

12 **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**
veröffentlicht nach Art. 158 Abs. 3
EPÜ

21 Anmeldenummer: **89903491.2**

51 Int. Cl.⁵: **F04B 37/02 , F04B 37/08**

22 Anmeldetag: **10.02.89**

86 Internationale Anmeldenummer:
PCT/SU89/00035

87 Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 89/08780 (21.09.89 89/23)

30 Priorität: **10.03.88 SU 4391234**

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung:
18.04.90 Patentblatt 90/16

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**
prospekt Nauki, 29, kv.78.
Leningrad, 195256(SU)
Erfinder: **ALEXANDROV, Maxim Leonidovich**
prospekt Engelsa, 63, korpus 3, kv.89
Leningrad, 190917(SU)
Erfinder: **NIKOLAEV, Valery Ivanovich**
prospekt Rentgena, 15/31, kv.8
Leningrad, 197061(SU)

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

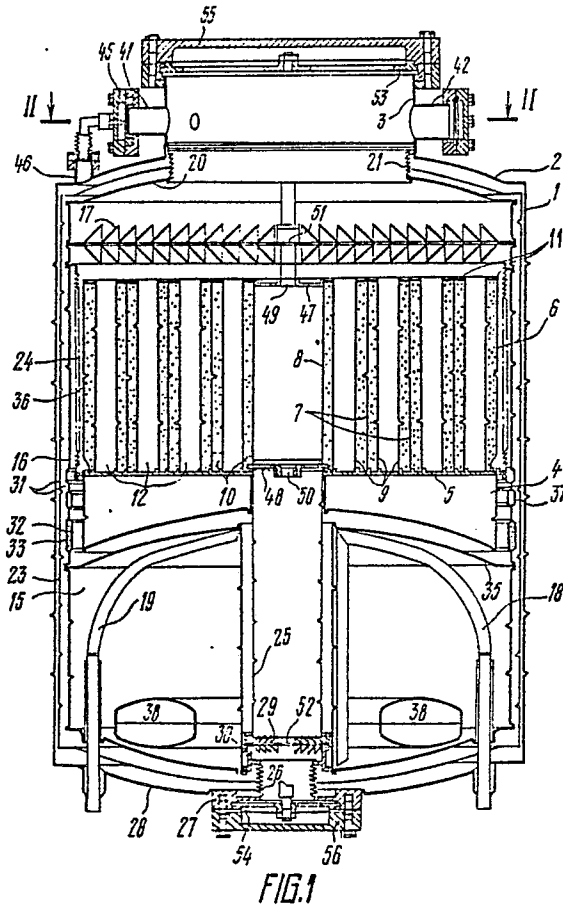
54 **KRYOGENE ADSORPTIONSPUMPE.**

EP 0 363 497 A1

57 Die kryogene Adsorptionspumpe enthält ein Abpumpelement mit einem Gefäß (4) für Kryomittel mit einer niedrigeren Temperatur, einen Strahlungsschirm, der das Abpumpelement umschließt, ein Rohr (25) und eine Wärmebrücke (24). Der Strahlungsschirm enthält ein Gefäß (15) für Kryomittel mit einer höheren Temperatur, eine Zarge (16), die am unteren Ende an dieses Gefäß und am oberen Ende an das Gehäuse (1) der Pumpe angeschlossen ist, und einen Pfeilschirm (17). Die Wärmebrücke (24) ist zwischen der Zarge (16) und dem Abpumpelement angeordnet und am oberen Ende an der Zarge

(16) und am unteren Ende am Gefäß (4) des Abpumpelementes befestigt. Das Rohr (25) verläuft in einem Raum, der durch die Innenwände der Gefäße (4 und 15) abgegrenzt ist, und am unteren Ende an den Boden (28) des Gehäuses (1) und am oberen Ende an das Gefäß (4) des Abpumpelementes angeschlossen. Beim Betrieb der Pumpe werden in einem Raum zwischen dem Strahlungsschirm und dem Gehäuse ein Schutzvakuumraum (31) und in einem Raum, der durch den Strahlungsschirm, das Rohr (25), das Gefäß (4) des Abpumpelementes und die Wärmebrücke (24) begrenzt ist, ein Schutzvaku-

umraum (36) gebildet. Diese Schutzvakuumräume (31 und 36) schließen einen Wärmeaustausch durch die zu evakuierenden Gase bei Drücken über 10^{-2} Pa zwischen dem Gehäuse (1) und dem Strahlungsschirm bzw. zwischen dem letzteren und dem Abpumpelement aus.



KRYOGENE ADSORPTIONSPUMPE

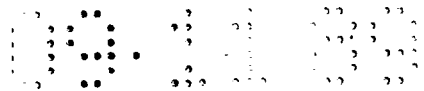
Gebiet der Technik

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

10 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 ko-
axial mit dem Gefäß in einem Raum angeordnet ist, der durch
15 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
20 Flüssigstickstofftemperatur das Adsorptionsmittel eine klei-
ne Sorptionsfähigkeit bei niedrigen (unter 10^{-3} bis 10^{-4} Pa)
Gleichgewichtsdrücken der adsorbierten Gase aufweist. Des-
halb kann diese Pumpe keine Grenzdrücke unter 10^{-3} Pa sogar
nach einer kurzzeitigen Gesbelastung erzielen. Zur Steige-
25 rung der Sorptionsfähigkeit der Pumpe verwendet man eine
Kühlung des Adsorptionsmittels durch Feststickstoff bis zu
Temperaturen von 55 bis 50 K. Es gelingt aber nicht, diese
Temperatur des Adsorptionsmittels im Laufe einer längeren
Zeit infolge größerer eigener Wärmezufuhr ins Gefäß mit
30 Stickstoff aufrechtzuerhalten, was eine schnelle Erwärmung
des Stickstoffes bewirkt, nachdem ein Evakuieren seiner
Dämpfe beendet ist. Ein Betrieb der Pumpe wird dadurch er-
schwert, daß man des öfteren das Gefäß mit Flüssigstickstoff
aufzufüllen und dessen Dämpfe wiederholt abzupumpen hat.



- Bekannt ist weiterhin eine kryogene Adsorptionspumpe (Zhurnal tekhnicheskoy fiziki, Band 28, Heft 10, 1988, Oktober, Nauka (Leningrader Zweigstelle), M.P.Larin "Kondensatsionno-adsorbtsionnaya und 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 abgekühlten Strahlungsschirm, der das Abpumpelement umschließt. Das Abpumpelement ist als ein ringförmiges Kryomittelgefäß, an dessen Boden ein scheibenförmiger Wärmeleiter angeschweißt ist, und als wärmeleitende Zargen und Zargenporöse Schirme ausgeführt, die coaxial zum Gefäß angeordnet und am scheibenförmigen Wärmeleiter befestigt sind. Hohlräume zwischen den wärmeleitenden Zargen und den ihnen benachbarten Zargenporösen Schirmen sind mit Adsorptionsmittel gefüllt und Hohlräume zwischen benachbarten Zargenporösen Schirmen mit dem Eingangsstutzen der Pumpe in Verbindung stehen.
- Der Strahlungsschirm enthält ein toroidförmiges Kryomittelgefäß, das unter dem Gefäß des Abpumpelementes angeordnet ist, eine coaxial mit dem Abpumpelement angeordnete Zarge und einen Pfeilschirm, der zwischen dem Abpumpelement und dem Eingangsstutzen angeordnet ist. Das untere Ende der Zarge des Strahlungsschirms ist luftdicht am Gefäß des Strahlungsschirms befestigt und in ihrem Oberteil weist die Zarge einen Deckel auf, der über eine wellrohrartige Wärmebrücke an den Eingangsstutzen angeschlossen ist. Im Gehäuse ist ein Stutzen zum Evakuieren eines Raums zwischen dem Gehäuse und dem Strahlungsschirm vorhanden.
- Die Pumpe enthält auch ein dünnwandiges Rohr, das in einem durch Innenwände des Gefäßes des Strahlungsschirms abgegrenzten Raum angeordnet und am oberen Ende luftdicht am Deckel dieses Gefäßes und am unteren Ende am Gehäuseboden befestigt ist. Im oberen Teil ist der Rohrquerschnitt durch einen Pfeilschirm überbrückt, der einen Wärmekontakt mit dem Gefäß des Strahlungsschirms hat.

Beim Betrieb der Pumpe ist das Gefäß des Strahlungsschirms mit Flüssigstickstoff und das Gefäß des Abpumpelementes mit Feststickstoff, d.h. mit einem Kryomittel mit einer niedrigeren Temperatur gefüllt. Der durch Flüssigstickstoff
5 bis zu einer Temperatur von 77,4 K abgekühlte Strahlungsschirm setzt eine Wärmezufuhr durch Strahlung vom Gehäuse ins Abpumpelement wesentlich herab, dank dessen es gelingt, Stickstoff darin im festen Zustand eine längere, dutzendmal größere Zeit als in der vorstehend beschriebenen Pumpe bei
10 einer Kühlung des Adsorptionsmittels durch Feststickstoff zu halten.

Ein Raum zwischen dem dünnwändigen Rohr, einer Innenwand des Gefäßes des Strahlungsschirms, dem Boden dieses Gefäßes, seiner Außenwand, der Zarge des Strahlungsschirms und
15 dem Pumpengehäuse bildet den sogenannten Schutzvakuumraum. Im Betriebszustand der Pumpe stellt sich in diesem Raum ein Druck unter 10^{-4} Pa ein, wodurch die Wärmezufuhr durch Restgase vom Gehäuse in den Strahlungsschirm stark herabgesetzt wird.

20 In der behandelten Pumpe steht aber ein ringförmiger Spalt zwischen der Zarge des Strahlungsschirms und dem Abpumpelement, sowie ein Raum zwischen dem Scheibenwärmeleiter und dem Deckel des Gefäßes des Strahlungsschirms mit dem inneren Raum der Pumpe, d.h. mit dem zu evakuierenden Volumen
25 in Verbindung, und bei Betriebsdrücken von 10^2 bis 10^{-2} Pa findet zwischen dem Strahlungsschirm und dem Abpumpelement ein bedeutender Wärmeaustausch durch die zu evakuierenden Gase statt. Dies bewirkt eine beschleunigte Erwärmung des festen Kryomittels und des Adsorptionsmittels und folglich
30 eine Verkürzung einer ununterbrochenen Pumpenarbeit bis zum erforderlichen Stickstoffnachfüllen in das Gefäß des Abpumpelementes und einen vergrößerten Kryomittelverbrauch. All dies senkt eine Betriebseffektivität der Pumpe und steigert einen Arbeitsaufwand bei ihrer Betrieb.

Offenbarung der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine kryogene Adsorptionspumpe zu schaffen, worin bei Eingangsdrücken über 10^{-2} Pa kein merklicher Wärmeaustausch durch die zu evakuierenden Gase zwischen dem Abpumpelement, das durch ein Kryomittel mit einer niedrigeren Temperatur gekühlt wird, und dem Strahlungsschirm, der durch ein Kryomittel mit einer höheren Temperatur gekühlt wird, stattfindet, wodurch bei diesen Drücken eine Betriebseffektivität der Pumpe gesteigert, sowie ein verminderter Kryomittelverbrauch zur Kühlung des Abpumpelementes und eine Verminderung eines Arbeitsaufwandes zum Aufrechterhalten der Pumpe im Betriebszustand erreicht werden.

Diese Aufgabe wird ausgehend von einer kryogenen Adsorptionspumpe mit einem Gehäuse mit einem Eingangsstutzen und den im Gehäuse angeordneten einem Abpumpelement, enthaltend ein Adsorptionsmittel und ein Gefäß für Kryomittel mit einer niedrigeren Temperatur, einem Strahlungsschirm, der das Abpumpelement umschließt und ein toroidförmiges Gefäß für Kryomittel mit einer höheren Temperatur und eine Zarge enthält, die am unteren Ende mit diesem Gefäß und am oberen Ende mit dem Gehäuse verbunden ist, und einem dünnwandigen Rohr, das in einem durch die innere Gefäßwand des Strahlungsschirms begrenzten Raum angeordnet und am unteren Ende mit dem Gehäuseboden luftdicht verdungen ist, erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß sie eine Wärmebrücke enthält, die zwischen der Zarge des Strahlungsschirms und dem Abpumpelement angeordnet und am oberen Ende an den Oberteil der Zarge über deren gesamten Kreisumfang und am unteren Ende an das Gefäß des Abpumpelementes über seinen gesamten Kreisumfang angegeschlossen ist, wobei das obere Rohrende mit dem Gefäß des Abpumpelementes luftdicht verbunden ist.

Da in der erfindungsgemäßen Pumpe eine Wärmebrücke vorgesehen und das obere Ende des dünnwandigen Rohrs am Gefäß des Abpumpelementes befestigt sind, wird ein zusätzlicher Schutzvakuumraum zwischen dem Abpumpelement und dem Strah-

lungsschirm gebildet. Im Ergebnis davon wird bei Drücken über 10^{-2} Pa eine Wärmezufuhr vom Strahlungsschirm in das Abpumpelement infolge eines Wärmeaustauschs durch zu evakuierende Gase ausgeschlossen, wodurch die Betriebsfähigkeit der

5 Pumpe verbessert und ein Kryomittelverbrauch im Gefäß des Abpumpelementes vermindert ist.

Es ist zweckmäßig, daß die Zarge des Strahlungsschirms Öffnungen hat, die einen Raum zwischen dem Gehäuse und dem Strahlungsschirm mit einem Raum zwischen dem Strahlungsschirm

10 und der Wärmebrücke verbinden.

Dabei werden die Konstruktion der Pumpe und deren Betriebsvorbereitung vereinfacht.

Es ist auch zweckmäßig, daß die Pumpe zusätzlich ein toroidförmiges Gefäß enthält, das im Inneren des Gefäßes des

15 Strahlungsschirms angeordnet ist und zwei aus dem Gehäuse luftdicht hinausgeführte Stutzen aufweist.

Über dieses Gefäß kann man die Arbeitskammer mit Hilfe einer herkömmlichen Vorvakuumpumpe ohne Gefahr vorläufig evakuieren, daß das zu evakuierende Volumen durch Öldämpfe

20 dieser Vorvakuumpumpe verunreinigt wird. Mit anderen Worten spielt dieses zusätzliche Gefäß die Rolle einer Stickstoffalle, die in das Kryomittelgefäß des Strahlungsschirms eingebaut ist.

Die Pumpe kann zwei Notventile enthalten, die an den

25 Eingangsstutzen angeschlossen sind, wobei das erste dieser Ventile mit der Außenluft und das zweite mit einem Raum zwischen dem Gehäuse und dem Strahlungsschirm in Verbindung steht.

Diese Ventile steigern die Betriebszuverlässigkeit der

30 Pumpe, indem sie die dünnwandige Wärmebrücke vor Zerstörung in Havariezuständen schützen.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

Nachstehend wird die Erfindung durch eine ausführliche Beschreibung des besten Ausführungsbeispiels unter Bezugnahme auf Zeichnungen näher erläutert. Es zeigt:

35

Fig.1 eine erfindungsgemäße kryogene Adsorptionspumpe im Längsschnitt,

Fig.2 einen Schnitt längs der Linie II-II in Fig.1 und

Fig.3 einen Schnitt längs der Linie III-III in Fig.2.

5 Beste Ausführungsvariante der Erfindung

Die erfindungsgemäße kryogene Adsorptionspumpe hat ein Gehäuse (Fig.1) mit einem Deckel 2, der mit einem Eingangsstutzen 3 versehen ist. In Gehäuse 1 ist ein Abpumpelement angeordnet, enthaltend ein toroidförmiges Kryomittelgefäß 4, an dessen Deckel 5 koaxial angeordnete wärmeleitende Zargen 6, 7 und 8 und Zargen-poröse Schirme 9 angeschweißt sind. Die äußere wärmeleitende Zarge 6 und die innere wärmeleitende Zarge 8 sind aus dichtem Blechmaterial hergestellt und die sonstigen wärmeleitenden Zargen 7 sind gelocht. Als Werkstoff 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 ist auf der Außenseite der wärmeleitenden Zarge 8 und die sonstigen porösen Schirme 9 sind beiderseite der gelochten Wärmeleiter 7 angeordnet. Ringförmige Räume 10 zwischen den wärmeleitenden Zargen 6, 7 und 8 und den ihnen benachbarten porösen Schirmen 9 sind mit einem Adsorptionsmittel. z.B. Aktivkohle gefüllt. Eine Lochung in Wärmeleitern 7, die durch Adsorptionsmittel von den beiden Seiten umschlossen sind, ist zur Beschleunigung des Prozesses eines Ausgleichs des Gleichgewichtsdrucks der Gase über dem Adsorptionsmittel ausgeführt. Von oben sind die Räume 10 durch Ringe 11 abgedeckt. Ringräume 12 zwischen benachbarten porösen Schirmen 9 dienen zum Durchgang der evakuierten Gase.

Am Deckel 5 des Gehäuses 4 sind zwei Rohre 13 (Fig.2,3) luftdicht angeschweißt, die mit seinem Raum in Verbindung stehen. Die oberen Enden dieser Rohre 13 sind aus dem Gehäuse 1 hinausgeführt und in dessen Deckel 2 über Stutzen 14 befestigt. Die Rohre 13 dienen zum Kryomittteleinfüllen in das Gefäß 4 und zum Evakuieren der Kryomitteldämpfe zwecks Senkung der Kryomitteltemperatur im Gefäß 4.

Das Abpumpelement ist durch ein Strahlungsschirm zur Senkung einer Wärmezufuhr durch Strahlung vom Gehäuse 1 umschlossen. Der Strahlungsschirm enthält ein toroidförmiges Gefäß 15 (Fig.1, 3) für Kryomittel mit einer Temperatur über jener des Kryomittels im Gefäß 4 des Abpumpelementes, eine Zarge 16 und einen Pfeilschirm 17. Das Gefäß 15 ist unter dem Gefäß 4 des Abpumpelementes angeordnet und die Zarge 16 ist am unteren Ende am Gefäß 15 luftdicht befestigt. In das Gefäß 15 des Strahlungsschirms sind zwei Rohre 18 und 19 (Fig.1) eingeführt, von denen das Rohr 18 zum Kryomittel-einfüllen in das Gefäß 15 und das Rohr 19 zum Evakuieren der Kryomitteldämpfe dient. Im oberen Teil hat die Zarge 16 einen Deckel 20, der über eine wellrohrartige Wärmebrücke 21 am Eingangsstutzen 3 befestigt ist. Am Deckel 20 sind Stutzen 22 (Fig.3) angeschweißt, deren obere Enden mit den Rohren 13 und den Stutzen 14 vakuumdicht verschweißt sind. Der Pfeilschirm 17 ist zwischen dem Abpumpelement und dem Eingangsstutzen 3 angeordnet und mit einem guten Wärmekontakt am Oberteil der Zarge 16 befestigt.

Zwischen dem Gehäuse 1 und dem Strahlungsschirm ist ein zusätzlicher Schirm 23 angeordnet, der zur Senkung einer Wärmezufuhr durch Strahlung vom Gehäuse 1 in den Strahlungsschirm bestimmt ist.

Erfindungsgemäß enthält die Pumpe eine vakuumdichte Wärmebrücke 24, die als dünnwandige Zarge ausgeführt und zwischen der Zarge 16 des Strahlungsschirms und dem Abpumpelement angeordnet ist. Am oberen Ende ist die Wärmebrücke 24 an den oberen Teil der Zarge 16 über deren gesamten Kreisumfang und am unteren Ende an das Gefäß 4 des Abpumpelementes auch über seinen gesamten Kreisumfang angeschlossen. Die Wärmebrücke 24 wird aus einem dünnen rostfreien Stahlband mit einer Dicke ca von 0,15 bis 0,2 mm, damit ihre Querschnittsfläche so klein, wie nur möglich ist, und mit vielen Sicken zur Vergrößerung deren Istlänge ausgeführt. Diese Ausführung der Wärmebrücke 24 gewährleistet eine Verminderung einer Wärmezufuhr durch Wärmeleitvermögen von der Zarge 16 des Strahlungsschirms in das Abpumpelement.

Die Pumpe enthält auch ein dünnwandiges Rohr 25, das in einem Raum zwischen Innenwänden der Gefäße 4 und 15 verläuft. Das obere Ende des Rohrs 25 ist mit dem Deckel 5 des Gefäßes 4 und das untere Ende über ein Wellrohr 26 mit einem Flansch 27 luftdicht verbunden, der an den Boden 28 des Gehäuses 1 angeschweißt ist. Im unteren Teil des Rohrs 25 ist ein Pfeilschirm 29 angeordnet, der mit dem Boden des Gefäßes 15 bei einem guten Wärmekontakt über einen Ring 30 verbunden ist.

Ein Raum, der durch die Außenfläche der Zarge 16 des Strahlungsschirms, eine Außenwand des Gefäßes 15, dessen Boden und das Gehäuse 1 begrenzt ist, bildet einen Hauptraum 31 eines Schutzvakuum, der einen Wärmeaustausch durch Restgase zwischen dem Strahlungsschirm und dem Gehäuse 1 abschließt. Damit ein erforderlicher Vakuumpegel in diesem Raum 31 aufrechterhalten wird, ist in der Zarge 16 eine ringförmige Aussparung 32 ausgeführt, die mit Adsorptionsmittel gefüllt und durch einen porösen Schirm 33 abgedeckt ist. Zum Anschluß einer Vorvakuumpumpe an den Schutzvakuumraum 31 dient ein Stutzen mit einem Ventil 34 (Fig.2), das am Deckel 2 des Gehäuses angeordnet ist. Ein Raum, der durch die Innenfläche der Zarge 16 (Fig.1), die Wärmebrücke 24, eine Außenwand des Gefäßes 4 des Abpumpelementes, den Boden dieses Gefäßes, das Rohr 25, eine Innenwand des Gefäßes 15 des Strahlungsschirms und den Deckel 35 dieses Gefäßes begrenzt ist, bildet einen zusätzlichen Schutzvakuumraum 36, der einen Wärmeaustausch durch Restgase zwischen dem Strahlungsschirm und dem Abpumpelement beseitigt. Die Räume 31 und 36 werden miteinander über Öffnungen 37 verbunden, die in der Zarge 16 ausgeführt sind.

Es ist offensichtlich, daß die in der Zarge 16 vorhandenen Öffnungen 37 keine obligatorische Bedingung zur Durchführung der Erfindung darstellen. Falls keine diese Öffnungen vorhanden sind, wird dadurch die Konstruktion der erfindungsgemäßen Pumpe und deren Betriebsvorbereitung gewissermaßen komplizierter gemacht, weil man in diesem Falle das Gehäuse 1 mit einem zusätzlichen Stutzen zum Evakuieren des

Raums 36 zwischen der Wärmebrücke 24 und dem Strahlungsschirms zu versehen, sowie in diesem Raum ein Element mit Adsorptionsmittel zum Aufrechterhalten eines erforderlichen Vakuums in diesem Raum zu installieren hat. In der beschriebenen Ausführungsvariante der Erfindung können doch die miteinander verbundene Räume 31 und 36 gleichzeitig über einen Stutzen mit dem Ventil 34 (Fig.2) evakuiert werden und Adsorptionsmittel, das sich in der ringförmigen Aussparung 32 (Fig.1) der Zarge 16 befindet, stellt ein erforderliches Vakuum sowohl im Raum 31 als auch im Raum 46 sicher.

Im Inneren des Gefäßes 15 des Strahlungsschirms ist ein toroidförmiges Gefäß 38 angeordnet, das Stutzen 39 (Fig.3) aufweist, die mit Wellrohren 40 luftdicht verbunden sind, die ihrerseits an den Boden 28 des Pumpengehäuses über Stutzen mit aufsetzbaren Flanschen angeschlossen sind. Dieses Gefäß 38 übt Funktionen einer Stickstoffalle beim Vorevakuierten der Arbeitskammer mit Hilfe einer Vorvakuumpumpe aus und verhindert ein Öleindringen aus dieser Pumpe in das zu evakuierende Volumen. Zu diesem Zweck schließt man einen dieser aufsetzbaren Flansche über ein Ventil an eine mechanische Vorvakuumpumpe und den anderen auch über ein Ventil an die zu evakuierende Kammer an.

In Wänden des Eingangsstutzens 3 sind Stutzen 41 (Fig.1, 2), 42 und 43 vorhanden. An den einen der Stutzen 41 ist ein Notventil 44 angeschlossen, das den Pumpenraum mit der Außenluft verbindet, und an den anderen Stutzen 41 ist ein Notventil 45 angeschlossen, das den Pumpenraum mit dem Schutzvakuumraum 31 über einen Stutzen 46 verbindet. Die Stutzen 42 sind zum Anschluß von Druckgebern zur Messung eines Vor- und eines Hochvakuums und der Stutzen 43 ist zum Anschluß einer Vorvakuumpumpe über ein Ventil beim Evakuieren der Arbeitskammer bestimmt. Die Notventile 44 und 45 verhindern in Havariesituationen eine Zerstörung der Wärmebrücke 24 (Fig.1, 3), die einen verhältnismäßig großen Durchmesser und eine kleine Wandstärke hat und daher ein der am meisten gefährdeten Pumpenelemente in bezug auf die mechanische Festigkeit darstellt.

Im zentralen Pumpenkanal sind längs seiner Vertikalachse Scheiben 47 (Fig.1) und 48 mit Öffnungen 49 bzw. 50 angeordnet und die Pfeilschirme 17 und 29 weisen Öffnungen 51 bzw. 52 zum Einstecken einer Transportstange auf, die mit Hilfe einer Gewindeverbindung in der Öffnung 50 der Scheibe 48 und in den Scheiben 53, 54 befestigt wird. Beim Transport der Pumpe werden der Eingangsstutzen 3 und der Flansch 27 durch Blindflansche 55 bzw. 56 geschlossen.

Alle dem zu evakuierenden Raum zugekehrte Oberflächen der Pumpenelemente, Oberflächen der Pfeilschirme 17 und 29 ausgenommen, haben einen zweischichtigen Überzug aus einer dichten Aluminiumschicht mit einer Dicke nicht unter $1\text{ }\mu\text{m}$ und einer Aluminiumoxidschicht mit einer Dicke von 2 bis 20 nm. Die Pfeilschirme 17 und 29 weisen Überzüge mit einer Dicke nicht unter $200\text{ }\mu\text{m}$ mit einem Schwärzungsgrad nicht unter 0,99 in einem Wellenlängenbereich von 2 bis $200\text{ }\mu\text{m}$ auf.

Die erfindungsgemäße Pumpe funktioniert wie folgt.

An den Eingangsstutzen 3 schließt man die zu evakuierende (nicht eingezeichnete) Arbeitskammer über einen (nicht eingezeichneten) Verschuß und an den Flansch 27 eine (nicht eingezeichnete) Ionenzerstäuberpumpe an, die des weiteren zur Beseitigung der nicht adsorbierbaren Gase wie He und Ne verwendet wird. An die Stutzen 43 (Fig.2) und 34 wird über die entsprechenden Ventile eine mechanische Vorvakuumpumpe angeschlossen und man führt ein gleichzeitiges Evakuieren des Pumpenraums und der Schutzvakuumräume 31 (Fig.1) und 36 durch. Die besagten Räume sind gleichzeitig mit dem Zweck zu evakuieren, daß eine Druckdifferenz im Pumpenraum und in den Schutzvakuumräumen 31 und 36 nicht höher als $2 \cdot 10^4\text{ Pa}$ beträgt und keine Zerstörung der Wärmebrücke 24 bzw. kein Membrandurchbruch in den Ventilen 44 und 45 erfolgen kann. Nachdem im Pumpenraum und in den Räumen 31, 36 ein Druck von 100 bis 40 Pa erreicht wird, unterbricht man das Evakuieren und gießt ein Kryomittel, z.B. Flüssigstickstoff in das Gefäß 15 des Strahlungsschirms über das Rohr 18 ein. Bei einer Kühlung des Gefäßes 15 durch Flüssigstickstoff wird auch Adsorptionsmittel gekühlt, das sich in der ringförmigen

Aussparung 32 der Zarge 16 befindet. Dies bewirkt eine Drucksenkung in den Schutzvakuumräumen 31 und 36 bis zu 10^{-4} Pa und eine starke Verminderung eines Wärmeaustauschs durch Restgase zwischen dem Gehäuse 1 und dem Strahlungsschirm sowie zwischen dem letzteren und dem Abpumpelement.

Dann trennt man die Arbeitskammer durch den Verschluss von der Pumpe ab, schließt diese über ein (nicht eingezeichnetes) Ventil an den einen der aufsetzbaren, mit dem Wellrohr 40 (Fig.3) verbundenen Flansch an, den zweiten aufsetzbaren Flansch schließt man auch über ein Ventil an die mechanische Vorvakuumpumpe an und evakuiert die Kammer über das Gefäß 38 bis zu einem Druck von ca. 1 Pa. Dabei übt das Gefäß 38 die Funktion einer Stickstofffalle für Öldämpfe der Vorvakuumpumpe aus und verhindert ihres Eindringen in das zu evakuierende Volumen. Dadurch wird der Prozeß eines Vor-
evakuierens der Arbeitskammer beendet.

Danach gießt man in das Gefäß 5 des Abpumpelementes über das eine der Rohre 13 ein Kryomittel mit einer niedrigeren Temperatur als jene des Kryomittels in Gefäß 15 des Strahlungsschirms, z.B. Flüssigwasserstoff bzw. -helium oder dasselbe Kryomittel ein. Im letzteren Falle wird eine Temperatursenkung des Kryomittels im Gefäß 5 durch Evakuieren seiner Dämpfe über das Rohr 13 mit Hilfe der Vorvakuumpumpe erzielt. Bei einer Leistung der Vorvakuumpumpe von z.B. 16 l/s wird nach zwei Stunden deren Arbeit die Stickstofftemperatur im Gefäß 5 bis zu 55 K und nach weiteren vier Stunden des Evakuierens bis zu 50 K und abwärts gesenkt. Wie bekannt, findet bei einer Temperatur von 63 K ein Erhärten des Flüssigstickstoffes statt.

Gleichzeitig mit dem Gefäß 5 wird über die Wärmeleiter 6, 7 und 8 Adsorptionsmittel gekühlt, das sich in den Ringräumen 10 des Abpumpelementes befindet. Adsorptionsmittel verschluckt die aus der Arbeitskammer kommenden Gase und stellt einen Grenzdruck von 10^{-7} Pa und darunter sicher. Bei einer Temperatur von ca. 50 K steigt die Sorptionsfähigkeit eines Adsorptionsmittels um mehrere Größenordnungen im Vergleich mit seiner Sorptionsfähigkeit bei der Temperatur des

Flüssigstickstoffes (77,4 K) oder es wird um mehrere Größenordnungen der Gleichgewichtsdruck nach einer Adsorption ein und derselben Gasmenge gesenkt.

Nachdem die besagten Arbeitsgänge durchgeführt worden sind, ist die Pumpe betriebsbereit und man kann ein Hochvakuum evakuieren der Arbeitskammer durchführen, indem der Verschuß geöffnet wird, der sie mit der Pumpe verbindet. Die nicht adsorbierbare Gase wie Helium und Neon entfernt man mit Hilfe einer Ionenzerstäuberpumpe, die an den Flansch 27
10 angeschlossen ist.

Wenn eine Havariesituation entsteht, z.B. bei einem Außenluftdurchbruch in die Pumpe bzw. bei deren Selbsterwärmung, wenn kein rechtzeitiges Einfüllen von Flüssigstickstoff durchgeführt worden ist, kann der Druck am Pumpeneingang bis
15 zu $2 \cdot 10^4$ Pa und höher ansteigen. Damit ein Zerreißen der Wärmebrücke 24 und anderer Pumpenelemente in diesen Situationen verhindert ist, sind die Ventile 44 (Fig.2) und 45 vorgesehen. Falls der Druck im Pumpenraum den Druck in den Schutzvakuumräumen 31 (Fig.1) und 36 um z.B. $2 \cdot 10^4$ Pa überschreitet, spricht das Ventil 45 (Fig.2) an und der Druck
20 in diesen Räumen gleicht sich aus. Das Ventil 44 spricht an, sobald der Druck im Pumpenraum den atmosphärischen Druck auch um $2 \cdot 10^4$ Pa überschreitet, und verbindet den Pumpenraum mit der Außenluft.

Obwohl die Wärmebrücke 24 (Fig.1), die zwischen dem Abpumpelement und der Zarge 16 des Strahlungsschirms angeordnet ist, Quelle einer gewissen Wärmezufuhr in das Abpumpelement durch ihre Wärmeleitfähigkeit ist, ermöglicht sie aber, das Abpumpelement durch Schutzvakuum von der Seite der Zarge 16
30 des Strahlungsschirms und von der Seite des Deckels 35 seines Gefäßes 15 umzugeben. Deshalb wird die durch Wärmeaustausch durch Restgase bei Arbeitsdrücken über 10^{-2} Pa bedingte Wärmezufuhr vom Strahlungsschirm in das Abpumpelement ausgeschlossen und dementsprechend die gesamte Wärmezufuhr in das Abpumpelement herabgesetzt.
35

Wie Berechnungen ergeben haben, wird in der erfindungsgemäßen Pumpe eine gesamte Wärmezufuhr in das Abpumpelement

beim Evakuieren von z.B. Argon bei dessen Druck von 0,1 Pa um das 2,3-fache im Vergleich mit einer Wärmezufuhr in das Abpumpelement in einer Pumpe ohne Wärmebrücke vermindert und bei einem Argondruck von 1 Pa wird diese Wärmezufuhr um
5 das 3,2-fache reduziert.

Bei einem konstanten Eingangsdruck von 10^{-1} Pa beträgt die Arbeitsdauer eines Abpumpelementes, dessen Gefäß ein Volumen von 8 liter aufweist, bis zum Zeitpunkt eines erforderlichen Nachfüllens mit Flüssigstickstoff 300 Stunden und
10 bei einem Eingangsdruck von 1 Pa 50 Stunden.

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
15 Vakuums in einem Druckbereich von 10^2 bis 10^{-7} Pa bei Lösung mehrerer Aufgaben in der Vakuumtechnik zum Einsatz kommen.

PATENTANSPRÜCHE:

1. Kryogene Adsorptionspumpe mit einem Gehäuse (1) mit einem Eingangstutzen (3) und den im Gehäuse (1) angeordneten einem Abpumpelement, enthaltend Adsorptionsmittel und ein Gefäß (4) für Kryomittel mit einer niedrigeren Temperatur, einem Strahlungsschirm, der das Abpumpelement umschließt und ein toroidförmiges Gefäß (15) für Kryomittel mit einer höheren Temperatur und eine Zarge (16) enthält, die am unteren Ende mit diesem Gefäß (15) und am oberen Ende mit dem Gehäuse (1) verbunden ist, und einem dünnwandigen Rohr (25), das in einem durch die Innenwand des Gefäßes (15) des Strahlungsschirms begrenzten Raum angeordnet und am unteren Ende mit dem Boden (28) des Gehäuses (1) luftdicht verbunden ist, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß sie eine Wärmebrücke (24) enthält, die zwischen der Zarge (16) des Strahlungsschirms und dem Abpumpelement angeordnet und am oberen Ende an den Oberteil der Zarge (16) über deren gesamten Kreisumfang und am unteren Ende an das Gefäß (4) des Abpumpelementes über seinen gesamten Kreisumfang angegeschlossen ist, und dadurch, daß das obere Ende des Rohrs (25) mit dem Gefäß (4) des Abpumpelementes luftdicht verbunden ist.

2. Kryogene Adsorptionspumpe nach Anspruch 1, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß die Zarge (16) des Strahlungsschirms Öffnungen (37) hat, die einen Raum (31) zwischen dem Gehäuse (1) und dem Strahlungsschirm mit einem Raum (36) zwischen dem Strahlungsschirm und der Wärmebrücke (24) verbinden.

3. Kryogene Adsorptionspumpe nach Anspruch 1 oder 2, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß sie zusätzlich ein toroidförmiges Gefäß (38) enthält, das im Inneren des Gefäßes (15) des Strahlungsschirms angeordnet ist und zwei Stutzen (39) aufweist, die aus dem Gehäuse (1) luftdicht hinausgeführt sind.

4. Kryogene Adsorptionspumpe nach einem der Ansprüche 1, 2 bzw. 3, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß sie zwei Notventile (44, 45) enthält, die an den Eingangsstutzen (3) angeschlossen sind, wobei das erste (44) 5 dieser Ventile mit der Außenluft und das zweite (45) mit dem Raum (31) zwischen dem Gehäuse (1) und dem Strahlungsschirm in Verbindung steht.

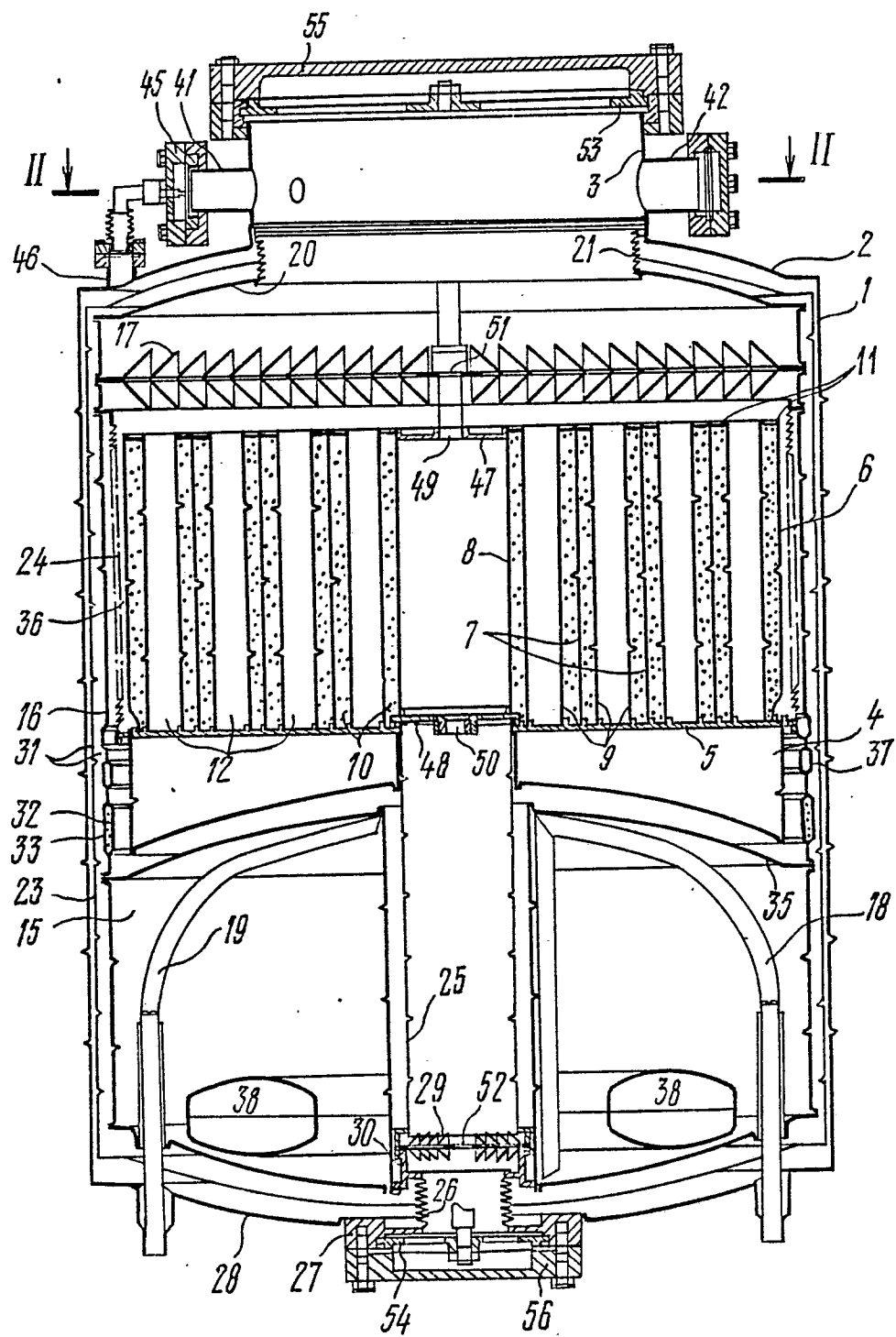


FIG. 1

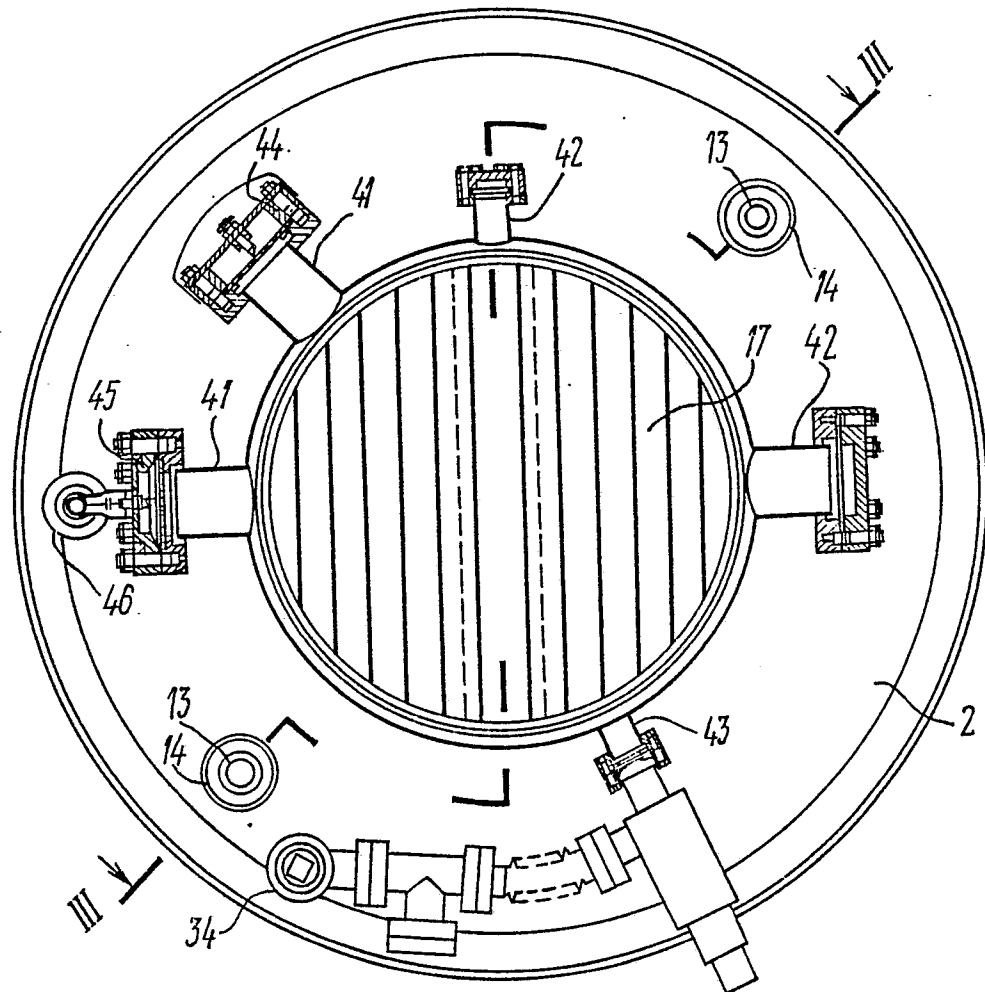


FIG. 2

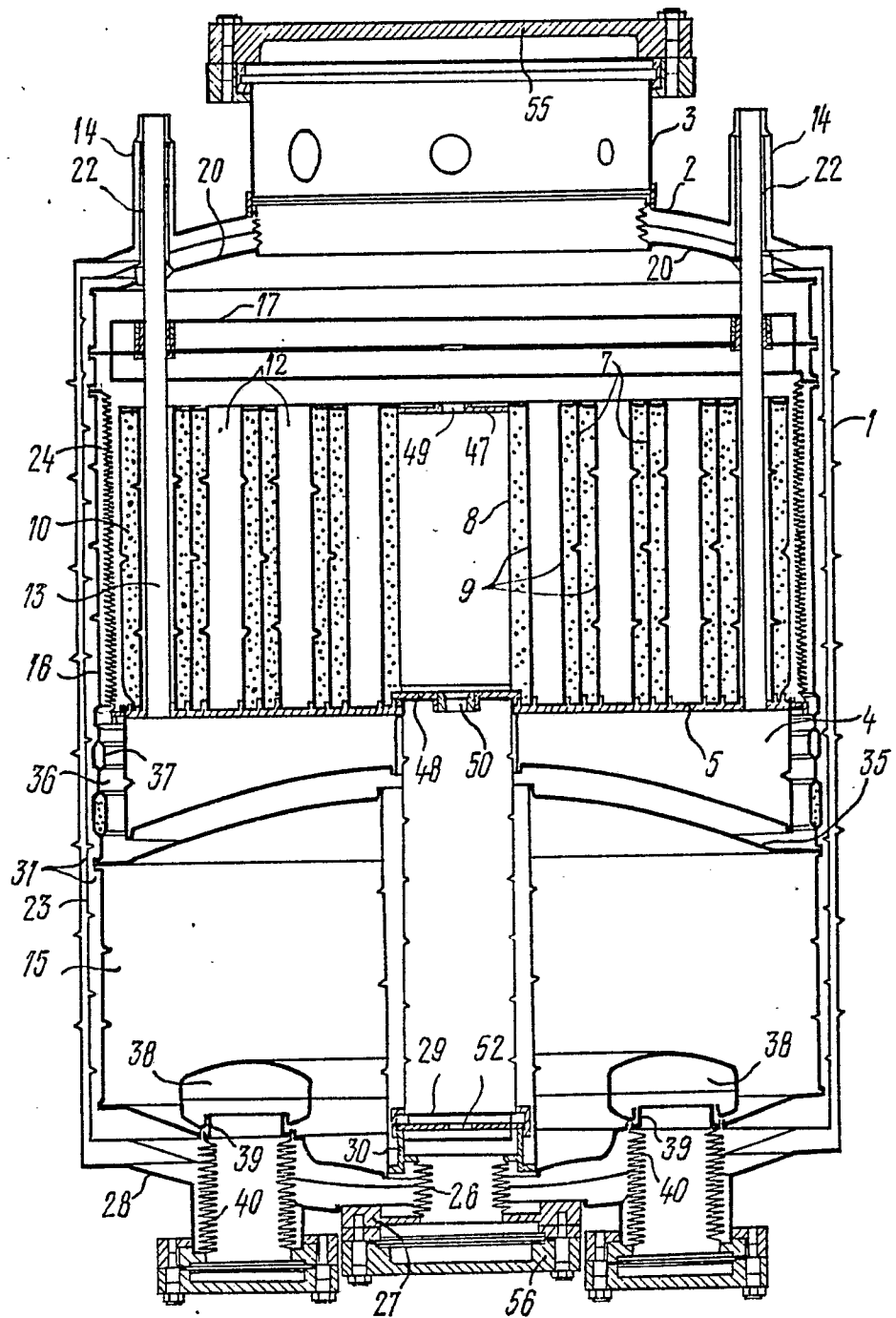


FIG. 3

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No. PCT/SU 89/00035

I. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER (If several classification symbols apply, indicate all) ⁶ 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 <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 50%; border: none;">Classification System ¹</td> <td style="width: 50%; border: none;">Classification Symbols</td> </tr> </table> 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 ⁸			Classification System ¹	Classification Symbols																
Classification System ¹	Classification Symbols																			
III. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT⁹ <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; font-size: x-small;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%;">Category ¹⁰</th> <th style="width: 70%;">Citation of Document, ¹¹ with indication, where appropriate, of the relevant passages ¹²</th> <th style="width: 20%;">Relevant to Claim No. ¹³</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center; vertical-align: top;">A</td> <td>US, A, 4494381 (HELIX TECHNOLOGY CORPORATION), 22 January 1985, see figure 1-4 & EP, A3, 128323, 23 January 1985 JP, A, 60035190, 22 February 1985</td> <td style="text-align: center; vertical-align: top;">1</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center; vertical-align: top;">A</td> <td>SU, A, 4607493 (KABUSHIKI KAISHA TOSHIBA), 26 August 1986, see figures 1,2 & JP, A, 60065287, 15 April 1985 EP, A3, 144575, 8 October 1986</td> <td style="text-align: center; vertical-align: top;">1</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center; vertical-align: top;">A</td> <td>GB, B, 1292489 (L'AIR LIQUIDE SOCIETE ANONYME POUR L'ETUDE ET L'EXPLOITATION DES PROCEDES GEORGES CLAUDE), 11 October 1972, see figures 1,2</td> <td style="text-align: center; vertical-align: top;">1</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center; vertical-align: top;">A</td> <td>SU, A1, 769080 (O.S. Drui et al.), 7 October 1980, see the claims, the drawing</td> <td style="text-align: center; vertical-align: top;">1</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center; vertical-align: top;">A</td> <td>SU, A1, 992814 (Fiziko-tekhnichesky institut nizkikh temperatur AN Ukrainskoi SSR), 30 January 1983</td> <td style="text-align: center; vertical-align: top;">1</td> </tr> </tbody> </table>			Category ¹⁰	Citation of Document, ¹¹ with indication, where appropriate, of the relevant passages ¹²	Relevant to Claim No. ¹³	A	US, A, 4494381 (HELIX TECHNOLOGY CORPORATION), 22 January 1985, see figure 1-4 & EP, A3, 128323, 23 January 1985 JP, A, 60035190, 22 February 1985	1	A	SU, A, 4607493 (KABUSHIKI KAISHA TOSHIBA), 26 August 1986, see figures 1,2 & JP, A, 60065287, 15 April 1985 EP, A3, 144575, 8 October 1986	1	A	GB, B, 1292489 (L'AIR LIQUIDE SOCIETE ANONYME POUR L'ETUDE ET L'EXPLOITATION DES PROCEDES GEORGES CLAUDE), 11 October 1972, see figures 1,2	1	A	SU, A1, 769080 (O.S. Drui et al.), 7 October 1980, see the claims, the drawing	1	A	SU, A1, 992814 (Fiziko-tekhnichesky institut nizkikh temperatur AN Ukrainskoi SSR), 30 January 1983	1
Category ¹⁰	Citation of Document, ¹¹ with indication, where appropriate, of the relevant passages ¹²	Relevant to Claim No. ¹³																		
A	US, A, 4494381 (HELIX TECHNOLOGY CORPORATION), 22 January 1985, see figure 1-4 & EP, A3, 128323, 23 January 1985 JP, A, 60035190, 22 February 1985	1																		
A	SU, A, 4607493 (KABUSHIKI KAISHA TOSHIBA), 26 August 1986, see figures 1,2 & JP, A, 60065287, 15 April 1985 EP, A3, 144575, 8 October 1986	1																		
A	GB, B, 1292489 (L'AIR LIQUIDE SOCIETE ANONYME POUR L'ETUDE ET L'EXPLOITATION DES PROCEDES GEORGES CLAUDE), 11 October 1972, see figures 1,2	1																		
A	SU, A1, 769080 (O.S. Drui et al.), 7 October 1980, see the claims, the drawing	1																		
A	SU, A1, 992814 (Fiziko-tekhnichesky institut nizkikh temperatur AN Ukrainskoi SSR), 30 January 1983	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 <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%; padding: 5px;"> Date of the Actual Completion of the International Search 24 May 1989 (24.05.89) </td> <td style="width: 50%; padding: 5px;"> Date of Mailing of this International Search Report 12 June 1989 (12.06.89) </td> </tr> <tr> <td style="width: 50%; padding: 5px;"> International Searching Authority ISA/SU </td> <td style="width: 50%; padding: 5px;"> Signature of Authorized Officer </td> </tr> </table>			Date of the Actual Completion of the International Search 24 May 1989 (24.05.89)	Date of Mailing of this International Search Report 12 June 1989 (12.06.89)	International Searching Authority ISA/SU	Signature of Authorized Officer														
Date of the Actual Completion of the International Search 24 May 1989 (24.05.89)	Date of Mailing of this International Search Report 12 June 1989 (12.06.89)																			
International Searching Authority ISA/SU	Signature of Authorized Officer																			