



(10) **DE 10 2011 109 929 A1** 2013.02.14

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2011 109 929.1**

(22) Anmeldetag: **10.08.2011**

(43) Offenlegungstag: **14.02.2013**

(51) Int Cl.: **F04D 19/04 (2011.01)**

(71) Anmelder:

Pfeiffer Vacuum GmbH, 35614, Aßlar, DE

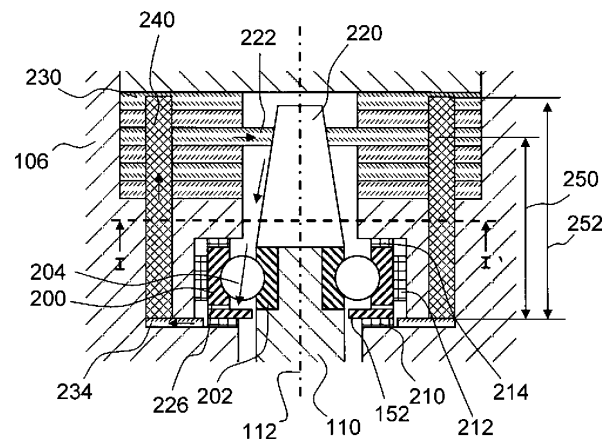
(72) Erfinder:

**Hofmann, Bernd, 35753, Greifenstein, DE;
Vorwerk, Peter, 35630, Ehringshausen, DE**

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Vakuumpumpe**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine Vakuumpumpe, insbesondere Molekularvakuumpumpe, mit einer schnell drehenden Welle (110), einem diese drehbar unterstützenden Wälzlager (150), einem Schmiermittelspeicher (230) zur Aufnahme eines Schmiermittels, einer Schmiermittelzufuhr (222), welche einen Schmiermittelfluss aus dem Schmiermittelspeicher zur Welle schafft, und einem Schmiermittelrücklauf, welcher einen Schmiermittelfluss aus dem Wälzlager in den Schmiermittelspeicher schafft. Um Verluste innerhalb der Schmiermittelumlaufschmierung zu verringern, wird vorgeschlagen, dass der Schmiermittelrücklauf ein Fördermittel (240, 242, 244, 246) umfasst, welches eine Förderhöhe für das Schmiermittel und eine Länge (252) aufweist, die so bemessen sind, dass aus dem Wälzlager austretendes Schmiermittel bis auf die dem Wälzlager abgewandten Seite der Schmiermittelzufuhr gefördert wird.



Beschreibung

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

[0002] Vakuumpumpen, die als Strömungsarbeitsmaschinen gestaltet sind und beispielsweise auf einem molekularen oder dem Seitenkanalprinzip basieren, weisen wenigstens einen schnell drehenden Rotor auf. Dieser Rotor ist bei Drehzahlen von einigen zehntausend Umdrehungen pro Minute drehbar zu unterstützen. Für diese Funktion sind Wälzlager hervorragend geeignet und kommen daher sehr oft zum Einsatz. Diese Wälzlager müssen geschmiert werden.

[0003] Bei Vakuumpumpen mit kleinen Baugrößen kommt eine so genannte Filzschmierung zum Einsatz. Ein Beispiel für einen geschlossenen Kreislauf stellt die DE 10 2006 053 237 A1 vor. Ein Filzpaket dient als Schmiermittelspeicher, aus welchem über einen Abstreifer Schmiermittel auf einen wellenseitigen Konus übertragen wird. An diesem entlang wandert Schmiermittel in das Wälzlager. Das aus dem Wälzlager austretende Schmiermittel wird über kapillare Fördermittel zum Schmiermittelspeicher zurückgeführt.

[0004] Es wird beobachtet, dass die zwar langsam aber auf Dauer doch nachweisbar die Schmiermittelmenge abnimmt. Dies verkürzt die Zeit zwischen notwendigen Servicearbeiten an der Pumpe.

[0005] Es war daher Aufgabe, eine Vakuumpumpe zu schaffen, bei der die Verluste innerhalb der Umlaufschmierung verringert sind.

[0006] Die Aufgabe wird gelöst durch die Merkmale des Anspruchs 1. Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen 2 bis 10 angegeben.

[0007] Die Gestaltung eines Fördermittels im Schmiermittlrücklauf, derart, dass es eine Förderhöhe für das Schmiermittel und eine Länge aufweist, die so bemessen sind, dass aus dem Wälzlager austretendes Schmiermittel bis auf die dem Wälzlager abgewandten Seite der Schmiermittelzufuhr gefördert wird, führt zu einer sicheren Befüllung des Schmiermittelspeichers auch im Kopfüberbetrieb. Da die Rückförderung stark verbessert arbeitet, werden die Verluste der Umlaufschmierung verringert. Insbesondere wird verhindert, dass Schmiermittel aus dem Wälzlager auf der der Schmiermittelzufuhr abgewandten Seite aus dem Kreislauf austritt. Die Vorteile sind besonders ausgeprägt, wenn Schmiermittel mit niedriger Viskosität zum Einsatz kommen, insbesondere solche mit Perfluorpolyetheranteilen.

[0008] An Hand eines Ausführungsbeispiels soll die Erfindung näher erläutert und die Darstellung ihrer Vorteile vertieft werden. Es zeigen:

[0009] **Fig. 1:** Schnitt durch eine Vakuumpumpe in Kopfüberstellung;

[0010] **Fig. 2:** Schnitt durch die Lageranordnung der Vakuumpumpe längs der Welle;

[0011] **Fig. 3:** Schnitt durch die Lageranordnung der Vakuumpumpe quer zur Welle entlang der Linie I-I'.

[0012] In **Fig. 1** ist ein Schnitt durch eine Vakuumpumpe gezeigt. Sie ist im Kopfüberbetrieb dargestellt, die Schwerkraftrichtung ist in der Fig. auf die untere Blattkante gerichtet.

[0013] Die Vakuumpumpe **100** saugt Gas durch eine im mehrteiligen Gehäuse **106** vorgesehene Ansaugöffnung **102** auf und stößt dieses verdichtet aus dem Gasauslass **104** aus. Bewirkt wird die Verdichtung des Gases von einem im vorgestellten Beispiel turbomolekular gestalteten Pumpmechanismus, der beschauelte Rotorscheiben **140** umfasst, die sich mit ruhenden und ebenfalls beschauelten Statorscheiben **148** entlang der Wellenachse **112** abwechseln. Oft wird die Gesamtheit aller Rotor- und Statorscheiben als Pumpstufe **114** bezeichnet. Eine solche Pumpstufe kann eines oder mehrere Paare aus Rotor- und Statorscheiben beinhalten. Insbesondere wird die Bezeichnung Pumpstufe gewählt, wenn die Vakuumpumpe noch eine weitere Pumpstufe mit anderem Wirkprinzip umfasst. Im gezeigten Beispiel ist eine so genannte Holweckpumpstufe **116** vorgesehen, die vorhanden sein kann, aber nicht vorhanden sein muss. Sie umfasst wenigstens einen Zylinder **142**, der an einer Nabe **146** befestigt ist und in einem mit gewindeartig angeordneten Kanälen versehenen Holweckstator **144** rotiert. Rotorscheiben, Nabe und Zylinder sind an einer Welle **110** befestigt.

[0014] Ein Antrieb **120** versetzt die Welle in schnelle Drehung, wobei die Drehzahl vom Wirkprinzip der Pumpstufen abhängt, für molekulare Vakuumpumpen im Bereich einiger Zehntausend Umdrehungen pro Minute siegt. Der Antrieb umfasst eine Motorspule **124**, durch deren Bestromung ein rotierendes Magnetfeld erzeugt wird, welches einen auf der Welle angebrachter Motormagnet **122** mitnimmt.

[0015] Die Welle wird an ihrem der Ansaugöffnung zugewandten Ende von einem Permanentmagnetlager **130** getragen, welches aus permanentmagnetischen Rotormagnetringen **132** und Statormagnetringen **134** aufgebaut ist. Dieses Lager muss nicht zwingend als Permanentmagnetlager ausgeführt und am Wellenende angeordnet sein. Ein Wälzlager, welches auf der der Ansaugöffnung abgewandten Seite der

Pumpstufe angeordnet ist, kann ebenfalls die Tragfunktion übernehmen.

[0016] Das der Ansaugöffnung abgewandte Ende der Welle wird von einer Lageranordnung unterstützt, die ein ein Wälzlager **150** und ein zwischen Wälzlager und Pumpstufe angeordnetes Dichtelement **152** enthält und an Hand [Fig. 2](#) näher erläutert werden wird.

[0017] In [Fig. 2](#) ist der gestrichelte Kasten aus [Fig. 1](#) im Detail dargestellt.

[0018] Auf der Welle **110** ist der Innenring **202** des Wälzlagers befestigt. Zwischen ihm und dem gehäuseseitig vorgesehenen Außenring **200** befinden sich die Wälzelemente **204**.

[0019] Der Außenring ist von elastischen Elementen **210**, **212** und **214** in Richtung parallel und quer zur Wellenachse schwingfähig im Gehäuse **106** gelagert. Diese Elemente können als elastomere Ringe gestaltet sein.

[0020] Im Gehäuse ist ein Schmiermittelspeicher **230** vorgesehen, der vorteilhaft aus einem saugfähigen Material gestaltet ist, beispielsweise einem mehrlagigen Filz. Die Mehrlagigkeit erlaubt einfache geometrische Anpassung. Filze sind mit verschiedenen Eigenschaften erhältlich, so dass einfach und kostengünstig eine Anpassung an das Schmiermittel erfolgen kann.

[0021] Vom Schmiermittelspeicher erstreckt sich wenigstens ein Abstreifer **222** auf die Wellenachse **112** hin und steht in gleitendem, berührendem Kontakt mit einer auf der Welle befestigten konischen Mutter **220**.

[0022] Sobald sich die Welle in schneller Drehung befindet, tritt Schmiermittel über den Abstreifer aus dem Schmiermittelspeicher auf die konische Oberfläche der konischen Mutter. Aufgrund von Fliehkräften wird das Schmiermittel entlang des Konus in das Wälzlager hinein gefördert. Der Schmiermittelfluss ist mit Pfeilen markiert.

[0023] Auf der dem Konus abgewandten Seite der Wälzelemente ist eine Dichtung **152** angeordnet, die als einstückig mit dem Außenring ausgeführte Scheibe gestaltet sein kann. Diese verringert den Spalt zwischen Welle und Außenring und bewirkt so eine Verringerung der Schmiermittelleckage. Im Wälzlager ist zwischen Scheibe und Wälzelementen ein Ablauf **226** vorgesehen, durch den Schmiermittel aus dem Inneren des Wälzlagers austreten kann. Es gelangt dann zu einem Schmiermittelrücklauf.

[0024] Der Schmiermittelrücklauf umfasst ein Fördermittel **240**, mit dem das Schmiermittel vom Wälzlager zum Schmiermittelspeicher zurückgeför-

dert wird. Dieses Fördermittel ist bevorzugt aus porösem Material hergestellt, welches über Kapillarkräfte eine Förderung des Schmiermittels bewirkt. Vorteilhaft ist es, poröses Polytetrafluorethylen zu verwenden, da es chemisch beständig gegen Schmiermittel und Verunreinigungen in demselben ist. Vorteilhaft ist es, das Fördermittel als Stab zu gestalten, insbesondere als Rundstab, da dieser von kostengünstig herstellbaren Bohrungen aufgenommen werden kann. Vorrangig für die Wahl des Querschnitts ist jedoch die Förderwirkung.

[0025] Das Fördermittel weist eine Förderhöhe und eine Länge **252** auf, die so bemessen sind, dass aus dem Wälzlager austretendes Schmiermittel bis auf die dem Wälzlager abgewandte Seite der Schmiermittelfuhr gefördert wird.

[0026] Dies wird im gezeigten Beispiel erreicht, indem Förderhöhe und Länge **252** größer als der Abstand **250** von Abstreifer **222** zu Wälzlager ist. Die Förderhöhe wird bei porösem Material wie folgt bestimmt. In einen Schmiermittelvorrat wird das Material hineingestellt. Durch Kapillarkräfte steigt das Schmiermittel im Stab entgegen der Schwerkraft auf. Die erreichte Höhe über der Oberfläche des Schmiermittelvorrats entspricht dann der Förderhöhe. Der Abstand von Abstreifer zu Wälzlager hängt von der Stelle ab, an der das Schmiermittel aus dem Wälzlager austritt. Steht das Fördermittel in direktem Kontakt mit dem Ablauf, bezieht sich der Abstand auf den Punkt, an sich der Ablauf befindet. Bei Anwesenheit eines Radialfördermittels bezieht sich die Länge auf die Ausdehnung zwischen dem Punkt, an dem Radialfördermittel und Fördermittel in berührendem Kontakt miteinander stehen, und dem Punkt, an dem das Fördermittel auf der dem Wälzlager abgewandten Seite des Abstreifers endet.

[0027] Das Radialfördermittel **234**, welches vorteilhaft als Filzscheibe gestaltet sein kann, kann vorgesehen sein, um Schmiermittel zunächst vom Wälzlager weg in radialer Richtung nach außen zu führen. Dies ist geometrisch vorteilhaft, denn es wird Raum für die schwingfähige Halterung des Außenringes geschaffen.

[0028] Um eine besonders gute Wirkung zu erzielen, kann der Stab so ausgeführt sein, dass er den Schmiermittelspeicher vollständig, insbesondere in einer durch die Welle festgelegten axialen Richtung, durchsetzt oder bei einem mehrlagigen Schmiermittelspeicher wenigstens bis in die Lage führt, die auf der dem Wälzlager abgewandten Seite am äußersten liegt. Hierdurch wird in Kopfüberstellung gewährleistet, dass der Schmiermittelspeicher bis in diese Lage gefüllt wird.

[0029] Eine sichere Befüllung im Kopfüberbetrieb wird erreicht, wenn die Förderhöhe des Fördermit-

tels größer ist als eine Förderhöhe des Schmiermittelspeichers bemessen ist.

[0030] Einen Schnitt quer zur Welle entlang der Linie I-I' aus **Fig. 2** zeigt **Fig. 3**. Mehrere Fördermittel **240**, **242**, **244** und **246** können in einem Umkreis um die Welle **220** vorgesehen sein. Dadurch wird erreicht, dass die Vakuumpumpe in verschiedenen Einbaulagen um die Wellenachse gedreht eingebaut werden kann. Der Querschnitt des Stabes muss dabei nicht zwingend rund sein. Eckige Querschnitte gemäß Stab **246** sind denkbar. Auch ein bogenförmig ausgedehnter Stab **242** kann die notwendige Wirkung erzielen.

[0031] Die vorgenannten Gestaltungsmerkmale wirken besonders gut mit Schmiermitteln auf Basis von Perfluorpolyethern zusammen, die eine niedrige Viskosität aufweisen und daher leichter zu Verlusten im Kopfüberbetrieb neigen. Durch die gesicherte Rückförderung in den Schmiermittelspeicher ist hier die Verringerung der Verluste besonders stark ausgeprägt.

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- DE 102006053237 A1 [[0003](#)]

Patentansprüche

Förderhöhe des Fördermittels (**240, 242, 244, 246**) größer ist als eine Förderhöhe des Schmiermittelspeichers (**230**).

Es folgen 3 Blatt Zeichnungen

1. Vakuumpumpe, insbesondere Molekularvakuumpumpe, mit einer schnell drehenden Welle (**110**), einem diese drehbar unterstützenden Wälzlager (**150**), einem Schmiermittelspeicher (**230**) zur Aufnahme eines Schmiermittels, einer Schmiermittelzufuhr (**222**), welche einen Schmiermittelfluss aus dem Schmiermittelspeicher zur Welle schafft, und einem Schmiermittelrücklauf, welcher einen Schmiermittelfluss aus dem Wälzlager in den Schmiermittelspeicher schafft, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Schmiermittelrücklauf ein Fördermittel (**240, 242, 244, 246**) umfasst, welches eine Förderhöhe für das Schmiermittel und eine Länge (**252**) aufweist, die so bemessen sind, dass aus dem Wälzlager austretendes Schmiermittel bis auf die dem Wälzlager abgewandten Seite der Schmiermittelzufuhr gefördert wird.

2. Vakuumpumpe nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Fördermittel (**240, 242, 244, 246**) poröses Polytetrafluorethylen umfasst.

3. Vakuumpumpe nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass das Fördermittel einen Stab (**240, 242, 244, 246**) umfasst.

4. Vakuumpumpe nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass eine Mehrzahl von Stäben (**240, 242, 244, 246**) in Umfangsrichtung um die Welle (**110**) herum verteilt angeordnet sind.

5. Vakuumpumpe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Fördermittel den Schmiermittelspeicher in einer durch die Welle (**110**) festgelegten axialen Richtung vollständig durchsetzt.

6. Vakuumpumpe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Schmiermittelspeicher (**230**) ein filzartiges Material zur Speicherung des Schmiermittels umfasst.

7. Vakuumpumpe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Schmiermittelzufuhr einen Abstreifer (**222, 224**) umfasst.

8. Vakuumpumpe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Schmiermittel Perfluorpolyether umfasst.

9. Vakuumpumpe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass auf der dem Schmiermittelspeicher abgewandten Seite des Wälzlagers eine Dichtung (**152**) angeordnet ist.

10. Vakuumpumpe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die

Anhängende Zeichnungen

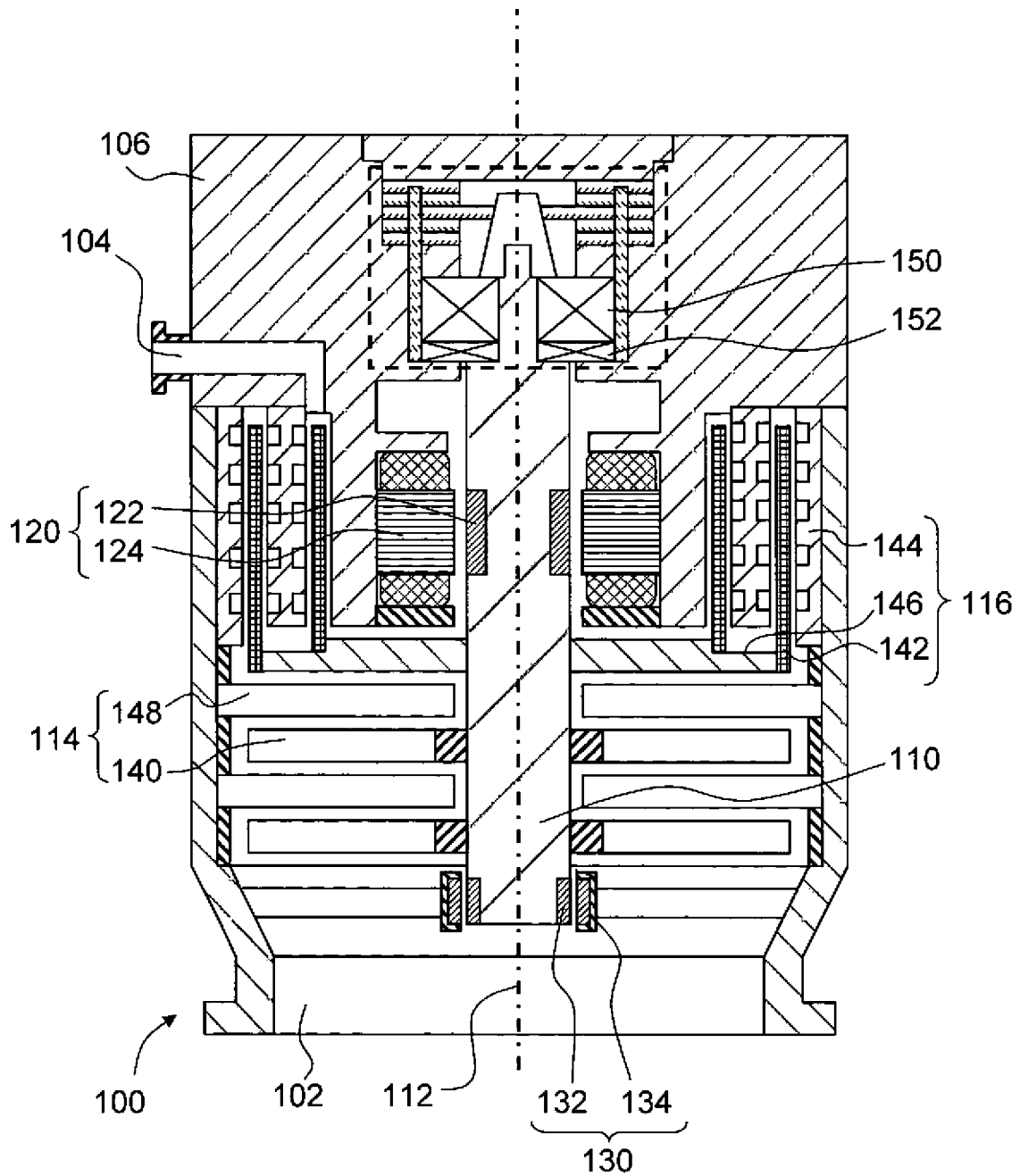


Fig. 1

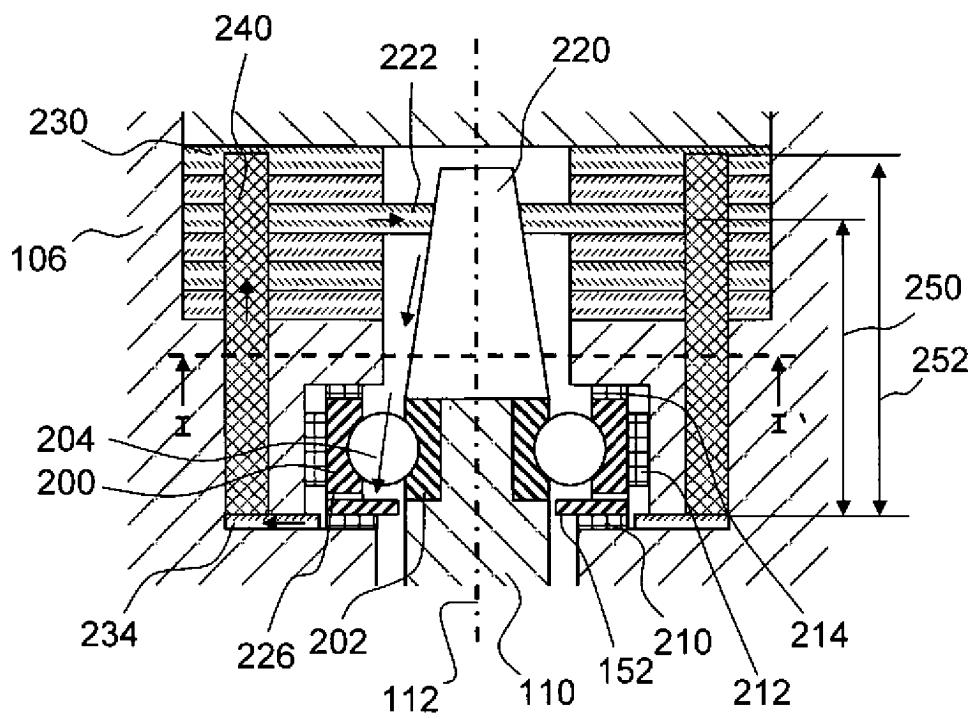


Fig. 2

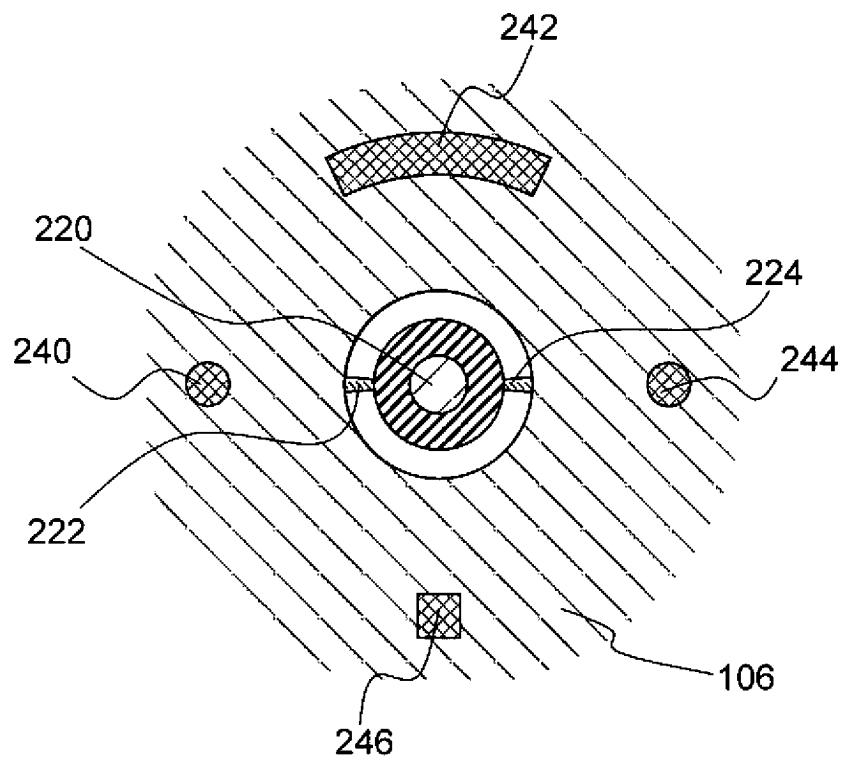


Fig. 3