



CH 682589 A5



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
BUNDESAMT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

⑪ CH 682589 A5

⑤① Int. Cl.⁵: F 16 J 15/52
F 04 C 27/00
F 01 C 19/10

Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein
Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

⑫ **PATENTSCHRIFT** A5

⑳ Gesuchsnummer: 4138/90

㉔ Anmeldungsdatum: 28.12.1990

㉔ Patent erteilt: 15.10.1993

㉔ Patentschrift
veröffentlicht: 15.10.1993

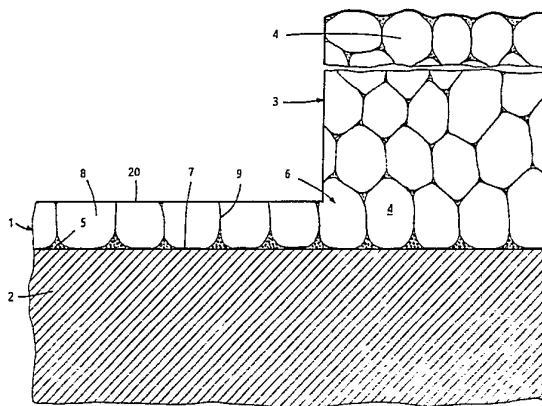
㉔ Inhaber:
Gerhard Renz, Stuttgart (DE)
Fried Meysen, Heidelberg (DE)
Thomas Burkhardt, Heidelberg (DE)

㉔ Erfinder:
Obrist, Frank, Dornbirn (AT)
Kuhn, Peter, Prof. Dr.-Ing., Weinheim (DE)
Frey, Michael, Lindau (DE)

㉔ Vertreter:
Dipl.-Ing. Horst Quehl, Patentanwalt, Tägerwilen

⑤④ **Abdichtung.**

⑤⑦ Die Abdichtung zwischen zwei Maschinenteilen hat an einer der dichtspaltbildend einander zugekehrten Flächen (5) eine Kunststoffschicht (1) mit in dichter Anordnung nebeneinander vorgesehenen Vertiefungen (8), die die Form von teilweise abgeschnittenen Blasen einer Schaumkunststoffstruktur aufweisen. Sie sind durch Abtragen einer an dem Maschinenteil aufgeschäumten Kunststoffschicht (3) entstanden, wobei die Schichtdicke so weit gleichmässig reduziert wurde, dass die Blasen (4) der untersten, an die Grundfläche (5) des Maschinenteils (2) angrenzenden Blasenschicht (4) geöffnet sind. Auf diese Weise wird erreicht, dass die Isolationswirkung geschlossener Blasen einer Schaumkunststoffschicht vermieden wird und dass die Kunststoffschicht ein sehr geringes Gewicht hat, durch das die Gefahr einer Ablösung der Schicht durch Zentrifugalkräfte vermieden wird. Ausserdem wird auf einfache Weise eine bienenwabenartige offene Oberflächenstruktur erreicht, so dass sich im Dichtspalt ein Labyrintheffekt ergibt. Zur Erzielung minimaler abdichtender Spalte durch Einlaufen ist die offene, bienenwabenartige Oberflächenstruktur besonders vorteilhaft, denn der dabei auftretende, nur linienförmige Kontakt gewährleistet ein schnelles Einlaufen an der Gegenfläche, die abrasiv vorbereitet sein kann. Die Abdichtung eignet sich besonders für sehr schnell rotierende Maschinenteile.



CH 682589 A5

Beschreibung

Abdichtungen dieser Art sind beispielsweise bekannt durch die DE-A 3 326 852, die DE-A 3 621 178, die EP-A 0 109 823 und die EP-A 0 267 559. Ihre Kunststoffschicht soll durch Einschleifen der Teile aneinander eine selbsttätige Ausbildung eines möglichst engen Dichtspaltes ermöglichen. Auch dieser Literatur ist zu entnehmen, dass Schwierigkeiten bestehen, eine Ablösung der Kunststoffschicht durch Fliehkräfte zu verhindern und dass eine ausreichend dünnere Schicht andererseits nicht ausreicht, um die aufgrund von Fertigungstoleranzen erforderlichen Spalte zu überbrücken und ein Einlaufen auf der gesamten, gewünschten Oberfläche zu ermöglichen.

Durch die EP-A 0 267 559 wird zur Vermeidung des Problems der Ablösung durch Fliehkraft vorgeschlagen, die in einer Form aufgebrachte Kunststoffbeschichtung möglichst nur an nach innen gerichteten Flächen einer Rotationsmaschine vorzusehen, so dass die Fliehkräfte eine Anpressung der Kunststoffschicht bewirken.

Bei den bekannten Abdichtungen der genannten Art ergibt sich der weitere Nachteil, dass bei ihrer Anwendung an Maschinen mit wechselnden Temperaturbelastungen, z.B. für die Aufladung von Verbrennungskraftmaschinen, sich die angestrebten engen Dichtspalte aufgrund der thermischen Isolationswirkung der porösen Kunststoffschicht nicht erzielen lassen. Diese Isolationswirkung führt dazu, dass die Kunststoffschicht tragende Teil den beim Inbetriebsetzen der Maschine und nach ihrem Abschalten auftretenden Wärmedehnungen des angrenzenden anderen Teils nicht verzögerungsfrei folgen kann. Bei einer Rotationsmaschine kühlt sich somit das umschliessende Gehäuse zuerst ab und schrumpft sich somit auf den noch heissen, eingeschlossenen Läufer auf, so dass dessen Kunststoffschicht übermässig abgeschliffen bzw. abgerieben wird. Beim Aufwärmen der Maschine dehnt sich anschliessend das Gehäuse zuerst aus, so dass sich gegenüber dem noch kalten Läufer entsprechend breite Spalte an der Abdichtung ergeben.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Abdichtung der genannten Art zu finden, die sich leicht herstellen lässt, die enge Dichtspalte ermöglicht und die eine grundsätzlich verbesserte zuverlässige Wirkung aufweist. Die Lösung dieser Aufgabe erfolgt erfindungsgemäss durch die kennzeichnenden Merkmale des Patentanspruchs 1.

Die Herstellung der Kunststoffschicht der erfindungsgemässen Abdichtung erfolgt durch Aufschäumen einer Kunststoffschicht und anschliessendes Reduzieren der Dicke der Kunststoffschicht durch Abtragen so weit, bis die an die Grundfläche angrenzenden Blasen Vertiefungen bilden, die nach aussen geöffnet sind.

Der Erfindung liegt die Erkenntnis zugrunde, dass die an die Grundfläche angrenzenden Blasen einer an dieser aufgeschäumten Kunststoffschicht im wesentlichen alle den gleichen sehr geringen Abstand von der Grundfläche haben, so dass die sich nach dem Abtragen eines Teils der Schicht ergebenden zahlreichen Vertiefungen eine die Wär-

meübertragung begünstigende offene Verbindung zumindest bis nahe an die Grundfläche bilden.

Die starke Isolationswirkung eines geschäumten Kunststoffes wird somit vermieden, ohne dass auf das geringe spezifische Gewicht und die Möglichkeit des Einschleifens des angrenzenden Maschinenteiles an dieser Kunststoffschicht verzichtet werden muss.

Die im Verhältnis zur Dicke der Schicht geringe verbleibende Kunststoffmenge führt zu geringeren Zentrifugalkräften an der Kunststoffschicht und somit zu geringen Spannungen an ihrer Haftfläche, so dass die Gefahr eines Ablösens wesentlich verringert ist.

Weiterhin kann die Kunststoffschicht durch die Festlegung der Grösse der Blasen für die Ausbildung der Vertiefungen aufgrund der Wahl der hierfür erforderlichen bekannten verfahrenstechnischen Bedingungen so dick ausgeführt werden, dass sie nach der Montage des betreffenden Maschinenteils den fertigungstechnisch notwendigen Spalt an der Abdichtung anfänglich überbrückt, bis sich beim Einlaufen der Maschine und damit Einschleifen der Teile aneinander eine ideale Spaltbreite zwischen diesen Teilen ergibt. Dafür kann es vorteilhaft sein, einige Flächen der Gegeneingriffsteile oder Gegenabwälzteile abrasiv vorzubereiten. Das selbsttätige Einlaufen erfolgt in sehr kurzer Zeit, da nur die schmalen, membranartigen Trennwände zwischen den Vertiefungen mit linienförmigem Kontakt teilweise abradert werden müssen. Eine Beschädigung der abrasiv wirkenden Flächen wird vermieden.

Weiterhin wird ein vorteilhafter Effekt erzielt, indem die Vertiefungen gemeinsam eine bienenwabenartige Oberflächenstruktur bilden und folglich eine wesentlich verbesserte Dichtwirkung im Dichtspalt durch den sich ergebenden Labyrintheffekt vorhanden ist.

Vorteilhaft wird die die Vertiefungen aufweisende Kunststoffschicht an den Oberflächenbereichen eines rotierenden Maschinenteils vorgesehen, an denen die Zentrifugalkraft vom Maschinenteil weggerichtet ist, so dass die Vertiefungen in Richtung der Zentrifugalkraft offen sind und Verunreinigungen aus ihnen herausgeschleudert werden. Dies erhöht die Zuverlässigkeit bzw. Dauerhaftigkeit der Abdichtung.

Vorteilhafte Ausgestaltungen und Anwendungen der Erfindung sind Gegenstand der abhängigen Patentansprüche und werden im folgenden anhand der Zeichnungen beispielhaft beschrieben. Es zeigen:

Fig. 1 eine vergrösserte Schnittdarstellung eines die Kunststoffschicht tragenden Bereiches eines Maschinenteils, senkrecht zu dessen Oberfläche, mit teilweise abgetragener Schicht,

Fig. 2 eine Draufsicht auf den Bereich nach Fig. 1,

Fig. 3 einen Querschnitt durch eine Drehkolbenmaschine, deren Innenläufer die Kunststoffschicht einer erfindungsgemässen Abdichtung aufweist,

Fig. 4 einen Längsschnitt der Maschine nach Fig. 3 in einer die Drehachsen enthaltenden Ebene,

Fig. 5 bis Fig. 7 Axialschnitte von Wellenabdichtungen gemäss der Erfindung,

Fig. 8 einen Axialschnitt einer vorbekannten Labyrinthdichtung,

Fig. 9 einen Querschnitt im Seitenwandbereich einer Drehkolbenmaschine des Typs der Fig. 3 und 4,

Fig. 10 eine Darstellung entsprechend Fig. 9 mit einer anderen Variante der Anordnung einer erfindungsgemässen Abdichtung,

Fig. 11 einen Querschnitt durch eine Drehkolbenmaschine des Typs ROOTS;

Fig. 12 einen Querschnitt durch einen Spiralverdichter («G-Lader»), mit einer erfindungsgemässen Abdichtung und

Fig. 13 einen achsparallelen Schnitt durch einen Bereich des Spiralverdichters nach Fig. 12.

Die schematischen Darstellungen der Fig. 1 und 2 veranschaulichen den grundsätzlichen Aufbau der Kunststoffschicht 1 einer erfindungsgemässen Abdichtung, von der Anwendungsbeispiele in den Fig. 3 bis 7 und 9 bis 13 gezeigt sind. Der rechte Teil der Darstellung zeigt eine auf dem Maschinenteil 2 aufgeschäumte Kunststoffschicht 3, in der die Blasen 4 theoretisch nach Art einer Kugelpackung angeordnet sind. Zu der Grundfläche 5, auf der die Kunststoffschicht 1 haftet, haben die Blasen 4 einer untersten Blasenschicht 6 den gleichen sehr geringen Abstand, der sich dadurch ergibt, dass die Blasenbildung auch angrenzend an diese Grundfläche 5 erfolgt. Dieser sehr geringe Abstand ist durch die dünne, eine Blase 4 umschliessende Kunststoffschicht 7 gegeben.

Im Gegensatz zu der regelmässigen Anordnung einer theoretischen Kugelpackung, befinden sich in einer praktisch ausgeführten aufgeschäumten Kunststoffschicht die über der untersten Blasenschicht angeordneten Blasen 4 nicht mehr im gleichen Abstand zu der Grundfläche 5, so dass es nur durch Aufschneiden der untersten Blasenschicht 6 möglich ist, eine regelmässige Anordnung von aneinandergrenzenden Vertiefungen 8 gleicher Tiefe herzustellen und somit eine bienenwabenartige Oberflächenstruktur entstehen zu lassen, wie sie in Fig. 2 gezeigt ist. Diese Oberflächenstruktur ist möglichst gleichmässig anzustreben, um im Dichtspalt einer erfindungsgemässen Abdichtung gleichmässig verteilt einen optimalen Labyrintheffekt zu erhalten. Auf rein mechanische Weise aus metallischem Material hergestellte bienenwabenartige Oberflächenstrukturen für Dichtspalte sind beispielsweise durch die US-A 4 218 066 bekannt.

Um bei der erforderlichen weitgehenden Verringerung der geschäumten Kunststoffschicht eine Restschicht von ausreichender Dicke von z.B. weniger als 0,5 mm zu erhalten, wie sie als Beispiel im linken Teil der Fig. 1 dargestellt ist, ist es erforderlich, die Blasen entsprechend gross, z.B. mit 0,8 mm im Durchmesser auszubilden. Die hierfür erforderliche verfahrenstechnischen Bedingungen sind hinsichtlich z.B. Mischungsverhältnis der zu schäumenden Kunststoffmischung, Art der Vorbereitung der zu beschichteten Fläche, Oberflächenstruktur, Entfettung, Temperatur usw. ausreichend bekannt.

Das Abtragen der geschäumten Kunststoffschicht kann auf verschiedene Weise erfolgen, z.B. durch Fräsen, Drehen oder Schleifen. Dabei ist zu beachten, dass unter Berücksichtigung eines eventuellen späteren zusätzlichen Einschleifens beim Einlaufen einer betreffenden Maschine, das Verhältnis der Tiefe zur Weite der Vertiefungen ausreichend sein muss, um einen guten Labyrintheffekt im Dichtspalt zu erzielen. Dies wird beispielsweise erreicht, wenn die Blasen um 30 bis 60% ihres Durchmessers aufgeschnitten werden, so dass die somit entstehenden Vertiefungen 8 gegenüber benachbarten Vertiefungen 8 durch mindestens angenähert senkrecht von der Grundfläche 5 weggerichtete, frei endende membranartige Wände 9 begrenzt sind.

Der Aufbau und die Wirkungsweise der Drehkolbenmaschinen nach Fig. 3 und 4 ist bekannt durch die DE-A 3 432 915 (US-A 4 714 417 und US-A 4 801 255). Sie hat einen Innenläufer 11 und einen Aussenläufer 12, die sich um feststehende geometrische Achsen 13 und 14 drehen, so dass hohe Drehgeschwindigkeiten möglich sind. Die Umfangsfläche 15 und die Seitenflächen 16, 17 des Innenläufers 11 sind mit der Kunststoffschicht 18 einer erfindungsgemässen Abdichtung versehen, so dass zumindest die die Umfangsfläche 15 überziehende Kunststoffschicht 18 Zentrifugalkräften ausgesetzt ist, die radial nach aussen in Richtung der Öffnung 20 der Vertiefungen 8 wirken, so dass sich in den Vertiefungen 8 keine Verunreinigungen ansammeln können und ihre Labyrinthwirkung erhalten bleibt. Eine erfindungsgemässe Abdichtung des Innenläufers 11 ist somit gegenüber dem Umfangsteil 21 des Maschinengehäuses im Bereich 22, gegenüber den Gehäuseendteilen 23, 24 und gegenüber den Innenflächen 26 des Aussenläufers 12 vorhanden. Obwohl im dargestellten Ausführungsbeispiel nicht gezeigt, kann die Kunststoffschicht einer erfindungsgemässen Abdichtung auch an dem Aussenläufer 12, bevorzugt an dessen Aussenflächen 28 oder auch an der Innenfläche 29 des Gehäuses vorgesehen sein.

Die Fig. 5 bis 8 zeigen Abdichtungen einer schnell drehenden Maschinenwelle 30 gegenüber einem stationären Gehäuse 31, wobei die die Vertiefungen 8 aufweisende Kunststoffschicht 32, 32' vorzugsweise entsprechend Fig. 5 unmittelbar auf der Welle 30 oder entsprechend Fig. 6 an einer auf der Welle 30 montierten Hülse 34 vorgesehen ist. Nach Fig. 6 ist ausserdem am Maschinengehäuse 31 eine Gegenhülse 35 der Abdichtung vorgesehen, an der die Kunststoffschicht optimale Einlaufseigenschaften hat. Auch nach Fig. 7 ist die Kunststoffschicht 32' der Abdichtung an einer Hülse 36 vorgesehen, die in einer Gehäusebohrung 37 gehalten ist. Diese äussere Anordnung der das Labyrinth bildenden Kunststoffschicht entspricht der in Fig. 8 gezeigten bekannten Anordnung einer herkömmlichen Labyrinthdichtung 38.

Die Fig. 9 und 10 zeigen die Abdichtung des Seitenteils 40' des Aussenläufers 12 einer Drehkolbenmaschinen der Art nach Fig. 3, 4 gegenüber einem Gehäuseendteil 24'. Nach Fig. 9 ist die Kunststoffschicht 41 in Form eines flachen Kreisringes in einer radial zur Drehachse 14 des Aussenläufers 12

gerichteten Ebene angeordnet und verläuft parallel zu einer radial gerichteten Fläche 42 des Gehäuse-seendteiles 24'. Im Beispiel nach Fig. 10 umschliesst die Kunststoffschicht 44 der Abdichtung den Eckbereich 45 des Aussenläufers in rechtwinkliger Form und setzt sich in nicht dargestellter Weise in die Umfangsfläche des Aussenläufers 12 fort.

Fig. 11 zeigt eine erfindungsgemässe Abdichtung an einer als Roots-Lader ausgeführten aussenachsigen Drehkolbenmaschine. Dabei ist die Kunststoffschicht 47 an den radial gerichteten Seitenflächen 48, 49 und an der Umfangsfläche z.B. von nur einem der Läufer 50, 51 vorgesehen. Es versteht sich, dass die Kunststoffschicht verschieden verteilt sein kann, um eine erfindungsgemässe, vorteilhafte Abdichtung zu erzielen. Beispielsweise kann der Teil 52 der Gehäuseinnenfläche eine nicht dargestellte Kunststoffschicht aufweisen, an dem sich die diese Kunststoffschicht nicht aufweisende Oberfläche 53 des Läufers 50 entlang bewegt.

Beim Ausführungsbeispiel der Fig. 12, 13 hat die Kunststoffschicht 55 im Querschnitt einen kontinuierlichen Verlauf entlang der mäandertförmig verlaufenden Kontur der Innenfläche des Maschinengehäuses 56. Dieses Ausführungsbeispiel veranschaulicht den Vorteil, der durch die Möglichkeit des Aufbringens der Kunststoffschicht im Lackierverfahren gegeben ist. Auch bei einem solchen Spiralverdichter kann die Kunststoffschicht in nicht dargestellter Weise vorzugsweise auf den äusseren Flächen 57, 58, 60, 61 des Rotors 59 vorgesehen sein, so dass seine Bewegung die Reinhaltung der Vertiefungen 8 der Kunststoffschicht 55 bewirkt.

Eine nähere Beschreibung der Konstruktion der Maschinen der Fig. 11 bis 13 erübrigt sich, da diese in grosser Anzahl verwirklicht worden sind.

Die aufgabengemäss geringe thermische Isolierung, die sich durch die Kunststoffschicht gemäss der Erfindung ergibt, wird anschaulich durch einen Vergleich der Wärmeleitfähigkeiten von Aluminium, aus dem z.B. ein die Kunststoffschicht tragender Läufer besteht, Kunststoff und Schaumkunststoff. Das Verhältnis beträgt 1:0,001:0,0001. Dabei ist zu beachten, dass die Dicke der verbleibenden isolierenden Schicht aus Kunststoff am Boden der Vertiefungen gegenüber der Gesamtdicke der die Vertiefungen aufweisenden Kunststoffschicht vernachlässigbar gering ist.

Patentansprüche

1. Abdichtung zwischen relativ zueinander bewegten Maschinenteilen durch deren dichtspaltbildende Annäherung, mit einer auf einer Grundfläche (5) haftenden Kunststoffschicht an einer der dichtspaltbildend einander zugekehrten Flächen, dadurch gekennzeichnet, dass in der Kunststoffschicht (1, 18, 32, 32', 41, 44, 47, 55) in dichter Anordnung nebeneinander, nach aussen offene Vertiefungen (8) vorhanden sind, die die Form von teilweise abgeschnittenen Blasen einer Schaumkunststoffstruktur aufweisen, die zumindest bis nahe an die Grundfläche (5) heranreichen, wobei zumindest der überwiegende Teil der Kunststoffschicht (1, 18, 32,

32', 41, 44, 47, 55) im wesentlichen frei von geschlossenen Blasen ist.

2. Abdichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Vertiefungen (8) der Kunststoffschicht (1, 18, 32, 32', 41, 44, 47, 55) gegenüber benachbarten Vertiefungen durch mindestens annähernd senkrecht von der Grundfläche weggerichtete, frei endende membranartige (9) Wände begrenzt sind.

3. Abdichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Vertiefungen (8) durch eine aus dem Material der Kunststoffschicht bestehende dünne Bodenwand (7) begrenzt sind, die an der die Haftfläche der Kunststoffschicht bildenden Grundfläche (5) des Maschinenteiles (2) haftet.

4. Abdichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass eine Vertiefungen (8) aufweisende Kunststoffschicht an den radial nach aussen gerichteten Oberflächenbereichen eines rotierenden Maschinenteils vorgesehen ist, so dass die Vertiefungen (8) selbstreinigend sind.

5. Abdichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Dicke der Kunststoffschicht (1, 18, 32, 32', 41, 44, 47, 55) weniger als 0,5% der senkrecht zu ihr gemessenen grössten Abmessung des mit ihr versehenen Maschinenteiles beträgt.

6. Verfahren zur Herstellung der Abdichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass auf eines der in dichtspaltbildende Annäherung mit einem anderen Maschinenteil gelangende Teile nach Vorbereitung dieses Teiles zumindest in einem begrenzten Bereich eine zur Schaumbildung vorbereitete Kunststoffmischung gesprüht wird und nach Schäumen und Aushärten des Kunststoffs die Schicht so weit abgetragen wird, bis die in einer untersten Schicht entstandenen Blasen nach aussen geöffnet sind.

7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Kunststoffschicht so weit abgetragen wird, dass sie nach Zuordnung des anderen Maschinenteiles der Abdichtung an diese im wesentlichen spaltfrei angrenzt, so dass die Dicke der Kunststoffschicht beim Einlaufen der Abdichtung durch Schleifkontakt mit diesem anderen Maschinenteil weiter abgetragen wird und sich an der Abdichtung ein minimaler Arbeitsspalt ergibt, wobei die Kunststoffschicht auf eine durchschnittliche Blasen-grösse aufgeschäumt wird, deren Durchmesser grösser ist als der Abstand der die Kunststoffschicht tragenden Grundfläche von der dichtspaltbildenden Oberfläche des gegenüberliegend angeordneten Maschinenteils.

8. Rotationskolbenmaschine mit einer Abdichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei mindestens ein Läufer (11, 12, 30, 50, 51, 59) in einem Gehäuse (21, 31, 52, 56) eingeschlossen ist und zwischen mindestens einem Läufer (11, 12, 30, 50, 51, 59) und der Gehäusewand eine Abdichtung vorgesehen ist, dadurch gekennzeichnet, dass an einer der Flächen der an der Abdichtung einander gegenüber angeordneten Flächen der relativ zueinander bewegten Teile eine Kunststoffschicht (1, 18, 32, 32', 41, 44, 47, 55) vorgesehen ist, die in bienenwabenartiger Anordnung nebeneinanderliegen-

de, nach aussen offene Vertiefungen (8) aufweist, die zumindest bis nahe an die Grundfläche (5) heranreichen, an der die Kunststoffschicht haftet.

9. Rotationskolbenmaschine nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Kunststoffschicht (18, 32, 32', 41, 44, 47) an den Oberflächen des mindestens einen Läufers (11, 30, 51) vorgesehen ist, an denen die Zentrifugalkraft von der Oberfläche weggerichtet ist.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

5

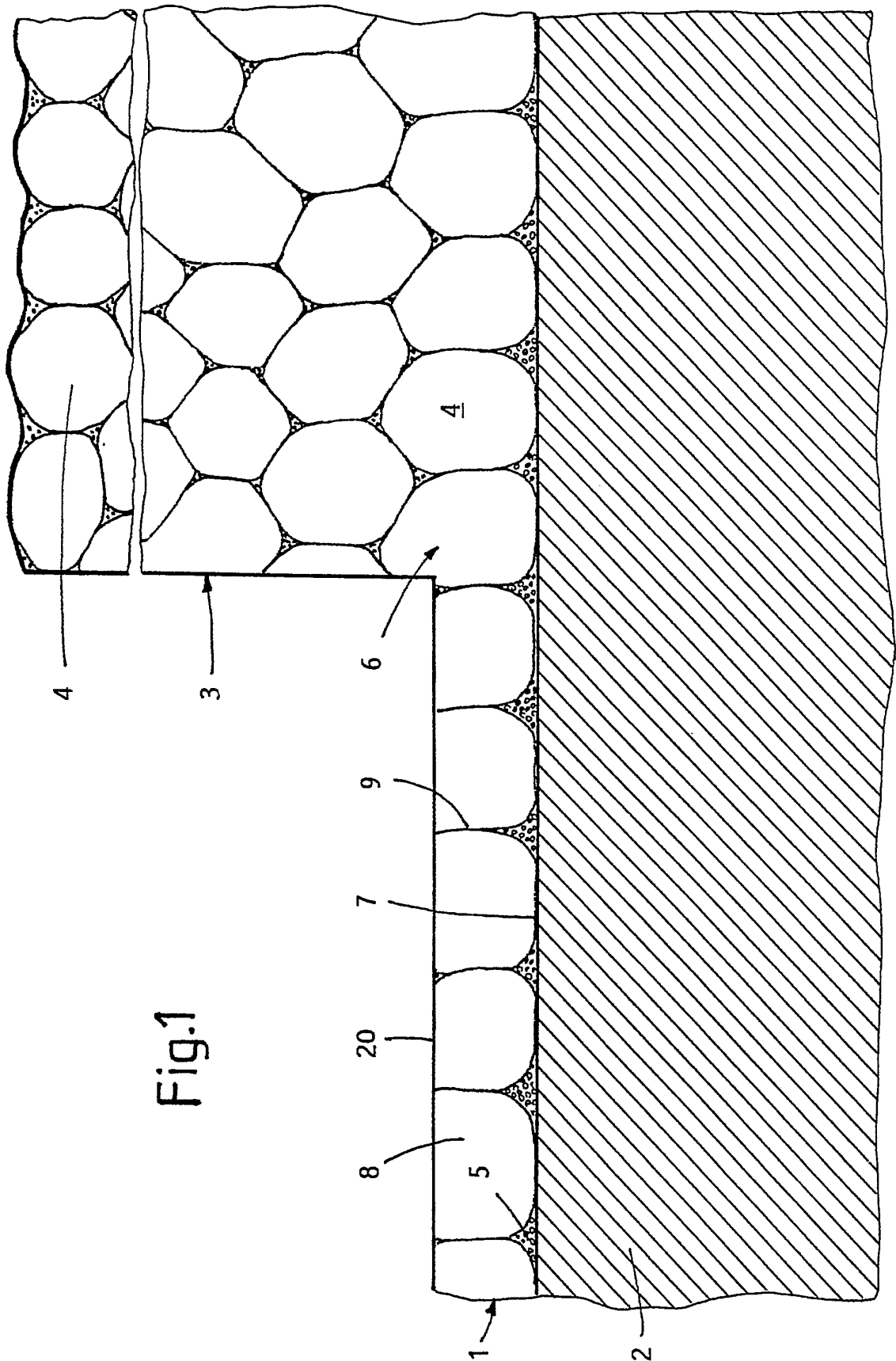
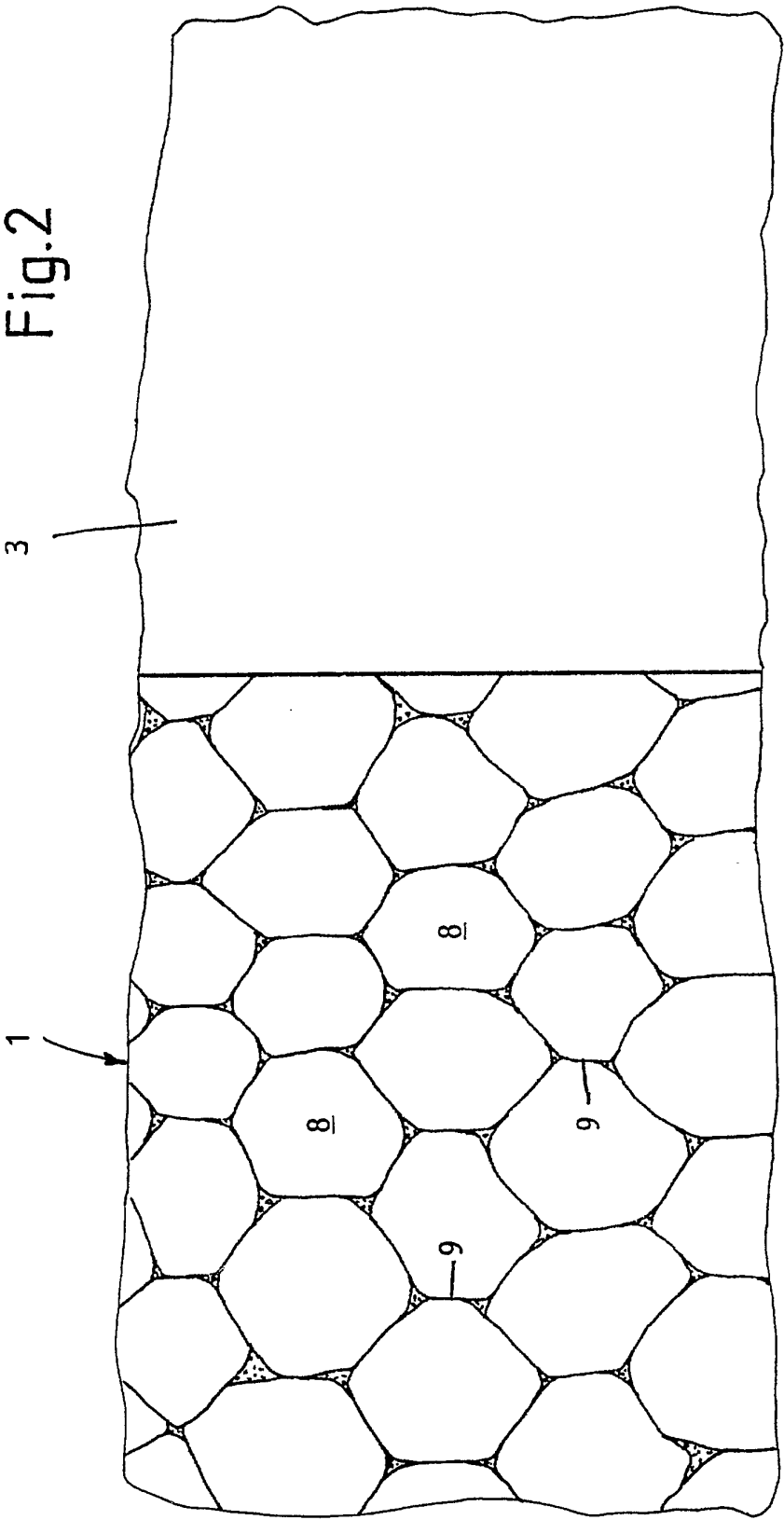


Fig.1



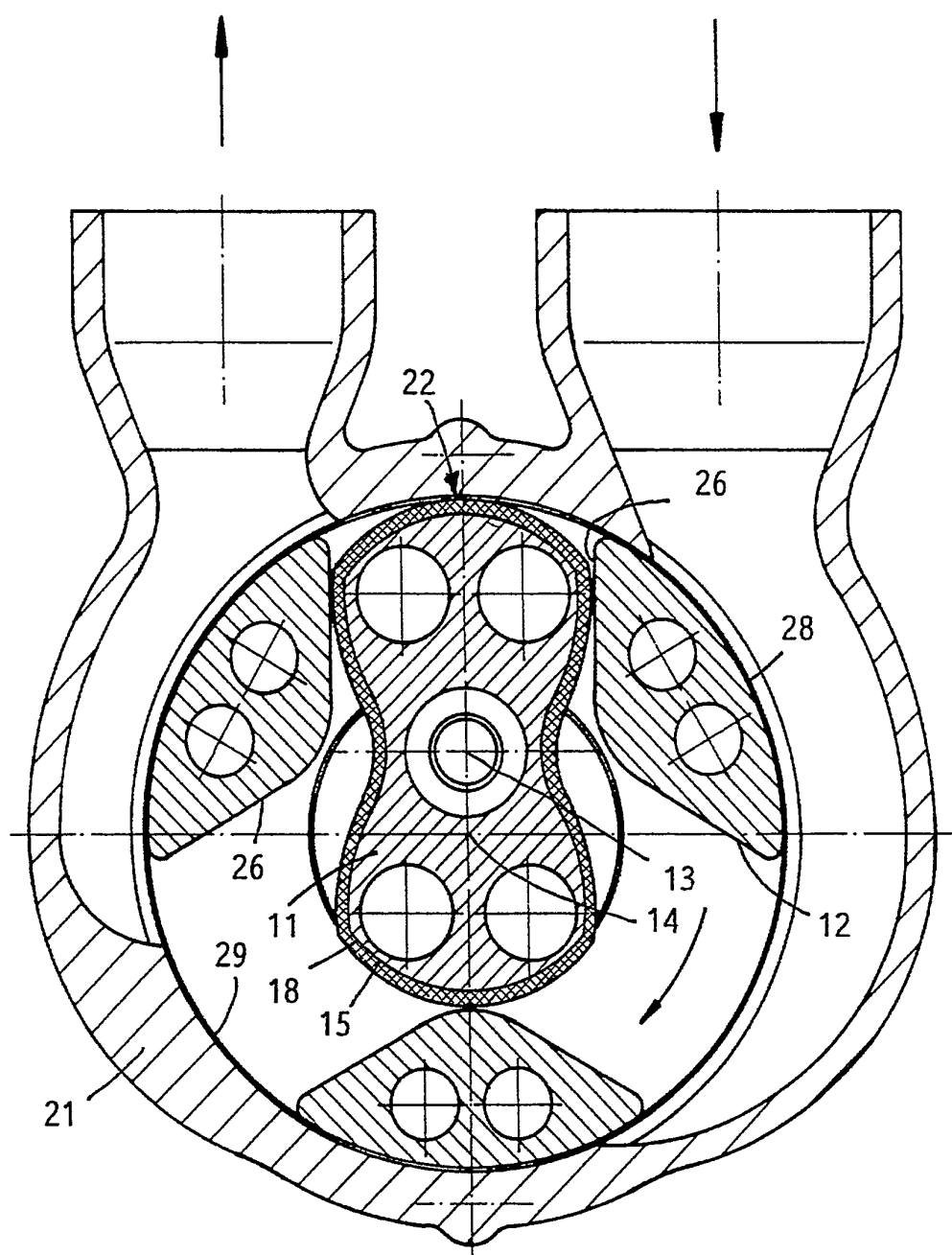


Fig.3

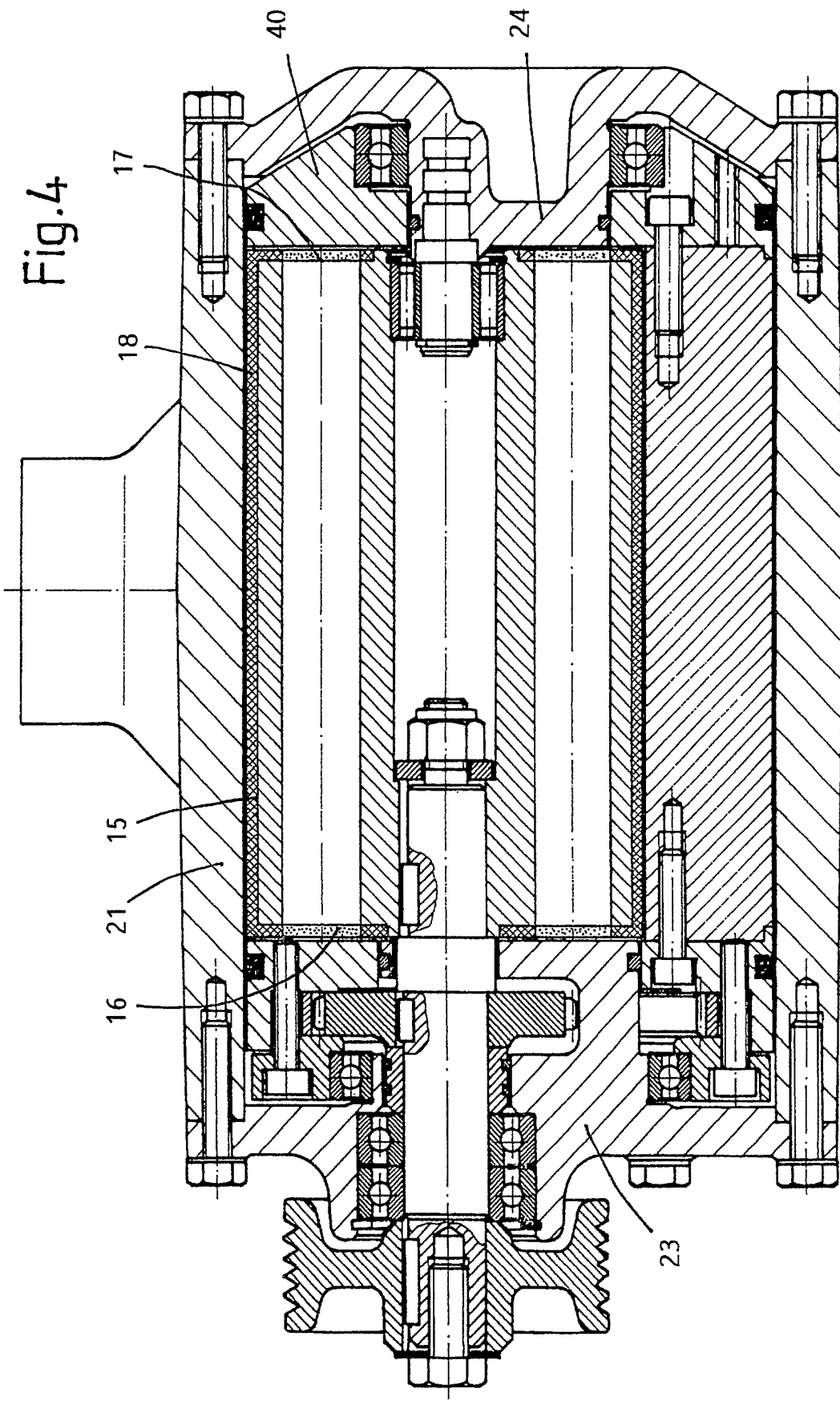


Fig.5

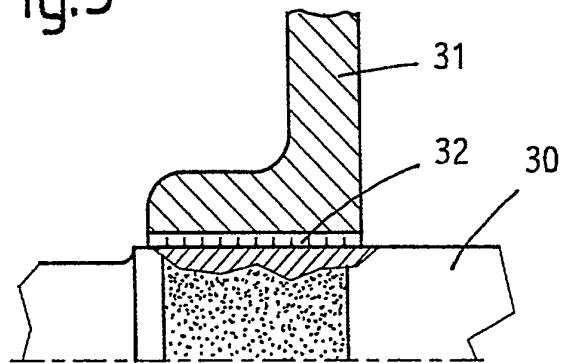


Fig.6

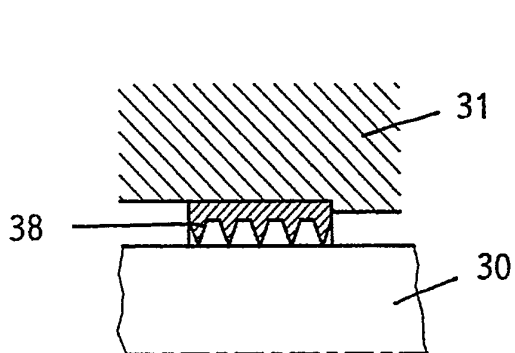
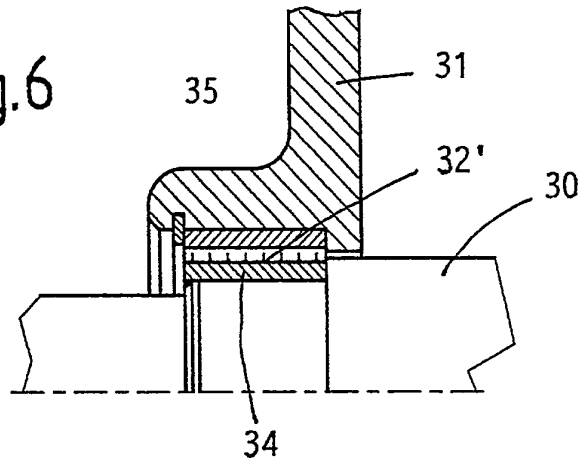


Fig.8

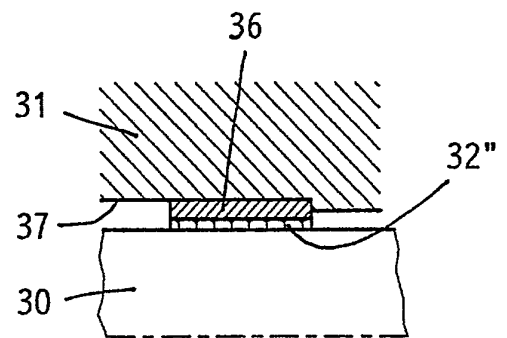


Fig.7

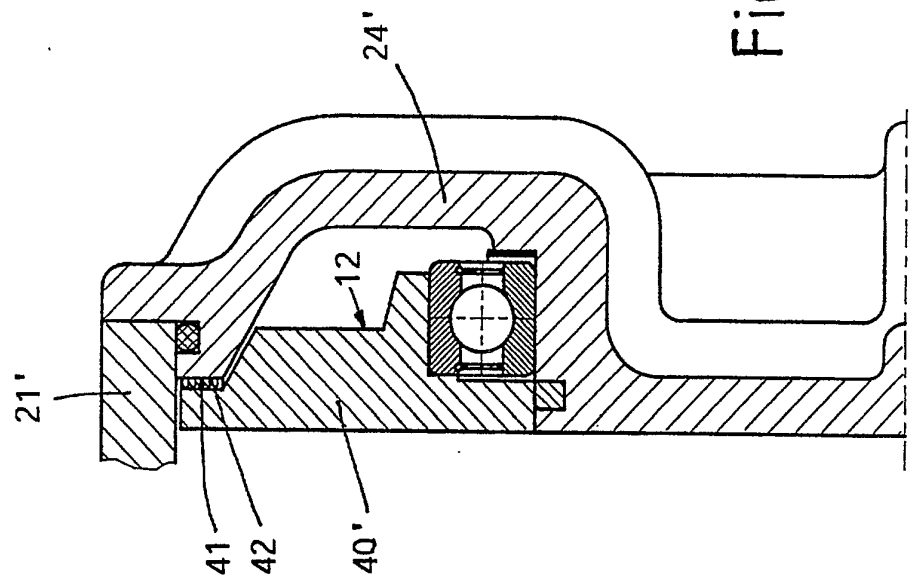


Fig. 9

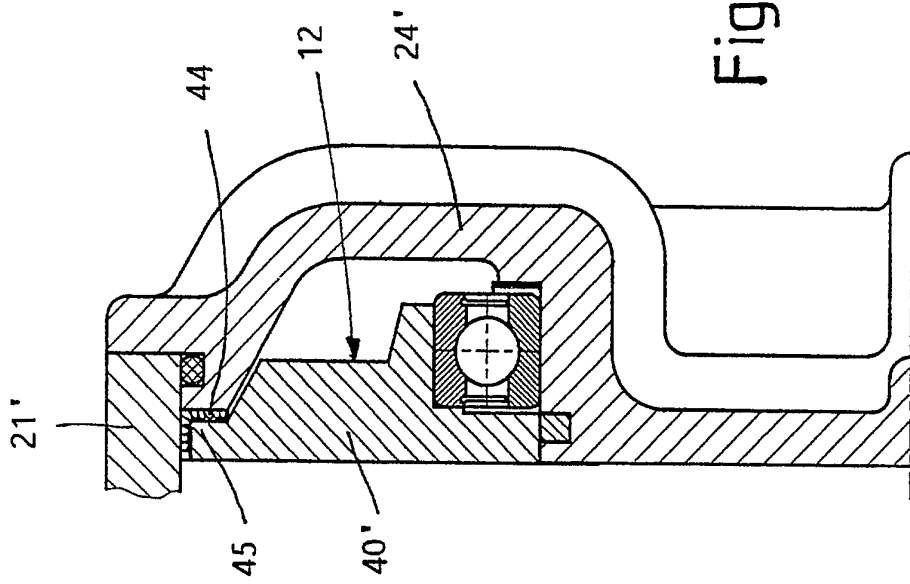


Fig. 10

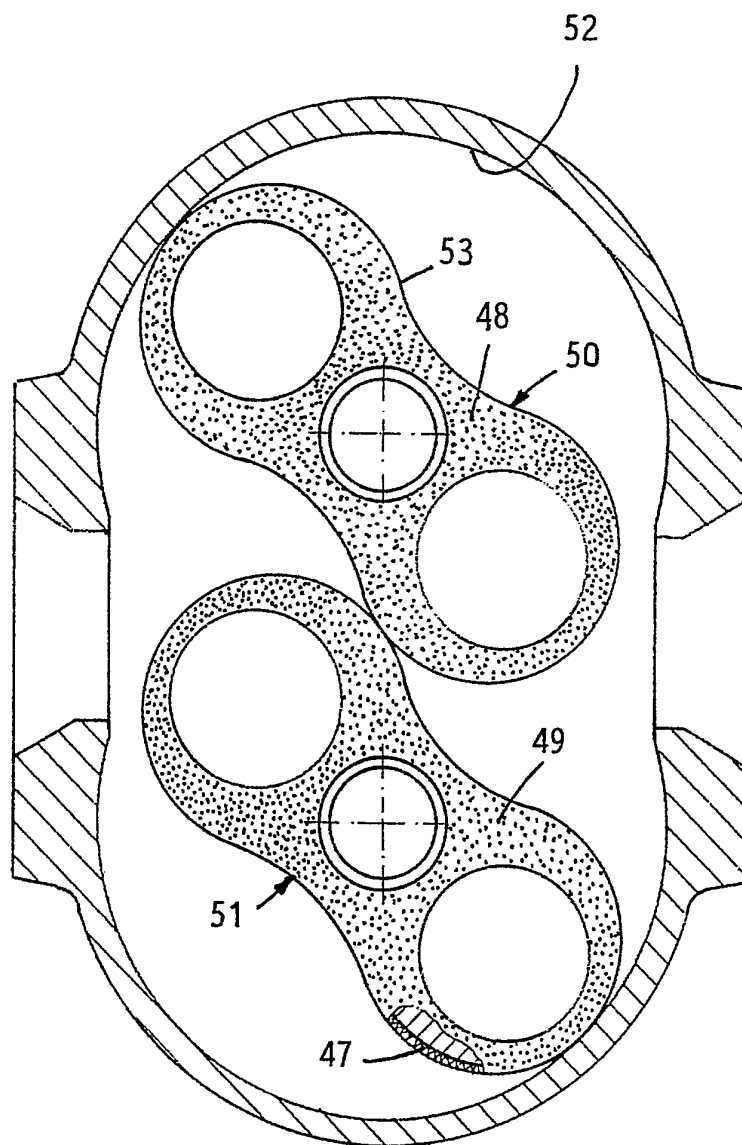


Fig.11

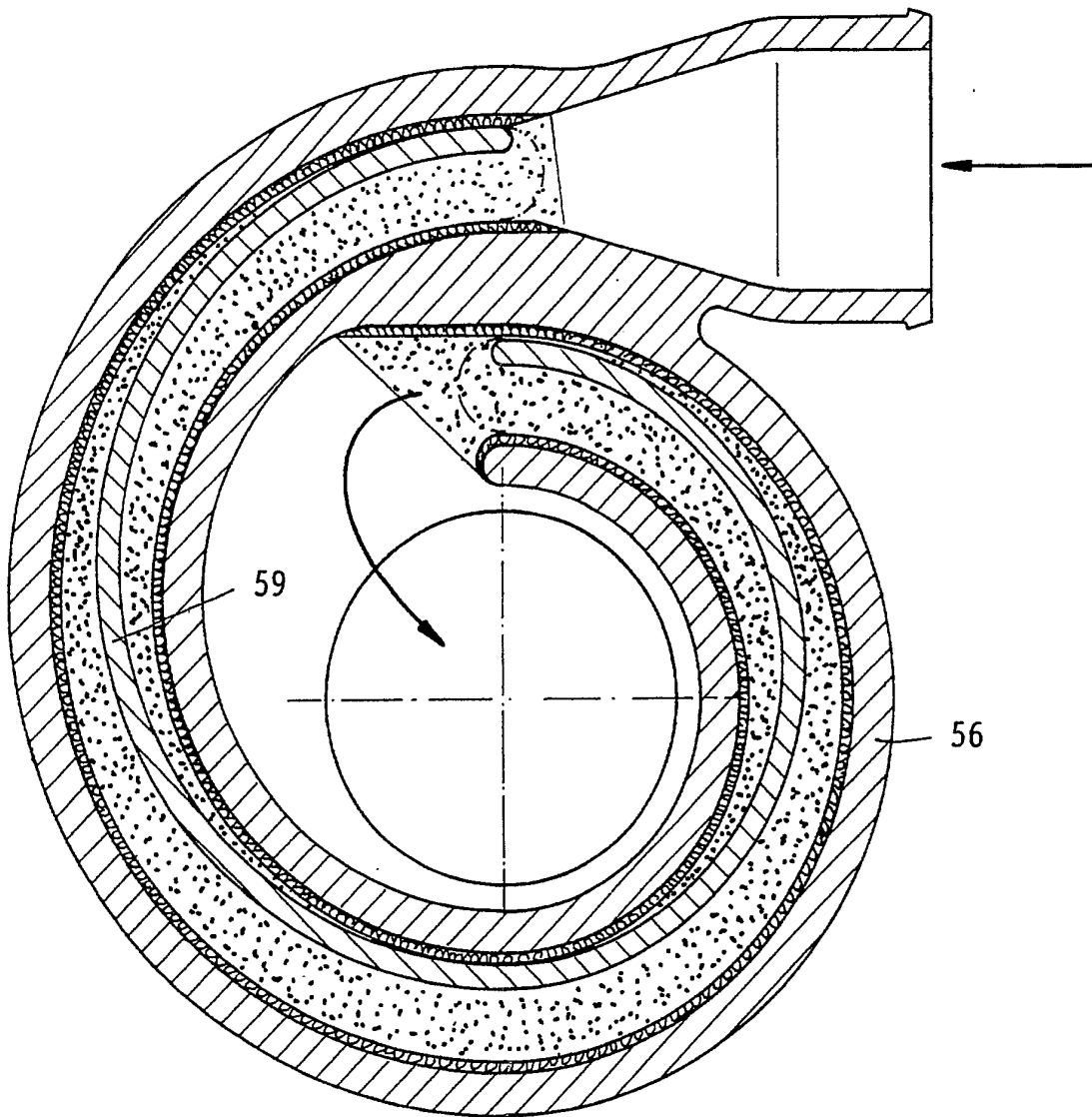


Fig.12

Fig.13

