

(19)



(11)

EP 2 194 276 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: **09014529.3**

(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

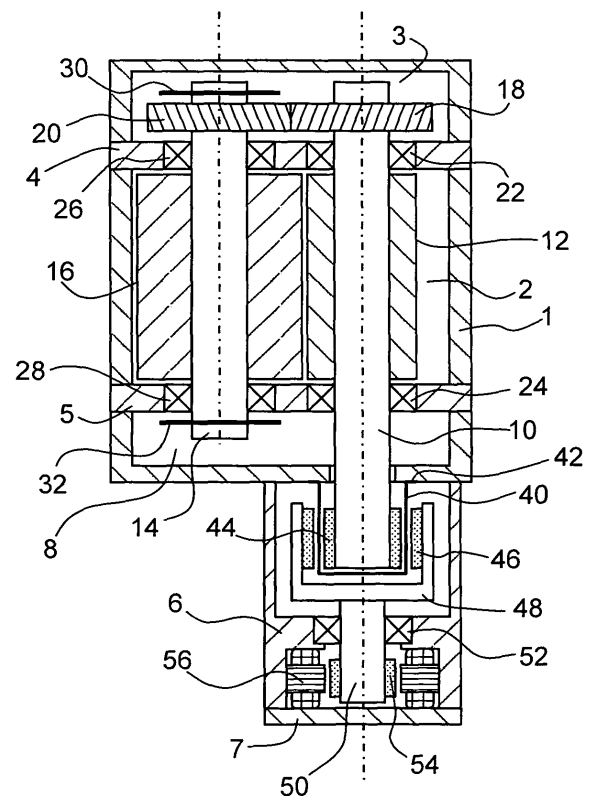
(71) Anmelder: **PFEIFFER VACUUM GMBH**
35614 Asslar (DE)

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

(30) Priorität: **04.12.2008 DE 102008060539**

(54) Zweiwellige Vakuumpumpe

(57) Die Erfindung betrifft eine Vakuumpumpe mit einer ersten Welle (10), einem damit verbundenen ersten Kolben (12), einer zweiten Welle (14), einem damit verbundenen zweiten Kolben (16), einem Antrieb (54, 56), welcher wenigstens eine Welle in Drehung versetzt, wobei beide Wellen gegenläufig mit gleicher Frequenz drehend in Rotation versetzt sind, und wenigstens einem Lager (22, 24, 26, 28) zur drehbaren Unterstützung einer Welle. Um die Gefährdung durch eine Berührung der Kolben untereinander oder mit dem Gehäuse zu verringern, schlägt die Erfindung vor, dass zwischen Kolben und Lager eine Freigabestruktur vorgesehen ist.

**Fig. 1**

Beschreibung

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

[0002] Zweiwellige Vakuumpumpen sind aus vielen industriellen Anwendungen nicht mehr wegzudenken. Beispielsweise seien für diese Anwendungen Metallurgie, Vakuumtrocknung und Chemietechnik genannt.

[0003] Der Grundaufbau dieser Vakuumpumpen 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 zusammenwirken, Gasvolumina einschließen und vom Pumpeneinlass zum Pumpenauslass transferieren.

[0004] Obwohl in der Praxis selten, ist es denkbar, dass es zu einer gegenseitigen Berührung der Kolben kommt. Hierdurch wird schlagartig die in den Kolben gespeicherte Rotationsenergie freigesetzt. In der Folge kann es zu einer Gefährdung der Umgebung der Vakuumpumpe durch umherfliegende Bruchstücke, Teile oder austretende Gase kommen. Es besteht sogar noch die Forderung, höhere Saugvermögen mit zunehmend kompakteren Vakuumpumpen zu erreichen. In der Folge wird versucht, die Drehzahl der Wellen zu erhöhen. Höhere Drehzahlen bedeuten jedoch auch eine nichtlineare Steigerung der in den drehenden Teilen gespeicherten Rotationsenergie. Dementsprechend nimmt die Gefährdung der Umgebung der Vakuumpumpe zu.

[0005] Es ist daher Aufgabe der Erfindung, eine zweiwellige Vakuumpumpe vorzustellen, in der die Gefährdung durch eine Kolbenberührung verringert ist.

[0006] Diese Aufgabe wird gelöst durch eine Vakuumpumpe mit den Merkmalen des ersten Patentanspruchs. Die abhängigen Ansprüche 2 bis 6 geben vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung an.

[0007] Bei zweiwelligen Vakuumpumpen wie Klauen-, Schrauben- oder Wälzkolbenpumpen wird bei einer Berührung der Kolben ein Moment in die Lager eingeleitet. Der Kerngedanke der Erfindung ist, zwischen dem Punkt der Momenteinleitung, nämlich den sich berührenden Kolbenoberflächen, und den Wellenlagern eine Freigabestruktur vorzusehen. Diese unterbricht den Momentenfluss, indem durch sie eine Verdrehung von Kolben und Welle relativ zueinander zugelassen ist. Daher werden die Momente in deutlich verringertem Maße auf die Lager und in der Folge in verringertem Maße auf das Gehäuse übertragen. Hierdurch wird die Sicherheit bei einer Berührung der Kolben deutlich erhöht.

[0008] Vorteilhaft, da konstruktiv einfach, ist es, die Freigabestruktur in die Verbindung von Welle und Kolben zu legen. Bei zweiteilig gefertigten Rotoren, bei denen Welle und Kolben getrennt voneinander hergestellt werden, müssen immer Maßnahmen getroffen werden, die beiden Bauteile miteinander zu verbinden. Demzufolge ist der Aufwand sehr gering, indem diese Verbindung als Freigabestruktur gestaltet wird. In den Ansprüchen 3 und 4 sind konstruktiv einfache und kostengünstige Ausführungen angegeben.

rungen angegeben.

[0009] In manchen Pumpen werden Welle und Kolben aus einem Stück hergestellt oder stoffschlüssig miteinander verbunden. Auch hier ist es vorteilhaft, da konstruktiv einfach und kostengünstig, den Übergang von Welle auf Kolben derart zu gestalten, dass bei einer Berührung der Kolben dieser Übergang nachgibt.

[0010] Eine Verformungszone in wenigstens einem der Kolben als Weiterbildung der Erfindung bewirkt eine weitere Erhöhung der Sicherheit. In dieser Verformungszone wird zusätzlich Bewegungsenergie durch plastische Verformung abgebaut, so dass die auf die Lager übertragenen Momente zusätzlich verringert werden.

[0011] Anhand eines Ausführungsbeispiels und seiner Weiterbildungen soll die Erfindung erläutert und die Darstellung ihrer Vorteile vertieft werden. Es zeigen:

Fig. 1: Schnitt durch eine zweiwellige Vakuumpumpe.

Fig. 2: Schnitt durch die Verbindung von Welle und Kolben in einer ersten erfindungsgemäßen Gestaltungsform.

Fig. 3: Schnitt durch die Verbindung von Welle und Kolben in einer zweiten erfindungsgemäßen Gestaltungsform.

Fig. 4: Schnitt durch die Verbindung von Welle und Kolben in einer dritten erfindungsgemäßen Gestaltungsform.

Fig. 5: Schnitt durch die Verbindung von Welle und Kolben in einer vierten erfindungsgemäßen Gestaltungsform.

Fig. 6: Querschnitt durch einen Kolben mit Verformungszone.

[0012] Einen Schnitt entlang der Achsen einer Wälzkolbenpumpe 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 14 mit der zweiten Welle verbunden.

[0013] Beide Wellen stützen sich durch Lageranordnungen drehbar in den Lagerschilden ab. Im ersten Lagerschild befinden sich das Loslager 22 der ersten Welle und das Loslager 26 der zweiten Welle. Im zweiten Lagerschild befinden sich das Festlager 24 der ersten Welle und das Festlager 26 der zweiten Welle.

[0014] Auf der dem Pumpraum abgewandten Seite des ersten Lagerschildes ist ein Getrieberaum 3 vorgesehen, 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 die beiden Wellen gegenläufig mit gleicher Frequenz drehend in Rotation versetzt sind. Eine erste Schleuderscheibe 30 taucht in einen Schmiermittelvorrat und verteilt das Schmiermittel im Getrieberaum.

[0015] Auf der dem Pumpraum abgewandten Seite des zweiten Lagerschildes befindet sich ein Zwischenraum 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 eine Verteilung des Schmiermittels im Zwischenraum bewirkt.

[0016] Das den Zwischenraum durchsetzende Ende der ersten Welle endet im Motorgehäuse 6. Dort sind auf dem Wellenende Innenmagnete 44 befestigt. Das Wellenende mit den Innenmagneten ist von einem Spalttopf 40 umgeben, der mittels eines Spalttopfflansches 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.

[0017] Vorteilhaft ist es, die Freigabestruktur in die Verbindung zwischen Welle und Kolben zu legen. Die Figuren 2 bis 5 stellen Beispiele für solche Verbindungen vor, wobei jeweils der Wellenstumpf, auf dem Loslager, Festlager, Synchronräder und Schleuderscheiben sitzen, und der Stirnbereich des Kolbens im Schnitt gezeigt sind. Die Maßnahmen sind auf beide Kolben 12 und 16 und den jeweiligen Verbindungen zu den Wellen 10 und 14 anwendbar.

[0018] In Figur 2 ist in der Schnittdarstellung die Welle 14 in einer zentralen Bohrung des Kolben 16 angeordnet. Die Welle weist eine Nut 61 auf, der eine Nut 62 am Kolben gegenübersteht. In die beiden Nuten 61 und 62 ist ein Bolzen 60 eingesetzt und bildet einen Formschluss. Dieser Bolzen ist so gestaltet, dass er den Kräften widerstehen kann, die bei Beschleunigen aus dem Stand und Abbremsen in den Stand auftreten. Bei abnormalen Kräften, die für eine Berührung der Kolben untereinander oder mit dem Gehäuse charakteristisch sind, verformt sich der Bolzen und lässt in der Folge eine Verdrehung von Kolben und Welle gegeneinander zu. Bei hohen Kräften schert der Bolzen komplett ab.

[0019] In Figur 3 weist der Kolben 76 einen hülsenartigen Fortsatz 70 auf. Dessen Innenseite wird mittels eines in seiner Umfangsrichtung geschlossenen Klemmringes 71 auf die Welle 74 gepresst. Der hierdurch entstehende Kraftschluss wird aufgehoben, wenn hohe Kräfte in den Kolben eingeleitet werden. Die Grenze der Klemmkraft ist so bemessen, dass die Position von Kolben und Welle bei Beschleunigen aus dem Stand und Abbremsen in den Stand unverändert bleibt. Erst in den Kolben eingeleitete Kräfte, wie sie im bestimmungsgemäßen Gebrauch der Pumpe nicht auftreten, lösen die Verbindung.

[0020] In Figur 4 ist die Welle 84 in den Kolben 86 eingeklebt. Die Klebeverbindung ist dabei nach oben bereits genannten Gesichtspunkten gestaltet, gibt also nur

bei ungewöhnlichen hohen Kräften nach.

[0021] Ein anderer Weg ist in Figur 5 gezeigt. Welle 94 und Kolben 96 sind einstückig gestaltet. Der Kolben weist in seinem Inneren einen großen Hohlraum auf. Die Welle ist von einem Kranz von Bohrungen 95 umgeben, welche in einem dünnen Wandstück der Kolbenwand geformt ist. Dünnes Wandstück und Bohrungen bilden eine geschwächte Stelle und damit die Freigabestruktur. Die Stärke des Materials, die Dicke des dünnen Wandstücks und Größe und Anzahl der Bohrungen sind nach den oben beschriebenen Gesichtspunkten gewählt. Außergewöhnliche Kräfte werden durch Verformung aufgefangen, so dass sie nicht in die Fest- und Loslager eingeleitet werden. Alternativ zu den Bohrungen kann das Material des dünnen Wandstückes so gewählt werden, dass den genannten Bedingungen für die Freigabestruktur genügt wird. Materialwahl und Bohrungen können für sich alleine oder in Kombination miteinander eingesetzt werden.

[0022] Zusätzlich zu den bisher beschriebenen Maßnahmen ist eine sinnvolle Weiterbildung der Erfindung, wenigstens eine Verformungszone in dem Kolben vorzusehen. Figur 6 zeigt das Beispiel einer Verformungszone 107. Diese ist nahe der Oberfläche des auf der Welle 104 angeordneten Kolbens 106 vorgesehen. Sie umfasst wenigstens eine oder eine Mehrzahl von Bohrungen 108. Bei einer Berührung der Kolben werden die Bohrungen zusammengedrückt und das zwischen den Bohrungen befindliche Material verformt. Hierbei wird Bewegungsenergie abgebaut. Die Zahl und Größe der Bohrungen ist derart bemessen, dass die Verformung der Oberfläche aufgrund von Fliehkräften so klein ist, dass die Spalte zwischen den Kolben untereinander und zwischen Kolben und Gehäuse nicht aufgezerzt werden. Sie sind außerdem so bemessen, dass bei Berührung der Kolben eine plastische Verformung der Verformungszone erreicht wird. Alternativ oder zusätzlich zu den Bohrungen kann in der Verformungszone Material verwendet werden, mit dem eine plastische Verformung nach den in Bezug auf die Bohrungen genannten Gesichtspunkten erreicht wird. Diese Verformung nimmt einen Teil der bei einer Berührung freiwerdenden Energie auf, so dass die auf die Welle und deren Lagerung übertragenen Momente und Kräfte verringert werden. Um einen Einfluss der Bohrungen auf die vakuumtechnischen Daten der Wälzkolbenvakuumpumpe zu verringern, können in einer Weiterbildung die Bohrungen stirnseitig verschlossen werden. Die Verformungszone ist besonders wirkungsvoll bei Vakuumpumpen, deren Kolben nicht dem Verzahnungsgesetz folgen, beispielsweise den Wälzkolbenvakuumumpen.

Patentansprüche

1. Vakuumpumpe mit einer ersten Welle (10), einem damit verbundenen ersten Kolben (12), einer zweiten Welle (14), einem damit verbundenen zweiten Kolben (16), einem Antrieb (54, 56), welcher wenig-

stens eine Welle in Drehung versetzt, und wenigstens einem Lager (22, 24, 26, 28) zur drehbaren Unterstützung einer Welle, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwischen Kolben und Lager eine Freigabestruktur vorgesehen ist.

5

2. Vakuumpumpe nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Freigabestruktur eine derart gestaltete Verbindung zwischen Welle (10, 14; 74; 84) und Kolben (12, 16; 76; 86) umfasst, dass die Verbindung bei einer Berührung der Kolben gelöst wird. 10
3. Vakuumpumpe nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Freigabestruktur einen zwischen Welle (10, 14) und Kolben (12, 16) angeordneten Bolzen (60) umfasst. 15
4. Vakuumpumpe nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Freigabestruktur einen Klemmring (71) und einen hülsenartigen Fortsatz (70) umfasst. 20
5. Vakuumpumpe nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Freigabestruktur eine stoffschlüssige Verbindung (82; 93) von Kolben (12, 16; 96) und Welle (10, 14; 94) umfasst, die derart gestaltet ist, dass die Verbindung bei einer Berührung der Kolben gelöst wird. 25
6. Vakuumpumpe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** wenigstens ein Kolben (12, 16; 76; 86; 96; 106) eine Verformungszone (107) aufweist. 30

35

40

45

50

55

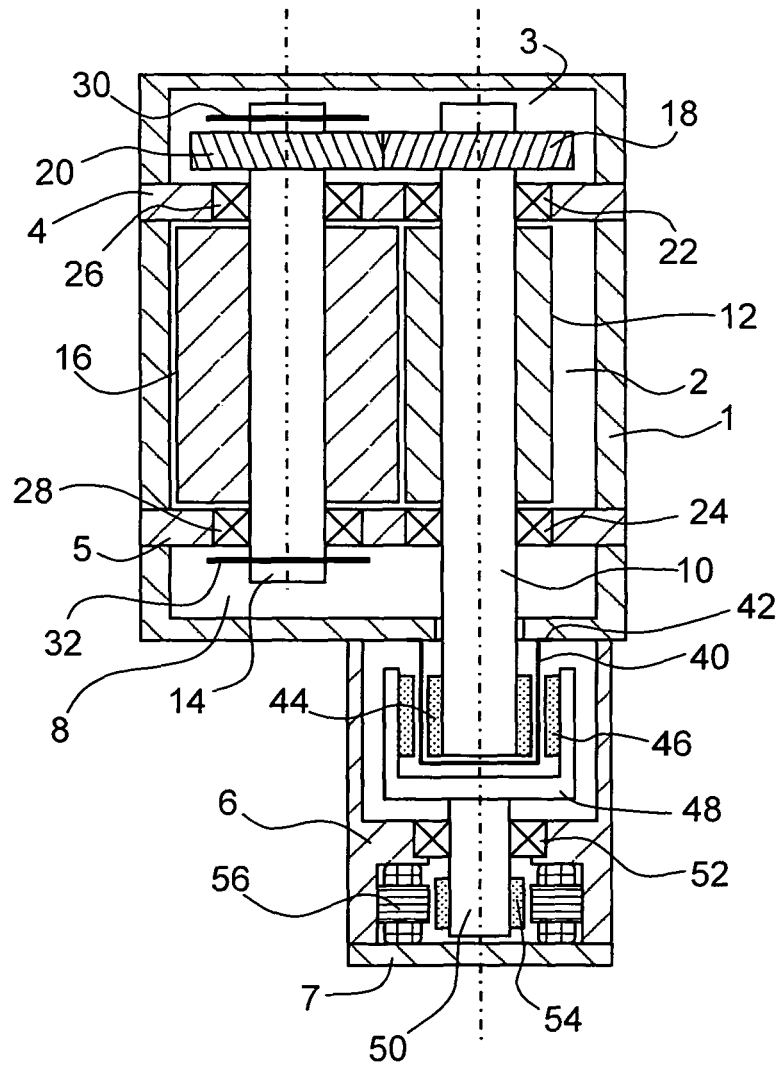


Fig. 1

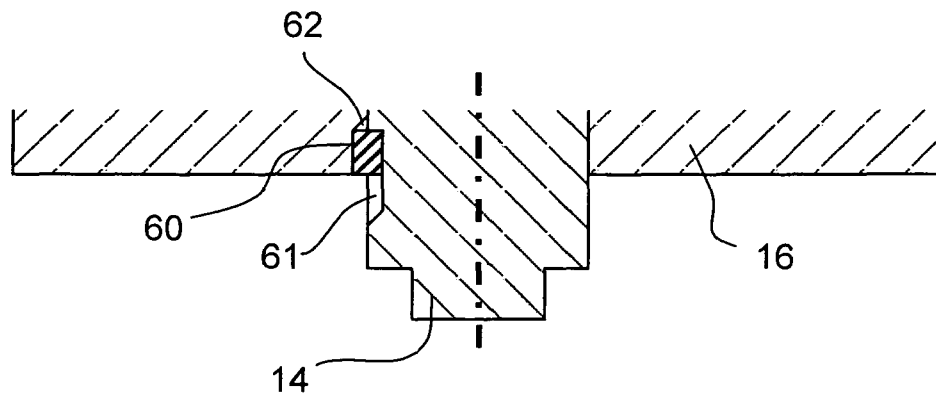


Fig. 2

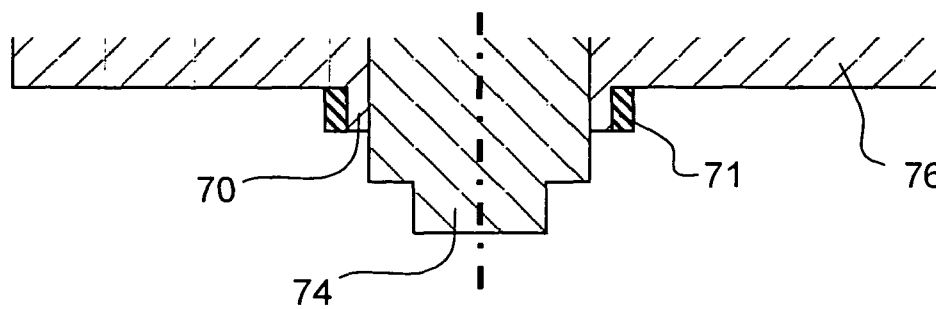


Fig. 3

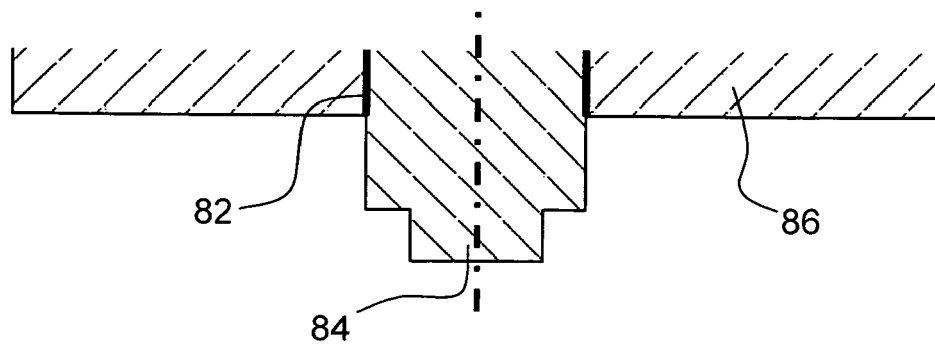


Fig. 4

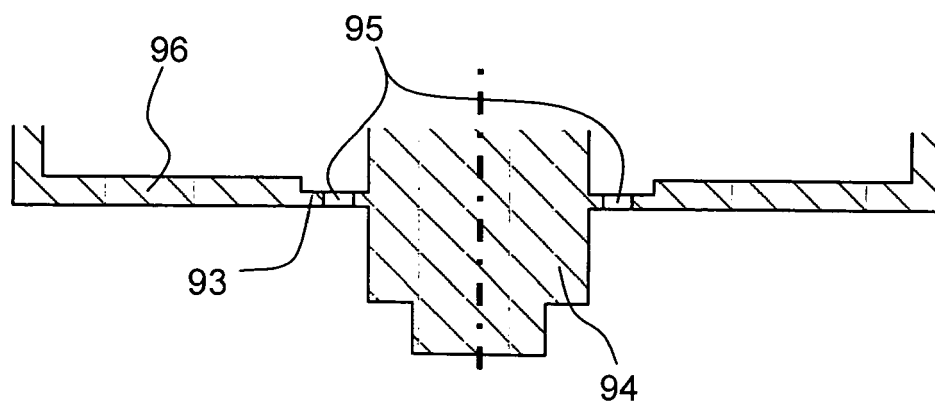


Fig. 5

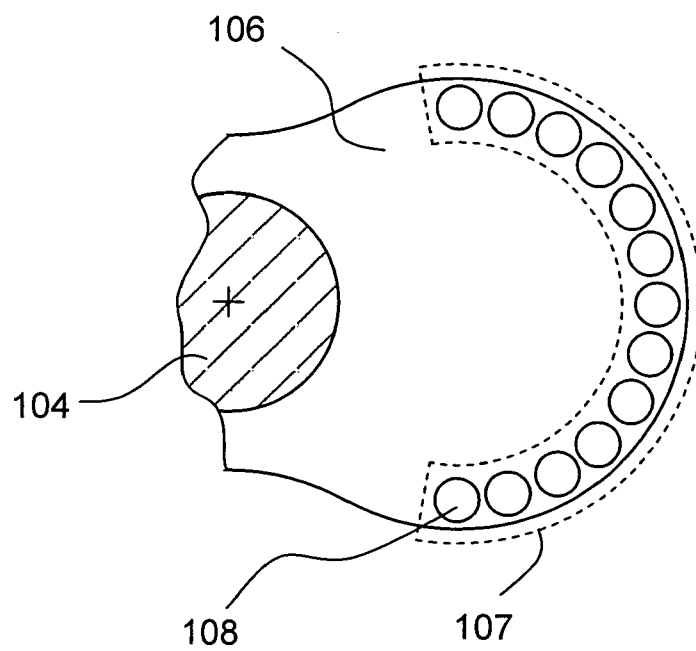


Fig. 6