

12

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

21 Anmeldenummer: 84110223.9

51 Int. Cl.⁴: **F 04 B 1/18**
F 04 B 21/02

22 Anmeldetag: 28.08.84

30 Priorität: 16.09.83 DE 3333468

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung:
19.06.85 Patentblatt 85/25

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

71 Anmelder: Flottmann-Werke GmbH
Baukauer Strasse 45
D-4690 Herne 1(DE)

72 Erfinder: Reimers, Reimer
Hellweg 256
D-4358 Haltern(DE)

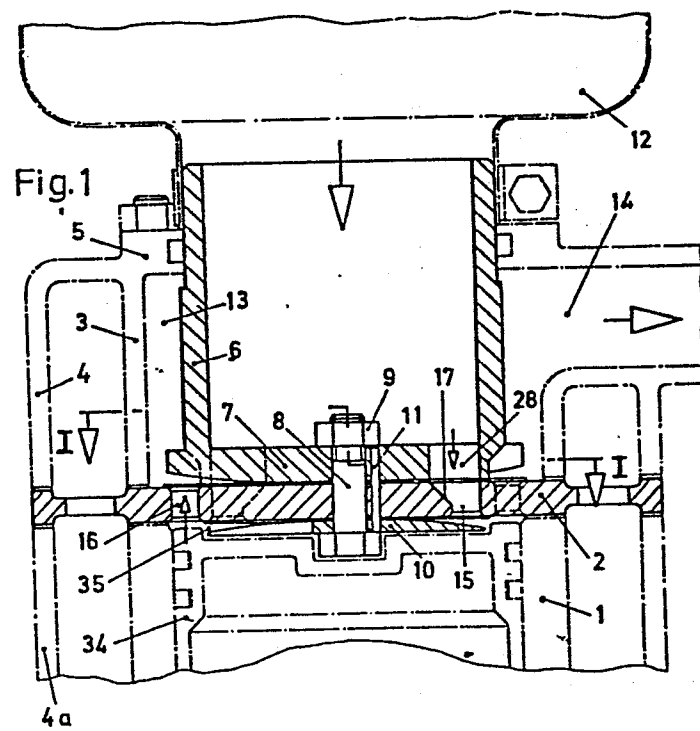
74 Vertreter: Finkener und Ernesti Patentanwälte
Heinrich-König-Strasse 119
D-4630 Bochum 1(DE)

54 Hubkolbenverdichter für gasförmige Medien.

57 Bei diesem Hubkolbenverdichter befindet sich zwischen Zylinder (1) und Zylinderkopf (3) eine Ventilplatte (2), in der auf einem zur Zylinderachse konzentrischen inneren Kreis eine Anzahl Ventilöffnungen mit gleicher Winkelteilung und auf einem äußeren konzentrischen Kreis Ventilöffnungen in gleicher Zahl wie auf dem inneren Kreis, jedoch um die halbe Winkelteilung versetzt angeordnet sind. Vorzugsweise bilden die Ventilöffnungen auf dem äußeren Kreis die Auslaßöffnungen (16) und auf dem inneren Kreis die Einlaßöffnungen (15). Auf beiden Seiten der Ventilplatte (2) sind Ventillamellen und Hubbegrenzungen vorgesehen, die durch eine zentrale Befestigung (8, 9) miteinander verbunden sind. Einlaß- und Auslaßventillamellen bestehen jeweils aus einem im Zentrum durchbohrten scheibenförmigen Bereich (18 bzw. 19), an den schmale, strahlenförmig nach außen verlaufende Arme (20 bzw. 21) angeformt sind, die an ihren Enden in vorzugsweise kreisförmige Erweiterungen (22 bzw. 23) übergehen. Auf der Zylinderkopfseite sind die Einlaßöffnungen (15) von einem rohrförmigen, die Zylinderkopfdecke durchdringenden Einlaßkanal (6) umschlossen, der den Zylinderkopfraum in einen Saug- und einen äußeren Druckraum (13) unterteilt. Eine solche räumliche Anordnung der Ventilöffnungen bietet die Möglichkeit, eine größtmögliche Anzahl von Einlaß- und Auslaßöffnungen in einer optimalen Größe innerhalb einer vorgegebenen Kolbenfläche anzuordnen, wodurch zugleich eine beachtliche Vergrößerung der

gesamten Ventilsplattfläche und damit eine spezifische Erhöhung der Fördermenge erzielt wird.

./...



Hubkolbenverdichter für gasförmige Medien

Die Erfindung betrifft einen Hubkolbenverdichter für gasförmige Medien gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

- 5 Hubkolbenverdichter mit Ventilanordnungen in dieser Art sind bekannt. Anstelle von Lamellen, die jeweils nur eine Öffnung abdecken, kann auch ein kreisförmiger oder halbkreisförmiger Ring, der mehrere Öffnungen abdeckt und meistens an zwei Lenkern befestigt ist, verwendet werden. Alle derzeit bekannten Ventil-
- 10 anordnungen dieser Bauart haben u.a. den Nachteil, daß ihr Öffnungsquerschnitt (Ventilspaltquerschnitt) im Verhältnis zur verfügbaren Kolbenfläche sehr gering ist und demnach nur mittlere Kolbengeschwindigkeiten bis ca. 4 m/sec erreichbar sind.
- 15 Das Fördervolumen einer Zylindereinheit eines Hubkolbenverdichters wird durch den zur Verfügung stehenden Ventilspaltquerschnitt und die maximal zulässige Spaltgeschwindigkeit des Mediums begrenzt. Da bei Ventilen dieser Bauart beispielsweise bei dem Medium
- 20 Luft nur Strömungsgeschwindigkeiten von maximal 75 m/sec vertretbar sind, da ansonsten Druckverluste und Aufheizung zu groß werden, ist eine wesentliche Fördermengenerhöhung indirekt nur durch eine wesentliche Vergrößerung des Ventilspaltquerschnittes zu erreichen. Der Ventilspaltquerschnitt ist das Produkt
- 25 aus der Umfangslänge des Öffnungsspalt, der mittleren Spalthöhe (mittlerer Lamellenhub) und der Anzahl der Ventilöffnungen. Weil weiter der maximal zulässige mittlere Lamellenhub von der Öffnungs- und
- 30 Schließfrequenz der Lamellen und ihrer Massen abhängig ist und bei einer maximal realisierbaren Verdichterzahl von 3000 U/min und dem Medium Luft aus Lebensdauergründen erfahrungsgemäß 1,5 mm nicht überschreiten soll, sind Ventilöffnungen mit einem

Durchmesser über 7 mm sinnlos. Demzufolge kann eine Vergrößerung der gesamten Ventilspaltfläche nicht durch eine Vergrößerung der Ventilöffnungen, sondern nur durch eine Vergrößerung der Anzahl der Ventilöffnungen erreicht werden.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen Hubkolbenverdichter für gasförmige Medien vor allem hinsichtlich seiner Ventilanordnung so auszubilden, daß innerhalb einer vorgegebenen Kolbenfläche unter Berücksichtigung der vorgenannten Funktionskriterien eine wesentlich größere Ventilspaltfläche als bei bekannten Ventilanordnungen erzielt wird, ohne dadurch den Fertigungsaufwand wesentlich zu erhöhen.

Bei einem Hubkolbenverdichter der eingangs genannten Art wird diese Aufgabe erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß in der Ventilplatte auf dem ganzen inneren Kreis aufeinanderfolgende Ventilöffnungen mit gleicher Winkelteilung und auf dem äußeren Kreis Ventilöffnungen in gleicher Zahl wie auf dem inneren Kreis, jedoch um die halbe Winkelteilung versetzt angeordnet sind und daß die Einlaß- und Auslaßventillamellen jeweils aus einem im Zentrum durchbohrten scheibenförmigen Bereich bestehen, an den schmale, strahlenförmig nach außen verlaufende Arme angeformt sind, die an ihren Enden in vorzugsweise kreisförmige Erweiterungen übergehen.

Um eine gute Kühlung der gegenüber den Einlaßventillamellen thermisch höher beanspruchten Auslaßventillamellen zu gewährleisten, liegen nach einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung die Auslaßöffnungen auf dem äußeren Kreis und die Einlaßöffnungen auf dem inneren Kreis.

Nach einer anderen zweckmäßigen Weiterbildung der Erfindung sind die Einlaßöffnungen auf der Zylinderkopfseite von einem rohrförmigen, die Zylinderkopfdecke abgedichtet durchdringenden Einlaßkanal umschlossen,
5 der den Zylinderkopfraum in einen Saug- und einen äußeren Druckraum unterteilt.

Weiter ist es zweckmäßig, den Einlaßkanal stromab am inneren Ende mit einem Boden auszustatten, der mit den Einlaßöffnungen in der Ventilplatte deckungs-
10 gleiche Öffnungen enthält und an seiner Zylinderseite im Bereich der Stege zwischen den Einlaßöffnungen zugleich als Hubbegrenzer für die Arme und die kreisförmigen Erweiterungen der Auslaßventillamellen ausgebildet ist.

Der durch die Einlaßöffnungen angesaugte Gasstrom kann weiter dadurch günstig beeinflußt werden, daß die Einlaßöffnungen auf ihrer Eingangsseite im Querschnitt zur Zylinderachse hin etwa birnenförmig entsprechend dem Freiraum zwischen den strahlenförmig nach außen
20 verlaufenden Armen der Auslaßventillamellen ausgebildet werden und daß der birnenförmige Öffnungsquerschnitt in der Ventilplatte an der Schmalseite über einen geneigt verlaufenden Wandungsabschnitt in die kreisrunde Öffnung auf der Zylinderseite der Ventil-
25 platte übergeht.

Die Vorteile, die die Erfindung bietet, sind in erster Linie in einer optimalen Ausnutzung der vorgegebenen Kolbenfläche zu sehen, die durch eine um eine halbe Winkelteilung versetzte Anordnung von Einlaß- und
30 Auslaßöffnungen in jeweils gleicher Anzahl erreicht wird. Dank dieser versetzten Anordnung können die Einlaß- und Auslaßventillamellen jeweils aus einem im Zentrum durchbohrten scheibenförmigen Bereich be-

stehen, an den schmale, strahlenförmig nach außen verlaufende Ventillamellen angeformt sind. Diese Ausgestaltung ermöglicht bei einer vorgegebenen Kolbenfläche die Unterbringung einer größtmöglichen Anzahl von Einlaß- und Auslaßöffnungen mit einem optimalen Lochdurchmesser und damit insgesamt eine Vergrößerung der gesamten Ventilspaltfläche.

Werden die Einlaßöffnungen auf dem inneren Kreis vorgesehen und von einem rohrförmigen Einlaßkanal umschlossen, so ergibt dies eine zentrische Einströmung des angesaugten Mediums. Die Auslaßöffnungen münden dabei in einen Ringraum zwischen dem Einlaßkanal und dem Mantel des Zylinderkopfraumes, wodurch ein konzentrisches Abströmen des verdichteten Mediums gegeben ist und zugleich infolge der günstigen Strömungsverhältnisse die Druckverluste gering gehalten werden können. Die Anwendung der Auslaßventile im Randbereich der Ventilplatte statt im Innenbereich hat außerdem den Vorteil, daß hier eine intensivere Kühlung möglich ist, die dazu beiträgt, unerwünschte Aufheizungen der Elemente der Auslaßventile zu vermeiden. Besondere Bedeutung hat dies für das Verdichten von Medien mit einem relativ hohen Verdichtungs-exponenten, wie z.B. Luft.

Die durch die Erfindung erzielte Vergrößerung der Ventilspaltfläche ermöglicht durch Erhöhung der Kolbengeschwindigkeit auf Werte bis zu 7 m/sec auf einfache Weise eine Erhöhung der Fördermenge und damit eine spezifische Verbilligung der Herstellungskosten eines Hubkolbenverdichters. Höhere Kolbengeschwindigkeiten ermöglichen ferner die Verwendung von hochtourigen Dieselmotoren (ca. 3000 U/min) als direkt gekuppelte Antriebsaggregate alternativ zum Elektromotor. Die gute Kühlung der Auslaßventillamellen so-

wie ihrer Hubbegrenzer führt ferner zu einer Reduzierung der Verkokungsgefahr des Schmieröls. Das konzentrische An- und Abströmen des Mediums ergibt geringere Druckverluste und damit auch geringere Erwärmungen der Ventilelemente.

Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in der Zeichnung dargestellt und werden nachfolgend näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 einen senkrechten Schnitt im Bereich Zylinder, Ventilanordnung und Zylinderkopf eines Hubkolbenverdichters gemäß der Erfindung in den Ebenen der Linie II-II der Fig. 2,

Fig. 2 einen Querschnitt des Zylinderkopfes in den Ebenen der Linie I-I der Fig. 1,

Fig. 3 eine Ansicht einer Scheibe mit Auslaßventillamellen,

Fig. 4 eine Ansicht einer Scheibe mit Einlaßventillamellen und

Fig. 5 einen senkrechten Schnitt im Bereich Ventilplatte und Einlaßkanal einer abgewandelten Ausführung.

Dargestellt sind in Fig. 1 das obere Ende des Zylinders 1 eines Hubkolbenverdichters, eine Ventilplatte 2 als Zwischenglied zwischen dem Zylinder 1 und dem Zylinderkopf 3. Zylinder 1 und Zylinderkopf 3 sind von Mänteln 4 und 4a umgeben, die Ringräume für die Aufnahme eines Kühlmittels umschließen. Die Zylinderkopfsdecke 5 ist durchsetzt von einem rohrförmigen Einlaßkanal 6, der einen inneren Boden 7 enthält und

über diesen mit der Ventilplatte 2 verbunden ist. In zentralen Bohrungen in der Ventilplatte 2 und im Boden 7 sitzt eine aus einem Schraubenbolzen 8 und einer Mutter 9 bestehende Befestigungsschraube, die die vor-
5 genannten Teile, einen auf der Zylinderseite an der Ventilplatte 2 anliegenden Hubbegrenzer 10 und die Ventillamellen fest miteinander verbindet. Neben dem Schraubenbolzen 8 ist im Boden 7, in der Ventilplatte 2 und im Hubbegrenzer 10 eine kleinere Durchgangsboh-
10 rung enthalten, in der ein Stift 11 als Verdrehsicherung formschlüssig gehalten ist.

Am Eingang des Einlaßkanals 6 ist ein Filter 12 angedeutet, durch den das angesaugte Medium in den Einlaßkanal 6 eintritt. Der außerhalb des Einlaßkanals
15 6 im Innern des Zylinderkopfes 3 befindliche Ringraum 13 bildet den Druckraum, aus dem das verdichtete Medium durch einen Auslaßstutzen 14 austritt.

Die Ventilplatte 2 enthält auf zwei zur Zylinderachse konzentrischen Kreisen eine Anzahl von Einlaß- und
20 Auslaßöffnungen, die auf dem äußeren und inneren Kreis über den ganzen Umfang jeweils in gleicher Zahl und mit gleicher Winkelteilung, jedoch gegeneinander um die halbe Winkelteilung versetzt angeordnet sind. Bei dem dargestellten Ausführungsbeispiel bilden die Öff-
25 nungen auf dem äußeren Kreis die Auslaßöffnungen 16 und die Öffnungen auf dem inneren Kreis die Einlaßöffnungen 15. Der Teilungswinkel beträgt etwa 30° . Der Lochkreis der Einlaßöffnungen 15 ist um etwa 20 % kleiner als der der Auslaßöffnungen 16.

30 Die Einlaßöffnungen 15 sind auf ihrer Eingangsseite zwecks besserer Einströmung zur Zylinderachse hin etwa birnenförmig verlängert, wie dies in Fig. 2 dargestellt ist. Die birnenförmige Verlängerung der

- 7 -

Öffnung geht in der Ventilplatte 2 über einen geneigt verlaufenden Wandungsabschnitt 17 in die kreisrunde Öffnung auf der Zylinderseite der Ventilplatte 2 über.

- 5 Die Herstellung der Einlaß- und Auslaßöffnungen wird bei Stahl und Guß zweckmäßigerweise durch mechanische Bearbeitung vorgenommen. Bei Aluminium können die Öffnungen mittels Druckgußverfahren erzeugt werden, wobei nur an den beiden Dichtflächen eine Nach-
- 10 bearbeitung notwendig ist.

- Die Gestaltungen der Auslaß- und Einlaßlamellen ergeben sich aus den Fig. 3 und 4. Beide bestehen aus einem scheibenförmigen Bereich 18 bzw. 19, an den schmale, strahlenförmig nach außen verlaufende Arme
- 15 20 bzw. 21 angeformt sind, die an ihren Enden in kreisförmige Erweiterungen 22 bzw. 23 übergehen. Im scheibenförmigen Bereich ist jeweils eine zentrale Bohrung 24 bzw. 25 und daneben eine kleinere Bohrung 26 bzw. 27 enthalten. Die zentralen Bohrungen 24
- 20 und 25 sind in der Einbaulage der Lamellenscheiben von dem Bolzen 8 der Befestigungsschraube durchdrungen, die damit außer der Befestigung der vorerwähnten Teile auch der Befestigung der Lamellenscheiben dient. Die kleineren Bohrungen 26 bzw. 27 nehmen den
- 25 Stift 11 auf.

- Die beschriebene Ausgestaltung ist besonders geeignet für Hubkolbenverdichter mit einem Kolbendurchmesser von 70 bis 100 mm. Die Einlaßlamellenscheibe hat z.B. eine Dicke von 0,15 mm und die Auslaßlamellenscheibe
- 30 eine Dicke von 0,3 mm. Bevorzugter Werkstoff ist korrosionsbeständiger Federstahl. Die Herstellung kann in üblicher Weise durch Stanzen erfolgen.

Der Hubbegrenzer 10 für die Einlaßventillamellen hat die gleiche Querschnittsform wie die Einlaßlamellenscheibe gemäß Fig. 4. Seine der Ventilplatte 2 zugewandte Oberfläche ist ballig geformt.

- 5 Als Hubbegrenzer für die Auslaßventillamellen dienen die Stegbereiche zwischen den Einlaßöffnungen 15 auf der Unterseite des Bodens 7 des Einlaßkanals 6. Diese Stegbereiche, die die Anlageflächen für die Arme 20 und die Erweiterungen 22 der Auslaßventillamellen bilden, sind in ihrer Form der Umrißform der Auslaßlamellenscheibe gemäß Fig. 3 angepaßt. Veranschaulicht ist ihre Formgebung in der Schnittdarstellung in Fig. 2. Ebenso wie bei dem Hubbegrenzer 10 sind die als Anlageflächen dienenden Stegbereiche ballig geformt. Die übrigen Abschnitte der Unterseite des Bodens 7 liegen dagegen in einer Ebene senkrecht zur Zylinderachse. In diesen Abschnitten befinden sich u.a. Durchgangsöffnungen 28, die die gleiche Querschnittsform wie die Eingangsseite der Einlaßöffnungen 15 haben.

- Zur Abdichtung der aufeinanderliegenden Flächen des Bodens 7 und der Ventilplatte 2, die die Einlaßöffnungen 15 umgrenzen, sind birnenförmige Dichtungen 29 aus einem weichelastischen Kunststoffmaterial an diesen Stellen eingefügt. Die Dicke der birnenförmigen Dichtungen beträgt etwa das 1,2-fache der Dicke der Auslaßlamellenscheibe. Mit dem Anziehen der Mutter 9 der Schraube 8 werden die Dichtungen 29 auf die Dicke der Auslaßlamellenscheibe zusammengedrückt, und damit wird zugleich die Auslaßlamellenscheibe kraftschlüssig gegen die Ventilplatte 2 verspannt.

Fig. 5 zeigt eine abgewandelte Ausführung im Bereich des Bodens des Eingangskanals 6a. Hier ist der Boden

7a nicht zugleich als Hubbegrenzer für die Auslaßlamellen ausgebildet. Vielmehr ist ein Hubbegrenzer 31 als zusätzliches Bauteil vorgesehen, der in gleicher Weise gestaltet ist wie der Hubbegrenzer 10 für die
5 Einlaßlamellen. Der Boden 7a hat bei dieser Ausführung von der Ventilplatte 2 einen Abstand, wobei am Boden 7a zur Ventilplatte 2 gerichtete und an dieser anliegende Stützen 30 angeformt sind, die an die Einlaßöffnungen 15 in der Ventilplatte 2 dichtend an-
10 schließen.

Auch bei dieser Ausführung ist für alle Bestandteile eine zentrale Befestigung mit Hilfe einer Schraube 32 vorgesehen, die einen verlängerten Gewindeabschnitt aufweist, auf dem eine zweite Mutter 33 gelagert ist,
15 die der unabhängigen Befestigung des Einlaßkanals 6a an der Ventilplatte 2 dient.

Funktionsbeschreibung:

Wenn der in Fig. 1 angedeutete Kolben 34 sich aus der dargestellten oberen Totpunktlage nach unten bewegt,
20 saugt er das gasförmige Medium durch den Filter 12 in den Einlaßkanal 6 und durch die Öffnungen 28 in dessen Boden 7 sowie die anschließenden Einlaßöffnungen 15 der Ventilplatte 2 in den Zylinderraum 35. Hierbei liegen die Arme 21 und die Erweiterungen 23
25 der Einlaßlamellen infolge des Unterdrucks im Zylinder 35 an der Hubbegrenzung 10 an und geben so den Weg des Mediums frei. Die Arme 20 und die Erweiterungen 22 der Auslaßlamellen verschließen während der Saugperiode den Zylinderraum 35 gegenüber dem Druck-
30 raum 13 im Zylinderkopf 3, in dem Überdruck herrscht, und öffnen erst wieder, nachdem der Kolben 34 aus der unteren Totpunktlage wieder nach oben wandert und

- 10 -

der dadurch entstehende Verdichtungsdruck den Druck im Druckraum 13 des Zylinderkopfes leicht übersteigt. In der Offenstellung der Auslaßlamellen liegen die Arme 20 mit ihren Erweiterungen 22 an den zugehörigen Hubbegrenzern an, während gleichzeitig die aus den Armen 21 und den Erweiterungen 23 gebildeten Einlaßlamellen den Saugraum im Einlaßkanal 6 abschließen.

Hubkolbenverdichter für gasförmige Medien

A n s p r ü c h e

1. Hubkolbenverdichter für gasförmige Medien mit einer Ventilplatte zwischen Zylinder und Zylinderkopf, in der auf zur Zylinderachse konzentrischen Kreisen mehrere Einlaß- und Auslaßventilöffnungen enthalten
5 sind, mit Einlaßventillamellen auf der dem Zylinder zugewandten Seite der Ventilplatte und Auslaßventillamellen auf der anderen Seite jeweils mit zugehöriger Hubbegrenzung und mit einer zentralen Befestigung dieser Teile an der Ventilplatte, d a d u r c h
10 g e k e n n z e i c h n e t , daß in der Ventilplatte (2) auf dem ganzen inneren Kreis aufeinanderfolgende Ventilöffnungen mit gleicher Winkelteilung und auf dem äußeren Kreis Ventilöffnungen in gleicher Zahl wie auf dem inneren Kreis, jedoch um die halbe Winkelteilung
15 versetzt angeordnet sind und daß die Einlaß- und Auslaßventillamellen jeweils aus einem im Zentrum durchbohrten scheibenförmigen Bereich (18 bzw. 19) bestehen, an den schmale, strahlenförmig nach außen verlaufende Arme (20 bzw. 21) angeformt sind, die an
20 ihren Enden in vorzugsweise kreisförmige Erweiterungen (22 bzw. 23) übergehen.
2. Hubkolbenverdichter nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Einlaßöffnungen (15) auf dem
25 inneren und die Auslaßöffnungen (16) auf dem äußeren Kreis liegen.
3. Hubkolbenverdichter nach den Ansprüchen 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Einlaßöffnungen (15) auf der Zylinderkopfseite von einem rohrförmigen, die Zylinderkopfdecke (5) abgedichtet durchdringenden
30 Einlaßkanal (6) umschlossen sind, der den Zylinderkopfraum in einen Saug- und einen äußeren Druckraum (13) unterteilt.

4. Hubkolbenverdichter nach den Ansprüchen 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Einlaßkanal (6) stromab am inneren Ende einen Boden (7) aufweist, der mit den Einlaßöffnungen (15) in der Ventilplatte (2) deckungsgleiche Öffnungen (28) enthält und an seiner Zylinderseite im Bereich der Stege zwischen den Einlaßöffnungen (15) die Hubbegrenzer der Arme (20) und der Erweiterungen (22) der Auslaßventillamellen bildet.
- 10 5. Hubkolbenverdichter nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Einlaßöffnungen (15) auf ihrer Eingangsseite im Querschnitt zur Zylinderachse hin etwa birnenförmig entsprechend dem Freiraum zwischen den strahlenförmig nach außen verlaufenden
15 Armen (20) der Auslaßventillamellen verlängert sind und daß der birnenförmige Öffnungsquerschnitt in der Ventilplatte (2) an der Schmalseite über einen geneigt verlaufenden Wandungsabschnitt (17) in eine kreisrunde Öffnung auf der Zylinderseite der Ventil-
20 platte (2) übergeht.
- 25 6. Hubkolbenverdichter nach den Ansprüchen 2, 3 oder 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Boden (7a) des Einlaßkanals (6a) von der Ventilplatte (2) einen Abstand hat und daß am Boden (7a) zur Ventilplatte (2) gerichtete und an dieser anliegende Stützen (30) angeformt sind, die an die Einlaßöffnungen (15) in der Ventilplatte (2) dichtend anschließen.

Fig. 3

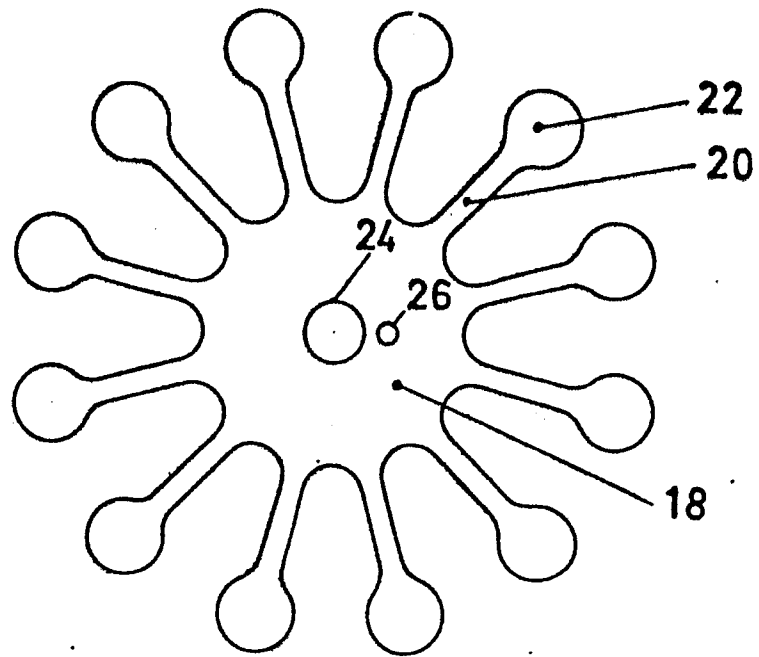


Fig. 4

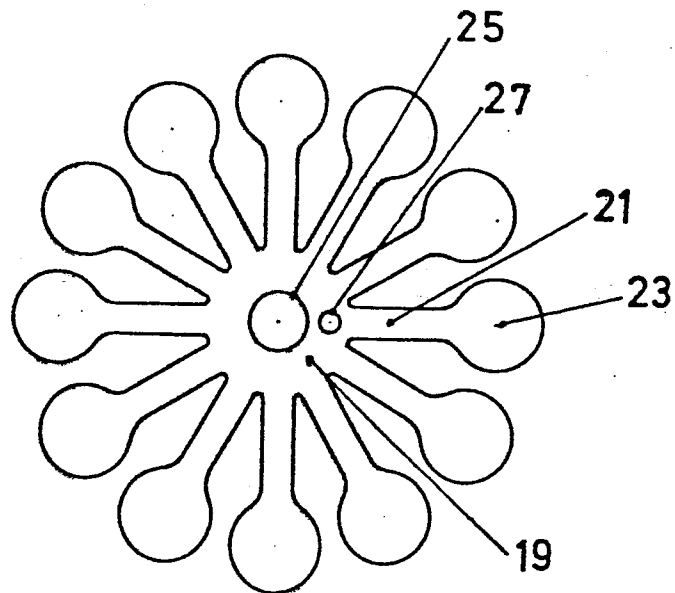


Fig. 5

