



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT  
BUNDESAMT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

11 CH 654 402 A5

51 Int. Cl.4: F 25 B 9/00  
F 02 G 1/057

**Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein**  
Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

12 PATENTSCHRIFT A5

21 Gesuchsnummer: 6260/81

22 Anmeldungsdatum: 29.09.1981

30 Priorität(en): 26.11.1980 DE 3044427

24 Patent erteilt: 14.02.1986

45 Patentschrift  
veröffentlicht: 14.02.1986

73 Inhaber:  
Leybold-Heraeus GmbH, Köln 51 (DE)

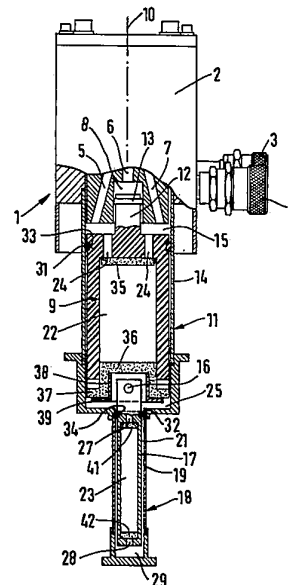
72 Erfinder:  
Heisig, Rolf, Dr., Weilerswist (DE)  
Klein, Hans-Hermann, Dr., Hürth 5 (DE)  
Völker, Karl-Heinz, Jülich (DE)

74 Vertreter:  
Patentanwalts-Bureau Isler AG, Zürich

54 Verdränger für Refrigeratoren.

57 Jeder Verdränger (9; 17) eines zweistufigen Refrigerators (1) weist einen Hohlraum (22; 23) mit einem Regenerator auf, der zumindest teilweise aus Sintermaterial, z.B. gesinterten Bronzekugeln, besteht. An den Stirnseiten der Hohlräume (22; 23) sind Sintermetallscheiben (35; 41, 42) bzw. ein Sintermetall-Formstück (36) angeordnet. Diese haben die doppelte Funktion einer gasdurchlässigen Abdeckung und einer Regeneratorwirkung, so dass in die Hohlräume (22; 23) auch ein nichtgesintertes Regeneratormaterial eingebracht werden kann.

Dieser Verdränger ist einfach herzustellen und vermeidet die Gefahr des Austretens von Regeneratormaterial.



## PATENTANSPRÜCHE

1. Verdränger für Tieftemperatur-Kältemaschinen mit einem in einem Hohlraum des Verdrängers befindlichen Regenerator, dadurch gekennzeichnet, dass der Regenerator zumindest teilweise aus Sintermaterial besteht.

2. Verdränger nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Sintermaterial aus gesinterten Bronzekugeln besteht.

3. Verdränger nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass mehrere voneinander beabstandet angeordnete Sintermetallscheiben (43) – bezogen auf die Achse (10) des Verdrängers – axial hintereinanderliegend vorgesehen sind.

4. Verdränger nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die dem Expansionsraum (25, 29) zugewandte Öffnung des Verdrängerhohlraumes (22, 23) mit einer Sintermetallscheibe (36, 44, 45) verschlossen ist und dass der verbleibende Hohlraum mit Regeneratormaterial gefüllt ist, z.B. mit Bronzesieben, Bleikugeln oder Bronzewolle.

5. Verdränger nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass auf beiden vom Arbeitsgas durchströmten Stirnseiten des Verdrängers (9, 17) Sintermetallscheiben (35, 36 bzw. 44, 45) vorgesehen sind und dass der von diesen Scheiben gebildete Zwischenraum mit Regeneratormaterial gefüllt ist.

6. Verdränger nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass das dem Expansionsraum (25) zugewandte Ende mit einem topfförmigen Formstück (36) verschlossen ist.

7. Verdränger nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass das Formstück (36) aus Kunststoff besteht, mit seinem Bodenteil den Regeneratorraum (22) verschliesst und mit seinem Randteil (37) der Begrenzung der Verdrängerbewegung dient.

8. Verdränger nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass das topfförmige Formstück (36) aus Sinterstoff besteht.

9. Verdränger nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass ein zusätzliches Dämpfungselement (38) aus Kunststoff vorgesehen ist.

10. Verdränger nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass das Dämpfungselement (38) ebenfalls topfförmig gestaltet ist und in das Formstück (36) eingesetzt ist.

11. Verdränger nach einem der Ansprüche 7 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass das Formstück (36) der Halterung eines Stiftes (16) zur Anlenkung eines weiteren Verdrängers (17) einer Refrigeratorfolgestufe dient.

12. Verdränger nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass er – ausser dem Regeneratormaterial – einstückig ausgebildet ist.

13. Verdränger nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass er mit einem Antriebskolben (12) ausgerüstet und mit diesem einteilig ausgebildet ist.

Die Erfindung bezieht sich auf einen Verdränger für Refrigeratoren mit einem in einem Hohlraum des Verdrängers befindlichen Regenerator.

Refrigeratoren sind Tieftemperatur-Kältemaschinen, in denen thermodynamische Kreisprozesse ablaufen (vgl. z.B. die US-PS 2 906 101). Ein einstufiger Refrigerator umfasst im wesentlichen eine Kammer mit einem Verdränger. Die Kammer wird in bestimmter Weise alternierend mit einer Hochdruck- und einer Niederdruckgasquelle verbunden, so dass während der Hin- und Herbewegung des Verdrängers der thermodynamische Kreisprozess (Stirling-Prozess, Gifford/McMahon-Prozess usw.) abläuft, wobei das Arbeitsgas in einem geschlossenen Kreislauf geführt werden kann. Die Folge ist, dass einem bestimmten Bereich der Kammer Wärme entzogen wird. Mit zweistufigen Refrigera-

toren dieser Art und Helium als Arbeitsgas lassen sich z.B. Temperaturen bis unter 10 Kelvin erzeugen.

Wesentlicher Bestandteil eines Refrigerators ist der Regenerator, durch den das Arbeitsgas vor und nach der Entspannung strömt. Aus der DE-AS 1 301 343 ist es bekannt, den Regenerator innerhalb des zylindrisch gestalteten Verdrängers anzuordnen. In einem solchen Fall muss der Regenerator zum einen gut wärmespeichernde Eigenschaften haben, damit ein ausreichend hoher Wärmetausch zwischen dem Arbeitsgas und dem Regenerator stattfindet. Zum anderen muss der Verdränger insgesamt schlecht wärmeleitend sein, da sonst die auf der einen Seite der Kammer entzogene Wärme durch Wärmeleitung schnell wieder ersetzt würde. Als Regeneratormaterialien sind Bronze- oder Bleikugeln, Bronze-Wolle oder auch Bronze-Netze bekannt.

Nachteilig an Verdrängern mit diesen Regeneratormaterialien ist, dass ihre Herstellung insgesamt kostspielig und aufwendig ist. Besteht das Regeneratormaterial aus Kugeln, dann muss mit gasdurchlässigen Kappen oder Netzen dafür gesorgt werden, dass die Kugeln nicht austreten können. Bronzenetze sind kostspielig und schwierig in den Verdrängerhohlraum einzubringen. Bei Bronzewolle besteht ein ähnliches Problem wie bei den Kugeln. Keinesfalls dürfen Teile davon austreten, da sonst die Gefahr der Beschädigung der Kammerwandungen besteht.

Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen Verdränger der eingangs genannten Art zu schaffen, der wesentlich einfacher herzustellen ist und bei dem die Gefahr des Austretens von Regeneratormaterial nicht mehr besteht.

Erfindungsgemäss wird diese Aufgabe dadurch gelöst, dass der Regenerator zumindest teilweise aus Sintermaterial, vorzugsweise aus gesinterten Bronzekugeln, besteht. Sintermaterialkörper können in jeder beliebigen Grösse hochgenau hergestellt werden, so dass die Anzahl der Teile, aus denen ein erfindungsgemässer Verdränger besteht, gegenüber vorbekannten Verdrängern wesentlich reduziert ist. Die Schwankungen der Packungsdichte der üblichen Regeneratoren treten hier nicht auf.

Da Sintermaterial bessere wärmeleitende Eigenschaften als übliches Regeneratormaterial hat, ist es zweckmässig, mehrere voneinander beabstandet angeordnete Sintermetallscheiben axial hintereinanderliegend vorzusehen. Dadurch kann die Wärmeleitung auf das notwendige Mass reduziert werden.

Es besteht auch die Möglichkeit, lediglich Sintermetallscheiben an einem oder an beiden Enden des Regeneratorraumes anzuordnen und zwischen diesen Scheiben das übliche Regeneratormaterial (Bronzewolle, Bleikugeln oder dgl.) vorzusehen. Die Sintermetallscheiben haben dann zwei Funktionen: Zum einen dienen sie als gasdurchlässige Abdeckscheiben, zum anderen dienen sie selbst als Regenerator, so dass der vorhandene Regeneratorraum optimal ausgenutzt ist.

Weitere Vorteile und Einzelheiten der Erfindung sollen anhand von in den Figuren 1 bis 4 dargestellten Ausführungsbeispielen erläutert werden.

In der Figur 1 ist ein zweistufiger Refrigerator 1 teilweise im Schnitt dargestellt. Im Gehäuse 2 ist in nicht näher dargestellter, an sich bekannter Weise ein Ventilsystem untergebracht, das in einer bestimmten Reihenfolge eine Hochdruck- und eine Niederdruckgasquelle, die an den Anschlussstutzen 3 und 4 angeschlossen sind, mit den Kanälen 5, 6 und 7 verbindet. Der Kanal 6 mündet in einen Zylinder 8, in dem sich ein mit dem Verdränger 9 der ersten Stufe 11 des Refrigerators befindlicher Antriebskolben 12 befindet. Ein den Kolben 12 gegenüber der Innenwand des Zylinders 8 abdichtender Ring ist mit 13 bezeichnet. Mit Hilfe dieses Antriebs wird der

Verdränger 9 in der vom zylindrischen Gehäuse 14 gebildeten Kammer 15 hin- und herbewegt. Über den Stift 16 ist der Verdränger 17 der zweiten Stufe 18 des Refrigerators mit dem Verdränger 9 der ersten Stufe verbunden, so dass auch der Verdränger 17 in der vom zylindrischen Gehäuse 19 gebildeten Kammer 21 eine Hin- und Herbewegung ausführt. Die Achse des gesamten Systems ist mit 10 bezeichnet.

Die Verdränger 9 und 17 sind im wesentlichen zylindrisch gestaltet. Ihre inneren Hohlräume 22 und 23 dienen der Unterbringung der im einzelnen noch genauer zu beschreibenden Regeneratoren.

Über die Kanäle 5 und 7 wird das Arbeitsgas zu- bzw. abgeführt. Es strömt über die Bohrungen 24 durch den Regenerator des Verdrängers 9 in den Expansionsraum 25, welcher der untere Teil der Kammer 15 ist. Dort expandiert es und entzieht diesem Bereich der ersten Stufe 11 des Refrigerators Wärme. Das vorgekühlte Gas strömt weiter durch die Bohrung 27 im Verdränger 17 der zweiten Stufe 18, durch den im Innenraum 23 dieses Verdrängers 17 liegenden Regenerator und durch die Bohrung 28 am unteren Ende des Verdrängers 17 in den Expansionsraum 29 der zweiten Stufe 18. Dort erfolgt eine weitere Expansion mit diesen Bereich der zweiten Säule abkühlende Wirkung. Über den gleichen Weg strömt das Gas zurück und kühlt die Regeneratormaterialien ab, so dass die im nächsten Zyklus wieder einströmenden Gase im Regenerator bereits vorgekühlt werden.

Zur Abdichtung der Verdränger 9 und 17 gegenüber ihren zugehörigen Kammerwandungen 14 und 19 dienen Dicht-  
ringe 31 und 32, die in Aussennuten 33 und 34 der Verdrängerwandungen untergebracht sind. Gegenstand der vorliegenden Erfindung ist die einfache Ausbildung der Verdränger 9 und 17 mit den dazugehörigen Regeneratoren. Dazu ist zunächst der Verdränger 9 mitsamt seinem Antriebskolben 12 einteilig ausgebildet und besteht vorzugsweise aus fasergefülltem Kunststoff. Als Regenerator dienen eine Sintermetallscheibe 35, ein topfförmiges Formstück 36 und zwischen diesen beiden Elementen untergebrachtes, im einzelnen nicht dargestelltes Regeneratormaterial. Das können in an sich bekannter Weise Bronzewolle oder auch Bronzekugeln sein. Durch die Sintermetallscheibe 35 ist sichergestellt, dass das Regeneratormaterial nicht durch die Bohrungen 24 austritt.

Das Formstück 36 ist topfförmig mit einem relativ breiten Rand 37 gestaltet und schliesst mit seinem Bodenteil den Innenraum 22 des Verdrängers 9 ab. Seine Ränder dienen der Begrenzung der Hin- und Herbewegung des Kolbensystems. Besteht das Formstück aus Kunststoff, dann bewirken die Ränder darüber hinaus eine Dämpfung der Verdrängerbewegung. Kunststoff ist gasundurchlässig, so dass nicht dargestellte Durchströmöffnungen für das Arbeitsgas vorhanden sein müssen. Diese Durchströmöffnungen sind nicht erforderlich, wenn das Formstück – wie in Figur 1 dargestellt – aus Sinterstoff besteht. Er ist für das Arbeitsgas durchlässig, verhindert den Austritt von Regeneratormaterialteilchen aus dem Hohlraum 22, hat selbst Regeneratorwirkung und dient der Halterung des Stiftes 16.

Eine besonders zweckmässige Ausführung zeigt Figur 1. Als Abschluss des Regeneratorraumes 22 des Verdrängers 9 dient das bereits beschriebene topfförmige Sintermetallformstück 36. In dieses Formstück 36 ist ein weiteres, etwa topfförmig gestaltetes Formstück 38 eingesetzt, dessen Rand 39 die Dämpfungsfunktion übernimmt.

Der Regenerator der zweiten Stufe besteht aus zwei Sintermetallscheiben 41 und 42, welche ebenfalls die Aufgabe haben, das zwischen ihnen befindliche beliebige Regeneratormaterial nicht durch die Bohrungen 27 und 28 austreten zu lassen. Da das Sintermaterial selbst ein geeignetes Regeneratormaterial ist, ist der vorhandene Raum optimal ausgenutzt.

In den Figuren 2, 3 und 4 sind weitere Möglichkeiten der Gestaltung eines Verdrängers dargestellt. Beim Ausführungsbeispiel nach Figur 2 befinden sich im Verdränger 9 eine Reihe Sintermetallscheiben 43. Sie sind mit geringem Abstand voneinander angeordnet, damit ein ausreichend hoher Wärmewiderstand erhalten bleibt.

Das Ausführungsbeispiel nach Figur 3 entspricht im wesentlichen dem Verdränger 17 der zweiten Stufe 18 des Refrigerators nach Figur 1. Es sind lediglich zwei Sintermetallscheiben 44 und 45 vorgesehen. Diese bilden den Raum 46, der mit üblichem Regeneratormaterial gefüllt ist. Beim Ausführungsbeispiel nach Figur 4 ist die untere Sintermetallscheibe so angeordnet, dass am unteren Rand des Verdrängerkörpers 9 der Stift 16 zur Halterung des Verdrängers 17 der zweiten Stufe befestigt werden kann.

FIG.1

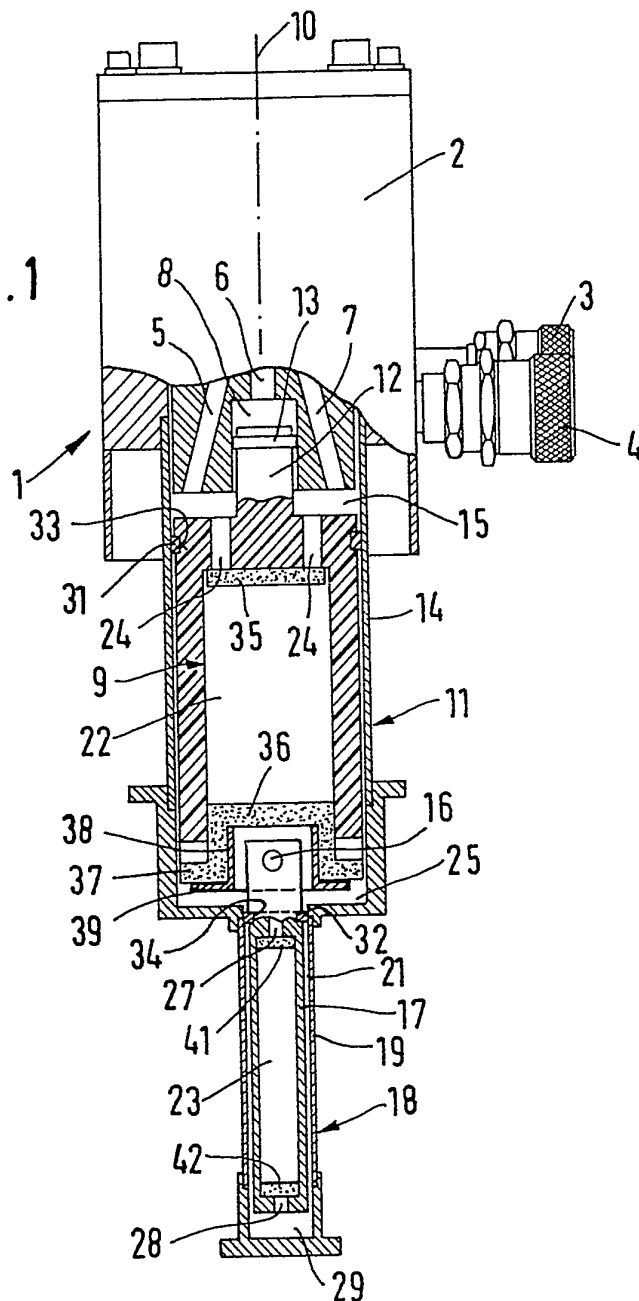


FIG.2

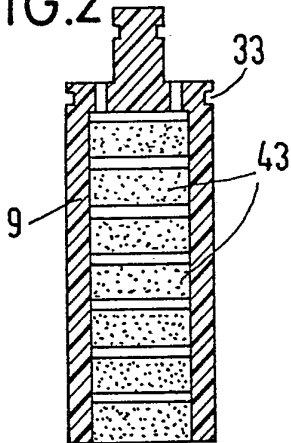


FIG.3

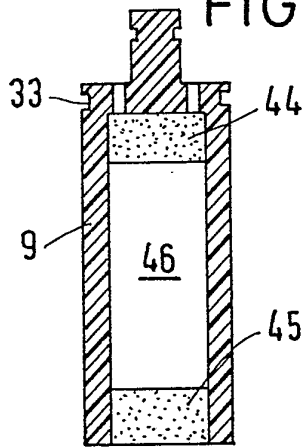


FIG.4

