



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) **EP 0 943 798 A2**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
22.09.1999 Patentblatt 1999/38

(51) Int. Cl.⁶: **F04B 1/20, F01B 3/00**

(21) Anmeldenummer: **99105278.8**

(22) Anmeldetag: **15.03.1999**

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

(30) Priorität: **16.03.1998 DE 19811312**
07.04.1998 DE 19815614

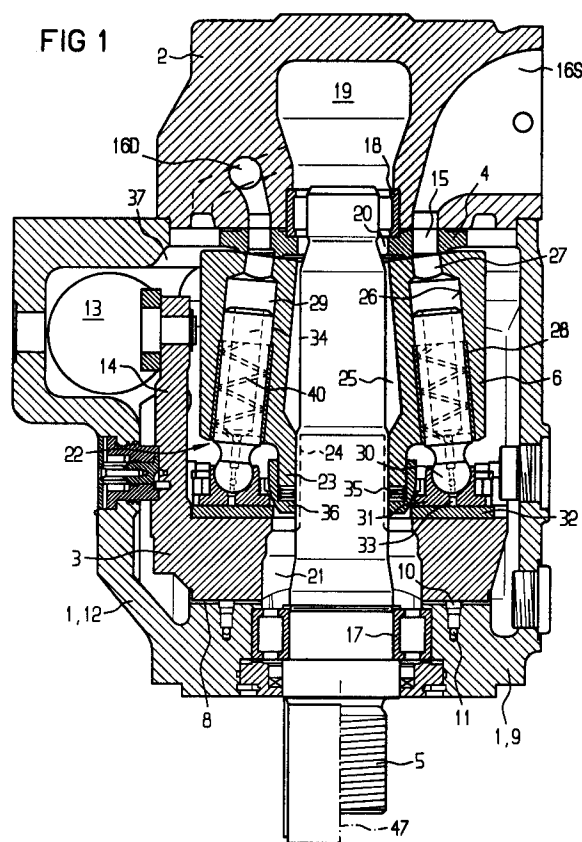
(71) Anmelder:
BRUENINGHAUS HYDROMATIK GMBH
89275 Elchingen (DE)

(72) Erfinder: **Hildebrandt, Rudi**
72160 Horb (DE)

(74) Vertreter:
Körfer, Thomas, Dipl.-Phys. et al
Mitscherlich & Partner,
Patent- und Rechtsanwälte,
Sonnenstrasse 33
80331 München (DE)

(54) **Axialkolbenmaschine mit hydrostatischer Entlastung der Zylinderbohrungen**

(57) Die Erfindung betrifft eine Axialkolbenmaschine mit einer um eine Drehachse (47) drehbar gelagerten Zylindertrommel (6), die Zylinderbohrungen (26) aufweist, in welchen Kolben (29) bewegbar geführt sind, die sich an einer Schrägscheibe (3) abstützen. Die Wandungen der Zylinderbohrungen (26) weisen Ausnehmungen zur hydrostatischen Entlastung der Gleitbewegung der Kolben (29) in den Zylinderbohrungen (26) auf. Erfindungsgemäß sind die Ausnehmungen zur hydrostatischen Entlastung als längliche Entlastungsnuten (40) mit einem spiralförmigen oder zick-zack-förmigen Verlauf ausgebildet, die sich axial in den Zylinderbohrungen (26) entlangwinden. Alternativ haben die Zylinderbohrungen (26) einen ovalen Querschnitt und die Kolben (29) einen kreisrunden Querschnitt, wobei sich zwischen der Wandung der Zylinderbohrungen (26) und den Kolben (29) Zwischenräume (70, 71) für die hydrostatische Entlastung der Gleitbewegung der Kolben (29) bilden.



EP 0 943 798 A2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Axialkolbenmaschine nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1 und des Anspruchs 15.

[0002] Axialkolbenmaschinen sind in vielfältigen Ausgestaltungen bekannt. In der Praxis tritt das Problem auf, daß die Gleitbewegung der Kolben in den Zylinderbohrungen zu einer erhöhten Abnutzung oder zu einer erhöhten Wärmeentwicklung führt. Dies rührt daher, daß die sich an der Schrägscheibe abstützenden Kolben mit einer Normalkraft beaufschlagt werden, die eine Radialkomponente hat, die die Kolben in der Zylinderbohrung verkantet. Bei einer metallischen Berührung zwischen Kolben und Zylinderwandung besteht daher neben einer erhöhten Wärmeentwicklung die Gefahr des Fressens der Kolben.

[0003] In der DE-OS 14 03 754 wurde daher bereits vorgeschlagen, zur hydrostatischen Entlastung der Gleitbewegung der Kolben in den Wandungen der Zylinderbohrungen Ausnehmungen vorzusehen, die mit Druckfluid beaufschlagt werden. In der DE-OS 14 03 754 sind diese Ausnehmungen in Form von Drucktaschen radial über den Umfang der Zylinderwandung verteilt angeordnet. Über ein relativ aufwendiges Zuleitungssystem werden die Drucktaschen über ein Rückschlagventil mit Druckfluid aus den unter Hochdruck stehenden Zylinderräumen versorgt. Für diese bekannte hydrostatische Entlastung der Gleitbewegung der Kolben besteht daher ein relativ hoher Fertigungsaufwand, da die Drosseln und Verbindungsleitungen zur Zuführung des Druckfluids zu den Drucktaschen relativ aufwendig ausgebildet sind. Die taschenartige Ausbildung der Ausnehmungen für die hydrostatische Entlastung der Gleitbewegung der Kolben hat sich als nicht optimal erwiesen, da die hydrostatische Entlastung nicht gleichmäßig über den gesamten Umfang oder Teilumfang der Kolben erfolgt, sondern die Kolben einseitig belastet werden. Insbesondere, wenn sich die Zuführungsdrosseln der einzelnen Drucktaschen aufgrund einer Verschmutzung des Druckfluids verschließen, ist eine radial gleichmäßige Beaufschlagung des Kolbens und somit eine sichere Führung des Kolbens in der Zylinderbohrung nicht gewährleistet.

[0004] Aus der DE 44 23 023 A1 ist es bekannt, die Axialkolbenmaschine mit einem Kühlkreislauf zu versehen, wobei die Umwälzung des als Kühlmittel dienenden Leckfluids durch Zentrifugalkräfte erfolgt. In der Zylindertrommel sind daher in den Leckraum der Axialkolbenmaschine mündende Zulauf- und Ablaufkanäle vorgesehen. Den Zylinderbohrungen sind Kühlbereiche zugeordnet, die beispielsweise spiralförmige Kühlkanäle umfassen, welche von dem Leckfluid durchströmt werden. Die Kühlkanäle sind jedoch durch eine Hülse von den Zylinderbohrungen getrennt und haben keine Verbindung zu den in den Zylinderbohrungen bewegbaren Kolben. Die Kühlkanäle dienen daher ausschließlich der Kühlung und nicht etwa der Schmierung oder

gar der hydrostatischen Entlastung der Kolben.

[0005] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Axialkolbenmaschine zu schaffen, bei welcher die hydrostatische Entlastung der Gleitbewegung der Kolben in den Zylinderbohrungen der Zylindertrommel verbessert ist.

[0006] Die Aufgabe wird durch die kennzeichnenden Merkmale des Anspruchs 1 oder des Anspruchs 16 jeweils in Verbindung mit den gattungsbildenden Merkmalen gelöst.

[0007] Der Erfindung liegt bezüglich der Lösung nach Anspruch 1 die Erkenntnis zugrunde, daß die hydrostatische Entlastung der Gleitbewegung der Kolben mit einer länglich ausgebildeten und spiralförmig oder zickzackförmig verlaufenden Entlastungsnut, die sich axial in der Zylinderbohrung entlangwindet, wesentlich verbessert werden kann. Durch die spiralförmige oder zickzackförmig verlaufende Entlastungsnut ist sichergestellt, daß der Kolben zumindest in den kritischen Bereichen gleichmäßig hydrostatisch entlastet wird. Das entlastende Druckfluid wird in der Entlastungsnut geführt. Wenn die Entlastungsnut fortwährend mit Druckfluid gespült wird, tritt gleichzeitig ein Kühleffekt ein und eine durch die Reibung der Kolben hervorgerufene Wärmeentwicklung wird durch das durch die Entlastungsnut strömende Druckfluid abgeführt.

[0008] Ein weiterer Vorteil besteht darin, daß die Entlastungsnut fortwährend gespült wird und sich in der Entlastungsnut deshalb keine Verunreinigungen festsetzen können. Die vorliegende Anwendung kann ohne Schwierigkeiten nicht nur bei Hohlkolben sondern auch bei Massivkolben angewandt werden, da durch die hydrostatische Entlastung mittels der Entlastungsnut auch Kolben mit größerer Masse sicher entlastet werden. Massivkolben haben gegenüber Hohlkolben den Vorteil, daß diese einfacher zu fertigen sind und diese kein Totvolumen aufweisen, das bei jedem Kolbenhub zusätzlich komprimiert werden muß.

[0009] Der Erfindung liegt hinsichtlich der Lösung nach Anspruch 16 die Erkenntnis zugrunde, daß sich ein besonders vorteilhafte hydrostatische Entlastung der Gleitbewegung der Kolben ergibt, wenn die Zylinderbohrungen einen ovalen Querschnitt und die Kolben einen kreisrunden Querschnitt aufweisen. Die zwischen der Wandung der Zylinderbohrungen und den Kolben entstehenden Zwischenräume bilden dann in axiale Richtung verlaufende Ausnehmungen für die hydrostatische Entlastung der Gleitbewegung der Kolben. Auch bei dieser Ausgestaltung erfolgt gleichzeitig eine Kühlung der Gleitzonen.

[0010] Beiden Ausgestaltungen ist gemeinsam, daß der konstruktive Aufwand und der Fertigungsaufwand äußerst gering sind und die hydrostatische Entlastung der Gleitbewegung der Kolben daher kostengünstig realisiert werden kann.

[0011] Die Ansprüche 2 bis 15 sowie die Ansprüche 17 und 18 beinhalten vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung.

[0012] Die Entlastungsnuten können entsprechend Anspruch 2 vorteilhaft in jeweils einer Laubuchse ausgebildet sein, die in die jeweilige Zylinderbohrung axial einschiebbar ist. Die Entlastungsnuten münden in den Leckraum der Axialkolbenmaschine vorzugsweise entsprechend Anspruch 3 über eine drosselartige Verengung aus. Dabei bildet sich in den Entlastungsnuten ein Staudruck, der den effektiven Druck für die hydrostatische Entlastung erhöht. Durch die drosselartige Verengung ist ein fortwährender Austausch des Druckfluids in den Entlastungsnuten gewährleistet, wodurch sich der bereits beschriebene Kühleffekt ergibt.

[0013] Vorzugsweise münden die Entlastungsnuten in den Leckraum der Axialkolbenmaschine jeweils an einer Austrittsstelle aus, die entsprechend Anspruch 4 an dem bezüglich der Drehachse der Zylindertrommel radial peripheren Umfangspunkt der jeweiligen Zylinderwandung positioniert ist. Vorteilhaft münden die Entlastungsnuten entsprechend Anspruch 5 jeweils über eine Gleitfläche in den Leckraum der Axialkolbenmaschine aus, die mit einem geringen Abstand zu dem zugeordneten Kolben verläuft. Auf diese Weise wird einerseits ein gedrosseltes Abfließen des Druckfluids aus den Entlastungsnuten und somit ein für die hydrostatische Entlastung ausreichender Staudruck in den Entlastungsnuten sichergestellt. Andererseits wird der Kolben an der Gleitfläche über den gesamten Umfang geschmiert. Zur gleichmäßigen Verteilung des Druckfluids an der Gleitfläche kann eine Ringnut entsprechend Anspruch 6 vorgesehen sein. Um die Ablaufgeschwindigkeit des Druckfluids aus der Entlastungsnut zu erhöhen kann entsprechend Anspruch 7 an der Gleitfläche eine Ablaufdrossel insbesondere in Form einer Nut mit gegenüber der Entlastungsnut verengtem Querschnitt vorgesehen sein.

[0014] Entsprechend Anspruch 8 ist es vorteilhaft, wenn sich die Ganghöhe der Entlastungsnut über die axiale Erstreckung der Zylinderbohrung ändert. Dadurch kann die Ganghöhe der Entlastungsnut und somit die hervorgerufene hydrostatische Entlastung an die Belastungszonen angepaßt werden. Besondere Belastungszonen treten erfahrungsgemäß im Bereich des oberen und unteren Endes der Laubuchsen auf. Entsprechend Anspruch 9 kann die Ganghöhe der Entlastungsnuten an dem an den durch den Kolben verschlossenen Zylinderraum angrenzenden Ende größer sein als an dem gegenüberliegenden Ende. Diese Maßnahme erhöht zudem den Staudruck in der Entlastungsnut. Entsprechend Anspruch 10 können die Entlastungsnuten einen sich stetig verengenden Querschnitt aufweisen. Auch dadurch wird der Staudruck in den Entlastungsnuten erhöht. Entsprechend Anspruch 11 kann an der Zulaufseite der Entlastungsnuten eine Zulaufdrossel vorgesehen sein.

[0015] Entsprechend Anspruch 12 kann mit den Entlastungsnuten jeweils zumindest eine Drucktasche verbunden sein, die in der Wandung der Zylinderbohrung zusätzlich ausgebildet ist. Dadurch kann eine weitere

punktueller hydrostatischer Entlastung an der Grenzfläche zwischen Kolben und Zylinderbohrungen bewirkt werden.

[0016] Entsprechend Anspruch 13 können die Entlastungsnuten jeweils zick-zack-förmig nur in einem bezüglich der Drehachse der Zylindertrommel radial innenliegenden oder radial außenliegenden Bereich ausgebildet sein. Entsprechend Anspruch 14 kann sowohl ein radial innenliegender Bereich als auch ein dazu radial außenliegender Bereich vorgesehen sein, die über einen Verbindungsbereich der Entlastungsnut verbunden sind.

[0017] Gemäß Anspruch 17 kann bei der Lösung nach Anspruch 16 der zwischen der Wandung der Zylinderbohrung und dem Kolben gebildete Zwischenraum in axialer Richtung konisch verlaufen, um den für die hydrostatische Entlastung wirksamen Staudruck zu erhöhen. Vorzugsweise ist der ovale Querschnitt jeweils an einer in die Zylinderbohrungen einschiebbaren Laubuchse ausgebildet.

[0018] Nachfolgend wird die Erfindung unter Bezugnahme auf die Zeichnung näher beschrieben. In der Zeichnung zeigen:

- Fig. 1 einen Schnitt durch eine Axialkolbenmaschine entsprechend einem ersten Ausführungsbeispiel der Erfindung;
- Fig. 2 einen Schnitt durch die Zylindertrommel entsprechend dem Ausführungsbeispiel nach Fig. 1;
- Fig. 3 einen Schnitt durch die Zylindertrommel entsprechend einem zweiten Ausführungsbeispiel;
- Fig. 4 einen Schnitt durch die Zylindertrommel entsprechend einem dritten Ausführungsbeispiel; und
- Fig. 5A einen Schnitt durch die Zylindertrommel entsprechend einem vierten Ausführungsbeispiel;
- Fig. 5B eine auszugsweise dargestellte Frontansicht entsprechend dem in Fig. 5A dargestellten Ausführungsbeispiel;
- Fig. 6 einen Schnitt durch die Zylindertrommel entsprechend einem fünften Ausführungsbeispiel;
- Fig. 7 einen Schnitt durch die Zylindertrommel entsprechend einem sechsten Ausführungsbeispiel;
- Fig. 8 einen Schnitt durch die Zylindertrommel entsprechend eines siebten Ausführungs-

beispiel;

- Fig. 9 einen Schnitt durch die Zylindertrommel entsprechend einem achten Ausführungsbeispiel;
- Fig. 10A einen Schnitt durch die Zylindertrommel entsprechend einem neunten Ausführungsbeispiel;
- Fig. 10B eine teilweise Frontansicht der Zylindertrommel entsprechend dem in Fig. 10A dargestellten Ausführungsbeispiel;
- Fig. 11A einen Schnitt durch die Zylindertrommel entsprechend einem zehnten Ausführungsbeispiel;
- Fig. 11B eine teilweise Frontansicht der Zylindertrommel entsprechend dem in Fig. 11A dargestellten Ausführungsbeispiel;
- Fig. 12 einen Schnitt durch die Zylindertrommel entsprechend einem elften Ausführungsbeispiel;
- Fig. 13 eine teilweise Frontansicht einer Zylindertrommel entsprechend einem zwölften Ausführungsbeispiel;
- Fig. 14 einen Schnitt durch die Laufbuchse und den Kolben entsprechend dem in Fig. 13 dargestellten Ausführungsbeispiel.
- Fig. 15 einen Schnitt durch die Zylindertrommel entsprechend einem dreizehnten Ausführungsbeispiel.

[0019] Die in Fig. 1 dargestellte Axialkolbenmaschine ist in Schrägscheibenbauweise mit verstellbarem Verdrängungsvolumen und einer Stromrichtung ausgeführt und umfaßt in bekannter Weise als wesentliche Bauteile ein hohlzylindrisches Gehäuse 1 mit einem stirnseitig offenen Ende (oberes Ende in Fig. 1) einen am Gehäuse 1 befestigten, dessen offenes Ende verschließenden Anschlußblock 2, eine Hub- oder Schrägscheibe 3, einen Steuerkörper 4, eine Triebwelle 5 und eine Zylindertrommel 6.

[0020] Die Schrägscheibe 3 ist als sogenannte Schwenkwiege mit halbzyklindrischem Querschnitt ausgebildet und stützt sich mit zwei, mit gegenseitigem Abstand parallel zur Schwenkrichtung verlaufenden Lagerflächen unter hydrostatischer Entlastung an zwei entsprechend geformten Lagerschalen 8 ab, die an der Innenfläche der dem Anschlußblock 2 gegenüberliegenden Gehäuse-Stirnwand 9 befestigt sind. Die hydrostatische Entlastung erfolgt in bekannter Weise über Drucktaschen 10, die in den Lagerschalen 8 ausgebil-

det sind und über Anschlüsse 11 mit Druckmittel versorgt werden. Eine in einer Ausbuchtung der zylindrischen Gehäusewandung 12 untergebrachte Stelleinrichtung 13 greift über einen sich in Richtung des Anschlußblocks 2 erstreckenden Arm 14 der Schrägscheibe 3 an und dient zum Verschwenken derselben um eine zur Schwenkrichtung senkrechte Schwenkachse.

[0021] Der Steuerkörper 4 ist an der dem Gehäuse-Innenraum zugewandten Innenfläche des Anschlußblocks 2 befestigt und mit zwei durchgehenden Öffnungen 15 in Form von nierenförmigen Steuerschlitzten versehen, die über einen Druckkanal 16D bzw. Saugkanal 16S im Anschlußblock 2 an eine nicht gezeigte Druck- und Saugleitung angeschlossen sind. Der Druckkanal 16D weist einen kleineren Strömungsquerschnitt als der Saugkanal 16S auf. Die dem Gehäuseinnenraum zugewandte und sphärisch ausgebildete Steuerfläche des Steuerkörpers 4 dient als Lagerfläche für die Zylindertrommel 6.

[0022] Die Triebwelle 5 ragt durch eine Durchgangsbohrung in der Gehäuse-Stirnwand 9 in das Gehäuse 1 hinein und ist mittels eines Lagers 17 in dieser Durchgangsbohrung sowie mittels eines weiteren Lagers 18 in einem engeren Bohrungsabschnitt einer endseitig erweiterten Sackbohrung 19 im Anschlußblock 2 und einem an diesen engeren Bohrungsabschnitt angrenzenden Bereich einer zentrischen Durchgangsbohrung 20 im Steuerkörper 4 drehbar gelagert. Die Triebwelle 5 durchsetzt im Inneren des Gehäuses 1 weiterhin eine zentrische Durchgangsbohrung 21 in der Schrägscheibe 3, deren Durchmesser entsprechend dem größten Schwenkausschlag der Schrägscheibe 3 bemessen ist, sowie eine zentrische Durchgangsbohrung in der Zylindertrommel 6 mit zwei Bohrungsabschnitten.

[0023] Einer dieser Bohrungsabschnitte ist in einer an der Zylindertrommel 6 angeformten, über deren der Schrägscheibe 3 zugewandten Stirnseite 22 hinausragenden hülsenförmigen Verlängerung 23 ausgebildet, über die die Zylindertrommel 6 mittels einer Keilnut-Verbindung 24 drehfest mit der Triebwelle 5 verbunden ist. Der verbleibende Bohrungsabschnitt ist mit konischem Verlauf ausgebildet; er verjüngt sich ausgehend von seinem Querschnitt größten Durchmessers nahe dem ersten Bohrungsabschnitt bis zu seinem Querschnitt kleinsten Durchmessers nahe der am Steuerkörper 4 anliegenden Stirn- oder Lagerfläche der Zylindertrommel 6. Der von der Triebwelle 5 und diesem konischen Bohrungsabschnitt definierte ringförmige Raum ist mit dem Bezugszeichen 25 bezeichnet.

[0024] Die Zylindertrommel 6 weist allgemein axial verlaufende, abgestufte Zylinderbohrungen 26 auf, die gleichmäßig auf einem zur Triebwellenachse coaxialen Teilkreis angeordnet sind sowie an der Zylindertrommel-Stirnseite 22 direkt und an der dem Steuerkörper 4 zugewandten Zylindertrommel-Lagerfläche über Mündungskanäle 27 auf dem gleichen Teilkreis wie die

Steuerschlitze ausmünden. In die an der Zylindertrommel-Stirnseite 22 direkt ausmündenden Zylinderbohrungsabschnitte größeren Durchmessers ist je eine Laufbuchse 28 eingesetzt. Die Zylinderbohrungen 26 einschließlich der Laufbuchsen 28 sind hier als Zylinder bezeichnet. Innerhalb dieser Zylinder 26, 28 verschiebbar angeordnete Kolben 29 sind an ihren der Schrägscheibe 3 zugewandten Enden mit Kugelköpfen 30 versehen, die in Gleitschuhen 31 gelagert und über diese an einer an der Schrägscheibe 5 befestigten ringförmigen Gleitscheibe 32 hydrostatisch gelagert sind. Jeder Gleitschuh 31 ist an seiner der Gleitscheibe 32 zugewandten Gleitfläche mit je einer nicht gezeigten Drucktasche versehen, die über einer Durchgangsbohrung 33 im Gleitschuh 31 an einen abgestuften axialen Durchgangskanal 34 im Kolben 29 angeschlossen und auf diese Weise mit dem vom Kolben 29 in der Zylinderbohrung 26 abgegrenzten Arbeitsraum des Zylinders verbunden ist. In jedem axialen Durchgangskanal 34 ist im Bereich des zugeordneten Kugelkopfes 30 eine Drossel ausgebildet. Ein mittels der Keilnut-Verbindung 24 axial verschiebbar auf der Triebwelle 5 angeordneter und durch eine Feder 35 in Richtung der Schrägscheibe 3 beaufschlagter Niederhalter 36 hält die Gleitschuhe 31 in Anlage an die Gleitscheibe 32.

[0025] Der im Gehäuse-Innenraum von den darin aufgenommenen Bauteilen 3 bis 6 etc. nicht eingenommene Raum dient als Leckraum 37, der das im Betrieb der Axialkolbenmaschine durch sämtliche Spalten, wie zum Beispiel zwischen den Zylindern 26, 28 und den Kolben 29, dem Steuerkörper 4 und der Zylindertrommel 6, der Schrägscheibe 3 und der Gleitscheibe 32 sowie den Lagerschalen 8 etc. austretende Leckfluid aufnimmt.

[0026] Die Axialkolbenmaschine ist vorzugsweise für den Betrieb mit Öl als Druckfluid vorgesehen. Über die Triebwelle 5 wird die Zylindertrommel 6 mitsamt den Kolben 29 in Drehung versetzt. Wenn durch Betätigung der Stelleinrichtung 13 die Schrägscheibe 3 in eine Schrägstellung gegenüber der Zylindertrommel 6 verschwenkt ist, so vollführen sämtliche Kolben 29 Hubbewegungen; bei Drehung der Zylindertrommel 6 um 360° durchläuft jeder Kolben 29 einen Saug- und einen Kompressionshub, wobei entsprechende Ölströme erzeugt werden, deren Zu- und Abführung über die Mündungskanäle 27, die Steuerschlitze 15 und den Druck- und Saugkanal 16D, 16S erfolgen.

[0027] Erfindungsgemäß ist an den Wandungen der Zylinderbohrungen 26 bzw. an den die Wandungen der Zylinderbohrungen 26 bildenden Laufbuchsen 28 jeweils zumindest eine längliche Entlastungsnut 40 zur hydrostatischen Entlastung der Gleitbewegung der Kolben 29 vorgesehen. Im dargestellten Ausführungsbeispiel ist die Entlastungsnut 40 spiralförmig ausgebildet und windet sich axial in der Zylinderbohrung 26 bzw. der Laufbuchse 28 entlang. Die Entlastungsnut 40 erstreckt sich dabei über die gesamte axiale Länge der Laufbuchse 28. Die Entlastungsnut 40 kann dabei wäh-

rend der Fertigung der Laufbuchse 28 eingebracht werden, wobei nachträglich die Laufbuchse 28 axial in die Zylinderbohrungen 26 eingeschoben wird, was die Fertigung wesentlich erleichtert.

[0028] Obwohl die in Fig. 1 gezeigten Kolben 29 als Hohlkolben ausgebildet sind, eignet sich die vorliegende Erfindung auch bei Massivkolben. Durch die erfindungsgemäße Entlastungsnut 40 werden auch Massivkolben mit größerer Masse in der Laufbuchse 28 sicher abgestützt und geführt. Massivkolben haben gegenüber Hohlkolben in offener Bauweise den Vorteil, daß diese kein Totvolumen aufweisen, was bei jedem Kolbenhub zusätzlich komprimiert werden muß. Ferner sind Massivkolben gegenüber Hohlkolben einfacher zu fertigen.

[0029] Fig. 2 zeigt in einer geschnittenen, vergrößerten Darstellung eine Zylindertrommel 6, die, von geringfügigen Abweichungen abgesehen, im wesentlichen baugleich mit der in Fig. 1 dargestellten Zylindertrommel 6 ist. In Fig. 2 sind die in die Zylinderbohrungen 26 eingeschobenen Laufbuchsen 28 erkennbar an deren Innenfläche 41 mit den erfindungsgemäßen Entlastungsnuten 40 durch Ausfräsen oder Einpressen ausgebildet. Jede Entlastungsnut 40 erstreckt sich über die gesamte axiale Länge der Laufbuchse 28 und mündet an einem ersten Ende 42 in den Leckraum 37 aus. Das gegenüberliegende, dem Steuerkörper 4 zugewandte Ende 43 mündet bei zurückgezogenem Kolben 29 in den Zylinderraum 44, der durch den Kolben 29 verschlossen ist und während des Kompressionshubs unter Arbeitsdruck steht. Dadurch wird Druckfluid durch die spiralförmige Entlastungsnut 40 gepreßt. Der sich in der Entlastungsnut 40 aufbauende hydrostatische Druck wirkt in radialer Richtung auf den Kolben 29 ein und verhindert eine metallische Berührung des Kolbens 29 mit der Laufbuchse 28. Dadurch wird eine hydrostatische Entlastung der Gleitbewegung der Kolben 29 in der Zylinderbohrung 26 bzw. in der Laufbuchse 28 erzielt. Im Unterschied zu den bekannten Drucktaschen erfolgt die hydrostatische Entlastung über den gesamten Umfang der Kolben 29, was zu einer gleichmäßigeren hydrostatischen Entlastung führt. Ferner wird fortwährend Druckfluid durch die Entlastungsnut 40 gepreßt, so daß mit der hydrostatischen Entlastung auch ein Kühleffekt einhergeht, der die Gleitzone der Laufbuchse 28 und des Kolbens 29 kühlt. Der durch die Entlastungsnuten 40 hervorgerufene Leckverlust wird durch den verbesserten Wirkungsgrad und die verlängerte Lebensdauer der erfindungsgemäß ausgebildeten Axialkolbenmaschinen bei weitem kompensiert.

[0030] Zur besseren Erkennbarkeit des spiralförmigen Verlaufes der Entlastungsnut 40 sind in den Figuren der Zeichnung die im oberen Teil der Laufbuchse 28 ausgebildeten und in den Schnittdarstellungen eigentlich nicht erkennbaren Abschnitte der Entlastungsnut 40 zusätzlich gestrichelt eingezeichnet.

[0031] Fig. 3 zeigt einen Schnitt durch die Zylindertrommel 6 entsprechend einem zweiten Ausführungs-

beispiel der Erfindung, wobei bereits beschriebene Elemente mit übereinstimmenden Bezugszeichen versehen sind. Der Unterschied zu dem in Fig. 2 gezeigten Ausführungsbeispiel besteht darin, daß an dem dem Steuerkörper 4 bzw. dem Zylinderraum 44 gegenüberliegenden Ende 42 eine drosselartige Verengung 45 ausgebildet ist, die den für die hydrostatische Entlastung wirksamen Staudruck erhöht. Der in den Entlastungsnuten 40 für die hydrostatische Entlastung wirksame Staudruck kann durch den Öffnungsquerschnitt der drosselartigen Verengung 45 eingestellt werden.

[0032] Fig. 4 zeigt einen Schnitt durch die Zylindertrommel 6 entsprechend einem dritten Ausführungsbeispiel der Erfindung, wobei bereits beschriebene Elemente mit übereinstimmenden Bezugszeichen versehen sind. Der Unterschied zu dem in den Fig. 2 und 3 dargestellten Ausführungsbeispielen besteht darin, daß die Ganghöhe der spiralförmig verlaufenden Entlastungsnuten 40 sich über die axiale Erstreckung der Zylinderbohrung 26 bzw. der Laufbuchse 28 ändert. In dem in Fig. 4 dargestellten Ausführungsbeispiel ist die Ganghöhe an dem dem Zylinderraum 44 bzw. dem Steuerkörper 4 zugewandten Ende 43 größer als an dem gegenüberliegenden Ende 42. Dies ist sinnvoll, da durch die auf den Kolben 29 einwirkende Radialkomponente der Kolben an dem oberen Ende der Laufbuchse 28 mit einer besonders hohen Radialkraft anliegt und dort die radiale Entlastung entsprechend groß sein muß. Ferner entsteht durch die abnehmende Ganghöhe in der Strömungsrichtung, mit welcher das Druckfluid die Entlastungsnut 40 durchströmt, ein entsprechend erhöhter Staudruck in der Entlastungsnut 40, der die hydrostatische Entlastung begünstigt. Allgemein ist es denkbar, die Ganghöhe der spiralförmigen Entlastungsnut 40 überall dort zu verringern, wo aufgrund praktischer Erfahrungen eine besonders hohe hydrostatische Entlastung notwendig ist. So ist es z. B. denkbar, an beiden Enden 42 und 43 eine besonders geringe Ganghöhe für die Entlastungsnut 40 vorzusehen.

[0033] Fig. 5A zeigt einen Schnitt durch die Zylindertrommel 6 entsprechend einem vierten Ausführungsbeispiel der Erfindung. Fig. 5B zeigt die entsprechende Frontansicht der Zylindertrommel 6 mit Blick auf die Zylinderbohrungen 26. Auch hier sind bereits beschriebene Elemente mit übereinstimmenden Bezugszeichen versehen. Der Unterschied zu dem in Fig. 2 dargestellten Ausführungsbeispiel besteht darin, daß die Austrittsstelle 46 des dem Zylinderraum 44 gegenüberliegenden Endes 42 der Entlastungsnut 40 an dem bezüglich der Drehachse 47 der Zylindertrommel 6 radial peripheren Umfangspunkt der Zylinderwandung bzw. der Laufbuchse 28 positioniert ist. Es hat sich gezeigt, daß dies für die hydrostatische Entlastung Vorteile bietet, da besonders einem Ausweichen des Kolbens 29 radial nach außen wirkungsvoll entgegen gewirkt wird.

[0034] Fig. 6 zeigt einen Schnitt durch die Zylindertrommel 6 entsprechend einem fünften erfindungsgemäßen Ausführungsbeispiel, wobei auch hier bereits beschriebene Elemente mit übereinstimmenden Bezugszeichen versehen sind. Der Unterschied zu dem in Fig. 2 dargestellten Ausführungsbeispiel besteht darin, daß das dem Zylinderraum 44 abgewandte Ende 42 der Entlastungsnut 40 nicht unmittelbar in den Leckraum 37 ausmündet, sondern daß eine Gleitfläche 48 vorgesehen ist. Der Innendurchmesser der Gleitfläche 48 entspricht im wesentlichen dem Außendurchmesser der Kolben 29, d. h. die Gleitfläche 48 verläuft in nur geringem Abstand von dem Kolben 29. Das die Entlastungsnut 40 durchströmende Druckfluid erfährt daher in dem Ringraum zwischen der Gleitfläche 48 und dem Kolben 29 eine gewisse Drosselung, was den Staudruck in der Entlastungsnut 40 und somit die wirksame hydrostatische Entlastung erhöht. Zur gleichmäßigen Einleitung des Druckfluids in den Ringraum zwischen der Gleitfläche 48 und dem Kolben 29 ist vorzugsweise zwischen der Gleitfläche 48 und der Entlastungsnut 40 eine Ringnut 49 vorgesehen.

[0035] Fig. 7 zeigt einen Schnitt durch eine Zylindertrommel 6 entsprechend einem sechsten Ausführungsbeispiel der Erfindung. Auch hier sind bereits beschriebene Elemente mit übereinstimmenden Bezugszeichen versehen. Der Unterschied zu dem in Fig. 6 dargestellten Ausführungsbeispiel besteht darin, daß an der Gleitfläche 48 eine Nut 50 vorgesehen ist, um eine Ablaßdrossel zu bilden und den wirksamen Drosselquerschnitt des Ringraums zwischen der Gleitfläche 48 und dem zugeordneten Kolben 29 zu erhöhen. Durch die Breite und Tiefe der Nut 50 kann der Drosselquerschnitt und somit der Staudruck in der Entlastungsnut 40 bedarfsgerecht eingestellt werden.

[0036] Fig. 8 zeigt einen Schnitt durch die Zylindertrommel 6 entsprechend einem siebten Ausführungsbeispiel. Auch hier sind bereits beschriebene Elemente mit übereinstimmenden Bezugszeichen versehen. Der Unterschied zu den bereits beschriebenen Ausführungsbeispielen besteht darin, daß die Entlastungsnut 40 einen sich von dem an den Zylinderraum 44 angrenzenden Ende 43 in Richtung auf das gegenüberliegende Ende 42 stetig verengenden Querschnitt aufweist. Der sich stetig verengende Querschnitt der Entlastungsnut 40 führt zu einem erhöhten Staudruck in der Entlastungsnut 40 und somit zu einer effizienten hydrostatischen Entlastung. Die Variation des Querschnitts der Entlastungsnut 40 kann auch mit einer Variation der Ganghöhe der Entlastungsnut 40 ohne weiteres kombiniert werden.

[0037] Fig. 9 zeigt einen Schnitt durch die Zylindertrommel 6 entsprechend einem achten Ausführungsbeispiel der Erfindung. Auch hier sind bereits beschriebene Elemente mit übereinstimmenden Bezugszeichen versehen. Im Unterschied zu den bereits beschriebenen Ausführungsbeispielen ist bei dem in Fig. 9 dargestellten Ausführungsbeispiel eine Zulaufdrossel 51 für die

spiralförmige Entlastungsnut 40 vorgesehen. Im dargestellten Ausführungsbeispiel ist die Zulaufdrossel 51 dadurch gebildet, daß zwischen der Entlastungsnut 40 und dem Zylinderraum 44 eine Gleitfläche 52 vorgesehen ist, die von dem in die Laufbuchse 28 eingesetzten Kolben 29 nur einen geringen Abstand aufweist. Zur Einstellung des Drosselquerschnitts kann die Gleitfläche 52 eine Nut 53 aufweisen. Zur gleichmäßigen Aufnahme und Einleitung des Druckfluids in die Entlastungsnut 40 kann eine Ringnut 54 zwischen der Gleitfläche 52 und der Entlastungsnut 40 vorgesehen sein. Die Maßnahmen der in Fig. 7 dargestellten Ablaufdrossel und der in Fig. 9 dargestellten Zulaufdrossel können selbstverständlich auch miteinander kombiniert werden.

[0038] Fig. 10A zeigt einen Schnitt durch die Zylindertrommel 6 entsprechend einem neunten Ausführungsbeispiel der Erfindung. Fig. 10B zeigt die entsprechende Frontansicht der Zylindertrommel 6 mit Blick auf die Zylinderbohrungen 26. Auch hier sind bereits beschriebene Elemente mit übereinstimmenden Bezugszeichen versehen. Der Unterschied zu den bereits beschriebenen Ausführungsbeispielen besteht darin, daß die spiralförmige Entlastungsnut 40 mit einer Drucktasche 55 verbunden ist. Mittels der Drucktasche 55 kann eine gezielte Radialkomponente für die hydrostatische Entlastung des in die Laufbuchse 28 eingesetzten Kolbens 29 erzeugt werden. Durch geeignete Anordnung der Drucktasche 55 und sofern notwendig weiterer Drucktaschen kann eine gezielte Stabilisierung der Bewegungsachse des Kolbens 29 bezüglich der Achse 56 der Laufbuchse 28 erreicht werden. Besonders vorteilhaft ist es, eine Drucktasche 55 wie in den Fig. 10A und 10B gezeigt, im bezüglich der Drehachse 47 peripher äußeren Bereich der Wandung der Laufbuchse 28 bzw. der Zylinderbohrung 26 anzuordnen, da dort erfahrungsgemäß die größten Radialkraftkomponenten der Kolbenkräfte auftreten

[0039] Fig. 11A zeigt einen Schnitt durch die Zylindertrommel 6 entsprechend einem zehnten Ausführungsbeispiel der Erfindung. Fig. 11B zeigt eine entsprechende Frontansicht der Zylindertrommel 6 mit Blick auf die Zylinderbohrungen 26. Auch hier sind bereits beschriebene Elemente mit übereinstimmenden Bezugszeichen versehen. Im Unterschied zu den bereits beschriebenen Ausführungsbeispielen verläuft die Entlastungsnut 40 nicht spiralförmig sondern zickzackförmig in einem bezüglich der Drehachse der Zylindertrommel 6 radial außenliegenden Bereich 60 der Laufbuchse 28. In Fig. 11B ist der Öffnungswinkel α dieses bezüglich der Drehachse 47 radial außenliegenden Bereichs 60 dargestellt. Der Öffnungswinkel α des radial außenliegenden Bereichs 60, in welchem die zickzackförmig verlaufende Entlastungsnut 40 angeordnet ist, liegt vorzugsweise zwischen 60° und 120° und beträgt besonders bevorzugt etwa 90°. Da dieser radial außenliegende Bereich 60 der Laufbuchse 28 bzw. der Zylinderbohrung 26 aufgrund der auf den Kol-

ben 29 einwirkenden Radialkomponente bzw. auch aufgrund der Zentrifugalkraft besonders beansprucht ist, kann die Anordnung der Entlastungsnut 40 nur in diesem Bereich 60 ausreichend und vorteilhaft sein.

[0040] Fig. 12 zeigt einen Schnitt durch die Zylindertrommel 6 entsprechend einem elften Ausführungsbeispiel der Erfindung. Auch hier sind bereits beschriebenen Elemente mit übereinstimmenden Bezugszeichen versehen. Im Unterschied zu dem in den Fig. 11A und 11B dargestellten Ausführungsbeispiel, verläuft die Entlastungsnut 40 nicht ausschließlich in dem radial außenliegenden Bereich 60, sondern in Flußrichtung des Druckfluids zunächst in einem radial innerliegenden Bereich 61 und dann in einem radial außenliegenden Bereich 60. Zwischen dem radial innerliegenden Bereich 61 und dem radial außenliegenden Bereich 60 weist die Entlastungsnut 40 einen Verbindungsbereich 62 auf. Mit dieser Ausgestaltung der Entlastungsnut 40 können auf den Kolben 29 radial nach außen einwirkende Radialkomponenten besonders gut entlastet werden, da auf den Kolben 29 durch die Laufbuchse 28 eine Gegenkraft in Form eines Kräftepaars ausgeübt wird, dessen erste Kraftkomponente im Bereich 60 bezüglich der Drehachse 47 radial nach innen und dessen zweite Kraftkomponente im Bereich 61 bezüglich der Drehachse 47 radial nach außen wirkt.

[0041] Fig. 13 zeigt eine Frontansicht der Zylindertrommel 6 entsprechend einem zwölften Ausführungsbeispiel der Erfindung. Bei diesem Ausführungsbeispiel weisen die Zylinderbohrungen 26 bzw. die Innenwänden der Laufbuchsen 28 einen ovalen Querschnitt auf, während die nicht dargestellten Kolben 29 eine kreisrunden Querschnitt aufweisen. Dadurch entstehen zwischen der Innenwandung der Laufbuchse 28 und den Außenflächen der Kolben 29 zwei sich gegenüberliegende Zwischenräume 70, 71, die in Fig. 14 veranschaulicht sind. Dabei zeigt Fig. 14 einen Schnitt durch die Laufbuchse 28 und den Kolben 29 senkrecht zu der Achse 56 der Laufbuchse. Die Zwischenräume 70, 71 bilden dabei parallel zu der Achse 56 der Laufbuchse 28 laufende Kanäle, die sich ähnlich wie die Entlastungsnuten 40 in axialer Richtung der Laufbuchsen 28 erstrecken. Vorzugsweise sind die Zwischenräume 70, 71 so orientiert, daß ein erster Zwischenraum 70 der Drehachse 47 der Zylindertrommel 6 zugewandt und ein gegenüberliegender zweiter Zwischenraum 71 der Drehachse 47 der Zylindertrommel 6 abgewandt ist. Besonders bevorzugt verlaufen die Zwischenräume 70, 71 von den Zylinderräumen 44 zu dem Leckraum 37 hin sich konisch verengend, so daß in den Zwischenräumen 70, 71 sich ein Staudruck aufbaut, der die hydrostatische Entlastung begünstigt.

[0042] Fig. 15 zeigt einen Schnitt durch die Zylindertrommel 6 entsprechend einem dreizehnten Ausführungsbeispiel der Erfindung. Auch hier sind bereits beschriebene Elemente mit übereinstimmenden Bezugszeichen versehen. Im Unterschied zu dem in Fig. 12 dargestellten Ausführungsbeispiel ist eine erste

Entlastungsnut 40a mit einem radial innenliegenden Bereich 61 und eine zweite Entlastungsnut 40b mit einem radial außenliegenden Bereich 60 vorgesehen. In dem radial innenliegenden Bereich 61 und dem radial außenliegenden Bereich 60 sind die Entlastungsnuten 40a und 40b jeweils zick-zack-förmig geführt, in ähnlicher Weise wie bei dem in Fig. 12 dargestellten Ausführungsbeispiel. Im Unterschied zu dem in Fig. 12 dargestellten Ausführungsbeispiel sind der radial innenliegende Bereich 61 und der radial außenliegende Bereich 60 jedoch voneinander getrennt und jeweils einer separaten Entlastungsnut 40a, 40b zugeordnet. Die Verbindung des radial innenliegenden, zick-zack-förmigen Bereichs 61 der ersten Entlastungsnut 40a mit dem Leckraum 37 erfolgt über eine erste Verbindung 80. Die Verbindung des radial außen liegenden, zick-zack-förmigen Bereich 60 der zweiten Entlastungsnut 40b mit dem Zylinderraum 44 erfolgt über eine zweite Verbindung 81. Die Verbindungen 80 und 81 sind vorzugsweise ebenfalls als Nuten ausgebildet. Der Vorteil bei dieser Ausführungsform besteht darin, daß sowohl für den radial innenliegenden zick-zack-förmigen Bereich 61 als auch für den radial außenliegenden zick-zack-förmigen Bereich 60 durch die jeweils unmittelbare Verbindung mit dem Zylinderraum 44 und dem Leckraum 37 eine effektive hydraulische Entlastung, sowie eine verbesserte Schmierung und Kühlung erreicht wird. Sich eventuell in den zick-zack-förmigen Bereichen 61 bzw. 60 festsetzende Schmutzpartikel werden effektiv freigeschwemmt, ohne daß die Gefahr besteht, daß sich diese Schmutzpartikel in dem jeweils anderen zick-zack-förmigen Bereich 60, 61 erneut festsetzen.

Patentansprüche

1. Axialkolbenmaschine mit einer um eine Drehachse (47) drehbar gelagerten Zylindertrommel (6), die Zylinderbohrungen (26) aufweist, in welchen Kolben (29) bewegbar geführt sind, die sich an einer Schrägscheibe (3) abstützen, wobei die Wandungen der Zylinderbohrungen (26) Ausnehmungen (40) zur hydrostatischen Entlastung der Gleitbewegung der Kolben (29) in den Zylinderbohrungen (26) aufweisen, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Ausnehmungen (40) zur hydrostatischen Entlastung in den Wandungen der Zylinderbohrungen (26) als längliche Entlastungsnuten (40) mit einem spiralförmigen oder zick-zack-förmigen Verlauf ausgebildet sind, die sich axial in den Zylinderbohrungen entlangwinden.
2. Axialkolbenmaschine nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Entlastungsnuten (40) jeweils in einer die Wandung der Zylinderbohrungen (26) bildenden Laubbuchse (28) ausgebildet ist, die in die jeweilige

Zylinderbohrung (26) axial einschiebbar ist.

3. Axialkolbenmaschine nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Entlastungsnuten (40) in den Leckraum (37) der Axialkolbenmaschine über eine drosselartige Verengung (42) ausmünden.
4. Axialkolbenmaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Entlastungsnuten (40) in den Leckraum (37) der Axialkolbenmaschine jeweils an einer Austrittsstelle (46) ausmünden, die an dem bezüglich der Drehachse (47) der Zylindertrommel (6) radial peripheren Umfangspunkt der jeweiligen Zylinderwandung (26) positioniert ist.
5. Axialkolbenmaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Entlastungsnuten (40) jeweils über eine in geringem Abstand von dem zugeordneten Kolben (29) verlaufende Gleitfläche (48) in den Leckraum (37) der Axialkolbenmaschine ausmünden.
6. Axialkolbenmaschine nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, daß zwischen den Entlastungsnuten (40) und den Gleitflächen (48) jeweils eine Ringnut (49) angeordnet ist.
7. Axialkolbenmaschine nach Anspruch 5 oder 6, **dadurch gekennzeichnet**, daß an der Gleitfläche (48) eine Ablaufdrossel, insbesondere in Form einer Nut (50) mit gegenüber der Entlastungsnut (40) verengtem Querschnitt, vorgesehen ist.
8. Axialkolbenmaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Ganghöhe der Entlastungsnuten (40) sich über die axiale Erstreckung der Zylinderbohrungen (26) ändert.
9. Axialkolbenmaschine nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Ganghöhe der Entlastungsnuten (40) an dem dem durch den zugeordneten Kolben (29) verschlossenen Zylinderraum (44) gegenüberliegenden Ende (42) kleiner als an dem an den Zylinderraum (44) angrenzenden Ende (43) ist.
10. Axialkolbenmaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Entlastungsnuten (40) einen sich stetig ver-

engenden Querschnitt aufweisen.

11. Axialkolbenmaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Entlastungsnuten (40) jeweils eine Zulaufdrossel (51) aufweisen. 5
12. Axialkolbenmaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Entlastungsnuten (40) jeweils mit zumindest einer an der Wandung der zugeordneten Zylinderbohrung (26) ausgebildeten Drucktasche (55) verbunden sind. 10
13. Axialkolbenmaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Entlastungsnuten (40) jeweils zick-zackförmig in einem bezüglich der Drehachse (47) der Zylindertrommel radial innenliegenden (61) und/oder radial außenliegenden (60) Bereich ausgebildet sind. 20
14. Axialkolbenmaschine nach Anspruch 13,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Entlastungsnuten (40) jeweils einen radial innenliegenden Bereich (61), einen gegenüber dem radial innenliegenden Bereich (61) axial versetzten radial außenliegenden Bereich (60) und einen dazwischen angeordneten Verbindungsbereich (62) aufweisen. 25 30
15. Axialkolbenmaschine nach Anspruch 13,
dadurch gekennzeichnet,
daß jeweils eine erste Entlastungsnut (40a) einen radial innenliegenden zick-zack-förmigen Bereich (61) und jeweils eine von der ersten Entlastungsnut (40a) getrennte zweite Entlastungsnut (40b) einen radial außenliegenden zick-zack-förmigen Bereich (60) aufweist, wobei der radial innenliegende Bereich (61) der ersten Entlastungsnut (40a) gegenüber dem radial außenliegenden Bereich (61) der zweiten Entlastungsnut (40b) axial versetzt ist. 35 40 45
16. Axialkolbenmaschine mit einer um eine Drehachse drehbar gelagerten Zylindertrommel (6), die Zylinderbohrungen (26) aufweist, in welchen Kolben (29) bewegbar geführt sind, die sich an einer Schrägscheibe (3) abstützen, wobei zwischen den Wandungen der Zylinderbohrungen (26) und den Kolben (29) Ausnehmungen zur hydrostatischen Entlastung der Gleitbewegung der Kolben vorgesehen sind,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Zylinderbohrungen (26) einen ovalen Quer-

schnitt und die Kolben (29) einen kreisrunden Querschnitt aufweisen, wobei die zwischen der Wandung der Zylinderbohrungen (26) und den Kolben (29) gebildeten Zwischenräume (70, 71) die Ausnehmungen für die hydrostatische Entlastung der Gleitbewegung der Kolben (29) bilden.

17. Axialkolbenmaschine nach Anspruch 16,
dadurch gekennzeichnet,
daß die zwischen der Wandung der Zylinderbohrungen (26) und den Kolben (29) gebildeten Zwischenräume (70, 71) in axialer Richtung konisch verlaufen.
18. Axialkolbenmaschine nach Anspruch 16 oder 17,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Wandung der Zylinderbohrungen (16) jeweils durch eine Laufbuchse (28) gebildet ist, die in die jeweilige Zylinderbohrung (26) axial einschiebbar ist und die einen ovalen Innenquerschnitt hat.

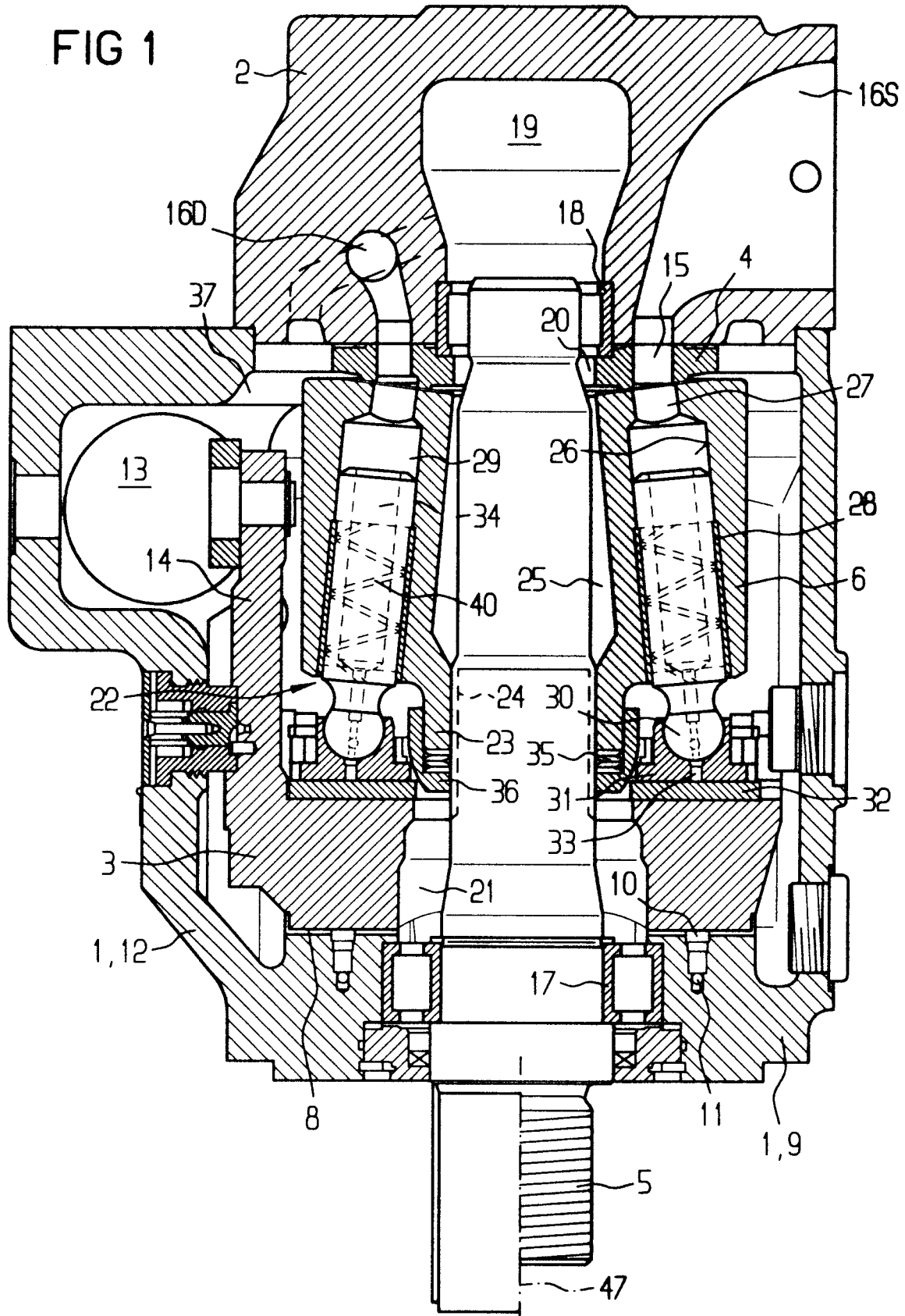


FIG 2

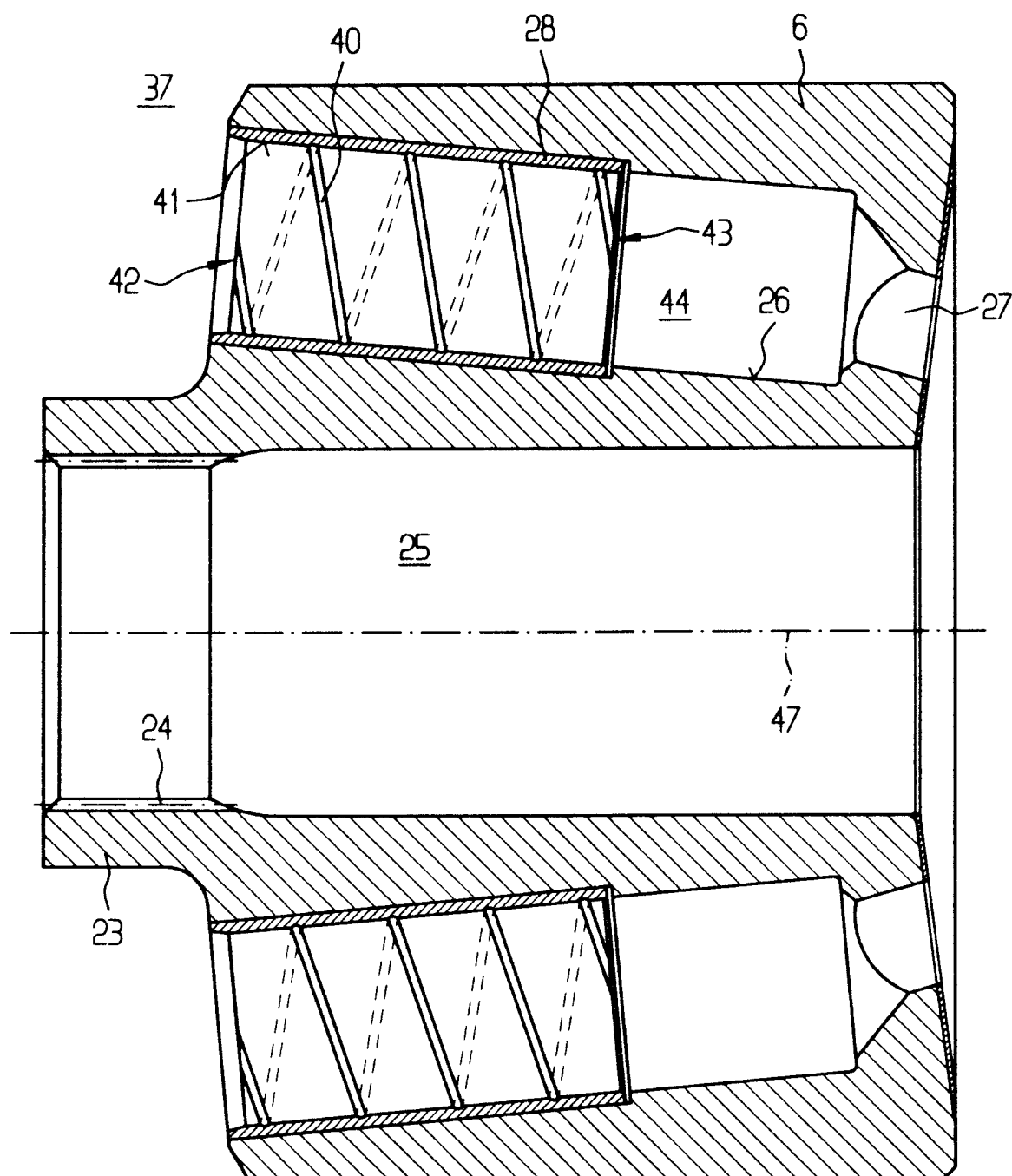


FIG 3

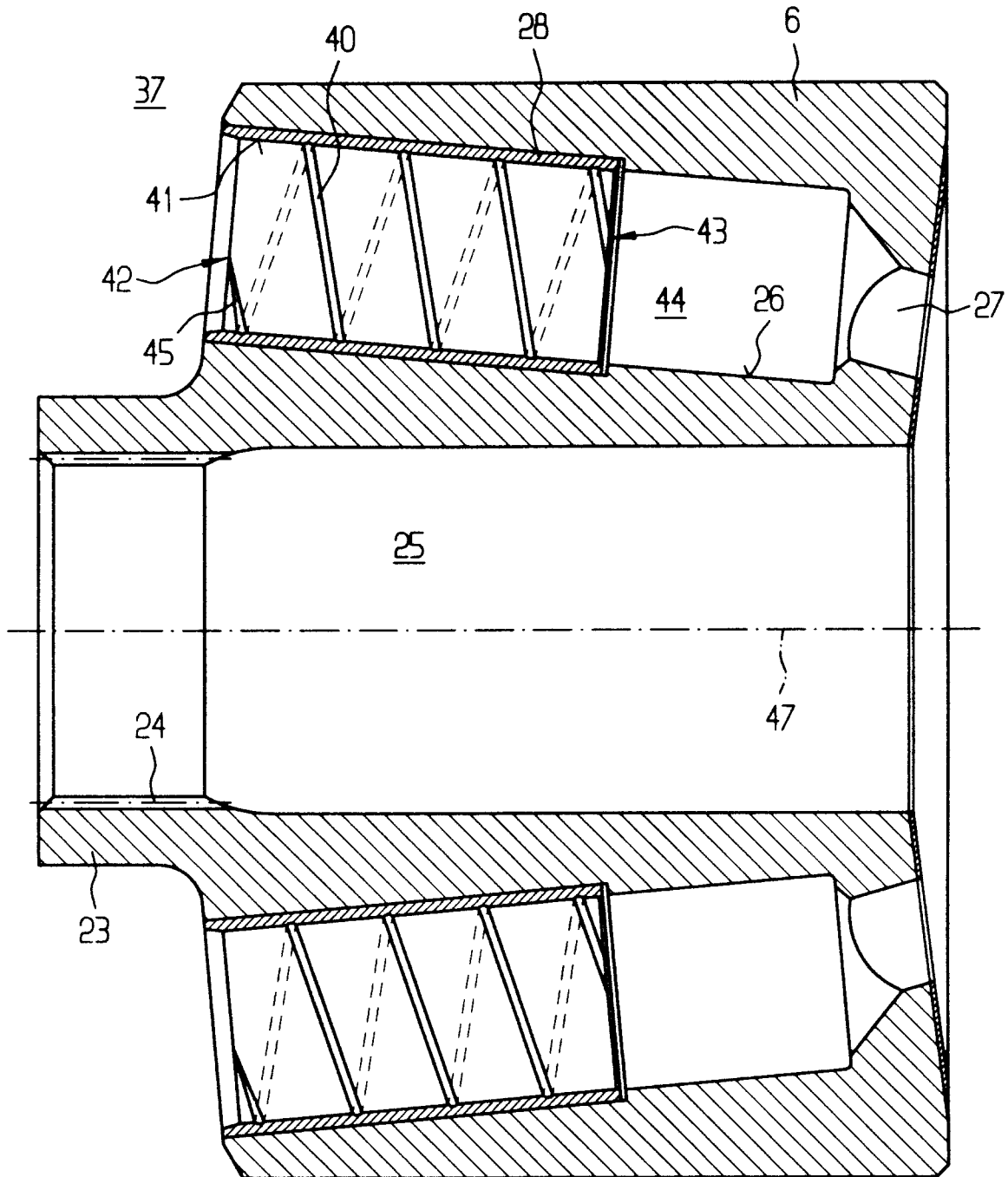


FIG 4

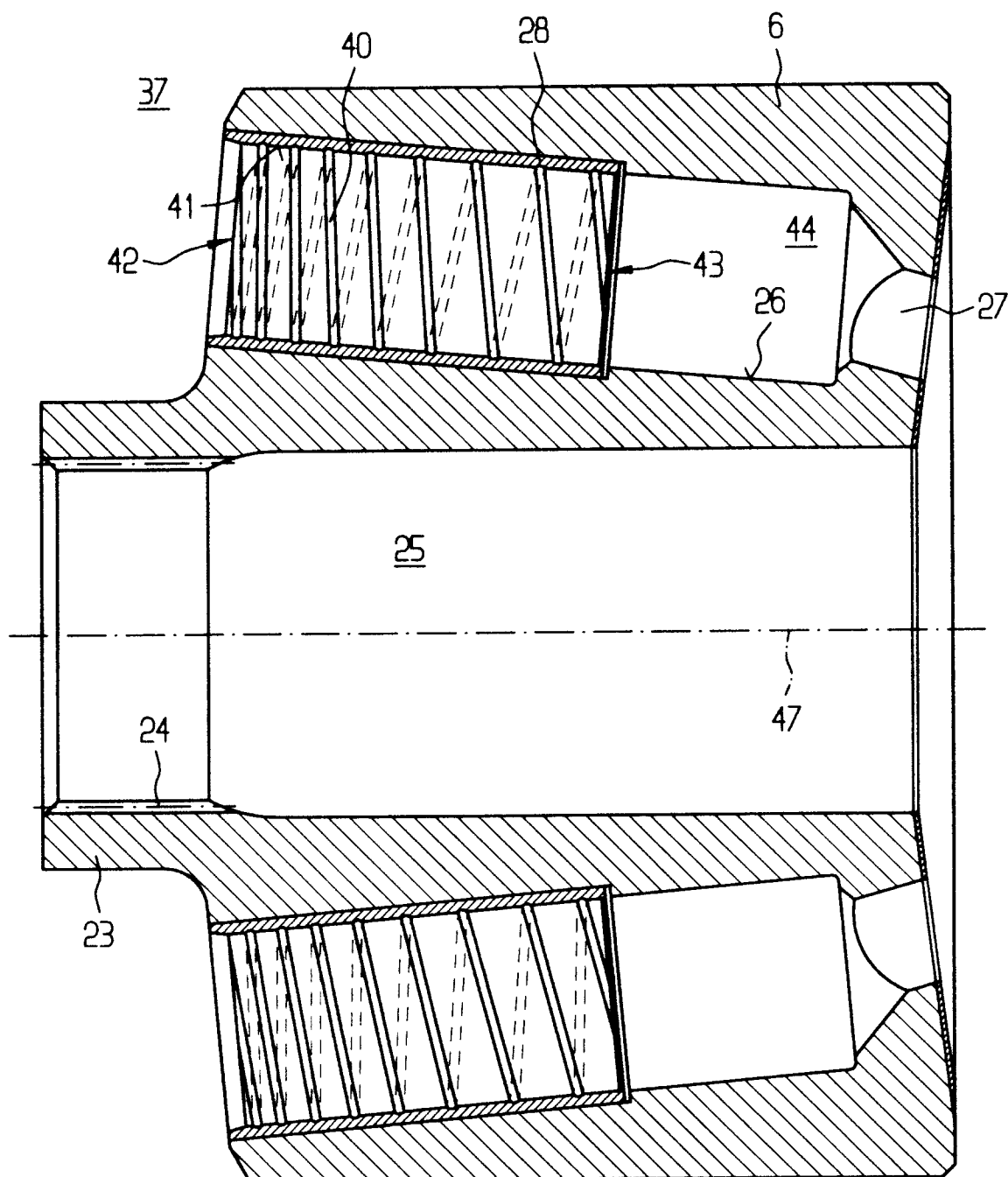


FIG 5A

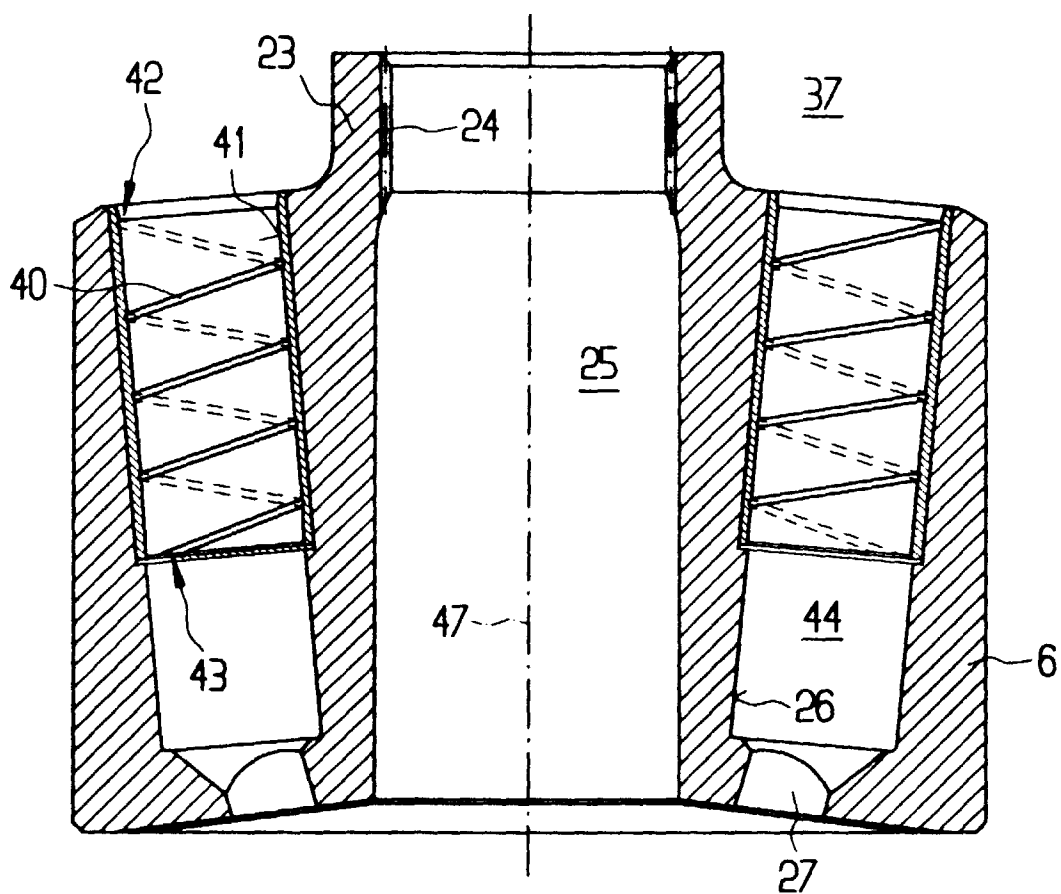


FIG 5B

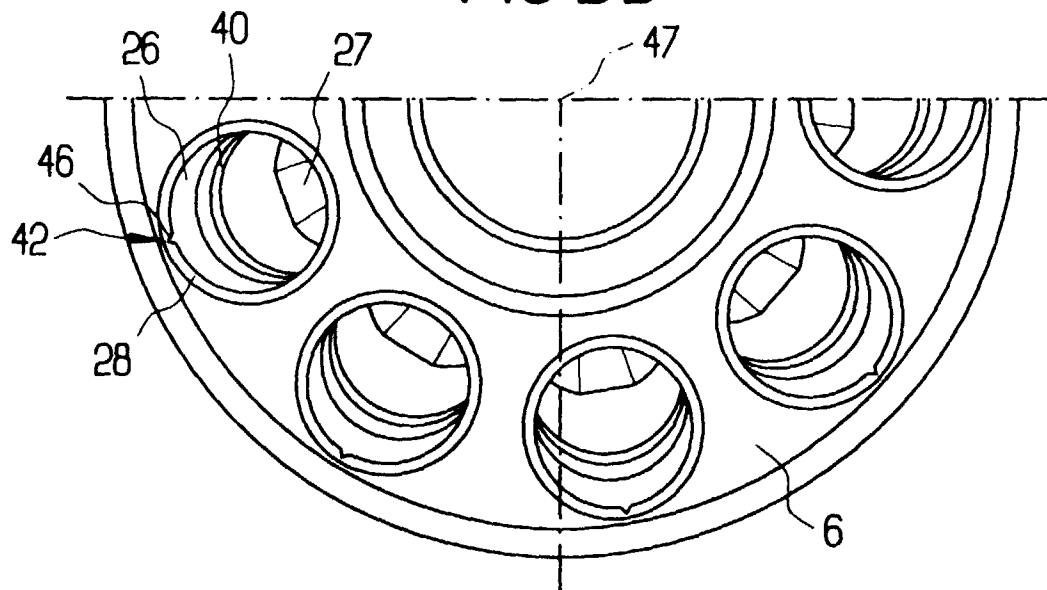


FIG 6

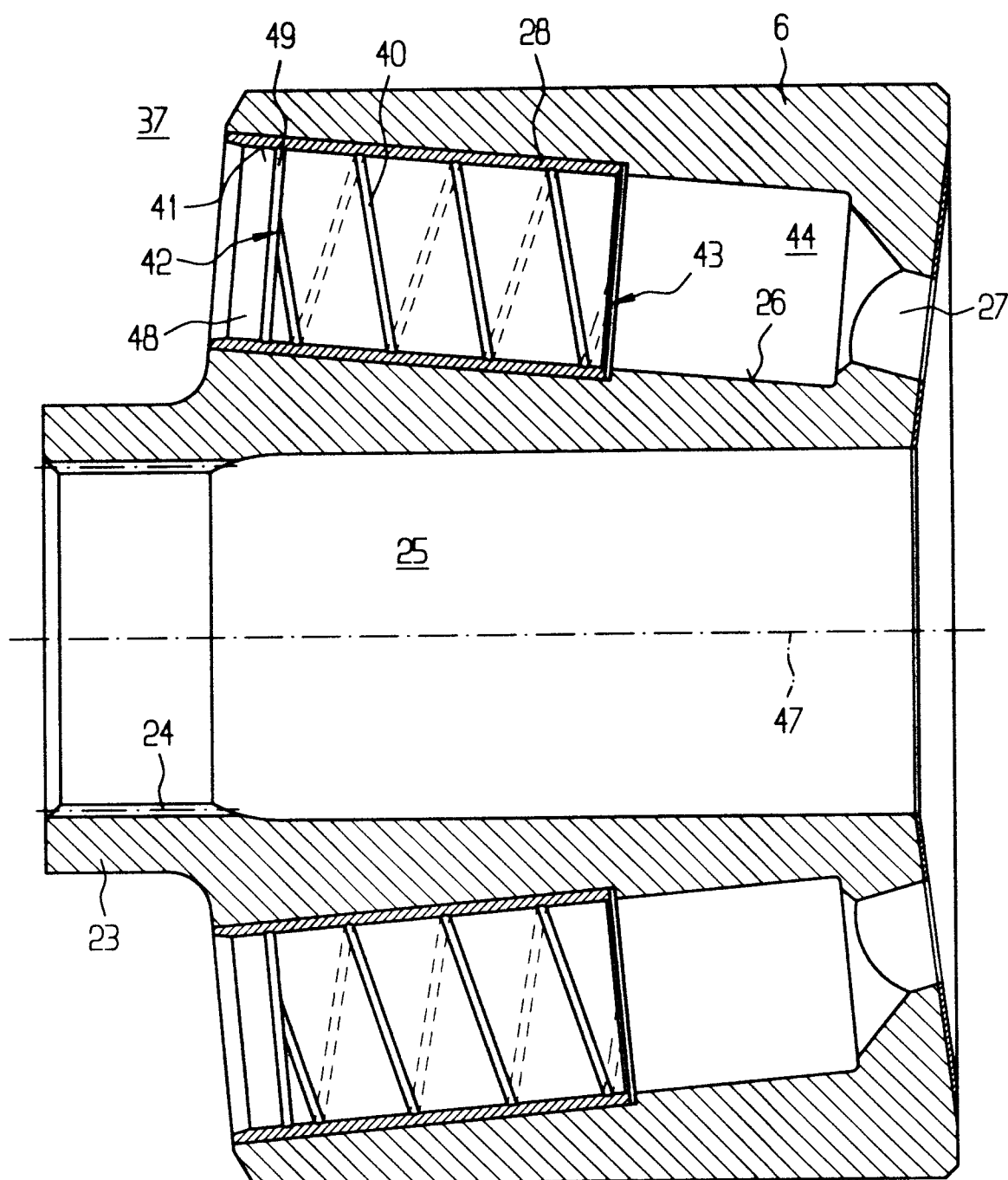


FIG 7

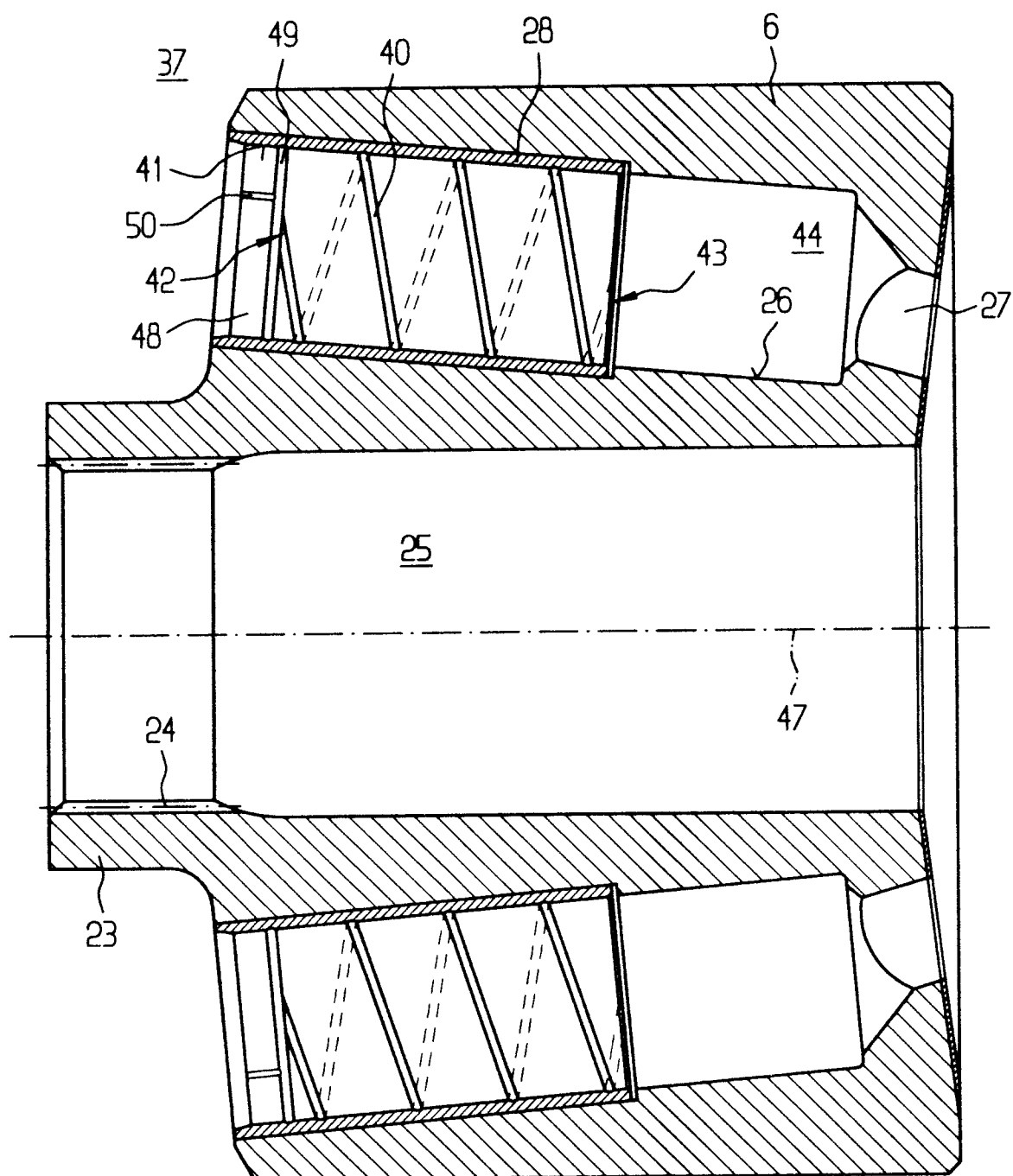


FIG 8

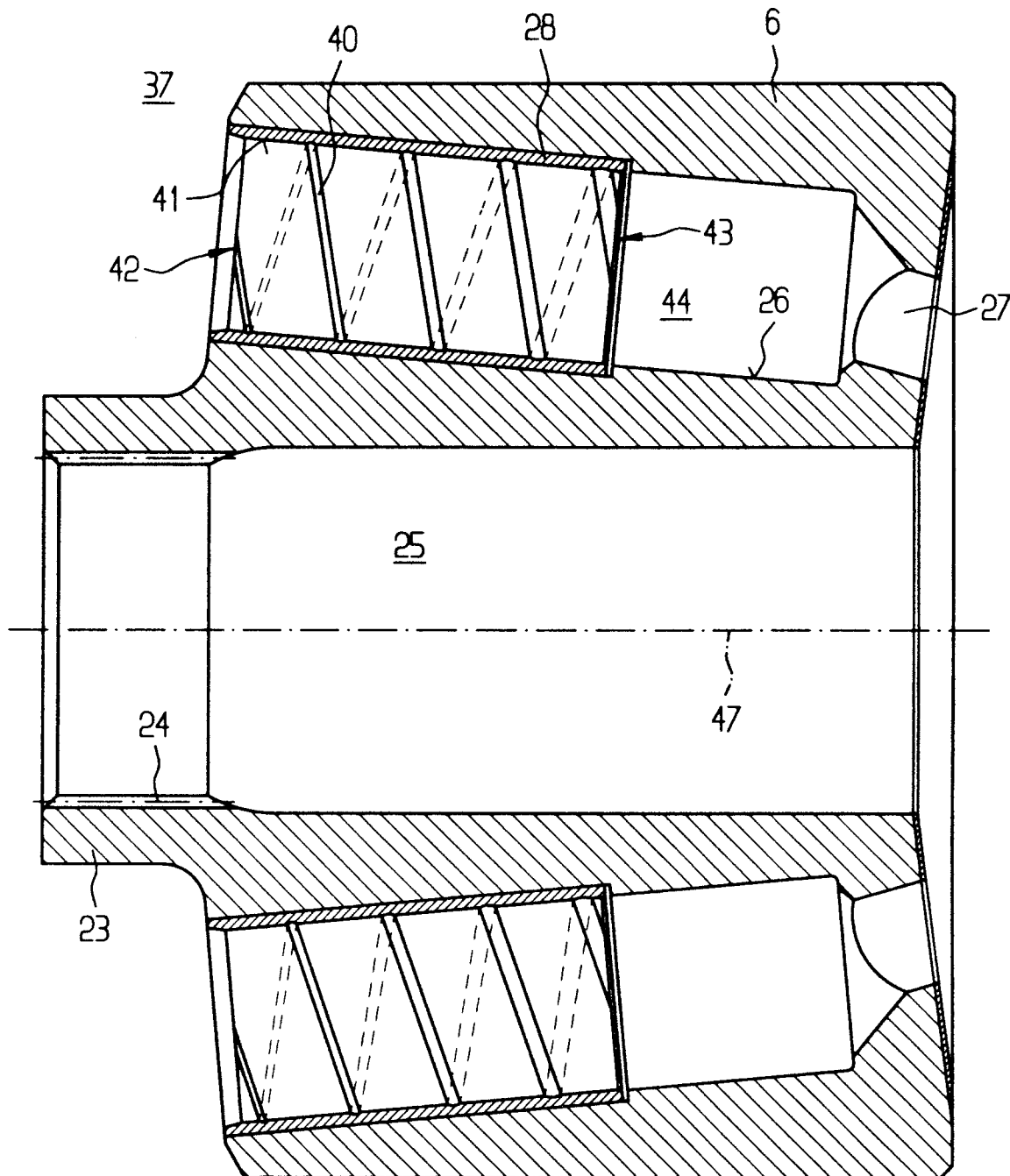


FIG 9

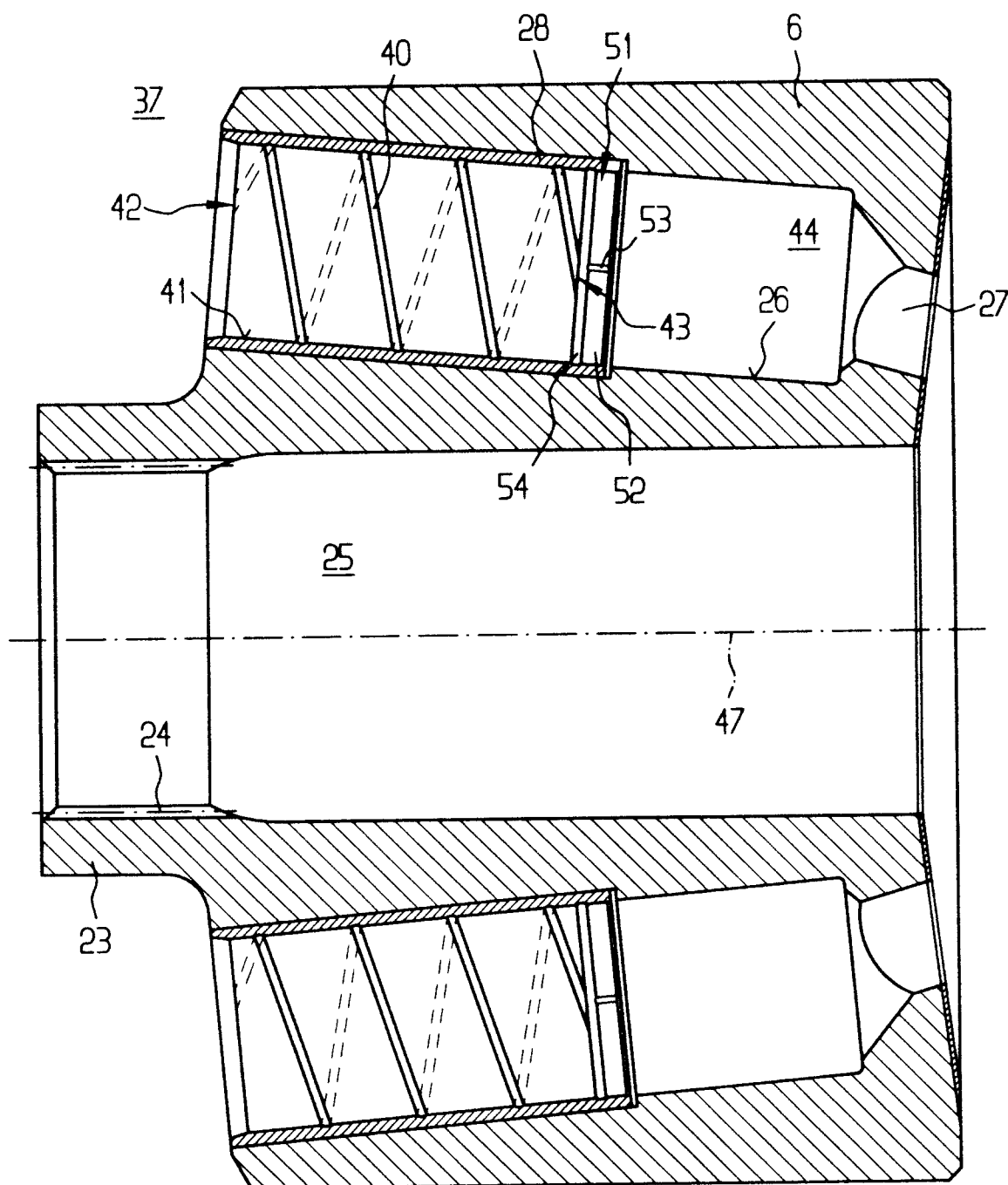


FIG 10A

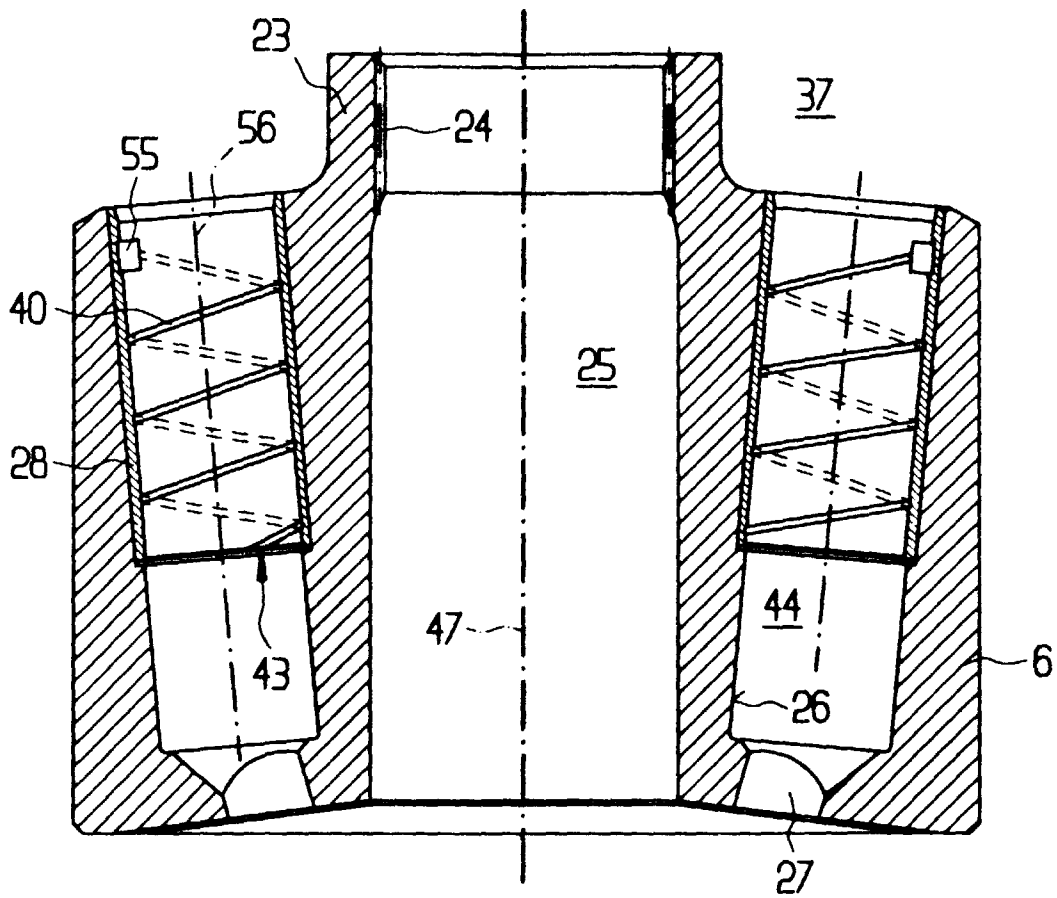


FIG 10B

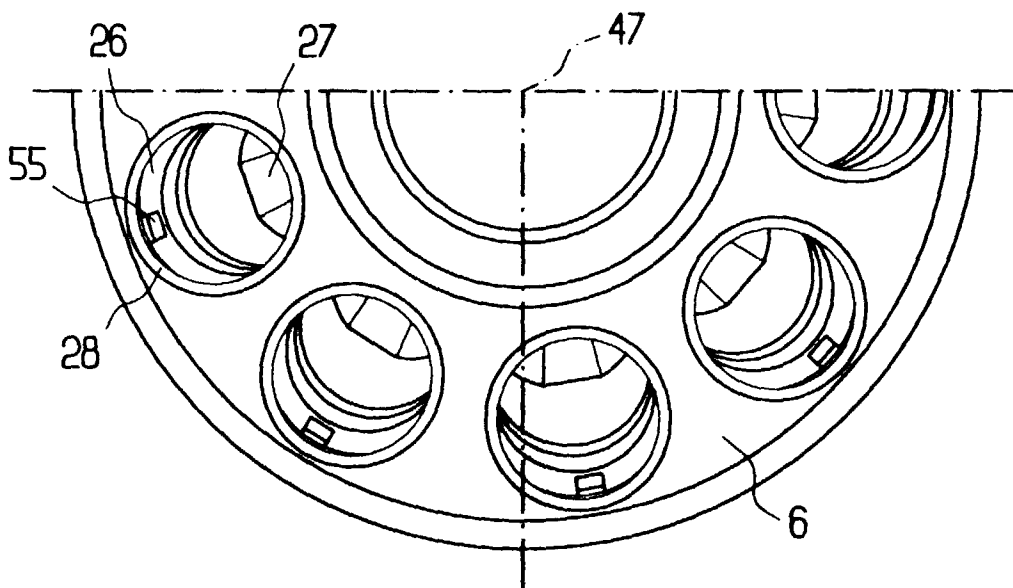


FIG 11 A

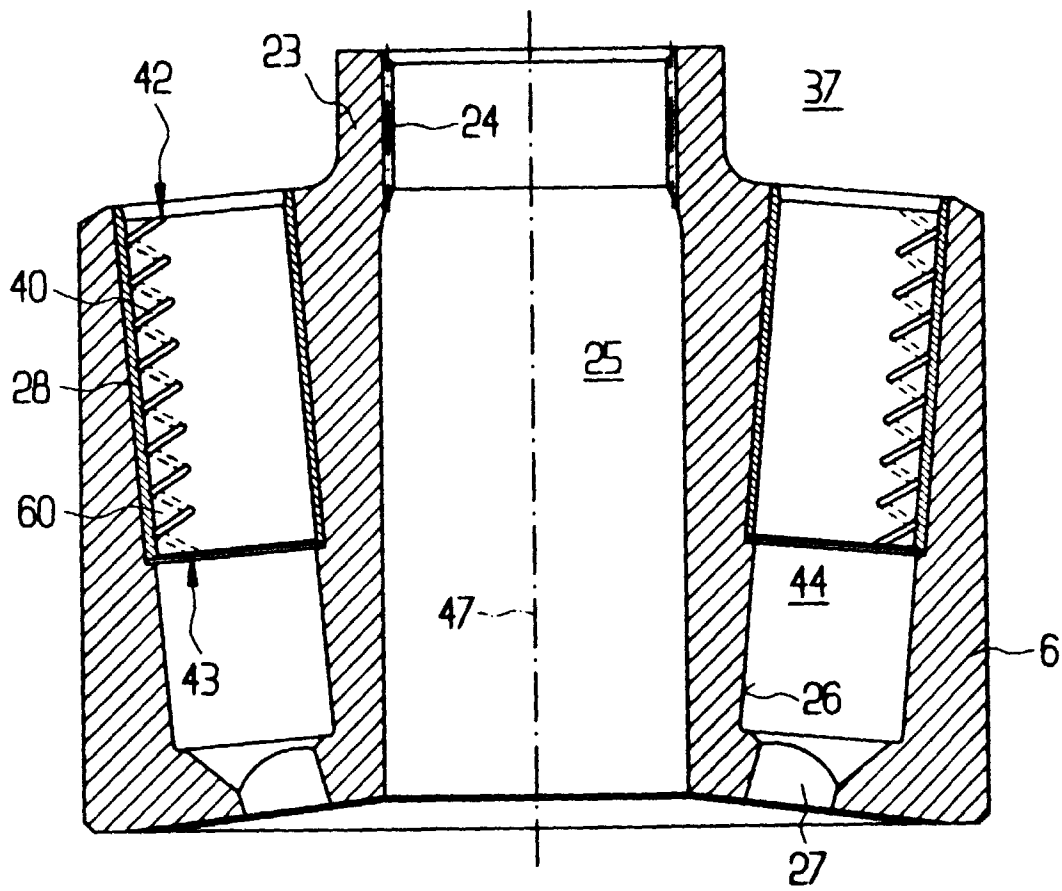


FIG 11 B

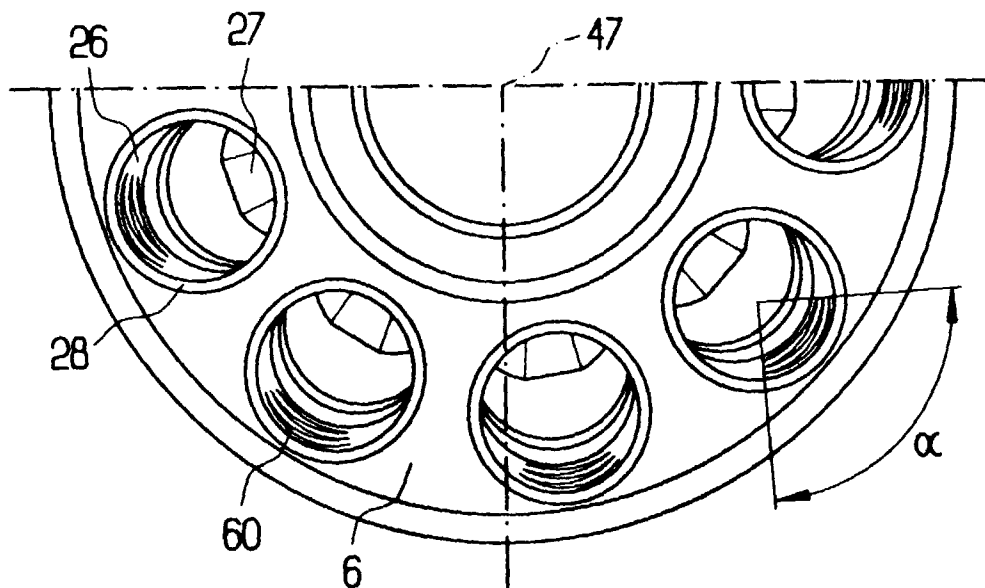


FIG 12

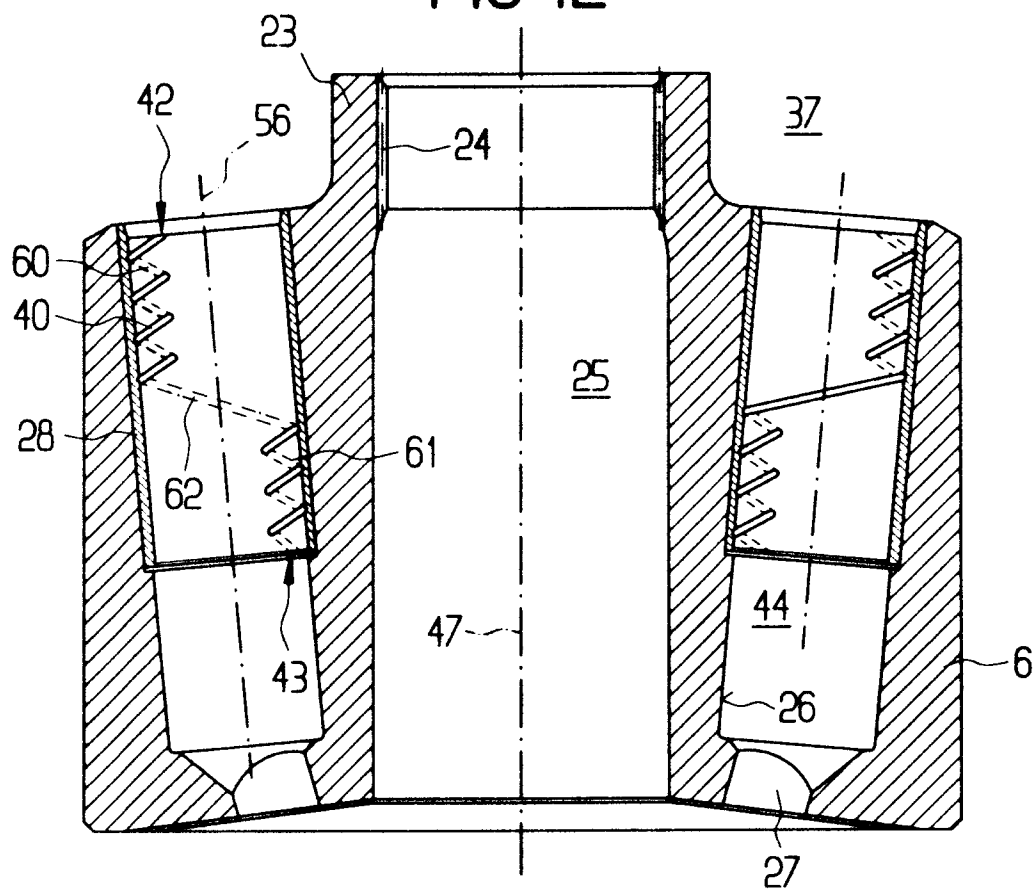


FIG 13

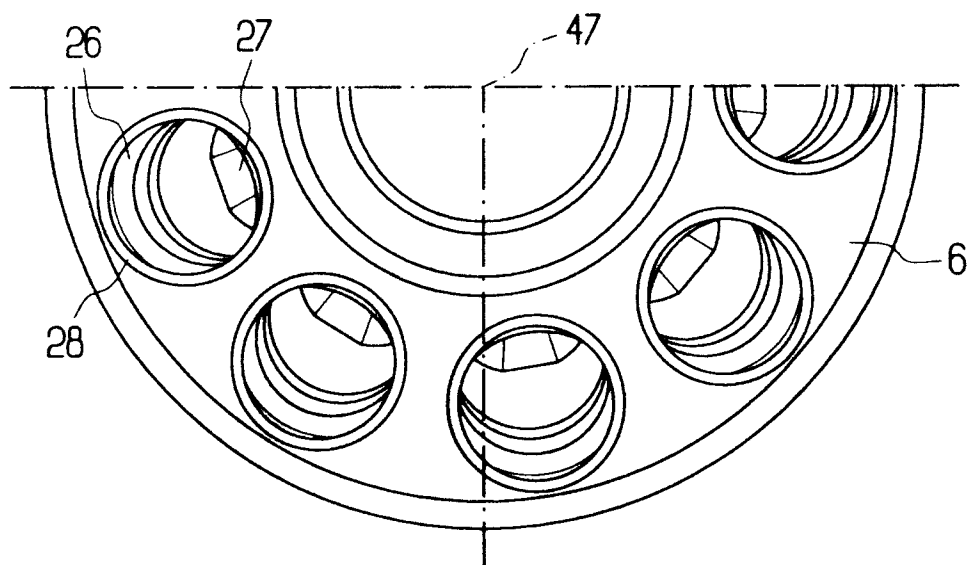


FIG 14

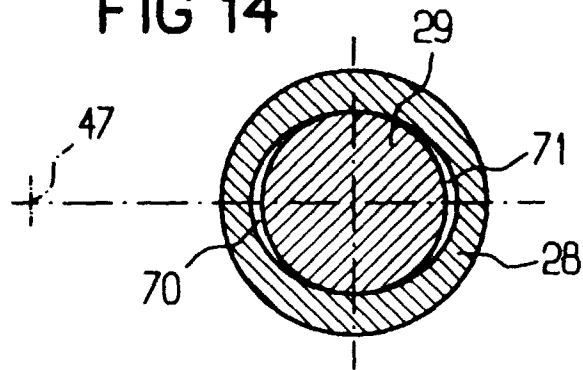


FIG 15

