

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11)

Veröffentlichungsnummer:

0 394 452
A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG
veröffentlicht nach Art. 158 Abs. 3
EPÜ

(21)

Anmeldenummer: 89903490.4

(51)

Int. Cl.⁵: **F04B 37/02, F04B 37/08**

(22)

Anmeldetag: 10.02.89

(86)

Internationale Anmeldenummer:
PCT/SU89/00036

(87)

Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 89/08781 (21.09.89 89/23)

(30)

Priorität: 10.03.88 SU 4391234

(43)

Veröffentlichungstag der Anmeldung:
31.10.90 Patentblatt 90/44

(84)

Benannte Vertragsstaaten:
DE FR GB SE

(71)

Anmelder: **NAUCHNO-TEKHNICHESKOE**
OBIEDINENIE AKADEMII NAUK SSSR
pr. Ogorodnikova 26
Leningrad, 198103(SU)

(72)

Erfinder: **LARIN, Marxen Petrovich**
pr. Nauki, 29-78
Leningrad, 195256(SU)
Erfinder: **ALEXANDROV, Maxim Leonidovich**
pr. Engelsa, 63-3-89
Leningrad, 194017(SU)
Erfinder: **NIKOLAEV, Valery Ivanovich**
pr. Rentgena, 15/31-8
Leningrad, 197061(SU)

(74)

Vertreter: **Füchsle, Klaus, Dipl.-Ing. et al**
Hoffmann . Eitle & Partner Patentanwälte
Arabellastrasse 4
D-8000 München 81(DE)

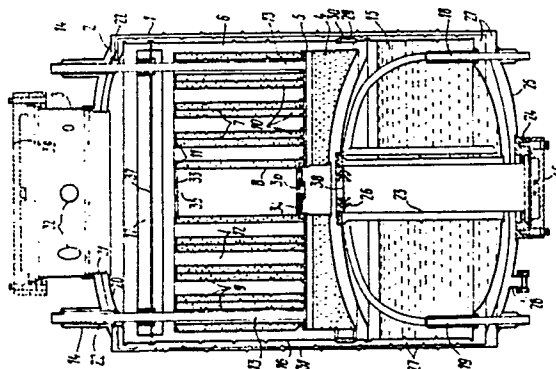
(54)

CRYOABSORPTIONSPUMPE.

EP 0 394 452 A1

(57)

Im Abpumpelement der Kryogenen Adsorptionspumpe ist Adsorptionsmittel in ringförmigen Hohlräumen (10) zwischen wärmeleitenden Zargen (6, 7, 8) und Zargen-porösen Schirmen (9) untergebracht ist, wobei die Zargen (6, 7, 8, 9) unter Sicherstellung eines Wärmekontaktes auf dem Deckel (5) des Kryomittelgefäßes (4) befestigt sind.



KRYOGENE ADSORPTIONSPUMPE

Gebiet der Technik

Die Erfindung bezieht sich auf Vakuumtechnik und insbesondere auf kryogene Adsorptionspumpen und kann zur Erzeugung eines ultrareinen ölfreien Vakuums in einem Druckbereich von 10^2 bis 10^{-7} Pa beim Evakuieren beliebiger Gase, Helium ausgenommen, darunter auch aggressiver, in Kammern verschiedener Zweckbestimmung mit einem Volumen von $0,01 \text{ m}^3$ bis auf mehrere Hunderte Kubikmeter verwendet werden.

Vorhergehender Stand der Technik

Es ist eine kryogene Adsorptionspumpe mit einem Abpump-
element bekannt (SU, A, 1333833), das aus einem ringförmigen
Gefäß mit Flüssigstickstoff, einem porösen Schirm, der koaxi-
al mit dem Gefäß in einem Raum angeordnet ist, der durch die
innere Seitenfläche des Gefäßes umschlossen ist, und einem
Adsorptionsmittel besteht, das in einem Spalt zwischen der
inneren Seitenfläche des Gefäßes und dem porösen Schirm un-
tergebracht ist.

Ein Nachteil dieser Pumpe besteht darin, daß bei der
Flüssigstickstofftemperatur das Adsorptionsmittel eine klei-
ne Sorptionsfähigkeit bei niedrigen (unter 10^{-3} - 10^{-4} Pa)
Gleichgewichtsdrücken der adsorbierbaren Gase aufweist. De-
shalb kann die Pumpe keine Grenzdrücke unter 10^{-3} Pa sogar
nach einer kurzzeitigen Gasbelastung erzielen. Zur Steige-
rung der Sorptionsfähigkeit der Pumpe verwendet man eine
Kühlung des Adsorptionsmittels durch Feststickstoff bis zu
einer Temperatur von 55-50 K. Es gelingt aber nicht, diese
Temperatur des Adsorptionsmittels im Laufe einer längeren
Zeit infolge einer größeren eigenen Wärmezufuhr ins Gefäß
mit Stickstoff aufrechtzuerhalten, was eine schnelle Erwär-
mung des Feststickstoffes bewirkt, nachdem ein Abpumpen
seiner Dämpfe beendet worden ist. Ein Betrieb der Pumpe
wird dadurch erschwert, daß man des öfteren das Gefäß mit
Flüssigstickstoff aufzufüllen und dessen Dämpfe wiederholt
abzupumpen hat.

Bekannt ist weiterhin eine kryogene Adsorptionspumpe

(Zhurnal tekhnicheskoi fiziki, Band 28, Heft 10, 1988, Oktober, Nauka (Leningrader Zweigstelle), M.P. Larin "Kondensatsionno-adsorptionsnaya i sorbtsionnaya otkachka pri temperaturakh tverdogo azota", S. 2026 bis 2039) mit einem Gehäuse mit einem Deckel, der mit einem Eingangsstutzen zum Anschluß eines zu evakuierenden Volumens versehen ist, und den im Gehäuse untergebrachten einem Abpumpelement und einem gekühlten Strahlungsschirm, der das Abpumpelement umschließt. Das Abpumpelement ist als ein ringförmiges Gefäß für Kryomittel ausgeführt und enthält die in einem Raum, der durch die innere Gefäßwand abgegrenzt ist, coaxial damit angeordneten perforierten wärmeleitenden Zargen und Zargen-poröse Schirme. Der Gefäßboden, die wärmeleitenden Zargen und die Zargen-porösen Schirme sind an einen scheibenförmigen Wärmeleiter angeschweißt, damit ein Wärmekontakt zwischen dem Gefäß und den wärmeleitenden Zargen sichergestellt wird. Zwei Zargen-poröse Schirme sind beiderseits der Gefäßwände und die sonstigen beiderseits der wärmeleitenden Zargen angeordnet, dabei sind ringförmige Räume zwischen den Gefäßwänden und den Zargen-porösen Schirmen, sowie ringförmige Räume zwischen den wärmeleitenden Zargen und den diesen nächstliegenden Zargen-porösen Schirmen durch Adsorptionsmittel gefüllt. Von oben sind die besagten Räume durch Ringe abgedeckt. Ringförmige Hohlräume zwischen benachbarten Zargen-porösen Schirmen stehen mit dem Eingangsstutzen der Pumpe in Verbindung. Das Kryomittelgefäß hat einen ringförmigen Deckel mit zwei Rohren, mit deren Hilfe in das Gefäß Kryomittel eingefüllt und dessen Dämpfe evakuiert werden. Diese Rohre sind mit den oberen Enden am Gehäusedeckel befestigt.

30 In dieser Pumpe ist durch Einführung eines durch Flüssigstickstoff gekühlten Strahlungsschirms eine Wärmezufuhr vom Gehäuse zum Abpumpelement bedeutend vermindert.

Zur Steigerung der Adsorptionskapazität einer Pumpe, die eine der wesentlichsten Abpumpkennlinien der Pumpe ist, soll bei vorliegenden Pumpenabmessungen das Adsorptionsmittel ein so großes Volumen besetzen, wie es nur möglich ist, und zur Steigerung einer Wirkungsschnelligkeit der Pumpe

soll die Oberfläche des Adsorptionsmittels und der porösen Schirme so groß wie nur möglich sein. In der beschriebenen Pumpe sind Hohlräume mit einem Adsorptionsmittel durch das Gefäß des Abpumpelementes mit Ausnahme eines äußeren Hohl-
5 raums umschlossen, der an die äußere Seitenfläche des Gefäßes angeschlossen ist. Anders gesagt nimmt das Kryomittelgefäß einen verhältnismäßig großen Volumenteil des Abpumpelementes in Anspruch, der keine unmittelbare Teilnahme am Abpumpvorgang hat, obwohl er Adsorptionsmittel und poröse
10 Schirme aufnehmen könnte. Was den das Gefäß umschließenden Außenhohlraum mit Adsorptionsmittel betrifft, weist er eine niedrige Wirksamkeit infolge niedriger Leitfähigkeit eines Spiegels zwischen ihm und einem Strahlungsschirm auf. Aus diesem Grunde besitzt die besagte kryogene Pumpe eine nur unzu-
15 reichende Sorptionskapazität bzw. Wirkungsschnelligkeit.

Offenbarung der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine kryogene Adsorptionspumpe zu schaffen, in deren Abpumpelement wärmeleitende Zargen und Zargen-poröse Schirme gegenüber dem Ge-
20 fäß für Kryomittel, das ein sich in Hohlräumen zwischen den besagten Zargen befindenden Adsorptionsmittel abkühlt, so angeordnet sind, daß das Volumen dieser Hohlräume und die Oberfläche der Zargen-porösen Schirme vergrößert werden, im Ergebnis wovon die Adsorptionskapazität der Pumpe und deren
25 Wirkungsschnelligkeit gesteigert werden.

Diese Aufgabe wird bei einer kryogenen Adsorptionspumpe mit einem durch einen abgekühlten Strahlungsschirm umschlossenen Abpumpelement, das ein Adsorptionsmittel, das in den durch koaxial angeordnete wärmeleitende Zargen und Zargen-
30 -poröse Schirme gebildeten ringförmigen Hohlräumen untergebracht ist, und ein Kryomittelgefäß aufweist, das in Wärmekontakt mit den besagten Zargen steht und einen Deckel hat, erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß die wärmeleitenden Zargen und die Zargen-porösen Schirme auf dem Deckel des Kryomittelgefäßes befestigt sind.
35

Eine Befestigung der wärmeleitenden Zargen und der Zargen-porösen Schirme am Deckel des Kryomittelgefäßes des Ab-

pumpelementes macht es möglich, daß dieses Gefäß aus dem Sorptionsbereich unter den sorbierenden Teil der Pumpe verlegt wird. Dabei kann man den Durchmesser der wärmeleitenden Zargen und der Zargen-porösen Schirme vergrößern, wodurch die Oberfläche der porösen Schirme und folglich die Wirkungsschnelligkeit der Pumpe gesteigert werden. Bei Vergrößerung des Durchmessers der wärmeleitenden Zargen und der Zargen-porösen Schirme wird auch eine Volumenvergrößerung der Hohlräume mit einem Adsorptionsmittel, d.h. dessen Menge erzielt, wodurch die Sorptionskapazität einer Pumpe gesteigert wird.

Kurze Beschreibung der Zeichnung

Nachstehend wird die Erfindung anhand einer ausführlichen Beschreibung der beste Variante deren Durchführung unter Bezugnahme auf eine Zeichnung näher erläutert, worin die erfindungsgemäße kryogene Adsorptionspumpe im Längsschnitt dargestellt ist.

Beste Ausführungsvariante der Erfindung

Die erfindungsgemäße kryogene Adsorptionspumpe hat ein Gehäuse 1 mit einem Deckel 2, der mit einem Eingangsstutzen 3 versehen ist. Im Gehäuse 1 befindet sich ein Abpumpelement, das ein toroidförmiges Kryomittelgefäß 4 enthält, an dessen Deckel 5 koaxial angeordnete wärmeleitende Zargen 6, 7, 8 und Zargen-poröse Schirme 9 angeschweißt sind. Die äußere 6 und die innere 8 wärmeleitende Zarge sind aus einem dichten Blechmaterial hergestellt und sonstige wärmeleitende Zargen 7 sind perforiert. Als Stoff für die Zargen 9 kann z.B. poröses Kupfer verwendet werden. Der äußere poröse Schirm 9 ist auf der Innenseite der wärmeleitenden Zarge 6, der innere poröse Schirm auf der Außenseite der wärmeleitenden Zarge 8 und die anderen porösen Schirme 9 sind beiderseits der perforierten Wärmeleiter 7 angeordnet. Ringräume 10 zwischen den wärmeleitenden Zargen 6, 7, 8 und den an diese angrenzenden porösen Schirmen 9 sind mit einem Adsorptionsmittel, z.B. mit Aktivkohle gefüllt. Eine Lochung in den Wärmeleitern 7, die durch Adsorptionsmittel von den beiden Seiten umschlossen sind, ist zur Beschleunigung eines Ausgleichs-

vorgangs des Gleichgewichtsgasdrucks über dem Adsorptionsmittel ausgeführt. Von oben sind die Hohlräume 10 durch Ringe 11 abgedeckt. Ringräume 12 zwischen benachbarten porösen Schirmen 9 dienen zum Durchgehen der evakuierten Gase.

5 Am Deckel 5 des Gefäßes 4 sind zwei Rohre 13 luftdicht angeschweißt, die mit seinem Hohlraum in Verbindung stehen. Die oberen Enden dieser Rohre 13 sind aus dem Gehäuse 1 hinausgeführt und in dessen Deckel 2 mit Hilfe von Stutzen 14 befestigt. Die Rohre 13 dienen zum Kryomittelfüllen in
10 Gefäß 4 und zum Evakuieren der Kryomitteldämpfe zur Senkung der Kryomitteltemperatur im Gefäß 4.

Das Abpumpelement ist durch einen Strahlungsschirm zur Verminderung einer Wärmezufuhr durch Strahlung vom Gehäuse 1 umschlossen. Der Strahlungsschirm enthält ein toroidförmiges
15 Kryomittelgefäß 15, eine Zarge 16 und einen Pfeilschirm 17. Das Gefäß 4 des Abpumpelementes angeordnet, und Zarge 16 ist an ihrem unteren Teil am Gefäß 15 luftdicht befestigt. In das Gefäß 15 sind zwei Rohre 18 und 19 eingeführt, von denen das Rohr 18 zum Kryomittelfüllen in das Gefäß 15 und das
20 Rohr 19 zum Entweichen der Kryomitteldämpfe dient. In ihrem oberen Teil hat die Zarge 16 einen Deckel 20, der über eine als Wellrohr ausgeführte Wärmebrücke 21 an den Eingangsstutzen 3 angeschlossen ist. Am Deckel 20 der Zarge 16 sind Stutzen 22 angeschweißt, deren obere Enden mit den Rohren 13 und
25 den Stutzen 14 vakuumdicht verschweißt sind. Der Pfeilschirm 17 ist zwischen dem Abpumpelement und dem Eingangsstutzen angeordnet und bei einem guten Wärmekontakt am oberen Teil der Zarge 16 befestigt.

Im Inneren des Gefäßes 15 des Strahlungsschirms ist ein
30 dünnwandiges Rohr 23 angeordnet, dessen unteres Ende an einen Flansch 24, der am Boden 25 des Gehäuses 1 befestigt ist, und oberes Ende an den Deckel des Gefäßes 15 angeschweißt ist. Der Querschnitt des Rohrs 23 ist in dessen Oberteil durch einen Pfeilschirm 26 überdeckt.

35 Ein Raum, der durch die Zarge 16, eine Außenwand des Gefäßes 15, den Boden dieses Gefäßes, dessen Innenwand, das Rohr 23 und das Gehäuse 1 begrenzt ist, bildet einen Hohlraum 27 des sogenannten Schutzvakuums, das eine durch einen Wär-

meaustausch durch Restgase in diesem Raum bedingte Wärmezufuhr vom Gehäuse 1 zum Abpumpelement vermindert. Dieser Hohlraum 27 kann über einen Stutzen 28 evakuiert werden, der z.B. am Boden 25 des Gehäuses 1 angeordnet sein kann. Damit
5 im Betriebszustand ein erforderlicher Vakuumpegel im Hohlraum 27 aufrechterhalten wird, weist die Zarge 16 eine ringförmige Aussparung 29 mit Adsorptionsmittel auf, die durch einen porösen Schirm 30 überdeckt ist.

Zwischen dem Gehäuse 1 und dem Strahlungsschirm ist ein
10 zusätzlicher Schirm 31 angeordnet, der eine Wärmezufuhr durch Strahlung vom Gehäuse 1 zum Strahlungsschirm herabsetzt.

Auf einer Seitenwand des Eingangsstutzens 3 sind zwei Stutzen 32 vorhanden, von denen der eine zum Anschluß einer Vorvakuumpumpe über ein Ventil und der andere zum Anschluß
15 eines manometrischen Meßwandlers zur Kontrolle eines Vakuumpegels im Eingangsstutzen 3 dient.

Im Kanal der Pumpe sind längs dessen Achse Scheiben 33 und 34 mit Öffnungen 35 bzw. 36 angeordnet, und die Pfeilschirme 17 und 26 weisen Öffnungen 37 bzw. 38 zum Durchgreifen einer Transportstange auf, die mit Hilfe einer Gewindeverbindung in der Öffnung 36 der Scheibe 34 und in Blindflanschen 39, 40 befestigt wird.
20

Alle Oberflächen der Pumpenelemente, Oberflächen der Pfeilschirme 17 und 26 ausgenommen, die dem zu evakuierenden
25 Volumen zugekehrt sind, weisen einen zweischichtigen Überzug aus dichter Aluminiumschicht mit einer Dicke nicht unter 1 μm und aus Aluminiumoxidschicht mit einer Dicke von 2 bis 20 nm auf. Die Pfeilschirme 17 und 26 haben einen Überzug mit einer Dicke nicht unter 150 μm mit einem Schwärzungsgrad nicht
30 unter 0,99 in einem Wellenlängenbereich 2 bis 200 μm .

Die erfindungsgemäße Pumpe funktioniert wie folgt.

An den Eingangsstutzen 3 schließt man unmittelbar oder über einen (nicht eingezeichneten) Verschuß eine zu evakuierende (nicht eingezeichnete) Arbeitskammer an. An den
35 Stutzen 28 schließt man über ein (nicht eingezeichnetes) Ventil mit einer Metalledichtung eine mechanische (nicht eingezeichnete) Vorvakuumpumpe und evakuiert den Schutzvakuumraum 27, bis darin ein Druck von ca. 100 bis 40 Pa erzielt

wird. Danach evakuiert man über einen der Ventile 32 und über ein (nicht eingezeichnetes) Ventil den Pumpenraum und die Arbeitskammer, falls diese an die Pumpe unmittelbar angeschlossen ist, bis zu einem Druck von auch ca. 100 bis 40 Pa.

5 Ins Gefäß 15 des Strahlungsschirms füllt man über das Rohr 18 ein Kryomittel, z.B. Flüssigstickstoff ein. Bei einer Abkühlung des Gefäßes 15 kühlt sich auch Adsorptionsmittel ab, das sich in der ringförmigen Aussparung 29 der Zarge 16 befindet, was eine Drucksenkung im Raum 27 bis zu 10^{-4} bis

10 10^{-5} Pa und darunter und eine starke Verminderung eines Wärmeaustauschs durch Restgasen zwischen dem Gehäuse 1 und dem Strahlungsschirm bewirkt.

Dann füllt man in das Gefäß 4 des Abpumpelementes über eines der Rohre 13 Kryomittel ein, das eine Temperatur unter

15 jener des Kryomittels im Gefäß 15 hat, z.B. Flüssigwasserstoff bzw. -helium, oder dasselbe Kryomittel, z.B. Flüssigstickstoff. Im letzteren Falle wird eine Senkung der Kryomitteltemperatur im Gefäß 4 durch ein Evakuieren der Kryomitteldämpfe mit Hilfe der mechanischen Vorvakuumpumpe erzielt,

20 die an die Rohre 13 angeschlossen ist. Bei einer Leistung der Vorvakuumpumpe von z.B. 16 l/s gelingt es nach zwei Stunden deren Betriebs die Temperatur des gefrorenen Stickstoffes bis zu ca. 55 K und nach weiteren vier Stunden bis zu 50 K und darunter zu senken.

25 Gleichzeitig mit dem Gefäß 4 wird über die Wärmeleiter 6, 7 und 8 Adsorptionsmittel gekühlt, das sich in ringförmigen Hohlräumen 10 des Abpumpelementes befindet. Adsorptionsmittel schluckt die aus der Arbeitskammer kommenden Gase und stellt einen Grenzdruck von 10^{-7} Pa und darunter sicher. Bei

30 einer Temperatur des Adsorptionsmittels von ca. 50 K steigt dessen Sorptionsfähigkeit um mehrere Größenordnungen im Vergleich mit jener bei einer Temperatur von 77,4 K, d.h. ein Gleichgewichtsdruck wird nach Adsorption ein und derselben Gasmenge um 3 bis 4 Größenordnungen gesenkt. Nachdem die

35 vorstehend angegebenen Arbeitsgänge ausgeführt worden sind, ist die Pumpe betriebsbereit und die Arbeitskammer kann evakuiert werden. Nicht adsorbierbare Gase (Helium, Neon) werden mit Hilfe einer (nicht eingezeichneten) Ionenzerstäuberpumpe

entfernt, die am Flansch 24 angeschlossen wird.

Da Hohlräume 10 mit Adsorptionsmittel über den praktisch ganzen Querschnitt der Pumpe in einem Bereich, der durch die Zarge 16 des Strahlungsschirms umschlossen ist, verteilt sind, werden die gesamte Oberfläche der porösen Schirme 9, das Volumen der Hohlräume 10 mit Adsorptionsmittel und die Querschnittsfläche der Hohlräume 12 zum Durchströmen der evakuierten Gase zwischen den benachbarten porösen Schirmen 9 vergrößert. Im Ergebnis davon wird die Wirkungsschnelligkeit der Pumpe mit der erfindungsgemäßen Konstruktion ungefähr um 30% und deren Sorptionskapazität ungefähr um 15% im Vergleich mit der bekannten Pumpe (Zhurnal tekhnicheskoi fiziki, Band 58, Heft 10, 1988, Oktober, Nauka (Leningrader Zweigstelle) M.P.Larin "Kondensatsionno-adsorbtsionnaya i sorbtsionnaya otkachka pri temperaturakh tverdogo azota", S. 2026 bis 2039) bei den mit dieser Pumpe gleichen Abmessungen gesteigert.

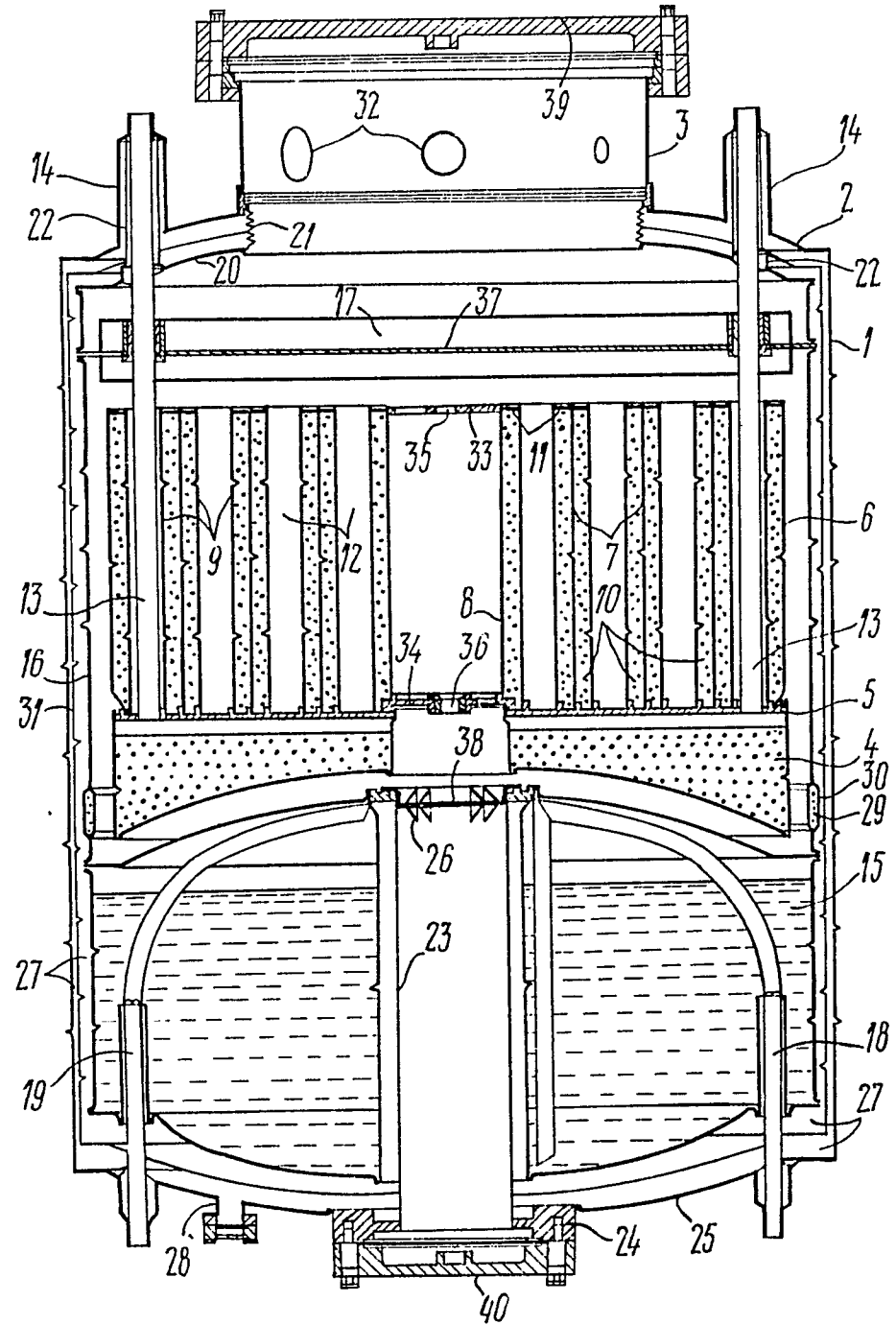
Ein zusätzlicher Vorteil der Erfindung, der durch Anordnung der Wärmeleitungen 6, 7, 8 und der porösen Schirme 9 am Deckel 5 des Gefäßes 4 des Abpumpelementes bedingt ist, besteht darin, daß die Rohre 13 des Gefäßes 4 eine größere Länge haben als in der bekannten Pumpe, Infolgedessen wird eine Wärmezufuhr über sie in das Gefäß 4 vermindert. Damit die erforderliche Schnelligkeit beim Absaugen der Stickstoffdämpfe aus dem Gefäß 4 sichergestellt ist, kann der Durchmesser der Rohre 13 vergrößert werden.

Industrielle Anwendbarkeit

Die Erfindung kann zum Evakuieren von Anlagen zum Bedampfen und plasmachemischen Anlagen z.B. in der Elektronenindustrie, sowie zur Erzeugung eines ultrareinen ölfreien Vakuums in einem Druckbereich von 10^2 bis 10^{-7} Pa bei Lösung mehrerer Aufgaben in der Vakuumtechnik zum Einsatz kommen.

PATENTANSTRICH

Kryogene Adsorptionspumpe mit einem durch einen gekühl-
ten Strahlungsschirm umschlossenen Abpumpelement, das ein in
ringförmigen Hohlräumen (10), die durch coaxial angeordnete
5 wärmeleitende Zargen (6, 7, 8) und Zargen- poröse Schirme
(9) gebildet sind, untergebachtes Adsorptionsmittel und ein
Kryomittelgefäß (4) enthält, das einen Wärmekontakt mit den
besagten Zargen (6, 7, 8, 9) aufweist und einen Deckel (5)
hat, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß die
10 wärmeleitenden Zargen (6, 7, 8) und die Zargen-porösen
Schirme (9) auf dem Deckel (5) des Kryomittelgefäßes (4)
befestigt sind.



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No PCT/SU 89/00036

I. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER (if several classification symbols apply, indicate all) *		
According to International Patent Classification (IPC) or to both National Classification and IPC		
IPC ⁴ : F 04 B 37/02; 37/08		
II. FIELDS SEARCHED		
Minimum Documentation Searched ⁷		
Classification System ¹	Classification Symbols	
IPC ⁴ : F 04 B 37/02, 37/04, 37/08, B 01 D 5/00, 8/00		
Documentation Searched other than Minimum Documentation to the Extent that such Documents are Included in the Fields Searched *		
III. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT *		
Category *	Citation of Document, ¹¹ with indication, where appropriate, of the relevant passages ¹²	Relevant to Claim No. ¹³
Y	SU, A1, 269394 (Vsesojuzny nauchno-issledovatel'skiy institut transportnogo mashinostroeniya), 4 August 1970, see the claims, figures 1,2	1
Y,P	Zhurnal tekhnicheskoi fiziki, vol. 58, No: 10, October 1988, Nauka(Leningrad) M.P. Larin "Kondensatsionno-sorbtsionnaya i sorbtsionnaya otkachka pri temperaturakh tverdogo azota", see pages 2026-2039	1
A	GB, B, 1143277 (UNION CARBIDE CORPORATION), 19 February 1969, see figures 1,2	1
A,P	SU, A1, 1439278 (A.V. Balakov et al.), 23 November 1988, see the claims, figure 1	1
A	GB, B, 1388122 (L'AIR LIQUIDE SOCIETE ANONYME POUR L'ETUDE ET L'EXPLOITATION DES PROCEDES GEORGES CLAUDE), 26 March 1975	1
* Special categories of cited documents: ¹⁰ "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier document but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art. "&" document member of the same patent family		
IV. CERTIFICATION		
Date of the Actual Completion of the International Search		Date of Mailing of this International Search Report
24 May 1989 (24.05.89)		12 June 1989 (12.06.89)
International Searching Authority		Signature of Authorized Officer
ISA/SU		