



(19) Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



(11) Veröffentlichungsnummer : **0 396 898 B1**

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag der Patentschrift :  
**01.09.93 Patentblatt 93/35**

(51) Int. Cl.<sup>5</sup> : **F04B 21/04, F16J 1/00**

(21) Anmeldenummer : **90106187.9**

(22) Anmeldetag : **30.03.90**

(54) **Kolben für Kolbenmaschinen.**

(30) Priorität : **13.04.89 DE 3912213**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung :  
**14.11.90 Patentblatt 90/46**

(45) Bekanntmachung des Hinweises auf die  
Patenterteilung :  
**01.09.93 Patentblatt 93/35**

(84) Benannte Vertragsstaaten :  
**DE FR GB IT SE**

(56) Entgegenhaltungen :  
**DD-A- 73 453**  
**DE-A- 3 204 264**  
**US-A- 3 896 707**

(56) Entgegenhaltungen :  
**AUSZÜGE AUS DEN GEBRAUCHSMUSTERN,**  
**Jahrgang 8, Heft 28, 8. Juli 1971, München,**  
**Wila-Verlag für Wirtschaftswerbung München**  
**21**

(73) Patentinhaber : **Hydromatik GmbH**  
**Postfach 2260**  
**D-71150 Nufringen (DE)**

(72) Erfinder : **Wagenseil, Ludwig**  
**Reiherstrasse 20**  
**D-7917 Vöhringen (DE)**

(74) Vertreter : **Körber, Wolfhart, Dr.rer.nat. et al**  
**Patentanwälte Mitscherlich & Partner,**  
**Sonnenstrasse 33, Postfach 33 06 09**  
**D-80066 München (DE)**

**EP 0 396 898 B1**

Anmerkung : Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelebt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

## Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf einen Kolben nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Ein Kolben dieser Art ist in der DD-PS 73 453 beschrieben und dargestellt. Bei dieser bekannten Ausgestaltung ist das Füllstück zu seinem inneren Ende hin stufenförmig verjüngt, wobei der verjüngte Abschnitt ein Außengewinde trägt, mit dem das Füllstück in ein entsprechendes Innengewinde in der Wandung des Hohlraums des Hohlkörpers eingeschraubt und somit befestigt ist. Als Herausdreh sicherung dient ein achsparalleler Stift, der am freien Ende des Hohlkörpers und des Füllstücks in einer Position angeordnet ist, in der er die Trennfuge zwischen dem Füllkörper und dem Hohlkörper durchsetzt. Zur axialen Sicherung des Sicherungsstiftes dient ein am freien Ende des Hohlraums in einer Ringnut eingesetzter Radialfederring und eine zwischen diesem und dem Füllstück eingesetzte Tellerfeder, die so groß bemessen ist, daß ihr Umfangsrand sich vor dem zugewandten Stirnende des Sicherungsstiftes erstreckt. Der Sicherungsstift kann somit nicht axial aus seinem Aufnahmeloch herauswandern.

Diese bekannte Ausgestaltung ist sehr aufwendig und teuer, weil nicht nur ein Außen- und Innengewinde sowie das Aufnahmeloch für den Sicherungsstift anzubringen sind, sondern auch die Montage des Sicherungsstiftes durchgeführt werden muß. Außerdem ist die axiale Sicherung des Füllstücks unzureichend, weil sich aufgrund der unterschiedlichen Materialien und Wärmeausdehnungskoeffizienten des Hohlkörpers und des Füllstücks im Hinblick auf im Betrieb der Kolbenmaschine zu erwartende Temperaturschwankungen eine Lockerung im Gewinde einstellt, obwohl das Füllstück durch den Sicherungsstift gegen Herausschrauben axial gesichert ist.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen Kolben der eingangs genannten Art so auszustalten, daß bei Gewährleistung einer kostengünstig herstellbaren Ausgestaltung eine Lockerung des Füllstücks verhindert ist.

Diese Aufgabe wird durch die kennzeichnenden Merkmale des Anspruchs 1 gelöst.

Eine Lösung ähnlicher Art ist in der US-A 38 96 707 beschrieben. Ein stufenförmiges Füllstück wird am Kolbenende durch eine Tellerfeder kraftschlüssig in der Kolbenbohrung gehalten, wobei die Tellerfeder mit ihrer Konkavenseite an einem zentralen Vorsprung des Füllstückes anliegt und mit ihrem Rand unter Preßsitz gegen die Innenwandung der das Füllstück aufnehmenden Bohrung verpreßt ist. Ein zusätzliches Sicherungselement ist nicht vorhanden. Diese Ausführung ist zwar ebenfalls wenig aufwendig, jedoch wird sich die kraftschlüssige Befestigung bei Temperaturdifferenzen aufgrund unterschiedlicher Längendehnung der Bauteile lockern, da Längendehnungen unmittelbar Einfluß auf die Verklemmung der Tellerfeder gegenüber der Innenwand der Bohrung des Füllstückes haben, so daß bei dem praktischen Einsatz das Füllmaterial lose wird und durch Massenkräfte verschleißt kann.

Demgegenüber geht die Erfindung von der Erkenntnis aus, daß allein durch ein Federelement, welches in seiner Kraftausübung den Massenkräften des Füllstückes entgegenwirkt und somit Längenveränderungen durch Temperatureinfluß ausgleicht, eine Lockerung des Füllstücks im Hohlraum prinzipiell verhindert wird. Dabei ist das Füllstück nur durch die Vorspannkraft der Feder über das Sicherungselement gegen den Grund des Hohlraumes vorgespannt und somit gesichert und befestigt.

In den Unteransprüchen sind Weiterbildungen der Erfindung enthalten, die die Sicherung des Füllstücks weiter verbessern, zu einer kleinen und einfachen sowie kostengünstigen Bauweise führen und auch aus herstellungstechnischen Gründen von Vorteil sind.

Nachfolgend wird die Erfindung anhand von in einer Zeichnung dargestellten bevorzugten Ausführungsbeispielen näher erläutert. Es zeigt

- Fig. 1 einen erfindungsgemäß ausgestalteten Kolben im Axialschnitt;
- Fig. 2 und 3 abgewandelte Ausgestaltungen des Kolbens;
- Fig. 4 den Kolben nach Fig. 1 während seiner Herstellung.

Die wesentlichen Teile des allgemein mit 1 bezeichneten Kolbens sind der den Kolbenschaft 2 bildende zylindrische Hohlkörper 3, ein im Hohlraum 4 des Hohlkörpers 3 angeordnetes Füllstück 5 aus einem leichteren Material als das Material des Hohlkörpers 3, und eine Tellerfeder 6, die zwischen dem Füllstück 5 und einem Sicherungselement 8 am äußeren Ende des Hohlraums 4 bzw. dessen Öffnung 9 am freien Ende 7 des Kolbens 1 eingesetzt ist.

Der Hohlraum 4 wird durch eine Sackbohrung 11 gebildet, deren Grund 12 wie in Fig. 1 dargestellt kegelförmig oder auch rechtwinklig zur Mittelachse 13 des Kolbens 1 verlaufen kann. Das Füllstück 5 ist im Bereich seines inneren Endes an die Form des Grundes 12 angepaßt, wobei die innere Stirnfläche 14 am Grund 12 der Sackbohrung 11 anliegt. Die Länge 1 des Füllstücks 5 ist etwas geringer bemessen als die Länge L des Kolbenschaftes 2, so daß sein freies Ende 7 das äußere Ende des Füllstücks 5 überragt.

Am freien Ende 7 des Kolbens 1 abgewandten Ende ist ein Kolbenhals 15 und ein von diesem getragener Kolbenkopf 16 vorgesehen, der in einer kugelförmigen Ausnehmung 17 eines an sich bekannten Gleit-

schuhs 18 allseitig schwenkbar aufgenommen ist. Längs durch den Kolben 1 erstreckt sich ein axialer Schmierkanal 19 zum Gleitschuh 18.

Das Füllstück 5 ist mit möglichst wenig radialem Spiel in der Sackbohrung 11 aufgenommen. Es besteht beim vorliegenden Ausführungsbeispiel aus einer Aluminium-Legierung. Dabei kann das Füllstück 5 eingepresst oder vorzugsweise eingesetzt bzw. eingeschoben werden. Es empfiehlt sich, daß Füllstück 5 einzupressen, wodurch eine radial spielfreie Aufnahme auch dann gewährleistet ist, wenn aufgrund unterschiedlicher Abmessungen und/oder Ausdehnungskoeffizienten der Hohlkörper 3 sich radial geringfügig mehr ausdehnt als das Füllstück 5. Die in Fig. 4 in ihrer ursprünglichen Form dargestellte Tellerfeder 6, ist gemäß Fig. 1 zwischen dem Füllstück 5 und dem Sicherungselement 8 zu einer im wesentlichen flachen Form zusammengedrückt, wobei der zentrale Bereich der Tellerfeder 6 in Richtung des Pfeiles 21 gegen das Füllstück 5 drückt, während der Umfangsrund 22 der Tellerfeder 6 in der entgegengesetzten Richtung, vergl. Pfeile 23, am Sicherungselement 8 abgestützt ist. Die Spannkraft der Feder 6 ist größer bemessen als die Massenkraft, die sich aufgrund der Hin- und Herbewegung des Kolbens 1 unter Berücksichtigung seiner Geschwindigkeit und gegebenenfalls Beschleunigung im Betrieb der ihn aufweisenden Kolbenmaschine, insbesondere eine Axialkolbenmaschine, einstellt. Infolgedessen kann das Füllstück 5 selbst dann nicht vom Grund 12 der Sackbohrung 11 abheben, wenn das Füllstück 5 mit geringem radialem Spiel in der Sackbohrung 11 aufgenommen wäre. Aufgrund der vorbeschriebenen Spannkraft der Tellerfeder 6 ist das Füllstück 5 klapperfrei in der Sackbohrung 11 gehalten. Vorzugsweise ist der Abstand a zwischen der äußeren Stirnfläche 24 des Füllstücks 5 und dem Sicherungselement 8 geringfügig größer bemessen als die Dicke d der Tellerfeder 6, so daß im eingebauten Zustand ein Bewegungsspiel S zwischen der äußeren Stirnfläche 24 des Füllstücks 5 und dem Umfangsrund 22 der Tellerfeder 6 besteht. Das Bewegungsspiel S ist vorzugsweise so groß bemessen, daß bei einer axialen Längsausdehnung des Füllstücks 5, die größer ist als die des Hohlkörpers 3, das Füllstück 5 sich relativ zum Hohlkörper 3 innerhalb des Bewegungsspiels S auszudehnen vermag. Trotz dieses Bewegungsspiels S ist das Füllstück 5 aufgrund der Spannkraft der Tellerfeder 6 klapperfrei in der Sackbohrung 11 gehalten.

Beim vorliegenden Ausführungsbeispiel weist die Tellerfeder 6 ein zentrales rundes Loch 25 auf, dessen Durchmesser vorzugsweise dem Durchmesser der Schmierbohrung 19 entspricht. Die Feder 6 stellt bei einer Ausgestaltung mit oder ohne Loch 25 einen vorteilhaften Schutz für das äußere Ende bzw. die äußere Stirnfläche 24 des Füllstücks 5 dar, und zwar insbesondere einen Schutz gegen Kavitation im Betrieb des Kolbens 1. Ein solcher Schutz kann bei einem Füllstück 5 aus Aluminium durch Härtbeschichtung weiter verbessert werden, wodurch die äußere Stirnfläche 24 oder insbesondere der innere Umfangsrund und die Wandung der Schmierbohrung 19 des Füllstücks 5 härter bzw. verschleißfester werden.

Für das Sicherungselement 8 gibt es mehrere vorteilhafte Ausgestaltungen. Gemäß Fig. 1 wird das Sicherungselement 8 durch eine Bördelung 31 des das äußere Ende des Füllstück 5 überragenden Randes 32 des Hohlkörpers 3 gebildet, wobei die Bördelung 31 den Außenumfang der Tellerfeder 6 hintergreift.

Es ist auch möglich, daß Füllstück 5 durch ein Schraubteil 33 zu sichern, das mit einem Außengewinde in ein Innengewinde der Sackbohrung 11 oder einer Stufenausnehmung am freien Ende des zylindrischen Hohlkörpers 3 eingeschraubt ist und dabei vorzugsweise mit der freien Stirnseite des Kolben 1 abschließt (Fig. 2). Sofern eine Schmierbohrung 19 im Kolben 1 vorhanden ist, weist auch das Schraubteil 33 eine zentrale Bohrung 34 entsprechenden Querschnitts auf. Das Schraubteil 33, an dem wenigstens ein von außen zugängliches, nicht dargestelltes Angriffselemente, z.B. zwei einander diametral gegenüberliegende Sacklöcher, vorgesehen ist, kann soweit in den Hohlkörper 3 eingeschraubt werden, daß das Füllstück 5 gegen den Grund 12 gespannt wird. Vorzugsweise beläßt man jedoch auch zwischen dem Schraubteil 33 und dem Füllstück 5 ein in der Dicke d der Tellerfeder 6 entsprechenden Abstand mit Bewegungsspiel S. In dieser Stellung kann das Schraubteil 33 an einer Schulter oder dergleichen der Sackbohrung 11 anliegen und durch Anzug geklemmt sein, oder es kann auf eine sonstige Weise in dieser Position gesichert werden, z.B. mittels einem für diesen Zweck bekannten Mittel wie Loctite. Es empfiehlt sich, das Schraubteil 33 in Form einer Innenmutter mit selbsthemmendem Gewinde auszuführen.

Beim Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 3 ist das Sicherungselement 8 durch einen Radialfederring 35 gebildet, der in eine Nut 36 in der Wandung der Sackbohrung 11 eingesetzt ist. Auch bei diesem Ausführungsbeispiel ist vorzugsweise ein der Dicke d der Tellerfeder 6 entsprechender Abstand mit Bewegungsspiel S zwischen dem Radialfederring 35 und dem Füllstück 5 vorhanden. Die Tellerfedern 6 sind bei allen vorbeschriebenen Ausführungsbeispielen von gleicher Ausgestaltung.

Die Oberflächenbehandlung des Kolbens 1 bzw. seines Kolbenschaftes 2 nach Fig. 1 erfolgt vorzugsweise nach folgenden Behandlungs- bzw. Herstellungsschritten.

- 55 1. Drehen des Kolbens 1.
2. Füllstück 5 eindrücken bzw. einpressen.
3. Einbördeln der Tellerfeder 6, vorzugsweise durch Walzen des die Tellerfeder 6 überragenden Randes 32 des Hohlkörpers 3.

4. Gesamte Außenkontur des Kolbens 1 schleifen.  
 5. Kolben 1 bzw. Kolbenschaft 2 nitrieren.  
 6. Mantelfläche 37 und Kolbenkopf 16 des Kolbens 1 bzw. des Kolbenschaftes 2 und Kolbenkopf 16 fein-schleifen.
- 5 Dabei erfolgt das Bördeln durch Walzen, vorzugsweise wie folgt.  
 3.1 Andrücken der Tellerfeder 6 gegen das Füllstück 5 mit einem Bolzen 41, der axial von außen gegen die Tellerfeder 6 und das Füllstück 5 gedrückt wird, wie es in Fig. 4 dargestellt ist, wobei die Tellerfeder 6 flach zusammengedrückt wird.  
 3.2 Tellerfeder 6 durch Anwalzen fixieren.
- 10 3.3 Fertigwalzen und Bördeln, vorzugsweise mit einer seitlich bzw. radial an den Kolben 1 heranfahrbaren Formwalze 42 mit schräger Walz- bzw. Andrückkontur 43 gemäß Fig. 4.  
 Der Durchmesser  $d_1$  des Bolzens 41 ist geringfügig kleiner zu bemessen als die von der Bördelung 31 be-grenzte Öffnung 9 am freien Ende des Kolbens 1 bzw. Kolbenschaftes 2.  
 Der Kolben 1 ist einstückig ausgeführt und besteht aus Stahl, insbesondere legiertem Stahl.
- 15

### Patentansprüche

1. Kolben (1) für Kolbenmaschinen, bestehend aus einem zumindest an seinem freien Ende(7) offenen Hohl-körper (3) mit einem axialen Hohlraum (4), in dem sich ein letzteren wenigstens teilweise ausfüllendes Füllstück (5) aus einem spezifisch leichteren Material als das Material des Kolbens (1) befindet, wobei das Füllstück (5) im Hohlraum (4) befestigt und durch ein am freien Ende des Hohlkörpers (3) angeordnetes Sicherungselement (8) und eine zwischen dem Sicherungselement (8) und dem Füllstück (5) angeordnete Feder (6) im Hohlraum (4) axial gesichert ist,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
 daß das Füllstück (5) axial in den Hohlraum (4) eingebracht ist und die axiale Sicherung und Befestigung allein durch die als Tellerfeder ausgebildete Feder (6) erfolgt, die in einer mit ihrem convexen Bereich am Füllstück (5) anliegenden Stellung eingesetzt ist und durch das Sicherungselement (8) mit einer Kraft vor-gespannt ist, welche die im Funktionsbetrieb des Kolbens auftretenden Massenträgheitskräfte des Füll-stucks übersteigt.
2. Kolben nach Anspruch 1,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
 daß das Füllstück (5) in den Hohlraum (4) eingeschoben, vorzugsweise mit radialer Spannung eingepreßt ist.
3. Kolben nach einem der Ansprüche 1 oder 2,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
 daß zwischen dem Umfangsrand (22) der Tellerfeder (6) und dem Füllstück (5) ein axiales Bewegungs-spiel (S) vorhanden ist.
4. Kolben nach einem der Ansprüche 1 bis 3  
**dadurch gekennzeichnet,**  
 daß das Sicherungselement (8) durch eine Einbördelung (31) des die Feder (6) überragenden Randes (32) des Hohlkörpers (3) gebildet ist.
5. Kolben nach einem der Ansprüche 1 bis 4,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
 daß das Sicherungselement (8) durch ein in das freie Ende des Hohlkörpers (3) eingeschraubtes Schraub-teil (33) gebildet ist.
6. Kolben nach einem der Ansprüche 1 bis 5,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
 daß das Sicherungselement (8) ein in einer Nut (36) der Wand des Hohlraums (4) eingesetzter Radialfe-derring (35) ist.
7. Kolben nach einem der Ansprüche 1 bis 6,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
 daß im Kolben (1) und im Füllstück (5) ein axialer Schmierkanal (19) verläuft, und daß in der Feder, in

der Tellerfeder (6) und/oder im Schraubteil (33) ein mit dem Schmierkanal (19) koaxiales Loch (25, 34) vorzugsweise gleichen Querschnitts vorgesehen ist.

8. Kolben nach einem der Ansprüche 1 bis 7,  
 dadurch gekennzeichnet,  
 5 daß wenigstens das äußere Ende des Füllstücks (5), und die Wandung des Schmierkanals (19), vorzugsweise das Füllstück (5) insgesamt, oberflächengehärtet, eloxiert oder härtebeschichtet ist.

10 **Claims**

1. A piston (1) for piston machines, comprising a hollow body (3), open at least at its free end (7), having an axial cavity (4) in which there is a filler piece (5) at least partly filling the latter and consisting of a material of lower specific gravity than the material of the piston (1), the filler piece (5) being secured in the cavity (4) and being held axially in the cavity (4) by a locking element (8) arranged at the free end of the hollow body (3) and a spring (6) arranged between the locking element (8) and the filler piece (5), characterised in that the filler piece (5) is inserted axially into the cavity (4) and the axial securing and locking is effected solely by the spring (6) which is formed as a plate spring which is inserted in a position in which its convex region abuts the filler piece (5) and is pretensioned by the locking element (8) with a force that exceeds the inertial forces of the filler piece occurring during operation of the piston.  
 15
2. A piston according to claim 1, characterised in that the filler piece (5) is pushed into the cavity (4), and preferably pressed thereinto with radial tension.  
 20
3. A piston according to any one of claims 1 or 2, characterised in that between the peripheral edge (22) of the plate spring (6) and the filler piece (5) there is axial clearance (S).  
 25
4. A piston according to any one of claims 1 to 3, characterised in that the locking element (8) is provided by flanging (31) the edge (32) of the hollow body (3) which projects beyond the spring (6).  
 30
5. A piston according to any one of claims 1 to 4, characterised in that the locking element (8) is formed by a screw part (33) screwed into the free end of the hollow body (3).  
 35
6. A piston according to any one of claims 1 to 5, characterised in that the locking element (8) is a radial spring washer (35) inserted in a groove (36) in the wall of the cavity (4).  
 40
7. A piston according to any one of claims 1 to 6, characterised in that an axial lubricating passage (19) extends in the piston (1) and in the filler piece (5), and a hole (25, 34) coaxial with the lubricating passage (19) and preferably of the same cross-section, is provided in the spring, in the plate spring (6) and/or in the screw part (33).  
 45
8. A piston according to any one of claims 1 to 7, characterised in that at least the outer end of the filler piece (5) and the wall of the lubricating passage (19), preferably the entire filler piece (5), is surface hardened, anodized or hardness coated.

45 **Revendications**

1. Piston (1) pour machines à pistons, constitué par un corps creux (3) ouvert au moins à son extrémité libre (7) avec une cavité axiale (4) dans laquelle se trouve une pièce de remplissage (5) en matière plus légère que la matière du piston (1) et remplitant au moins partiellement ladite cavité (4), la pièce de remplissage (5) étant fixée dans la cavité (4) et étant bloquée axialement dans la cavité (4) par un élément de fixation (8) disposé à l'extrémité libre du corps creux (3) et par un ressort (6) disposé entre l'élément de fixation (8) et la pièce de remplissage (5),  
 50 caractérisé en ce que la pièce de remplissage (5) est engagée axialement dans la cavité (4) et en ce que le blocage axial et la fixation ont lieu seulement au moyen du ressort (6) qui est sous la forme d'un ressort à disque et qui est inséré en une position dans laquelle il est en contact par sa face convexe avec la pièce de remplissage (5) et est précontraint par l'élément de fixation (8) avec une force qui dépasse les forces massiques d'inertie de la pièce de remplissage au cours du fonctionnement du piston.  
 55

2. Piston selon la revendication 1, caractérisé en ce que la pièce de remplissage (5) est insérée par pression dans la cavité (4), de préférence avec une contrainte radiale.
3. Piston selon une des revendications 1 ou 2, caractérisé en ce qu'un jeu de mouvement axial (S) existe entre le bord périphérique (22) du ressort à disque (6) et la pièce de remplissage (5).
4. Piston selon une des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que l'élément de fixation (8) est constitué par un rétreint (31) du bord (32) du corps creux (3) dépassant au delà du ressort (6).
5. Piston selon une des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que l'élément de fixation (8) est constitué par une pièce filetée (33) vissée dans l'extrémité libre du corps creux (3).
- 10 6. Piston selon une des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que l'élément de fixation (8) est une bague élastique radiale (35) engagée dans une gorge (36) de la paroi de la cavité (4).
- 15 7. Piston selon une des revendications 1 à 6, caractérisé en ce qu'un canal axial de graissage (19) s'étend dans le piston (1) et dans la pièce de remplissage (5), et en ce qu'il est prévu dans le ressort, dans le ressort à disque (6) et/ou dans la pièce filetée (33) un trou (25, 34) coaxial au canal de graissage (19) ayant de préférence la même section.
- 20 8. Piston selon une des revendications 1 à 7, caractérisé en ce qu'au moins l'extrémité extérieure de la pièce de remplissage (5) et la paroi du canal de de graissage (19), de préférence la totalité de la pièce de remplissage (5), sont trempées superficiellement, ou traitées par oxydation électrolytique ou revêtues d'un revêtement dur.

25

30

35

40

45

50

55

FIG.1

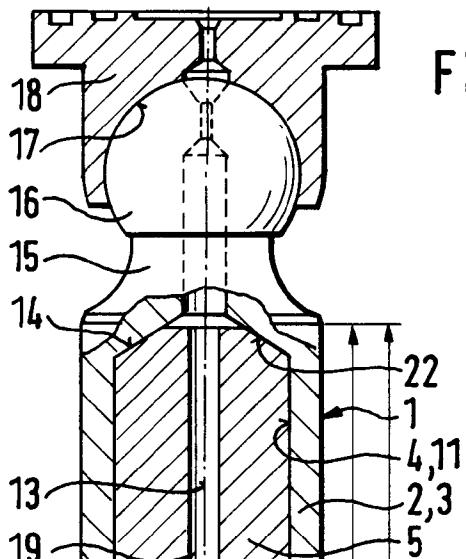


FIG.2

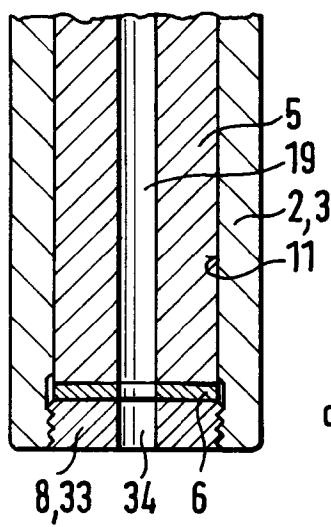


FIG.3

