



(11) **EP 2 194 275 A2**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
09.06.2010 Patentblatt 2010/23

(51) Int Cl.:
F04C 18/12 ^(2006.01) **F04C 28/28** ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **09014528.5**

(22) Anmeldetag: **20.11.2009**

(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 RS

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

(72) Erfinder:
• **Hotopp, Frank**
35510 Butzbach (DE)
• **Rafii, Siamak, Dr.**
35630 Ehringshausen (DE)
• **Sachs, Ronald, Dr.**
44315 Dortmund (DE)

(30) Priorität: **04.12.2008 DE 102008060540**

(54) **Wälzkolbenvakuumpumpe**

(57) Die Erfindung betrifft eine Wälzkolbenvakuumpumpe mit einer Welle (10, 14), einem mit dieser verbundenen Kolben (12, 16), einem die Welle in Drehung versetzenden Antrieb (54, 56) und einer Wellenlagerung

(22, 24, 26, 28). Um einen kostengünstig herstellbaren und stabilen Kolben zu schaffen, schlägt die Erfindung vor, dass in der Welle wenigstens ein Hohlraum (80) vorgesehen ist.

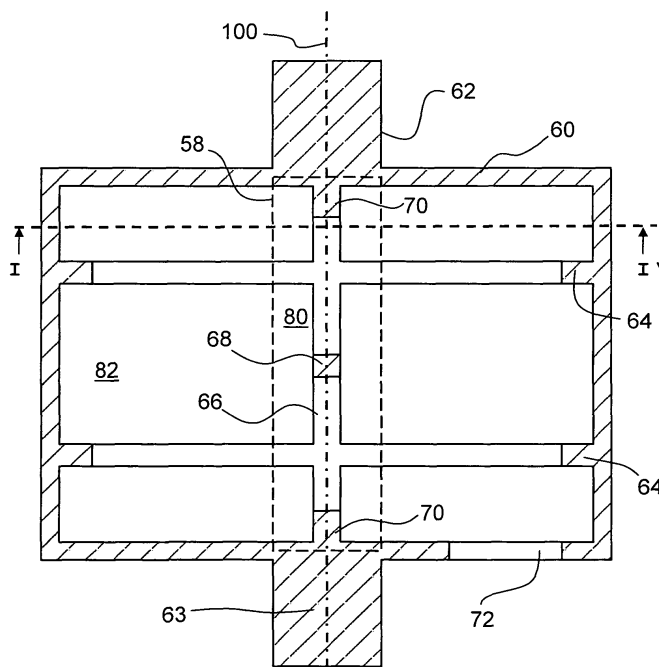


Fig. 2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Wälzkolbenvakuum-
pumpe nach dem Oberbegriff des ersten Anspruchs.

[0002] Wälzkolbenvakuum-pumpen sind aus vielen in-
dustriellen Anwendungen nicht mehr wegzudenken. Bei-
spielhaft seien für diese Anwendungen Metallurgie, Va-
kuumtrocknung und Chemietechnik genannt.

[0003] Der Grundaufbau dieser Wälzkolbenvakuum-
pumpen sieht vor, zwei Wellen gegenläufig mit gleicher
Drehzahl zu betreiben. Dies wird beispielsweise durch
ein mechanisches Synchrongetriebe gewährleistet. Auf
diesen Wellen sind Kolben vorgesehen, die zusammen-
wirken, Gasvolumina einschließen und vom Pumpenein-
lass zum Pumpenauslass transferieren.

[0004] Ein im Stand der Technik bekanntes Bauprinzip
schlägt vor, den Kolben aus einem Metallwerkstoff her-
zustellen und durch gebohrte Hohlräume leichter zu ma-
chen. Durch eine zentrale Bohrung wird eine Stahlwelle
hindurch gesteckt und fixiert, beispielsweise durch eine
Verklebung der Bauteile.

[0005] Nachteilig an diesem Aufbau ist beispielsweise
der Fertigungsaufwand, da Nachbearbeitung der Bauteile
und folgende Montageschritte notwendig sind. Auf der
anderen Seite ist bei Veränderungen zu berücksichtigen,
dass die Stabilität gegen Verformung gesichert sein
muss.

[0006] Aufgabe der Erfindung ist es daher, eine Wälz-
kolbenvakuum-pumpe mit einem kostengünstig herstell-
baren und stabilen Kolben zu schaffen.

[0007] Diese Aufgabe wird gelöst durch eine Wälzkol-
benvakuum-pumpe mit den Merkmalen des ersten An-
spruchs. Die abhängigen Anspruch 2 bis 7 geben vor-
teilhafte Weiterbildungen der Erfindung an.

[0008] Im Bereich der Welle, dem Kernbereich, ist er-
findungsgemäß ein Hohlraum vorgesehen. Dies redu-
ziert das Gewicht des Kolbens, wobei die Stabilität ge-
wahrt bleibt. Ein geringeres Gewicht reduziert die Ko-
sten, zugleich erlaubt es eine Steigerung der Wellen-
drehzahl, da die Massenverteilung günstiger ist. Ein ge-
ringeres Gewicht erhöht zudem die Laufruhe der Wälz-
kolbenvakuum-pumpe. Es wird daher ermöglicht, das
Saugvermögen gegenüber dem Stand der Technik zu
erhöhen.

[0009] Das Gewicht wird weiter reduziert, in dem zwei
Wellenzapfen am Kolben angeordnet sind, zwischen de-
nen sich ein Hohlraum befindet. Die Herstellung wird
deutlich vereinfacht, wenn Wellenzapfen und Kolben Teile
eines einstückigen Gussteils sind. Eine vorteilhafte
Weiterbildung schlägt vor, den Innenraum des Kolben
hohl und den Hohlraum umfassend zu gestalten. Dies
verstärkt die oben genannten vorteilhaften Effekte. Die
Stabilität dieser Anordnung wird in einer Weiterbildung
durch einen Längssteg zwischen den Wellenzapfen er-
höht. Die Kolbenwandung kann dünn und mit geringem
Materialaufwand hergestellt werden, wenn weitere Stege
zur Versteifung eingesetzt werden. Schließlich schlägt
eine Weiterbildung vor, eine Freigabestruktur zwischen

Wellenlagerung und Kolben vorzusehen. Sie erhöht die
Sicherheit, denn bei Einleitung von hohen Kräften durch
den Kolben wird die Übertragung auf die Wellenlagerung
deutlich verringert.

[0010] Anhand eines Ausführungsbeispiels und seiner
Weiterbildungen soll die Erfindung erläutert und die Dar-
stellung ihrer Vorteile vertieft werden. Es zeigen:

- Fig. 1: Schnitt durch eine Wälzkolbenvakuum-pumpe.
- Fig. 2: Axialer Schnitt durch eine Anordnung aus Wel-
le und Kolben.
- Fig. 3: Schnitt durch einen Kolben senkrecht zur Ach-
se, entlang der Linie I-I'.
- Fig. 4: Schnitt entlang der Kolbenachse, entlang der
Linie II-II'.
- Fig. 5: Schnitt durch einen Kolben senkrecht zur Ach-
se, entlang der Linie III-III'.

[0011] Einen Schnitt entlang der Achsen einer Wälz-
kolbenvakuum-pumpe zeigt Figur 1. Im Gehäuse 1 der
Vakuumpumpe befindet sich der Pumpraum 2. Dieser
wird von einer ersten Welle 10 und einer zweiten Welle
14 durchsetzt. In Richtung der Wellenachsen ist er durch
ein erstes Lagerschild 4 und ein zweites Lagerschild 5
begrenzt. In dem Bereich der Wellen, der den Pumpraum
durchsetzt, sind ein erster Kolben 12 mit der ersten Welle
und zweiter Kolben 16 mit der zweiten Welle verbunden.

[0012] Beide Wellen stützen sich durch Lageranord-
nungen drehbar in den Lagerschilden ab. Im ersten La-
gerschild befinden sich das Loslager 22 der ersten Welle
und das Loslager 26 der zweiten Welle. Im zweiten La-
gerschild befinden sich das Festlager 24 der ersten Welle
und das Festlager 28 der zweiten Welle.

[0013] Auf der dem Pumpraum abgewandten Seite
des ersten Lagerschildes ist ein Getrieberaum 3 vorge-
sehen, in den die Enden von erster und zweiter Welle
hineinragen. Auf den Wellenenden sitzen ein erstes und
ein zweites Synchronrad 18 und 20, welche die Drehung
der ersten Wellen auf die zweite Welle übertragen, so
dass diese sich mit gleicher Drehzahl aber gegenläufig
dreht. Eine erste Schleuderscheibe 30 taucht in einen
Schmiermittelvorrat und verteilt das Schmiermittel im
Getrieberaum.

[0014] Auf der dem Pumpraum abgewandten Seite
des zweiten Lagerschildes befindet sich ein Zwischen-
raum 8. Dieser wird von der ersten Welle durchsetzt,
während die zweite Welle in ihm endet. Auf ihrem Ende
ist eine zweite Schleuderscheibe 32 angeordnet, die
ebenfalls in einem Schmiermittelvorrat eintaucht und ei-
ne Verteilung des Schmiermittels im Zwischenraum be-
wirkt.

[0015] Das den Zwischenraum durchsetzende Ende
der ersten Welle endet im Motorgehäuse 6. Dort sind auf
dem Wellenende Innenmagnete 44 befestigt. Das Wel-
lenende mit den Innenmagneten ist von einem Spalttopf
40 umgeben, der mittels eines Spalttopfplanches am
Gehäuse luftdicht angebracht ist. Ein Magnetträger 48
trägt Außenmagnete 46, die mit den Innenmagneten

kraft- und drehungsübertragend zusammenwirken. Der Magnetträger ist auf einer Motorwelle 50 angeordnet, welche in einem Motorlager 52 gelagert ist. Die ebenfalls auf der Motorwelle angeordneten Motormagnete 54 wirken mit Spulen 56 zusammen um elektrische Energie in mechanische Drehung umzusetzen. Spulen und Motormagnete bilden den Antrieb der Wälzkolbenpumpe.

[0016] Die Kolben der Figur 1 sind dort schematisch und nicht geschnitten gezeigt. Beide Kolben können, von der Länge des motorseitigen Wellenendes abgesehen, identisch aufgebaut sein. Daher lassen sich die Merkmale, die sich aus den Figuren 2 bis 5 ergeben, auf beide Kolben anwenden.

[0017] Ein Schnitt entlang der Wellenachse ist in Figur 2 gezeigt. Der Kolben ist als Hohlkörper gestaltet. Er besitzt eine Kolbenwandung 60, die den hohlen Innenraum umgibt. Querstege 64 sind im wesentlichen senkrecht zur Rotationsachse orientiert und an der Innenwand des Kolbens angeordnet. Sie versteifen den Rotor gegen auftretende Fliehkräfte. Es wird somit vermieden, dass sich die Kolbenwandung an ihrer zur Achse 100 parallelen Stelle von der Achse nach außen aufwölbt und dadurch die engen Spalte zwischen den Kolben untereinander und zum Gehäuse aufzehrt. Engere Spalte können durch die Versteifung gewählt werden, was die vakuumtechnische Leistung der Wälzkolbenvakuumpumpe verbessert und ein Anlaufen der Kolben, das heißt eine gegenseitige Berührung oder Berührung des Gehäuses, verhindert. Entlang der Achse befinden sich am Kolbenende einstückig mit diesem ausgeführte Wellenzapfen 62 und 63, welche vorgesehen sind, um mit den oben beschriebenen Wellenlagern, Synchronrädern, dem Antrieb und den Schleuderscheiben zusammenzuwirken.

[0018] Im Inneren des Kolbens befindet sich zwischen den Wellenzapfen und entlang der Achse der Kernbereich 58. In diesem Kernbereich ist erfindungsgemäß der Hohlraum 80 vorgesehen. Lediglich Randstege 70 an den Wellenzapfen und ein an der Innenseite der Kolbenwandung parallel zur Achse verlaufender Längssteg 66 sind in diesem Bereich angeordnet. Der Längssteg versteift die Kolbenwandung, so dass auch hier Fliehkräfte keinen negativen Wirkung entfalten können. Eine zusätzliche Versteifung ergibt sich aus dem Mittelsteg 68. Alle Stege 64, 66 und 68 ermöglichen es, die Kolbenwandung 60 möglichst dünn und damit leicht zu gestalten.

[0019] In einem zur Achse senkrechten Abschnitt der Kolbenwandung ist eine Außenöffnung 72 vorgesehen. Da der Innenraum 82 des Kolbens einen ungeteilten Hohlraum darstellt, ermöglicht die Außenöffnung, den Kolben mit den Wellenzapfen als ein Gussteil herzustellen. Dies ist eine sehr kostengünstige Bauweise. Füllmaterial, welches während des Gießens den Innenraum des Kolbens frei von Material hält, wird durch die Außenöffnung entnommen. Diese Öffnung wird in der zusammengebauten Wälzkolbenvakuumpumpe durch einen Stopfen oder ähnliches verschlossen. Vorteilhaft ist es, mehrere Außenöffnungen, vorzugsweise vier, vorzusehen, da dies die Lagerung des Gusskerns vereinfacht und prä-

zisiert.

[0020] Ein Schnitt quer zur Achse entlang der Linie I-I' ist in Figur 3 gezeigt. Der Kolben besitzt einen etwa achtförmigen Querschnitt. Die Kolbenwandung 60 umschließt den hohlen Innenraum des Kolbens. Zu diesem hohlen und ungeteilten Innenraum 82 gehört der Hohlraum 80 im Kernbereich 58 des Kolbens. An der Einschnürung der Acht sind auf der Innenseite der Kolbenwandung die versteifenden Längsstege 66 vorgesehen, deren Wirkung oben beschrieben wurde.

[0021] Ein Schnitt entlang der Achse und entlang der Linie II-II' ist in Figur 4 gezeigt. Zwischen den Wellenzapfen 62 und 63 befindet sich im Inneren des Kolbens der Hohlraum 80, der sich entlang der Achse erstreckt. Parallel zur Achse erstrecken sich an der Innenseite der Kolbenwandung 60 Längsstege 66. Der Mittelsteg 68 verläuft quer zur Achse und verbindet die Längsstege. Hierdurch wird der Kolben in hohem Maße gegen die Fliehkräfte versteift. Ebenso bewirken die Randstege 70 eine Versteifung mit dieser Wirkung. Je nach Baulänge des Kolbens können mehrere Mittelstege vorgesehen sein, wobei der Innenraum des Kolbens vorzugsweise ungeteilt verbleibt, damit er als einstückiges Gussteil hergestellt werden kann.

[0022] Einen Schnitt entlang der Linie III-III' auf Höhe des Wellenzapfens 63 zeigt Figur 5. In der Kolbenwandung ist die Außenöffnung 72 vorgesehen, die den Innenraum des Kolbens derart verbindet, dass Füllmaterial des Gießvorgangs hierdurch entfernt werden kann. An den Wellenzapfen angrenzend ist in der Kolbenwand eine Freigabestruktur 74 vorgesehen. Mehrere Radialstege 76 wechseln sich in Umfangsrichtung mit Stirnöffnungen 78 ab. Die Stirnöffnungen sind mit einem weichen Material verschlossen. Im Falle einer Berührung der Kolben, beispielsweise bei einem Schaden der Synchronräder oder durch einen eingetretenen Fremdkörper, werden die Radialstege verformt. Auch das vollständige Abreißen der Radialstege ist möglich. Hierdurch wird eine Kraft, die durch den vorerwähnten Schadensfall in die Kolbenwandung eingeleitet wird, in deutlich verringertem Maße auf die Wellenlager 22, 24, 26 und 28 übertragen. Dies erhöht die Sicherheit der Wälzkolbenvakuumpumpe. Zusammen mit dem sehr leichten Aufbau des Kolbens erlaubt dies den sicheren Betrieb bei Drehzahlen jenseits von 60 Umdrehungen pro Sekunden, insbesondere im Bereich bis 200 Umdrehungen pro Sekunde.

Patentansprüche

1. Wälzkolbenvakuumpumpe mit einer Welle (10, 14), einem mit dieser verbundenen Kolben (12, 16), einem die Welle in Drehung versetzenden Antrieb (54, 56) und einer Wellenlagerung (22, 24, 26, 28), **dadurch gekennzeichnet, dass** in der Welle wenigstens ein Hohlraum (80) vorgesehen ist.
2. Wälzkolbenvakuumpumpe nach Anspruch 1, **da-**

durch gekennzeichnet, dass die Welle zwei an den Enden des Kolbens (12, 16) angeordnete Wellenzapfen (62, 63) umfasst, und zwischen den Wellenzapfen wenigstens ein Hohlraum (80) vorgesehen ist.

5

3. Wälzkolbenvakuumpumpe nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein einstückiges Gussteil Kolben (12, 16) und Wellenzapfen (62, 63) umfasst.

10

4. Wälzkolbenvakuumpumpe nach Anspruch 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwischen den Wellenzapfen (62, 63) wenigstens ein Längssteg (66) angeordnet ist.

15

5. Wälzkolbenvakuumpumpe nach einem der vorgehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Kolben einen ungeteilten und hohler Innenraum (82) aufweist, welcher den Hohlraum (80) umfasst.

20

6. Wälzkolbenvakuumpumpe nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** im Innenraum (82) Stege (64, 66, 68) vorgesehen sind.

25

7. Wälzkolbenvakuumpumpe nach einem der vorgehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie eine Freigabestruktur (74) zwischen Wellenlagerung (22, 24, 26, 28) und Kolben (12, 16) umfasst.

30

35

40

45

50

55

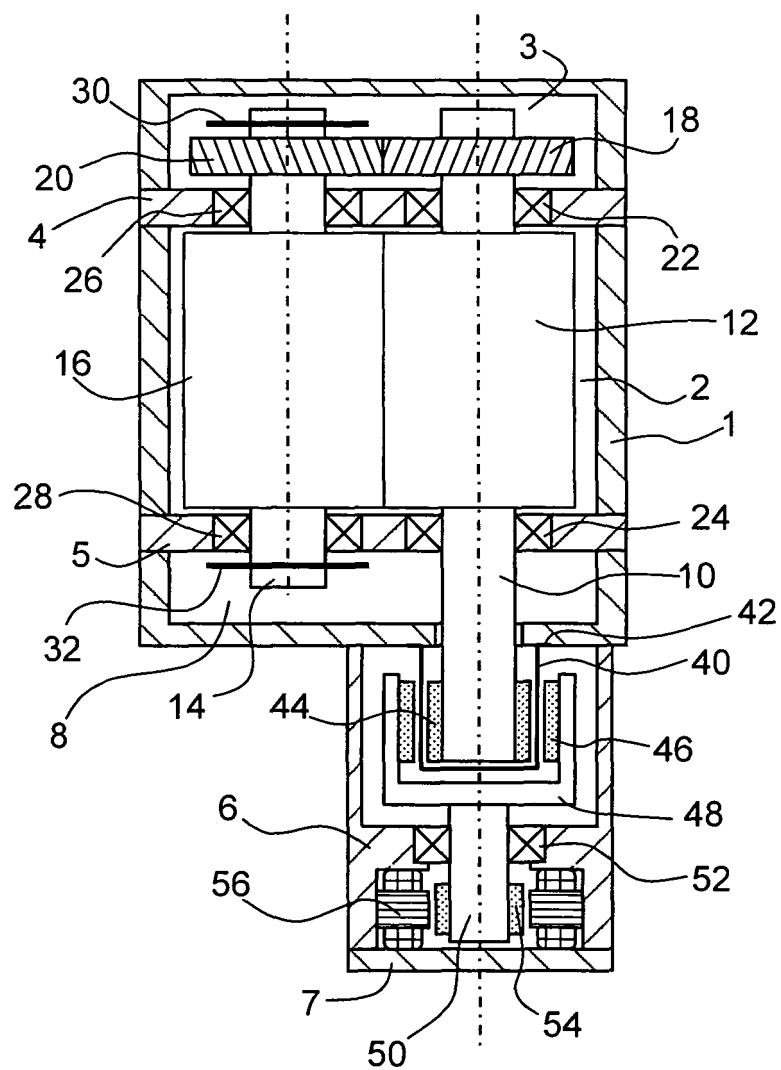


Fig. 1

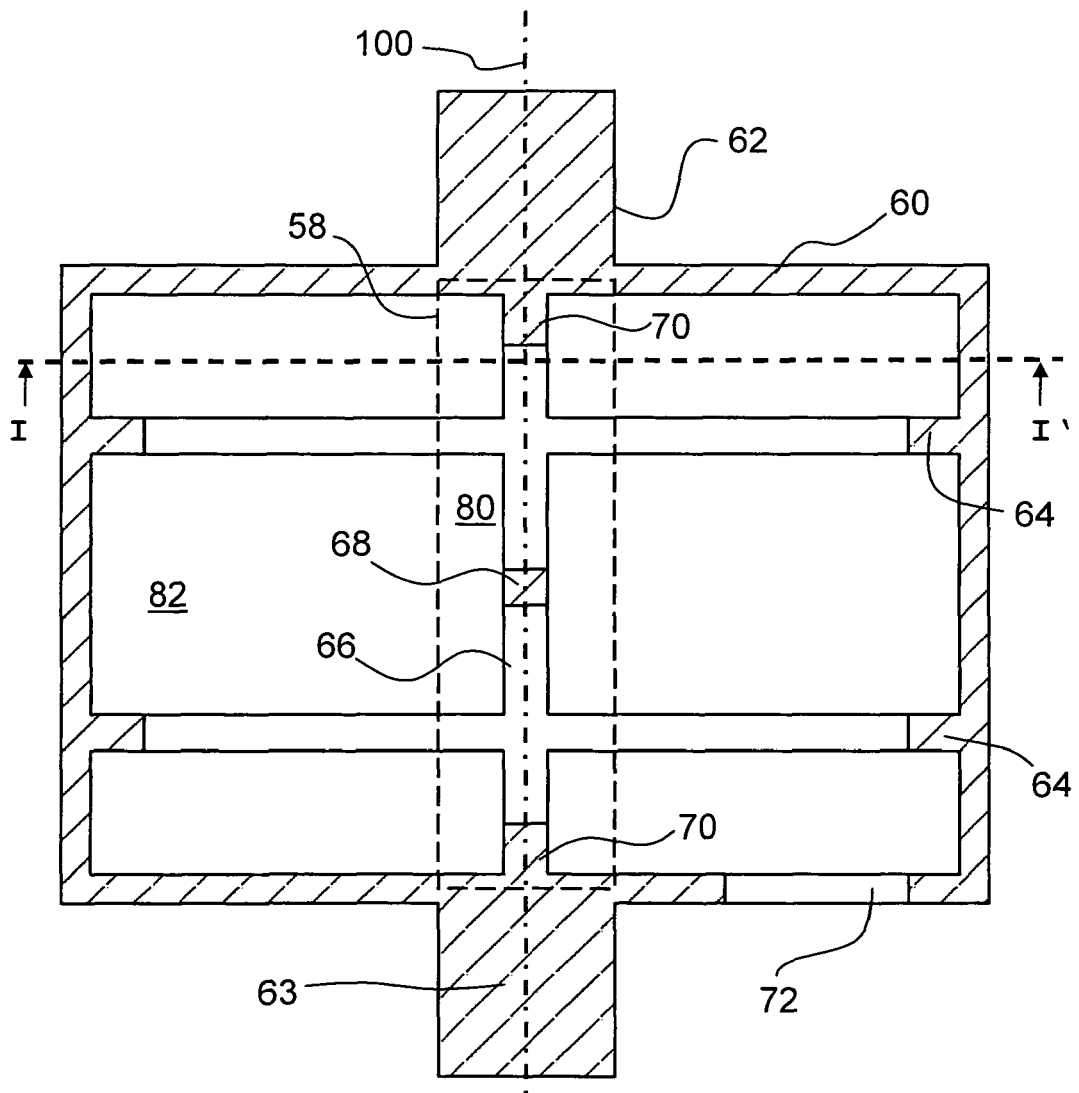


Fig. 2

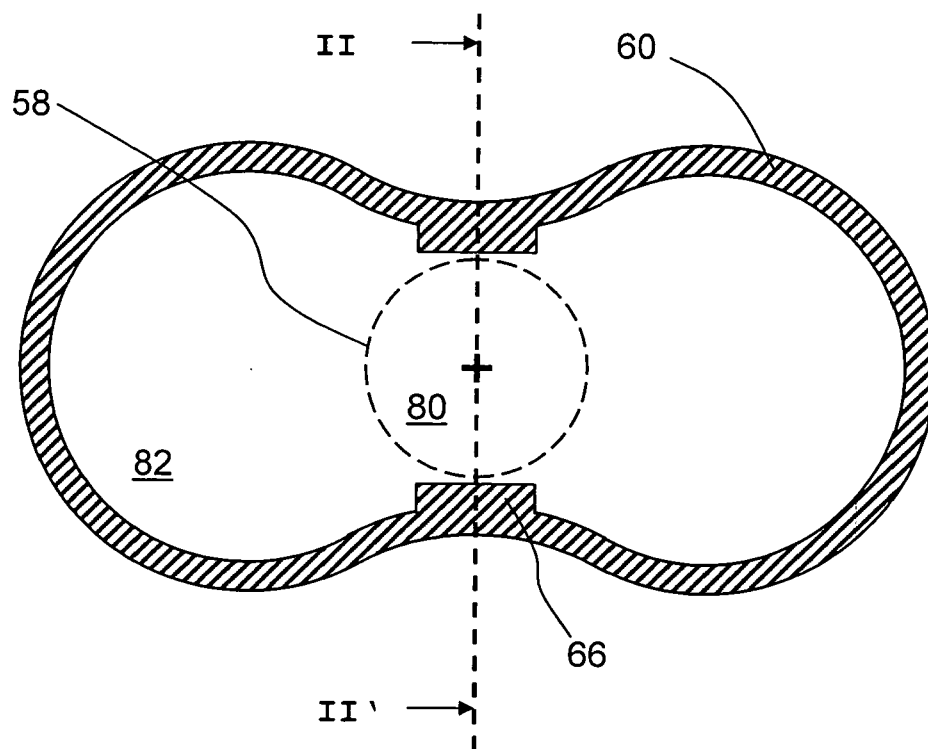


Fig. 3

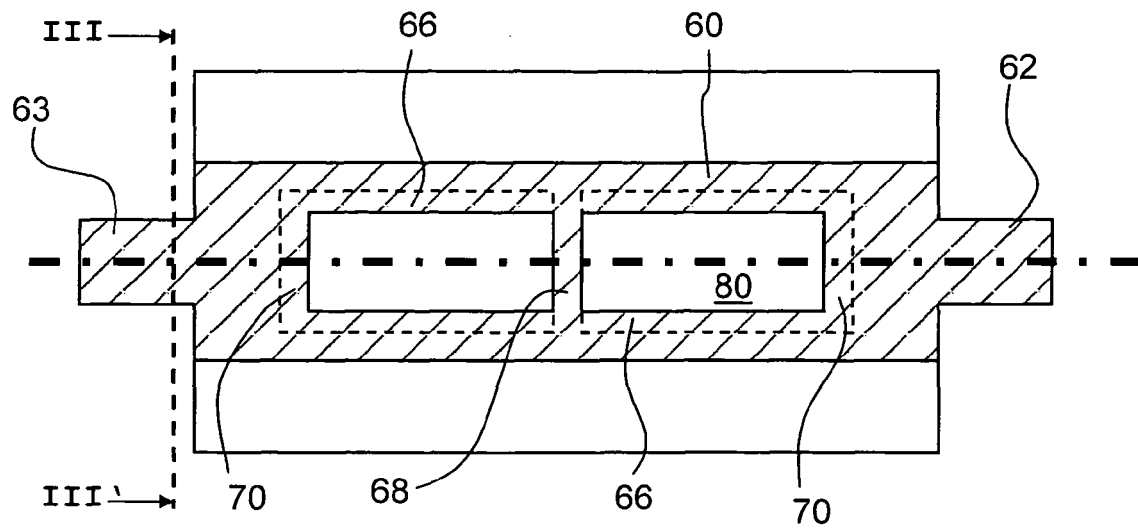


Fig. 4

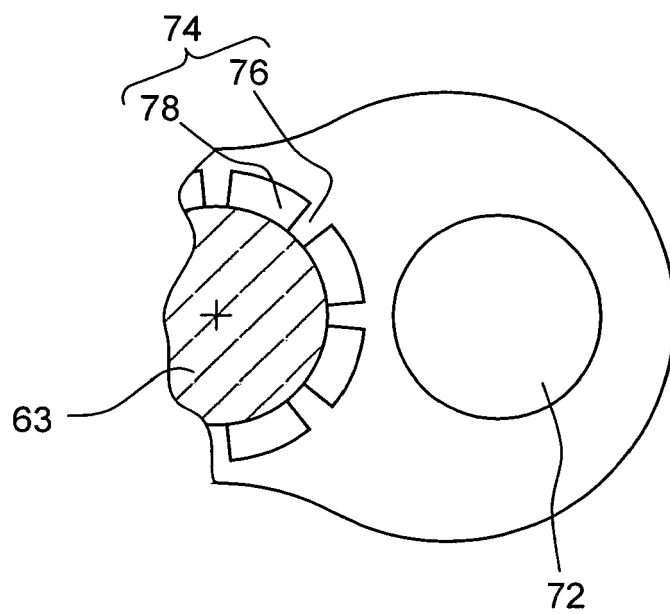


Fig. 5