

(19)



(11)

**EP 1 835 178 B1**

(12)

**EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des  
Hinweises auf die Patenterteilung:  
**07.01.2009 Patentblatt 2009/02**

(51) Int Cl.:  
**F04B 37/14** <sup>(2006.01)</sup> **F04B 53/14** <sup>(2006.01)</sup>  
**F04B 39/00** <sup>(2006.01)</sup>

(21) Anmeldenummer: **07003705.6**

(22) Anmeldetag: **23.02.2007**

(54) **Dichtungsanordnung für eine Hubkolbenvakuumpumpe**

Sealing assembly for a piston type vacuum pump

Dispositif de joint pour une pompe à vide à piston

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR  
HU IE IS IT LI LT LU LV MC NL PL PT RO SE SI  
SK TR**

(30) Priorität: **18.03.2006 DE 102006012532**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**19.09.2007 Patentblatt 2007/38**

(73) Patentinhaber: **Pfeiffer Vacuum GmbH  
35614 Asslar (DE)**

(72) Erfinder:  
• **Cromm, Thomas**  
**35781 Weilburg-Kubach (DE)**  
• **Sachs, Ronald, Dr.**  
**44135 Dortmund (DE)**  
• **Zabeschek, Stefan, Dr.**  
**35614 Asslar-Berghausen (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:  
**EP-A1- 1 508 696 WO-A-98/48170**  
**DE-A1- 10 339 838 JP-A- 7 133 866**  
**US-A- 3 343 844 US-A- 3 603 215**

**EP 1 835 178 B1**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft eine Dichtungsanordnung für ein Zylinder-Kolben-System einer Hubkolbenvakuumpumpe nach dem Oberbegriff des ersten Anspruchs.

**[0002]** Hubkolbenvakuumpumpen sind seit einigen Jahren als sogenannte "trockene Vorvakuumpumpen" erfolgreich im Einsatz. Sie finden überall dort Anwendung, wo frei von Arbeitsfluid, beispielsweise Öl, ein Vorvakuum erzeugt werden muss, d.h. die Rückströmung von Arbeitsfluid in den Rezipienten nicht toleriert werden kann. Kolbenvakuumpumpen besitzen einen oder mehrere Zylinder, in denen jeweils ein Kolben eine oszillierende Bewegung ausführt, mit der der Kompressionsraum periodisch vergrößert und verkleinert wird. In dem Zeitraum, in dem der Kompressionsraum verkleinert wird, wird Gas verdichtet und am Ende der Bewegung ausgestoßen.

**[0003]** Wichtig für die Funktion einer trockenen Kolbenvakuumpumpe ist die Abdichtung zwischen Kolben und Innenwand des Zylinders. Bewährt hat sich als Dichtung ein L-förmiges Dichtelement, wie es in der DE-OS 103 37 298 beschrieben ist. Bei diesem Dichtelement ist ein Schenkel des L im Kolben fixiert, während der andere Schenkel leicht gegenüber der Kolbenachse geneigt ist und mit seinem Ende die Zylinderinnenwand berührt. Dieses L-förmige Dichtelement ermöglicht eine Konstruktion mit geringem Totraum. Eine geeignete Materialwahl erlaubt den Betrieb der Pumpe frei von Arbeitsfluid.

**[0004]** Bei längerem Betrieb stellt man fest, dass das L-förmige Dichtelement hohen Belastungen ausgesetzt sein muss, da ein Verschleiß zu beobachten ist, der den heutigen Anforderungen an die Dauerlaufeigenschaften nicht gerecht wird.

**[0005]** Die Patente US 3,343,844 und US 3,603,215 stellen Zylinder-Kolben-Systeme vor, welche neben einem Dichtungselement mit L-förmigen Querschnitt ein ringförmiges Führungselement aufweisen.

**[0006]** Die WO 98/48170 zeigt eine Kolbenvakuumpumpe mit einer L-förmigen Dichtung. Die Wand des Kolbens dient der Führung des Kolbens im Zylinder.

**[0007]** Die JP 07 133866 schlägt vor, zusätzlich zu einer mittig am Kolben angeordneten Dichtung ein mit der Stirnfläche des Kolbens abschließendes Führungselement vorzusehen.

**[0008]** Aufgabe ist es daher, eine Dichtungsanordnung für ein Zylinder-Kolben-System einer Kolbenvakuumpumpe vorzustellen, welches die Vorteile des L-förmigen Dichtelements aufweist, den Verschleiß dieses Bauteils aber reduziert.

**[0009]** Diese Aufgabe wird gelöst durch die kennzeichnenden Merkmale des ersten Patentanspruchs.

**[0010]** Gegenüber dem Stand der Technik benutzt die Erfindung zusätzlich zum L-förmigen Dichtungselement ein Führungselement, welches auf der vom Kompressionsraum abgewandten Seite des Dichtungselements angeordnet ist. Dieses Führungselement nimmt mechani-

sche Belastung vom Dichtungselement, welche insbesondere durch die der periodisch-linearen Bewegung überlagerten Pendelbewegung entsteht und gerade in den Umkehrpunkten besonders ausgeprägt ist. Durch die verminderte Belastung steigt die Lebensdauer des Dichtungselements an. Gleichzeitig beobachtet man eine positive Auswirkung auf die Geräuscentwicklung des Zylinder-Kolben-Systems.

**[0011]** Die Merkmale der Ansprüche 2 bis 8 stellen vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung dar.

**[0012]** Die Kombination der Kolbenführung mit einem Dämpfungselement, welches zwischen Kolben und freiem Schenkel des Dichtungselements angeordnet ist, bewirkt zudem eine deutlich verminderte Geräuscentwicklung des Zylinder-Kolben-Systems.

**[0013]** Eine vorteilhafte Weiterbildung besteht darin, das Dämpfungselement in einer kreisförmigen Nut zu führen, welche mindestens eine Abfräsung aufweist. Hierdurch wird ein Ausdehnungsraum geschaffen, in den sich das Dämpfungselement bei Druckbelastung ausdehnen kann. Dies wiederum vermeidet, dass das Dämpfungselement unter Druckbelastung das L-förmige Dichtungselement mit zu starker Kraft gegen die Zylinderwand drückt und so die Reibung örtlich begrenzt hochsetzt.

**[0014]** Für den Einsatz in einer Kolbenvakuumpumpe von Vorteil ist die Anordnung eines weiteren L-förmigen Dichtelements am entgegengesetzten Ende des Kolbens, da so die Dichtheit der gesamten Anordnung erhöht wird. Zudem wird die Führung des Kolbens verbessert, Verschleiß und Geräuscentwicklung sinken. Die Maßnahme nach Anspruch 5 verbessert die durch das Hinzufügen des Führungselements bereits erreichten Vorteile. Ein Führungselement nach Anspruch 6 entlastet das Dichtungselement und sorgt für eine weiter verbesserte Kolbenführung ohne dabei so unnachgiebig zu sein, dass es zu einer merklichen Geräuschbildung kommt.

**[0015]** Die Maßnahme nach Anspruch 7 bewirkt, dass das Führungselement nur dann eingreift, wenn es wirklich notwendig ist. Dies ist der Fall, wenn die durch eine Auslenkung von der Zylinderachse resultierende Belastung für das Dichtungselement durch die Pendelbewegungen zu hoch ist. Bei geringen Belastungen hingegen steht das Führungselement nicht in reibendem Kontakt mit der Zylinderinnenwandung, so dass ein Abrieb vermieden wird.

**[0016]** Mit Hilfe der Abbildungen soll die Erfindung an Ausführungsbeispielen näher erläutert und die Vorteile derselben vertieft werden.

Fig. 1: Nichtmaßstäblicher Querschnitt durch das Zylinder-Kolben-System einer Kolbenvakuumpumpe.

Fig. 2: Querschnitt durch ein integriertes Bauteil.

Fig. 3: Schnitt durch Kolbendeckel a) längs der Zylinderachse und b) Stirnschnitt.

**[0017]** Die Abbildung zeigt einen nichtmaßstäblichen Schnitt durch das Zylinder-Kolben-System einer Kolben-  
vakuumpumpe. In einem Gehäuse 15 ist ein Zylinder 1  
angeordnet. In diesem führt ein Kolben periodische Be-  
wegungen durch, wodurch ein Kompressionsraum 5 peri-  
odisch vergrößert und verkleinert wird. Ein Umkehr-  
punkt der Bewegung, im folgenden "unterer Umkehr-  
punkt", ist charakterisiert durch den Gaseinlassvorgang.  
Dazu ist in der Zylinderwandung eine Öffnung 10 oder  
eine mit einem Einlasskanal kommunizierende Mehrzahl  
von Öffnungen vorgesehen. Der andere Umkehrpunkt,  
im folgenden "oberer Umkehrpunkt", ist charakterisiert  
durch den Gasauslassvorgang. Dazu wird der Kolben  
soweit im Zylinder verschoben, dass der Ventildeckel 12  
vom Ventilsitz 14 abgehoben wird und die gegenspan-  
nende Kraft der Ventilsfeder 13 überwindet. Das verdich-  
tete Gas wird dann über den Gasauslass 11 abgeführt.

**[0018]** Der Kolben ist im Ausführungsbeispiel dreiteilig  
aufgebaut und besitzt einen Kolbendeckel 2b, eine Kol-  
benhülse 2a und einen Kolbenboden 2c. Nicht gezeigt  
ist das Pleuelsystem, welches mit dem Kolben verbun-  
den ist und seine periodische Bewegung bewirkt.

**[0019]** Ein ringförmiges, L-förmiges Dichtungselement  
mit L-förmigem Querschnitt 3 ist am Kolben angeordnet  
und dichtet den Spalt zwischen Kolben und der Zylind-  
erinnenwand ab. Ein Schenkel des Dichtungselements ist  
am Kolben fixiert, während der andere Schenkel frei ist  
und leicht gegen die Zylinderinnenwand drückt. Da die  
Kolben-  
vakuumpumpe als trockene Pumpe ausgeführt ist, ist  
zwischen Kolben und Zylinder kein Arbeitsfluid vor-  
gesehen. Entsprechend ist die Materialpaarung von  
Dichtungselement 3 und Zylinder 1 zu wählen, beispie-  
lsweise werden Kunststoffe mit PTFE-Bestandteilen für  
das Dichtungselement verwendet, während für den Zy-  
linder Metalllegierungen zum Einsatz kommen, be-  
spie-  
lsweise auf Aluminiumbasis, eventuell beschichtet.  
Der Kolben führt eine periodische Bewegung durch, die  
nur theoretisch weitgehend linear ist. In der Praxis zeig-  
en sich auch Pendelbewegungen, die eine Verkip-  
pung der  
Kolbenachse zur Zylinderachse entsprechen. Hierdurch  
entstehen, insbesondere in den Umkehrpunkten, un-  
gleichmäßige Belastungen des Dichtungselements. Die-  
se gilt es zu verringern, was erfindungsgemäß durch ein  
Führungselement 4 gelöst wird. Dieses Führungsele-  
ment ist ringförmig gestaltet und weist im Beispiel einen  
im wesentlichen zweischenkligen Querschnitt auf. Einer  
der Schenkel ist im Kolben fixiert, während der andere  
in den Raum zwischen Zylinderinnenwand und Kolben  
ragt. Sein Durchmesser F ist kleiner als der Innendurch-  
messer des Zylinders Z. Der freie Schenkel ist so gestal-  
tet, dass er steifer ist als das Dichtungselement. Hier-  
durch wird erreicht, dass in einer Pendelbewegung zwar  
zunächst das Dichtungselement belastet wird. Ist die  
Auslenkung aber zu stark, berührt das Führungselement  
die Zylinderinnenwand und die Belastung geht von Dich-  
tungs- auf Führungselement über, bzw. wird auf beide  
verteilt. Das Steifigkeit des Führungselements ist so be-  
messen, insbesondere gering genug, dass es noch fe-

dernd nachgeben kann. Dies ist wichtig, damit die Pen-  
delbewegung und damit das Anschlagen des Führungs-  
elements nicht zu einer merklichen Geräuschbildung  
führt. Der geringere Durchmesser bewirkt zudem, dass  
das Führungselement nur dann eingesetzt wird, wenn  
es gebraucht wird und nicht in der normalen, linearen  
Bewegung des Kolbens beständigem Verschleiß durch  
Reiben an der Zylinderinnenwand ausgesetzt ist. Denk-  
bar sind andere Ausgestaltungsformen für das Füh-  
rungselement, die aber eine äquivalente Wirkung erzie-  
len. So kann statt einem zweischenkligen ein rechtecki-  
ger Querschnitt verwendet werden, wobei dieser Ring in  
einer am Kolben vorgesehenen Nut geführt ist und sich  
quer zur Kolbenachse, also radial, bewegen kann. Dieser  
Ring kann dann von einem federnden Element unter-  
stützt sein oder selbst aus einem elastischen Material  
geformt sein.

**[0020]** Ebenfalls zur Geräuschdämpfung dient ein  
Dämpfungselement 6, welches in diesem Ausführungs-  
beispiel als Elastomerringe ausgeführt ist. Er verhindert,  
dass beim Pendeln des Kolbens der freie Schenkel des  
L-förmigen Dichtungselements an das Kolbenteil 2a ge-  
drückt wird, denn dies würde Geräusche erzeugen. Der  
Elastomerring wird bei im Falle der Taumelbewegung,  
bzw. Auslenkung des Kolbens aus der Zylindermitt-  
e im Bereich der elastischen Verformung zusammenge-  
drückt. Die dafür verwendete Energie stammt aus der  
Taumelbewegung, die somit abgedämpft wird.

**[0021]** Um die Montage von Dichtungselement und  
Führungselement zu vereinfachen, ist zwischen diesen  
ein Abstandshalter 7 eingelegt.

**[0022]** Zur Verbesserung der Funktion als Kolben-  
vakuumpumpe einerseits und zur verbesserten Führung  
andererseits ist an demjenigen Kolbenende, welches  
dem Kompressionsraum abgewandt ist, eine zweite  
Dichtungsanordnung spiegelbildlich angeordnet. Auch  
sie besitzt ein Führungselement 21 und ein L-förmiges  
Dichtungselement 20.

**[0023]** Vereinfachungen der Dichtungsanordnung  
sind denkbar. So ist es möglich, ein einstückiges Bauteil  
zu konstruieren, welches die Funktion von Dichtungsele-  
ment und Führungselement übernimmt. Solch ein nicht  
zur Erfindung gehörendes Bauteil ist der zweiten Abbil-  
dung gezeigt. Das Bauteil 25 ist ringförmig und besitzt  
einen dreischenkligen Querschnitt. Einer dieser Schen-  
kel 28 wirkt als Halteabschnitt, mit dem das Bauteil am  
Kolben gehalten werden kann. Ein zweiter Schenkel 26  
dient als Dichtungselement und besitzt einen maximalen  
Durchmesser D. Der dritte Schenkel 27 übernimmt die  
Funktion des Führungselements. Sein maximaler Durch-  
messer F ist kleiner als der maximale Durchmesser D  
des Schenkels 26. Dadurch ist gesichert, dass der  
Schenkel 27 nur bei den Pendelbewegungen in Berüh-  
rung mit der Zylinderinnenwand gelangt. Die Steifigkeit  
des Schenkels 26 ist geringer als die des Schenkels 27,  
wobei dieser weich genug ist, um eine elastisch federnde  
und dämpfende Wirkung zu besitzen.

**[0024]** Eine Verbesserung des Ausführungsbeispiel

zeigt die Abbildung 3. Im oberen Teil a) der Abbildung ist ein Schnitt durch den Kolbendeckel 2b entlang der Kolbenachse gezeigt. In Kolbenbolzenaugen 32 ist ein Kolbenbolzen 33 gehalten, welcher durch das Auge eines Pleuels 31 gesteckt und dort beispielweise durch ein nichtgezeigtes Wälzlager drehbar gelagert ist. In der Abbildung sind oberhalb des Kolbendeckels durch Pfeile die Bewegungen des Kolbens angedeutet: Zum einen die ideale, lineare Bewegung L (links) und zum anderen die reale Taumelbewegung T (rechts). Teil b) der Abbildung zeigt den Schnitt entlang der Linie A-A durch den Kolbendeckel. Die kleinen Pfeile deuten die Stellen der Hauptbelastung an, die durch die Taumelbewegung T erzeugt wird. In beiden Abbildungsteilen a) und b) bezeichnet 3 das kreisförmige, L-förmige Dichtungselement und 6 das als Elastomerring ausgeführte Dämpfungselement. Bei Einsetzen der Taumelbewegung wird das L-förmige Dichtelement hauptsächlich an den mit den Pfeilen in Abbildungsteil b) markierten Stellen in Richtung Mitte des Kolbendeckels gedrückt. Dabei berührt es bei entsprechend starker Auslenkung das Dämpfungselement 6, welches im elastischen Bereich verformt wird. Die Verbesserung liegt darin, mindestens eine Ausfräsung 34 entlang des Umfangs der kreisförmigen Nut vorzusehen, in der das Dämpfungselement geführt ist. Diese Ausfräsung schafft einen Raum, in den sich das Dämpfungselement während der Verformung ausdehnen kann. Ohne diesen Raum kann es zu einer Klemmung kommen, d.h. das Dämpfungselement füllt den Spalt zwischen Nutinnerem und L-förmigem Dichtungselement komplett aus und sorgt dadurch für ein hohe Anpressung des Dichtelements an die Zylinderinnenwand. Im Beispiel sind zwei sekantenartige Ausfräsungen gezeigt, die entlang des Umfangs um 90 Grad gegenüber den Hauptbelastungsstellen versetzt sind.

#### Patentansprüche

1. Dichtungsanordnung für ein Zylinder-Kolben-System einer Hubkolbenvakuumpumpe zum Abdichten zwischen einer Zylinderinnenwand und einem in dem Zylinder (1) verschiebbar gelagerten Kolben (2a, 2b, 2c) mit mindestens einem L-förmig ausgebildeten ringförmigen Dichtungselement (3), wobei ein Schenkel des L-förmigen Dichtungselements zur statischen Abdichtung am Kolben fixiert gelagert ist und der andere, freie Schenkel des Dichtungselements dynamisch abdichtend an der Zylinderinnenwand anliegt, **dadurch gekennzeichnet, dass** am Kolben als eigenständiges Bauteil ein ringförmiges Führungselement (4) zwischen Kolben und Zylinder auf der von einem Kompressionsraum (5) abgewandten Seite des Dichtungselements angeordnet ist, welches einen mehrschenkeligen Querschnitt aufweist und dessen einer Schenkel zur Sicherung der axialen Position des Führungselements am Kolben (2a, 2b, 2c) befestigt ist.

2. Dichtungsanordnung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwischen Kolben (2a, 2b, 2c) und freiem Schenkel des L-förmigen Dichtungselements ein Dämpfungselement (6) angeordnet ist.
3. Dichtungsanordnung nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Dämpfungselement (6) in einer kreisförmigen Nut angeordnet ist, die mindestens eine Abfräsung (34) aufweist.
4. Dichtungsanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** auf der dem Kompressionsraum (5) abgewandten Seite am Ende des Kolbens (2a, 2b, 2c) eine zweite ringförmige Dichtung (20) mit L-förmigem Querschnitt angeordnet ist, wobei ein Schenkel des L frei und in von dem Kompressionsraum abgewandter Richtung orientiert ist.
5. Dichtungsanordnung nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** am Kolben (2a, 2b, 2c) zwischen Kompressionsraum (5) und der zweiten Dichtung (20) ein zweites ringförmiges Führungselement (21) zwischen Kolben und Zylinderinnenwand angeordnet ist.
6. Dichtungsanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steifigkeit des Führungselements (4) einerseits höher als die des L-förmigen Dichtungselements aber andererseits gering genug ist, eine elastisch federnde Funktion zu gewährleisten.
7. Dichtungsanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Durchmesser F des Führungselements (4) kleiner als der innere Durchmesser Z des Zylinders (1) ist.

8. Dichtungsanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwischen Dichtungselement (3) und Führungselement (4) ein ringförmiger Abstandshalter (7) angeordnet ist.

#### Claims

1. Sealing arrangement for a cylinder-piston system of a piston vacuum pump for effecting sealing between a cylinder inner wall and a piston (2a, 2b, 2c) mounted displaceably in the cylinder (1), comprising at least one annular sealing element (3) of an L-shaped construction, wherein one limb of the L-shaped sealing element for static sealing is mounted in a fixed manner on the piston and the other, free limb of the sealing element abuts against the cylinder inner wall in dynamically sealing manner, **characterized in that** there is disposed as an independent compo-

ment on the piston at the side of the sealing element remote from a compression space (5) an annular guide element (4) between piston and cylinder, which has a multi-limbed cross section and one limb of which is fastened to the piston (2a, 2b, 2c) in order to secure the axial position of the guide element.

2. Sealing arrangement according to claim 1, **characterized in that** disposed between piston (2a, 2b, 2c) and free limb of the L-shaped sealing element is a damping element (6).
3. Sealing arrangement according to claim 2, **characterized in that** the damping element (6) is disposed in a circular groove that has at least one milled-off portion (34).
4. Sealing arrangement according to one of the preceding claims, **characterized in that** disposed on the end of the pistons (2a, 2b, 2c) at the side remote from the compression space (5) is a second annular seal (20) with an L-shaped cross section, wherein one limb of the L is free and oriented in a direction remote from the compression space.
5. Sealing arrangement according to claim 3, **characterized in that** disposed on the piston (2a, 2b, 2c) between compression space (2) and the second seal (20) is a second annular guide element (21) between piston and cylinder inner wall.
6. Sealing arrangement according to one of the preceding claims, **characterized in that** the stiffness of the guide element (4) is on the one hand greater than that of the L-shaped sealing element but on the other hand low enough to guarantee a flexibly resilient function.
7. Sealing arrangement according to one of the preceding claims, **characterized in that** the diameter F of the guide element (4) is smaller than the inside diameter Z of the cylinder (1).
8. Sealing arrangement according to one of claims 1 to 6, **characterized in that** an annular spacer (7) is disposed between sealing element (3) and guide element (4).

## Revendications

1. Dispositif d'étanchéité pour un système de piston et cylindre d'une pompe à vide à piston alternatif destiné à assurer l'étanchéité entre la paroi interne d'un cylindre (1) et un piston (2a, 2b, 2c) monté mobile dans ledit cylindre (1), comprenant au moins une bague d'étanchéité (3) en L dont une branche est fixée au piston pour assurer l'étanchéité statique et

dont l'autre branche, libre, est placée au contact de la paroi interne du cylindre en assurant l'étanchéité dynamique, **caractérisé en ce qu'il** est monté sur le piston, entre le piston et le cylindre, du côté de la bague d'étanchéité opposé à une chambre de compression (5), une bague de guidage (4) en tant que pièce indépendante présentant une section transversale à plusieurs branches dont l'une est fixée au piston (2a, 2b, 2c) afin de garantir le positionnement axial de ladite bague de guidage (4).

2. Dispositif d'étanchéité selon la revendication 1, **caractérisé en ce qu'un** élément amortisseur (6) est agencé entre le piston (2a, 2b, 2c) et la branche libre de la bague d'étanchéité en L.
3. Dispositif d'étanchéité selon la revendication 2, **caractérisé en ce que** l'élément amortisseur (6) est agencé dans une rainure circulaire présentant au moins un secteur (34) élargi à la fraise.
4. Dispositif d'étanchéité selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'il** est monté, à l'extrémité du piston (2a, 2b, 2c), du côté opposé à la chambre de compression (5), une seconde bague d'étanchéité (20) de section transversale en L, une branche du L étant libre et orientée dans le sens opposé à la chambre de compression.
5. Dispositif d'étanchéité selon la revendication 3, **caractérisé en ce que**, sur le piston (2a, 2b, 2c), entre la chambre de compression (5) et la seconde bague d'étanchéité (20), il est agencé une seconde bague de guidage (21) entre le piston et la paroi interne du cylindre.
6. Agencement de joint selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la raideur de la bague de guidage (4) est supérieure à celle de la bague d'étanchéité en L mais suffisamment faible pour assurer une fonction de ressort élastique.
7. Dispositif d'étanchéité selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le diamètre F de la bague de guidage (4) est inférieur au diamètre intérieur Z du cylindre (1).
8. Dispositif d'étanchéité selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, **caractérisé en ce qu'un** écarteur annulaire (7) est agencé entre la bague d'étanchéité (3) et la bague de guidage (4).

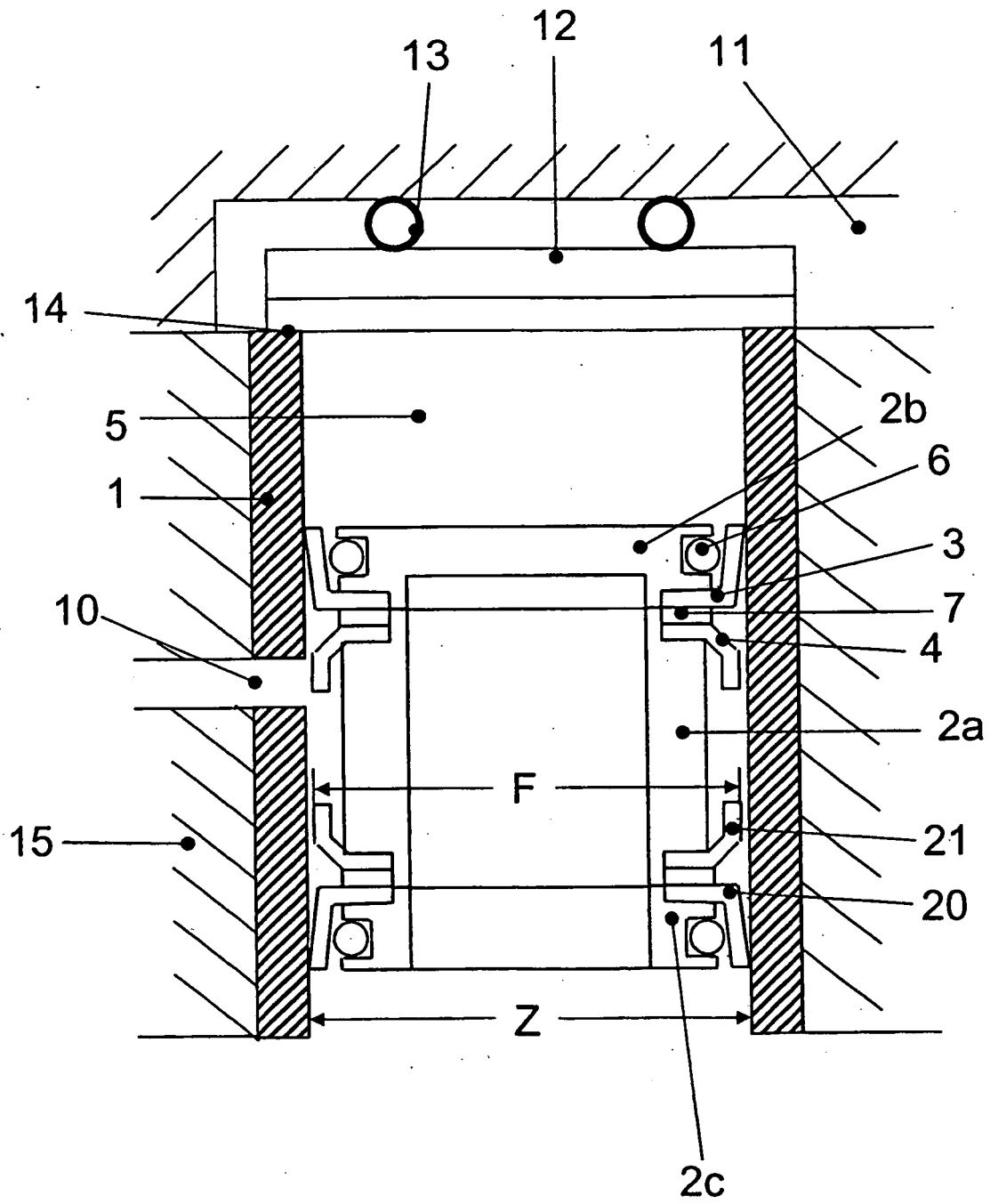
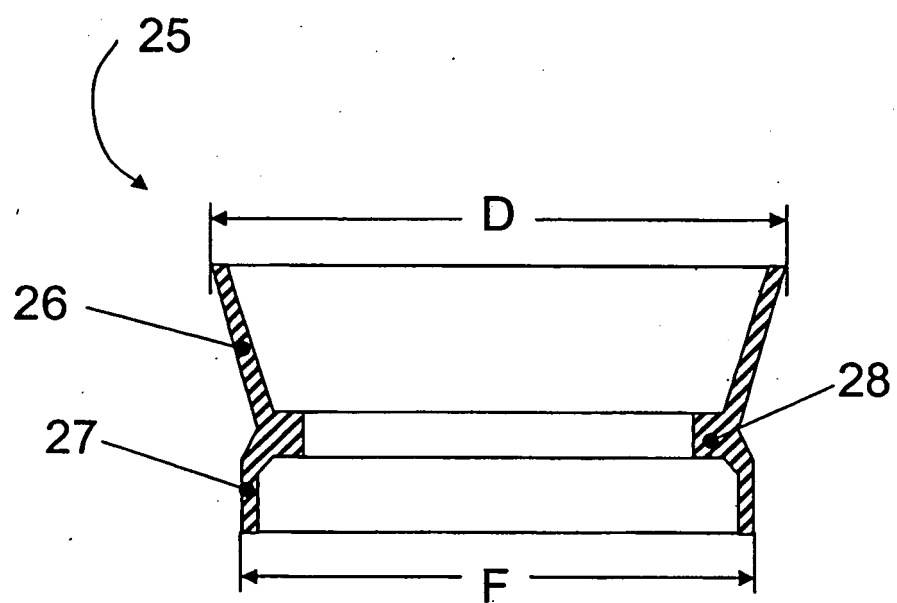
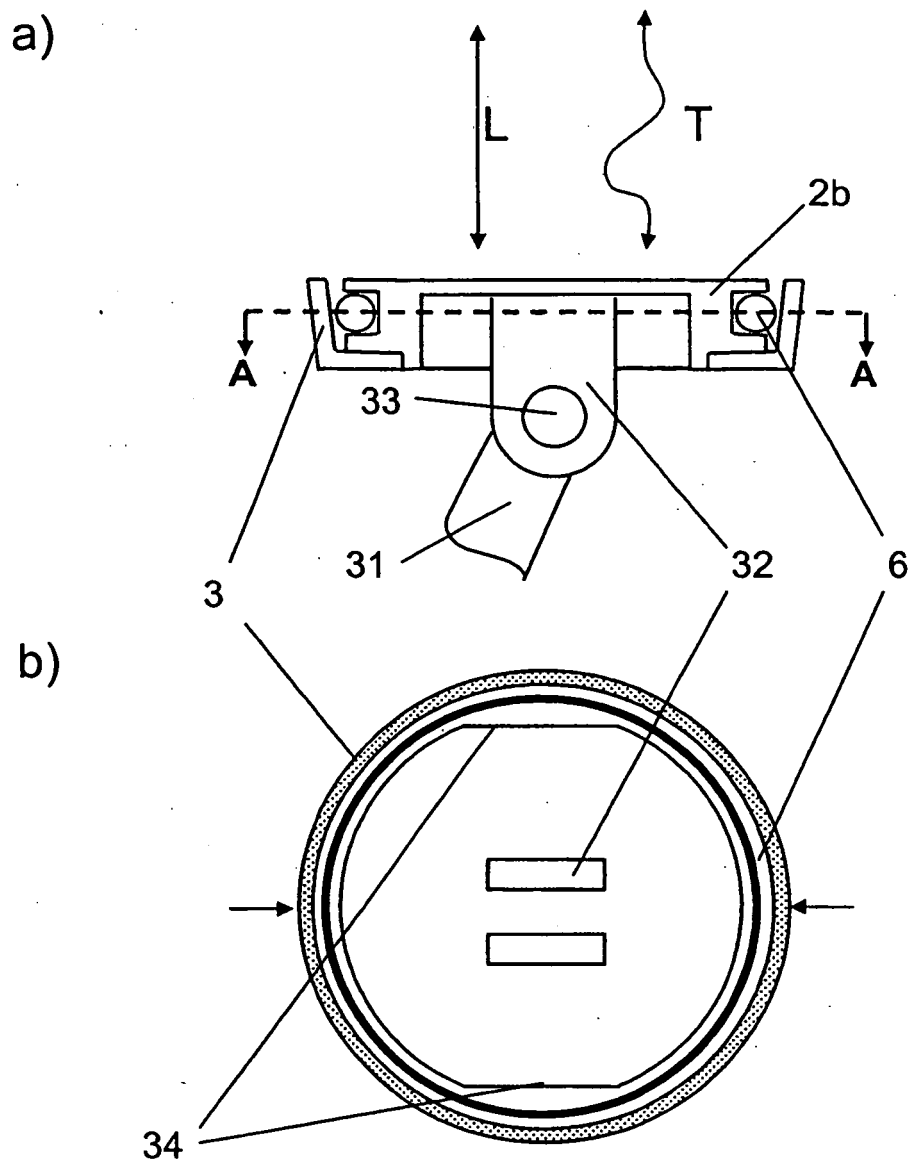


Fig. 1



**Fig. 2**





**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 10337298 A [0003]
- US 3343844 A [0005]
- US 3603215 A [0005]
- WO 9848170 A [0006]
- JP 7133866 A [0007]