



(19)

Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11)

EP 1 075 601 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

- (45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
18.09.2002 Patentblatt 2002/38
- (51) Int Cl. 7: **F04C 18/12, F04C 29/08**
- (21) Anmeldenummer: **99923485.9**
- (22) Anmeldetag: **28.04.1999**
- (86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP99/02882
- (87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 99/057439 (11.11.1999 Gazette 1999/45)

(54) VACUUMPUMPE

VACUUM PUMP

POMPE A VIDE

- (84) Benannte Vertragsstaaten:
CH DE FR GB IT LI SE
- (30) Priorität: **30.04.1998 DE 19819538**
- (43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
14.02.2001 Patentblatt 2001/07
- (73) Patentinhaber: **Werner Rietschle GmbH + Co. KG
79650 Schopfheim (DE)**
- (72) Erfinder:
- **GARCIORZ, Reinhard
D-79541 Lörrach (DE)**
 - **SCHOLZ, Fritz-Martin
D-79686 Hasel (DE)**
- (74) Vertreter: **Degwert, Hartmut, Dipl.-Phys. et al
Prinz & Partner GbR,
Manzingerweg 7
81241 München (DE)**
- (56) Entgegenhaltungen:
**EP-A- 0 578 853 DE-A- 2 422 857
GB-A- 818 691 US-A- 3 199 771
US-A- 4 859 158**
- **GÜNTER LEUSCHNER: "Kleines
Pumpenhandbuch für Chemie und Technik"
1967, VERLAG CHEMIE GMBH,
WEINHEIM/BERGSTR. XP002113407 Seite 226,
letzter Absatz - Seite 227, letzter Absatz;
Abbildung 4.13.2**

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 Pumpe zur gleichzeitigen Erzeugung von Druck und Unterdruck.

[0002] Derartige Pumpen sind vorteilhaft, wenn ein industrieller Prozeß gleichzeitig Druckluft und Unterdruck erfordert, da die Pumpe nur einen Antrieb benötigt. Außer dem Sauganschluß benötigt eine solche Pumpe einen gesonderten Aufladeanschluß, der mit der Atmosphäre verbunden ist, um den Volumenstrom für die Druckluft zu gewährleisten. Entsprechend müssen in der Pumpenkammer mehrere voneinander getrennte Zellen gebildet werden. Dies ist im Stand der Technik nur mit Drehschiebersystemen gelungen die beispielsweise aus des GB-A-818 691 bekannt sind. Drehschieber sind aber verschleißbehaftet und können nur bei Einsatz spezieller Werkstoffe schmiermittelfrei betrieben werden.

[0003] Durch die vorliegende Erfindung wird eine Pumpe zur gleichzeitigen Erzeugung von Druckluft und Unterdruck zur Verfügung gestellt, die nahezu verschleißfrei ist und ohne den Einsatz besonderer Werkstoffe hergestellt werden kann. Bei der erfindungsgemäßen Pumpe rotieren in der Pumpenkammer zwei mindestens dreiflügelige Rotoren um parallele, gegeneinander versetzte Achsen gegenläufig und kämmen berührungslos, um mit der Umfangswandung der Pumpenkammer voneinander getrennte Zellen zu bilden. Mittels der Rotoren lassen sich in der Pumpenkammer die für die gleichzeitige Erzeugung von Druckluft und Vakuum erforderlichen Zellen voneinander abgrenzen. Da die Rotoren berührungslos miteinander und auch mit der Umfangswand der Pumpenkammer zusammenwirken, tritt im Bereich der Pumpenkammer keinerlei Verschleiß auf. Der Dichtspalt zwischen den Rotoren kann durch Optimierung ihrer Geometrie sehr klein gehalten werden; er beträgt bei praktischen Ausführungen nur Bruchteile eines Millimeters, so daß gute Druck- und Vakuumwerte gewährleistet sind. Diese Werte werden sogar mit zunehmender Betriebsdauer besser, da die sich mit der Zeit bildenden Ablagerungen zu einer Verkleinerung der Dichtspalte führen.

[0004] Eine Pumpe mit zwei dreiflügeligen Rotoren, die um parallele Achsen gegenläufig rotieren, ist an sich bereits aus der DE-A-2 422 857 bekannt. Diese Pumpe hat jedoch keinen Aufladeanschluß und eignet sich daher nicht zur gleichzeitigen Erzeugung von Druckluft und Unterdruck.

[0005] Die erfindungsgemäße Pumpe ist besonders für den Einsatz im papierverarbeitenden Gewerbe geeignet, vornehmlich bei Anwendungen, die keine getrennte Bereitstellung oder Einstellung von Druckluft und Vakuum erfordern. Druckluft wird z.B. zum seitlichen Anblasen eines Papierstapels für die Unterstützung der Bogentrennung benötigt. Die pulsierende Drucklufterzeugung durch die erfindungsgemäße Pumpe erweist sich hier als zweckmäßig, da die Paperkanten durch stoßweise auftretende Druckluft leichter getrennt werden können. Unterdruck ist bei derartigen Anwendungen zum Ansaugen des obersten Papierbogens erforderlich.

[0006] Bei der bevorzugten Ausführungsform der Pumpe bilden die Rotoren mit der Pumpenkammer eine mit dem Sauganschluß verbundene, durch die Drehung der Rotoren ihr Volumen vergrößernde Saugzelle sowie eine Druckzelle, die bei der Drehung der Rotoren ihr Volumen verkleinert und mit dem Druckanschluß verbunden ist. Diese Druckzelle wird aus zwei im Verlauf der Drehung der Rotoren zunächst voneinander getrennten Aufladezellen gebildet, die je einen zugeordneten Aufladeanschluß aufweisen und bei der weiteren Drehung der Rotoren miteinander zur Druckzelle vereinigt werden. Die Aufladezellen werden vor ihrer Vereinigung im wesentlichen isobar und isochor in der Pumpenkammer verschoben, d.h. die sich in den Aufladezellen befindliche Luft erfährt bei der Verschiebung der Aufladezellen im wesentlichen keine Druck- und keine Volumenänderung.

[0007] Weitere Vorteile und Merkmale der Erfindung ergeben sich aus der folgenden Beschreibung einer bevorzugten Ausführungsform und aus der Zeichnung, auf die Bezug genommen wird. In der Zeichnung zeigen:

Figur 1 einen Längsschnitt der erfindungsgemäßen Pumpe;

Figur 2 eine Ansicht entlang Linie II-II in Figur 1;

Figur 3 eine Ansicht entlang Linie III-III in Figur 1; und

Figuren 4a bis 4h schematische Ansichten verschiedener Rotorstellungen zur Erläuterung der Wirkungsweise.

[0008] Die einstufig ausgebildete Pumpe zur gleichzeitigen Erzeugung von Druck und Unterdruck hat ein Gehäuse, das aus einem tragenden Mittelteil 10, einem auf der einen Seite des Mittelteils 10 aufgesetzten Gehäusedeckel 12, einem an die andere Seite des Mittelteils 10 angefügten Gehäusering 14 und einer an den Gehäusering 14 anschließenden Deckelplatte 16 besteht. Zwischen dem Mittelteil 10, dem Gehäusering 14 und der Deckelplatte 16 ist eine Pumpenkammer 18 gebildet. In den einander gegenüberliegenden Wandungsteilen des Gehäusedeckels 12 und des Mittelteils 10 sind zwei Wellen 20, 22 parallel zueinander und gegeneinander versetzt in Kugellagern fliegend gelagert. Auf jeder Welle 20, 22 sitzt ein Ritzel 24, 26. Die Ritzel 24, 26 stehen miteinander in Kämmeingriff, so daß die Wellen 20, 22 miteinander synchron entgegengesetzt rotieren. Für den Drehantrieb ist die untere Welle 22 aus dem Gehäusedeckel 12 herausgeführt.

[0009] Auf den in die Pumpenkammer 14 hineinragenden freien Enden der Wellen 20, 22 sind zwei Rotoren 30, 32 angeordnet. Da der durch die Rotoren 30, 32 gebildete Lastangriff nicht zwischen, sondern außerhalb der Lager liegt, ergibt sich eine fliegende Wellenlagerung. Jeder der Rotoren 30, 32 ist justierbar an der zugehörigen Welle 20 bzw. 22 befestigt. Wie aus Figur 2 ersichtlich ist, hat jeder Rotor 30, 32 drei Flügel 30a bzw. 32a. Die Pumpenkammer 18 hat in Seitenansicht die Form von zwei sich schneidenden Kreisen, die in Form einer "8" zusammengefügt sind. Die Flügel 30a des Rotors 30 haben eine Form, die von der Form der Flügel 32a des Rotors 32 verschieden ist. Die Geometrie der Flügel 30a, 32a und der Pumpenkammer 18 ist so bestimmt, daß bei der Drehung der Rotoren 30, 32 mehrere voneinander getrennte Zellen gebildet werden, wie unter Bezugnahme auf die Figuren 4a bis 4h weiter unten näher erläutert, indem die Flügel 30a, 32a berührungsfrei mit einem Dichtspalt eines Bruchteils von 1 mm übereinander und entlang dem Außenumfang der Pumpenkammer 18 gleiten.

[0010] Die Deckelplatte 16 ist mit einer Reihe von Aussparungen versehen, die nach außen durch eine aufgesetzte Verschlußplatte 36 abgeschlossen werden. In die Verschlußplatte 36 sind zwei Rohrstutzen 42, 44 eingeschraubt. Der obere Rohrstutzen 42 bildet den Sauganschluß und ist mit einer Aussparung 50 der Deckelplatte 16 verbunden. Der untere Rohrstutzen 44 bildet den Druckanschluß und ist mit einer Aussparung 52 in der Deckelplatte 16 verbunden.

Zwei weitere Aussparungen 54a, 54b in der Deckelplatte 16 sind nach außen zur Atmosphäre geöffnet und bilden Aufladeanschlüsse.

[0011] Figur 4a zeigt die Rotoren 30, 32 in einer Drehstellung, bei der ihre Flügel 30a, 32a mit der Wandung der Pumpenkammer 18 eine abgeschlossene, nur mit der Aussparung 50 in Verbindung stehende, gemeinsame Zelle 60 bilden. Diese Zelle 60 vergrößert bei der weiteren Drehung der Rotoren 30, 32 ihr Volumen, wie in Figur 4b ersichtlich. Es handelt sich bei dieser Zelle 60 also um eine Saugzelle.

[0012] Figur 4c zeigt zwei voneinander getrennte Zellen 62a, 62b, die unmittelbar nach dem in Figur 4b gezeigten Zustand entstehen, indem die Zelle 60 in zwei Teilzellen getrennt wurde. Die dem Rotor 30 zugeordnete Zelle 62a grenzt schon an die Aussparung 54a an, und die dem Rotor 32 zugeordnete Zelle 62b nähert sich der Aussparung 54b. In Figur 4d sind die Zellen 62a, 62b mit den zur Atmosphäre führenden Aussparungen 54a bzw. 54b in Verbindung und werden mit Luft aufgefüllt und auf Umgebungsdruck aufgeladen, so daß der Luftmassenstrom erhöht wird. Es handelt sich bei den Zellen 62a, 62b somit um Aufladezellen. Nachdem diese Aufladezellen 62a, 62b durch den nach-eilenden Flügel 30a bzw. 32b von der zugehörigen Aussparung 54a bzw. 54b abgetrennt sind, wie in Figur 4e gezeigt, werden die Zellen 62a, 62b isobar und isochor verschoben, bis sie sich, wie in Figur 4f gezeigt, miteinander zu einer Druckzelle 64 vereinigen. Bei der weiteren Drehung der Rotoren 30, 32 verkleinert die Druckzelle 64 ihr Volumen. Die in der Druckzelle 64 verdichtete Luft wird über die Aussparung 52 zum Rohrstutzen 44 ausgeschoben, wie in den Figuren 4g und 4h veranschaulicht ist.

[0013] Die Pumpenkammer 18 ist frei von jeglichem Schmiermittel, da die Rotoren 30, 32 berührungslos arbeiten. Zur Antriebsseite hin ist die Pumpenkammer 18 durch Dichtungen an den Wellen 20, 22 abgedichtet.

[0014] Durch die fliegende Anordnung der Rotoren 30, 32 auf den Wellen 20, 22, die zu einer fliegenden Lagerung führt, wird der Zugang zur Pumpenkammer erleichtert, da für einen Zugang lediglich die Deckelplatte 16 abzunehmen ist. Auch die Kühlung wird durch diese Anordnung erleichtert. Zur Kühlung kann das Gehäuse mit Kühlrippen ausgestattet werden, und durch ein auf der Seite des Gchäusedeckels 12 angeordnetes Kühlgelände wird kühlende Luft von der Deckelplatte 16 her über den Gehäusering 14, das Mittelteil 10 und den Gehäusedeckel 12 geführt.

[0015] Zur Dämpfung der Betriebsgeräusche dient ein Resonanz-Dämpfer, der auf die Betriebsfrequenz der Pumpe abgestimmt ist. Diese Frequenz beträgt aufgrund der dreiflügeligen Ausbildung der Rotoren die dreifache Drehzahl der Wellen 20, 22. Die erhöhte Betriebsfrequenz erleichtert die Unterbringung des Resonanz-Dämpfers, da dessen Länge entsprechend verkleinert wird.

[0016] Die beschriebene fliegende Lagerung der Rotoren ist bis zu einem Volumenstrom von etwa 300 m³/h vorteilhaft. Pumpen mit größerem Volumenstrom werden vorzugsweise mit beidseitig gelagerten Rotoren ausgebildet. In diesem Falle sind in beiden Seitenplatten Anschlüsse ausgespart.

Patentansprüche

- 50 1. Pumpe zur gleichzeitigen Erzeugung von Druck und Unterdruck, mit einer in einem Gehäuse gebildeten Pumpenkammer (18), die einen Sauganschluß, einen Druckanschluß und einen Aufladeanschluß aufweist, **dadurch gekennzeichnet, daß** in der Pumpenkammer (18) zwei mindestens dreiflügelige Rotoren (30, 32) um parallele, gegeneinander versetzte Achsen gegenläufig rotieren und berührungslos kämmen sowie mit der Umfangswandung der Pumpenkammer (18) voneinander getrennte Zellen (60, 62a, 62b, 64) bilden.
- 55 2. Pumpe nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Rotoren (30, 32) mit der Pumpenkammer (18) eine mit dem Sauganschluß (50) verbundene, durch die Drehung der Rotoren (30, 32) ihr Volumen vergrößernde Saugzelle (60) bilden.

3. Pumpe nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Rotoren (30, 32) mit der Pumpenkammer (18) eine mit dem Druckanschluß (52) verbundene, durch die Drehung der Rotoren (30, 32) ihr Volumen verkleinernde Druckzelle (64) bilden.
5. Pumpe nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Rotoren (30, 32) mit der Pumpenkammer zwei im Verlauf der Drehung der Rotoren zunächst voneinander getrennte Aufladezellen (62a, 62b) bilden, die bei der weiteren Drehung der Rotoren miteinander zur Druckzelle (64) vereinigt werden.
10. Pumpe nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, daß** mindestens eine Aufladezelle (62a, 62b) einen zugeordneten Aufladeanschluß (54a, 54b) aufweist.
15. Pumpe nach Anspruch 4 oder 5, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Aufladezellen (62a, 62b) vor ihrer Vereinigung im wesentlichen isobar und isochor in der Pumpenkammer (18) verschoben werden.
20. Pumpe nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Pumpenkammer (18) schmiermittelfrei ist.
25. Pumpe nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Pumpenkammer (18) zwischen zwei parallelen Seitenplatten (10, 16) begrenzt ist und in wenigstens einer der Seitenplatten (16) die Anschlüsse (50, 52, 54a, 54b) ausgespart sind.
30. Pumpe nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Wellen (20, 22) fliegend gelagert und die Rotoren (30, 32) auf freien Enden der Wellen (20, 22) angeordnet sind.
35. **10.** Pumpe nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Wellen (20, 22) durch zwei miteinander in Kämmeingriff stehende Ritzel (24, 26) synchronisiert sind und wenigstens einer der Rotoren (30, 32) justierbar auf der zugeordneten Welle (20, 22) befestigt ist.

30 Claims

1. Pump for simultaneously generating pressure and negative pressure, with a pump chamber (18) formed in a housing and having a suction port, a pressure port and a charging port, **characterized in that** there are two rotors (30, 32) in the pump chamber (18) which have at least three blades and rotate in opposite directions about parallel staggered axes, the rotors intermeshing contact-free and, together with the peripheral wall of the pump chamber (18), forming cells (60, 62a, 62b, 64) which are separate from each other.
2. Pump according to Claim 1, **characterized in that** the rotors (30, 32), together with the pump chamber (18), form a suction cell (60) which is connected to the suction port (50) and whose volume increases by the rotation of the rotors (30, 32).
3. Pump according to Claim 1 or 2, **characterized in that** the rotors (30, 32), together with the pump chamber (18), form a pressure cell (64) which is connected to the pressure port (52) and whose volume decreases by the rotation of the rotors (30, 32).
45. 4. Pump according to Claim 3, **characterized in that** the rotors (30, 32), together with the pump chamber, form two charging cells (62a, 62b) which are initially separate from each other during the rotation of the rotors and which, during the further rotation of the rotors, are united with each other to form the pressure cell (64).
50. 5. Pump according to Claim 4, **characterized in that** at least one charging cell (62a, 62b) comprises an associated charging port (54a, 54b).
6. Pump according to Claim 4 or 5, **characterized in that**, before being united, the charging cells (62a, 62b) are shifted essentially isobarically and isochorically in the pump chamber (18).
55. 7. Pump according to any one of the preceding claims, **characterized in that** the pump chamber (18) is lubricant-free.
8. Pump according to any one of the preceding claims, **characterized in that** the pump chamber (18) is delimited

between two parallel side plates (10, 16) and recesses for the ports (50, 52, 54a, 54b) are left open in at least one of the side plates (16).

5. 9. Pump according to any one of the preceding claims, **characterized in that** the shafts (20, 22) are cantilevered and the rotors (30, 32) are arranged on free ends of the shafts (20, 22).
10. 10. Pump according to any one of the preceding claims, **characterized in that** the shafts (20, 22) are synchronized by two pinions (24, 26) which intermesh with each other and **in that** at least one of the rotors (30, 32) is adjustably attached to the associated shaft (20, 22).

10

Revendications

15. 1. Pompe pour engendrer simultanément de la pression et du vide, comportant une chambre de pompe (18) formée dans un boîtier, qui présente un raccord d'aspiration, un raccord de pression et un raccord de chargement, **caractérisée en ce que** dans la chambre de pompe (18), deux rotors (30, 32) à au moins trois pales tournent en sens opposés autour d'axes parallèles décalés l'uns par rapport à l'autre et s'engrènent sans se toucher, et forment avec la paroi périphérique de la chambre de pompe (18) des cellules (60, 62a, 62b, 64) séparées les unes des autres.
20. 2. Pompe selon la revendication 1, **caractérisée en ce que** les rotors (30, 32) forment avec la chambre de pompe (18) une cellule d'aspiration (60) reliée au raccord d'aspiration (50) et dont le volume est agrandi par la rotation des rotors (30, 32).
25. 3. Pompe selon la revendication 1 ou 2, **caractérisée en ce que** les rotors (30, 32) forment avec la chambre de pompe (18) une cellule de pression (64) reliée au raccord de pression (52) et dont le volume est réduit par la rotation des rotors (30, 32).
30. 4. Pompe selon la revendication 3, **caractérisée en ce que** les rotors (30, 32) forment avec la chambre de pompe deux cellules de chargement (62a, 62b) tout d'abord séparées l'une de l'autre pendant la rotation des rotors et qui, pendant la poursuite de la rotation des rotors, sont réunies l'une à l'autre pour former la cellule de pression (64).
35. 5. Pompe selon la revendication 4, **caractérisée en ce qu'**au moins une cellule de chargement (62a, 62b) présente un raccord de chargement associé (54a, 54b).
6. Pompe selon la revendication 4 ou 5, **caractérisée en ce qu'**avant d'être réunies, les cellules de chargement (62a, 62b) sont déplacées de manière sensiblement isobare et isochore dans la chambre de pompe (18).
40. 7. Pompe selon l'une des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** la chambre de pompe (18) est exempte de lubrifiants.
8. Pompe selon l'une des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** la chambre de pompe (18) est délimitée entre deux plaques latérales (10, 16), et **en ce que** dans au moins une des plaques latérales, des espaces sont évidés pour les raccords (60, 52, 54a, 54b).
45. 9. Pompe selon l'une des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** les arbres (20, 22) sont montés en porte-à-faux et **en ce que** les rotors (30, 32) sont agencés sur les extrémités libres des arbres (20, 22).
50. 10. Pompe selon l'une des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** les arbres (20, 22) sont synchronisés par deux pignons (24, 26) qui s'engrènent mutuellement et **en ce qu'**au moins un des rotors (30, 32) est fixé de manière ajustable sur l'arbre associé (20, 22).

55

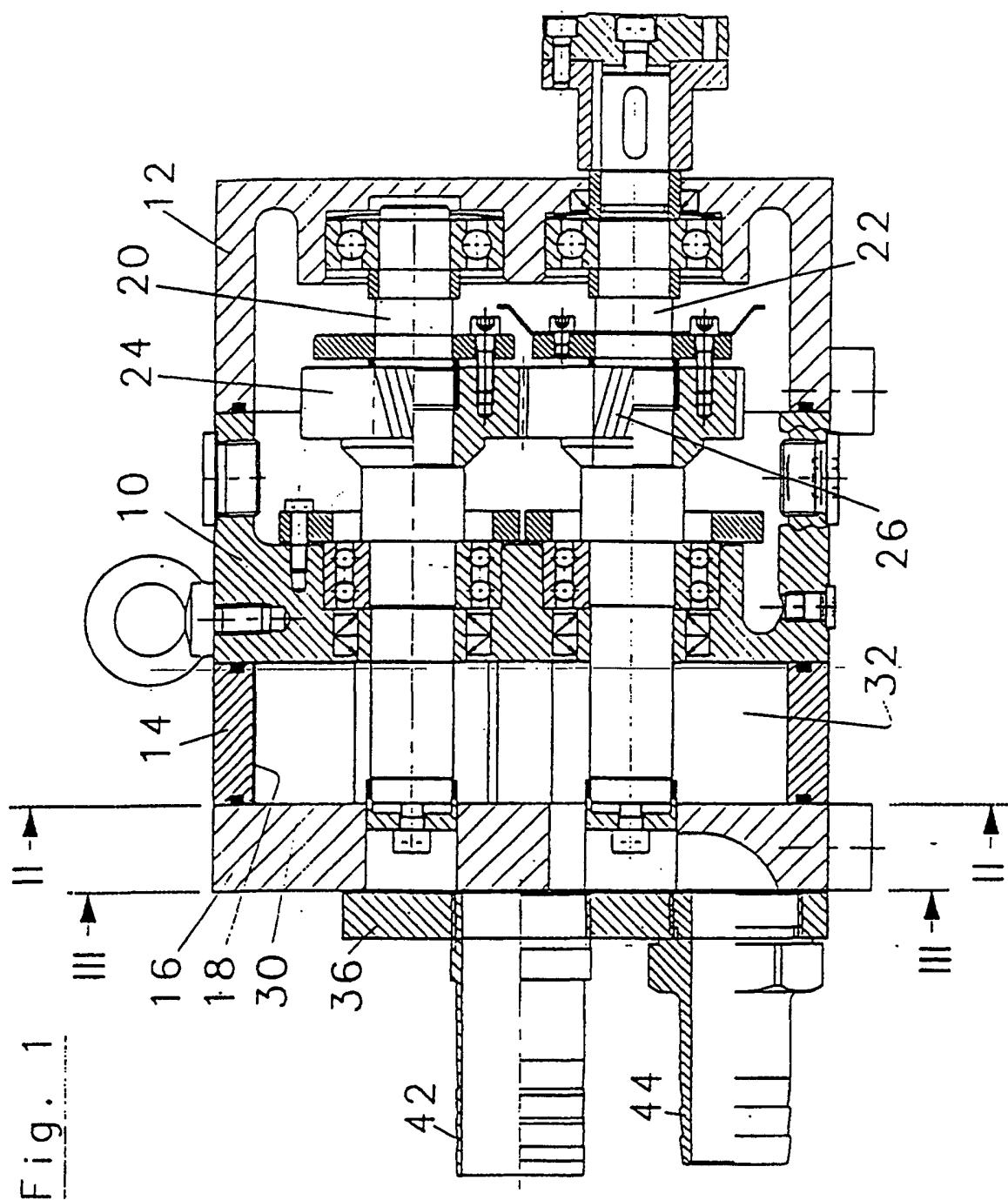


Fig. 1

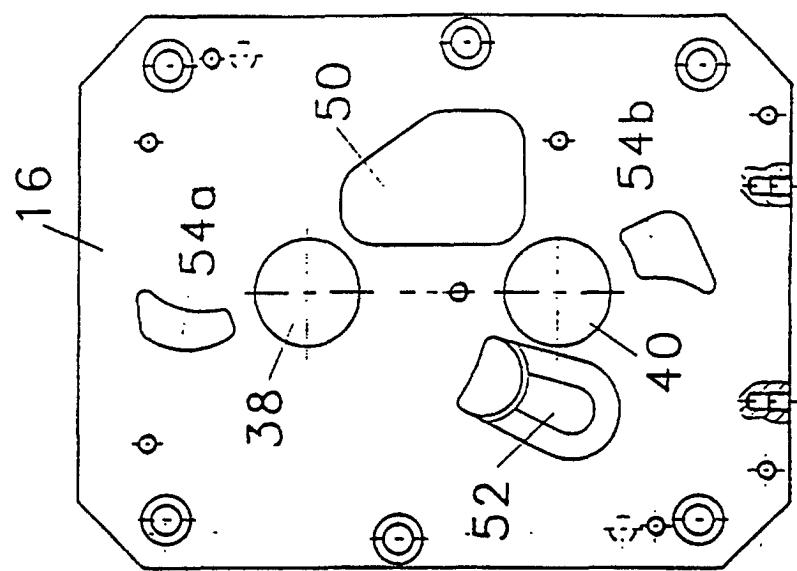


Fig. 3

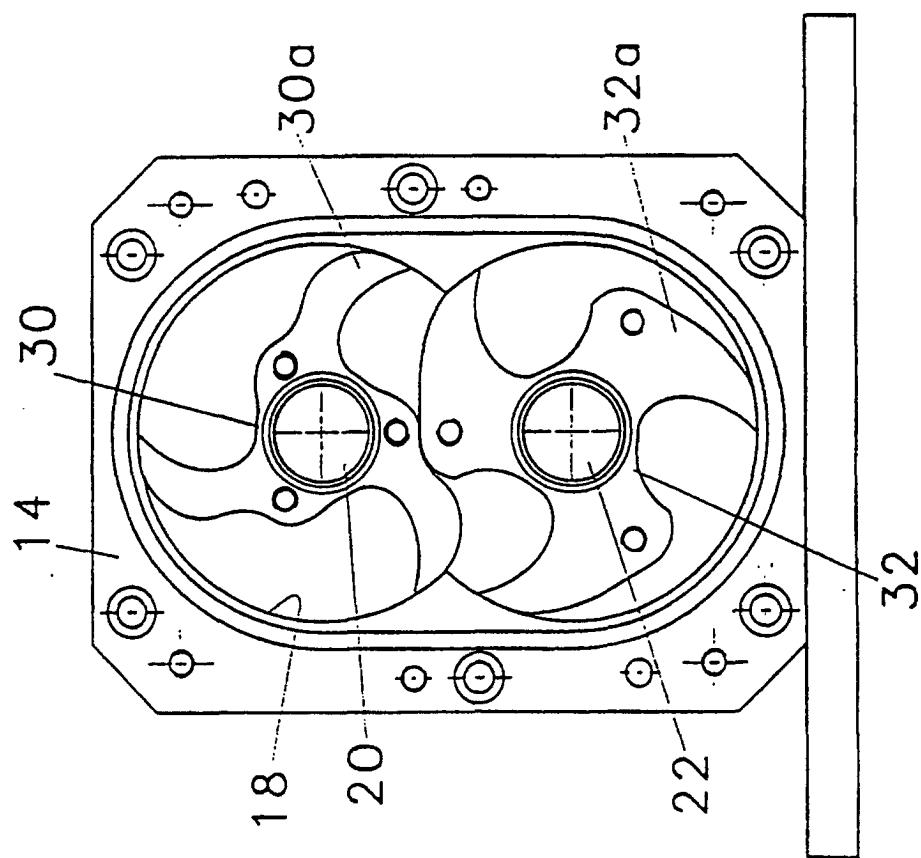


Fig. 2

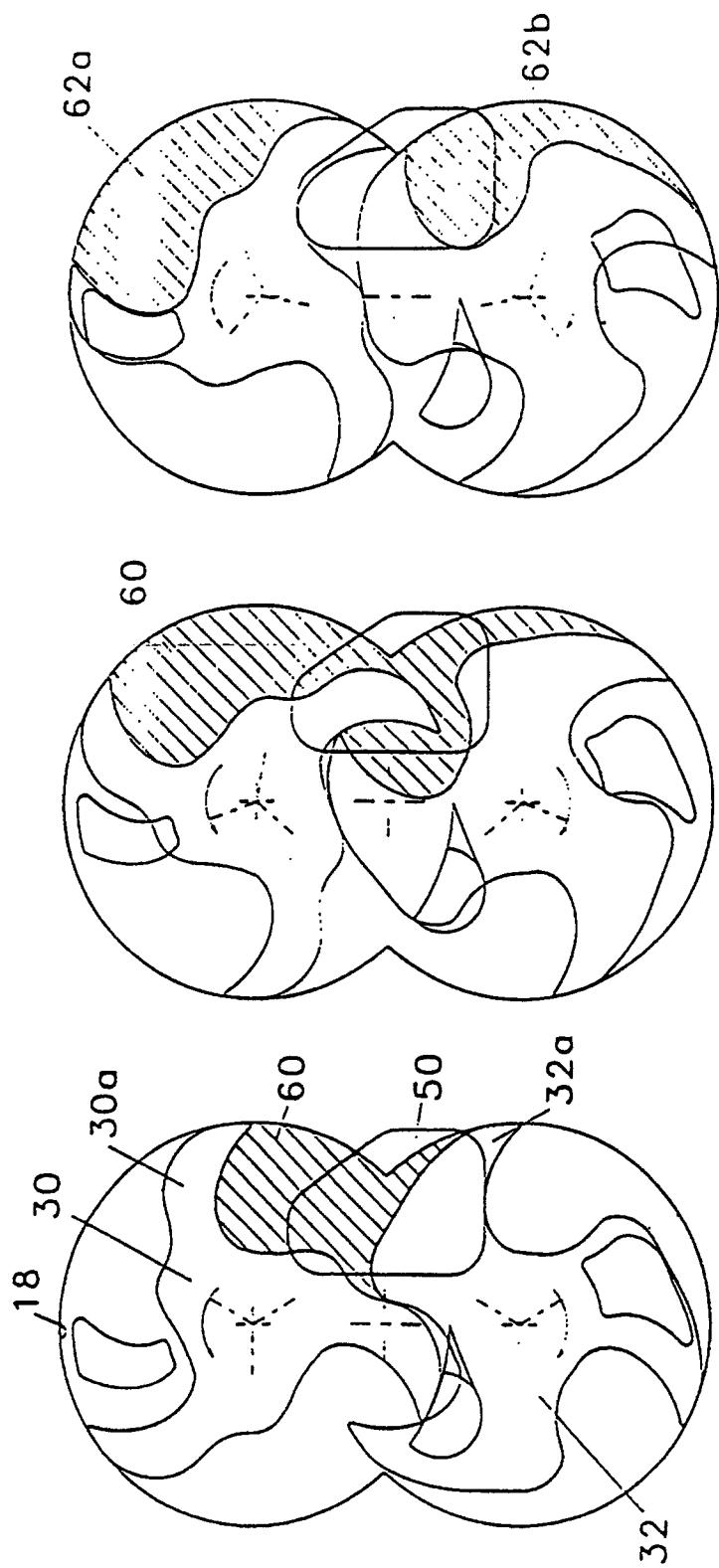
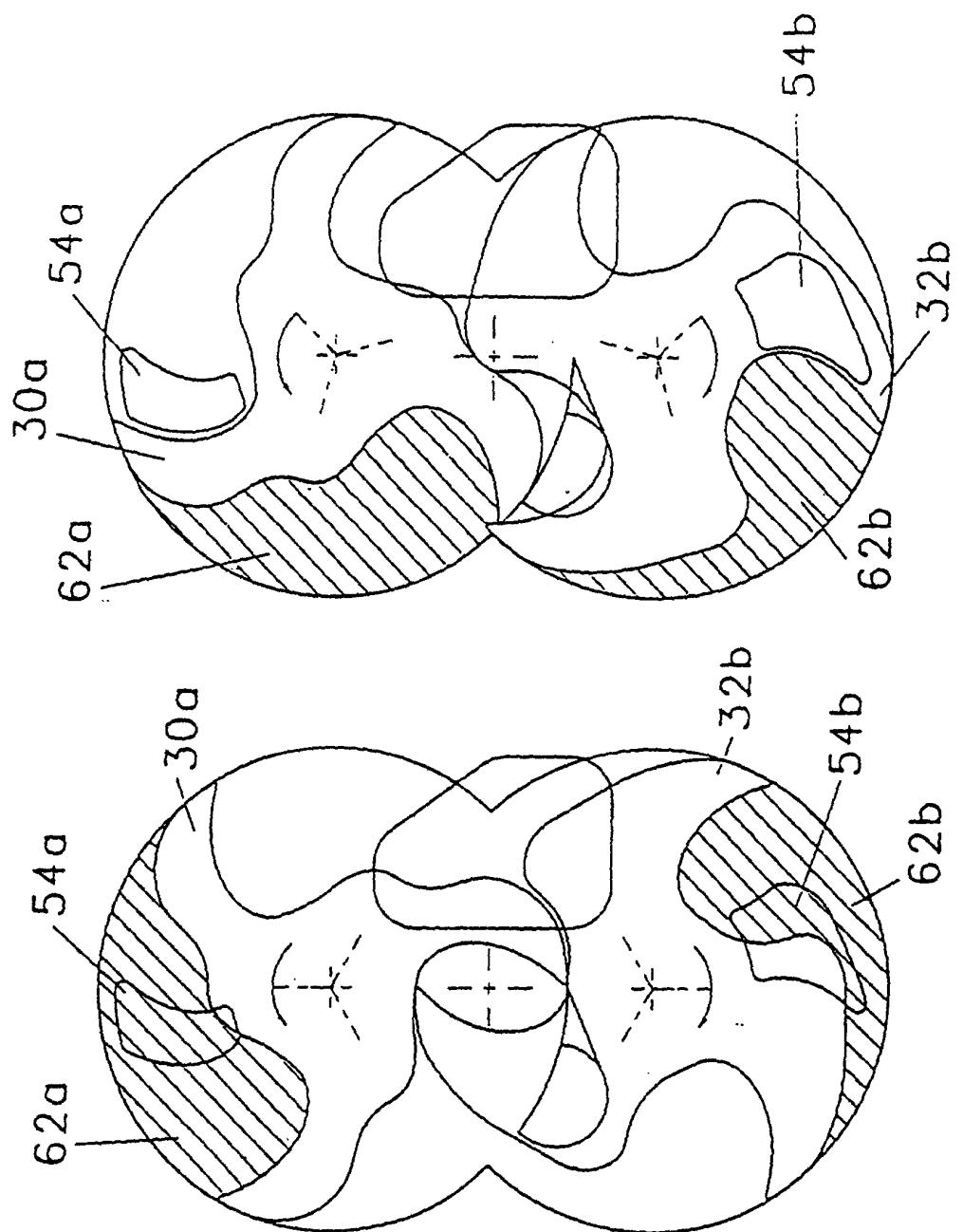


Fig. 4c

Fig. 4b

Fig. 4a



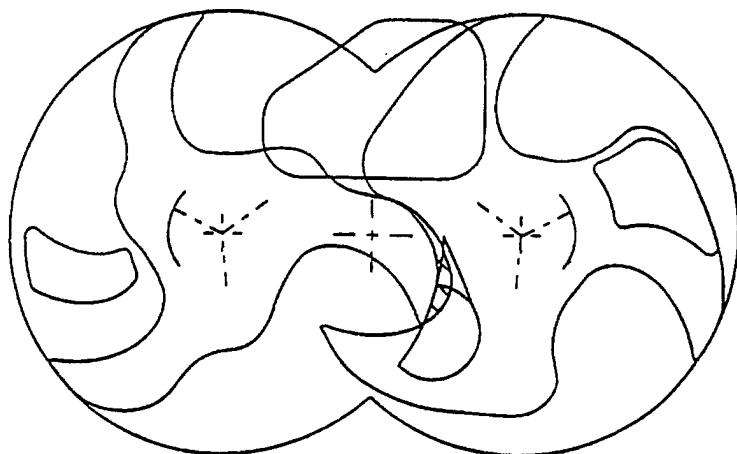


Fig. 4h

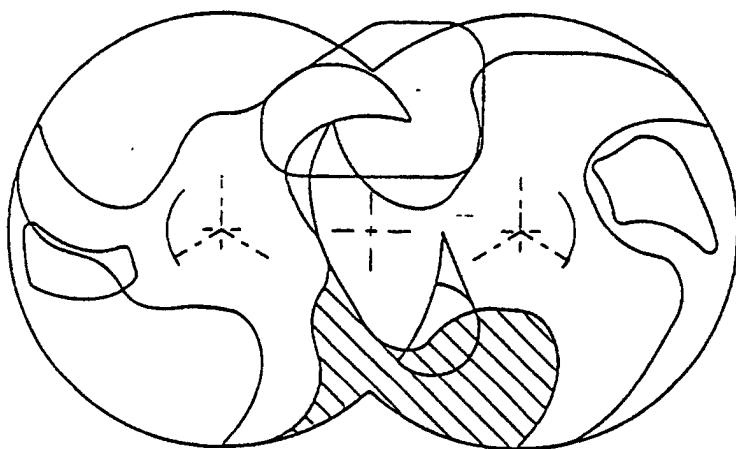


Fig. 4g

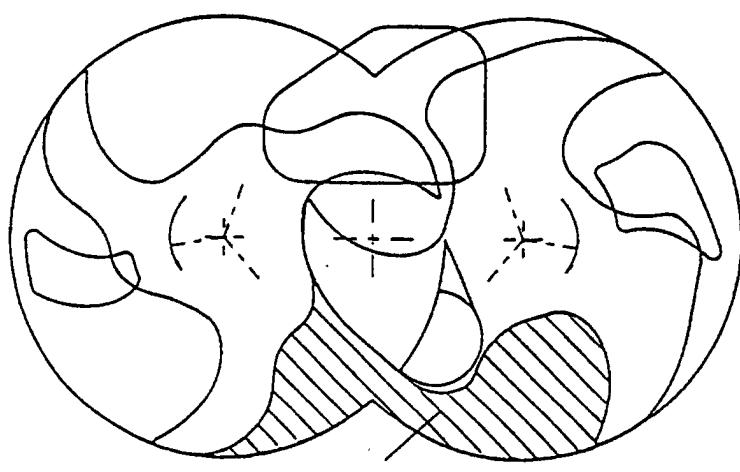


Fig. 4f