



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) **EP 1 554 496 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
07.06.2006 Patentblatt 2006/23

(21) Anmeldenummer: **03809330.8**

(22) Anmeldetag: **24.10.2003**

(51) Int Cl.:
F04C 18/12^(2006.01) F04C 29/00^(2006.01)

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2003/011853

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2004/038227 (06.05.2004 Gazette 2004/19)

(54) **VERDICHTERMASCHINE MIT ZWEI GEGENSINNIG LAUFENDEN ROTOREN**

COMPRESSOR MACHINE WITH TWO COUNTER-ROTATING ROTORS

MACHINE DE COMPRESSION POURVUE DE DEUX ROTORS A ROTATION EN SENS INVERSE

(84) Benannte Vertragsstaaten:
CH DE FR GB IT LI

(30) Priorität: **25.10.2002 DE 20216504 U**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
20.07.2005 Patentblatt 2005/29

(73) Patentinhaber: **Rietschle Thomas Schopfheim GmbH**
79650 Schopfheim (DE)

(72) Erfinder:
• **SCHOLZ, Fritz-Martin**
79686 Hasel (DE)

• **WAGENER, Wolf-Rüdiger**
79650 Schopfheim (DE)
• **GREINER, Daniel**
79667 Zell i.W. (DE)

(74) Vertreter: **Rau, Albrecht et al**
Rau, Schneck & Hübner
Königstrasse 2
90402 Nürnberg (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A- 0 048 095 EP-A- 0 444 941
FR-A- 1 480 749 US-A- 1 386 792
US-A- 2 635 552 US-A- 2 642 808

EP 1 554 496 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Verdichtermaschine mit zwei gegensinnig laufenden Rotoren, die auf zwei parallelen, voneinander beabstandeten und in einem Gehäuse gelagerten Wellen montiert sind, von denen eine direkt und die andere durch miteinander kämmende, auf den Wellen angebrachte Zahnräder angetrieben ist.

[0002] Verdichtermaschinen mit zwei gegensinnig rotierenden Rotoren können als Verdichter oder Vakuumpumpen arbeiten. Aus der EP 1 163 450 A1 ist eine solche Maschine mit klauenartigen Rotorflügeln bekannt, die sowohl Saugluft als auch Blasluft erzeugen kann und sich besonders für den Einsatz im Bereich der Papierverarbeitung eignet. Aufgrund der inneren Verdichtung derartiger Maschinen können deutlich höhere Druckverhältnisse erreicht werden als z.B. mittels einer Roots-Pumpe. Durch fliegende Anordnung der Rotoren in einem topfartigen Gehäuse wird ein einfacher Aufbau erreicht. Das die beiden Wellen koppelnde Getriebe einerseits und die Wellenlagerung andererseits sind jedoch in getrennten Gehäuseteilen angeordnet, die exakt miteinander ausgerichtet und verstiftet werden müssen. Ebenso muß das die Rotoren aufnehmende topfförmige Gehäuse exakt mit dem Getriebegehäuse verstiftet werden. Daraus ergibt sich die Notwendigkeit, Stiftbohrungen möglichst genau von zwei verschiedenen Seiten eines Gehäuseteils bearbeiten zu müssen. Ungenauigkeiten führen zu schiefstehenden Wellen und dadurch erhöhten Lagerbelastungen, Zahnradgeräuschen und anderen Fehlfunktionen.

[0003] US 2,635,552 A offenbart eine Rotationspumpe zum Pumpen von Flüssigkeiten vornehmlich aus dem Lebensmittelbereich. Die Pumpe weist zwei parallele Wellen auf, an denen jeweils ein Rotor fliegend befestigt ist. Sie umfaßt ein Getriebegehäuse mit einer Getriebechamber zur Aufnahme von Zahnrädern und eine an dem Getriebegehäuse angeschraubtes Arbeitsgehäuse mit einer Arbeitskammer zur Aufnahme der Rotoren. Die Lagerung der Wellen erfolgt in den Stirnwänden der Getriebechamber.

[0004] US 1,386,792 A offenbart ein Rotationsgebläse mit einem Gehäuse und zwei parallelen Wellen, an denen jeweils ein Rotor befestigt ist. In dem Gehäuse sind eine Arbeitskammer, eine Getriebechamber und dazwischenliegend eine Luftkammer angeordnet. Die Arbeitskammer wird auf ihrer einen Seite durch einen radialen Deckel begrenzt. Die Lagerung der Wellen erfolgt in einer die Getriebechamber begrenzenden stirnseitigen Außenwand und in dem radialen Deckel.

[0005] Durch die Erfindung wird eine Verdichtermaschine geschaffen, bei der trotz vereinfachter Herstellung und verminderter Teilezahl eine präzise Ausrichtung der Wellen gewährleistet ist. Die erfindungsgemäße Verdichtermaschine hat zwei gegensinnig laufende Rotoren, die auf zwei parallelen, voneinander beabstandeten und in einem Gehäuse gelagerten Wellen montiert sind. Eine der Wellen ist direkt und die andere durch miteinander

kämmende, auf den Wellen angebrachte Zahnräder angetrieben. Das Gehäuse hat zwei einteilig miteinander und mit einer Umfangswand ausgebildete radiale Wände, in denen die Wellen gelagert sind. Zwischen diesen radialen Wänden sind die Zahnräder angeordnet. Eine Seitenwand des Gehäuses hat eine durch einen abnehmbaren Deckel verschlossene Öffnung. Bei abgenommenem Deckel können durch diese Öffnung hindurch die Zahnräder auf den Wellen montiert werden. Die Lagerbohrungen für die Wellen können in dem einstückigen Gehäuse mit einer einzigen Aufspannung angebracht und bearbeitet werden, so daß bei minimaler Anzahl von Teilen jegliche Ursache von Ausrichtungsfehlern entfällt. Der die Öffnung in der Seitenwand des Gehäuses verschließende Deckel hat keinerlei Einfluß auf die Lagerung der Wellen. Er ist ein einfaches Teil, das lediglich die Öffnung verschließen und gegen Ölaustritt abdichten muß. Es hat sich gezeigt, dass die so ermöglichte Vermeidung selbst kleiner Fehlstellungen zu einem besseren Wirkungsgrad und verringertem Laufgeräusch führt.

[0006] Bei der erfindungsgemäßen Verdichtermaschine ist eine der radialen Wände eine radiale Außenwand und die andere eine Zwischenwand, die auf ihrer einen Seite mit der radialen Außenwand eine die Zahnräder aufnehmende Getriebechamber und auf ihrer anderen Seite eine die Rotoren aufnehmende Arbeitskammer abgrenzt. Die erfindungsgemäße Verdichtermaschine ist dadurch gekennzeichnet, dass die Arbeitskammer auf der von der Zwischenwand abgewandten Stirnseite durch einen radialen Gehäusedeckel verschlossen ist; das Gehäuse einen Monoblock-Grundkörper bildet, der an seinem dem Gehäusedeckel zugewandten Stirnende eine Öffnung aufweist, deren Weite die größte von allen im Inneren des Gehäuses gelegenen axialen Durchgängen und Bohrungen ist, so dass diese zur Bearbeitung durch diese Öffnung in einer Aufspannung des Grundkörpers zugänglich sind, und dass die Zwischenwand ihrerseits axial durchgehende Öffnungen zur Aufnahme von Wellenlagern aufweist, deren Weite größer ist als die der axialen Lagerbohrungen in der radialen Außenwand.

[0007] Weitere Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der folgenden Beschreibung einer bevorzugten Ausführungsform und aus den beigefügten Zeichnungen. In den Zeichnungen zeigen:

- Figur 1 eine Seitenansicht einer Verdichtermaschine;
- Figur 2 einen Axialschnitt der Verdichtermaschine;
- Figur 3 eine Perspektivansicht eines einteiligen Gehäusekörpers der Verdichtermaschine;
- Figur 4 drei Skizzen zur Veranschaulichung einer inneren Verdichtung;
- Figur 5 eine vergrößerte Detailansicht einer Wellen-

dichtung; und

- Figur 6 einen Axialschnitt einer alternativen Ausführungsform der Verdichtermaschine.

[0008] Die hier beispielshalber beschriebene Verdichtermaschine hat Rotoren mit klauenförmigen Rotorflügeln und kann sowohl als Verdichter als auch als Vakuumpumpe betrieben werden.

[0009] Auf einem Sockel 10 ist ein einstückig geformter Gehäusekörper 12 mit einem angeflanschten Elektromotor 14 gelagert. Der Gehäusekörper 12 hat zwei radiale, parallele und voneinander beabstandete Wände 16, 18, die durch eine Umfangswand 20 miteinander verbunden sind. Die radiale Wand 16 bildet eine Außenwand. Die radiale Wand 18 bildet eine Zwischenwand des Gehäusekörpers 12 und grenzt einen zwischen den Wänden 16, 18 gebildeten Getrieberaum 22 von einer Arbeitskammer 24 ab, die zwei Rotoren 26, 28 mit klauenartigen Rotorflügeln aufnimmt. Der Rotor 26 ist fliegend an einem axialen Ende einer Welle 30 angebracht, die in den radialen Wänden 16, 18 gelagert ist. Das entgegengesetzte axiale Ende der Welle 30 ist direkt an die Abtriebswelle des Elektromotors 14 angekoppelt. Der Rotor 28 ist fliegend an einem axialen Ende einer zweiten Welle 32 angebracht, die ebenfalls in den radialen Wänden 16, 18 gelagert ist. Die Wellen 30, 32 sind parallel und voneinander beabstandet. Die Wellen 30, 32 sind durch zwei miteinander kämmende, im Getrieberaum 22 angeordnete Zahnräder 34, 36 miteinander gekoppelt, so daß sie synchron und mit entgegengesetztem Drehsinn rotieren.

[0010] Der Gehäusekörper 12 hat eine Seitenwand mit einer Öffnung 38, die durch einen von außen aufgesetzten Deckel 40 verschließbar ist. Diese Öffnung 38 ist so bemessen, daß bei abgenommenem Deckel 40 die Zahnräder 34, 36 in den Getrieberaum 22 zur Montage auf den Wellen 30, 32 eingebracht werden können.

[0011] Auf der Seite der Arbeitskammer 24 ist an die Zwischenwand 18 eine Lagerdeckelplatte 42 angesetzt. An ihrem von der Lagerdeckelplatte 42 abgewandten axialen Ende ist die Arbeitskammer 24 durch einen radialen Gehäusedeckel 44 verschlossen. An den Gehäusedeckel 44 schließt eine Haube 46 an, die einen beispielsweise mit der Welle 30 gekoppelten oder über einen Fremdantrieb verfügenden Lüfter umschließt.

[0012] Bei der beschriebenen Verdichtermaschine handelt es sich vorzugsweise um einen sog. "Klauenverdichter", also eine Maschine mit klauenförmigen Rotorflügeln und mit innerer Verdichtung. Die Figur 4 zeigt drei Phasen im Zyklus einer solchen Maschine, nämlich bei a) den beginnenden Verdichtungsprozeß, bei b) den fortgeschrittenen Verdichtungsprozeß und bei c) die Phase des Ausschlebens des verdichteten Volumens. Der in Figur 4a) gezeigten Phase geht die Einlaßphase voraus, bei der eine gemeinsame Einlaßkammer aufgefüllt, dann in zwei Teilkammern aufgeteilt und schließlich zu einem gemeinsamen Volumen zusammengeführt wird, das dann die innere Verdichtung erfährt. Eine mit A bezeich-

nete Auslaßöffnung wird bei der Drehung der Rotoren während der Phase der inneren Verdichtung und während der Einlaßphase durch eine der Stirnflächen des unteren Rotors verschlossen. Beginnend mit dem in Figur 4b) gezeigten Zustand wird die Auslaßöffnung A durch den unteren Rotor freigegeben, damit das verdichtete Volumen über die Auslaßöffnung A ausgeschoben werden kann. Diese Auslaßöffnung führt axial durch den Gehäusedeckel 44 aus dem Arbeitsraum der Verdichtermaschine hinaus.

[0013] Figur 5 zeigt in vergrößerter Darstellung die Wellenlagerung an der Zwischenwand 18 und die an der Lagerdeckelplatte 42 angeordnete Wellendichtung. Die Wellenlagerung besteht aus einem allgemein mit 50 bezeichneten Doppelkugellager. Zur Aufnahme der Wellendichtung ist in der Lagerdeckelplatte 42 eine Ausnehmung 52 gebildet. In der Ausnehmung 52 ist ein Wellendichtring 54 aus gummielastischem Material angeordnet, der mit einer spitzen Dichtkante 54a am Außenumfang einer auf der Welle 32 aufgeschraubten Hülse 56 dichtend in Anlage ist. Die Hülse 56 ist mit einem Dichtring 58 gegen die Welle 32 abgedichtet. Die Hülse 56 hat eine radial überhöhte Schulter 56a, in der zwei Dichtringe 60 axial nebeneinander aufgenommen sind. Die Dichtringe 60 dichten die Hülse 56 gegen den Innenumfang der Ausnehmung in der Lagerdeckelplatte 42 ab. Zwischen dem Dichtring 54 und der Aussparung in der Lagerdeckelplatte 42 verbleibt ein Zwischenraum 62, der mit einer Bohrung 64 in Verbindung steht. Die Bohrung 64 führt durch die Lagerdeckelplatte 42 nach außen.

[0014] Die Besonderheit der in Figur 5 dargestellten Wellendichtung besteht darin, daß sie an der Lagerdeckelplatte 42 angeordnet ist und so einen problemlosen Einbau von der offenen Stirnseite des Gehäusekörpers her ermöglicht.

[0015] Bei der in Figur 6 gezeigten Ausführungsform der Verdichtermaschine ist der Grundkörper des Gehäuses von einer Haube 70 umgeben, die mit dem Außenumfang des Gehäuses axiale Kühlluftkanäle 72 abgrenzt. Die Kühlluftkanäle 72 führen von einem Schutzgitter 74 neben dem Gehäusedeckel 44 axial entlang dem Außenumfang des Gehäuses bis hinter die Getrieberaumkammer, wo sie radial einwärts in eine Lüfterkammer 76 münden, in der ein Lüfter angeordnet ist, dessen Läufer auf einer Antriebswelle befestigt ist, die mit der unteren Welle 30 gekoppelt ist. Die Kühlluft tritt radial nach unten aus.

50 Patentansprüche

1. Verdichtermaschine mit zwei gegensinnig laufenden Rotoren (26,28), die auf zwei parallelen, voneinander beabstandeten und in einem Gehäuse (12) gelagerten Wellen (30,32) montiert sind, von denen eine direkt und die andere durch miteinander kämmende, auf den Wellen angebrachte Zahnräder (34,36) angetrieben ist, wobei

- das Gehäuse (12) zwei einteilig miteinander und mit einer Umfangswand ausgebildete radiale Wände (16,18), in denen die Wellen (30,32) gelagert und zwischen denen die Zahnräder (34,36) angeordnet sind, und eine Seitenwand mit einer durch einen abnehmbaren Seitendeckel (40) verschlossenen Öffnung (38) aufweist, und

- eine der radialen Wände eine radiale Außenwand (16) und die andere eine Zwischenwand (18) ist, die auf ihrer einen Seite mit der radialen Außenwand eine die Zahnräder aufnehmende Getriebekammer (22) und auf ihrer anderen Seite eine die Rotoren (26,28) aufnehmende Arbeitskammer (24) abgrenzt,

dadurch gekennzeichnet, dass

- die Arbeitskammer (24) auf der von der Zwischenwand (18) abgewandten Stirnseite durch einen radialen Gehäusedeckel (44) verschlossen ist;

- das Gehäuse (12) einen Monoblock-Grundkörper bildet, der an seinem dem Gehäusedeckel (44) zugewandten Stirnende eine Öffnung aufweist, deren Weite die größte von allen im Inneren des Gehäuses (12) gelegenen axialen Durchgängen und Bohrungen ist, so dass diese zur Bearbeitung durch diese Öffnung in einer Aufspannung des Grundkörpers zugänglich sind, und dass

- die Zwischenwand (18) ihrerseits axial durchgehende Öffnungen zur Aufnahme von Wellenlagern aufweist, deren Weite größer ist als die der axialen Lagerbohrungen in der radialen Außenwand (16).

2. Verdichtermaschine nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Rotoren (26,28) fliegend an den Wellen (30,32) gelagert sind.

3. Verdichtermaschine nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Arbeitskammer (24) auf der von der Zwischenwand (18) abgewandten Stirnseite durch einen Gehäusedeckel (44) verschlossen ist, in dem eine Auslassöffnung gebildet ist, die bei der Drehung der Rotoren (26,28) anschließend an eine Phase innerer Verdichtung freigelegt und während einer Einlassphase durch die Stirnfläche eines der Rotoren verschlossen wird.

4. Verdichtermaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** an die Zwischenwand (18) auf der Seite der Rotoren eine Lagerdeckelplatte (42) angesetzt ist.

5. Verdichtermaschine nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Lagerdeckelplatte (42)

Ausnehmungen zur Aufnahme von Wellendichtungen aufweist.

6. Verdichtermaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** an den radialen Gehäusedeckel (44) eine Haube (70) angeschlossen ist, die einen Lüfter umschließt.

7. Verdichtermaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Umfangswand des Gehäuses (12) von einer Haube (70) umgeben ist, die mit der Umfangswand axiale Kühlluftkanäle (72) bildet, die von der dem Gehäusedeckel (44) benachbarten Stirnfläche bis zu einem Lüfter geführt sind, der auf der von der Arbeitskammer (24) abgewandten Seite der Getriebekammer (22) auf einer Antriebswelle angeordnet ist.

Claims

1. Compressor machine with two counter-rotating rotors (26, 28) which are mounted on two parallel, spaced shafts (30, 32) supported in a housing (12), one of which being driven directly and the other one by combing cogwheels (34, 36) mounted on the shafts, wherein

- the housing (12) has two radial walls (16, 18) constructed in one-piece with each other and with a peripheral wall, in which the shafts (30, 32) are supported and between which the cogwheels (34, 36) are arranged, and a side wall comprising an opening (38) closed by a detachable side lid (40), and

- one of the radial walls is a radial outer wall (16) and the other one an intermediate wall (18), which with the radial outer wall defines a gearbox (22) accommodating the cogwheels on its one side and a working chamber (24) accommodating the rotors (26, 28) on its other side,

characterized in that

- the working chamber (24) is closed by a radial housing lid (44) on the front turned away from the intermediate wall (18);

- the housing (12) forms a monoblock base body having an opening on the front end turned towards the housing lid (44), the extent of which is the largest of all axial passageways and boreholes inside the housing (12), so that they are accessible by this opening in a clamping of the base body, and that

- the intermediate wall (18) on its part has axially continuous openings for accommodating shaft bearings the width of which is larger than the width of the axial bores of the bearings in the

radial outer wall (16).

2. Compressor machine according to claim 1, **characterized in that** the rotors (26, 28) are over-mounted at the shafts (30, 32).
3. Compressor machine according to claim 1 or 2, **characterized in that** the working chamber (24) is closed by a housing lid (44) on the front turned away from the intermediate wall (18), in which an outlet port is formed which, following a phase of inner compression, is laid open when the rotors (26, 28) are turned and closed by the front plane of one of the rotors during an intake phase.
4. Compressor machine according to one of the preceding claims, **characterized in that** a bearing lid plate (42) is affixed to the intermediate wall (18) on the side of the rotors.
5. Compressor machine according to claim 4, **characterized in that** the bearing lid plate (42) comprises recesses for accommodating the shaft sealings.
6. Compressor machine according to one of the preceding claims, **characterized in that** a hood (70) surrounding the ventilator is connected to the radial housing lid (44).
7. Compressor machine according to one of claims 1 to 5, **characterized in that** the peripheral wall of the housing (12) is surrounded by a hood (70) forming axial cooling air channels (72) with the peripheral wall which are lead from the front plane neighboring the housing lid (44) to a ventilator arranged on a driveshaft on the side of the shaft chamber (22) turned away from the working chamber (24).

Revendications

1. Machine de compression pourvue de deux rotors à rotation en sens inverse (26, 28) qui sont montés sur deux arbres (30, 32) parallèles, distants l'un de l'autre et logés dans un boîtier (12), l'un d'entre eux étant entraîné directement et l'autre par des roues dentées (34, 36) engrenant les unes dans les autres, disposées sur les arbres, étant précisé que
 - le boîtier (12) comporte deux parois (16, 18) radiales formées d'une seule partie l'une avec l'autre et avec une paroi périphérique, dans lesquelles sont logés les arbres (30, 32) et entre lesquelles sont disposées les roues dentées (34, 36), et une paroi latérale avec une ouverture (38) fermée par un couvercle (40) latéral amovible, et
 - une des parois radiales est une paroi extérieure

radiale (16) et l'autre une paroi intermédiaire (18), qui du côté de la paroi extérieure radiale délimite une chambre d'engrenage (22) accueillant les roues dentées et de l'autre côté une chambre de travail (24) recevant les rotors (26, 28), **caractérisée en ce que**

- la chambre de travail (24) est fermée du côté frontal opposé à la paroi intermédiaire (18) par un couvercle radial de boîtier (44);

- le boîtier (12) forme un corps de base monobloc qui à son extrémité frontale tournée vers le couvercle de boîtier (44) comporte une ouverture dont la largeur est la plus grande de tous les passages et alésages axiaux situés à l'intérieur du boîtier (12), de sorte que ceux-ci sont accessibles à travers cette ouverture pour le traitement lorsque le corps de base est serré, et **en ce que**

- la paroi intermédiaire (18) de son côté comporte des ouvertures axialement continues destinées à recevoir les paliers d'arbres, dont la largeur est supérieure à celle des alésages axiaux des paliers dans la paroi extérieure radiale (16).

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

2. Machine de compression selon la revendication 1, **caractérisée en ce que** les rotors (26, 28) sont disposés en porte-à-faux sur les arbres (30, 32).

3. Machine de compression selon la revendication 1 ou 2, **caractérisée en ce que** la chambre de travail (24) sur le côté frontal opposé à la paroi intermédiaire (18) est fermée par un couvercle de boîtier (44), dans lequel est formé un orifice de décharge, qui lors de la rotation des rotors (26, 28) est dégagé suite à une phase de compression interne et fermé par la face frontale d'un des rotors pendant une phase d'admission.

4. Machine de compression selon l'une des revendications précédentes, **caractérisée en ce qu'**une plaque de chapeau de palier (42) est appliquée sur la paroi intermédiaire (18) du côté des rotors.

5. Machine de compression selon la revendication 4, **caractérisée en ce que** la plaque de chapeau de palier (42) comporte des creux pour recevoir les joints d'étanchéité des arbres.

6. Machine de compression selon l'une des revendications précédentes, **caractérisée en ce qu'**au couvercle radial de boîtier (44) est contigu un capot (70) qui entoure un ventilateur.

7. Machine de compression selon l'une des revendications 1 à 5, **caractérisée en ce que** la paroi périphérique du boîtier (12) est entourée d'un capot (70) qui forme avec la paroi périphérique des canaux d'air de refroidissement (72), qui depuis la surface fron-

tale adjacente au couvercle de boîtier (44) sont guidés jusqu'à un ventilateur lequel, sur le côté de la chambre d'engrenage (22) opposé à la chambre de travail (24), est disposé sur un arbre primaire.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

FIG. 1

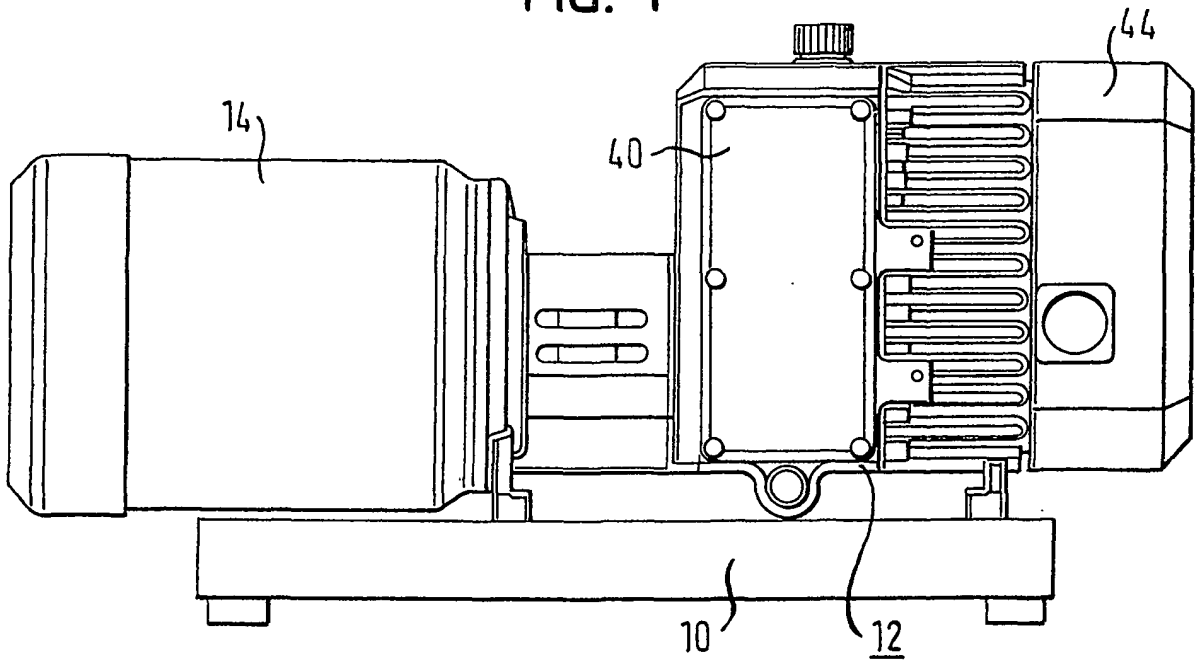


FIG. 2

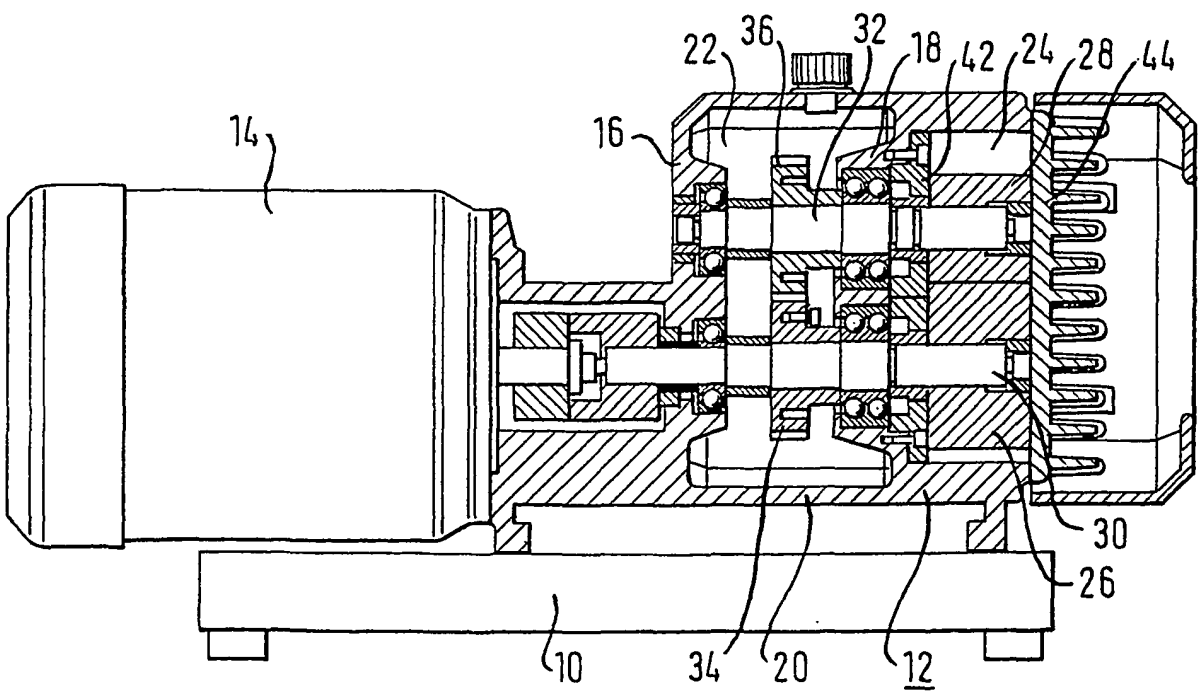


FIG. 3

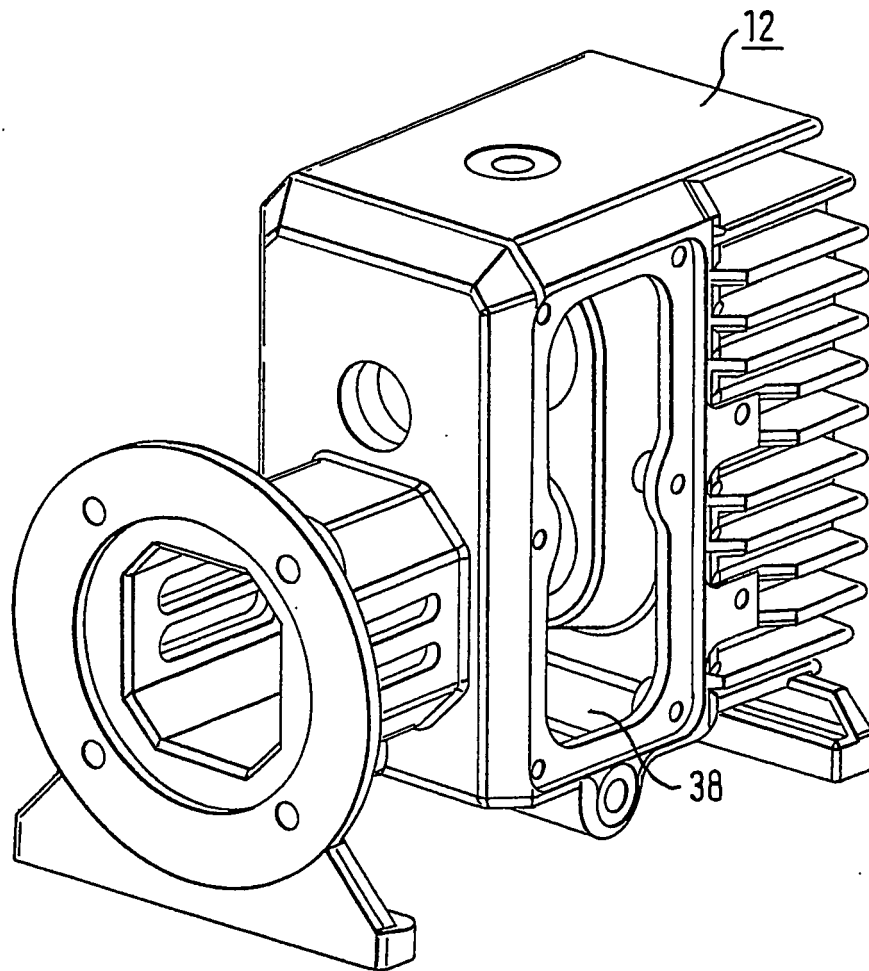


FIG. 4

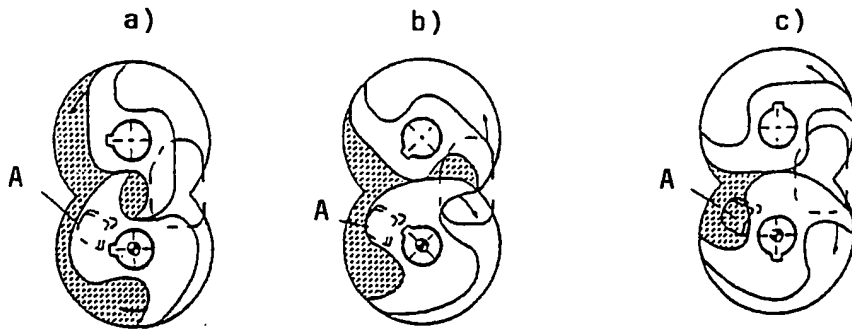


FIG. 5

