

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) Veröffentlichungsnummer: **0 445 503 A1**

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: **91100181.6**

(51) Int. Cl.⁵: **F04B 37/08**

(22) Anmeldetag: **08.01.91**

(30) Priorität: **03.03.90 DE 4006755**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
11.09.91 Patentblatt 91/37

(84) Benannte Vertragsstaaten:
CH DE FR GB IT LI NL

(71) Anmelder: **LEYBOLD AKTIENGESELLSCHAFT**
Wilhelm-Rohn-Strasse 25
W-6450 Hanau am Main 1(DE)

(72) Erfinder: **Häfner, Hans-Ulrich, Dr.**

Hauptstrasse 23

W-5000 Köln 50(DE)

Erfinder: **Klein, Hans-Hermann, Prof. Dr.**

Benrathweg 22a

W-6360 Friedberg(DE)

Erfinder: **Timm, Uwe, Prof. Dr.**

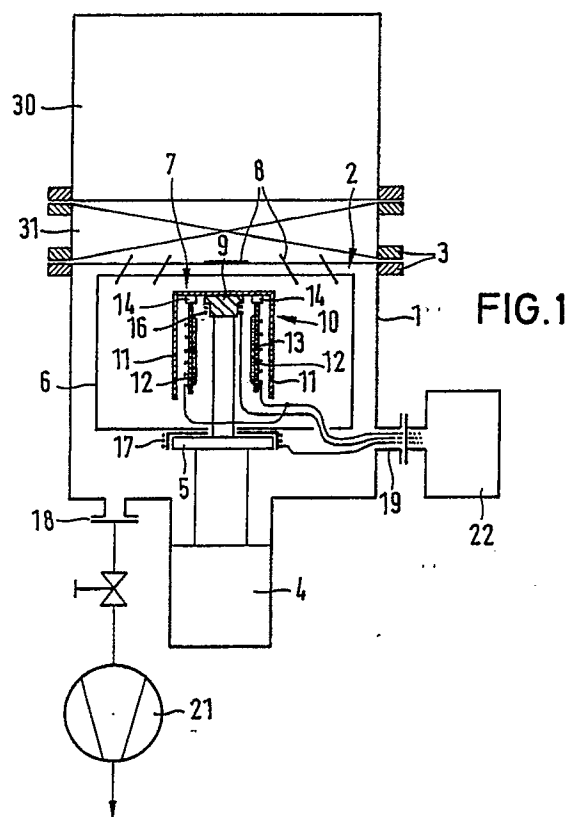
Oberlindau 81

W-6000 Frankfurt 1(DE)

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

(54) **Zweistufige Krypumppe.**

(57) Die Erfindung bezieht sich auf eine zweistufige Krypumppe mit an der zweiten (kälteren) Stufe (9) angeordneten Kondensations- und Adsorptionsflächen; um die Adsorptionsflächen (12, 13) partiell regenerieren zu können, wird vorgeschlagen, die Adsorptionsflächen (12, 13) derart an der zweiten Stufe (9) zu befestigen, daß sie beim partiellen Regenerierbetrieb gegenüber der zweiten Stufe (9) des Regenerators thermisch geschützt sind.



EP 0 445 503 A1

Die Erfindung bezieht sich auf eine zweistufige Kryopumpe mit an der zweiten (kälteren) Stufe angeordneten Kondensations- und Adsorptionsflächen. Eine zweistufige Kryopumpe dieser Art ist beispielsweise aus der DE-OS 35 12 614 bekannt.

Zweistufige Kryopumpen werden üblicherweise mit einem zweistufigen Refrigerator als Kältequelle betrieben. Die erste Stufe des Refrigerators nimmt während des Betriebes eine Temperatur von 60 bis 100 K an. Die mit dieser ersten Stufe des Refrigerators in gut wärmeleitender Verbindung stehenden Pumpflächen (Baffle, Strahlungsschirm für die zweite Stufe) dienen bevorzugt der Anlagerung von Gasen wie Wasserdampf, Kohlendioxid oder dgl. durch Kondensation.

An der zweiten Stufe des Refrigerators, welche während des Betriebs eine Temperatur von etwa 10 bis 20 K annimmt, sind weitere Pumpflächen angeordnet, die einen unmittelbar zugänglichen Bereich und einen mittelbar zugänglichen Bereich aufweisen. Der unmittelbar zugängliche Bereich dient bevorzugt der Entfernung von Gasen wie Stickstoff, Argon o. dgl. durch Kondensation. Der mittelbar zugängliche Bereich ist dazu bestimmt, leichte Gase, wie Wasserstoff oder Helium, zu entfernen, und zwar durch Adsorption. Dieser Pumpflächenbereich ist üblicherweise mit einem Adsorptionsmaterial, vorzugsweise Aktivkohle, belegt.

Bei den vorbekannten Kryopumpen ist die Kapazität der adsorbierenden Pumpflächen der zweiten Stufe relativ klein, verglichen mit der Kapazität der kondensierenden Pumpflächen der zweiten Stufe. Beim Einsatz dieser Kryopumpen in Sputteranlagen, in denen große Wasserstoffmengen anfallen, tritt deshalb häufig der Fall ein, daß die Adsorptionskapazität lange vor der Kondensationskapazität erschöpft ist. Es ist dann erforderlich, die Adsorptionsflächen zu regenerieren, wozu eine an der zweiten Stufe angeordnete Heizung eingeschaltet und dadurch die Stufe selbst und die Pumpflächen erwärmt werden. Eine Temperaturerhöhung auf mindestens 70 K, vorzugsweise 90 K, ist erforderlich, um eine vollständige Regeneration der Adsorptionsflächen zu erzielen. Da auch die Kondensationsflächen der zweiten Stufe diese Temperatur annehmen, ist es nicht vermeidbar, daß auch kondensierbare Gase, z. B. Argon, verdampfen, also gleichzeitig eine Regeneration der Kondensationsflächen der zweiten Stufe eingeleitet wird. Wird der Regenerationsprozeß unmittelbar nach der vollständigen, nur wenig Zeit in Anspruch nehmenden Regeneration der Adsorptionsflächen abgebrochen und die Rückkühlung der Pumpflächen der zweiten Stufe eingeleitet, dann sind die Kondensationsflächen der zweiten Stufe noch nicht vollständig regeneriert. Da das Adsorptionsmittel, vorzugsweise Aktivkohle, bei den höheren Temperaturen im Bereich 70 bis 90 K noch eine gute Adsorptionswahrschein-

lichkeit für besagte kondensierbare Gase (z. B. Ar) besitzt, kann ein solches Gas bei diesen Temperaturen von der Kondensationsfläche auf die Adsorptionsfläche hinüberwandern. Dieses kondensierbare Gas belegt somit bereits in der Rückkühlphase das Adsorptionsmittel und beeinträchtigt dabei die Adsorptionskapazität der Aktivkohle für leichte Gase, für die die Kapazität eigentlich vorbehalten bleiben soll. Um diese Beeinträchtigung zu vermeiden, ist es deshalb bei den vorbekannten Kryopumpen auch dann, wenn nur die Kapazität der Adsorptionsflächen erschöpft ist, erforderlich, einen langwierigen Regenerationsprozeß beider Pumpflächen der zweiten Stufe durchzuführen, obwohl dieses für die Kondensationsflächen noch lange nicht erforderlich gewesen wäre.

Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine zweistufige Kryopumpe der eingangs genannten Art zu schaffen, welche eine partielle Regenerierung der Pumpflächen für leichte Gase, wie Wasserstoff, Helium o. dgl., ermöglicht.

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe dadurch gelöst, daß sich die Adsorptionsflächen auf einem separaten, heizbaren Bauteil befinden und daß dieses Bauteil derart thermisch schaltbar zwischen zwei Stellungen ist, daß es in der ersten Stellung (Pumpbetrieb) einen thermischen Kontakt mit der zweiten Stufe des Refrigerators hat und daß es in der zweiten Stellung (Regenerierbetrieb) gegenüber der zweiten Stufe des Regenerators thermisch isoliert ist. Bei einer in dieser Weise ausgebildeten Konfiguration der Pumpflächen der zweiten Stufe kann die Regeneration der Adsorptionsflächen dann vorgenommen werden, wenn die Adsorptionsflächen mit der zweiten Stufe des Refrigerators keinen thermischen Kontakt haben. Während der Regeneration der Adsorptionsflächen tritt eine störende Temperaturerhöhung nicht auf. Ein Verdampfen bereits kondensierter Gase und damit die unerwünschten Umlagerungen sind vermieden. Bei dieser vorgeschlagenen Lösung sind allerdings mechanische Verstelleinrichtungen oder thermische Schalter für die Adsorptionsflächen erforderlich, die von außerhalb der Pumpe betätigbar sein müssen.

Eine andere Lösung der gestellten Aufgabe, bei welcher mechanische Hilfsmittel nicht erforderlich sind, besteht darin, daß sich die Adsorptionsflächen auf einem separaten, heizbaren Bauteil befinden und daß zwischen der zweiten Stufe und den Adsorptionsflächen ein Wärme flußwiderstand angeordnet ist. Auch bei einer in dieser Weise ausgebildeten Konfiguration der Pumpflächen der zweiten Stufe ist es möglich, die Adsorptionsflächen auf eine die Regeneration dieser Flächen ermöglichende Temperatur aufzuheizen, ohne daß diese Temperaturerhöhung die Temperatur der Kondensationsflächen maßgeblich beeinflußt. Der Wärme flußwiderstand verhindert, daß sich die Kondensa-

tionsflächen während der relativ kurzzeitigen Regeneration der Adsorptionsflächen auf Temperaturen aufheizen, die ein Verdampfen kondensierter Gase zur Folge haben. Da während des Normalbetriebs der Kryopumpe die Adsorptionsflächen keiner hohen thermischen Belastung unterliegen, ist der Einfluß des Wärmewiderstandes auf die Adsorptionseigenschaften vernachlässigbar.

Beide vorgeschlagenen Lösungen ermöglichen eine partielle Regenerierung der Adsorptionsflächen. Diese Regenerierung benötigt nur kurze Zeit, da zum einen die Desorption der leichten Gase relativ schnell abläuft und zum anderen die zweite Stufe selbst nicht mitaufgeheizt werden muß. Die Erfindung hat deshalb eine maßgebliche Verlängerung der Standzeit (Betriebsfähigkeit) einer Kryopumpe zwischen den wesentlich seltener notwendigen und zeitaufwendigen Regenerierprozessen der gesamten Pumpe zur Folge.

Weitere Vorteile und Einzelheiten der Erfindung sollen anhand von in den Figuren 1 bis 6 schematisch dargestellten Ausführungsbeispielen erläutert werden. Es zeigen

- Figur 1 eine Kryopumpe nach der Erfindung
- Figur 2 die Pumpflächen der zweiten Stufe nach dem Prinzip der Erfindung mit der zweiten Stufe gekoppelt,
- Figuren 3 bis 5 weitere Ausführungsbeispiele für die Konfiguration der Pumpflächen der zweiten Stufe und
- Figur 6 eine mechanische Lösung der erfindungsgemäßen Aufgabe.

Die in Figur 1 dargestellte Kryopumpe weist ein Gehäuse 1 mit einer Eintrittsöffnung 2 für die abzupumpenden Gase auf. An den Flansch 3 ist der zu evakuierende Rezipient 30 angeschlossen, und zwar über eine Absperreinrichtung 31.

In das Gehäuse 1 ragt von unten ein zweistufiger Refrigerator 4 hinein. An seiner ersten Stufe 5 ist eine topfförmige Abschirmung 6 gut wärmeleitend befestigt, deren etwa parallel zur Eintrittsöffnung 2 des Gehäuses 1 liegende Öffnung 7 mit einem Baffle ausgerüstet ist, das aus einem Metallstreifen 8 besteht. Die Abschirmung 6 und auch die Bafflestreifen 8 dienen als Pumpflächen für Gase wie Wasserdampf, Kohlendioxid o. dgl. In die Abschirmung 6 hinein ragt die zweite Stufe 9 des Refrigerators 4 hinein. Diese Stufe 9 trägt die insgesamt mit 10 bezeichneten Pumpflächen der zweiten Stufe. Diese umfassen insgesamt vier im wesentlichen parallel zueinander angeordnete, sich senkrecht zur Eintrittsöffnung 2 erstreckende Blechabschnitte, von denen die äußeren mit 11 und die inneren mit 12 bezeichnet sind. Die äußeren Blechabschnitte sind unmittelbar an der zweiten Stufe 9 des Refrigerators 4, also mit möglichst gutem Wärmekontakt, befestigt und bilden die Kondensations-Pumpflächen der zweiten Stufe.

Die inneren Blechabschnitte 12 sind auf ihren Innenseiten mit Aktivkohleschichten 13 versehen, welche die Adsorptionspumpflächen der zweiten Stufe bilden. Über schematisch dargestellte Wärmeflußwiderstände 14 stehen diese Pumpflächen mit der zweiten Stufe 9 des Refrigerators 4 in Verbindung. Außerdem sind die Adsorptionsflächen beheizbar. Sie sind dazu z. B. mit Folienheizelementen 15 ausgerüstet. Außerdem sind die beiden Stufen 5 und 9 des Refrigerators 4 mit Heizungen 16, 17 versehen. Mit Hilfe dieser Heizungen kann eine Regeneration der gesamten Pumpe durchgeführt werden.

Das Gehäuse 1 der dargestellten Kryopumpe ist mit zwei Anschlußstutzen 18 und 19 ausgerüstet. Mit dem Anschluß 18 ist eine Vorvakuumpumpe 21 verbunden. Der Anschlußstutzen 19 dient der Durchführung von Stromzuführungsleitungen zu den Heizungen 15, 16 und 17. Der Anschlußstutzen 19 dient weiterhin der Halterung einer Steuerung 22, über die die Heizungen 15, 16, 17 in Betrieb gesetzt werden.

Figur 2 zeigt das Prinzip der vorliegenden Erfindung. Wesentlich ist, daß zwischen den Kondensations-Pumpflächen 11 und der zweiten Stufe 9 des Refrigerators ein guter thermischer Kontakt (starke Ankopplung) besteht, während die Adsorptionspumpflächen über Wärmeflußwiderstände 14 mit der zweiten Kältestufe 9 kontaktiert sind (schwache Ankopplung). Die Größe der Wärmeflußwiderstände ist so bemessen, daß die relativ kurzzeitig ablaufende Regeneration der Adsorptionsflächen 12 mit ihrem Adsorptionsmaterial 13 durch Aufheizung mit Hilfe der Heizung 15 vorgenommen werden kann, ohne daß die Temperaturerhöhung der Adsorptionsflächen maßgeblichen Einfluß auf die zweite Stufe 9 und damit auf die Kondensationsflächen 11 hat. Der Regenerationsvorgang der Adsorptionsflächen muß abgeschlossen sein, bevor auf den Kondensationsflächen 11 kondensierbare Gase verdampfen. Diese Überlegungen sind maßgebend für die untere Grenze des Wertes der Wärmeflußwiderstände 14. In Bezug auf den oberen Grenzwert ist maßgebend, daß eine ausreichende und sichere Kühlung der Adsorptionsflächen 12 während des Normalbetriebs der Kryopumpe sichergestellt sein muß. Da die Adsorptionsflächen 12 während des Normalbetriebs thermisch nicht hochbelastet sind, stört die Existenz nicht zu höher Wärmeflußwiderstände 14 nicht. Das Vorhandensein der Wärmeflußwiderstände 14 hat lediglich zur Folge, daß die Adsorptionsflächen 12 nach der Inbetriebnahme oder nach einem Totalregenerationsprozeß verzögert ihre Betriebstemperatur erreichen. Diese Verzögerung ist jedoch in der Regel erwünscht, da dadurch eine frühe Belegung der Adsorptionsflächen 12 mit unerwünschten Gasen vermieden wird.

Beim Ausführungsbeispiel nach Figur 3 sind die abgewinkelten Abschnitte 24 der Kondensationsflächen 11 über einen Block 26 aus gut wärmeleitendem Werkstoff (beispielsweise Kupfer, das auch als Material für die Pumpflächen 11, 12 verwendet werden kann) mit der zweiten Stufe 9 des Refrigerators 4 kontaktiert. Mittels einer ebenfalls aus gut wärmeleitendem Material bestehenden Schraube 27 sind die Pumpflächen 11 und der Kupferblock 26 an der zweiten Stufe 9 in deren zentralen Bereich befestigt. Die Adsorptionsflächen sind seitlich neben dem Kupferblech 26 an der zweiten Stufe 9 befestigt, und zwar mit Hilfe von schlecht wärmeleitenden Bauteilen (Schrauben 28, Ringe 29, beispielsweise aus Edelstahl). Dadurch ist ein ausreichend großer Wärmeflußwiderstand vorhanden.

Figur 4 zeigt ein Ausführungsbeispiel, bei dem die Heizung 16 der zweiten Stufe 9 als Heizplatte ausgebildet ist. Dieser Heizplatte liegt der Kupferblock 26 unmittelbar auf. Für die Ausbildung des Wärmewiderstandes 14 sind zwei weitere Alternativen dargestellt. Bei der linken Adsorptionsfläche 12 ist die Dicke des diese Pumpfläche bildenden Blechabschnittes zwischen den adsorbierenden Bereich und der zweiten Kältestufe 9 reduziert. Der für die Wärmeleitung maßgebende Querschnitt ist dadurch wesentlich kleiner, so daß ein ausreichend großer Wärmeflußwiderstand vorhanden ist. Bei der rechten Adsorptions-Pumpfläche 12 ist die Querschnittsreduzierung zwischen dem abgewinkelten Abschnitt 25 und der eigentlichen Pumpfläche dadurch verwirklicht, daß lediglich zwei Stege 31 vorhanden sind (vgl. auch Figur 5).

Ein weiterer Unterschied zwischen den Ausführungsformen nach den Figuren 3 und 4 besteht noch darin, daß die den Adsorptionsflächen 12 zugeordneten Heizungen 15 als Folienheizelemente ausgebildet sind und daß auch die noch verbleibenden, den Kondensationsflächen 11 zugewandten Bereiche mit Schichten 13 aus Adsorptionsmaterial belegt sind. Die Kapazität der Adsorptionsflächen ist dadurch größer.

Bei der mechanischen Lösung nach Figur 6 sind die Kondensationsflächen 11 wieder mit Hilfe des Kupferblockes 26 stark an der Kältestufe 9 angekoppelt. In der dargestellten Version gilt dieses ebenfalls für die Adsorptionsflächen 12 mit ihren abgewinkelten Abschnitten 25. Dazu sind in die Kältestufe 9 eingeschraubte Bolzen 33 mit Spiralfedern 34 vorgesehen, welche die Adsorptionsflächen 12 an die Kältestufe 9 anpressen.

An den Adsorptionsflächen 12 ist ein Gestänge 35 befestigt, das durch die Abschirmung 6 und - mit Hilfe eines Federbalges 36 - vakuumdicht durch das Pumpengehäuse 1 nach außen geführt ist. Außerhalb der Pumpe ist ein Antrieb 37 - beim Ausführungsbeispiel nach Figur 6 ist schematisch

ein magnetischer Antrieb mit Spulen 38 und Magnet 39 dargestellt - mit dem Gestänge 35 derart gekoppelt, daß die Adsorptionsflächen 12 angehoben und damit vom der Kältestufe 9 abgekoppelt werden können. In dieser Stellung kann die gewünschte separate Regenerierung der Adsorptionsflächen 12 ohne maßgebliche Beeinträchtigung der übrigen Pumpflächen vorgenommen werden.

Anstelle des dargestellten Antriebs 37 können auch andere Antriebe - motorisch bewegter Exzenter, elektromagnetischer Antrieb, Bimetallschalter, pneumatische Vorrichtung, die ggf. durch den Dampfdruck einer geeigneten Flüssigkeit (z. B. LH_2) selbststeuernd ist, - verwendet werden. Bei geeigneter Werkstoffwahl kann der Antrieb 37 auch in die Pumpe verlegt werden. Voraussetzung ist beispielsweise für einen Bimetallantrieb, daß die gewünschten, das An- und Abkoppeln bewirkenden Formänderungen bei den Temperaturen auftreten, die im Bereich der Adsorptionsflächen 12 auftreten.

Patentansprüche

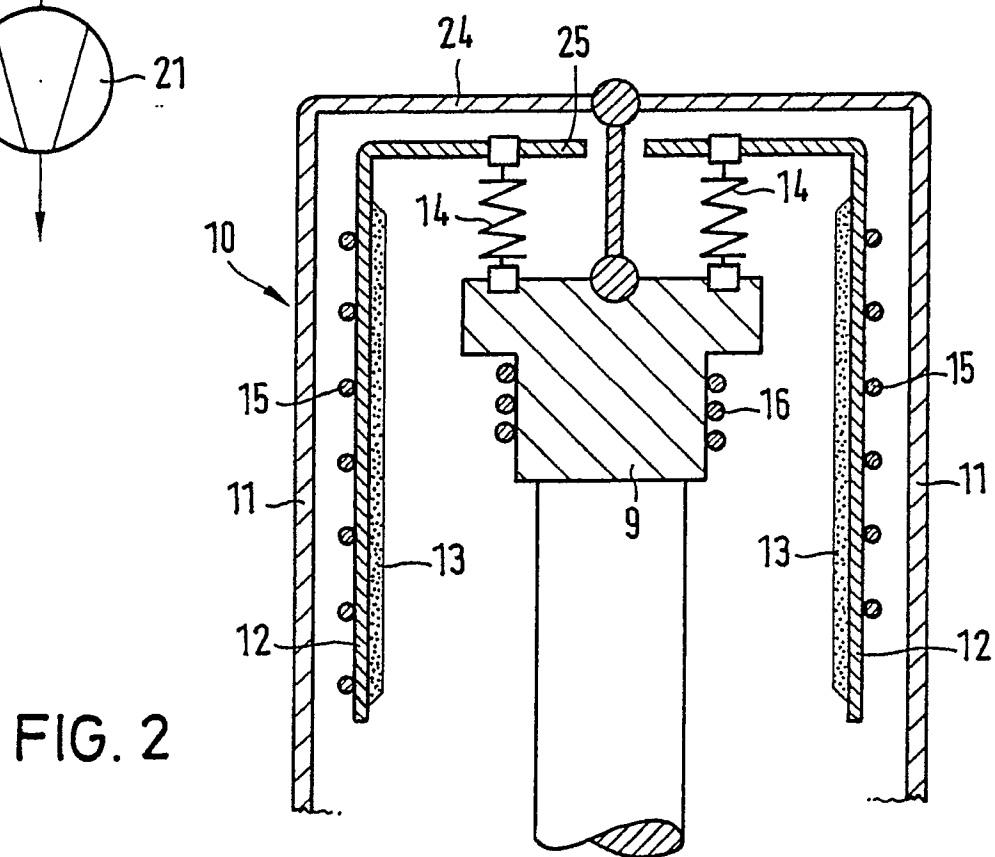
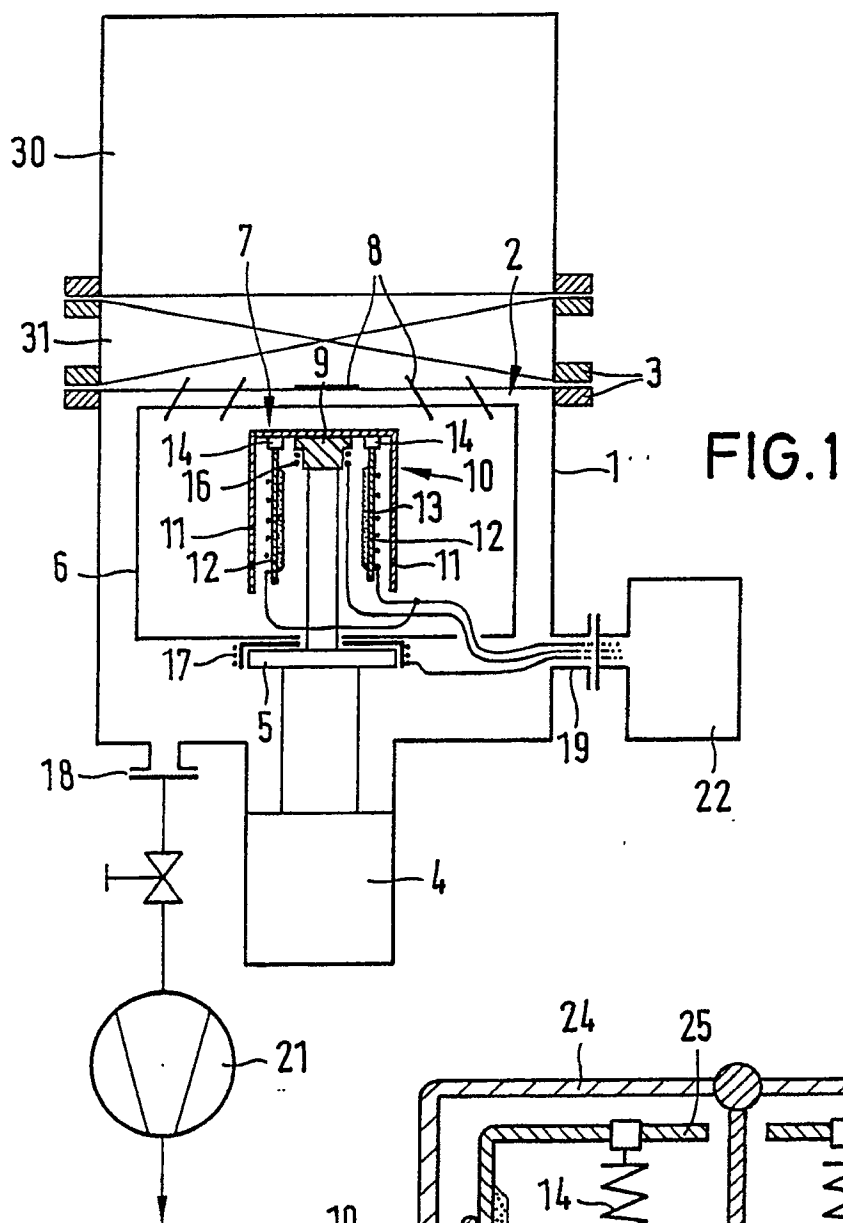
1. Zweistufige Kryopumpe mit an der zweiten (kälteren) Stufe (9) angeordneten Kondensations- und Adsorptionsflächen, dadurch gekennzeichnet, daß sich die Adsorptionsflächen (13) auf einem separaten, heizbaren Bauteil (12) befinden und daß dieses Bauteil derart thermisch schaltbar zwischen zwei Stellungen ist, daß es in der ersten Stellung (Pumpbetrieb) einen thermischen Kontakt mit der zweiten Stufe (9) des Refrigerators hat und daß es in der zweiten Stellung (Regenerierbetrieb) gegenüber der zweiten Stufe des Regenerators thermisch isoliert ist.
2. Kryopumpe nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Adsorptionsflächen (12, 13) mit Hilfe von mindestens einer Spiralfeder (34) an die zweite Kältestufe (9) angepreßt werden und daß ein Antrieb (37) zur Erzeugung einer der Kraft der Spiralfeder entgegengerichteten Kraft vorgesehen ist.
3. Kryopumpe nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß sich der Antrieb (37) außerhalb des Pumpengehäuses (1) befindet und daß der Antrieb und die Adsorptionsflächen über ein Gestänge (35) miteinander gekoppelt sind.
4. Zweistufige Kryopumpe mit an der zweiten (kälteren) Stufe (9) angeordneten Kondensations- und Adsorptionsflächen, dadurch gekennzeichnet, daß sich die Adsorptionsflächen (13) auf einem separaten, heizbaren Bauteil (12) befinden und daß zwischen der zweiten Stufe (9) und den Adsorptionsflächen

(13) ein Wärmeflußwiderstand (14) angeordnet ist.

5. Kryopumpe nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Pumpflächen der zweiten Stufe von vier sich im wesentlichen parallel zueinander und senkrecht zur Eintrittsöffnung (2) der Kryopumpe (1) erstreckenden Blechabschnitten gebildet werden, von denen die äußeren Blechabschnitte (11) die Kondensations-Pumpflächen bilden und die inneren Blechabschnitte (12) die Adsorptions-Pumpflächen (13) tragen. 5 10
6. Kryopumpe nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß nur die Innenseiten der inneren Blechabschnitte (12) mit Adsorptionsmaterial (13) belegt sind. 15
7. Kryopumpe nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß sowohl die Innenseiten als auch die Außenseiten der Blechabschnitte (12) mit Adsorptionsmaterial (13) belegt sind. 20
8. Kryopumpe nach einem der Ansprüche 4 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die die Pumpflächen bildenden Blechabschnitte (11, 12) abgewinkelte Abschnitte (24, 25) aufweisen, mit denen sie an der zweiten Stufe (9) des Refrigerators (4) befestigt sind. 25 30
9. Kryopumpe nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß zur Bildung einer starken Ankopplung des Kondensations-Pumpflächen an der zweiten Stufe (9) des Refrigerators (4) aus gut wärmeleitendem Werkstoff, beispielsweise Kupfer, bestehende Befestigungsmittel (Block 26, Schraube 27) vorgesehen sind. 35
10. Kryopumpe nach Anspruch 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, daß zur Bildung einer schwachen Ankopplung zwischen der Adsorptionsfläche (12) an der zweiten Stufe (9) des Refrigerators (4) aus schlecht wärmeleitendem Werkstoff, beispielsweise Edelstahl, bestehende Befestigungsmittel (Schrauben 28, Ringe 29) vorgesehen sind. 40 45
11. Kryopumpe nach einem der Ansprüche 4 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß die die Adsorptionsflächen (13) tragenden Blechabschnitte (12) zwischen ihren adsorbierenden Bereichen und dem Befestigungsort an der zweiten Kältestufe (9) einen reduzierten Querschnitt aufweisen. 50 55
12. Kryopumpe nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Dicke der Blechab-

schnitte reduziert ist.

13. Kryopumpe nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen den adsorbierenden Bereichen der Blechabschnitte (12) und dem Befestigungsort an der zweiten Stufe (9) Stege (31) ausgebildet sind.



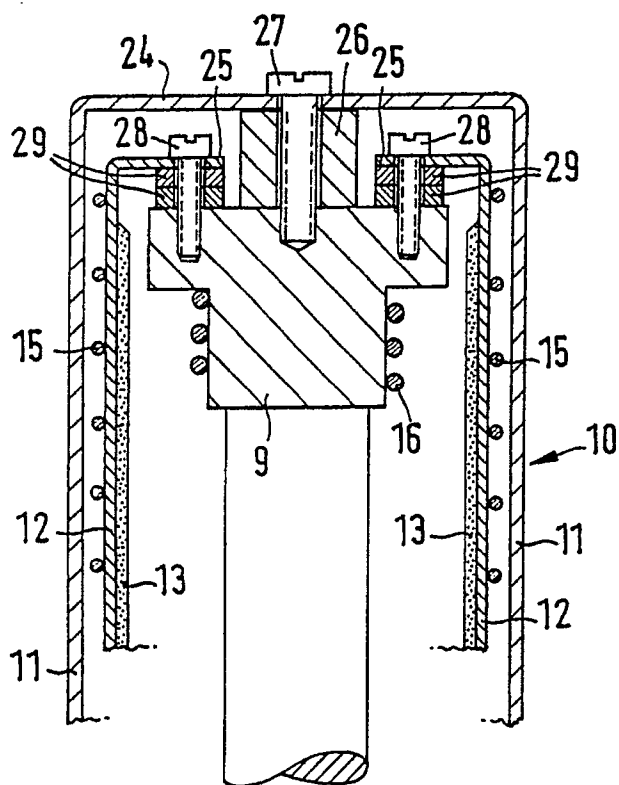


FIG. 3

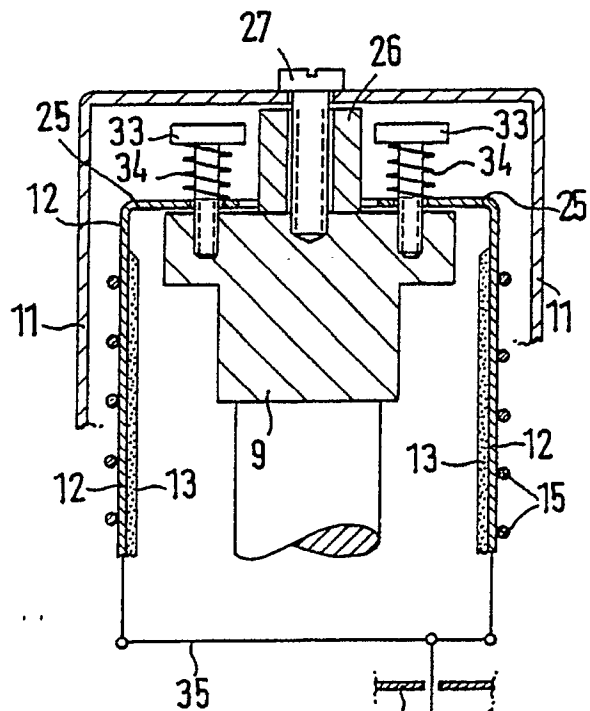


FIG. 6

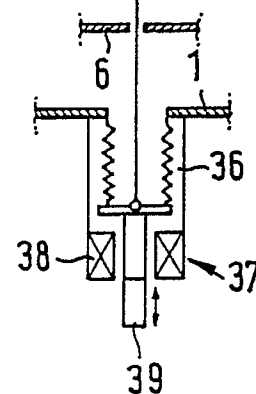


FIG. 5

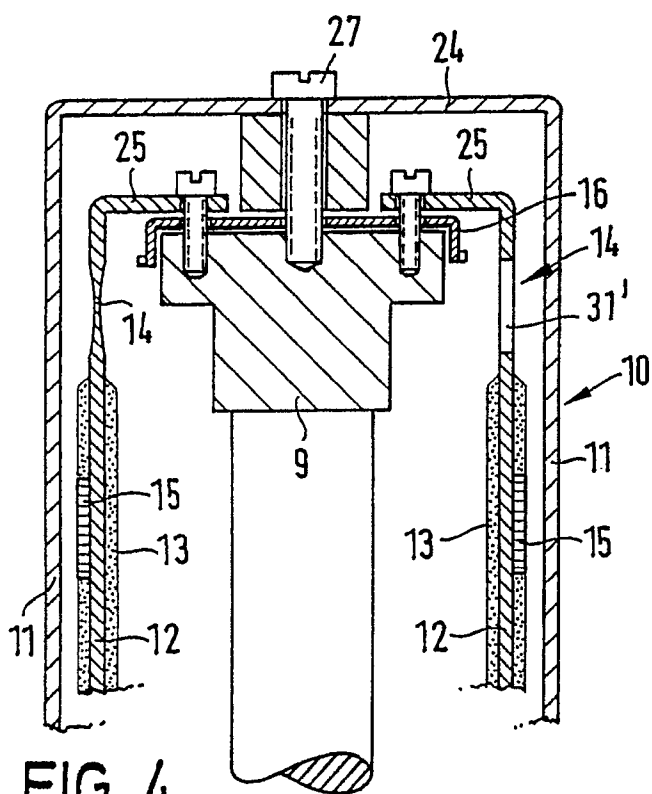


FIG. 4



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 91 10 0181

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl.5)
Y,A	FR-A-2 599 789 (L'AIR LIQUIDE) * Seite 2, Zeile 22 - Seite 6, Zeile 4; Figuren 1-8 * - - -	1,4,5,6,8	F 04 B 37/08
Y,A	FR-A-1 508 542 (ARTHUR D. LITTLE) * Seite 4, rechte Spalte, Absatz 3 - Seite 6, rechte Spalte, Absatz 2; Figuren 3-12 * - - -	1,4,9-13	
A	US-A-4 763 483 (OLSEN) * Spalte 3, Zeile 20 - Spalte 6, Zeile 34; Figur 1 * - - -	1-3,4,9,10	
A	CH-A-6 528 04 (BALZERS) * Seite 3, rechte Spalte, Zeile 25 - Seite 4, linke Spalte, Zeile 20; Figur 1 * - - -	1,3	
A,D	DE-A-3 512 614 (LEYBOLD-HERAEUS) * Seite 7, Zeile 25 - Seite 9, Zeile 6; Figur 1 * - - -	1,4,5,6,8	
A	EP-A-0 119 604 (AIR PRODUCTS AND CHEMICALS) * Seite 5, Zeile 8 - Seite 6, Zeile 16; Figur 1 * - - - - -	1,4	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl.5) F 04 B
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 16 Mai 91	Prüfer BERTRAND G.
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			