



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



Veröffentlichungsnummer: **0 263 199 B2**

12

NEUE EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

Veröffentlichungstag der neuen Patentschrift:
04.10.95

Int. Cl.⁶: **F04B 45/04**

Anmeldenummer: **86114036.6**

Anmeldetag: **10.10.86**

Membrankompressor.

Veröffentlichungstag der Anmeldung:
13.04.88 Patentblatt 88/15

Bekanntmachung des Hinweises auf die
Patenterteilung:
17.07.91 Patentblatt 91/29

Bekanntmachung des Hinweises auf die
Entscheidung über den Einspruch:
04.10.95 Patentblatt 95/40

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

Entgegenhaltungen:
DE-A- 1 184 447 DE-A- 2 211 096
DE-U- 8 626 979 FR-A- 392 356
FR-A- 744 350 US-A- 3 877 842
US-A- 3 947 156

Patentinhaber: **Brugger, Stephan,**
Dipl.-Wirt.-Ing.
Postfach 11 31
D-82301 Starnberg (DE)

Erfinder: **Der Erfinder hat auf seine Nennung**
verzichtet

Vertreter: **Hoffmann, Klaus, Dr. rer. nat. et al**
Hoffmann, Eitle & Partner
Patentanwälte
Postfach 81 04 20
D-81904 München (DE)

EP 0 263 199 B2

Beschreibung

Die Erfindung betrifft einen Membrankompressor mit einem Verdichtergehäuse, das zusammengesetzt ist aus einem Gehäuseunterteil und einem Gehäuseoberteil. Eine flexible Membran ist mit ihrem Rand zwischen Gehäuseunterteil und Gehäuseoberteil fest eingespannt. Zwecks Versteifung ist die Membran zwischen einem unteren Membranteller und einem oberen Membranteller eingelegt, wobei die Membranteller geringeren Durchmesser als die Membran aufweisen, damit diese im Bereich ihres Randes flexibel bleibt. Die Bewegung eines Exzenters wird auf die Membran und die Membranteller übertragen. Membran, oberer Membranteller und Gehäuseoberteil umgrenzen einen Arbeitsraum, wobei im oberen Totpunkt der obere Membranteller bis fast an die obere Innenwand des Gehäuseoberteils heranreicht, so daß ein Totraum verbleibt, der der Form eines Ringkanals hat und sich im Bereich über dem Rand der Membran befindet. Es ist ferner ein Einlaß und ein Auslaß für das zu verdichtende Medium vorgesehen, welche mit dem Arbeitsraum in Verbindung stehen. Im Gehäuseunterteil findet sich ein Kolbenraum zur Aufnahme der Membran und der Membranteller im unteren Totpunkt. Der im Gehäuseoberteil ausgebildete Arbeitsraum weist einen größeren Durchmesser auf als der Kolbenraum im Gehäuseunterteil. Der Durchmesser des unteren Membrantellers ist merklich kleiner als der Durchmesser des Kolbenraums, so daß bei Erreichen des unteren Totpunkts ein Ringspalt zwischen dem unteren Membranteller und der gegenüberliegenden Innenwand des Gehäuseunterteils verbleibt.

Derartige Membrankompressoren werden zum Fördern oder Verdichten von flüssigen oder gasförmigen Medien eingesetzt. Je nach Bauart beträgt die Antriebsleistung zwischen 1 W und ca. 3 kW. Insbesondere kleinere Membrankompressoren mit Antriebsleistungen bis ungefähr 200 W werden häufig als Antriebs- oder Betätigungseinheit für Geräte im medizintechnischen Bereich eingesetzt, beispielsweise dienen sie als Pumpen für Inhalatoren.

Kleine Membrankompressoren, die in hohen Stückzahlen hergestellt werden, sollen sich durch möglichst einfache Konstruktion auszeichnen. Eine weitere, aus der Praxis kommende Forderung ist absolute Unempfindlichkeit gegen Überlast, beispielsweise im Falle des Absperrens des Auslasses des Kompressors durch Zuhalten. Der dabei innerhalb des Arbeitsraums aufgebaute Druck kann bis zum Mehrfachen des normalen Betriebsdruckes erreichen. Obwohl im Normalfall derartige Belastungen überhaupt nicht vorgesehen sind, muß dennoch der Membrankompressor diese Beanspruchung aushalten können. Gerade bei kleinen, in

Großserie gebauten Membrankompressoren wird man bemüht sein, zusätzliche aufwendige Schutzmaßnahmen, beispielsweise in Form eines Sicherheitsventils, zu vermeiden, und statt dessen den Kompressor bereits konstruktiv überdrucksicher auszulegen.

Ein Membrankompressor der eingangs genannten Art ist aus der FR-A-744 350 bekannt. Die Membran dieser Pumpe wird über einen Kolben angetrieben, der unter der Wirkung starker Federn steht. Der Raum um die auf den oberen Membranteller drückende Feder steht mit dem Arbeitsraum, in dem verdichtet wird, in Verbindung. Es ergibt sich somit insgesamt ein großer, kompliziert geformter Totraum über der flexiblen Membran, was den Wirkungsgrad beeinträchtigt. Diese vorbekannte Membranpumpe zeichnet sich ferner durch eine sehr aufwendige Konstruktion aus. Insbesondere ist das Gehäuseoberteil, das gemeinsam mit der flexiblen Membran den Arbeitsraum umgrenzt, sehr kompliziert geformt und damit teuer in der Herstellung.

Aus der FR-A-392 356 ist ferner eine Pumpe mit zwei antiparallel bewegten Membranen bekannt. Der Antrieb erfolgt über Schiebestangen.

Ferner sind Vakuummembranpumpen bekannt, die ebenfalls die eingangs genannten Merkmale besitzen (DE-C-1 184 447 und DE-A-2 102 957). Diese Pumpen haben einen Exzenterantrieb mit einem von dem Exzenter angetriebenen Pleuel, über welches der Exzenter mit der Membran und den Membrantellern fest verbunden ist. Bei ihnen hat der im Gehäuseoberteil ausgebildete Arbeitsraum etwa gleichen Durchmesser wie der Kolbenraum im Gehäuseunterteil.

Aufgabe der Erfindung ist es, einen sehr einfach aufgebauten und somit kostengünstig herzustellenden Membrankompressor zu schaffen, bei dem der maximal auftretende Druck automatisch und ohne Vorsehen spezieller Bauelemente auf einen unkritischen Wert begrenzt ist, ohne daß bei normalen Betriebsverhältnissen Abstriche hinsichtlich des Wirkungsgrades hingenommen werden müßten. Diese Aufgabe wird durch die im Patentanspruch 1 angegebenen Merkmale gelöst.

Der Antrieb mittels eines Pleuels, das fest mit der Membran und den Membrantellern verbunden ist, stellt eine wesentliche konstruktive Vereinfachung des erfindungsgemäßen Membrankompressors dar. Das Gehäuseoberteil mit durchgehend eben ausgebildeter oberer Innenwand läßt sich einfach und kostengünstig als Druckgußteil herstellen. Der ebenfalls vollkommen flach ausgebildete, obere Membranteller läßt sich im oberen Totpunkt bis fast an die ebene Innenwand des Gehäuseoberteils hinauf bewegen, so daß der notwendigerweise verbleibende Totraum im wesentlichen durch einen Ringkanal rings um den Rand des oberen Mem-

brantellers gebildet wird. Bei Erreichen des maximal zulässigen Druckes in diesem Totraum kann die flexible Membran nach unten in den Ringspalt zwischen unterem Membranteller und Rand des Gehäuseunterteils ausweichen und funktioniert somit als automatischer Überdruckschutz. Besondere, zusätzliche Sicherheitsmaßnahmen gegen Überdruck sind somit entbehrlich. Die Befestigung des freien Endes des Pleuels an der Membran mittels einer Senkkopfschraube ergibt die gewünschte ebene Ausbildung der Oberseite des oberen Membrantellers, welche Voraussetzung für die in radialer Richtung weit nach außen verschobene Lage des Totraums ist. Hierdurch ergibt sich eine verflachte Druck-Volumenstrom-Kennlinie. Ein weiterer wesentlicher Vorteil des erfindungsgemäßen Membrankompressors liegt darin, daß aufgrund der einfachen Konstruktion hinsichtlich der Streubereich der Druck-Volumenstrom-Kennlinie stark eingeengt ist.

Bei einer bevorzugten Ausführung des erfindungsgemäßen Membrankompressors kommt im oberen Totpunkt der obere Membranteller bis auf einen Spalt von ca. 0,1 mm an die Innenwand des Gehäuseoberteils zu liegen. Diese Dimensionierung trägt den bei einer Großserienfertigung unvermeidlichen Fertigungstoleranzen Rechnung und verhindert zuverlässig ein Anschlagen des oberen Membrantellers an der Innenwand des Gehäuseoberteils.

Zweckmäßigerweise ist im Gehäuseoberteil eine umlaufende Nut vorgesehen, welche den Rand der Membran aufnimmt. In dieser Nut wird die elastische Membran in gepreßtem Zustand in ihrer vorgesehenen Lage gehalten.

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung wird nachstehend anhand der beigefügten Zeichnung näher erläutert. Die einzige Abbildung zeigt einen Membrankompressor in einem Längsschnitt durch das Verdichtergehäuse, in vergrößertem Maßstab.

Der in Fig. 1 dargestellte Membrankompressor besitzt ein Verdichtergehäuse (1), das aus einem Gehäuseunterteil (2) und einem Gehäuseoberteil (3) zusammengesetzt ist. Im Gehäuseoberteil (3) ist eine ringsumlaufende Nut (4) vorgesehen, welche eine Membran (5) aus einem flexiblen Material, beispielsweise Gummi, mit ihrem Rand (6) aufnimmt. Die Membran (5) wird durch Pressung zwischen dem Gehäuseunterteil (2) und dem Gehäuseoberteil (3) in ihrer Lage innerhalb der Nut (4) festgehalten. Zu beiden Seiten der Membran (5) liegt ein unterer Membranteller (7) bzw. ein oberer Membranteller (8) an. Die beiden Membranteller (7, 8) sind verwindungssteif, so daß die zwischengelegte Membran (5) lediglich im Bereich ihres Randes (6) elastisch verformbar bleibt.

Der Membrankompressor wird von einem (nicht dargestellten) Motor angetrieben. Auf dessen Mo-

torwelle (9) ist ein Exzenter (10) aufgeschoben. Die exzentrische Drehbewegung wird über ein Lager (11) auf ein Pleuel (12) übertragen.

Über eine Zwischenscheibe (13) ist das freie Ende des Pleuels (12) mit dem unteren Membranteller (7), dem oberen Membranteller (8) sowie der zwischengelegten Membran (5) verbunden. Eine Senkkopfschraube (14) sorgt für eine sichere Befestigung der Membranteller (7, 8) und der Membran (5) am Pleuel (12). Bei Drehung der Motorwelle (9) wird der mittlere Bereich der Membran (5) mit den beidseitig anliegenden Membrantellern (7, 8) kolbenartig in eine nahezu senkrechte Hubbewegung versetzt.

Von den nichtabgedeckten Bereichen der Membran (5), dem oberen Membranteller (8) und dem Gehäuseoberteil (3) wird ein Arbeitsraum (15) umgrenzt. Über einen Einlaß (16) gelangt das zu verdichtende Medium, beispielsweise Gas, in den Arbeitsraum (15), welchen es durch einen Auslaß (17) nach erfolgter Verdichtung wieder verläßt. Ein Kolbenraum (18) ist durch die Membran (5) vom Arbeitsraum (15) abgeteilt, welcher im wesentlichen im Gehäuseunterteil (2) eingelassen ist. Im unteren Totpunkt nimmt dieser Kolbenraum (18) die Membran (5) und die Membranteller (7, 8) auf.

Mit 19 ist der Totraum bezeichnet, in welchem verdichtetes Medium zurückbleibt, wenn im oberen Totpunkt der obere Membranteller (8) bis auf einen Spalt von ca. 0,1 mm an die ebene Innenwand des Gehäuseoberteils (3) zu liegen kommt. Dieser Totraum (19) hat die Form eines Ringkanals und befindet sich im Bereich des Randes (6) der Membran.

Der Durchmesser des unteren Membrantellers (7) und derjenige des oberen Membrantellers (8) sind etwa gleich groß. Der Durchmesser des Arbeitsraumes (15) ist größer als der Durchmesser des Kolbenraums (18). Diese Dimensionierung ergibt eine in radialer Richtung nach außen verschobene Lage des Totraums (19). Erreicht der Druck des verdichteten Mediums im Totraum (19) einen bestimmten kritischen Wert, so kann die Membran (5) nach unten in den Ringspalt (20) zwischen Gehäuseunterteil (2) und unterem Membranteller (7) ausweichen, wodurch automatisch eine Druckbegrenzung bewirkt wird. Gefährliche Druckspitzen können somit auch dann nicht mehr auftreten, wenn beispielsweise der Auslaß (17) vollständig abgesperrt ist.

Patentansprüche

1. Membrankompressor, mit
 - a) einem Verdichtergehäuse (1), das zusammengesetzt ist aus einem Gehäuseunterteil (2) und einem Gehäuseoberteil (3);

b) einer flexiblen Membran (5), die mit ihrem Rand (6) zwischen Gehäuseunterteil (2) und Gehäuseoberteil (3) fest eingespannt ist;

c) einem unteren Membranteller (7) und einem oberen Membranteller (8), zwischen denen die Membran (5) zwecks Versteifung eingelegt ist, wobei die Membranteller (7, 8) geringeren Durchmesser als die Membran (5) aufweisen, damit diese im Bereich ihres Randes (6) flexibel bleibt;

d) einem Exzenter (10) und einem von diesem angetriebenen Pleuel (12), über welches der Exzenter mit der Membran (5) und den Membrantellern (7, 8) fest verbunden ist, um diese gemeinsam in eine Hubbewegung zu versetzen;

e) einem Arbeitsraum (15), der von der Membran (5), dem oberen Membranteller (8) und dem Gehäuseoberteil (3) umgrenzt wird, wobei im oberen Totpunkt der obere Membranteller (8) bis fast an die obere Innenwand des Gehäuseoberteils (3) heranreicht, so daß ein Totraum (19) verbleibt, der die Form eines Ringkanals hat und sich im Bereich über dem Rand (6) der Membran (5) befindet;

f) einem Einlaß (16) und einem Auslaß (17) für das zu verdichtende Medium, welche mit dem Arbeitsraum (15) in Verbindung stehen;

g) einem Kolbenraum (18) im Gehäuseunterteil (2) zur Aufnahme der Membran (5) und der Membranteller (7, 8) im unteren Totpunkt, wobei der Durchmesser des unteren Membrantellers (7) merklich kleiner ist als der Durchmesser des Kolbenraums (18), so daß ein Ringspalt (20) zwischen dem unteren Membranteller (7) und der gegenüberliegenden Innenwand des Gehäuseunterteils (2) verbleibt,

h) wobei das Gehäuseoberteil (3) eine im Bereich des oberen Membrantellers (8) durchgehend eben ausgebildete obere Innenwand aufweist und

i) das freie Ende des Pleuels (12) mittels einer Senkkopfschraube an der Membran (5) und den Membrantellern (8) befestigt ist,

k) dadurch gekennzeichnet daß der im Gehäuseoberteil (3) ausgebildete Arbeitsraum einen größeren Durchmesser aufweist als der Kolbenraum (18),

l) die Durchmesser des oberen und des unteren Membrantellers (7, 8) gleich groß sind, und

m) die Membran (5) derart eingespannt und derart elastisch verformbar ist, daß sie bei Erreichen eines bestimmten Drucks im To-

traum (19) in den Ringspalt (20) zwischen dem unteren Membranteller (7) und der gegenüberliegenden Innenwand des Gehäuseunterteils (2) hinein druckbegrenzend ausweicht.

2. Membrankompressor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß im oberen Totpunkt der obere Membranteller (8) bis auf einen Spalt von ca. 0,1 mm an die Innenwand des Gehäuseoberteils (3) zu liegen kommt.

3. Membrankompressor nach einem der Ansprüche 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß im Gehäuseoberteil (3) eine umlaufende Nut (4) vorgesehen ist, welche den Rand (6) der Membran (5) aufnimmt.

Claims

1. Diaphragm compressor, with

a) a compressor housing (1) which is composed of a lower housing portion (2) and an upper housing portion (3);

b) a flexible diaphragm (5) which is fixed by its edge (6) between lower housing portion (2) and upper housing portion (3);

c) a lower diaphragm disc (7) and an upper diaphragm disc (8) between which the diaphragm (5) is inserted for the purpose of reinforcement, wherein the diaphragm discs (7, 8) have a smaller diameter than the diaphragm (5) so that the latter remains flexible in the region of its edge (6);

d) a cam (10) and a connecting rod (12) which is driven by the latter and by which the cam is rigidly connected to the diaphragm (5) and diaphragm discs (7, 8) in order to set them together in a lifting motion;

e) a working chamber (15) which is bounded by the diaphragm (5), the upper diaphragm disc (8) and the upper housing portion (3), wherein at top dead centre the upper diaphragm disc (8) extends almost to the upper inner wall of the upper housing portion (3), so that there remains a clearance volume (19) which is in the shape of a ring channel and is located in the region above the edge (6) of the diaphragm (5);

f) an inlet (16) and an outlet (17) for the medium to be compressed, which communicate with the working chamber (15);

g) a piston chamber (18) in the lower housing portion (2) for receiving the diaphragm (5) and diaphragm discs (7, 8) at bottom dead centre, wherein the diameter of the lower diaphragm disc (7) is noticeably

smaller than the diameter of the piston chamber (18), so that an annular gap (20) remains between the lower diaphragm disc (7) and the opposite inner wall of the lower housing portion (2),

h) wherein the upper housing portion (3) comprises an upper inner wall of continuously plane construction in the region of the upper diaphragm disc (8) and

i) the free end of the connecting rod (12) is attached by means of a countersunk head screw to the diaphragm (5) and diaphragm discs (8),

characterised in that

k) the working chamber formed in the upper housing portion (3) has a larger diameter than the piston chamber (18),

l) the diameters of the upper and lower diaphragm discs (7, 8) are the same, and

m) the diaphragm (5) is mounted in such a way and is elastically deformable in such a way that, when a given pressure is reached in the clearance volume (19), it escapes into the annular gap (20) between the lower diaphragm disc (7) and the opposite inner wall of the lower housing portion (2) so as to limit the pressure.

2. Diaphragm compressor according to claim 1, characterised in that at top dead centre the upper diaphragm disc (8) except for a gap of about 0.1 mm comes to lie against the inner wall of the upper housing portion (3).

3. Diaphragm compressor according to either of claims 1 and 2, characterised in that in the upper housing portion (3) is provided a peripheral groove (4) which receives the edge (6) of the diaphragm (5).

Revendications

1. Compresseur à membrane, comportant:

a) un boîtier de refoulement (1) qui est constitué de l'assemblage d'une pièce de boîtier inférieure (2) et d'une pièce de boîtier supérieure (3);

b) une membrane flexible (5) dont le bord (6) est fermement serré entre la pièce de boîtier inférieure (2) et la pièce de boîtier supérieure (3);

c) une coupelle inférieure de membrane (7) et une coupelle supérieure de membrane (8), entre lesquelles la membrane (5) est disposée pour être renforcée, les coupelles de membrane (7, 8) présentant un diamètre plus petit que celui de la membrane (5), pour que celle-ci reste flexible dans la ré-

gion de son bord (6);

d) un excentrique (10) et une bielle (12) entraînée par celui-ci et par l'intermédiaire de laquelle l'excentrique est relié fermement à la membrane (5) et aux coupelles de membrane (7, 8), pour les déplacer ensemble selon un mouvement en va-et-vient;

e) une chambre de travail (15) qui est délimitée par la membrane (5), la coupelle supérieure de membrane (8) et la pièce de boîtier supérieure (3), dans laquelle au point mort haut la coupelle supérieure de membrane (8) atteint presque la paroi intérieure supérieure de la pièce de boîtier supérieure (3), de sorte qu'il reste un espace mort (19) qui présente la forme d'un canal annulaire et qui se trouve dans la région située au-dessus du bord (6) de la membrane (5);

f) une entrée (16) et une sortie (17) pour le fluide à refouler, qui sont en communication avec la chambre de travail (15);

g) une chambre de piston (18) dans la pièce de boîtier inférieure (2), pour la réception de la membrane (5) et des coupelles de membrane (7, 8) au point mort bas, dans laquelle le diamètre de la coupelle inférieure de membrane (7) est largement plus petit que le diamètre de la chambre de piston (18), de sorte qu'il reste un interstice annulaire (20) entre la coupelle inférieure de membrane (7) et la paroi intérieure opposée de la pièce de boîtier inférieure (2),

h) tandis que la pièce de boîtier supérieure (3) présente une paroi intérieure supérieure configurée plane sur toute la région de la coupelle supérieure de membrane (8), et

i) l'extrémité libre de la bielle (12) est fixée à la membrane (5) et à la coupelle de membrane (8) par une vis à tête fraisée,

k) caractérisé en ce que la chambre de travail configurée dans la pièce de boîtier supérieure (3) présente un diamètre plus grand que la chambre de piston (18),

l) le diamètre de la coupelle supérieure et celui de la coupelle inférieure de membrane (7, 8) sont de même valeur, et

m) la membrane (5) est serrée et élastiquement déformable de telle sorte que, lorsqu'une pression définie est atteinte dans l'espace mort (19) dans l'interstice annulaire (20) situé entre la coupelle inférieure de membrane (7) et la paroi intérieure opposée de la pièce de boîtier inférieure (2), elle se déforme vers l'intérieur pour limiter la pression.

2. Compresseur à membrane selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'au point mort su-

périeur, la coupelle supérieure de membrane (8) vient se placer sur la paroi intérieure de la pièce de boîtier supérieure (3) avec un interstice d'environ 0,1 mm.

5

3. Compresseur à membrane selon l'une des revendications 1 et 2, caractérisé en ce qu'une rainure périphérique (4) est prévue dans la pièce de boîtier supérieure (3), qui reçoit le bord (6) de la membrane (5).

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

