

(12) **Patentschrift**

(21) Anmeldenummer: A 454/2007

(22) Anmeldetag: 2007-03-22

(43) Veröffentlicht am: 2008-07-15

(51) Int. Cl.⁸: **F04B 39/10** (2006.01)
F16F 1/12 (2006.01)
F16K 15/08 (2006.01)

(56) Entgegenhaltungen:
EP 1247982A2 GB 532178A
CH 446237A DE 672163C
US 2687269A

(73) Patentanmelder:
HOERBIGER KOMPRESSORTECHNIK
HOLDING GMBH
A-1220 WIEN (AT)

(72) Erfinder:
SPIEGL BERNHARD DR.
WIEN (AT)
TESTORI MARKUS ING.
HOLLABRUNN (AT)
STEINRÜCK PETER DR.
HALLSTATT (AT)

(54) **SELBSTTÄTIGES SAUG- UND DRUCKVENTIL**

(57) Um den Verschleiß der in einem Federtopf angeordneten Ventillfeder an den Federenden weitestgehend zu reduzieren und die Lebensdauer insbesondere der Ventillfedern zu erhöhen, wird erfindungsgemäß vorgeschlagen, dass die Innenkontur (22) des Federtopfes (17) vom Bereich des Federtopfbodens (24) aus gekrümmt aufgehend ausgeführt ist, wobei die Innenkontur (22) im Bereich des Federtopfbodens (24) eine kleinere Krümmung aufweist als im Bereich der Federtopföffnung (26).

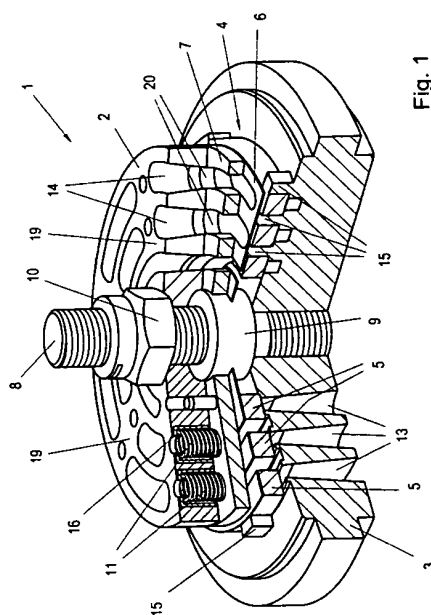


Fig. 1

Die gegenständliche Erfindung betrifft ein selbsttätiges Saug- und Druckventil mit einem Ventilsitz, einem Ventiltfänger und einem zwischen Ventilsitz und Ventiltfänger hin- und her bewegbaren Dichtelement, wobei im Ventiltfänger zumindest eine Ventiltfeder in einem Federtopf angeordnet ist und die Ventiltfeder das Dichtelement gegen den Ventilsitz belastet.

5

In Saug- und Druckventilen, wie z.B. Kompressorventilen, wird das Dichtelement oftmals durch im Ventiltfänger angeordneten Ventiltfedern, meistens Spiralfedern, gegen den Ventilsitz belastet. Solche Saug- und Druckventile sind z.B. aus der US 1 593 914 A und GB 532 178 A, die kegelförmige Sackbohrungen zur Aufnahme der Spiralfedern im Ventiltfänger zeigen und aus der EP 572 748 A1, die einen zylindrischen Zentrierungsabschnitt am Boden einer zylindrischen Sackbohrung zur Aufnahme der Spiralfedern zeigt, bekannt. Die US 3 536 094 A zeigt ein solches Saug- und Druckventil mit einzelnen Ringen als Dichtelemente.

10

Insbesondere die Herstellung von Spiralfedern mit vollkommen gerader Ausrichtung und vollkommen normal zur Achsrichtung der Feder ausgerichtetem Anschliff gestaltet sich aber schwierig. Der Großteil der Spiralfedern weist eine leichte Schiefstellung innerhalb von gegebenen Grenzen auf. Deshalb führt das Zusammendrücken einer Spiralfeder zu einer geringen Kraftkomponente normal zur Deformationsrichtung bzw. wird dadurch die Schiefstellung weiter gefördert. Schiefe Spiralfedern und/oder Kraftkomponenten normal zur Achsrichtung der Spiralfeder unterstützen das Verdrehen des Dichtelementes, z.B. eine Ventilplatte oder eine Anzahl von Ventilingen in Ringventilen. In Ventilen führt außerdem in der Regel eine ungleichförmige Anströmung des Dichtelementes zur unparallelen Bewegung des Dichtelementes und bei Ringventilen zur Ringdrehung. All das führt im Betrieb des Saug- und Druckventils zu einer Auslenkung der Ventiltfeder aus der Achsrichtung. Besonders bei Ringventilen kann die Ringdrehung eine starke Auslenkung der Ventiltfedern normal zur Achsrichtung verursachen.

15

20

25

Durch eine Auslenkung der Ventiltfeder normal zur Achsrichtung kommt es zu einem Kontakt der Ventiltfeder, die in der Regel aus Stahl gefertigt ist, mit dem (metallischen) Ventiltfänger. Der Kontakt am (metallischen) Ventiltfänger führt zum Verschleiß und Beschädigung an der Feder als auch am Ventiltfänger selbst und in Folge zu einer reduzierten Lebensdauer von Ventiltfeder und/oder des Ventiltfängers. Aus diesem Grunde hat man bereits vor Jahren begonnen in Saug- und Druckventilen, insbesondere Kompressorventilen, Federtöpfe im Ventiltfänger anzuordnen, in denen die Ventiltfedern eingesetzt und geführt werden, um einen Federverschleiß und Verschleiß am Ventiltfänger zu vermeiden.

30

35

Federtöpfe werden auch in Ringventilen eingesetzt, um für eine ausreichende Abstützung und Führung der Federn auch bei beengten Einbauverhältnissen Federn mit einem Durchmesser verwenden zu können, der im Wesentlichen der Breite eines Ringes entspricht, wie z.B. der EP 1 247 982 A2 zu entnehmen ist.

40

Es wurde aber beobachtet, dass es trotz Verwendung von Federtöpfen zu Verschleißproblemen mit den Federn kommen kann. Der Grund dafür liegt darin, dass bei stark impactbeanspruchten Ventiltfedern die ersten und letzten Federwindungen aufgrund der Reflexion der Schockwellen um bis zu 2-mal höher beansprucht sind als die Federwindungen im mittleren Bereich. Bei starker Verdrehung des Dichtelementes oder starker Auslenkung der Feder berührt die Feder bei konventionellen Federtöpfen aber die Kante des Federtopfes mit dem am höchsten belasteten Federende. Dabei kommt es entweder zu einer Beschädigung des Federtopfes oder, noch kritischer, zu einem Verschleiß an den kritischen Windungen der Feder oder zu einem Federbruch verursacht durch Bewegungsbehinderung der Feder.

45

50

Es ist daher eine Aufgabe der gegenständlichen Erfindung die oben genannten Nachteile herkömmlicher Federtöpfe zu beheben und insbesondere einen Verschleiß der im Federtopf angeordneten Ventiltfeder an den Federenden weitestgehend zu reduzieren, um die Lebensdauer insbesondere der Ventiltfedern zu erhöhen.

55

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass die Innenkontur des Federtopfes vom Bereich des Federtopfbodens aus gekrümmt aufgehend ausgeführt ist, wobei die Innenkontur im Bereich des Federtopfbodens eine kleinere Krümmung aufweist als im Bereich der Federtopföffnung. Vorteilhaft nimmt die Krümmung der Innenkontur dabei zur Federtopföffnung hin verlaufend zu. Durch diese gekrümmte Innenkontur wird erreicht, dass die Feder im Falle einer Schiefstellung oder Auslenkung der Feder normal zur Achsrichtung keinesfalls mit den Federenden mit den Kanten des Federtopfes in Berührung kommen kann. Stattdessen kontaktieren den Federtopf nur die minderbelasteten mittleren Federwindungen der Ventilfeeder. Zusätzlich kann aufgrund der sanfteren und größeren Kontaktfläche der Ventilfeeder mit dem Federtopf auf weichere Federtopf-Werkstoffe mit höherer Schadenstoleranz oder tribologisch optimierte Werkstoffe, z.B. auf PTFE-Basis, ausgewichen werden.

Wie Versuche gezeigt haben, bietet die erfindungsgemäße Ausführung selbst unter Extrembedingungen, z.B. auch mit korrosiven Partikeln im Gas, signifikant höheres Lebensdauerpotential, da der Verschleiß nur an unkritischen Federbereichen auftritt.

Die Ventilfeeder kann sehr einfach im Federtopf zentriert und gehalten werden, wenn im Bereich des Federtopfbodens ein Innenkonturabschnitt vorgesehen ist, der mit derselben Kontur wie die Außenkontur der Einhüllenden der Ventilfeeder ausgeführt ist.

Um eine Berührung der Ventilfeeder mit dem Federtopf bei keiner oder einer nur geringen Auslenkung zu vermeiden, kann vorteilhaft vorgesehen sein, die Innenkontur des gekrümmten Abschnittes größer als die Außenkontur der Einhüllenden der Ventilfeeder auszuführen.

Zwischen Innenkonturabschnitt und gekrümmten Abschnitt wird dabei vorteilhaft ein Übergang vorgesehen.

Besonders einfach lässt sich der Federtopf für eine Spiralfeder als Ventilfeeder fertigen, da die Innenkontur dann rotationssymmetrisch und der Innenkonturabschnitt zylindrisch ist.

Die gegenständliche Erfindung wird im Nachfolgenden anhand der schematischen, nicht einschränkenden Figuren 1 bis 3, die bevorzugte Ausgestaltungen zeigen, beschrieben. Dabei zeigt

Fig. 1 und 2 je einen Schnitt durch ein erfindungsgemäßes Saug- und Druckventil und Fig. 3 eine vergrößerte Darstellung eines Federtopfes mit einer Ventilfeeder.

Der grundsätzliche Aufbau eines Saug- und Druckventils 1 ist hinlänglich bekannt, weshalb hier nur kurz unter Bezugnahme auf Fig. 1 und 2 anhand eines darin dargestellten Ringventils darauf eingegangen wird. Ein Ringventil 1, z.B. für den Einsatz in Verdichtern, besteht aus einem Ventilsitz 3 und einem Ventulfänger 2. Dazwischen ist ein Dichtelement 4 angeordnet, das zwischen Ventilsitz 3 und Ventulfänger 2 hin- und herbewegt wird und im Zusammenwirken mit dem Ventilsitz 3 die Dichtungsfunktion übernimmt, indem es den Strömungsquerschnitt durch das Ringventil 1 verschließt und freigibt. Die einzelnen Teile des Ringventils 1 werden durch einen durchgehenden Bolzen 8 und einer Mutter 10 zusammengehalten. Der Abstand zwischen Ventilsitz 3 und Ventulfänger 2, und somit der mögliche Ventilhub, wird durch eine Distanzscheibe 9 oder einen axialen Vorsprung am Ventulfänger 2 oder am Ventilsitz 3 eingestellt. Im Ventilsitz 3 sind ringförmige Durchgangskanäle 13 und im Ventulfänger 2 ringförmige Abströmkanäle 14 angeordnet. Die ringförmigen Kanäle 13, 14 sind wie bekannt eigentlich Kreisringabschnitte, die durch Radialstege 19 unterbrochen werden.

Das Dichtelement 4 umfasst hier konzentrisch angeordnete Dichtringe 5, die mit dem Ventilsitz 3 zusammenwirken. Dazu sind an den Dichtringen 5 und am Ventilsitz 3 jeweils zugeordnete und zusammenwirkende Dichtflächen angeordnet.

Am Ventilsitz 3 sind über den Umfang verteilt und in unterschiedlichen radialen Abständen eine Anzahl von vom Ventilsitz 3 axial in Richtung der Dichtringe 5 abstehende Ringführungsnasen 15 angeordnet, zwischen denen die einzelnen Dichtringe 5 sowohl in radialer als auch in axialer Richtung geführt angeordnet sind. Die Ringführungsnasen 15 stehen dabei axial zumindest
5 soweit aus dem Ventilsitz 3 heraus, dass die Dichtringe 5 während der gesamten Ringöffnungsbewegung geführt bleiben. Eine Ringführungs-nase 15 ist dabei in radialer Richtung zwischen zwei Dichtflächen des Ventilsitzes 3 angeordnet.

Das Dichtelement 4 kann weiters eine Synchronplatte 7, die an den dem Ventilsitz 3 gegenüberliegenden Seiten der Dichtringe 5 angeordnet ist, und eine zwischen Synchronplatte 7 und Dichtringen 5 liegende Trennplatte 6 umfassen. Die Synchronplatte 7 wird durch eine Reihe von in Federnestern 16 am Ventilfänger 2 angeordneten Ventilfe-dern 11, hier Spiralfedern, federbelastet, wobei die Ventilfe-dern 11 in Federtöpfen 17 angeordnet sind. Die Federtöpfe 17 werden dabei vorteilhaft in den Radialstegen 19 des Ventilfängers 2 angeordnet. Die Ventilfe-dern 11 drücken somit das Dichtelement 4, hier die Dichtringe 5 über die Synchronplatte 7 und die Trennplatte 6, gegen den Ventilsitz 3. Während der Ringöffnungsbewegung werden die Dicht-
15 ringe 5 durch den anstehenden Gasdruck entgegen der Kraft der Spiralfedern 11 vom Ventilsitz 3 abgehoben. Die Synchronplatte 7, die Trennplatte 6 und die Dichtringe 5 bilden hier das Dichtelement 4 des Ringventils 1.

Selbstverständlich kann das Dichtelement 4 ebenso nur aus Dichtringen 5 oder einer Dichtplatte bestehen. In diesem Fall können die Ventilfe-dern 11 auch direkt an den Dichtringen 5 oder der Dichtplatte angreifen.

In der Synchronplatte 7 und der Trennplatte 6 sind natürlich wieder eine Reihe von, bevorzugt ringförmigen (eigentlich eine Reihe von Kreisringabschnitten, die durch Radialstege getrennt werden), Durchströmöffnungen 20 angeordnet, damit das gasförmige Medium möglichst verlustlos durch das Ringventil 1 durchtreten kann.

Der Federtopf 17 hat hier, wie in Fig. 3 dargestellt, eine zylindrische Außenkontur und passt somit in eine zylindrische Sackbohrung als Federnest 16. Selbstverständlich kann die Außenkontur auch jede andere geeignete Form aufweisen. Entscheidend ist für die gegenständliche Erfindung die Form der Innenkontur 22.

Die Innenkontur 22 des Federtopfes 17 geht dabei vom Bereich des Federtopfbodens 24 kalottenförmig auf. Die Innenkontur 22 folgt somit einer Kurve, die im Bereich des Federtopfbodens 24 eine geringe Krümmung aufweist (also sehr flach ist) und die Krümmung zur Federtopfföffnung 26 hin verlaufend zunimmt. Die Innenkontur 22 ist dabei nach außen gekrümmt. Im Bereich der Federtopfföffnung 26 kann für einen sauberen Übergang zur Stirnfläche des Federtopfes 17 auch eine Abrundung nach außen vorgesehen sein. Durch die Krümmung nach außen ist die Innenkontur 22 des Federtopfes 17 größer als die Außenkontur 23 der Einhüllenden der Ventilfe-dern 11. Damit kann sich die Ventilfe-dern 11 auch in gewissen Grenzen normal zur Achsrichtung des Federtopfes 17 bewegen.

Für eine Spiralfeder als Ventilfe-dern 11 ist die Innenkontur natürlich rotationssymmetrisch um die Achsrichtung des Federtopfes 17 und der Innendurchmesser des Federtopfes 17 nimmt vom Federtopfboden 24 zur Federtopfföffnung 26 hin zu.

Im Bereich des Federtopfbodens 24 kann ein Innenkonturabschnitt 28 vorgesehen sein, wie in Fig. 3 dargestellt, dessen Kontur der Außenkontur 23 der Einhüllenden der Ventilfe-dern 11 entspricht. Ebenso kann in diesem Bereich eine leichte Presspassung vorgesehen sein. Für eine in Fig. 3 dargestellte Spiralfeder als Ventilfe-dern 11 wäre dieser Innenkonturabschnitt 28 natürlich zylindrisch. Dabei kann auch ein Übergang 30 von diesem Innenkonturabschnitt 28 zur kalottenförmigen Innenkontur 22 des Federtopfes 17, die größer ist als die Außenkontur 23 der Einhüllenden der Ventilfe-dern 11, vorgesehen sein. In diesen Innenkonturabschnitt 28 kann die
55

Ventilfeder 11 bei der Montage gesteckt und im Bereich des Federtopfbodens 24 zentriert und gehalten werden. Die kalottenförmige Innenkontur 22 kann aber auch von ganz unten im Federtopfboden 24 ausgehen.

5 Fig. 3a zeigt die Ventilfeder 11, hier eine Spiralfeder, unausgelenkt. In dieser Lage ist die Ventilfeder allseitig vom Federtopf 17 beabstandet. Wird die Ventilfeder 11 nun normal zur Achsrichtung ausgelenkt oder steht die Ventilfeder 11 schief, so kontaktiert die Ventilfeder 11 den Federtopf 17 durch die kalottenförmige Innenkontur 22 lediglich im mittleren Bereich 32 der Ventilfeder 11 und nicht an den Ventildederenden an den Kanten des Federtopfes 17, wie in Fig. 3b
10 dargestellt. Damit wird vermieden, dass die hoch belasteten Ventildederenden den Federtopf 17 berühren.

Die kalottenförmige Kurve der Innenkontur 22 könnte natürlich äquivalent auch durch einen
15 Polygonzug angenähert werden.

Patentansprüche:

- 20 1. Selbsttätiges Saug- und Druckventil mit einem Ventilsitz (3), einem Ventilsfänger (2) und einem zwischen Ventilsitz (3) und Ventilsfänger (2) hin- und her bewegbaren Dichtelement (4), wobei im Ventilsfänger (2) zumindest eine Ventilfeder (11) in einem Federtopf (17) angeordnet ist und die Ventilfeder (11) das Dichtelement (4) gegen den Ventilsitz (3) belastet, *dadurch gekennzeichnet*, dass die Innenkontur (22) des Federtopfes (17) vom Bereich des Federtopfbodens (24) aus gekrümmt aufgehend ausgeführt ist, wobei die Innenkontur (22)
25 im Bereich des Federtopfbodens (24) eine kleinere Krümmung aufweist als im Bereich der Federtopföffnung (26).
2. Selbsttätiges Saug- und Druckventil nach Anspruch 1, *dadurch gekennzeichnet*, dass die Krümmung der Innenkontur (22) zur Federtopföffnung (26) hin verlaufend zunimmt.
- 30 3. Selbsttätiges Saug- und Druckventil nach Anspruch 1 oder 2, *dadurch gekennzeichnet*, dass im Bereich des Federtopfbodens (24) ein Innenkonturabschnitt (28) vorgesehen ist, der mit derselben Kontur wie die Außenkontur der Einhüllenden (23) der Ventilfeder (11) ausgeführt ist.
- 35 4. Selbsttätiges Saug- und Druckventil nach einem der Ansprüche 1 bis 3, *dadurch gekennzeichnet*, dass die Innenkontur (22) des gekrümmten Abschnittes größer ist als die Außenkontur der Einhüllenden (23) der Ventilfeder (11).
- 40 5. Selbsttätiges Saug- und Druckventil nach Anspruch 3 oder 4, *dadurch gekennzeichnet*, dass vom Innenkonturabschnitt (28) zum gekrümmten Abschnitt ein Übergang (30) vorgesehen ist.
- 45 6. Selbsttätiges Saug- und Druckventil nach einem der Ansprüche 1 bis 5, *dadurch gekennzeichnet*, dass die Ventilfeder (11) als Spiralfeder ausgeführt ist und die Innenkontur (22) rotationssymmetrisch ist.
7. Selbsttätiges Saug- und Druckventil nach Anspruch 6, *dadurch gekennzeichnet*, dass der Innenkonturabschnitt (28) zylindrisch ist.
- 50 8. Selbsttätiges Saug- und Druckventil nach Anspruch 6 oder 7, *dadurch gekennzeichnet*, dass der Innendurchmesser des gekrümmten Abschnittes größer ist als der Außendurchmesser der Spiralfeder (11).

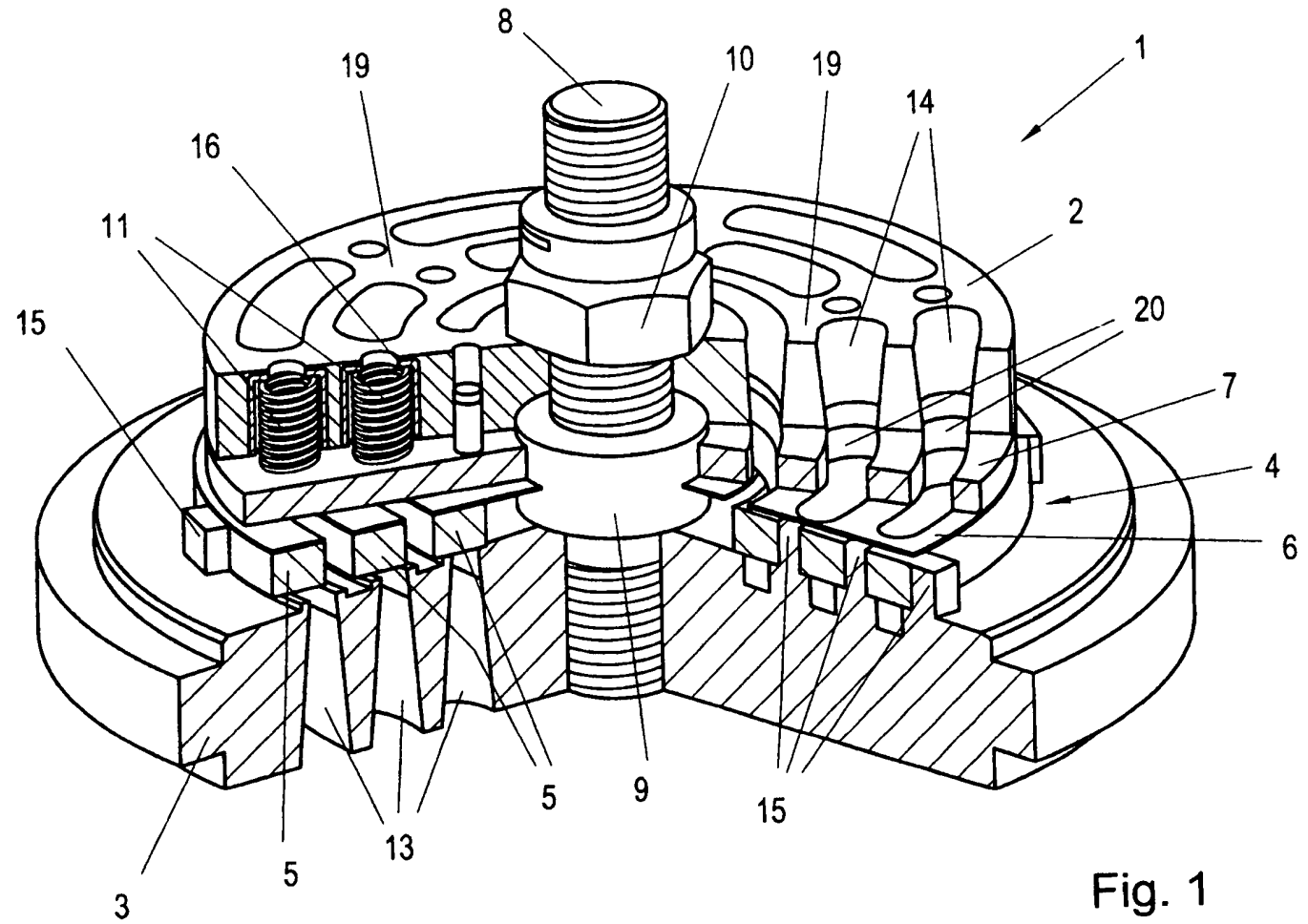


Fig. 1

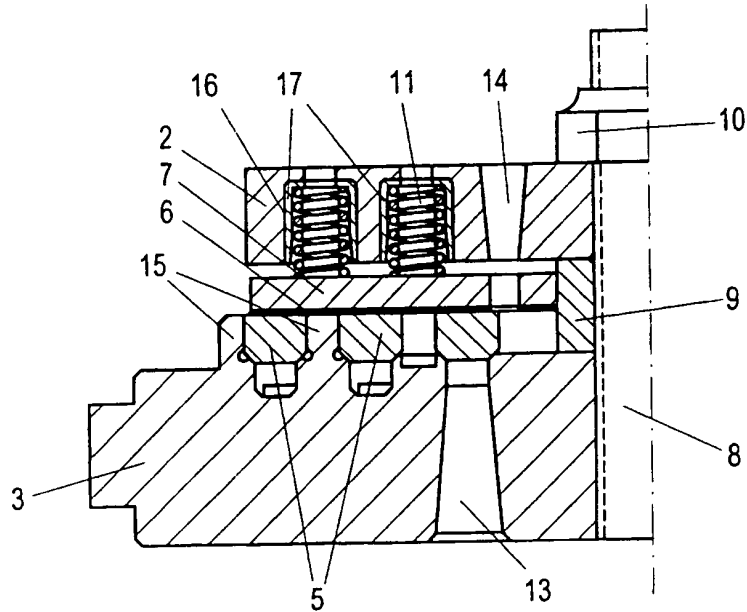


Fig. 2

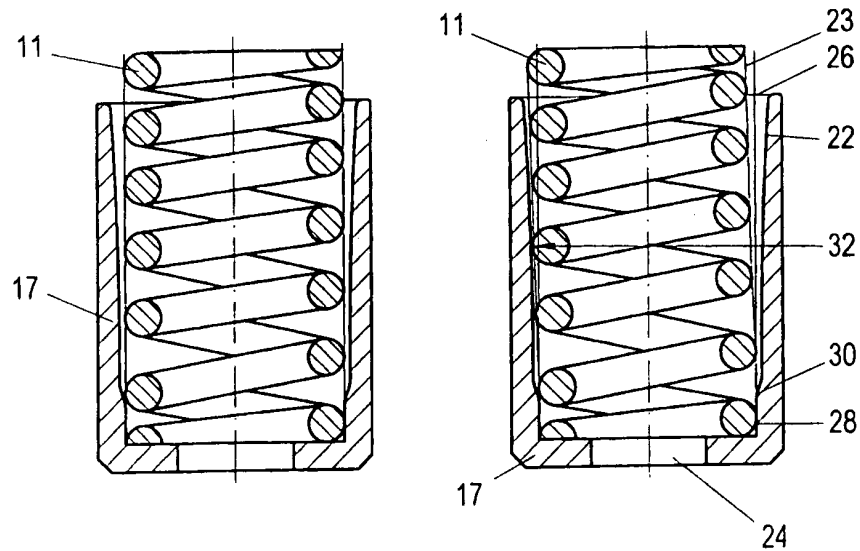


Fig. 3a

Fig. 3b