



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



(11) **EP 0 828 080 A2**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
11.03.1998 Patentblatt 1998/11

(51) Int. Cl.<sup>6</sup>: **F04D 19/04**

(21) Anmeldenummer: 97111700.7

(22) Anmeldetag: 10.07.1997

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AT BE CH DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU MC  
NL PT SE**  
Benannte Erstreckungsstaaten:  
**AL LT LV RO SI**

(72) Erfinder:  
• **Conrad, Armin**  
35745 Herborn-Hörsbach (DE)  
• **Lotz, Heinrich**  
35578 Wetzlar (DE)  
• **Reese, Carsten, Dr.**  
35614 Asslar (DE)

(30) Priorität: 10.08.1996 DE 19632375

(71) Anmelder: **Pfeiffer Vacuum GmbH**  
35614 Asslar (DE)

(54) **Gasreibungspumpe**

(57) Die Erfindung beschreibt eine Gasreibungspumpe nach der Bauart von Holweck. Mehrere zylindrische Bauteile (5) sind koaxial zueinander angeordnet und bilden das Rotorelement. Das Statorelement besteht entsprechend aus mehreren koaxial zueinander angeordneten zylindrischen Bauteilen (6). Diese umgeben die zylindrischen Bauteile des Rotorelementes. Parallele Förderkanäle (7) des Statorelementes sind jeweils den äußeren bzw. inneren glatten Oberflächen

der zylindrischen Bauteile des Rotorelementes gegenüber angeordnet, so daß parallele Förderräume (9) entstehen. Durch die erfindungsgemäße Anordnung wird das Saugvermögen einer Holweck-Pumpe beträchtlich erhöht, wobei der Arbeitsbereich innerhalb des molekularen Strömungsgebietes bleibt. Die Vorteile werden besonders offensichtlich im Zusammenwirken mit einer Turbomolekularpumpe.

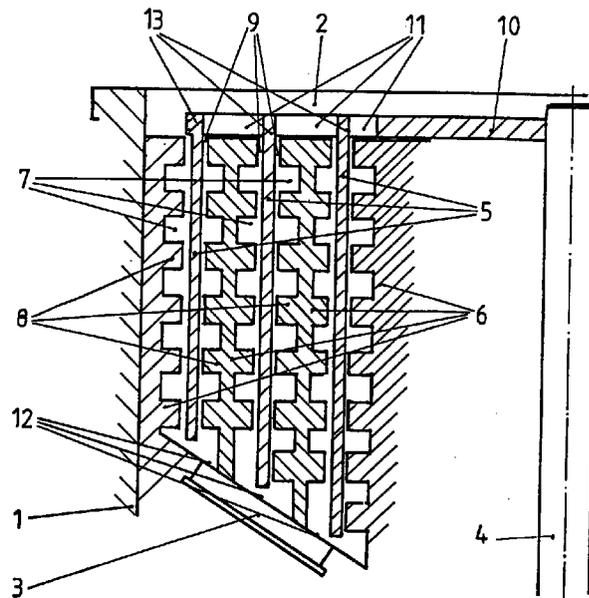


Abb.1

EP 0 828 080 A2

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Gasreibungspumpe nach dem Oberbegriff des ersten Patentanspruches.

Zur Förderung von Gasen sind Gasreibungspumpen der verschiedensten Bauart bekannt. Ihre Arbeitsweise beruht auf der Übertragung von Impulsen von bewegten Wänden auf die Gasteilchen. Auf diese Art wird eine Gasströmung in die gewünschte Richtung erzeugt. Gasreibungspumpen, welche in einem Druckbereich arbeiten, in dem die freie Weglänge der Gasmoleküle groß ist gegenüber den geometrischen Abmessungen der Pumpe, also im molekularen Strömungsgebiet, werden Molekularpumpen genannt.

Die erste Gasreibungspumpe dieser Art wurde von Gaede [1] vorgestellt. Eine technische Abwandlung der Gaedeschen Pumpe unter Beibehaltung des Grundprinzips ist eine Entwicklung von Siegbahn [2]. Hier wird als bewegte Wand eine drehende Scheibe benutzt.

Eine weitere Variante einer Gasreibungspumpe wurde von Holweck [3] vorgestellt. Bei dieser dient eine Zylinderoberfläche als bewegte Wand.

Einen großen Fortschritt in der Weiterentwicklung von Gasreibungspumpen stellte die Konstruktion von Becker [4] dar. Hier sind bewegte und stehende Wände abwechselnd hintereinander angeordnet, wobei beide aus mit Schaufeln versehenen turbinenförmigen Scheiben bestehen. Daher wurde für sie auch der Name Turbomolekularpumpe eingeführt.

Diese Weiterentwicklungen der zuerst von Gaede vorgestellten Gasreibungspumpe spielen in der Vakuumtechnik insbesondere in der Hoch- und Ultrahochvakuumtechnik eine immer bedeutendere Rolle. Dabei sind die Einsatzbereiche der Turbomolekularpumpe nach Becker auf der einen Seite und der Gasreibungspumpen nach Gaede, Siegbahn oder Holweck auf der anderen Seite unterschiedlich. Die Turbomolekularpumpe ist durch ihren Aufbau aus vielen in Reihe geschalteten Stufen in der Lage, ein hohes Druckverhältnis zu liefern und so für den Einsatz im Hoch- und Ultrahochvakuumgebiet besonders geeignet. Ihr Einsatzgebiet ist jedoch nach höheren Drücken hin begrenzt, da sie aufgrund der großen Abstände der Pumpenteile nur bei niedrigen Drücken, etwa  $10^{-3}$  mbar, voll wirksam ist.

Die Gasreibungspumpen nach der Art von Gaede, Siegbahn und Holweck sind für den Einsatzbereich im nach oben anschließenden Druckbereich gut geeignet. Sie können sowohl separat in diesem Druckbereich verwendet werden als auch in Reihe geschaltet mit einer Turbomolekularpumpe. Diese letzte Kombination von Turbomolekularpumpe und Reibungspumpe stellt eine elegante Möglichkeit dar, den Arbeitsbereich einer Turbomolekularpumpe nach höheren Ausstoßdrücken hin zu verschieben.

Dennoch weisen diese Pumpen eine Reihe von Nachteilen auf, welche im praktischen Betrieb zu unbefriedigenden Lösungen führen. Wesentlich für deren

Funktion ist, daß der Abstand zwischen rotierenden und stehenden Bauteilen sehr gering ist, um Rückströmungs- und Rückförderverluste kleinzuhalten. Dies gilt insbesondere für die Gasreibungspumpen nach Gaede, Siegbahn und Holweck. Dazu kommt, daß diese (wie auch die Turbomolekularpumpe) nur dann im höheren Druckbereich noch im molekularen Strömungsgebiet arbeiten, wenn die Abstände zwischen rotierenden und stehenden Bauteilen die Bedingung erfüllen, daß sie klein gegenüber der mittleren freien Weglänge der Moleküle des zu pumpenden Gases sind. Denn nur im molekularen Strömungsbereich entwickeln die hier beschriebenen Pumpen ihr volles Druckverhältnis.

Enge Spalte als Voraussetzung für die Funktionsfähigkeit der Pumpen bedeuten aber gleichzeitig, einen kleinen Schöpfraum und somit ein begrenztes Saugvermögen. Somit kann das von der Turbomolekularpumpe komprimierte Gas auch nur bis zu einer bestimmten Menge weiter befördert werden, so daß deren Saugvermögen nach höheren Drücken hin begrenzt ist. Um den Arbeitsbereich von Turbomolekularpumpen nach höheren Drücken hin weiter auszudehnen, wäre eine Gasreibungspumpe mit höherem Saugvermögen von Nutzen, deren geometrische Dimensionen aber gleichzeitig so bemessen sind, daß sie im molekularen Strömungsgebiet arbeitet.

Gasreibungspumpen nach Gaede und Siegbahn weisen von ihrer Bauweise her keine Möglichkeit auf, für ein höheres Saugvermögen umkonstruiert zu werden, ohne ihre grundsätzliche Funktion in Frage zu stellen. Außerdem sind ihnen spezifische Nachteile zu eigen, zum Beispiel die Tatsache, daß bei der Reibungspumpe nach Siegbahn das Gas entgegen der Fliehkraft gepumpt wird, welche ihre Wirksamkeit im praktischen Einsatz mindern.

Aufgabe der Erfindung ist es, eine Gasreibungspumpe für das molekulare Strömungsgebiet vorzustellen, welche gegenüber den herkömmlichen Konstruktionen ein deutlich höheres Saugvermögen aufweist und deren Arbeitsbereich das molekulare Strömungsgebiet nicht verläßt. Die Pumpe soll in ihren geometrischen Abmessungen mit herkömmlichen Konstruktionen vergleichbar sein und in Kombination mit einer Turbomolekularpumpe betrieben werden können.

Die Aufgabe wird durch die kennzeichnenden Merkmale des 1. Patentanspruches gelöst. Die Ansprüche 2 bis 10 stellen weitere Ausgestaltungsmöglichkeiten der Erfindung dar.

Die Erfindung ermöglicht es, durch die parallele Anordnung der Förderräume bei gleichem Raumbedarf das Saugvermögen gegenüber herkömmlichen Konstruktionen zu vervielfachen, wobei der Arbeitsbereich das molekulare Strömungsgebiet nicht verläßt. Dies ist wichtig, um die charakteristischen Pumpeigenschaften wie z.B. ein hohes Druckverhältnis aufrechtzuerhalten. Besondere Strukturen im Eingangsbereich der Pumpe, wie sie in den Ansprüchen 3 bis 6 dargestellt sind, füh-

ren zu einem hohen Leitwert in diesem Bereich und tragen dazu bei, daß der Gasstrom möglichst ungehindert von der Ansaugöffnung in die koaxialen Förderräume gelangen kann. Die Form der Statorbauteile kann nach Anspruch 7 so gestaltet werden, daß sie einen minimalen Raumbedarf aufweist und rationelle Herstellungsmethoden erlaubt.

Die durch verschiedene Umfangsgeschwindigkeiten der inneren und äußeren zylindrischen Bauteile bedingten Unterschiede im Druckverhältnis können dadurch aufgehoben werden, daß die axiale Ausdehnung der Rotor- und Statorbauteile gemäß Anspruch 6 von innen nach außen hin abnimmt. Dies kann auch geschehen, indem man die Spalte zwischen Rotor- und Statorscheiben von außen nach innen verkleinert und/oder die Tiefe der Förderkanäle von außen nach innen reduziert.

Besonders deutlich werden die Vorteile der erfindungsgemäßen Gasreibungspumpe, wenn sie mit einer Turbomolekularpumpe kombiniert wird. Die parallele Anordnung der Förderräume und die Gestaltung des Eingangsbereiches stellen ein so hohes Saugvermögen zur Verfügung, welches es ermöglicht, daß das von der Turbomolekularpumpe auf derer Vorvakuumseite abgegebene Gas im vollen Umfang ohne Verluste übernommen werden kann und als Molekularströmung bis zum Gasaustritt weiter gefördert und verdichtet werden kann. Dadurch wird es möglich, den Arbeitsbereich Turbomolekularpumpe um bis zu zwei Größenordnungen nach höheren Drücken hin auszudehnen.

Eine weitere Ausdehnung des Arbeitsbereiches kann durch eine oder mehrere zusätzliche Gasreibungspumpen erfolgen, welche auf der Vorvakuumseite der erfindungsgemäßen Anordnung angeschlossen und mit dieser in Serie betrieben werden.

Die Erfindung wird an Hand der Abb. 1 bis 6 näher erläutert.

Abb. 1 zeigt die erfindungsgemäße Anordnung im Schnitt.

Abb. 2 zeigt eine weitere Ausführungsform der erfindungsgemäßen Anordnung im Schnitt.

Abb. 3 zeigt eine Ausführungsform des Bauteils, welches die zylindrischen Bauteile des Rotors miteinander verbindet.

Abb. 4 zeigt eine weitere Ausführungsform des Bauteils, welches die zylindrischen Bauteile des Rotors miteinander verbindet.

Abb. 5 zeigt eine Ausführungsform der Förderkanäle.

Abb. 6 zeigt die erfindungsgemäße Anordnung in Kombination mit einer Turbomolekularpumpe.

In Abb. 1 ist die Gasreibungspumpe in einem Gehäuse 1 mit Ansaugöffnung 2 und Gasaustrittsöffnung 3 gezeigt. Mit der Welle 4 sind die koaxial zueinander angeordneten zylindrischen Bauteile 5 über ein Bauteil 10 verbunden. Die Welle 4, das Bauteil 10 und die zylindrischen Bauteile 5 bilden die Rotoreinheit. Antrieb und Lagerung dieser Rotoreinheit sind hier nicht gezeigt, da sie aus an sich bekannten Konstruktionen herleitbar sind und für die grundsätzliche Idee der Erfindung keine Bedeutung aufweisen. Das Statorelement besteht aus mehreren koaxial zueinander angeordneten zylindrischen Bauteilen 6, welche jeweils die zylindrischen Bauteile 5 des Rotorelementes umgeben. Die Bauteile 6 des Statorelementes sind mit spiralförmigen Förderkanälen 7 versehen, welche durch Stege 8 voneinander getrennt sind. Diese Förderkanäle sind jeweils den äußeren bzw. inneren glatten Oberflächen der zylindrischen Bauteile 5 gegenüber angeordnet und so gestaltet, daß die dadurch entstehenden koaxial Förderräume 9 parallel arbeitende Pumpräume bilden, welche das Gas von der Ansaugöffnung 2 zur Gasaustrittsöffnung 3 pumpen. Die parallelen Gasströme werden am Ende der Förderräume z.B. durch geeignete Öffnungen 12 in den Statorteilen wieder zusammengeführt und der Gasaustrittsöffnung 3 zugeleitet.

Abb. 2 zeigt eine weitere Ausführungsform. Hier sind die zylindrischen Bauteile 5 des Rotorelementes mit Förderkanälen 7 versehen, und die zylindrischen Bauteile 6 des Statorelementes weisen eine glatte Oberfläche auf.

Das Bauteil 10, welches die zylindrischen Bauteile 5 miteinander verbindet, ist mit Öffnung 11 versehen, welche die Verbindung zwischen der Ansaugöffnung 2 und den Förderräumen 9 herstellen. Die tragenden Teile 13 dieses Bauteils können so gestaltet sein, daß sie mit den Öffnungen 11 eine gasfördernde Struktur bilden. Abb. 3 zeigt beispielsweise, daß die gasfördernde Struktur aus schräg zur Ansaugöffnung 2 stehenden Schaufeln 14 bestehen kann und Abb. 4 zeigt die gasfördernde Struktur bestehend aus schrägen Bohrungen 15.

Abb. 5 zeigt eine Ausführungsform der zylindrischen Bauteile, welche mit Förderkanälen versehen sind. Diese sind hier so geformt, daß sie eine mäanderförmige Struktur aufweisen. Dabei sind auf der Innen- und Außenseite je eines Bauteiles Förderkanäle 7 und Stege 8 gegeneinander angeordnet. Dies führt zu einer optimalen Raumausnutzung und ermöglicht bei gleichem Saugvermögen eine kompaktere Bauweise.

Abb. 6 zeigt an einem Beispiel, wie die erfindungsgemäße Gasreibungspumpe mit einer Turbomolekularpumpe 20 kombiniert werden kann.

55 Literatur

[1] W. Gaede, Ann. Phys. 41 (1913) 337 ff.

[2] M. Siegbahn, Arch. Math. Astr. Fys. 30 B (1943)

[3] F. Holweck, Comptes rendus Acad. Sience 177 (1923) 43 ff.

[4] W. Becker, Vackuum Technik 9/10 (1966)

### Patentansprüche

1. Gasreibungspumpe nach der Bauart von Holweck, deren pumpaktiven Elemente aus einem zylindrischen Bauteil mit glatter Oberfläche als Rotorelement und einem koaxial das zylindrische Bauteil umgebenden zweiten zylindrischen Bauteil als Statorelement, versehen mit untereinander parallelen Förderkanälen, die aus spiralförmigen Nuten mit trennenden Stegen dazwischen gebildet werden, bestehen, so daß zwischen dem Rotorelement und dem Statorelement ein Förderraum entsteht, in welchem Gas von einer Ansaugöffnung zu einer Gasaustrittsöffnung gepumpt wird, dadurch gekennzeichnet, daß mehrere zylindrische Bauteile (5), koaxial zueinander angeordnet, das Rotorelement bilden und das Statorelement entsprechend aus mehreren koaxial zueinander angeordneten zylindrischen Bauteilen (6) besteht, welche jeweils die zylindrischen Bauteile (5) des Rotorelementes umgeben, wobei die parallelen Förderkanäle (7) jeweils den äußeren bzw. inneren glatten Oberflächen der zylindrischen Bauteile des Rotorelementes gegenüber angeordnet sind und die Förderkanäle (7) so gestaltet sind, daß die so entstandenen koaxialen Förderräume (9) parallel arbeitende Pumpelemente bilden, welche das Gas von der Ansaugöffnung (2) zur Austrittsöffnung (3) pumpen.
2. Gasreibungspumpe nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Statorelement aus zylindrischen Bauteilen mit glatter Oberfläche und das Rotorelement aus zylindrischen Bauteilen, welche mit Förderkanälen versehen sind, besteht.
3. Gasreibungspumpe nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die zylindrischen Bauteile (5) des Rotorelementes durch ein Bauteil (10) auf der Seite der Ansaugöffnung (2) miteinander verbunden sind, wobei dieses Bauteil Öffnungen (11) aufweist, welche die Ansaugöffnung (2) mit den koaxialen Förderräumen (9) verbindet.
4. Gasreibungspumpe nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß das die zylindrischen Bauteile (5) verbindende Bauteil (10) so gestaltet ist, daß die tragenden Teile (13) mit den Öffnungen (11) eine gasfördernde Struktur bilden.
5. Gasreibungspumpe nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß das die zylindrischen Bauteile (5) verbindende Bauteil (10) so gestaltet ist, daß die tragenden Teile (13) aus schräg zur Ebene zur

Ansaugöffnung (2) stehenden Schaufeln (14) gebildet werden, welche den Gasstrom von der Ansaugöffnung (2) in die koaxialen Förderräume (9) lenkt.

- 5 6. Gasreibungspumpe nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß das die zylindrischen Bauteile (5) verbindende Bauteil (10) mit schrägen Bohrungen (15) versehen ist, deren Anordnung so ist, daß der Gasstrom von der Ansaugöffnung in die koaxialen Förderräume gelenkt wird.
- 10 7. Gasreibungspumpe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die zylindrischen Bauteile, welche mit Förderkanälen versehen sind, so geformt sind, daß sie einen mäanderförmigen Querschnitt aufweisen, bei dem auf der Innen- und auf der Außenseite je eines Bauteils Förderkanäle (7) und Stege (8) gegeneinander angeordnet sind.
- 15 8. Gasreibungspumpe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die koaxial zueinander angeordneten zylindrischen Bauteile (5) des Rotorelementes sowie die koaxial zueinander angeordneten Bauteile (6) des Stator-elementes unterschiedliche axiale Längen aufweisen, derart, daß die axiale Ausdehnung der durch diese gebildeten Pumpelemente von innen nach außen hin abnimmt.
- 20 9. Gasreibungspumpe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß sie so mit einer Turbomolekularpumpe (20) kombiniert ist, daß die Rotorelemente der beiden auf einer Welle montiert sind, und die Gasreibungspumpe sich auf der Vorvakuumseite der Turbomolekularpumpe befindet.
- 25 10. Gasreibungspumpe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß sie auf der Vorvakuumseite mit mindestens einer weiteren Gasreibungspumpe verbunden ist.
- 30
- 35
- 40
- 45
- 50
- 55

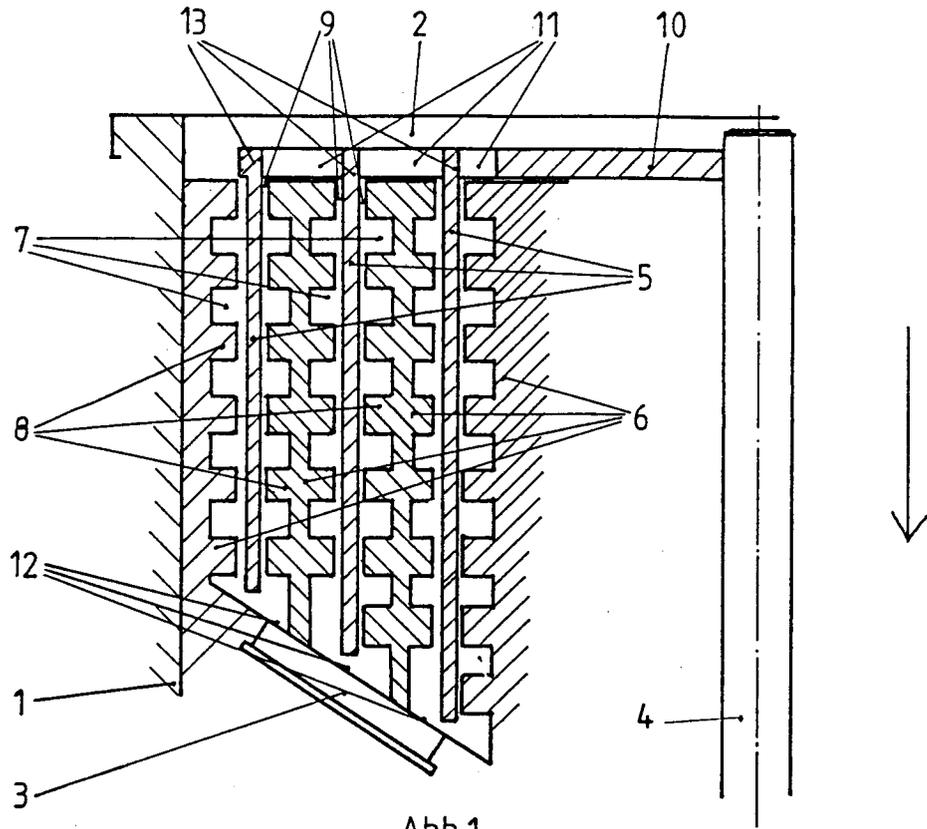


Abb. 1

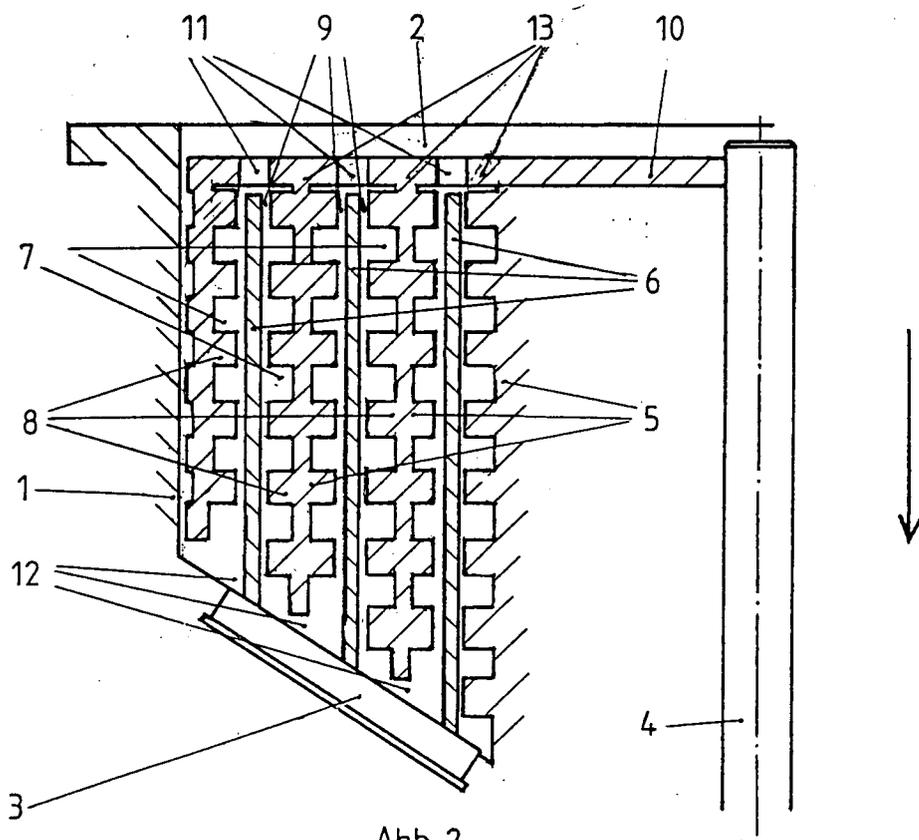


Abb. 2

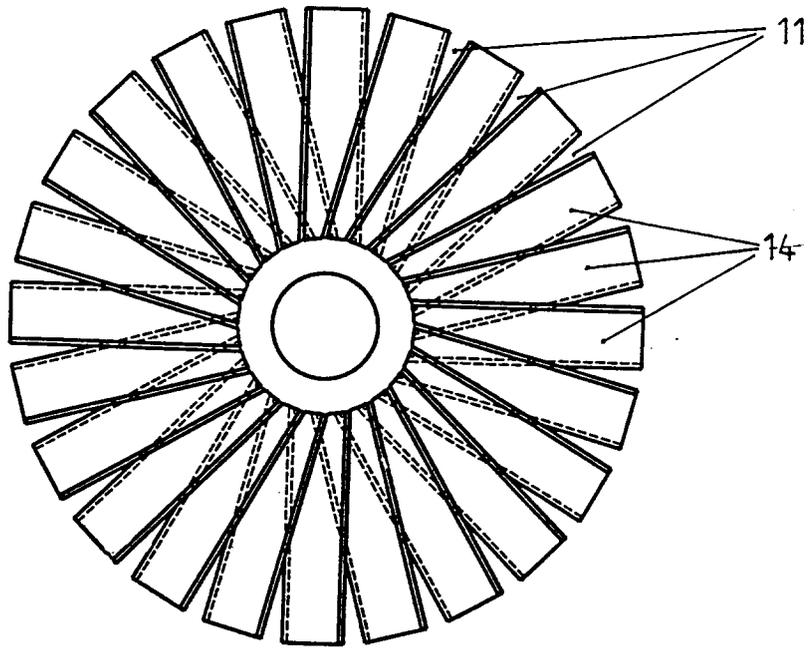


Abb. 3

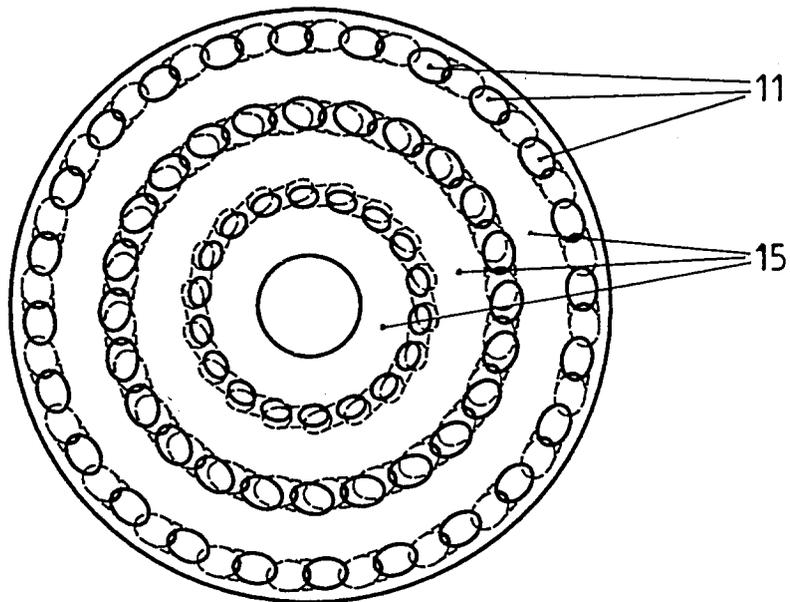


Abb. 4

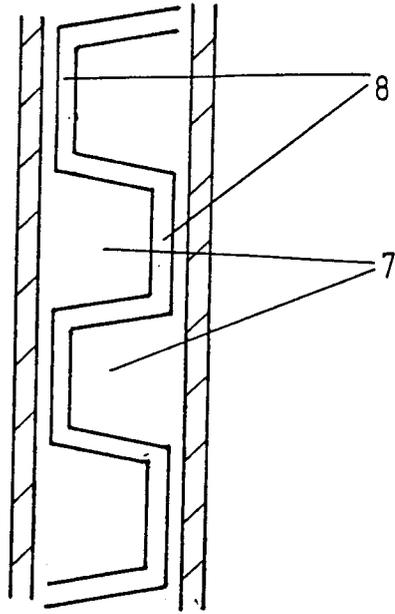


Abb. 5

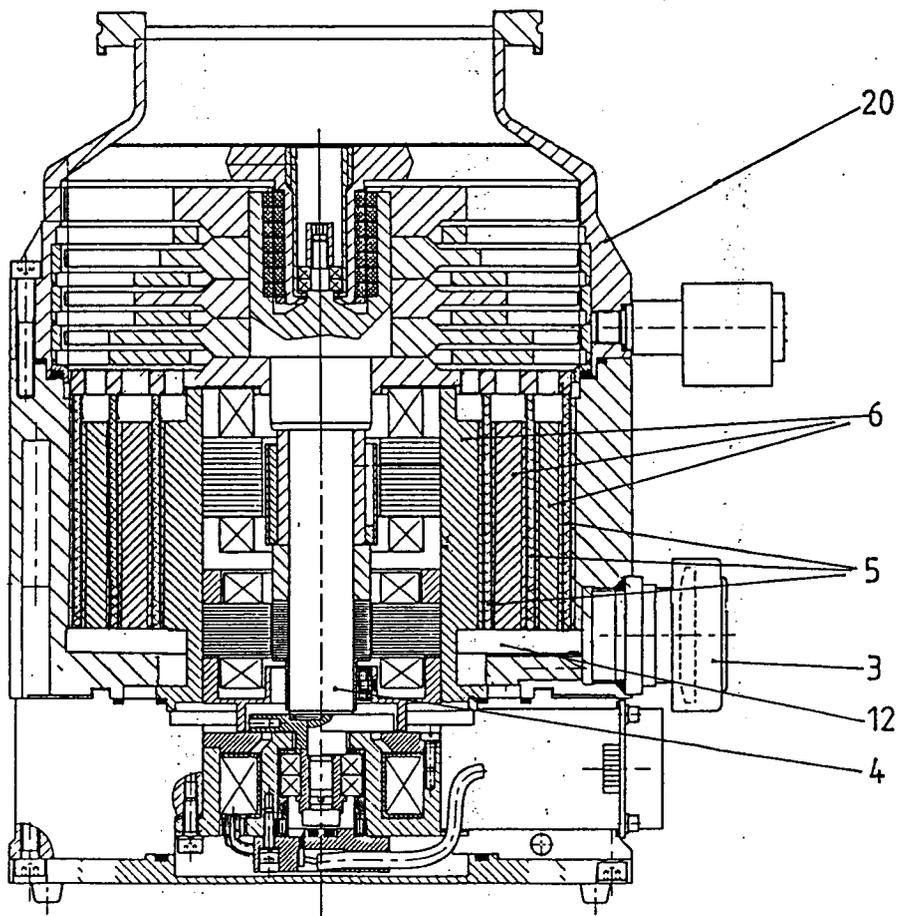


Abb. 6