



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



Veröffentlichungsnummer: **0 448 738 A1**

12

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

21 Anmeldenummer: 90105627.5

51 Int. Cl.⁵: **F25B 9/14**, **F25D 19/00**,
F04B 37/08

22 Anmeldetag: 24.03.90

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung:
02.10.91 Patentblatt 91/40

72 Erfinder: **Strasser, Wilhelm**
Reiser 9
W-5060 Bergisch-Gladbach 1(DE)

84 Benannte Vertragsstaaten:
AT BE CH DE FR GB IT LI NL

71 Anmelder: **LEYBOLD AKTIENGESELLSCHAFT**
Wilhelm-Rohn-Strasse 25
W-6454 Hanau(DE)

74 Vertreter: **Leineweber, Jürgen, Dipl.-Phys.**
Nagelschmiedshütte 8
W-5000 Köln 40(DE)

54 **Mit einem Refrigerator betriebene Einrichtung.**

57 Die Erfindung bezieht sich auf eine mit einem Refrigerator (3) betriebene Einrichtung (1) mit einem die zu kühlenden Bauteile (6, 9) aufnehmenden Gehäuse (2), mit einem am Gehäuse (2) vorgesehenen Anschlußrohr (12), das mit dem Gehäuse (14) des Refrigerators (3) verbunden ist, mit einem sich durch das Refrigeratorgehäuse (14) und das Anschlußrohr (12) erstreckenden Kälteerzeuger (4, 5), der mindestens eine zylindrische Arbeitskammer und einen darin oszillierenden Verdränger (17, 18) umfaßt und der an seinem kalten Ende die im Gehäuse (2) befindlichen Bauteile (6, 9) trägt, sowie mit einer Dämpfungseinrichtung (23) zur Verhinderung der Übertragung der vom Refrigerator (3) erzeugten Vibrationen auf das Gehäuse (2); um eine einfache Ankopplung des Refrigeratorgehäuses (14) am Gehäuse (2) zu schaffen, welche Vibrationen nicht überträgt, wird vorgeschlagen, daß das am Gehäuse (2) vorgesehene Anschlußrohr (12) oder das sich daran anschließende Refrigeratorgehäuse (14) in Bezug auf die jeweilige Längsachse quergeteilt ist und daß die beiden durch die Querteilung entstandenen Abschnitte (21, 22) über einen Ring (23) aus gummelelastischem Material miteinander verbunden sind.

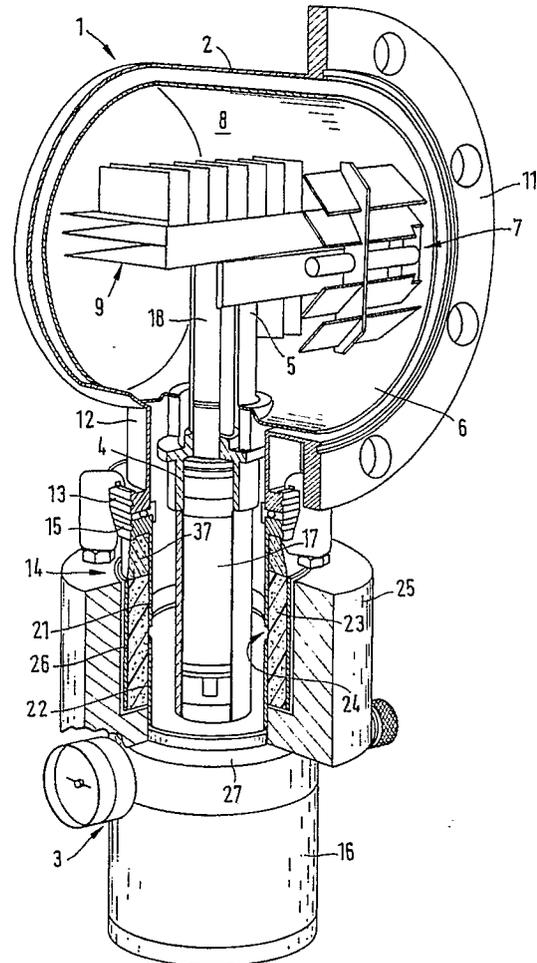


FIG. 1

EP 0 448 738 A1

Die Erfindung bezieht sich auf eine mit einem Refrigerator betriebene Einrichtung, wie Kryopumpe, Kryostat oder dergleichen, mit einem die zu kühlenden Bauteile aufnehmenden Gehäuse, mit einem am Gehäuse vorgesehenen Anschlußrohr, das mit dem Gehäuse des Refrigerators verbunden ist, mit einem sich durch das Refrigeratorgehäuse und das Anschlußrohr erstreckenden Kälteerzeuger, der mindestens eine zylindrische Arbeitskammer und einen darin oszillierenden Verdränger umfaßt und der an seinem kalten Ende die im Gehäuse befindlichen Pumpflächen trägt, sowie mit einer Dämpfungseinrichtung zur Verhinderung der Übertragung der vom Refrigerator erzeugten Vibrationen auf das Gehäuse.

Refrigeratoren sind Temperatur-Kältemaschinen, in denen thermodynamische Kreisprozesse ablaufen (vgl. z. B. die US-PS 2 906 101). Ein einstufiger Refrigerator umfaßt eine zylindrische Arbeitskammer mit einem Verdränger. Die Kammer wird in bestimmter Weise alternierend mit einer Hochdruck- und einer Niederdruck-Gasquelle verbunden, so daß während der Hin- und Herbewegung des Verdrängers der thermodynamische Kreisprozeß (Stirling-Prozeß, Gifford/McMahon-Prozeß oder dgl.) abläuft. Die Folge ist, daß einem bestimmten Bereich der Kammer Wärme entzogen wird. Mit zweistufigen Refrigeratoren dieser Art und Helium als Arbeitsgas lassen sich Temperaturen bis etwa 10 K erzeugen.

Kryopumpen und Kryostate werden mit Refrigeratoren dieser Art betrieben. Üblicherweise ist der Refrigerator mit seinem Gehäuse über einen Flansch an das Gehäuse der Kryopumpe oder des Kryostaten angeschlossen. Der Refrigerator ist in der Regel zweistufig ausgebildet. Die Erfindung befaßt sich mit dem Problem der Ankopplung des Refrigeratorgehäuses an das Gehäuse der Kryopumpe, des Kryostaten oder dergleichen.

Bei einer mit einem zweistufigen Refrigerator betriebenen Kryopumpe trägt die erste, wärmere Stufe eine topfförmige Pumpfläche, die gleichzeitig die Funktion eines Strahlungsschirmes für die Pumpfläche der zweiten, kälteren Stufe hat. Die in ihren Arbeitsräumen befindlichen Verdränger der ersten und zweiten Stufe führen eine oszillierende Bewegung aus, deren Frequenz üblicherweise einige Hertz, z. B. 2 bis 3 Hertz, beträgt. Dadurch ergibt sich eine Vibration, die sich vom Refrigerator über das Pumpengehäuse auf den an das Pumpengehäuse angeschlossenen Rezipienten überträgt. In vielen Fällen, z. B. bei der Verwendung von Kryopumpen an Elektronenmikroskopen, sind diese Vibrationen störend. Es ist deshalb bereits vorgeschlagen, Dämpfungseinrichtungen vorzusehen, welche die Übertragung der Vibrationen vom Refrigerator auf den am Pumpengehäuse befestigten Rezipienten verhindert. Die DE-OS 36 90 477

und die US-PS 4 363 217 offenbaren Dämpfungseinrichtungen mit Balgsystemen, die mit dämpfenden Mitteln, wie Elastomere, den Balg umfassende Dämpfungsmaterialien, Draht-Aufhängungssysteme, Magnetfelder usw., kombiniert sind. Dämpfungseinrichtungen dieser Art sind technisch aufwendig und platzraubend.

Aus der EU-A-19 426 ist es bekannt, eine Kryopumpe mittels eines Federbalges pendelnd am zugehörigen Rezipienten aufzuhängen. Auch diese Lösung setzt die Verwendung eines kostspieligen und empfindlichen Balges voraus. Außerdem ist sie dann nicht einsetzbar, wenn die Verdrängerbewegung in der Achse des Federbalges erfolgt.

Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine mit einem Refrigerator betriebene Einrichtung der eingangs genannten Art mit einer einfachen und dennoch besonders wirksamen Dämpfungseinrichtung auszurüsten.

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe dadurch gelöst, daß das am Gehäuse der Kryopumpe, des Kryostaten oder dergleichen vorgesehene Anschlußrohr oder das sich daran anschließende Refrigeratorgehäuse in Bezug auf seine jeweilige Längsachse quergeteilt ist und daß die beiden durch die Querteilung entstandenen Abschnitte über einen Ring aus gummielastischem Material miteinander verbunden sind. Bei einer derartigen, technisch einfachen Lösung übernimmt der Ring aus gummielastischem Material zwei Funktionen. Zum einen hat er die Funktion eines Dämpfers. Zum anderen kann mit Hilfe des Ringes eine vakuumdichte Verbindung der beiden durch die Querteilung entstandenen Abschnitte sichergestellt werden.

Als Material für den Ring kann Perbunan, Kautschuk (Natur-Kautschuk, Silikon-Kautschuk), Polyurethan usw. verwendet werden. Wesentlich ist, daß die vom Refrigerator erzeugten Vibrationen aufgrund der gummielastischen oder elastomeren Eigenschaften des verwendeten Materials nicht auf das Pumpengehäuse übertragen werden. Dazu müssen die elastomeren Eigenschaften des verwendeten Materials auf die Masse des vibrierenden Systems abgestimmt werden.

Weitere Vorteile und Einzelheiten der Erfindung sollen beispielsweise anhand einer in den Figuren 1 und 2 dargestellten Kryopumpe erläutert werden. Es zeigen

- Figur 1 eine Kryopumpe mit einem Dämpfungssystem nach der Erfindung und
- Figur 2 eine weitere Ausführungsform des Dämpfungssystems nach der Erfindung.

Die in Figur 1 dargestellte Kryopumpe 1 mit dem Gehäuse 2 umfaßt den zweistufigen Refrigerator 3, dessen Kältestufen mit 4 (erste, wärmere Stufe) und 5 (zweite, kältere Stufe) bezeichnet sind. An der ersten Stufe 4 ist die topfförmige Pumpflä-

che 6 gut wärmeleitend befestigt, so daß diese gemeinsam mit dem vom Topf 6 getragenen Baffle 7 den Innenraum 8 der Pumpe umschließt. Im Innenraum 8 befinden sich die Pumpflächen 9, die mit der zweiten Kältestufe 5 des Refrigerators 3 gut wärmeleitend verbunden sind. Das Gehäuse 2 der Kryopumpe 1 ist mit einem Flansch 11 ausgerüstet, der die Eintrittsöffnung der Kryopumpe bildet und mit dem die Kryopumpe 1 an einen nicht dargestellten Rezipienten, z. B. unter Zwischenschaltung eines Ventiles, angeschlossen wird.

Während des Pumpprozesses lagern sich die höhersiedenden Gase am Baffle 7 und an der topfförmigen Pumpfläche 6 an. Gase mit niedrigeren Siedepunkten, vorzugsweise Argon, und leichte Gase, vorzugsweise Wasserstoff, gelangen durch das Baffle 7 in den Innenraum 8. Die Pumpfläche 9 hat die Aufgabe, diese Gase anzulagern.

Das Pumpengehäuse 2 ist mit einem Anschlußrohr 12 ausgerüstet, das seinerseits den Flansch 13 trägt. An diesen Flansch 13 ist das zylindrische Gehäuse 14 des Refrigerators 3 mit seinem Flansch 15 vakuumdicht befestigt. Die Kältestufen 4 und 5 erstrecken sich axial durch das zylindrische Refrigeratorgehäuse 14 und das Anschlußrohr 12 bis in das Innere 8 des Pumpengehäuses 2.

Beim dargestellten Ausführungsbeispiel befindet sich unmittelbar unterhalb der Kältestufen 4, 5 eine Steuereinrichtung 16. Diese Einrichtung hat die Aufgabe, die Arbeitskammern und den Antrieb für die Verdränger 17, 18 in den Kältestufen 4, 5 mit Arbeitsgas zu versorgen. Das Arbeitsgas wird mit einem Kompressor bereitgestellt, der nicht dargestellt ist.

Bei der Kryopumpe nach Figur 1 ist das Gehäuse 14 des Refrigerators 3 in Höhe der ersten Kältestufe 4 in Bezug auf seine Längsachse quergeteilt. Die dadurch vorhandenen, voneinander beabstandeten Gehäuseabschnitte 21 und 22 sind über einen im Querschnitt rechteckförmigen Ring 23 aus gummielastischem Material miteinander verbunden. Der Ring 23 umgibt die beiden Abschnitte 21, 22 im Bereich ihrer Trennstelle 24. Seine Innenseite ist mit den äußeren Flächen der Abschnitte 21, 22 durch Kleben oder Vulkanisieren verbunden. Außen ist der Ring 23 - ebenfalls durch Kleben oder Vulkanisieren - mit einem Rohr 26 überzogen, wodurch ein Doppelschubfederelement entsteht. Der Ring 23 kann die beiden von ihm gewünschten Funktionen, dämpfende und vakuumdichte Verbindung, erfüllen. Die Bewegungen des schwingenden Systems (Refrigerator mit Steuereinrichtung 16, Kältestufen 4 und 5, Pumpflächen 6 und 8, Baffle 7) werden infolge des Vorhandenseins des Ringes 23 nicht auf den Gehäuseabschnitt 21 und damit nicht auf das Pumpengehäuse 2 übertragen. Die Trennstelle 24 kann auch im Bereich des Anschlußrohres 12 liegen.

Die Dämpfungswirkung des Ringes 23 hängt zum einen von den Eigenschaften des gewählten Materials (Elastizität, Dämpfung) sowie der geometrischen Gestaltung (Federsteifigkeit) und zum anderen von der Masse des schwingenden Systems ab. Durch Erhöhen der Masse wird die Eigenfrequenz W_c des schwingenden Systems reduziert, wodurch bei unterkritischer Abstimmung ($W/W_c < 1$) die Durchlässigkeit der Stöße minimiert wird. W ist die Erregerkreisfrequenz, also die Frequenz der oder oszillierenden Verdränger.

Aus den geschilderten Gründen kann es deshalb zweckmäßig sein, das schwingende System mit einem Zusatzgewicht auszurüsten. In den Figur 1 ist ein Zusatzgewicht 25 dargestellt. Es hat eine ringförmige Gestalt und umgibt den Elastomerring 23 mit dem äußeren Rohr 26 berührungsfrei. Es stützt sich auf einem Flansch 27 am unteren Abschnitt 22 des Refrigeratorgehäuses 14 ab und ist damit Bestandteil des schwingenden Systems. Ein Zusatzgewicht dieser Art nimmt nicht viel Raum in Anspruch und ist insbesondere dann zweckmäßig, wenn die Steuereinrichtung 16 separat angeordnet ist, ihre Masse also nicht Bestandteil des schwingenden Systems ist.

Beim Ausführungsbeispiel nach Figur 2 ist der untere Abschnitt 22 des Refrigeratorgehäuses 14 im Bereich der Trennstelle 24 mit einer sich radial nach außen erstreckenden Ringscheibe 28 ausgerüstet. Der Außenrand dieser Ringscheibe 28 trägt einen Rohrabschnitt 29, der den oberen Gehäuseabschnitt 21 des Refrigeratorgehäuses 14 konzentrisch umgibt. Der Elastomerring 23 befindet sich innerhalb des von den Rohrabschnitten 21 und 29 gebildeten Ringraumes 31. Die Außenseite des Ringes 23 ist mit der Innenseite des Rohrabschnittes 29 durch Kleben oder Vulkanisieren verbunden. Entsprechendes gilt für die Innenseite des Ringes 23 und die Außenseite des Gehäuseabschnittes 21. Während des Betriebs der Kryopumpe unterliegt der Ring 23 Scherkräften. Bei geeigneter Wahl des Ringmaterials und der Höhe des Ringes 23 können optimale Feder- und Dämpfungseigenschaften erreicht werden.

Die Figur 2 zeigt die Rohrabschnitte 21 und 29 in einer Stellung zueinander, die sie bei stillgelegter Kryopumpe einnehmen. In dieser Stellung liegt ein Klemmring 32, der sich in einer Innennut 33 am Rohrabschnitt 29 befindet, dem äußeren Rand einer Ringscheibe 34 auf, die außen am Ringabschnitt 21 befestigt, z. B. verschweißt ist. Klemmring 32 und Ringscheibe 34 verhindern, daß sich das schwingende System aufgrund der vom Ring 23 ausgeübten Rückstellkraft (Pfeil 35) weiter absenkt. Der Ring 23 steht unter einer Vorspannung. Klemmring 32 und Ringscheibe 34 haben die Aufgabe, die vom Ring 23 gebildete Schubfeder auf ca. 80 bis 90% der bei der vollständigen Evakuie-

rung entstehenden Kraft vorgespannt in Position zu halten.

Wird eine Kryopumpe mit einer Dämpfungseinrichtung dieser Art in Betrieb genommen, dann bewirkt das im Pumpengehäuse 2 entstehende Vakuum, daß sich nach dem Überschreiten der Vorspannkraft ein Spalt zwischen dem Klemmring 32 und der Ringscheibe 34 bildet, der so groß ist, daß die Amplituden der auftretenden Schwingungen nicht zu einem Anschlag führen. Durch die Vorspannung wird erreicht, daß die Verschiebung der im Gehäuse 2 befindlichen Bauteile infolge der Vakuumkraft sehr klein ist und somit das Material des Ringes 23 sehr weich bemessen werden kann. Zusätzlich kann es zweckmäßig sein, weitere Mittel zur Dämpfung der Schwingungen vorzusehen. Diese müssen sich auf einen Teil des schwingenden Systems und auf einen Teil des feststehenden Systems abstützen. Bei dem in Figur 1 dargestellten Ausführungsbeispiel ist zwischen der (feststehenden) Flanschverbindung 13/15 und dem oberen Rand des (schwingenden) Ringes 23 ein Dämpfungsmittel, z. B. ein aus Metallwolle bestehender Ring 37 vorgesehen. Dieser ist einfach, trägt zur Dämpfung bei und hat keinen störenden Platzbedarf.

Beim Ausführungsbeispiel nach Figur 2 ist noch eine im wesentlichen ringförmige Membran 36 vorgesehen, die sich im Bereich der Unterseite des Ringes 23 befindet und deren Innenkante mit dem Gehäuseabschnitt 21 und deren äußerer Rand mit dem Rohrabschnitt 29 verbunden, z. B. verschweißt ist. Eine Membran dieser Art schützt das elastomere Material des Ringes 23 vor aggressiven Gasen, die in die Pumpe gelangen können.

Patentansprüche

1. Mit einem Refrigerator (3) betriebene Einrichtung (1)
 - mit einem die zu kühlenden Bauteile (6, 9) aufnehmenden Gehäuse (2),
 - mit einem am Gehäuse (2) vorgesehenen Anschlußrohr (12), das mit dem Gehäuse (14) des Refrigerators (3) verbunden ist,
 - mit einem sich durch das Refrigeratorgehäuse (14) und das Anschlußrohr (12) erstreckenden Kälteerzeuger (4, 5), der mindestens eine zylindrische Arbeitskammer und einen darin oszillierenden Verdränger (17, 18) umfaßt und der an seinem kalten Ende die im Gehäuse (2) befindlichen Bauteile (6, 9) trägt,
 - sowie mit einer Dämpfungseinrichtung (23) zur Verhinderung der Übertragung der vom Refrigerator (3) erzeugten Vibrationen auf das Gehäuse (2),
dadurch gekennzeichnet,

daß das am Gehäuse (2) vorgesehene Anschlußrohr (12) oder das sich daran anschließende Refrigeratorgehäuse (14) in Bezug auf die jeweilige Längsachse quergeteilt ist und daß die beiden durch die Querteilung entstandenen Abschnitte (21, 22) über einen Ring (23) aus gummielastischem Material miteinander verbunden sind.

2. Einrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Ring (23) die beiden Abschnitte (21, 22) im Bereich ihrer Trennstelle (24) umfaßt und daß seine Außenseite mit einem Rohr (26) überzogen ist.
3. Einrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß einer der beiden Abschnitte (21 bzw. 22) mit einem Rohrabschnitt (29) ausgerüstet ist, der den anderen Gehäuseabschnitt (22 bzw. 21) konzentrisch umgibt und daß sich in dem von dem äußeren Rohrabschnitt (29) und dem jeweils inneren Rohrabschnitt (21, 22) gebildeten Ringraum (31) der Elastomerring (23) befindet.
4. Einrichtung nach Anspruch 1, 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß das schwingende System mit einem Zusatzgewicht (25) ausgerüstet ist.
5. Einrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß das Zusatzgewicht (25) ringförmige Gestalt hat und den Elastomerring (23) umgibt.
6. Einrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß für das schwingende System ein Anschlag (32, 34) vorgesehen ist.
7. Einrichtung nach den Ansprüchen 2 und 6, dadurch gekennzeichnet, daß der Anschlag (32, 34) von einem am äußeren Rohrabschnitt (29) festgelegten Klemmring und einer an dem inneren Gehäuseabschnitt (21, 22) befestigten Ringscheibe (34) gebildet wird.
8. Einrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die an den Innenraum des Refrigeratorgehäuses (14) angrenzende Oberfläche des Elastomerringes (23) mittels einer Membran (36) abgedeckt ist.
9. Einrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Ring (23) aus Perbunan, Kautschuk, Polyuret-

han oder einem ähnlichen Werkstoff besteht.

10. Einrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Ring (23) durch Kleben oder Vulkanisieren mit den angrenzenden Gehäuse- bzw. Rohrabschnitten (21, 22, 26, 29) verbunden ist. 5
11. Einrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß zusätzliche, sich auf einem feststehenden (13, 15) und auf einem schwingenden Teil (23) sich abstützende Dämpfungsmittel (37) vorgesehen sind. 10
15
12. Als Kryopumpe ausgebildete Einrichtung nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Refrigerator (3) zwei Kältestufen (4, 5) aufweist, daß an der ersten Stufe (4) eine topfförmige Pumpfläche (6) gut wärmeleitend befestigt ist, daß an der zweiten Kältestufe (5) sich im Pumpenraum (8) befindliche Pumpflächen (9) gut wärmeleitend befestigt sind und daß sich die Trennstelle (24) zwischen den Gehäuseabschnitten (21, 22) sowie der Elastomerring (23) in Höhe der ersten Kältestufe befinden. 20
25
30
35
40
45
50
55

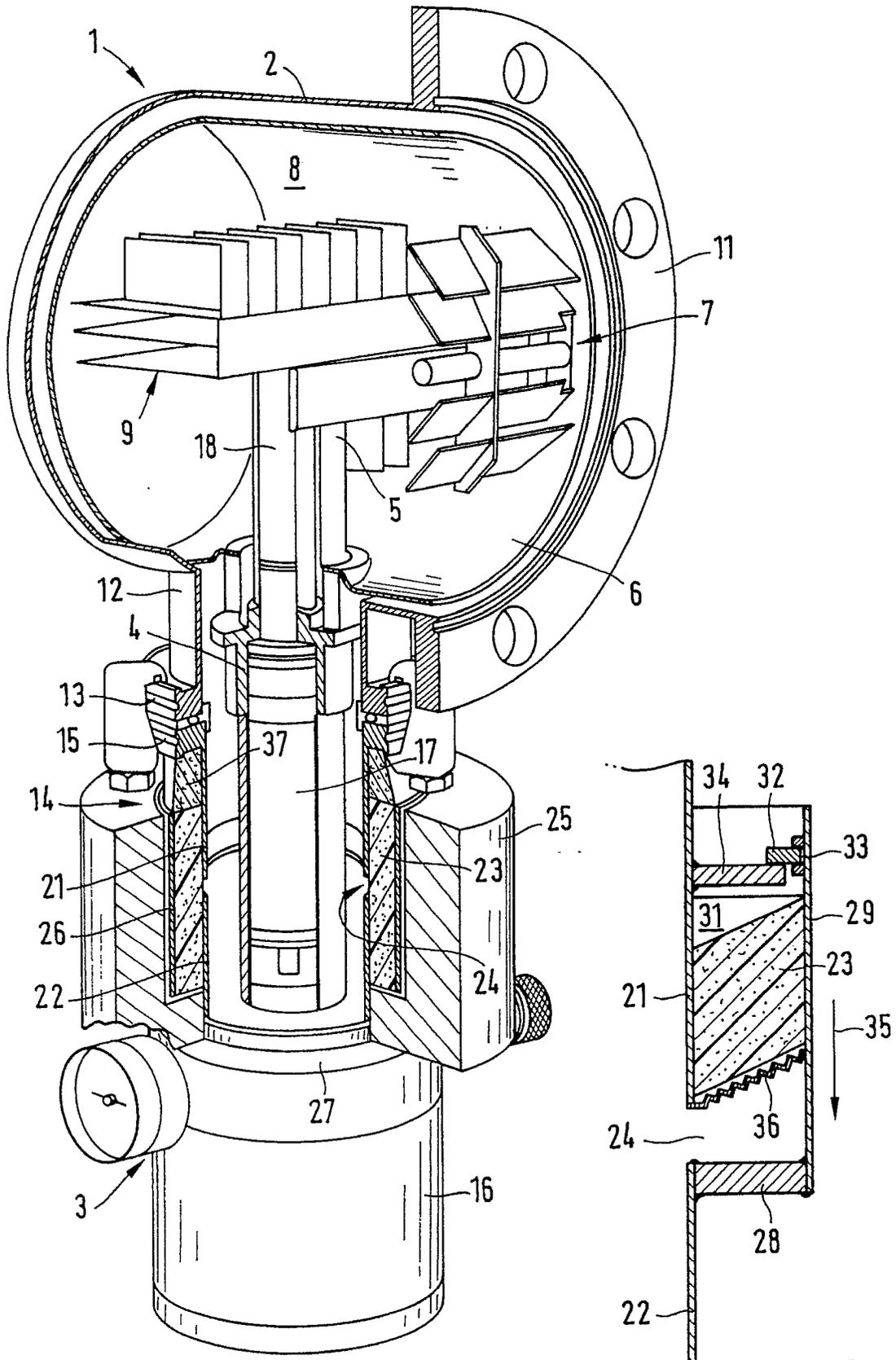


FIG. 1

FIG. 2



EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl.5)
A	US-A-4 833 899 (TUGAL) * Spalte 3, Zeile 67 - Spalte 4, Zeile 62 ** Spalte 6, Zeilen 18 - 40; Figuren 1-3, 7 * - - -	1,4,9,12	F 25 B 9/14 F 25 D 19/00 F 04 B 37/08
A	FR-A-7 764 50 (ATELIERS DE CONSTRUCTIONS ELECTRIQUES DE CHARLEROI) * das ganze Dokument * - - -	1,9	
A	US-A-4 363 217 (VENUTI) * Spalte 3, Zeile 13 - Spalte 4, Zeile 31 ** Figur 1 * - - -	1,4,5,12	
A	US-A-4 635 448 (FOURNIER) * Spalte 2, Zeilen 52 - 61; Figur 1 * - - -	1	
A	US-A-4 810 888 (BOSS) - - -		
A	WO-A-8 801 036 (HELIX) - - -		
A	EP-A-0 119 604 (AIR PRODUCTS AND CHEMICALS) - - - - -		
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl.5)
			F 25 B F 25 D F 16 F F 02 G F 04 B
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer	
Den Haag	21 November 90	BROMAN B.T.	
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: nichtschriftliche 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	