

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: **85109082.9**

(51) Int. Cl.⁴: **F 04 D 5/00**

(22) Anmeldetag: **19.07.85**

(30) Priorität: **23.07.84 DE 3427112**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
05.02.86 Patentblatt 86/6

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

(71) Anmelder: **Schweinfurter, Friedrich**
Bergstrasse 6
D-8541 Röttenbach(DE)

(72) Erfinder: **Schweinfurter, Friedrich**
Bergstrasse 6
D-8541 Röttenbach(DE)

(74) Vertreter: **Kinzebach, Werner, Dr. et al,**
Patentanwälte Reitstötter, Kinzebach und Partner
Postfach 780
D-8000 München 43(DE)

(54) **Seitenkanalpumpe mit Kräfteausgleich.**

(57) Die Erfindung betrifft eine Seitenkanalpumpe mit einem Gehäuse mit Gehäuseeinlaß und -auslaß, mit einem Laufrad auf einer Welle mit mindestens je einem Schaufelkranz mit axial und radial offenen Schaufelzellen auf der ersten und auf der zweiten Seite des Laufrades, mit voneinander getrennten Seitenkanälen mit Eintrittsöffnung, Austrittsöffnung und Unterbrecher. Die Anordnung ist hierbei so, daß die Förderströme auf den beiden Seiten des Laufrades getrennt voneinander sind. Die Eintrittsöffnungen der Seitenkanäle auf den beiden Laufradseiten stehen mit dem Gehäuseeinlaß, die Austrittsöffnungen mit dem Gehäuseauslaß in Verbindung, so daß die Förderströme sich zuerst aufteilen und dann wiedervereinigen. Die Eintrittsöffnung, die Austrittsöffnung und der Unterbrecher gegenüber der ersten Laufradseite sind in Umlaufrichtung des Rades um einen solchen Winkelbetrag zu den entsprechenden Elementen auf der zweiten Laufradseite versetzt angeordnet, daß den Radialkräften auf der ersten Laufradseite, die aus den Druckdifferenzen in den Förderströmen zwischen den Einlässen und den Auslässen resultieren, dem Betrag nach gleiche, jedoch in entgegengesetzter Richtung wirkende Radialkräfte auf der zweiten Laufradseite gegenüberstehen. Auf diese Weise wird eine Kompensation der auf die Pumpenwelle wirkenden Radialkräfte erzielt.

1

5 Die Erfindung betrifft eine Seitenkanalpumpe mit einem Gehäuse mit Gehäuseeinlaß und Gehäuseauslaß, bei der die bei Seitenkanalpumpen im allgemeinen auf die Laufrad-
welle wirkenden Radialkräfte kompensiert sind, so daß die
Pumpe zur Erzeugung hoher und höchster Drücke geeignet
10 ist.

Zur Erzielung hoher Drücke bei relativ geringen Förderströmen eignen sich bekanntermaßen mehrstufige Seitenkanalpumpen besonders gut. Besonders einfach sind mehrstufige
15 Seitenkanalpumpen aufzubauen, wenn man nur ein Laufrad verwendet, das mehrere im Durchmesser unterschiedliche Schaufelzellenkränze mit relativ kurzen Schaufeln jeweils auf beiden Seiten des Laufrades anordnet. Üblicherweise sind hierbei die am äußeren Umfang angeordneten Schaufel-
20 zellen durch einen Mittelsteg in axialer Richtung voneinander getrennt und arbeiten in einem gemeinsamen Seitenkanal. Da der Druck im Fördermedium vom Einlaß des Seitenkanales bis zu dessen Auslaß in Laufrichtung stetig zunimmt, ergibt sich durch den auf das Laufrad wirkenden
25 Druck eine resultierende Kraftkomponente in radialer Richtung. Diese radiale Kraft nimmt bei hohen Förderdrücken erhebliche Ausmaße an. Bei Hochdruckpumpen dieser Gattung müssen folglich verstärkte Wellen und ebenfalls verstärkte Lager vorgesehen werden, was erhebliche Mehrkosten, insbesondere für die Wellendichtungen mit sich
30 bringt und auch zu einem unerwünscht großen Durchmesser des ersten, laufradinneren Förderkranzes führt.

Aus der DE-OS 21 05 121 ist eine Seitenkanalpumpe be-
35 kannt, bei der zum Ausgleich dieser Radialkräfte Drucktaschen im Gehäuse angeordnet sind, die über Leitungen

- 1 mit der Saug- und der Druckseite der Pumpe verbunden sind.
Die Anordnung der Drucktaschen und der Verbindungsleitungen
ist hierbei derart, daß der in den Drucktaschen herrschende
Druck auf einen speziellen, dafür vorgesehenen Teil des
5 Laufrades wirkt und zwar so, daß die durch den Pump-
vorgang auf das Laufrad radial nach innen wirkenden Kräfte
kompensiert werden. Diese Lösung bedingt jedoch zusätzliche
Regelorgane in den Verbindungsleitungen, um eine ent-
sprechende Abstimmung der in den Drucktaschen aufge-
10 bauten Druckverhältnisse auf die jeweiligen Förderhöhe
bzw. den Förderdruck der Pumpe zu erreichen. Darüber
hinaus wird mit dieser Anordnung ein zu Leckageverlusten
führender Kurzschluß der Pumpe in Kauf genommen, der zu
einer Strömung von Fördermedium von der Druckseite über
15 die Drosselspalte der Drucktaschen zur Saugseite führt.
Diese Verluste setzen insbesondere bei kleinen Volumen-
strömen den hydraulischen Wirkungsgrad der Pumpe erheb-
lich herab.
- 20 Aus der DE-OS 31 28 374 ist eine Seitenkanalpumpe be-
kannt, deren Laufrad auf beiden Seite je einen Schaufel-
kranz mit geschlossenen Schaufelzellen aufweist, wobei
voneinander getrennte Seitenkanäle diesen Schaufelkränzen
gegenüberliegend angeordnet sind, die jeweils eine Ein-
25 trittsöffnung und eine Austrittsöffnung, sowie einen
Unterbrecher aufweisen. Das Fördermedium strömt in dieser
Pumpe in zwei voneinander getrennten Förderströmen über
die Seitenkanäle vom jeweiligen Seitenkanaleintritt
zum jeweiligen Seitenkanalaustritt. Auch bei dieser Pumpe
30 treten jedoch die eingangs genannten Radialkräfte auf.

Ausgehend vom oben genannten Stand der Technik ist es
Aufgabe der vorliegenden Erfindung eine Seitenkanalpumpe
so zu verbessern, daß die Welle des Laufrades im wesent-
35 lichen lediglich Drehmomente übertragen bzw. aufnehmen
muß.

1 Diese Aufgabe wird dadurch gelöst, daß die Eintritts-
öffnungen mit dem Gehäuseeinlaß und die Austrittsöffnungen
mit dem Gehäuseauslaß zur Aufteilung und anschließenden
5 Wiedervereinigung der Förderströme verbunden sind, und
daß die Eintrittsöffnung, die Austrittsöffnung und der
Unterbrecher gegenüber der ersten Laufradseite in Umlauf-
richtung des Laufrades um einen solchen Winkelbetrag zu
den entsprechenden Elementen auf der zweiten Laufradseite
versetzt angeordnet sind, daß den Radialkräften auf der
10 ersten Laufradseite, die aus den Druckdifferenzen in den
Förderströmen zwischen den Einlässen und den Auslässen
resultieren, dem Betrag nach gleiche, jedoch in entgegen-
gesetzter Richtung wirkende Radialkräfte auf der zweiten
Laufradseite gegenüberstehen.

15 Durch diese sehr leicht konstruktiv darzustellende Maß-
nahme kompensieren sich die zwangsläufig auftretenden
Radialkräfte bereits im Laufrad, so daß keine Radialkräfte
mehr auf die Welle des Laufrades wirken. Dadurch kann
20 man zum einen die Lagerung der Welle mit der dazugehörigen
Abdichtung in kostengünstiger Weise kleiner
dimensionieren, ohne daß dadurch die Lebensdauer der
Pumpe herabgesetzt wird. Darüber hinaus kann durch die
geringere Dimensionierung der Laufradwelle ein innerer
25 Schaufelkranz mit geringem Durchmesser und entsprechend
geringer Umfangsgeschwindigkeit im Betrieb vorgesehen
werden. Dadurch, daß die Umfangsgeschwindigkeit gering
ist, wird der den Wirkungsgrad senkende Beschleunigungs-
stoß auf das Fördermedium beim Eintritt in die Pumpe ver-
30 ringert.

Weiterhin ist es durch die erfindungsgemäße Anordnung
möglich, eine Vielzahl von Schaufelkränzen unterschied-
lichen Durchmessers mit entsprechenden Seitenkanälen, also
35 eine Vielzahl von in Reihe geschalteten Pumporganen auf
einem einzigen Laufrad anzubringen, was wegen der bisher

- 1 auftretenden Radialkräfte nicht möglich war und durch
Aufteilung der Druckstufen auf mehrere jeweils separat
gelagerte Laufräder umgangen wurde.
- 5 Durch die erfindungsgemäße Lösung ergibt sich noch ein
weiterer Vorteil bei vielstufigen Laufrädern dadurch, daß
die einzelnen Schaufelkränze jeweils mit axial und
radial offenen Schaufelzellen aufgebaut werden können,
wobei die Abdichtung zwischen den Förderstufen durch
10 radiale Dichtspalten bewerkstelligt wird, so daß die
Schaufelzellenkränze in den theoretischen Minimalabständen
abgestuft sein können. Durch diese Minimalabstufung wird
wiederum der oben erläuterte Beschleunigungsstoß auf das
Fördermedium vom Eintritt der einen in die darauffolgende
15 Stufe mit seinen nachteiligen Wirkungen verringert. Auch
diese Möglichkeit konnte bisher nicht genutzt werden, da
durch diese Bauweise sehr breite Laufräder entstehen, die
zu unerwünscht großen Lagerabständen führen.
- 20
- Bei der vorliegenden Seitenkanalpumpe wirken also die
beiden voneinander dichtend getrennten Laufrad- und Seiten-
kanalseiten invers, d.h., daß der jeweilige Druckaufbau
entlang des Seitenkanalumfanges der einen Seite um 180°
25 um die Wellenachse versetzt, also entgegengesetzt zur
anderen Seitenkanalseite erfolgt. Somit stehen sich an
jedem Punkt des Seitenkanalumfanges gleichgroße Radial-
kräfte gegenüber, so daß sich die beidseitig des Lauf-
rades entstehenden Radialkräfte selbsttätig und ohne Zu-
30 satzeinrichtungen in jedem Betriebspunkt der Pumpe im
wesentlichen verlustlos ausgleichen.

Durch den radialkräftefreien Aufbau der Pumpe werden auch
die sonst auftretenden Schwingungen der Welle durch deren
35 Durchbiegung vermieden, so daß sich dadurch die Lebens-
dauer der Pumpe weiter erhöht.

1 Das Kippmoment, das durch die auf den zwei Laufradseiten
entgegengerichteten Axialkräfte erzeugt wird, verläuft
entgegengesetzt demjenigen Kippmoment, das durch die Radial-
kräfte auf die beiden Radseiten wirkt. Man kann also
5 bei entsprechender Dimensionierung der Tiefe des Lauf-
rades einen Momentenausgleich und somit eine im wesent-
lichen kräftefreie (bis auf die Drehmomente) Welle er-
reichen.

10 Im folgenden werden Ausführungsbeispiele bevorzugter
Ausführungsformen der Erfindung anhand von Abbildungen
näher erläutert. Hierbei zeigt

15 Figur 1 einen Längsschnitt durch eine be-
vorzugte Ausführungsform der er-
findungsgemäßen Seitenkanalpumpe
entlang der Linie I-I aus Fig. 2,

20 Figur 2 eine Ansicht in Pfeilrichtung (A)
der Seitenkanalpumpe nach Fig. 1
mit abgenommenem stirnseitigen
Gehäusedeckel,

25 Figur 3 eine Aufsicht auf das Laufrad aus
Fig. 1 und 2,

 Figur 4 einen Schnitt entlang der Linie
II-II aus Fig. 3,

30 Figur 5 einen Schnitt entlang der Linie
IV-IV aus Fig. 6, des ersten Seiten-
kanalteiles aus Fig. 1 mit strich-
punktiert eingezeichnetem Laufrad,

35 Figur 6 einen Schnitt entlang der Linie
III-III aus Fig. 5,

- 1
- Figur 7 einen Schnitt entlang der Linie VI-VI aus Fig. 8 des zweiten Seitenkanalteiles aus Fig. 1 mit strichpunktuiert eingezeichnetem Laufrad,
- 5
- Figur 8 einen Schnitt entlang der Linie V-V aus Fig. 7,
- 10
- Figur 9 einen Halbschnitt durch eine weitere bevorzugte Ausführungsform eines Laufrades mit Schaufelzellenkränzen und strichpunktuiert angedeuteten Seitenkanälen und mit
- 15
- axialen Endstufen-Dichtspalten zur Trennung der Förderströme und mit axialen Zwischenstufenspalten, und
- 20
- Figur 10 einen Halbschnitt durch eine weitere bevorzugte Ausführungsform eines Laufrades mit Schaufelzellenkränzen mit strichpunktuiert angedeuteten Seitenkanälen und radialen Endstufen-Dichtspalten am äußeren
- 25
- Umfang und radialen Zwischenstufendichtspalten.

Die in den Fig. 1 bis 8 dargestellte bevorzugte Ausführungsform der Pumpe zeigt eine zweistufige, doppelströmige

30

Seitenkanalpumpe mit radialem Endstufen-Dichtspalt 36 und besteht aus einem Gehäuse 10 und einem Laufrad 30. Das Gehäuse 10 ist mehrteilig ausgebildet und besteht aus einem Gehäusering 11 mit Gehäuseeintrittsöffnung 12 und

35

Austrittsöffnung 13 (Fig. 2), einem stirnseitigen Gehäuse-

1 deckel 14, einem antriebsseitigen Lagerdeckel 15 und den
beiden Seitenkanalteilen 16 und 16'.

5 In den Seitenkanalteilen 16 und 16' sind die Seitenkanäle
17 und 17' mit Seitenkanaleintrittsöffnungen 18 und 18',
Seitenkanalaustrittsöffnungen 19 und 19', Überleitungs-
kanälen 21 und 21', sowie die Seitenkanalunterbrecher
20 und 20' angeordnet.

10 Der Gehäusedeckel 14 und der Lagerdeckel 15 sind im Ge-
häusering 11 durch Rundschnurringe 24 abgedichtet und
mit Gehäuseschrauben 26 (durch Mittellinien angedeutet)
mit dem Gehäusering 11 verschraubt. Die im Gehäuse 10
angeordneten Seitenkanalteile 16 und 16' sind vonein-
15 ander durch einen Rundschnurring 25 abgedichtet und werden
vom Gehäusedeckel 14 und Lagerdeckel 15 in axialer
Richtung fixiert. Im Lagerdeckel 15 des Gehäuses 10 ist
eine über Packungsringe 27 abgedichtete Welle 28 gelagert,
die durch einen nicht dargestellten Antriebsmotor, bei-
20 spielsweise einen Elektromotor, in Pfeilrichtung (Fig. 2)
in Drehung versetzt wird. Auf dem freien Ende der Welle
28 ist das Laufrad 30 mittels einer Paßfeder 29 befestigt.

25 Das zweistufige Laufrad 30 weist auf seiner ersten Seite
Schaufelzellenkränze 31, 31a, auf seiner zweiten Seite
Schaufelzellenkränze 31', 31'a auf, die aus radial und
axial offenen Schaufelzellen 32, 32a bzw. 32', 32'a ge-
bildet sind.

30 Das durch die Gehäuseeintrittsöffnung 12 des Gehäuses 10
eintretende Fördermedium teilt sich in einem Verteiler-
kanal 23, der in das Gehäuse 10 eingearbeitet ist, in
zwei Förderströme, die getrennt in die Seitenkanaleintritts-
öffnungen 18 und 18' über Zuführkanäle 37, 38 in den
35 Seitenkanalteilen 16 und 16' gelangen. Hierbei sind die

- 1 Seitenkanaleintrittsöffnungen 18 auf der einen Seite des
Laufrades um 180° um die Wellenachse versetzt zu den
Seitenkanaleintrittsöffnungen 18' auf der anderen Lauf-
radseite angeordnet. Das in die Seitenkanäle 17, 17' der
5 ersten Stufe eintretende Fördermedium gelangt in die
Schaufelzellen 32, 32' der Schaufelzellenkränze 31, 31'
des rotierenden Laufrades 30. In den Schaufelzellen 32 und
32' bilden sich durch die Fliehkraft Verdrängerströmungen
aus, die jeweils in einer schraubenförmig gewundenen
10 Strombahn über die gesamte Länge der Seitenkanäle fließen
und wechselseitig in die Schaufelzellen 32 und 32' des
Laufrades 30 wieder eintreten. Durch dieses ständige
Wiedereintreten wird auf den im Seitenkanal langsamer
fließenden Förderstrom geringeren Energiezustandes (Druck,
15 Geschwindigkeit), Energie durch Impulsaustausch vom
schneller umlaufenden Flüssigkeitsinhalt höheren Energie-
zustandes der Schaufelzellen 32, 32' des Laufrades 30 über-
tragen.
- 20 Am Ende der Seitenkanäle 17, 17' tritt das Fördermedium
über Überleitungskanäle 21, 21' in die Seitenkanäle 17a
und 17'a der zweiten Stufe ein, wo über die Schaufelzellen
32a und 32'a der Schaufelzellen^{kränze} 31a und 31'a des Laufrades
30 ein weiterer Impulsaustausch, wie oben für erste Stufe
25 beschrieben, erfolgt. Nach dieser weiteren Energiezufuhr
gelangt das Fördermedium über die Seitenkanalaustritte
19 und 19' in den Seitenkanalteilen 16 und 16' in einen
Zubringerkanal 22 im Gehäuse 10 und von dort durch die
Austrittsöffnung 13 aus dem Gehäuse heraus.
- 30 Der Druckaufbau in den Seitenkanälen 17 und 17a des Seiten-
kanalteils 16 erfolgt aufgrund des Winkelversatzes (um
180°) zum Seitenkanal/^{teil} 16' mit Seitenkanälen 17' und 17'a
invers. Dies heißt, daß der an jedem Punkt des Umfanges
35 der Seitenkanäle 17 und 17a des Seitenkanalteiles 16 in

1 radialer Richtung auf die Welle einwirkenden Kraft eine
dem Betrag nach gleichgroße Gegenkraft von jedem Punkt
des Umfanges der Seitenkanäle 17' und 17'a des Seiten-
kanalteiles 16' entgegenwirkt.

5

Die beiden laufradäußeren Schaufelzellenkränze 31a und 31'a
sind durch einen relativ breiten Steg voneinander getrennt,
der somit eine zylindrische Außenfläche des Laufrades
bildet. Die beiden Seitenkanalteile 16, 16' bilden zu-
10 sammen einen ebenso breiten "Steg" zwischen den beiden
äußeren Seitenkanälen 17a, 17'a, so daß die beiden Förder-
ströme der Endstufen über einen radialen Endstufen-Dicht-
spalt 36 voneinander abgedichtet sind. Die Abdichtung
zwischen den Stufen auf den jeweiligen Laufradseiten er-
15 folgt bei dieser Ausführungsform durch axiale Zwischen-
stufen-Dichtspalte 33, 33.

Bei entsprechend geschickter Wahl bzw. Berechnung der
radialen und axialen Abmessungen der Schaufelkränze werden
20 nicht nur die auf die Welle wirkenden Radialkräfte
kompensiert, sondern auch die durch sie verursachten
Drehmomente um den Laufradmittelpunkt, der dieses auf der
Welle kippen läßt, da die auf das Laufrad in axialer
Richtung wirkenden Kräfte ein zu den erstgenannten Dreh-
25 moment entgegengesetztes Moment erzeugen.

In den Figuren 9 und 10 sind lediglich Halb-Querschnitte
durch Laufräder weiterer bevorzugter Ausführungsformen
gezeigt, wobei die dazugehörigen Seitenkanalteile mit
30 Seitenkanälen, Überströmkanälen, Dichtspalten usw. ent-
sprechend der oben beschriebenen Ausführungsform gestaltet
sind, soweit nichts gegenteiliges beschrieben ist.

Bei der Ausführungsform nach Fig. 9 sind auf der einen
35 Seite des Laufrades Schaufelzellenkränze 31, 31a, 31b und
auf der anderen Seite Schaufelzellenkränze 31', 31'a und
31'b angeordnet, denen Seitenkanäle (strichpunktiert ange-

1 deutet) 17, 17a, 17b bzw. 17', 17'a, 17'b gegenüberliegen.
Die trennende Abdichtung zwischen den Endstufen 17b, 17'b
auf den beiden Laufradseiten erfolgt über axiale End-
stufen-Dichtspalte 34 und 34', die zwischen dem Laufrad
5 30 und den Seitenkanalteilen 16, 16' angeordnet sind.

Bei der in Fig. 10 gezeigten weiteren bevorzugten Aus-
führungsform der Seitenkanalpumpe erfolgt die Abdichtung
der Förderströme sowohl von Stufe zu Stufe als auch der
10 beiden Endstufen zueinander über radiale Dichtspalte 35,
35a, 35', 35'a und 36. Bei diesem Laufrad nehmen die
Durchmesser der Schaufelzellenkränze nur um den minimal
möglichen Betrag zu, da die Abdichtung von Stufe zu Stufe
im wesentlichen ausschließlich durch radiale Spalte er-
15 folgt. Dadurch, daß die Umfangsgeschwindigkeit der
Schaufelzellen von Stufe zu Stufe lediglich um einen
geringen Betrag steigt, ergibt sich beim Eintritt des
Fördermediums in den jeweils nächsten Seitenkanal nur
ein geringer, den Wirkungsgrad der Pumpe vermindender
20 Beschleunigungsstoß. Auf diese Weise ist es möglich,
relativ viele Stufen bei einer Seitenkanalpumpe mit einem
einzigem Laufrad hintereinander zu schalten, so daß hohe
Drücke trotz des geringen Bauaufwandes (wenige Teile,
geringe Montagekosten) erzielbar sind. Derart breite
25 Laufräder, die sich durch eine solche Konstruktion er-
geben, konnten bis jetzt nicht eingesetzt werden, da
durch die Laufradbreite ein unerwünscht großer Abstand der beiden
Wellenlager bedingt war.

30

35

1

5

P a t e n t a n s p r ü c h e

- 10 1. Seitenkanalpumpe mit einem Gehäuse mit Gehäuseein-
laß und Gehäuseauslaß,
mit einem Laufrad auf einer Welle,
mit mindestens je einem Schaufelkranz mit radial
und axial offenen Schaufelzellen auf der ersten
15 und auf der zweiten Seite des Laufrades,
mit durch Dichtspalte voneinander getrennten Seiten-
kanälen, jeweils mit Eintrittsöffnung, Austrittsöffnung
und Unterbrecher, wobei die Seitenkanäle gegenüber
den Schaufelkränzen so angeordnet sind, daß ein Förder-
20 medium in zwei im wesentlichen voneinander getrennten
Förderströmen die Seitenkanäle vom jeweiligen Seiten-
kanaleintritt bis zum jeweiligen Seitenkanalaustritt
unter Druckzunahme durchströmt,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
25 daß die Eintrittsöffnungen (18, 18') mit dem Gehäuse-
einlaß (12) und die Austrittsöffnung (19, 19') mit dem
Gehäuseauslaß (13) zur Aufteilung und Wiedervereinigung
der Förderströme verbunden sind, und
daß die Eintrittsöffnung(en) (18), die Austritts-
30 öffnung(en) (19) und der(die) Unterbrecher (20, 20a)
gegenüber der ersten Laufradseite in Umlaufrichtung
des Laufrades (30) um einen solchen Winkelbetrag (α)
zu den entsprechenden Elementen (18', 19', 20', 20'a)
gegenüber der anderen Laufradseite versetzt angeordnet ist(sind),
35 daß den Radialkräften auf der ersten Laufradseite, die aus den Druck-

- 1 differenzen in den Förderströmen zwischen den Ein-
lassen und Auslässen resultieren, dem Betrag nach
gleiche, jedoch in entgegengesetzter Richtung wirkende
5 Radialkräfte auf der zweiten Laufradseite gegenüber-
stehen.
2. Seitenkanalpumpe nach Anspruch 1, dadurch gekenn-
zeichnet, daß ein axialer Endstufen-Dichtspalt (34,
34') zur dichtenden Trennung der beiden Förderströme
10 am äußeren Umfang des Laufrades (30) angeordnet ist.
3. Seitenkanalpumpe nach einem der vorhergehenden An-
sprüche, dadurch gekennzeichnet, daß auf mindestens
einer Laufradseite mindestens zwei Schaufelzellen-
15 kränze (31, 31a, 31b; 31', 31'a, 31'b) mit unter-
schiedlichen Durchmessern angeordnet sind, deren je-
weilige Seitenkanäle (17, 17a, 17b; 17', 17'a, 17'b)
in Reihe geschaltet sind.
- 20 4. Seitenkanalpumpe nach Anspruch 3, dadurch gekenn-
zeichnet, daß zur Abdichtung zwischen den im Durch-
messer unterschiedlichen Schaufelzellenkränzen (31,
31') des Laufrades (30) und den in Seitenkanalteilen
(16, 16') eingearbeiteten Seitenkanälen (17, 17'),
25 radiale Zwischenstufendichtspalte (35, 35') ange-
ordnet sind.
5. Seitenkanalpumpe nach Anspruch 4, dadurch gekenn-
zeichnet, daß zur Abdichtung zwischen den im Durch-
messer unterschiedlichen Schaufelzellenkränzen (31,
30 31') des Laufrades (30) und den in den Seitenkanal-
teilen (16, 16') eingearbeiteten Seitenkanälen (17,
17'), axiale Zwischenstufendichtspalte (33, 33') an-
geordnet sind.

- 1 6. Seitenkanalpumpe nach einem der vorhergehenden An-
sprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Schaufel-
zellenkränze (31, 31a, 31b; 31', 31'a, 31'b) und die
5 zugehörigen Seitenkanäle (17, 17a, 17b; 17', 17'a,
17'b) hinsichtlich der Wirkflächen des Förderstrom-
druckes auf das Laufrad so bemessen sind, daß sich
die aus den axialen und die aus den radialen Kräften
resultierenden Drehmomente um den Laufradmittelpunkt
10 gegenseitig aufheben.
7. Seitenkanalpumpe nach einem der vorhergehenden An-
sprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die beiden Lauf-
radseiten und die zugehörigen Seitenkanäle (17, 17a,
15 17b; 17', 17'a, 17'b) im wesentlichen identisch ge-
formt sind und daß der Winkelbetrag (α) der Ver-
setzung 180° beträgt.

20

25

30

35

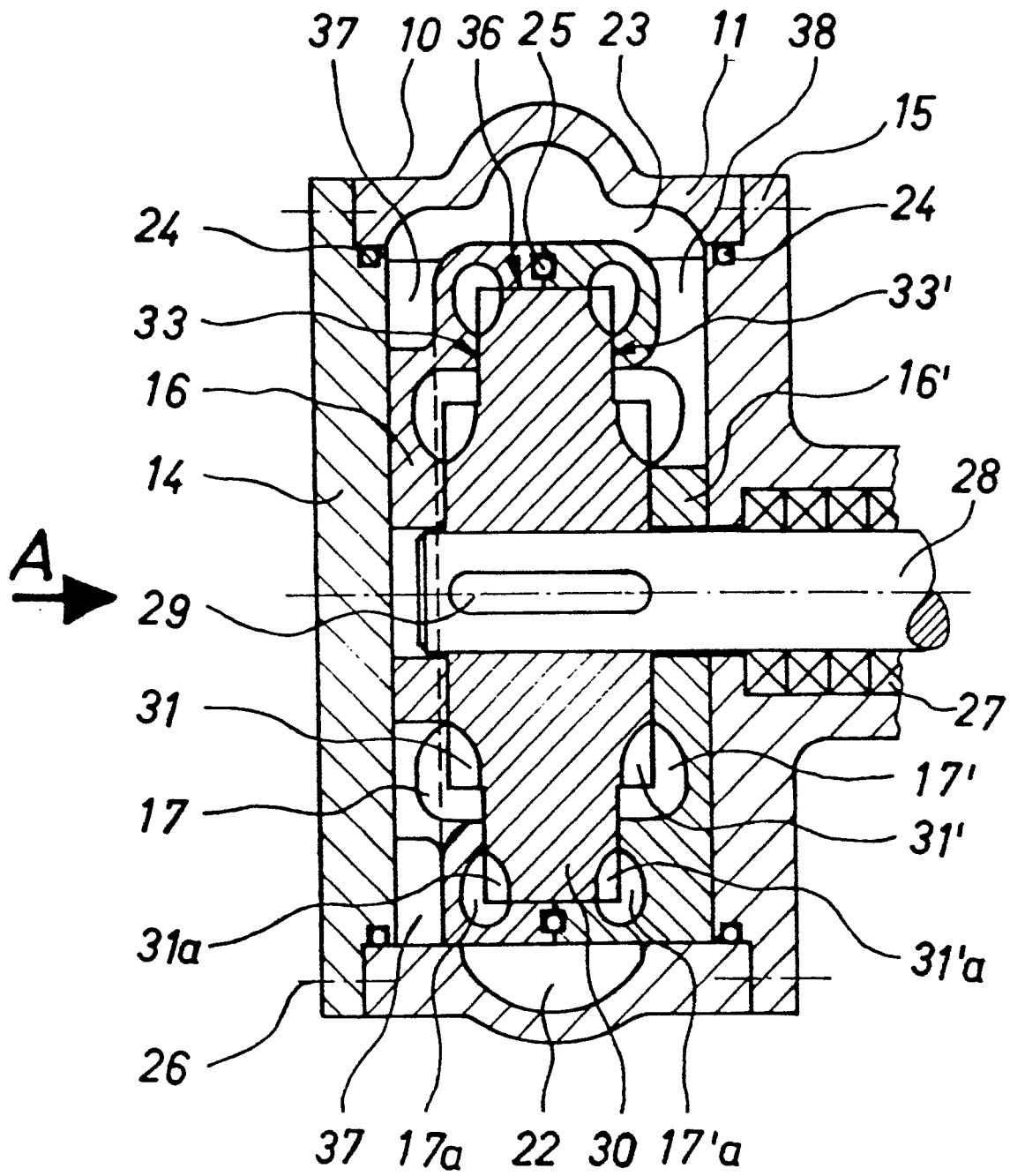


Fig. 1

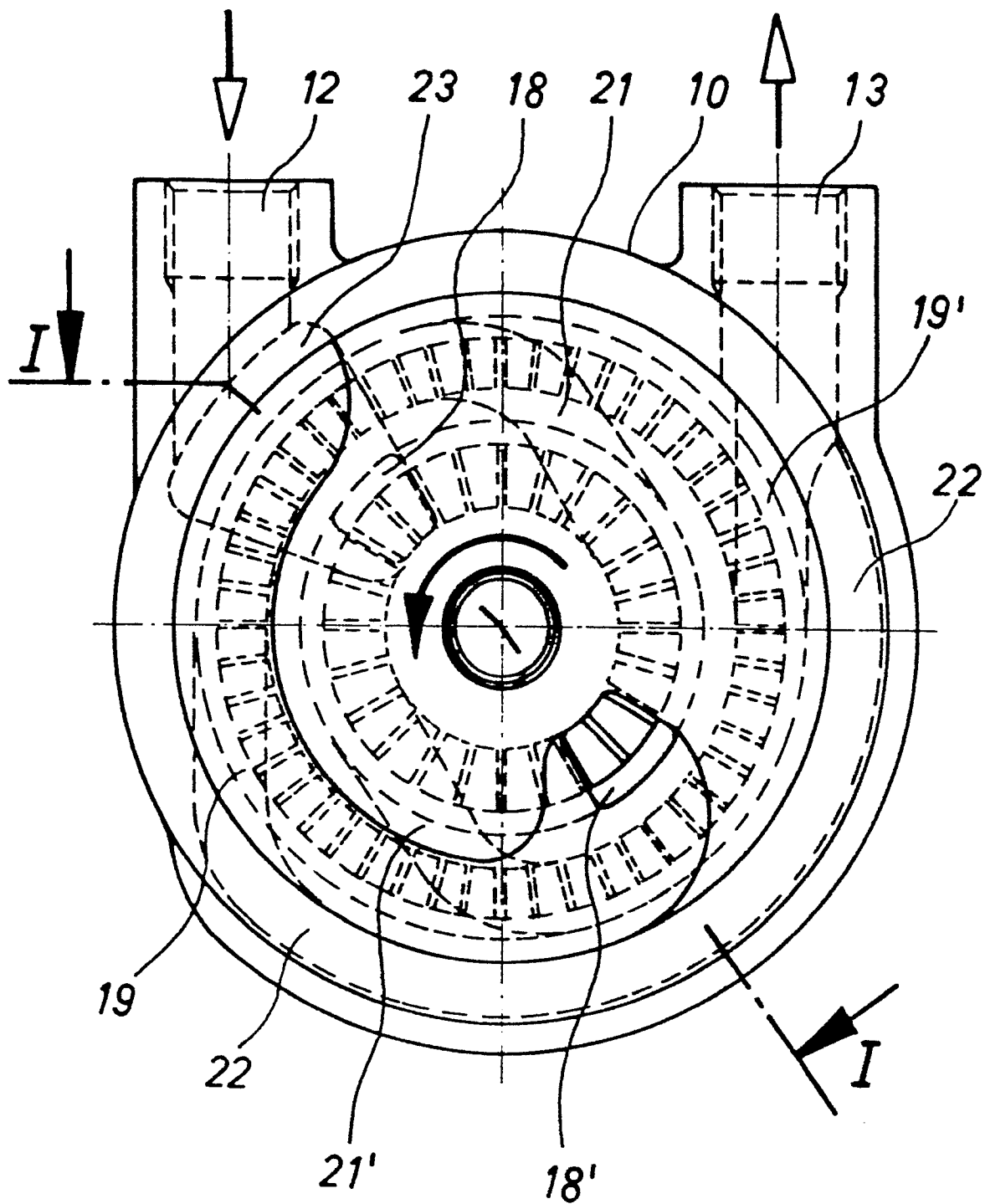
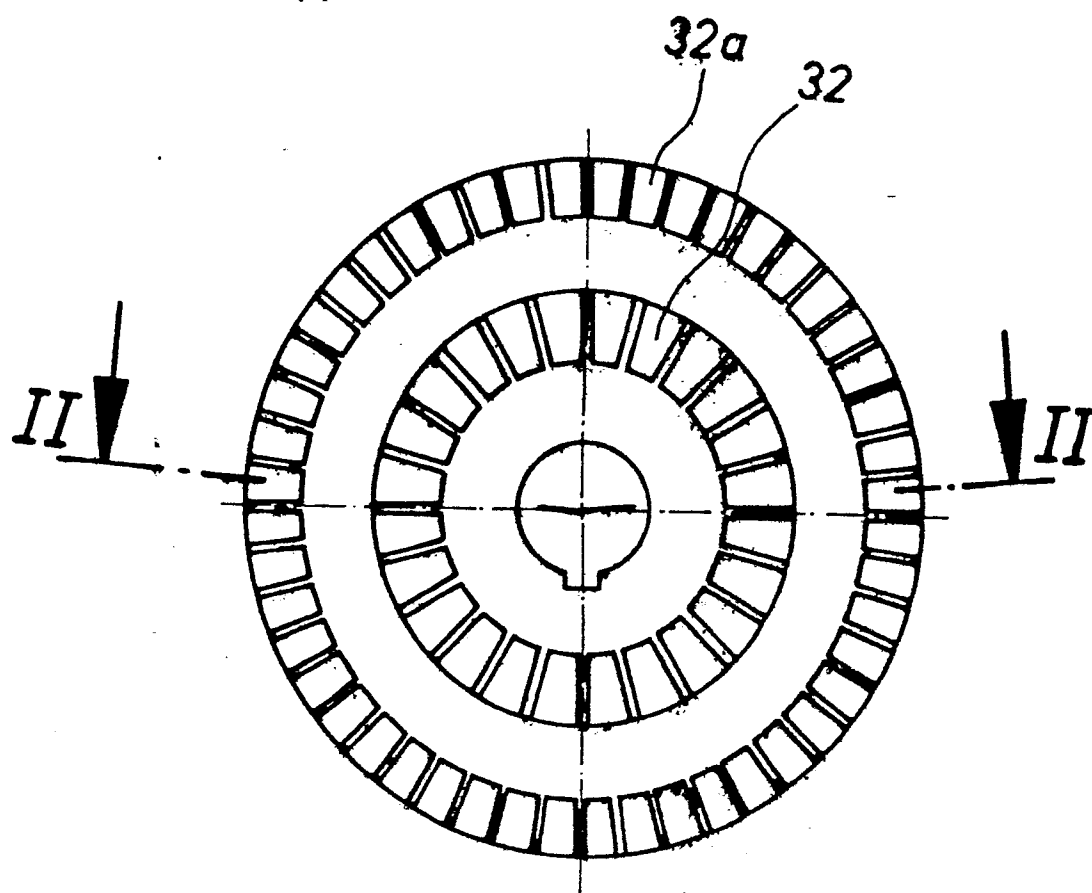
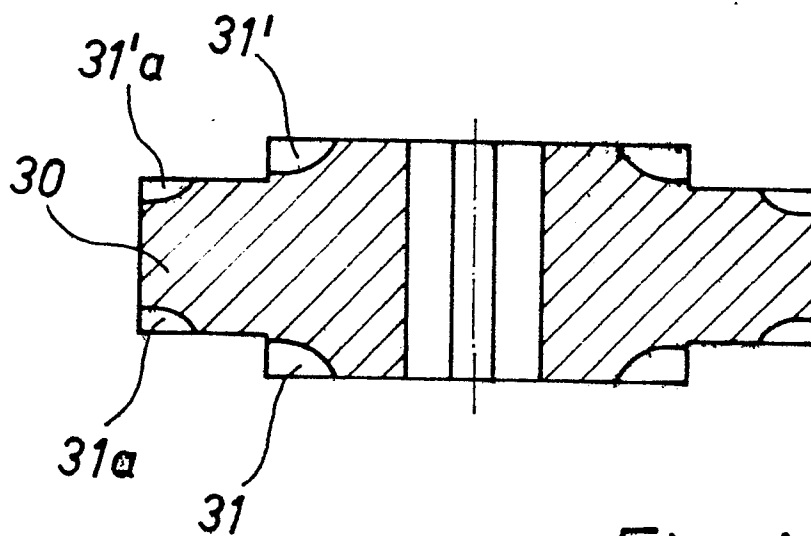


Fig.2

*Fig. 3**Fig. 4*

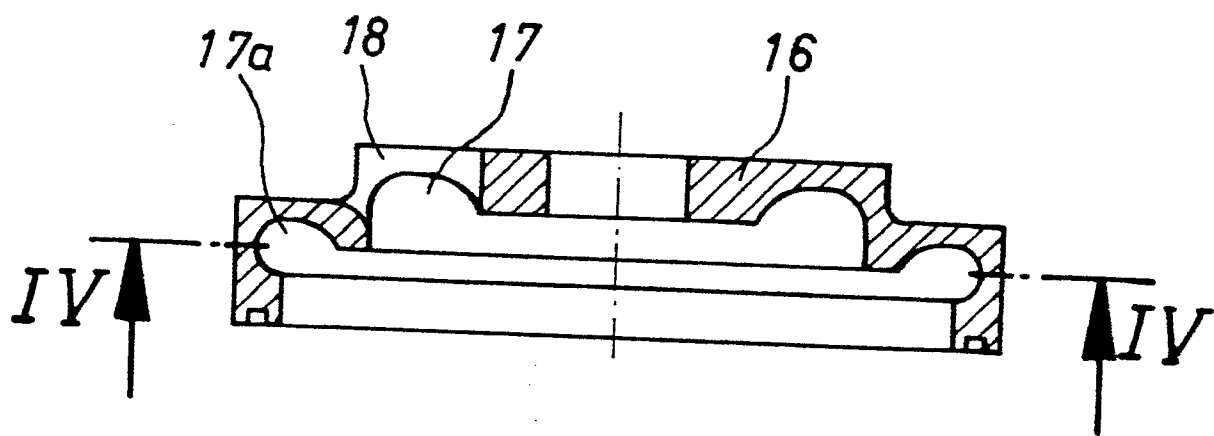
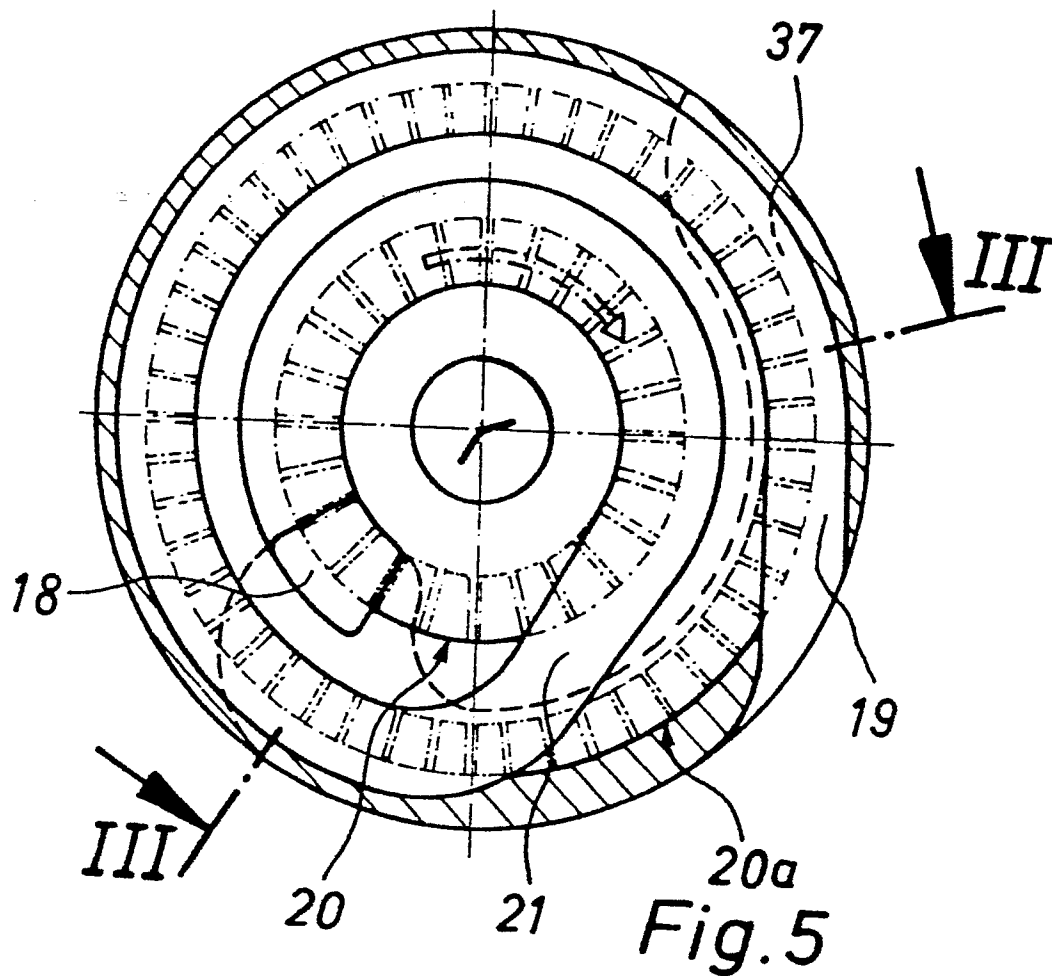


Fig. 6

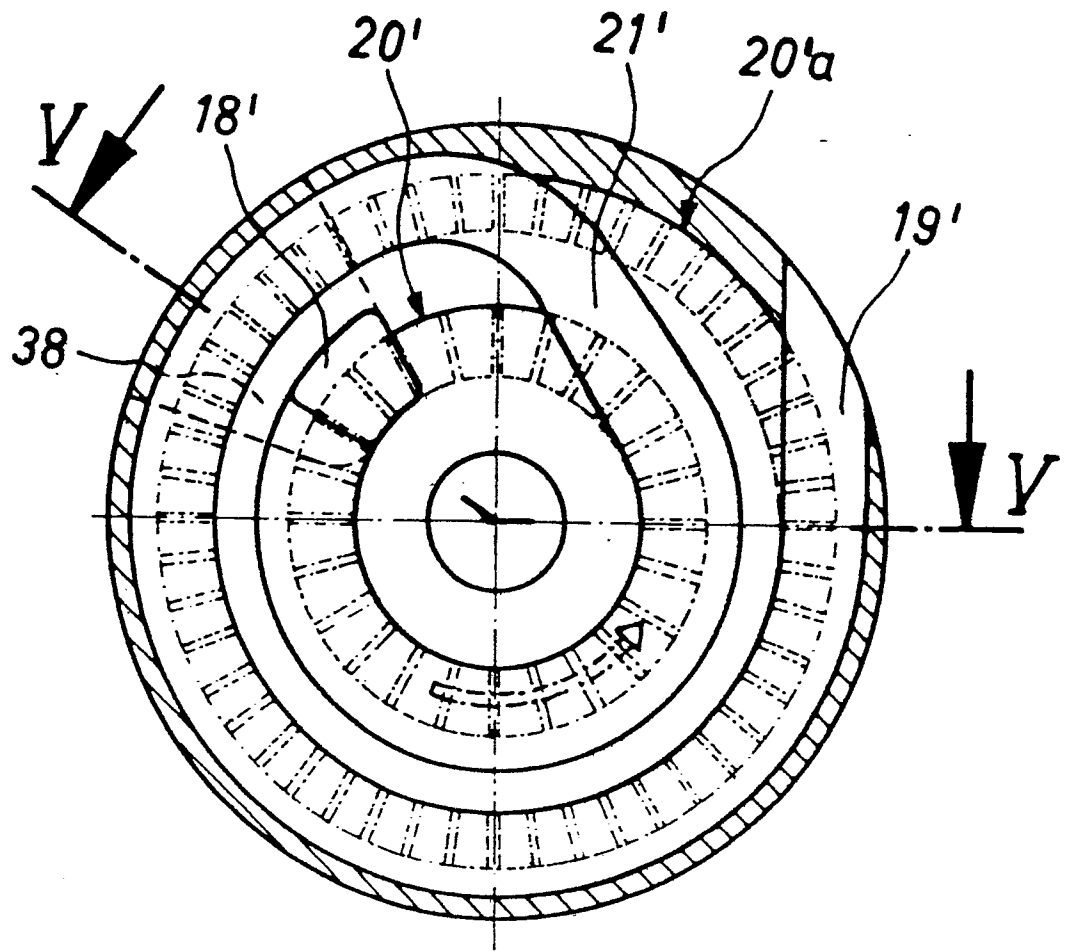


Fig. 7

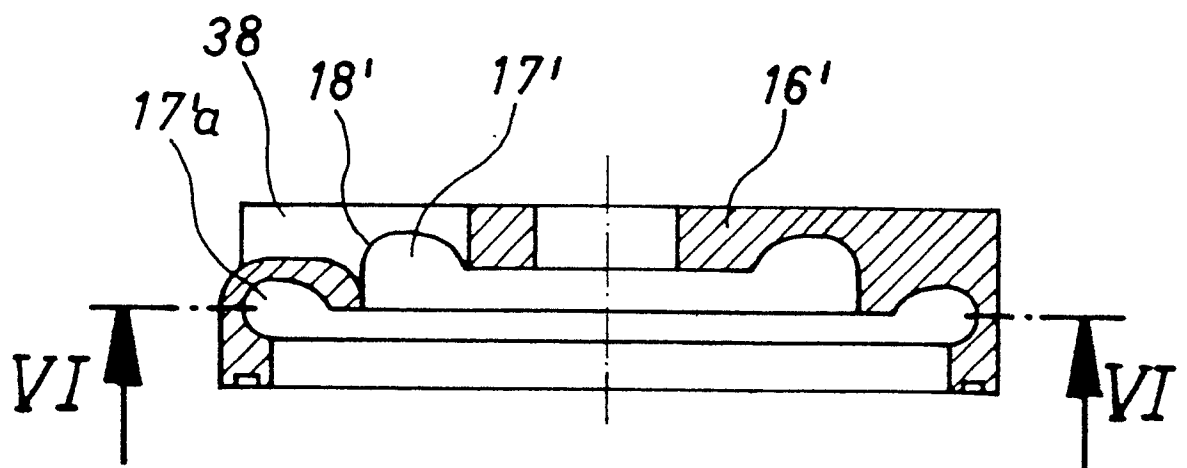


Fig. 8

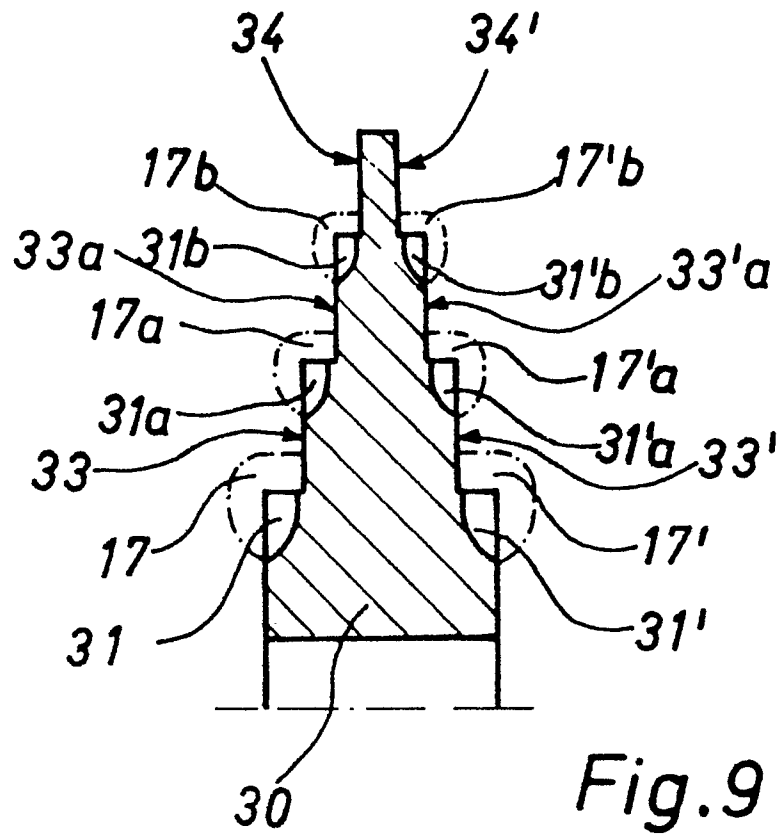


Fig. 9

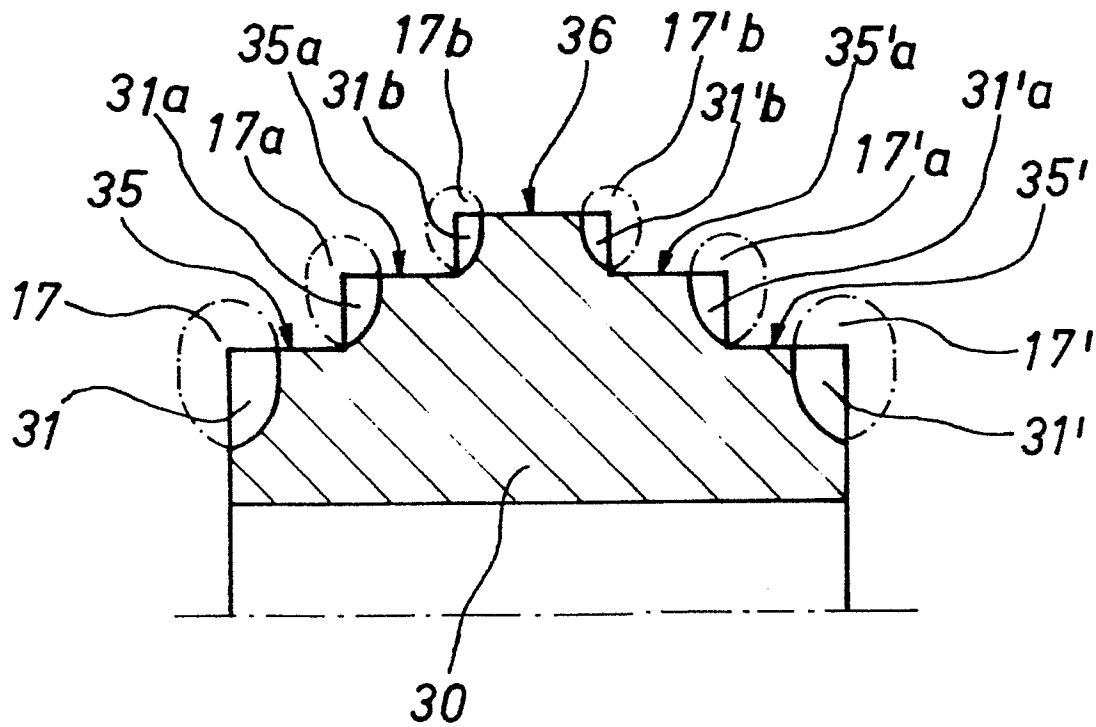


Fig. 10