

⑫ **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

⑳ Anmeldenummer: 87110729.8

⑤① Int. Cl.4: F01L 9/02, F01L 1/16

㉔ Anmeldetag: 24.07.87

③① Priorität: 29.07.86 DE 3625652

④③ Veröffentlichungstag der Anmeldung:
10.02.88 Patentblatt 88/06

⑥④ Benannte Vertragsstaaten:
DE ES FR GB IT SE

⑦① Anmelder: **BAYERISCHE MOTOREN WERKE
Aktiengesellschaft**
Postfach 40 02 40 Petuelring 130 - AJ-30
D-8000 München 40(DE)

⑦② Erfinder: **Gartner, Jurij**
Planeggerstrasse 11
D-8034 Germering(DE)
Erfinder: **Langen, Peter**
Magdalenenstrasse 37
D-8000 München 19(DE)

⑦④ Vertreter: **Bücken, Helmut**
Bayerische Motoren Werke
Aktiengesellschaft Postfach 40 02 40
Petuelring 130 - AJ-30
D-8000 München 40(DE)

⑤④ **Vorrichtung zur hydraulischen Steuerung von Hubventilen.**

⑤⑦ In einer hydraulischen Ventilhubsteuerung ist ein Bremsselement vorgesehen, welches die Ventilöffnungsbewegung unverfälscht überträgt und während der Ventilschließbewegung unabhängig von Toleranzen eine vorgegebene Bremsfunktion über einen variablen Drosselspalt sicherstellt. Dazu befindet sich im Inneren des die Bewegung auf das Hubventil übertragenden Kolbens ein im wesentlichen zylindrisch ausgebildetes und in seiner Längsrichtung verschiebbares Bremsselement. Dieses führt vorzugsweise gegen Ende der Bremsphase Längsschwingungen aus, wodurch der Dämpfungsspalt abwechselnd vorgrößert bzw. verkleinert wird.

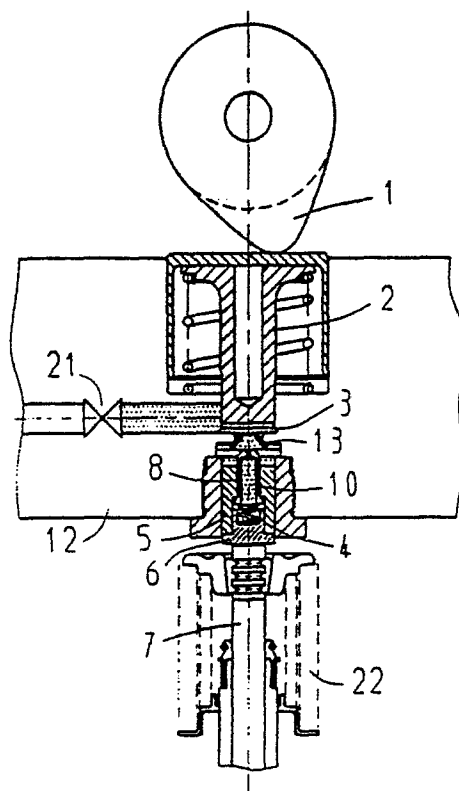


Fig. 1

Vorrichtung zur hydraulischen Steuerung von Hubventilen

Die Erfindung bezieht sich auf eine Vorrichtung der im Oberbegriff des ersten Anspruchs angegebenen Art.

Frei ansteuerbare hydraulische Vorrichtungen zur Beeinflussung des Ventilhubverlaufs sind vom Prinzip her hinreichend bekannt. Dabei kann teilweise nur der maximale Ventilhub geregelt werden oder es ist eine zusätzliche Beeinflussung der ansteigenden bzw. abfallenden Flanke des Ventilhubverlaufs möglich. Bei Beeinflussung der abfallenden Flanke muß die sprunghafte Änderung der Ventilgeschwindigkeit, welche sich beim schlagartigen Aufsetzen des Ventils auf dem Ventil Sitzring einstellen würde, durch Zwischenschalten einer einfachen hydraulischen Bremseinrichtung vermieden werden; dabei wird die Ventilgeschwindigkeit bis zum endgültigen Aufsetzen des Ventils kontinuierlich gedrosselt.

Eine solche gattungsbildende Anordnung ist beispielsweise aus der DE-OS 35 37 630 bekannt. Dabei wirkt ein von einem Nocken betätigter Antriebskolben über einen hydraulischen Arbeitsraum auf einen dem Ventil zugeordneten Arbeitskolben. Am Ventil selbst greift eine Ventildfeder an, welche, sobald der Arbeitsraum in seinem Volumen vergrößert wird - sei es durch die vom Nocken gesteuerte Rückwärtsbewegung des Antriebskolbens oder durch gezielte Absteuerung des Ventilhubes, also einer frei ansteuerbaren Ableitung der Hydraulikflüssigkeit aus dem Arbeitsraum - die Ventilschließbewegung einleitet. Die dadurch vom Arbeitskolben verdrängte Hydraulikflüssigkeit strömt gegen Ende der Schließbewegung auf ihrem Weg in den Arbeitsraum über einen Dämpfungsspalt. Dieser Dämpfungsspalt wird dabei von einem Aufsatz auf dem Arbeitskolben und der den Arbeitskolben umgebenden Zylinderwand gebildet.

Weiterhin zeigt diese Anordnung eine Vorrichtung zum hydraulischen Längenausgleich. Denn insbesondere dann, wenn durch geeignete Profilgebung des Aufsatzes auf dem Arbeitskolben und/oder des mit ihm bei der Spaltbildung zusammenwirkenden Zylinderwandbereichs dafür gesorgt ist, daß sich die Spaltweite nach einer vorgegebenen Funktion während der Ventilschließbewegung ändert, die Dämpfung also nicht konstant bleibt, muß sichergestellt sein, daß trotz betriebs- oder verschleißbedingten Dimensionsänderungen im Bereich des Ventils die Zuordnung zwischen der beschriebenen Spaltfunktion einerseits und bestimmten Bewegungsphasen der Ventilschließbewegung andererseits gewahrt bleibt.

Bei der bekannten Anordnung wirkt deshalb auf den Ventilschaft nur ein kleiner, im zum Teil hohl ausgeführten Arbeitskolben beweglich gelagerter und in seiner Längsachse verschiebbarer Hilfskolben. Dieser begrenzt an seinem freien Ende eine im Inneren des Arbeitskolbens befindliche zweite hydraulische Arbeitskammer, welche mit dem oben angeführten hydraulischen Arbeitsraum über eine Bohrung im Arbeitskolben und ein darin angeordnetes Rückschlagventil verbunden ist.

Diese Anordnung weist jedoch mehrere Nachteile auf:

Zum einen muß zwischen Hilfskolben und Arbeitskolben eine gezielte Leckage vorgesehen sein. Der dadurch bedingte Druckverlust im Hydrauliksystem muß unter Wirkungsgradverschlechterung stets wieder ausgeglichen werden. Des weiteren führt diese Anordnung zu einer nicht mehr exakt festlegbaren Ventilöffnungsbewegung, denn in Abhängigkeit des hydraulischen Drucks im Arbeitsraum und in der Arbeitskammer wird einmal der Hilfskolben bewegt, was wegen des geringen Kolbenquerschnitts zu einer schnellen Ventilbewegung führt, ein andermal wird - wesentlich langsamer - der im Querschnitt deutlich größere Arbeitskolben vorangetrieben.

Aufgabe der Erfindung ist es, eine einfache Vorrichtung zur hydraulischen Steuerung von Hubventilen zu schaffen, welche eine genau definierbare Abbremsung der Ventilschließbewegung auch unter Berücksichtigung von betriebs- oder verschleißbedingten Dimensionsänderungen im Bereich des Ventils gewährleistet.

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

Eine bewegliche Anbindung des den Dämpfungsspalt bildenden Bremselementes an dem die Ventilbewegung übertragenden Arbeitskolben stellt unabhängig von Längentoleranzen eine konstante Bremswirkung sicher, denn der Dämpfungsspalt wird sich stets in der Weise ausbilden, daß zwischen den Kraftspeicherelementen und dem hydraulischen Druck ein Kräftegleichgewicht herrscht. Zudem weist die erfindungsgemäße Vorrichtung den Vorteil auf, daß die Ventilöffnungsbewegung durch die starre Kopplung zwischen Ventil und Arbeitskolben genau definierbar übertragen wird, eine Verfälschung wie z. B. durch das Längenausgleichselement aus der o.g. Schrift tritt hierbei nicht auf.

Eine vorteilhafte Weiterbildung der Erfindung ist nach Anspruch 2 gegeben, denn ein sich im Verlauf der Ventilschließbewegung verändernder, insbesondere verengender Dämpfungsspalt erlaubt eine optimale Auslegung im Hinblick auf Ladungs-

wechseldynamik und mechanische Standfestigkeit. Einerseits ist eine schnelle Ventilschließbewegung erwünscht, andererseits darf das Ventil nicht -schlagartig aufsetzen, denn die mechanischen Belastungen und Druckschwingungen (Kavitations-schäden) in der Hydraulik würden das System zerstören.

Anspruch 3 beschreibt eine einfache, konstruktive Ausgestaltung von Bremsselement und Arbeitskolben.

Eine vorteilhafte Weiterbildung der Erfindung ist in Anspruch 4 aufgeführt. Durch die hohle Ausbildung des Bremsselementes wird in seinem Inneren zusammen mit dem Sackloch des Arbeitskolbens eine Hydraulikkammer gebildet. Im Verlauf der Ventilschließbewegung wird die Hydraulikflüssigkeit nicht nur vom Arbeitskolben über den Dämpfungsspalt verdrängt, sondern bedingt durch das Kräftegleichgewicht zum Teil auch über Drosselöffnungen aus dieser Hydraulikkammer gefördert. Dies führt vor allem gegen Ende der Ventilschließbewegung zu einer verstärkten Abbremsung. Eine Ausbildung der Drosselöffnungen als scharfkantige Blende eliminiert zugleich den Einfluß unterschiedlicher Hydraulikviskositäten. Somit ist mit der erfindungsgemäßen Vorrichtung eine nahezu konstante, von der Temperatur des Hydraulikmediums unabhängige Bremsfunktion gewährleistet.

Anspruch 5 behandelt eine vorteilhafte Ausbildung der zusammen mit dem Bremsselement den Drosselspalt bildenden Gegenfläche. Wird hierfür eine außerhalb des Arbeitskolbens beweglich gelagerte und an mindestens zwei Anschlägen abstützbare Drosselscheibe vorgesehen, so kann bei entsprechender Formgebung ein zusätzlicher Dämpfungsspalt zwischen der Drosselscheibe und einer Wandung der Vorrichtung gebildet werden, womit quasi ein zweiter hydraulischer Arbeitsraum geschaffen wird.

Dadurch wird während der Befüllungsphase des Hydraulikraumes ein deutlich größerer Befüllungsquerschnitt freigegeben. Der Abbremsvorgang unterteilt sich nun in eine Vorbremsephase, in welcher die Drosselscheibe - vorteilhafterweise nahezu unabhängig von der Viskosität des Hydraulikmediums - gegen einen der Anschläge bewegt wird, und in eine sich daran anschließende, verstärkte Endbremsephase.

Ist die Drosselscheibe, wie Anspruch 6 beschreibt, zudem außerhalb des Dämpfungsspaltbereichs mit Druckbrüchen versehen, so erfolgt bei der Ventilöffnungsbewegung die Befüllung der Hydraulikkammer sowie des zwischen Scheibe und Bremsselement befindlichen Hydraulikraumes nochmals beschleunigt, sodaß eine gewünschte schnelle Ventilöffnungsbewegung ermöglicht wird.

Eine gemäß Anspruch 7 die Hydraulikkammer im Inneren des Bremsselementes mit dem zwischen Drosselscheibe und Arbeitskolben liegenden Teilhydraulikraum verbindende Drosselbohrung vermeidet unerwünscht starke Schwingbewegungen des Bremsselementes im Arbeitskolben. Durch teilweises Überströmen von Hydraulikmedium zwischen den beiden genannten Hydraulikräumen werden derartige Schwingbewegungen intensitätsmäßig gedämpft.

Anspruch 8 beschreibt eine im Arbeitskolben vorgesehene Leckagebohrung, über welche in Abhängigkeit von den auf das Bremsselement einwirkenden Kräften eine Teilmenge des in der Hydraulikkammer befindlichen Hydraulikmediums abgeführt wird. Die Abfuhr erfolgt dabei in einen Raum, welcher nicht vom Druck des Hydraulikmediums beaufschlagt ist, um die Gefahr von Dampfblasenbildung im Hydraulikraum - hervorgerufen durch hohe Strömungsgeschwindigkeiten - zu vermeiden. Offengelegt ist die Eintrittsmündung jener Leckagebohrung vorteilhafterweise dann, wenn die von außen auf das Bremsselement wirkenden Kräfte sehr hohe Werte annehmen, also insbesondere dann, wenn das Bremsselement an den den Dämpfungsspalt bildenden Wandungen anliegt.

Im folgenden wird anhand der Abbildungen ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel näher beschrieben, wobei zur einfachen Erläuterung zwei verschiedene Stadien im Verlauf der Ventilöffnungsbewegung dargestellt sind. Es zeigt:

Fig. 1 eine Gesamtansicht der erfindungsgemäßen Ventilanordnung

Fig. 2 eine perspektivisch vergrößerte Ansicht der Drosselscheibe

Fig. 3 einen vergrößerten Ausschnitt der hydraulischen Bremsvorrichtung während der Ventilöffnungsbewegung

Fig. 4 den gleichen Ausschnitt wie Fig. 3 in der Endphase der Ventilschließbewegung,

Fig. 5 eine andere Ausführungsform von Bremsselement und Arbeitszylinder, ebenfalls in der Endphase der Ventilschließbewegung.

Dargestellt sind dabei nur die zum Verständnis notwendigen Teile. In einer nicht weiter dargestellten Hubkolbenbrennkraftmaschine wirkt ein Nocken 1 auf einen Antriebskolben 2, welcher über einen Hydraulikraum 3 einen axial verschiebbaren Arbeitskolben 43 betätigt. Dieser besteht aus einer Hülse 5 und einer Abschlussscheibe 6, welche auf dem freien Ende eines Ventilschafts 7 eines nicht weiter dargestellten Ventils aufliegt. Ein im wesentlichen zylindrisch ausgebildetes Bremsselement 8 ist im Inneren der Hülse 5 längsverschiebbar gelagert und stützt sich über eine Feder 9 an der Abschlussscheibe 6 ab. Die im Inneren des Bremsselementes 8 gebildete Hydraulikkammer 10 steht über eine Drosselöffnung 11 im Bremsselement 8 mit

dem hydraulischen Arbeitsraum 3 in Verbindung. Eine im Gehäuse 12 der Vorrichtung beweglich gelagerte Drosselscheibe 13 stützt sich entweder auf dem in das Gehäuse 12 eingeschraubten und die Laufbahn für die Hülse 5 bildenden Hohlzylinder 14 oder an ihrem oberen vom Gehäuse 12 gebildeten Anschlag 15 ab. Die Drosselscheibe 13 ist mit Durchbrüchen 16 versehen und unterteilt den Hydraulikraum 3 in zwei ringförmige Teilhydraulikräume 17 und 18, welche miteinander über die Durchbrüche 16 verbunden sind und über den Dämpfungsspalt 19 (gebildet von Drosselscheibe 13 und Bremsselement 8) bzw. den Dämpfungsspalt 20 (gebildet von der Drosselscheibe 13 und deren oberen Anschlag 15) mit dem Hydraulikraum 3 in Verbindung stehen. Über eine Drosselbohrung 23 im Bremsselement 8 ist eine Verbindung zwischen der Hydraulikkammer 10 und dem Teilhydraulikraum 18 hergestellt. Ein Teil des im Hydraulikraum 3 befindlichen Hydraulikvolumens kann über ein Steuerventil 21 abgeführt werden. Am Ventilenschaft 7 des Hubventils greift in bekannter Weise eine Ventildfeder 22 an.

Während der Ventilöffnungsbewegung liegt die Drosselscheibe 13, wie Fig. 3 zeigt, an dem ihren unteren Anschlag bildenden Hohlzylinder 14 auf. Durch den vom Antriebskolben 2 aufgebrachten Druck im Hydraulikraum 3 und in der Hydraulikkammer 10 bewegt sich der Arbeitskolben 4 nach unten und das Hubventil wird geöffnet. Wird nun der Hydraulikraum 3 vergrößert - sei es durch Aufwärtsbewegung des Antriebskolbens 2 oder durch Öffnen des Steuerventils 21 - so bewirkt die Kraft der Ventildfeder 22 eine Schließbewegung des Ventils, der Ventilenschaft 7 drückt den Arbeitskolben 4 nach oben und dabei strömt die Hydraulikflüssigkeit aus dem Teilhydraulikraum 18 über den Dämpfungsspalt 19 und die Durchbrüche 16 und den Dämpfungsspalt 20. In dieser Vorbremsephase bewegt sich die Drosselscheibe 13 in Richtung ihres oberen Anschlags 15.

In der in Fig. 4 gezeigten Endbremsphase des Ventilschließvorgangs liegt die Drosselscheibe 13 an ihren oberen Anschlag 15 an und der Dämpfungsspalt 20 ist quasi geschlossen. Dadurch steigt der Druck im Teilhydraulikraum 18 so stark an, daß das Bremsselement 8 nach unten gepreßt und die Hydraulikkammer 10 verkleinert wird. Hydraulikflüssigkeit tritt solange über die Drosselöffnung 11 in den Hydraulikraum 3, bis der Dämpfungsspalt 19 wieder ausreichenden Querschnitt zur Abführung von Hydraulikflüssigkeit aus dem Teilhydraulikraum 18 aufweist. Dies führt zu einer alternierenden, sozusagen schwingenden Bewegung des Bremsselementes 8 im Arbeitskolben 4, wodurch nahezu unabhängig von der augenblicklichen Viskosität des Hydraulikmediums oder einer Längenänderung des Ventilchafts 7 stets die

gewünschte Spaltfunktion gewährleistet ist. Durch Überströmen des Hydraulikmediums vom Teilhydraulikraum 18 über die Drosselbohrung 23 in die Hydraulikkammer 10 wird dabei eine gewünschte Schwingungsdämpfung erzielt.

Eine abgeänderte Form des Arbeitskolbens 4 sowie des Bremsselementes 10 ist in Fig. 5 dargestellt. Dabei ist in der Hülse 5 eine Leckagebohrung 24 vorgesehen, deren Eintrittsöffnung 25 von einem Bund 26 des Bremsselementes 10 in der in Fig. 5 dargestellten Position des Bremsselementes verschlossen ist. Liegt gegen Ende des Bremsvorganges das Bremsselement 10 mit seinem abgerundeten oberen Ende an der Drosselscheibe 13 und diese an ihrem oberen Anschlag 15 an, so öffnet eine weitere Aufwärtsbewegung des Arbeitskolbens 4 die Eintrittsmündung 25 der Leckagebohrung 24, wodurch ein Teil der in der Hydraulikkammer 10 befindlichen Hydraulikflüssigkeit abgeführt wird. Jene Leckagebohrung 24 ist bei der hier gezeigten Ausführung des Bremsselementes 10, welches im Gegensatz zu dem in Fig. 4 dargestellten Bremsselement lediglich mit der Drosselbohrung 23, nicht aber mit der Drosselöffnung 11 versehen ist, unbedingt erforderlich, um die Hydraulikflüssigkeit aus dem sich bei der Ventilschließbewegung weiter verkleinernden Teilhydraulikräumen 17 und 18 abzuführen.

Jene Leckagebohrung 24 bietet aber auch Vorteile, wenn - wie nicht dargestellt - am Bremsselement 10 zusätzlich zur Drosselbohrung 23 die in Fig. 4 gezeigte Drosselöffnung 11 vorgesehen ist. Da jene Drosselöffnung 11 aus Funktionsgründen einen sehr engen Querschnitt aufweisen muß, könnte in Ausnahmefällen eine ausreichende Entleerung der Hydraulikkammer 10 während der Ventilschließbewegung in Frage gestellt sein. Ein sog. Aufpumpen des Bremsselementes 8 bzw. der Hydraulikkammer 10 wäre die Folge; die gewünschte Bremsfunktion wäre dann nicht mehr sichergestellt. In jenen Fällen kann über die sich dann öffnende Leckagebohrung 24 eine entsprechende Teilmenge von Hydraulikflüssigkeit abgeführt werden.

Selbstverständlich bleibt die vorliegende Erfindung nicht auf das gezeigte Ausführungsbeispiel beschränkt. Wesentlich ist vielmehr der allgemeine Erfindungsgedanke, wonach der Arbeitskolben mit einem Sackloch versehen ist, worin ein über einen Kraftspeicher am Arbeitskolben abgestütztes Bremsselement geführt ist, welches eine der Flächen des Dämpfungsspaltes bildet, um eine definierbare Abbremsung der Ventilschließbewegung auch unter Berücksichtigung von betriebs- oder verschleißbedingten Dimensionsänderungen im Bereich des Ventils zu gewährleisten.

Ansprüche

1. Vorrichtung zur hydraulischen Steuerung von Hubventilen an Kolbenmaschinen, wobei die Öffnungsbewegung über einen Hydraulikraum und einen Arbeitskolben direkt auf das Ventil übertragen wird und die Schließbewegung durch ein am Ventil angreifendes Kraftspeicherelement ausgelöst wird, wobei für die dabei vom Arbeitskolben verdrängte Flüssigkeit ein Dämpfungsspalt, gebildet vom Arbeitskolben und einer ortsfesten Wandung des Hydraulikraums vorgesehen ist, dadurch gekennzeichnet, daß der Arbeitskolben (4) mit einem Sackloch versehen ist, worin ein über einen Kraftspeicher (9) am Arbeitskolben (4) abgestütztes Bremsselement (8) geführt ist, welches eine der Flächen des Dämpfungsspalt (19) bildet.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Bremsselement (8) im Bereich des Dämpfungsspalt (19) und/oder die bei der Bildung des Dämpfungsspalt wirksame Gegenfläche (13) ein von der zylindrischen Form abweichendes Profil aufweist.

3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Bremsselement (8) im wesentlichen zylindrisch geformt und im Sackloch des Arbeitskolbens (4) axial verschiebbar ist.

4. Vorrichtung nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Bremsselement (8) hohl ausgeführt ist und zusammen mit dem Sackloch eine Hydraulikkammer (10) bildet, welche über mindestens eine Drosselöffnung (11) mit dem Hydraulikraum (3) verbunden ist.

5. Vorrichtung nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das die wirksame Gegenfläche bildende Element als außerhalb des Arbeitskolbens (4) beweglich gelagerte und an Anschlägen abstützbare Drosselscheibe (13) ausgebildet ist.

6. Vorrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Fläche der Drosselscheibe (13) außerhalb des Bereichs des Dämpfungsspalt mit Durchbrüchen (16) versehen ist.

7. Vorrichtung nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß im hohl ausgeführten Bremsselement (8) ein Drosselbohrung (23) vorgesehen ist, welche die Hydraulikkammer (10) mit dem vom Arbeitskolben (4) sowie der Drosselscheibe (13) gebildeten Teilhydraulikraum (18) verbindet.

8. Vorrichtung nach einem der vorangegangenen Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet, daß eine vom Sackloch ausgehende Leckagebohrung (24) vorgesehen ist, deren Austrittsmündung an einer dem Hydraulikraum (3) abgewandten Seite des Arbeitskolbens (4) liegt und deren Eintrittsmündung (25) durch das Bremsselement (8) in Abhängigkeit der auf dieses einwirkenden Kräfte offengelegt oder versperrt ist.

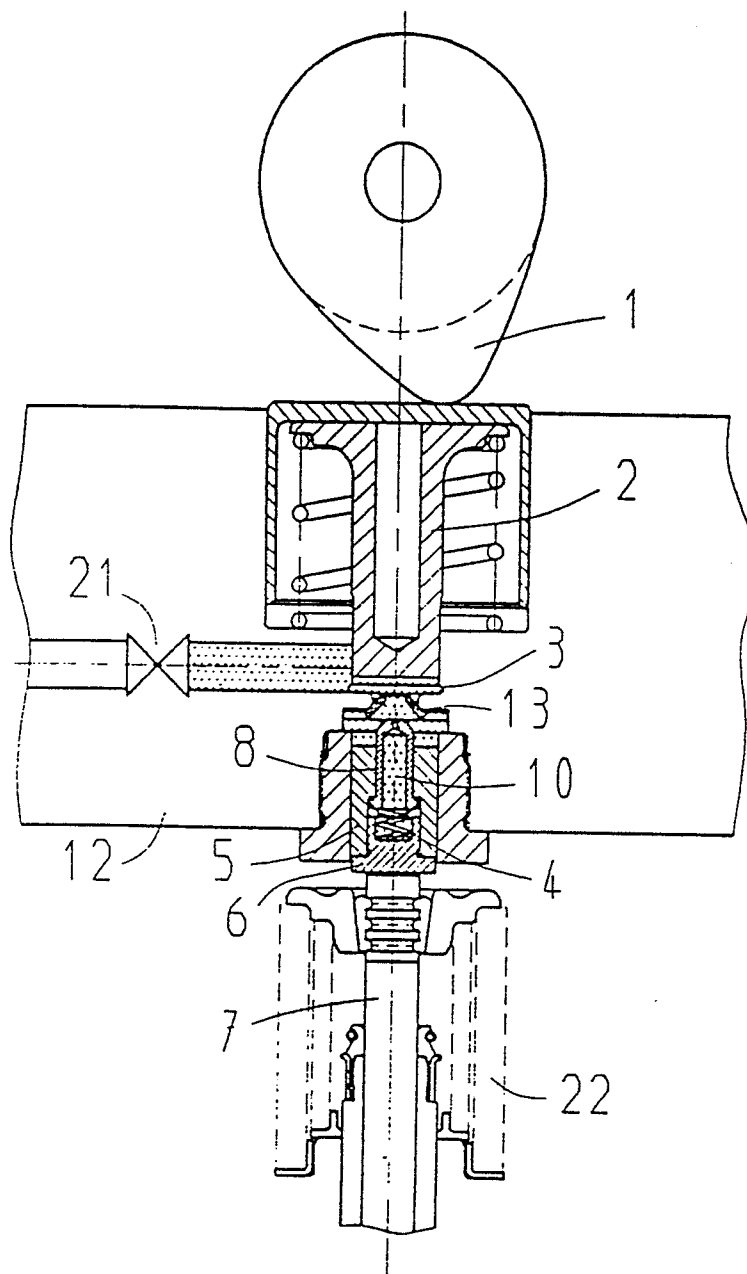


Fig. 1

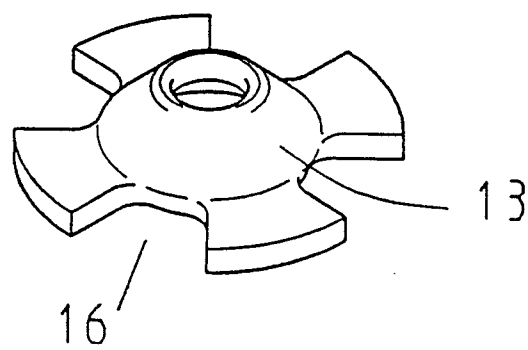


Fig. 2

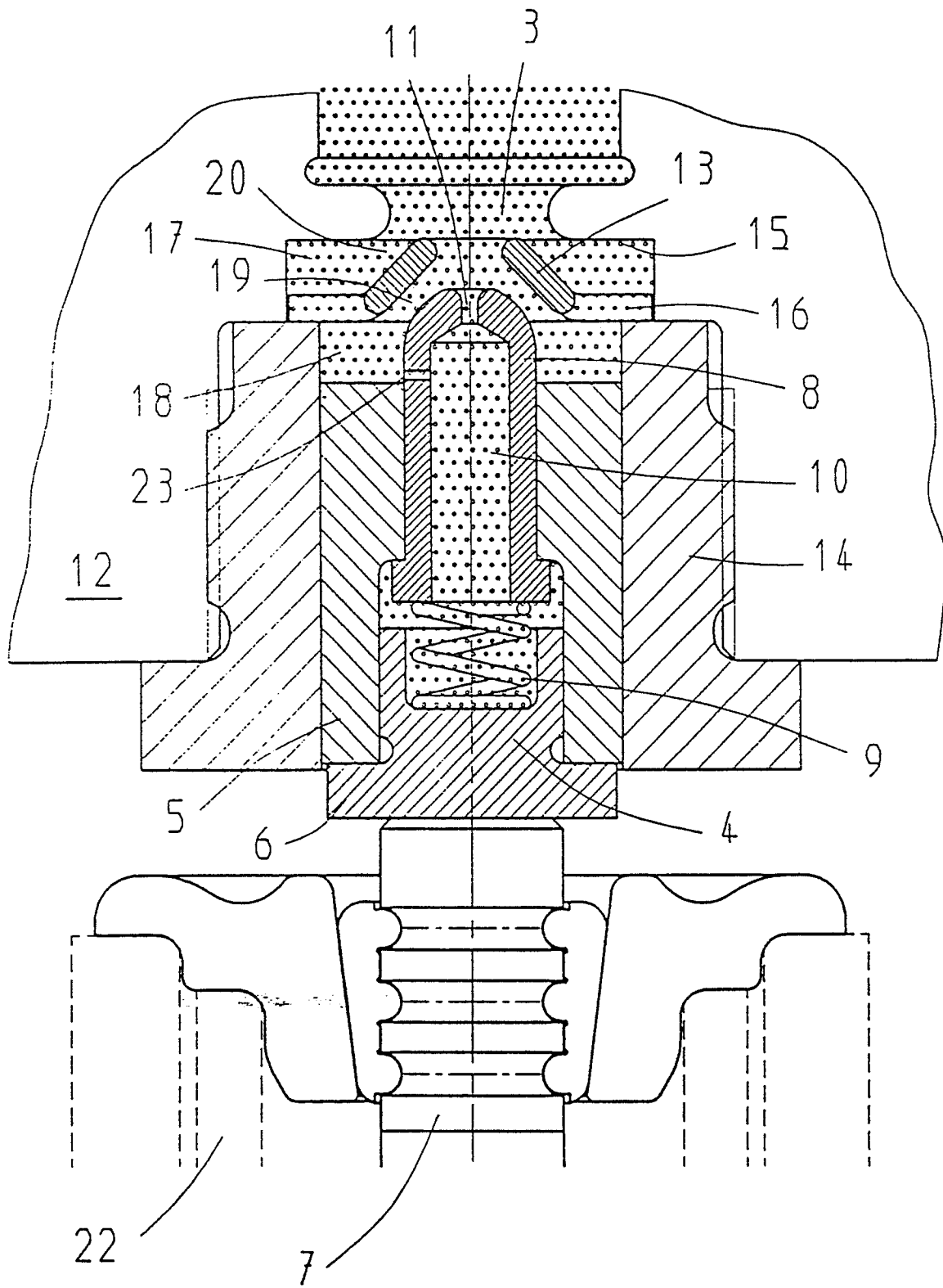


Fig. 3

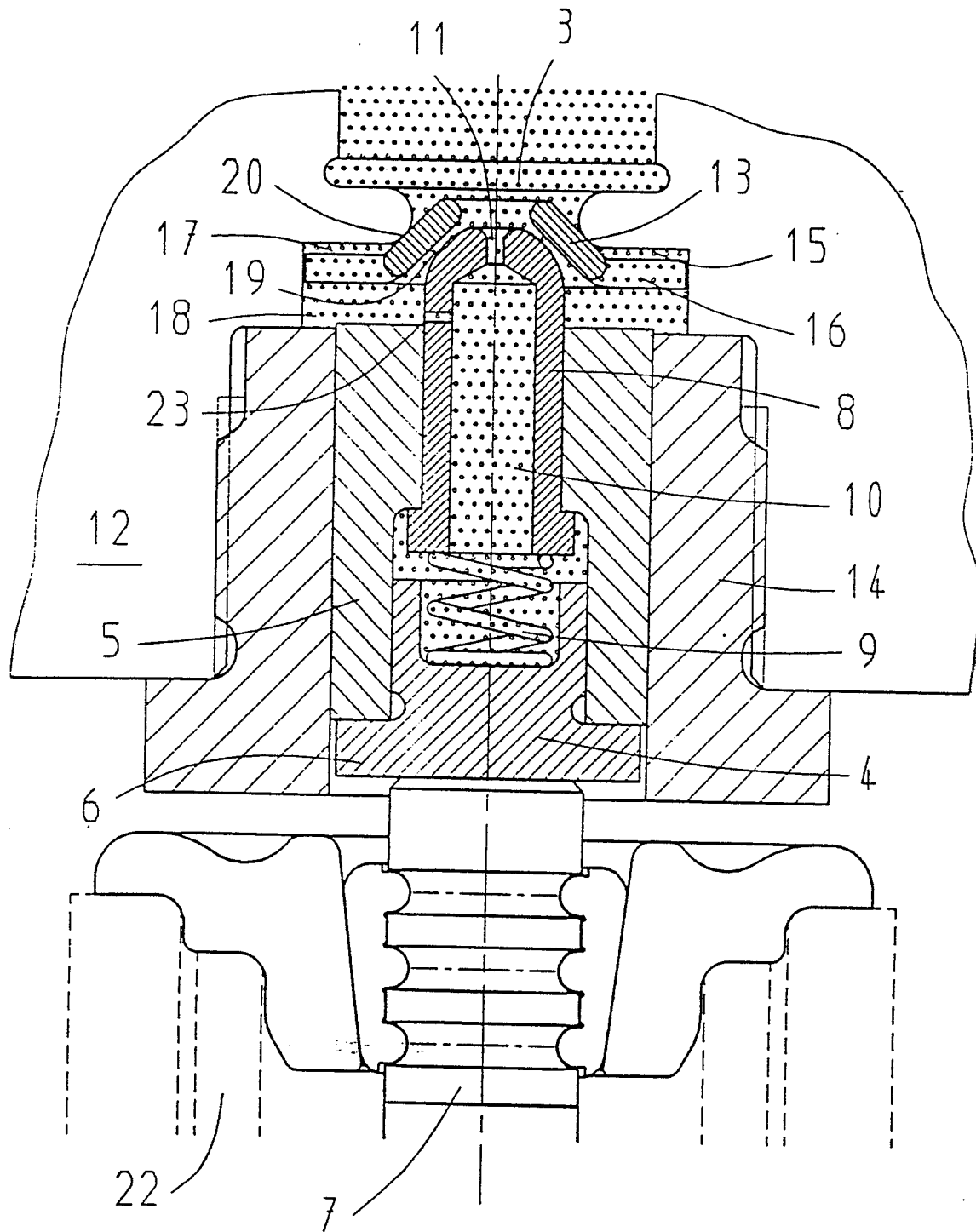


Fig. 4

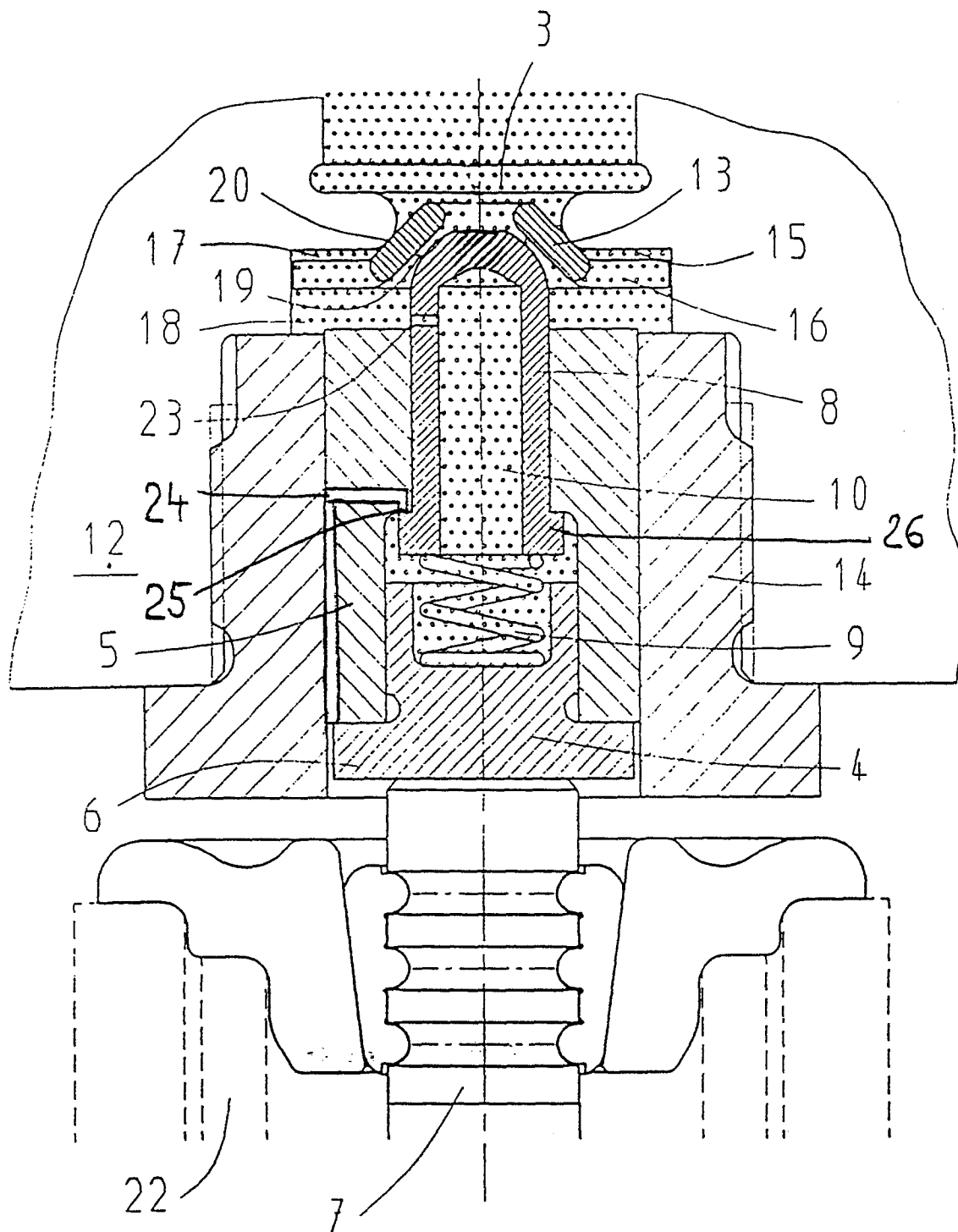


Fig. 5