



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



(11) **EP 1 241 346 A2**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
**18.09.2002 Patentblatt 2002/38**

(51) Int Cl.7: **F02M 47/02**

(21) Anmeldenummer: **02003421.1**

(22) Anmeldetag: **14.02.2002**

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU  
MC NL PT SE TR**  
Benannte Erstreckungsstaaten:  
**AL LT LV MK RO SI**

(71) Anmelder: **ROBERT BOSCH GMBH**  
**70442 Stuttgart (DE)**

(72) Erfinder: **Boecking, Friedrich**  
**70499 Stuttgart (DE)**

(30) Priorität: **14.03.2001 DE 10112147**

(54) **Ventil zum Steuern von Flüssigkeiten**

(57) Die vorliegende Erfindung betrifft ein Ventil (1) zum Steuern von Flüssigkeiten mit einem Piezoaktor (2) und einem hydraulischen Übersetzer (3). Der hydraulische Übersetzer (3) besteht aus einem ersten Kolben (4), einem zweiten Kolben (5) und einem zwischen den beiden Kolben angeordneten, mit Fluid gefüllten Druckraum (6). Weiter ist ein Steuerventil (15) und eine Befüllvorrichtung (11, 12) zum Ersetzen des durch Leckage bedingten Fluidverlusts im Druckraum (6) vorgesehen. Die Befüllvorrichtung weist einen mit Fluid gefüllten Befüllraum (11) auf und Leckverluste im Druckraum (6) werden bei einer Rückstellbewegung des hydraulischen Übersetzers (3) aufgrund einer durch den ersten Kolben (4) mittelbar oder unmittelbar erzeugten Verdrängungswirkung im Befüllraum (11) durch Fluid aus dem Befüllraum (11) ersetzt.

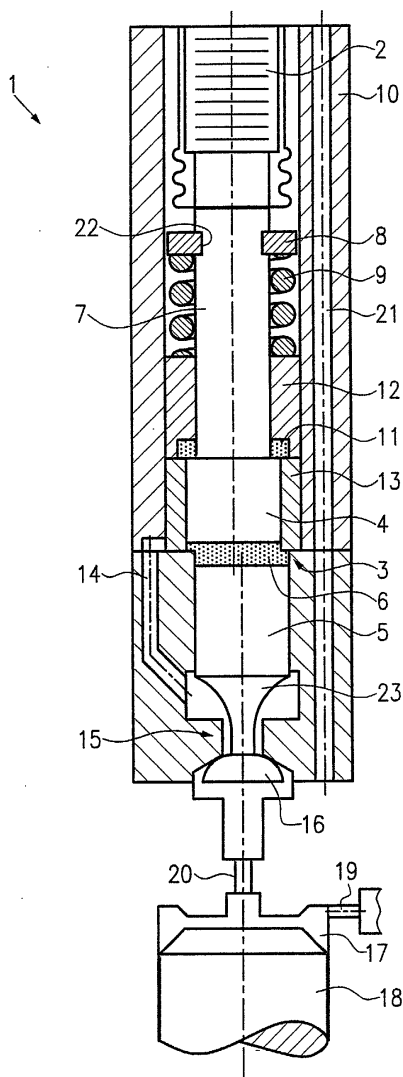


Fig.1

EP 1 241 346 A2

## Beschreibung

### Stand der Technik

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Ventil zum Steuern von Flüssigkeiten mit einem hydraulischen Übersetzer und einer Befüllvorrichtung zum Ersetzen des durch Leckage bedingten Fluidschwundes am hydraulischen Übersetzer. Insbesondere betrifft die vorliegende Erfindung einen Injektor mit einem Piezoaktor für ein druckgesteuertes Common-Rail-System.

**[0002]** Bei Kraftstoffeinspritzsystemen mit Piezoaktoren wird häufig ein die Bewegung der Düsennadel steuerndes Steuerventil nicht direkt, sondern über einen hydraulischen Übersetzer gesteuert. Dieser Übersetzer hat zum einen die Aufgabe einer Verstärkung des Hubes des Piezoaktors und zum anderen die Aufgabe einer Entkopplung des Steuerventils von einer statischen Temperaturdehnung des Aktors während des Betriebes. Für eine exakte Funktion des hydraulischen Übersetzers muss dieser immer vollständig befüllt sein, da ansonsten der Hub des Piezoaktors nicht oder nur unvollständig übersetzt würde. Da bei jeder Ansteuerung des hydraulischen Übersetzers ein Teil des im Übersetzer befindlichen Fluids (in der Regel Kraftstoff) über Leckspalte aus diesem herausgedrückt wird, muss er zwischen den Einspritzungen jeweils wieder befüllt werden. Diese Wiederbefüllung kann beispielsweise derart realisiert werden, dass über eine entsprechende Anordnung von Drosseln der Raildruck des Systems gedrosselt wird und für eine Befüllung des hydraulischen Übersetzers abgegriffen wird. Dabei kann der Befülldruck entweder vom Raildruck abhängig sein oder durch ein entsprechendes Rückschlagventil auf einem konstanten Druck gehalten werden.

**[0003]** Bei der oben erläuterten Art der Befüllung ergeben sich jedoch mehrere Probleme. Zum einen ergibt sich über die dargestellte Anordnung eine permanente Leckage, welche sich zu der durch die Ansteuerung des hydraulischen Übersetzers auftretenden Leckage hinzuaddiert und damit zu einer erhöhten Gesamtleckage führt. Dadurch sinkt der Wirkungsgrad der Einspritzung. Weiterhin ist eine derartige Anordnung vergleichsweise teuer, da sie einen Filter erfordert, um eine Verschmutzung und damit ein Zusetzen des hydraulischen Übersetzers zu verhindern. Weiterhin müssen die Drosseln zum Drosseln des Raildrucks mit einer hohen Genauigkeit gefertigt werden, um eine genaue Befüllung des hydraulischen Übersetzers zu ermöglichen. Dadurch wird die bekannte Befüllvorrichtung sehr teuer.

### Vorteile der Erfindung

**[0004]** Das erfindungsgemäße Ventil zum Steuern von Flüssigkeiten mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 hat dem gegenüber den Vorteil, dass die Befüllung eines Druckraums des hydraulischen Übersetzers gleichzeitig mit der Rückstellung des hydraulischen

Übersetzers in dessen Ausgangslage erfolgt. Dabei erzeugt ein erster Kolben des hydraulischen Übersetzers mittelbar oder unmittelbar eine Verdrängungswirkung in einem Befüllraum einer Befüllvorrichtung. Durch die Rückstellung des ersten Kolbens wird Fluid aus dem Befüllraum verdrängt und dem Druckraum des hydraulischen Übersetzers zugeführt, um die dort aufgetretenen Leckverluste auszugleichen. Dadurch kann erfindungsgemäß eine besonders einfach und kompakt aufgebaute Befüllvorrichtung bereitgestellt werden, welche nur eine geringe Anzahl von Einzelteilen aufweist, da insbesondere der erste Kolben des hydraulischen Übersetzers als Betätigungselement der Befüllvorrichtung genutzt werden kann. Weiterhin treten erfindungsgemäß keine zusätzlichen Leckverluste auf. Demnach wird erfindungsgemäß eine im Ventil integrierte Befüllungspumpe für den hydraulischen Übersetzer bereitgestellt, welche eine minimale Teileanzahl aufweist und bei jeder Rückstellung des hydraulischen Übersetzers den Druckraum wiederbefüllt. Somit steht für jeden Einspritzvorgang ein konstant gefüllter Druckraum bereit.

**[0005]** Um eine besonders kompakte Befüllvorrichtung bereitzustellen, ist der Befüllraum der Befüllvorrichtung vorteilhaft unmittelbar an der dem Piezoaktor zugewandten Seite des ersten Kolbens angeordnet. Dadurch kann der erste Kolben bei seiner Rückstellung in seine Ausgangslage unmittelbar Fluid aus dem Befüllraum verdrängen und somit die Leckverluste im Druckraum ausgleichen.

**[0006]** Um eine einfache Herstellbarkeit des Befüllraums zu ermöglichen; ist dieser vorzugsweise ringförmig ausgebildet.

**[0007]** Gemäß einer anderen bevorzugten Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung ist der Befüllraum von einem Befüllergehäuse umgeben. Besonders bevorzugt ist dabei der Befüllraum durch eine im Befüllergehäuse gebildete Aussparung gebildet.

**[0008]** Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung ist der erste Kolben in einer zylinderringförmigen Hülse angeordnet.

**[0009]** Vorzugsweise erfolgt eine Rückstellung des hydraulischen Übersetzers mittels einem zwischen dem Piezoaktor und dem hydraulischen Übersetzer angeordneten Federelement.

**[0010]** Besonders bevorzugt stützt sich das Federelement dabei am Befüllergehäuse ab. Dadurch stellt das Federelement gleichzeitig auch eine Abdichtung zwischen dem Befüllergehäuse und der zylinderrörmigen Hülse des ersten Kolbens bereit.

**[0011]** Vorteilhaft ist zwischen dem Piezoaktor und dem ersten Kolben ein Zwischenkolben angeordnet, an welchem ein scheibenförmiges Element angeordnet ist. Das scheibenförmige Element ist dabei als Federsitz für das Federelement ausgebildet. Dadurch erfolgt eine Rückstellung des hydraulischen Übersetzers über das scheibenförmige Element und den Zwischenkolben, welcher fest mit dem ersten Kolben verbunden ist.

**[0012]** Besonders bevorzugt ist das scheibenförmige

Element als Sprengring ausgebildet, welcher in einer im Zwischenkolben gebildeten Nut angeordnet ist. Dadurch kann ein besonders einfacher Aufbau erreicht werden.

**[0013]** Vorzugsweise ist ein Leckfluidleitung im Bereich des ersten Kolbens vorgesehen, um das Leckfluid vom hydraulischen Übersetzer abzuführen.

**[0014]** Das erfindungsgemäße Ventil kann besonders bevorzugt in einem Speichereinspritzsystem wie z.B. einem Common-Rail-System verwendet werden.

#### Zeichnung

**[0015]** Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung wird in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Es zeigt:

Figur 1 eine Schnittdarstellung eines Kraftstoffeinspritzventils mit einer Befüllvorrichtung gemäß einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung.

#### Beschreibung des Ausführungsbeispiels

**[0016]** Fig. 1 zeigt ein Ventil zum Steuern von Flüssigkeiten gemäß einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung im Schnitt. Das Ventil 1 umfasst ein Gehäuse 10, in welchem ein Piezoaktor 2, ein hydraulischer Übersetzer 3 und ein Steuerventil 15 angeordnet sind.

**[0017]** Der hydraulische Übersetzer 3 besteht aus einem ersten Kolben 4, einem zweiten Kolben 5 und einem zwischen den beiden Kolben 4, 5 angeordneten Druckraum 6. Der erste Kolben 4 steht dabei über einen Zwischenkolben 7 mit dem Piezoaktor 2 in Verbindung. Der zweite Kolben 5 steht über ein Betätigungselement 23 mit einem Ventiltglied 16 des Steuerventils 15 in Verbindung. Der erste Kolben 4 ist in einer zylinderringförmigen Hülse 13 angeordnet und steht fest mit dem Zwischenkolben 7 in Verbindung.

**[0018]** Die erfindungsgemäße Befüllvorrichtung besteht aus einem Befüllraum 11 und einem Befüllergehäuse 12. Das Befüllergehäuse 12 ist hülsenförmig ausgebildet und ist um den Zwischenkolben 7 herum angeordnet. Der Befüllraum 11 ist an dem zum ersten Kolben 4 gerichteten Ende des Befüllergehäuses 12 angeordnet (vgl. Fig. 1). Um eine Rückstellung des Piezoaktors 2 bzw. des hydraulischen Übersetzers 3 zu ermöglichen, ist ein Federelement 9 vorgesehen, welches sich einerseits am Befüllergehäuse 12 abstützt und andererseits an einem scheibenförmigen Element 8 abstützt. Das scheibenförmige Element 8, z.B. ein Sprengring, ist in einer Nut 22 des Zwischenkolbens 7 angeordnet und dient als Federsitz für das Federelement 9. Weiterhin ist im Bereich der Hülse 13 des ersten Kolbens 4 eine Leckfluidleitung 14 angeordnet, um Leckfluid des hydraulischen Übersetzers 3, welches in diesem Bereich austritt, aufzunehmen und abzuführen. Die Leck-

fluidleitung 14 ist weiterhin mit dem Steuerventil 15 verbunden.

**[0019]** Wie weiterhin in Fig. 1 gezeigt, ist in einem Steuerraum 17 eine Düsennadel 18 angeordnet, um in bekannter Weise eine Einspritzung von Kraftstoff in eine Brennkammer zu ermöglichen. Hierbei ist zwischen dem Steuerraum 17 und dem Steuerventil eine Drossel 20 angeordnet. Weiterhin ist in einer Verbindung zwischen dem Steuerraum 17 und einem Hochdruckzulauf 21 eine weitere Drossel 19 (Z-Drossel) angeordnet, um den Druck im Steuerraum 17 zu verringern.

**[0020]** Nachfolgend wird die Wirkungsweise des erfindungsgemäßen Ventils beschrieben.

**[0021]** Wenn eine Kraftstoffeinspritzung mit dem Ventil 1 erfolgen soll, wird der Piezoaktor 2 aktiviert, so dass eine Längenänderung des Piezoaktors 2 auftritt. Diese wird über den Zwischenkolben 7 auf den ersten Kolben 4 des hydraulischen Übersetzers 3 übertragen. Entsprechend dem Verhältnis der Kolbendurchmesser des ersten Kolbens 4 und des zweiten Kolbens 5 des hydraulischen Übersetzers 3 wird der Hub des Piezoaktors 2 durch den hydraulischen Übersetzer 3 übersetzt. Über das Betätigungselement 23 wird der Hub des zweiten Kolbens 5 auf das Steuerventil 15 übertragen, so dass das Ventiltglied 16 des Steuerventils 15 von seinem Sitz abhebt. Dadurch gibt das Steuerventil 15 eine Verbindung zwischen dem Steuerraum 17 der Leckfluidleitung 14 frei, so dass der Druck im Steuerraum 17 sinkt. Dadurch bewegt sich die Düsennadel 18 in Richtung des Steuerventils 15, so dass die Düsennadel 18 von ihrem Ventilsitz (nicht dargestellt) abhebt und somit eine Kraftstoffeinspritzung in bekannter Weise möglich ist.

**[0022]** Um die Kraftstoffeinspritzung zu beenden, wird der Piezoaktor 2 deaktiviert und eine Rückstellung der Komponenten des Ventils 1 erfolgt mittels des Federelements 9. Dabei wird der Piezoaktor 2 durch die Rückstellkraft des Federelements 9 über das scheibenförmige Element 8 und den Zwischenkolben 7 unter Vorspannung gesetzt. Weiterhin wird der hydraulische Übersetzer 3 über den Zwischenkolben 7 wieder in seine Ausgangslage zurückgezogen. Dadurch schließt das Ventiltglied 16 des Steuerventils 15 und im Steuerraum 17 baut sich wieder der Ausgangsdruck auf, so dass die Düsennadel 18 wieder auf ihren Ventilsitz gedrückt wird und die Einspritzung von Kraftstoff abgeschlossen ist.

**[0023]** Wie in Fig. 1 gezeigt, wird bei der Rückstellung des hydraulischen Übersetzers 3 der erste Kolben 4 ebenfalls wieder in seine Ausgangsstellung gebracht. Da eine ringförmige Fläche an der zum Piezoaktor 2 gerichteten Seite des ersten Kolbens 4 unmittelbar mit dem Befüllraum 11 in Verbindung steht, wird bei der Rückstellung des ersten Kolbens 4 Druck auf den Befüllraum 11 ausgeübt, so dass der Druckraum 6 des hydraulischen Übersetzers über den Spalt zwischen dem Kolben 4 und der Hülse 13 wiederbefüllt werden kann. Somit werden gleichzeitig mit der Rückstellung des hydraulischen Übersetzers 3 auch die im Druckraum 6 auf-

getretenen Leckverluste unmittelbar durch die Rückstellbewegung des Kolbens 4 ausgeglichen. Bei der Rückstellung des Ventils ist dabei der Druck im Befüllraum 11 kleiner als die durch das Federelement 9 bereitgestellte Rückstellkraft. Eine Wiederbefüllung des Befüllraums kann in dem relativ langen Zeitraum zwischen den Einspritzungen erfolgen. Eine Befüllung (Auffüllung) des Befüllraums 11 kann beispielsweise jedoch auch während der Einspritzung erfolgen, wenn zwischen einem Reservoir zur Befüllung des Befüllraums und dem Befüllraum 11 ein Rückschlagventil angeordnet ist, welches durch den aufgrund der Bewegung des ersten Kolbens 4 erzeugten Unterdruck im Befüllraum 11 öffnet.

**[0024]** Vorzugsweise wird die vorliegende Erfindung insbesondere bei Common-Rail-Dieselinjektoren eingesetzt. Selbstverständlich kann die vorliegende Erfindung jedoch auch bei anderen Ventilen mit hydraulischem Übersetzer eingesetzt werden.

**[0025]** Überdies kann der Befüllraum 11 nicht nur unmittelbar durch den ersten Kolben 4 betätigt werden, sondern auch mittelbar, beispielsweise durch Vorsehen mehrerer Zwischenkolben o.ä., betätigt werden.

**[0026]** Somit betrifft die vorliegende Erfindung ein Ventil 1 zum Steuern von Flüssigkeiten mit einem Piezoaktor 2 und einem hydraulischen Übersetzer 3. Der hydraulische Übersetzer 3 besteht aus einem ersten Kolben 4, einem zweiten Kolben 5 und einem zwischen den beiden Kolben angeordneten, mit Fluid gefüllten Druckraum 6. Weiter ist ein Steuerventil 15 und eine Befüllvorrichtung 11, 12 zum Ersetzen des durch Leckage bedingten Fluidverlusts im Druckraum 6 vorgesehen. Die Befüllvorrichtung weist einen mit Fluid gefüllten Befüllraum 11 auf und Leckverluste im Druckraum 6 werden bei einer Rückstellbewegung des hydraulischen Übersetzers 3 aufgrund einer durch den ersten Kolben 4 mittelbar oder unmittelbar erzeugten Verdrängungswirkung im Befüllraum 11 durch Fluid aus dem Befüllraum 11 ersetzt.

**[0027]** Die vorhergehende Beschreibung des Ausführungsbeispiels gemäß der vorliegenden Erfindung dient nur zu illustrativen Zwecken und nicht zum Zwecke der Beschränkung der Erfindung. Im Rahmen der Erfindung sind verschiedene Änderungen und Modifikationen möglich, ohne den Umfang der Erfindung sowie ihre Äquivalente zu verlassen.

## Patentansprüche

1. Ventil zum Steuern von Flüssigkeiten mit einem Piezoaktor (2), einem hydraulischen Übersetzer (3) bestehend aus einem ersten Kolben (4), einem zweiten Kolben (5) und einem zwischen den Kolben angeordneten, mit Fluid gefüllten Druckraum (6), einem Steuerventil (15) und einer Befüllvorrichtung (11, 12) zum Ersetzen des durch Leckage bedingten Fluidverlusts im Druckraum (6), **dadurch ge-**

**kennzeichnet, dass** die Befüllvorrichtung einen mit Fluid gefüllten Befüllraum (11) aufweist, wobei Leckverluste im Druckraum (6) bei der Rückstellbewegung des hydraulischen Übersetzers (3) aufgrund einer durch den ersten Kolben (4) mittelbar oder unmittelbar erzeugten Verdrängungswirkung im Befüllraum (11) durch Fluid aus dem Befüllraum (11) ersetzt wird.

2. Ventil zum Steuern von Flüssigkeiten nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Befüllraum (11) unmittelbar an der dem Piezoaktor (2) zugewandten Seite des ersten Kolbens (4) angeordnet ist.

3. Ventil zum Steuern von Flüssigkeiten nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Befüllraum (11) ringförmig ausgebildet ist.

4. Ventil zum Steuern von Flüssigkeiten nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Befüllraum (11) in einem Befüllergehäuse (12) angeordnet ist.

5. Ventil zum Steuern von Flüssigkeiten nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** der erste Kolben (4) in einer zylinderringförmigen Hülse (13) angeordnet ist.

6. Ventil zum Steuern von Flüssigkeiten nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Rückstellung des hydraulischen Übersetzers (3) mittels einem zwischen dem Piezoaktor (2) und dem hydraulischen Übersetzer (3) angeordneten Federelement (9) erfolgt.

7. Ventil zum Steuern von Flüssigkeiten nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** sich das Federelement 9 am Befüllergehäuse (12) abstützt.

8. Ventil zum Steuern von Flüssigkeiten nach Anspruch 6 oder 7, **gekennzeichnet durch** einen zwischen dem Piezoaktor (2) und dem ersten Kolben (4) angeordneten Zwischenkolben (7), an welchem ein scheibenförmiges Element (8) angeordnet ist, das als Federsitz für das Federelement (9) ausgebildet ist.

9. Ventil zum Steuern von Flüssigkeiten nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** das scheibenförmige Element (8) als Sprengring ausgebildet ist, welcher in einer im Zwischenkolben (7) gebildeten Nut (22) angeordnet ist.

10. Ventil zum Steuern von Flüssigkeiten nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Leckfluidleitung (14) das Leckfluid im Bereich des ersten Kolbens (4) abführt.

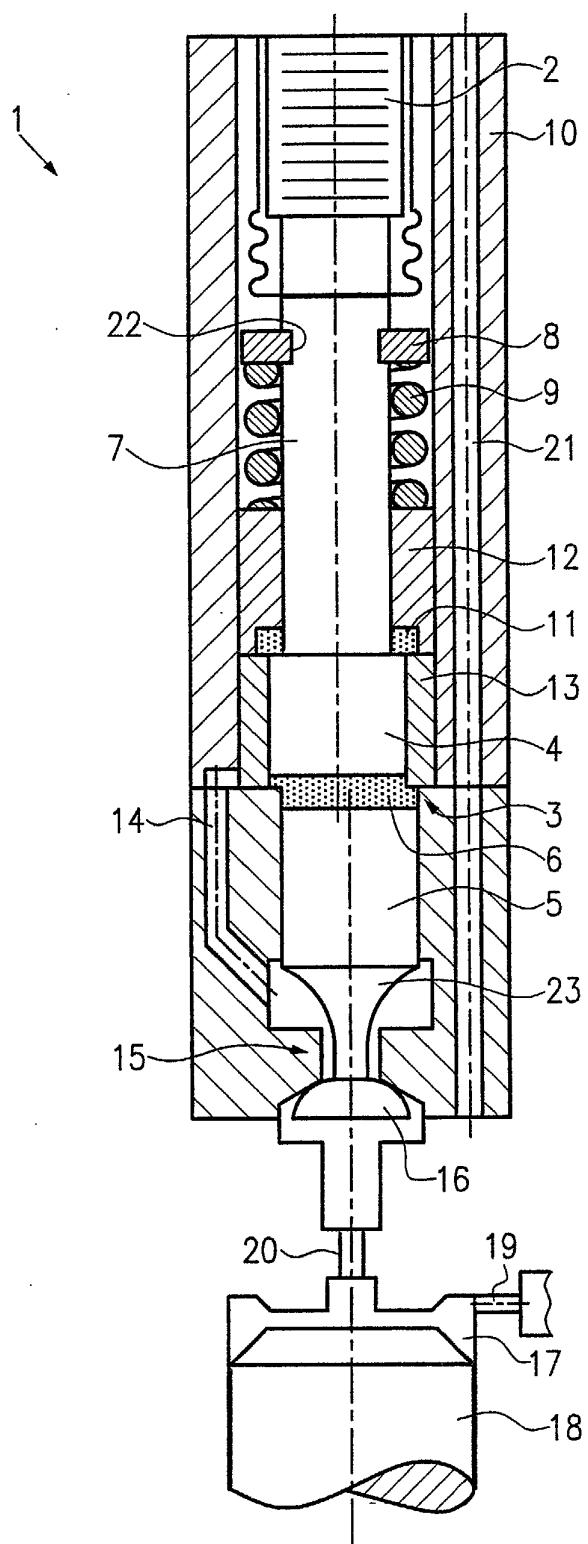


Fig.1