

(19)



(11)

EP 2 251 547 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
17.11.2010 Patentblatt 2010/46

(51) Int Cl.:
F04D 19/04 (2006.01) **F04D 23/00** (2006.01)
F04D 29/28 (2006.01) **F04D 29/52** (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **10004024.5**

(22) Anmeldetag: **16.04.2010**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL BA ME RS

(71) Anmelder: **PFEIFFER VACUUM GMBH**
35614 Asslar (DE)

(72) Erfinder:
• **Sachs, Ronald, Dr.**
44135 Dortmund (DE)
• **Shirinov, Aleksandr, Dr.**
35390 Gießen (DE)

(30) Priorität: **16.05.2009 DE 102009021620**

(54) **Vakuumpumpe**

(57) Die Erfindung betrifft eine Vakuumpumpe (1) mit einem Gaseinlass (2), einem Gasauslass (3) und mit einer Seitenkanalpumpestufe (6), welche ein in Drehung versetztes Laufrad (600) mit einem Rand umfasst, welches eine Schaufel (602) mit einer ersten (621; 651) und einer zweiten (622; 652) Teilschaufel aufweist, die am

Rand des Laufrades angeordnet ist. Um verbesserte Vakuumkennwerte und gleichzeitig eine einfach herzustellende Geometrie der pumpaktiven Bauteile zu erreichen, wird vorgeschlagen, dass der Winkel zwischen wenigstens einer Teilschaufel (621; 622; 651; 652) und der Bewegungsrichtung (607) der Schaufel weniger als 90° beträgt.

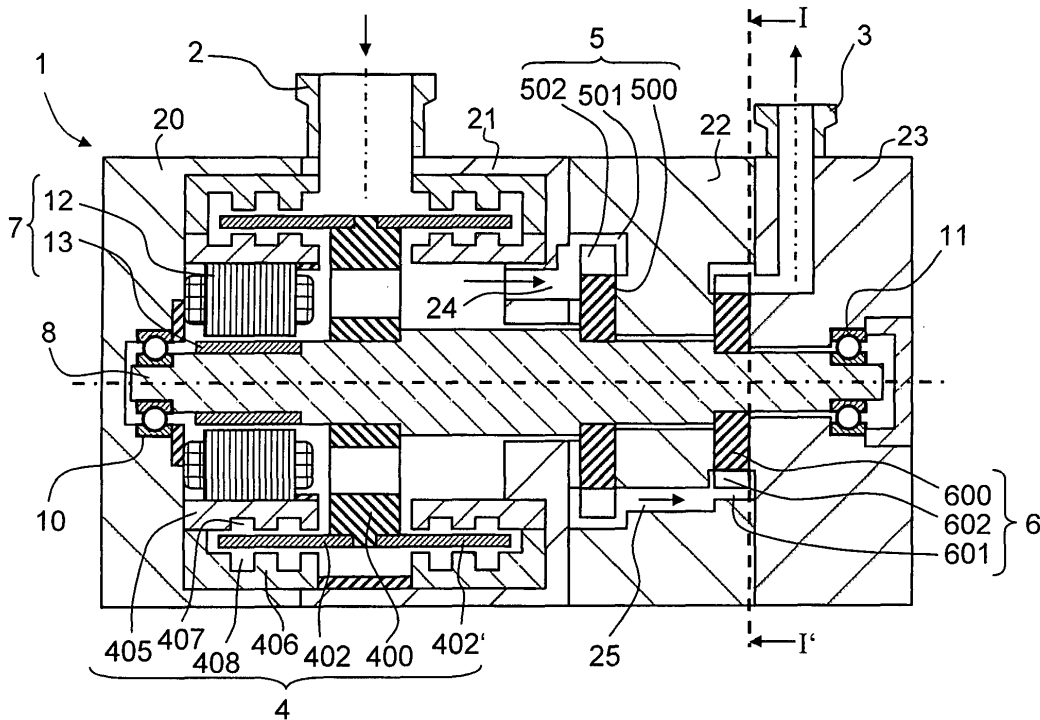


Fig. 1

EP 2 251 547 A2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Vakuumpumpe nach dem Oberbegriff des ersten Anspruchs.

[0002] Vakuumpumpen mit Seitenkanalpumpstufen sind im Stand der Technik bekannt und erlangen zunehmend wirtschaftliche Bedeutung. Beim Einsatz in einer Turbomolekularpumpe ermöglicht eine Seitenkanalpumpstufe, die Turbomolekularpumpe gegen höhere Drucke ausstoßen zu lassen. Vakuumpumpen mit Holweck- und Seitenkanalpumpstufe erreichen bei sehr kompakten Baugrößen Enddrücke im molekularen Strömungsbereich. Ein Beispiel für eine solche Vakuumpumpe gibt die DE 19930952 A1 an, die im Ansaugbereich mit einer parallel arbeitenden Holweckpumpstufe und im Gasstrom nachfolgend mit einer Mehrzahl von Seitenkanalpumpstufen ausgestattet ist. Die in diesen Seitenkanalpumpstufen verwendeten Laufräder sind einfach gestaltet: die Schaufeln des scheibenförmigen Laufrades sind an dessen Rand angeordnet und stehen in radialer Richtung von der Scheibe ab. Zwischen den Schaufeln läuft ein Mittelsteg um, der entlang des ganzen Laufradumfangs die volle Schaufelhöhe besitzt.

[0003] Die Vakuumkennwerte der Seitenkanalpumpstufe, insbesondere Saugvermögen und Druckverhältnis zwischen Einlass und Auslass, hängen von der Gestaltung der Schaufeln, des Kanals und der Spalte zwischen rotierenden und stehenden Teile ab. In der Regel führen gute Vakuumkennwerte zu steigenden Herstellkosten.

[0004] Andererseits besteht die Notwendigkeit, die Kosten für die Herstellung der pumpaktiven Teile der Seitenkanalpumpe gering zu halten.

[0005] Das oben beschriebene Laufrad stellt bisher einen guten Kompromiss dar, für den jedoch eine Verbesserung gesucht wird.

[0006] Es ist daher Aufgabe, eine Vakuumpumpe zu schaffen, deren Seitenkanalpumpstufe verbesserte Vakuumkennwerte und gleichzeitig eine einfach herzustellende Geometrie der pumpaktiven Bauteile besitzt.

[0007] Die Aufgabe wird gelöst durch die Merkmale des unabhängigen Anspruchs 1. Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen 2 bis 6 gekennzeichnet.

[0008] Die Geometrie der Schaufel nach Anspruch 1 ist kostengünstig herstellbar. Im Vergleich zum eingangs genannten Stand der Technik ergibt sich durch einen Winkel zwischen wenigstens einer Teilschaukel und der Bewegungsrichtung der Schaufel von weniger als 90° eine Verbesserung des Druckverhältnisses zwischen Einlass und Auslass der Seitenkanalpumpstufe im Bereich des Grobvakuums.

[0009] Dieser Vorteil wird vertieft, wenn zusätzlich ein Mittelsteg zwischen benachbarten Schaufeln wenigstens abschnittsweise eine geringere Höhe als die Schaufel aufweist.

[0010] Eine zusätzliche Verbesserung der Vakuumkennwerte, insbesondere des Druckverhältnisses, wird erzielt, wenn wenigstens eine Teilschaukel eine in Bezug

zur Drehrichtung nacheilende Rückseite aufweist, die sich über die Mitte des Randes des Laufrades erstreckt.

[0011] Eine zusätzliche Ausweitung des Vorteils wird erreicht, wenn an der Rückseite der Schaufel eine Fase angebracht ist.

[0012] Vorteilhaft und das Ergebnis weiter verbessernd wirkt ein Versatz der Teilschaukeln in Umfangsrichtung.

[0013] Eine vorteilhafte Kombination ergibt sich, wenn die Seitenkanalpumpstufe im Gasstrom hinter einer weiteren Seitenkanalpumpstufe angeordnet ist, welche einen Rotor mit einer Rotorschaukel beinhaltet, welche an einer in Bezug zur Drehrichtung zurückliegenden Seite eine Fase aufweist. Diese Wahl der Schaufelgestaltungen erlaubt eine verringerte Zahl an Seitenkanalpumpstufen im Vergleich zum Stand der Technik und reduziert daher die Herstellkosten bei verbesserten Vakuumkennwerten.

[0014] An Hand eines Ausführungsbeispiels seiner Weiterbildungen soll die Erfindung näher erläutert und die Darstellung ihrer Vorteile vertieft werden.

Es zeigen:

Fig. 1: Schnitt in Wellenrichtung durch eine Vakuumpumpe mit einer Seitenkanalpumpstufe.

Fig. 2: Schnitt quer zur Wellenachse durch die Seitenkanalpumpstufe entlang I-I'.

Fig. 3: Blick auf ein Laufrad mit erster und zweiter Schaufel.

Fig. 4: Schnitt durch das Laufrad mit erster und zweiter Schaufel entlang der Linie II-II'.

Fig. 5: Sicht auf einen Abschnitt mit einigen Schaufeln in einer Weiterbildung.

Fig. 6: Sicht auf einen Abschnitt des Rotors einer weiteren Pumpstufe.

[0015] Die Vakuumpumpe 1 des Ausführungsbeispiels ist in Fig. 1. im Längsschnitt gezeigt. Das mit einem Gaseinlass 2 und einem Gasauslass 3 versehene Gehäuse der Vakuumpumpe weist mehrere Gehäuseteile 20, 21, 22 und 23 auf, in denen die nachfolgend beschriebenen Komponenten untergebracht sind.

[0016] Durch den Gaseinlass gelangt das Gas zunächst in die molekulare Pumpstufe 4, die hier nach Holweck-Bauart gestaltet ist. Diese umfasst einen Innenstator 405 mit einer inneren Gewindenut 407 und einen Außenstator 406 mit einer äußeren Gewindenut 408. Die Gewindenuten verlaufen schraubengangartig und wirken mit einem zwischen Innenstator und Außenstator befindlichen, rotierenden Zylinder 402 derart zusammen, dass sich im molekularen Strömungsbereich eine Pumpwirkung einstellt. Der Zylinder ist auf einem Träger 400 angebracht, welcher seinerseits mit der Welle 8 verbunden ist. Die molekulare Pumpstufe ist symmetrisch aufgebaut und weist einen zweiten Zylinder 402' auf, der mit ihr zugeordneten Statorbauteilen zusammenwirkt. Durch diese Gestaltung ergibt sich ein paralleler Fördermechanismus.

[0017] Die Welle wird von einem Antrieb 7 in Drehung versetzt. Dieser Antrieb umfasst statorseitig eine elektrische Spule 12 und wellenseitig einen Permanentmagneten 13. Gelagert ist die Welle in Wälzlagern 10 und 11.

[0018] Aus der molekularen Pumpstufe tritt das Gas stromabwärts durch den ersten Übergabekanal 24 in eine hochvakuumseitige Seitenkanalstufe 5 ein. Diese weist einen Rotor 500 auf, welcher mit wenigstens einer Rotorschaukel versehen ist. Diese läuft in dem Seitenkanal 501 um. Das in dieser Pumpstufe weiter verdichtete Gas wird über den zweiten Übergabekanal 25 an die Seitenkanalpumpstufe 6 übergeben, dort weiterverdichtet und schließlich über den Gasauslass aus der Vakuumpumpe ausgestoßen.

[0019] In Fig. 2 ist die Seitenkanalpumpstufe 6 in einem Schnitt entlang der Linie I-I' gezeigt. Das Gehäuse teil 22, welches die Seitenkanalpumpstufe beherbergt, weist einen ringförmigen Seitenkanal 601 auf. Der Ring dieses Seitenkanals wird von einem Unterbrecher 604 unterbrochen. Dieser trennt Ansaug- und Ausstoßseite von einander und löst den am Laufrad geführten Gasstrom von diesem ab. Im Seitenkanal läuft die wenigstens eine Schaukel 602 um, die am Rand 603 der Laufrades 600 angeordnet ist. Sie erstreckt sich an diesem Rand in radialer Richtung. Wenn das Laufrad durch die Welle 8 in Drehung versetzt ist und Gas durch den Übergabekanal 25 in den Seitenkanal hineingelangt, wird dieses mit der Schaukel entlang des Kanals bewegt. Dieses Mitführen des Gases in Umfangsrichtung endet am Abtreifer 604. An diesem wird das Gas an den nachfolgenden Kanal übergeben. Dieser führt dann in eine weitere Pumpstufe oder zum Gasauslass 3.

[0020] Die Gestaltung der Schaukel des Laufrades ist in Fig. 3 in einem Blick auf den Rand gezeigt. Die Schaukel 602 weist eine erste Teilschaukel 621 und eine zweite Teilschaukel 622 auf. Jeder dieser Teilschaufeln besitzt eine Teilschaukelrückseite 625 und 626. Wenigstens eine dieser beiden Teilschaufeln bildet einen Winkel 615 von weniger als 90° mit der Bewegungsrichtung 607 der Schaukel. Günstig ist es, wenn beide Teilschaufeln in einem solchen Winkel geneigt sind und zusammen ein in Bewegungsrichtung geöffnetes V bilden. Diese Maßnahme erhöht das Druckverhältnis, welches mit der Schaukel erreicht werden. Eine weitere Erhöhung gelingt durch die Fase 616, die an den Teilschaukelrückseiten 625 und 626 vorgesehen sind und an der in der Ebene des Laufrades liegenden Außenkante der Teilschaufeln liegen. Vorteilhaft ist es, die Oberfläche der Schaukel aus ebenen Flächen zusammensetzen, da die Schaukel dann durch Sägen sehr einfach und damit kostengünstig hergestellt werden kann. Bei diesem Verfahren sägt ein Sägeblatt den Rand des Laufrades ein und ist dabei gegen die Rotationsachse des Laufrades geneigt, d.h. die Rotationsachse liegt nicht in der Ebene des Sägeblattes.

[0021] Das Laufrad weist neben der Schaukel 602 noch eine weitere Schaukel 612 auf, die vorteilhaft gleichartig gestaltet ist. Zwischen den Schaukeln 602 und 612 ist ein Mittelsteg 630 angeordnet.

[0022] Die Gestaltung des Mittelsteges wird anhand Fig. 4 verdeutlicht. Diese zeigt einen Schnitt entlang der Linie II-II'. Der Mittelsteg 630 ist zwischen den Schaukeln 602 und 612 angeordnet. Seine Höhe 631 ist wenigstens abschnittsweise geringer als die Schaukelhöhe 632, so dass ein durchgängiger Raum zwischen den Schaukeln entsteht. Dies führt zu einem verbesserten Druckverhältnis. Die Geometrie ist dabei wiederum leicht durch Sägen herstellbar. Während des Sägens taucht das Sägeblatt über die Mitte des Randes des Laufrades ein und nimmt das Material des Mittelsteges weg. Ist das Sägeblatt wie oben beschrieben geneigt, entsteht in einem Sägevorgang eine Geometrie, bei der der höhere Teil des Mittelsteges in Bezug zur Bewegungsrichtung 607 vor der Schaukel 602 angeordnet ist.

[0023] Eine Weiterbildung der Schaukel zeigt der Draufblick auf den Rand des Laufrades in Fig. 5. Die Schaukel 602' weist zwei Teilschaufeln 651 und 652 auf. Jede der Teilschaufeln besitzt eine Teilschaukelrückseite 653 und 654. An jeder dieser Teilschaukelrückseiten ist eine Fase 656 angeordnet, welche an der in der Ebene des Laufrades liegenden Außenkante der Teilschaukel liegt. Die Teilschaufeln bilden einen Winkel 615' von weniger als 90° mit der Bewegungsrichtung 607. Die Teilschaufeln sind um einen Versatz 661 in Bewegungsrichtung gegeneinander versetzt. Die Teilschaukelrückseiten erstrecken sich bis über die Mitte 660 des Laufrades. Diese Weiterbildung lässt sich wiederum einfach durch Sägen herstellen und erhöht das erreichbare Druckverhältnis.

[0024] In Figur 6 ist ein Draufblick auf den Rand des Rotors der hochvakuumseitigen Seitenkanalpumpstufe 5 gezeigt. Die am Rand des Rotors angeordnete Schaukel 502 weist Teilschaufeln 551 und 552 mit einer Teilschaukelrückseite 513 auf. An der Teilschaukelrückseite ist eine Fase vorgesehen.

[0025] Die in den Figuren 3 bis 6 gezeigten Strukturen wiederholen sich mehrfach und treten entlang des Umfangs des Laufrades in einem ganzzahligen Vielfachen auf. Die Kombination einer molekularen Pumpstufe 4 mit einer hochvakuumseitigen Seitenkanalpumpstufe, welche ein nach Fig. 6 gestaltetes Laufrad besitzt, und mit einer Seitenkanalpumpstufe, die ein Laufrad mit den Merkmalen nach den Figuren 3 bis 5 aufweist, ergibt eine kostengünstig herstellbare, kompakte Vakuumpumpe mit verbesserten Vakuumkennwerten.

Patentansprüche

1. Vakuumpumpe (1) mit einem Gaseinlass (2), einem Gasauslass (3) und mit einer Seitenkanalpumpstufe (6), welche ein in Drehung versetztes Laufrad (600) mit einem Rand umfasst, welches eine Schaukel (602; 602') mit einer ersten (621; 651) und einer zweiten (622; 652) Teilschaukel aufweist, die am Rand des Laufrades angeordnet ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Winkel (615; 615') zwi-

schen wenigstens einer Teilschaufel (621; 622; 651; 652) und der Bewegungsrichtung (607) der Schaufel weniger als 90° beträgt.

2. Vakuumpumpe nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Laufrad eine zweite Schaufel (612) aufweist und zwischen den Schaufeln (602; 602'; 612) ein Mittelsteg (630) in Richtung des Umfangs des Laufrades (600) angeordnet ist, dessen Höhe (631) wenigstens abschnittsweise geringer als die Höhe (632) der Schaufeln ist. 5
10

3. Vakuumpumpe nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** wenigstens eine Teilschaufel (621, 622; 651, 652) eine in Bezug zur Drehrichtung nachteilende Rückseite (653; 654) aufweist, die sich über die Mitte (660) des Randes des Laufrades erstreckt. 15

4. Vakuumpumpe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** wenigstens eine Schaufel (602; 602'; 612) an ihrer Rückseite (625, 626; 653, 654) eine Fase (616; 656) aufweist. 20
25

5. Vakuumpumpe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** erste und zweite Teilschaufel (651, 652) in Umfangsrichtung versetzt zueinander angeordnet sind. 30

6. Vakuumpumpe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie zwischen der Seitenkanalpumpstufe (6) und dem Gaseinlass (2) und eine weitere Pumpstufe (5) umfasst, welche einen Rotor (500) mit einer Rotorschaukel (502) beinhaltet, welche an einer in Bezug zur Drehrichtung zurückliegenden Seite eine Fase (516) aufweist. 35
40
45
50
55

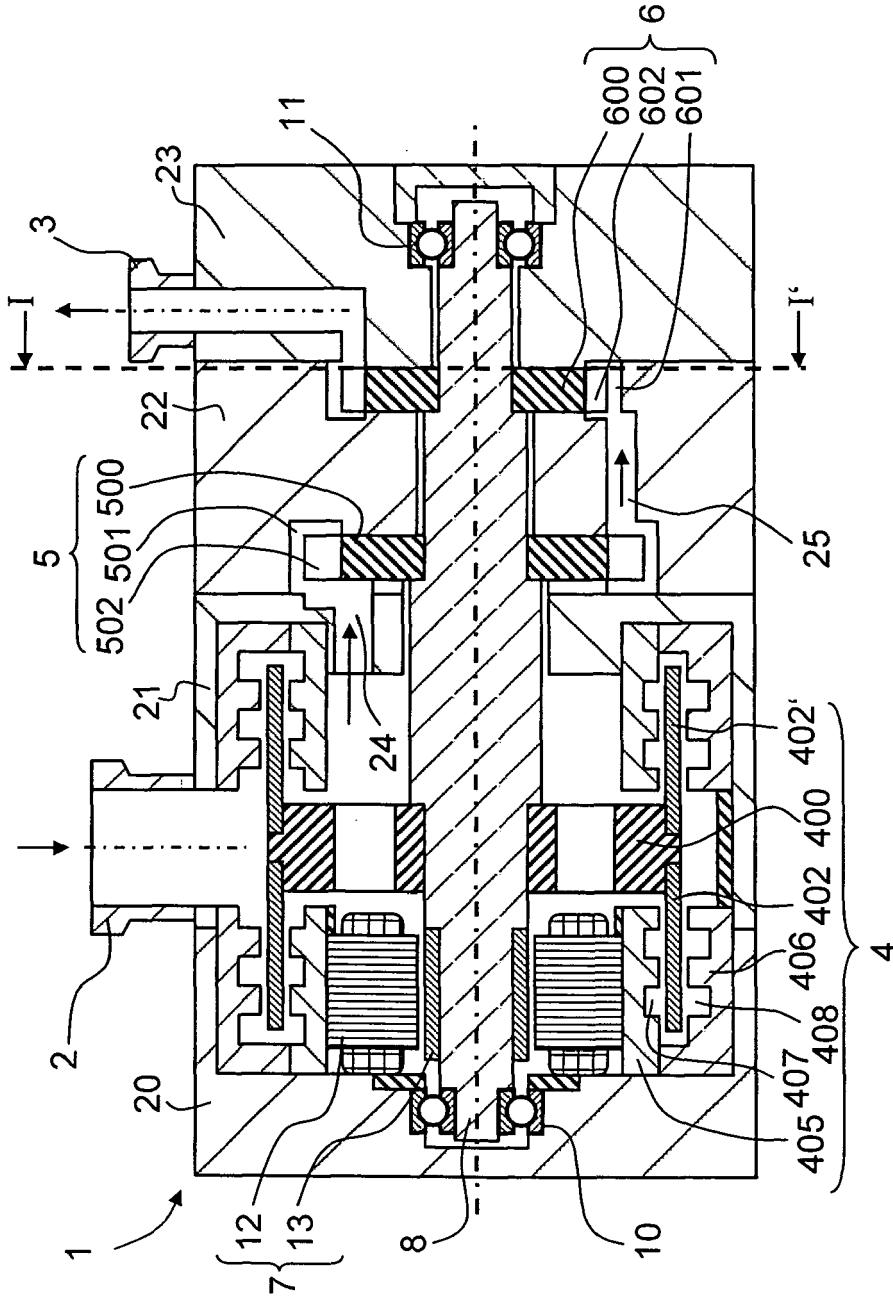


Fig. 1

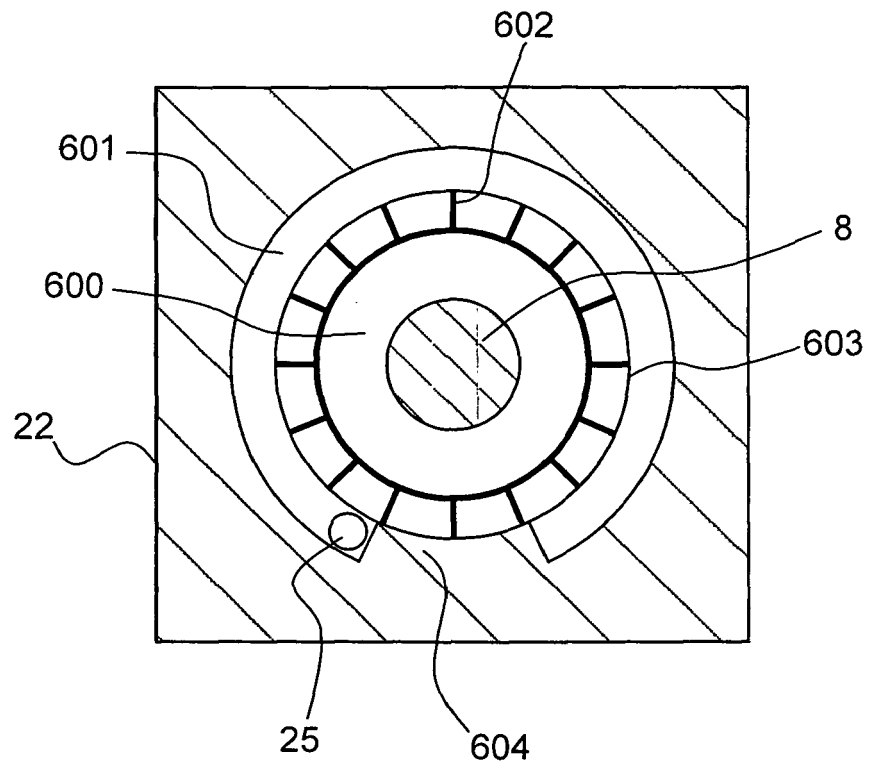


Fig. 2

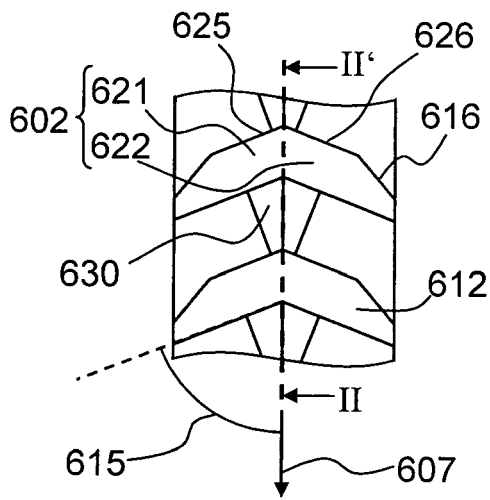


Fig. 3

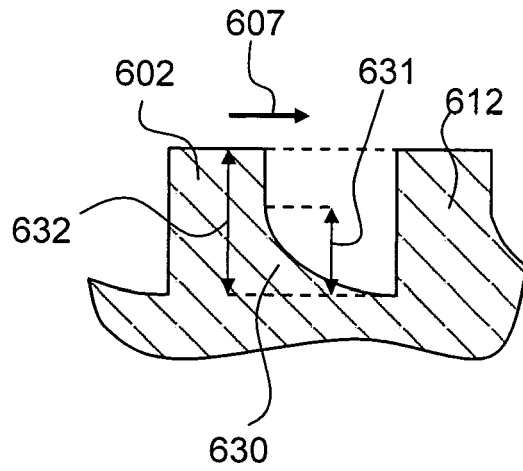


Fig. 4

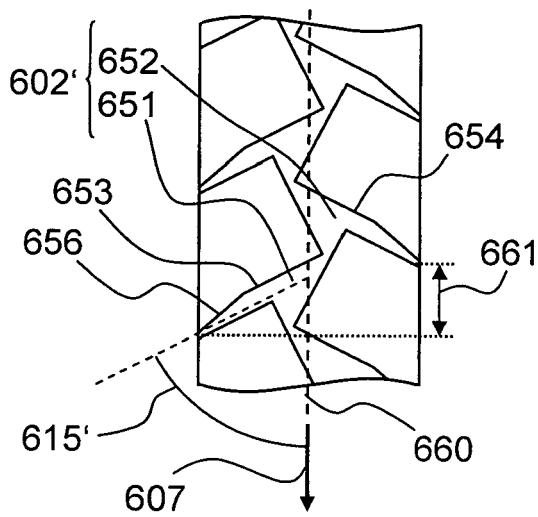


Fig. 5

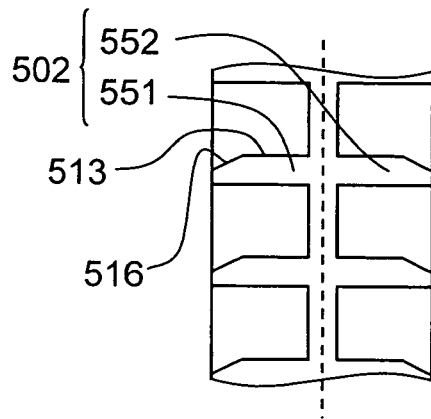


Fig. 6

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 19930952 A1 [0002]