeabfuhr von den Peltier - Elementen zu verbessern und entweder bei einer vorgegebenen Leistungsaufnahme der Peltier - Elemente eine stärkere Vorkühlung des Einlaßendes der Vorlaufleitung zu erreichen oder den Leistungsbedarf der Peltier - Elemente zu verringern.

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe dadurch gelöst, daß

(f) an den warmen Seiten der Peltier - Elemente Wärmetauschermitel vorgesehen sind, die von dem Gas aus dem Rücklauf durchströmt werden.

Die warmen Seiten der Peltier - Elemente sind somit nicht mit einer Basis verbunden, von der die Wärme durch Wärmeleitung abfließen muß, sondern mit Wärmetauschermiteln, die von dem Gas aus dem Rücklauf durchströmt sind. Dieses Gas ist beim Austritt aus dem Rücklauf noch hinreichend kalt, daß es die warme Seite des Peltier -Elements auf eine gegenüber der Temperatur der "Basis" tiefere Temperatur drückt und demnach auch die Temperatur der kalten Seite der Peltier - Elemente entsprechend erniedrigt. Beim Durchgang durch die Wärmetauschermitel wird das Gas aus dem Rücklauf erwärmt, so daß zur Auslaßseite der Wärmetauschermitel hin auch die Temperatur der warmen Seiten der Peltier - Elemente ansteigt. Insgesamt wird aber der Temperaturverlauf der kalten Seiten der Peltier - Elemente nach unten gezogen, und dementsprechend auch der Temperaturverlauf des Druckgases bei dessen Durchgang durch das Einlaßende der Vorlaufleitung. Es läßt sich auf diese Weise, wie unten noch im einzelnen erläutert wird, bei vorgegebener Leistungsaufnahme der Peltier - Elemente eine stärkere Vorkühlung des Druckgases am Einlaßende der Vorlaufleitung erzielen, oder es kann die Leistungsaufnahme entsprechend vermindert werden. Das Gas führt die Wärme von den Peltier - Elementen durch Konvektion ab, so daß die Umgebung der Kühlvorrichtung durch diese Wärme nicht belastet ist.

Ausgestaltungen der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche.

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist nachstehend unter Bezugnahme auf die zugehörigen Zeichnungen näher erläutert.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

Fig.1 ist eine schematische Darstellung einer Kühlvorrichtung zur Kühlung eines Infrarotdetektors.

Fig.2 zeigt einen Längsschnitt des hinteren, also dem Infrarotdetektor und der Entspannungsdüse abgewandten Teiles der Kühlvorrichtung mit dem Einlaßende der Vorlaufleitung, das durch Peltier -Elemente gekühlt ist.

Fig.3 ist eine abgebrochen perspektivische Darstellung eines Ringes von Peltier - Elementen mit den zugehörigen Wärmetauschermiteln, wie er bei der Kühlvorrichtung von Fig.2 benutzt wird.

Bevorzugte Ausführung der Erfindung

Mit 10 ist ein Dewar - Gefäß bezeichnet. Das Dewar - Gefäß besteht aus zwei koaxial ineinander angeordneten, topfförmigen Wandungsteilen 12 und 14, die an ihren Rändern miteinander verbunden sind. Die Wandungsteile 12 und 14 sind auf ihren Mantelflächen mit einer Verspiegelung 16 bzw. 18 versehen. Der Raum zwischen den Wandungsteilen ist evakuiert. Die Stirnfläche 20 des äußeren Wandungsteils 12 ist nicht verspiegelt und bildet ein für infrarote Strahlung durchlässiges Fenster. Auf der Stirnfläche 22 des inneren Wandungsteils 14 sitzt innerhalb des Zwischenraumes zwischen den Wandungsteilen 12 und 14 ein Infrarotdetektor 24. Der Infrarotdetektor 24 wird von einer auf dem Joule - Thomson Effekt beruhenden Kühlvorrichtung 26 gekühlt. Diese Kühlvorrichtung 26 sitzt in dem topfförmigen, inneren Wandungsteil 14. Die Kühlvorrichtung 26 enthält eine Vorlaufleitung 28, die in einer Entspannungsdüse 30 endet. Die Vorlaufleitung 28 ist innerhalb des Wandungsteils 14 gewendet und mit einer Vielzahl von wärmetauschenden Rippen 32 versehen, wie aus Fig.2 ersichtlich ist. Auf die Vorlaufleitung wird ein Druckgas von einer (nicht dargestellten) Druckgasquelle gegeben. Dieses Druckgas entspannt sich an der Entspannungsdüse 30 und kühlt sich dabei ab. Das entspannte und abgekühlte Gas fließt dann über einen Rücklauf zurück. Dieser Rücklauf ist hier von dem Wandungsteil 14 des Dewar - Gefäßes 10 gebildet. Dabei tritt das Gas über die wärmetauschenden Rippen in Wärmeaustausch mit dem in der Vorlaufleitung 28 fließenden Druckgas. Dieses Druckgas wird dadurch vorgekühlt. Das vorgekühlte Druckgas wird bei der Entspannung weiter abgekühlt und bewirkt wiederum eine weitere Vorkühlung. Der Wandungsteil 14 und die gewendelte

Vorlaufleitung 28 mit den Rippen 32 bilden einen Gegenstrom - Wärmetauscher, der generell mit 33 bezeichnet ist. Es lassen sich auf diese Weise sehr niedrige Temperaturen erreichen. Auf diese Temperaturen wird der Infrarotdetektor 24 abgekühlt.

Das Dewar - Gefäß 10 sitzt auf einem Flanschteil 34. Der Flanschteil ist in nicht dargestellter Weise mit einem den Detektor 20 enthaltenden Sucher kardanisch gegenüber einer den Sucher tragenden Struktur, z.B. einem Flugkörper, gelagert. Der Sucher kann sich so mit dem Detektor 20 auf ein Ziel ausrichten. Das Druckgas wird über eine flexible Verbindungsleitung 36 zugeführt. Wie aus Fig.2 ersichtlich ist, weist der Flanschteil 34 einen Auslaß 38 für das entspannte Gas aus dem Rücklauf auf.

In der DE-OS 36 42 683 ist erläutert, daß sich die Kühlleistung einer Joule - Thomson Kühlvorrichtung wesentlich verbessern läßt, wenn das Einlaßende der Vorlaufleitung durch Peltier - Elemente gekühlt wird.

Bei der vorliegenden Anordnung ist das Einlaßende 40 der Vorlaufleitung 28 schraubenförmig auf einen zylindrischen Träger 42 gewickelt. Der zylindrische Träger 42 bildet mit einem dazu konzentrischen Mantelteil 44 einen Ringraum 46. Peltier - Elemente 48 sind radial in dem Ringraum 46 angeordnet, wobei ihre kalten Seiten 50 mit dem Einlaßende der Vorlaufleitung 28 und ihre warmen Seiten 52 mit Wärmetauschermitteln 54 verbunden sind, welche in den Ringraum 46 ragen. Das entspannte Gas aus dem Rücklauf, also dem Innenraum 56 des inneren Wandungsteils 14 des Dewar - Gefäßes 10, wird durch den Ringraum 46 geleitet und umspült die Wärmetauschermittel 54.

Die kalten Seiten 50 der Peltier - Elemente 48 sind in unmittelbarem Kontakt mit dem Einlaßende 40 der Vorlaufleitung 28. Zwischen dem Einlaßende 40 der Vorlaufleitung 28 und dem Träger 42 ist eine Isolationsschicht 58 aufgebracht. Wie aus Fig.2 und 3 ersichtlich ist, sind die Peltier - Elemente 48 in mehreren mäanderförmigen Ringen 60, 62 und 64 angeordnet, in denen die Peltier-Elemente 48 elektrisch in Reihe geschaltet sind. Jeweils zwei benachbarte Peltier - Elementschenkel 48 A, 48 B sind an ihrer kalten Seite mit einer gemeinsamen, ringabschnittförmigen Platte 50 A elektrisch verbunden, die in wärmeleitendem, aber elektrisch isoliertem Kontakt mit dem Einlaßende 40 der Vorlaufleitung 28 steht. Das Peltier - Element 48 B dieses Paares ist zusammen mit dem nächstfolgenden Peltier - Element 48 C des Ringes 60 mit der warmen Seite mit einer ringabschnittförmigen Leiterplatte 52 A verbunden. Auf der Platte 52 A sitzen Wärmetauschermittel 54. Die Wärmetauschermittel 54 sind von radialen Aluminiumrippen 66 gebildet. Zwischen den Aluminiumrippen 66 tritt das entspannte Gas aus dem Rücklauf der Joule

-Thomson Kühlvorrichtung 26 aus.

Die verschiedenen Ringe 60,62 und 64 sind in axialer Richtung hintereinander angeordnet. Die einzelnen Ringe 60, 62 und 64 sind thermisch voneinander entkoppelt. Durch das Gas wird der Ring 60 auf seiner warmen Seite 52 am stärksten gekühlt. Dadurch wird aber das Gas schon etwas erwärmt. Die warme Seite des zweiten Ringes 62 wird daher schon weniger gekühlt und bleibt auf einer höheren Temperatur. Die warme Seite des dritten Ringes 64 erfährt durch das weiter erwärmte Gas eine noch geringere Kühlung. Die thermische Entkopplung der Ringe 60,62 und 64 sorgt aber dafür, daß jeder der Ringe optimal wirksam wird.

Die Wirkungsweise der beschriebenen Anordnung ist aus dem Diagramm im unteren Teil von Fig.2 ersichtlich.

Mit 68 ist der Temperaturverlauf des aus dem Rücklauf der Joule - Thomson Kühlvorrichtung 26 austretenden Gases beim Durchtritt durch die Wärmetauschermittel 54 bezeichnet. Das Gas wird durch Wärmeaustausch mit den warmen Seiten der Peltier - Elemente 48 erwärmt. Die warmen Seiten 52 der Peltier - Elemente 48 werden gekühlt. Dabei werden die dem Rücklauf benachbarten Peltier - Elemente 48 stärker gekühlt als die auslaßseitigen. Die Temperatur der warmen Seiten 52 der Peltier - Elemente 48 in den drei Ringen 60, 62 und 64 kann daher vereinfacht durch eine von rechts nach links in Fig.2 abfallende Linie 70 dargestellt werden. Das linke Ende der Linie 70 entspricht dabei der warmen Seite der Peltier - Elemente im Ring 60. Das rechte Ende der Linie 70 entspricht der warmen Seite der Peltier-Elemente im Ring 64. Die kalten Seiten 50 der Peltier -Elemente 48 sind um die von den Peltier - Elementen 48 erzeugte Temperaturdifferenz kälter. Die Temperatur dieser kalten Seiten 50 kann vereinfacht durch die Linie 72 dargestellt werden. Durch die kalten Seiten 50 der Peltier-Elemente wird das Druckgas im Einlaßende 40 der Vorlaufleitung 28 gekühlt. Die Temperatur des Druckgases ändert sich dabei auf dem Weg durch das Einlaßende 40 gemäß Linie 74. Diese Linie verläuft von der Umgebungstemperatur, die etwa der Temperatur der warmen Seiten der Peltier - Elemente rechts in Fig.2 entspricht, zu einem Punkt links in Fig.2, der um einen bestimmten Betrag oberhalb der Linie 72 liegt. Dieser Betrag entspricht der für den Wärmeübergang erforderlichen Temperaturdifferenz. Es ist erkennbar, daß die auf diese Weise erhaltene Abkühlung des Druckgases wesentlich größer ist als die Temperaturdifferenz an den Peltier - Elementen.

Die beschriebene Anordnung bietet eine Reihe von Vorteilen: Es wird eine stärkere Vorkühlung des Druckgases am Einlaßende der Vorlaufleitung 28 erreicht als es durch die Temperaturdifferenz an

den Peltier - Elementen allein möglich wäre. Das gestattet eine Verminderung der den Peltier - Elementen zugeführten elektrischen Leistung. Die Peltier - Elemente sind unmittelbar mit dem Einlaßende 40 der Vorlaufleitung 28 verbunden. Dieses Einlaßende 40 ist von dem Träger 42 durch eine Isolationsschicht 58 getrennt. Es braucht also praktisch nur das Einlaßende 40 mit dem dort hindurchfließenden Druckgas gekühlt zu werden und nicht etwa der gesamte Träger. Auch das vermindert die erforderliche Kühlleistung der Peltier - Elemente 48.

Die Wärme wird von dem austretenden Gas abgeführt. Damit entfällt das Problem der Wärmeableitung von der Umgebung der Kühlvorrichtung. Das ist besonders wichtig, wenn, wie im vorliegenden Fall, die Kühlvorrichtung mit dem zugehörigen Sucher kardanisches aufgehängt und nach einem Ziel beweglich ist und die Druckgaszufuhr über ein flexibles Leitungsstück erfolgt. Wenn dann nämlich die Vorkühlung an den nicht-beweglichen Teilen, also stromauf von dem flexiblen Leitungsstück erfolgt, dann wird das vorgekühlte Druckgas in dem flexiblen Leitungsstück, das wie ein Wärmetauscher wirkt, wieder erwärmt. Von dem beweglichen Sucher kann die Wärme dagegen nicht oder nur schwer abgeleitet werden.

Statt der Aluminiumrippen 66 kann als Wärmeaustauschmittel 54 auch ein luftdurchlässiges Aluminiumdrahtgeflecht vorgesehen werden.

Ansprüche

1. Kühlvorrichtung, bei welcher der Joule - Thomson Effekt ausgenutzt wird, enthaltend
 - (a) eine Vorlaufleitung (28) mit einem Einlaßende (40) und einem Auslaßende, deren Einlaßende (40) mit einer Druckgasquelle verbindbar ist,
 - (b) eine Entspannungsdüse (30), die an einem Auslaßende der Vorlaufleitung (28) vorgesehen ist, wobei über die Vorlaufleitung (28) zuströmendes Druckgas sich an der Entspannungsdüse (30) unter Abkühlung entspannt,
 - (c) einen Rücklauf für das abgekühlte und entspannte Gas,
 - (d) einen Gegenstrom - Wärmetauscher, durch welchen das über die Vorlaufleitung (28) zuströmende Druckgas in wärmeleitendem Kontakt mit dem über den Rücklauf abströmenden, abgekühlten und entspannten Gas steht, und
 - (e) Peltier - Elemente (48) mit einer warmen Seite (52) und einer mit dem Einlaßende (40) der Vorlaufleitung (40) verbundenen kalten Seite (50) zum zusätzlichen Kühlen des Einlaßendes (40) der Vorlaufleitung (28),
dadurch gekennzeichnet, daß
 - (f) an den warmen Seiten (52) der Peltier - Elemente (48) Wärmetauschermittel (54) vorgesehen sind,

die von dem Gas aus dem Rücklauf durchströmt werden.

2. Kühlvorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** die kalten Seiten (50) der Peltier - Elemente (48) in unmittelbarem Kontakt mit dem Einlaßende (40) der Vorlaufleitung (28) sind.

3. Kühlvorrichtung nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, daß**

- (a) das Einlaßende (40) der Vorlaufleitung (28) schraubenförmig auf einen zylindrischen Träger (42) gewickelt ist,

- (b) der zylindrische Träger (42) mit einem dazu konzentrischen Mantelteil (44) einen Ringraum (46) bildet,

- (c) die Peltier - Elemente (48) radial in dem Ringraum (46) angeordnet sind, wobei ihre kalten Seiten (50) mit dem Einlaßende (40) der Vorlaufleitung (28) und ihre warmen Seiten (52) mit den Wärmetauschermitteln (54) verbunden sind, welche in den Ringraum (46) ragen, und

- (d) das entspannte Gas aus dem Rücklauf durch den Ringraum (46) geleitet wird und die Wärmetauschermittel (54) umspült.

4. Kühlvorrichtung nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, daß** zwischen dem Einlaßende (40) der Vorlaufleitung (28) und dem Träger (42) eine Isolationsschicht (58) aufgebracht ist.

5. Kühlvorrichtung nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, daß**

- (a) die Peltier - Elemente (48) in mehreren mäanderförmigen Ringen (60,62,64) angeordnet sind, in denen die Peltier - Elemente (48) elektrisch in Reihe geschaltet sind,

- (b) die verschiedenen Ringe (60,62,64) in axialer Richtung hintereinander angeordnet sind und

- (c) die einzelnen Ringe (60,62,64) thermisch voneinander entkoppelt sind.

6. Kühlvorrichtung nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, daß**

- (a) die Kühlvorrichtung (26) gegenüber einem Druckgasanschluß beweglich gelagert und mit dem Druckgasanschluß über eine flexibles Leitungsstück (36) verbunden ist und

- (b) der Träger (42) mit dem Einlaßende (40) der Vorlaufleitung (28) und den Peltier - Elementen (48) an dem beweglichen Teil der Kühlvorrichtung angebracht ist.

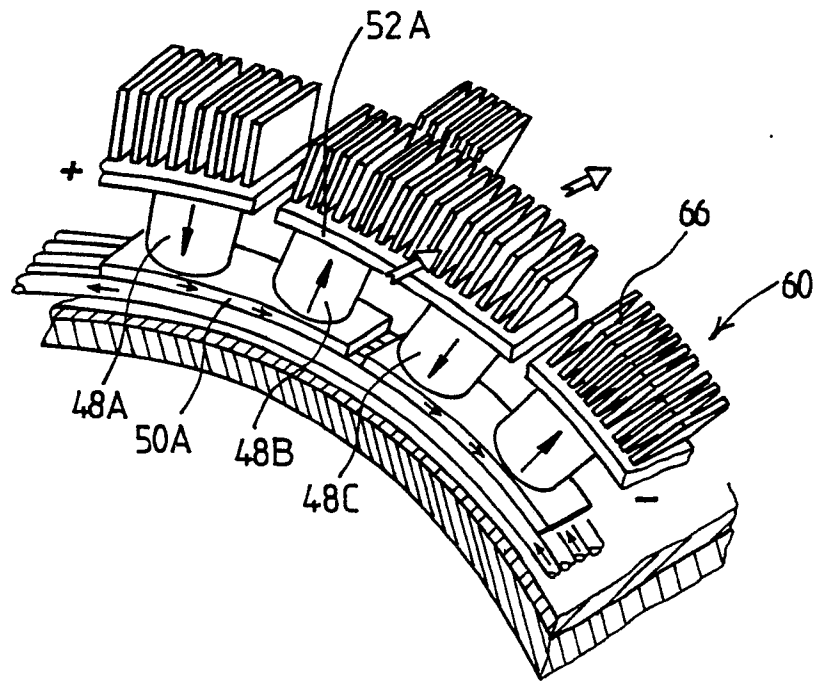


Fig. 3

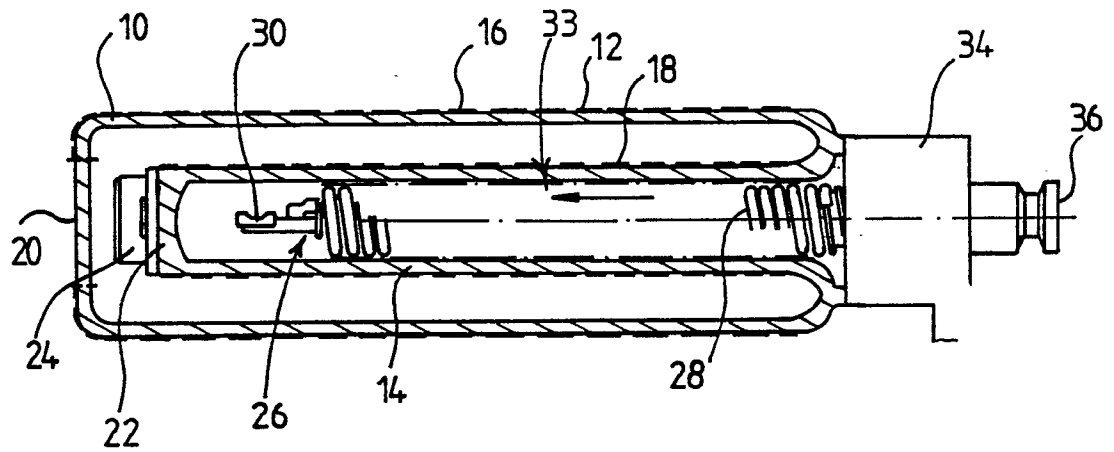


Fig. 1

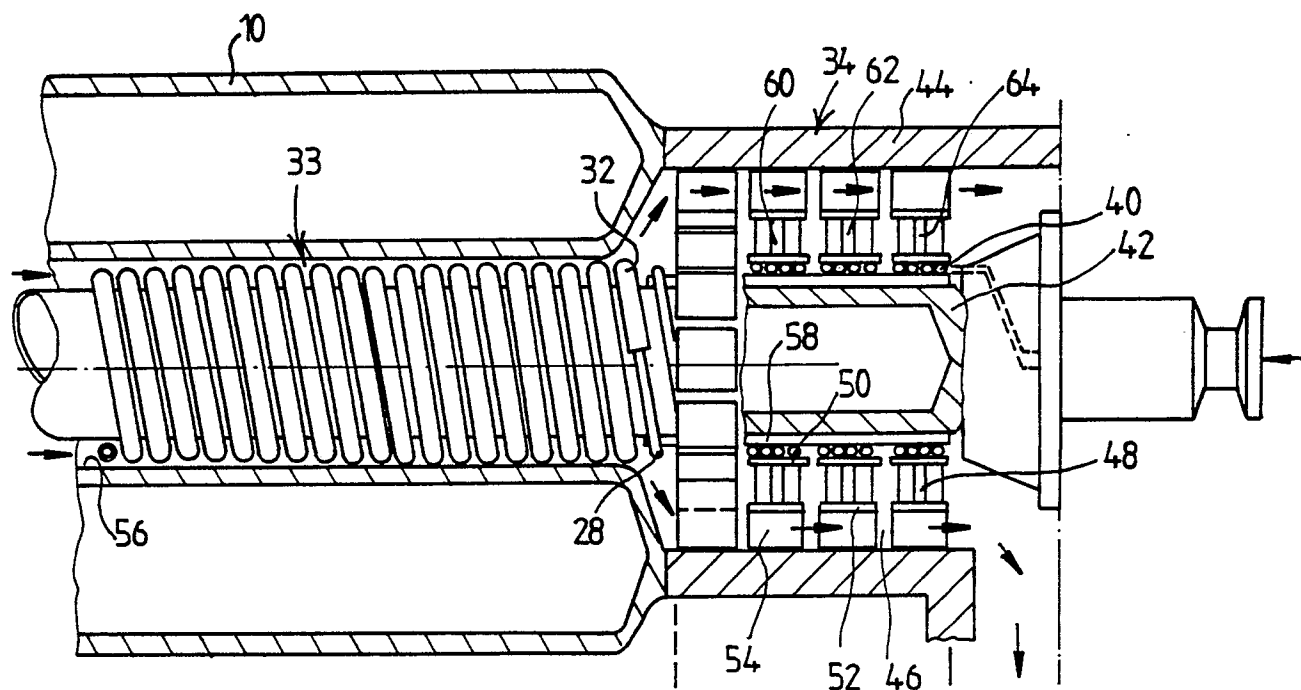


Fig. 2

