



(19)

Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



(11)

**EP 0 964 980 B1**

(12)

**EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

- (45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:  
**17.04.2002 Patentblatt 2002/16**
- (21) Anmeldenummer: **98909381.0**
- (22) Anmeldetag: **02.02.1998**
- (51) Int Cl. 7: **F01B 3/00**
- (86) Internationale Anmeldenummer:  
**PCT/EP98/00550**
- (87) Internationale Veröffentlichungsnummer:  
**WO 98/37308 (27.08.1998 Gazette 1998/34)**

**(54) AXIALKOLBENMASCHINE MIT DREHZAHLABHÄNGIGER ANPRESSUNG DER ZYLINDERTROMMEL**

AXIAL PISTON MACHINE WITH RPM-DEPENDENT PRESSURE ACTING AGAINST THE CYLINDER DRUM

MACHINE A PISTON AXIAL A PRESSION, FONCTION DE LA FREQUENCE DE ROTATION, EXERCEE CONTRE LE TAMBOUR DE CYLINDRE

- |                                                                                        |                                                                                                                                                                                       |
|----------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| (84) Benannte Vertragsstaaten:<br><b>DE FR GB IT SE</b>                                | (72) Erfinder: <b>KUNZE, Thomas</b><br><b>D-89297 Roggenburg (DE)</b>                                                                                                                 |
| (30) Priorität: <b>18.02.1997 DE 19706263</b>                                          | (74) Vertreter: <b>Körfer, Thomas, Dipl.-Phys.</b><br><b>Mitscherlich &amp; Partner,</b><br><b>Patent- und Rechtsanwälte,</b><br><b>Sonnenstrasse 33</b><br><b>80331 München (DE)</b> |
| (43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:<br><b>22.12.1999 Patentblatt 1999/51</b>      | (56) Entgegenhaltungen:<br><b>DE-A- 2 446 535</b> <b>FR-A- 2 075 622</b><br><b>US-A- 3 810 715</b>                                                                                    |
| (73) Patentinhaber: <b>BRUENINGHAUS HYDROMATIK GMBH</b><br><b>89275 Elchingen (DE)</b> |                                                                                                                                                                                       |

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 eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

## Beschreibung

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

**[0002]** Eine Axialkolbenmaschine nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1 ist z.B. aus der DE 195 22 168 A 1 bekannt. Die dort offenbare Axialkolbenmaschine besteht aus einer in einem Gehäuse um eine Triebwellenachse drehbar gelagerten Triebwelle, einer mit der Triebwelle drehfest verbundenen Zylindertrommel, in welcher Zylinder zur Aufnahme von axial beweglichen Kolben ausgebildet sind, und einer Steuerplatte mit Steueröffnungen zur zyklischen Verbindung der Zylinder mit einer Hoch- und einer Niederdruckleitung. Des Weiteren ist eine Anpreßeinrichtung vorgesehen, um die Zylindertrommel gegen die Steuerplatte zu pressen und somit gegen die Steuerplatte vorzuspannen. Diese Vorspannung der rotierenden Zylindertrommel gegenüber der stationären Steuerplatte ist erforderlich, um einen dichtenden Abschluß zwischen der Zylindertrommel und der Steuerplatte zu gewährleisten und um einem Abheben der Zylindertrommel von der Steuerplatte bei hohen Drehzahlen entgegenzuwirken. Insbesondere muß ein nicht zentrisches Auswandern der Zylindertrommel bei hohen Drehzahlen sicher verhindert werden.

**[0003]** Die aus der DE 195 22 168 A1 bekannte Anpreßeinrichtung besteht im wesentlichen aus einer in dem Hohlraum zwischen der Triebwelle und der Zylindertrommel vorgesehenen Anpreßfeder, die sich an ihrem einen Ende an der Triebwelle und an ihrem anderen Ende an der Zylindertrommel abstützt und somit die Zylindertrommel gegenüber einem Anschlußblock, an welchem die Triebwelle gelagert ist und in welchem die Steueröffnungen vorgesehen sind, vorspannt. Durch die Anpreßfeder wird jedoch eine von der Drehzahl unabhängige, konstante Anpreßkraft auf die Zylindertrommel ausgeübt. Dies ist insofern nachteilig, als die erforderliche Anpreßkraft durch die von den Kolben ausgeübten Massenträgheitskräfte vorgegeben ist, die mit dem Quadrat der Betriebsdrehzahl der Zylindertrommel ansteigen. Die von der Anpreßfeder ausgeübte Anpreßkraft muß daher auf die Maximaldrehzahl der Zylindertrommel ausgelegt werden und entsprechend groß bemessen sein. Dies hat jedoch notwendigerweise zur Folge, daß die von der Anpreßfeder ausgeübte Anpreßkraft auch bei kleinen Drehzahlen in gleicher Weise wirksam ist. Dies führt zu mechanischen Reibungsverlusten und zu einem erhöhten Verschleiß der aus der Zylindertrommel und der Steuerplatte bestehenden Gleitpartner. Bei einer Steigerung der maximalen Betriebsdrehzahl muß gleichzeitig auch die von der Anpreßfeder ausgeübte Federvorspannung erhöht werden, was nur in gewissen Grenzen möglich ist.

**[0004]** In der EP 0 162 238 B1 wird daher vorgeschlagen, an der Zylindertrommel umfänglich verteilte Hydraulik-Hilfszylinder anzutragen, deren Arbeitsräume mit den Zylinderbohrungen der Hauptzylinder verbun-

den sind. Mittels des Hilfszylinders wird eine arbeitsdruck- und damit drehzahlabhängige Anpressung der Zylindertrommel erzielt. Nachteilig bei dieser Lösung ist jedoch der relativ hohe Aufwand zur Ausbildung der zusätzlichen Hydraulikzylinder, was zu relativ hohen Fertigungskosten führt. Ferner wird der benötigte Bauraum für die Axialkolbenmaschine vergrößert.

**[0005]** In der DE 195 22 168 A1 wird noch vorgeschlagen, eine sich mit zunehmender Drehzahl erhöhende Zusatzanpressung dadurch zu erzielen, daß der Leckraum des Gehäuses gedrosselt mit der Leckölabflußleitung verbunden wird. Der sich dadurch in dem Leckölraum des Axialkolbenmaschinengehäuses einstellende Staudruck bewirkt eine zusätzliche geringfügige axiale Kraftkomponente, mit welcher die Zylindertrommel in Richtung auf den Anschlußblock gedrückt wird. Diese zusätzliche Kraftkomponente ist jedoch vergleichsweise gering, da die Gehäusewandung einer konventionellen Axialkolbenmaschine nur einem relativ geringen Innendruck standhält. Ferner ergibt sich das Problem, daß bei einem hohen Füllstand des Lecköls Planschverluste oder Verwirbelungsverluste auftreten, wenn das Triebwerk in das Lecköl eintaucht.

**[0006]** Ergänzend wird noch auf die DE-OS 24 46 535 hingewiesen, aus welcher es bekannt ist, mittels einer Fliehkrafteinrichtung auf die Niederhaltevorrichtung zum Andrücken der Gleitschuhe auf die Schrägscheibe einzuwirken. Dazu sind Fliegengewichte am Umfang der Zylindertrommel angeordnet, die über ein Gestänge und einen Andruckteller auf die Rückzugskugel der Niederhaltevorrichtung einwirken. Diese Fliehkraftvorrichtung dient jedoch lediglich zum Andrücken der Gleitschuhe an die Schrägscheibe der Axialkolbenmaschine, wozu vergleichsweise wesentlich geringere Kräfte notwendig sind als zum Anpressen der Zylindertrommel an die Steuerplatte. Ferner hat die Fliehkraftvorrichtung einen relativ geringen Wirkungsgrad, da das die Zylindertrommel durchdringende Gestänge in radialer Richtung geneigt ist und daher nur eine relativ kleine axiale Kraftkomponente auf die Niederhaltevorrichtung übertragen wird. Durch die zusätzlichen Konstruktionselemente des Gestänges und des Andrucktellers ist die Konstruktion relativ aufwendig und kostenintensiv. Die Anordnung der Fliegengewichte im Außendurchmesser führt ferner zu einer unerwünschten Vergrößerung des Bauraums der Axialkolbenmaschine. Ferner wird das Montagespiel in den Fliegengewichten von den umgebenden Hilfs- bzw. Druckelementen nicht ausgeglichen. Daher ist bei relativ geringen Drehzahlen und bei Beschleunigungsvorgängen aus dem Stillstand die Anlage der Fliegengewichte an den Stützelementen bzw. Druckelementen und somit eine Einwirkung der Fliegengewichte auf die Vorrichtung nicht sicher gewährleistet. Die Folge ist eine unzureichende Anpressung der Gleitschuhe im niedrigen Drehzahlbereich.

**[0007]** Aus der DE-PS 1 226 418 ist es bekannt, zum Andrücken der Gleitschuhe an die Schrägscheibe eine mit einem Hebelarm versehene Fliehkraftvorrichtung

vorzusehen, die ebenfalls Fliehgewichte am Außen-durchmesser der Zylindertrommel aufweist. Die Kraft-einleitung ist auch bei dieser Vorrichtung sehr aufwen-dig. Für das drehzahlabhängige Anpressen der Zylin-dertrommel an die Steuerplatte ergeben sich vollkom-men andere Kräftebereiche als sie bei Niederhaltevor-richtungen gegeben sind, die dem Andrücken der Gleit-schuhe auf die Schrägscheibe dienen. Die aus den vor-stehenden Druckschriften bekannten Fliehkraftvorrich-tungen sind daher zur Lösung des der Erfindung zugrunde liegenden Problems in keiner Weise geeig-net.

**[0008]** Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Axialkolbenmaschine mit einer Anpreßeinrichtung zum Anpressen der Zylindertrommel an die Steuerplatte an-zugeben, bei welcher eine unnötig hohe Anpressung im niedrigen Drehzahlbereich vermieden ist und die kon-struktiv einfach ausgestaltet ist.

**[0009]** Die Aufgabe wird durch die kennzeichnenden Merkmale der Ansprüche 1 und 3 in Verbindung mit den gattungsbildenden Merkmalen gelöst.

**[0010]** Der Erfindung liegt die Erkenntnis zugrunde, daß eine Anpreßeinrichtung mit einer drehzahlabhängi-ge Anpreßkraft zum Anpressen der Zylindertrommel gegen die Steuerplatte in einfacher Weise durch Ver-wendung von Fliehkörpern realisiert werden kann, die über eine Kraftumlenleinrichtung die Fliehkraft in eine an der Zylindertrommel angreifende Anpreßkraft mit ei-ner in Richtung auf die Steuerplatte gerichteten und be-züglich der Triebwellenachse axialen Kraftkomponente umsetzen. Dadurch wird eine unnötig hohe Anpreßkraft im niedrigen Drehzahlbereich vermieden und die Rei-bungsverluste minimiert. Ferner ergibt sich ein geringer Verschleiß an den Dicht- und Gleitstellen. Im Gegensatz zum Anpressen mittels einer konstanten Federkraft er-gibt sich keine durch die Anpreßeinrichtung bedingte Begrenzung der Maximaldrehzahl, da die Anpreßkraft mit ansteigender Drehzahl fortwährend steigt.

**[0011]** Die Ansprüche 2 bzw. 4 bis 14 beinhalten vor-teilhafte Weiterbildungen der Erfindung.

**[0012]** Entsprechend Anspruch 2 kann sich die Kraf-tumlenleinrichtung an der Triebwelle abstützen und zu-sammen mit den Fliehkörpern in einem Hohlraum zwi-schen der Zylindertrommel und der Triebwelle angeordnet sein, was zu einer besonders kompakten Bauform führt. Entsprechend Anspruch 3 ist es jedoch auch denkbar, daß sich die Kraftumlenleinrichtung an dem Gehäuse der Axialkolbenmaschine abstützt.

**[0013]** Entsprechend Anspruch 4 kann an dem Flieh-körper oder einem mit dem Fliehkörper verbundenen Stemmelement eine Schrägläche vorgesehen sein, deren Flächennormale gegenüber der Triebwellenachse mit einem vorgegebenen Neigungswinkel geneigt ist. In entsprecher Weise kann nach Anspruch 5 die Schrägläche auch an einem mit dem Fliehkörper bzw. dem Stemmelement in Wirkverbindung stehenden Ge-genstück vorgesehen sein. Durch die aufgrund des Nei-gungswinkels der Schrägläche auftretende Keilwirkung

wird die in radiale Richtung gerichtete Fliehkraft in eine axiale Kraftkomponente umgesetzt. Entsprechend An-spruch 6 liegt der Neigungswinkel, den die Flächennor-male der Schrägläche mit der Triebwellenachse bildet, vorzugsweise im Bereich zwischen 5° und 25°. Ein be-vorzugter Wert ist 15°.

**[0014]** Entsprechend Anspruch 7 kann das Stem-melement in dem Hohlraum zwischen der Zylindertrom-mel und der Triebwelle integriert sein und über ein ra-diales Verbindungselement mit dem Fliehkörper ver-bunden sein. Der Fliehkörper kann dabei am Außenum-fang der Zylindertrommel angeordnet sein, so daß auf den Fliehkörper aufgrund der großen radialen Beab-standung von der Triebwellenachse eine besonders groÙe Fliehkraft einwirkt. Der Fliehkörper kann dabei auch innerhalb der Zylindertrommel integriert sein und insbesondere mit der Zylindertrommel radial bündig ab-schließen.

**[0015]** Das Gegenstück, mit welchem der Fliehkörper 20 oder das mit dem Fliehkörper verbundene Stemmelement zusammenwirkt, kann aus zwei Stützringen beste-hen, wobei sich ein erster Stützring entsprechend An-spruch 8 an der Triebwelle und ein zweiter Stützring an der Zylindertrommel abstützt. In besonders vorteilhafter 25 Weise kann entsprechend Anspruch 9 zumindest einer der Stützringe mittels eines Federelements, z.B. einer Tellerfeder, gegen den Fliehkörper bzw. das Stemmelement vorgespannt sein. Dadurch ergibt sich eine spiel-freie Anlage des Fliehkörpers bzw. des Stemmelements 30 an den als Gegenstück wirkenden Stützringen, so daß die erfindungsgemäÙe fliehkraftabhängige Anpreßkraft auch schon im niedrigen Drehzahlbereich und bei Be-schleunigungen aus dem Stillstand heraus wirksam ist.

**[0016]** Entsprechend Anspruch 10 kann der Fliehkörper 35 einseitig an der Zylindertrommel gelagert sein und ein Vorsprung des Fliehkörpers an einem Absatz der Triebwelle so angreifen, daß durch die einsetzende He-belwirkung die axiale Kraftkomponente der Anpreßkraft auf die Zylindertrommel ausgeübt wird. In umgekehrter 40 Weise ist es auch denkbar, den Fliehkörper statt an der Zylindertrommel entsprechend Anspruch 11 an der Triebwelle zu lagern.

**[0017]** Die erfindungsgemäÙe Fliehkraftvorrichtung 45 kann auch gleichzeitig zu einer drehzahlabhängigen Er-höhung der Anpreßkraft der Niederhaltevorrichtung zum Andrücken der Gleitschuhe an die Schrägscheibe entsprechernd Anspruch 12 eingesetzt werden.

**[0018]** Dadurch wird sichergestellt, daß auch bei ho-hen Drehzahlen ein Abheben der Gleitschuhe von der 50 Gleitfläche der Schrägscheibe sicher vermieden wird. Entsprechend den Ansprüchen 13 und 14 kann die An-preßkraft für die Niederhaltevorrichtung insbesondere durch ein zwischen der Rückzugkugel der Niederhalte-vorrichtung und der Kraftumlenleinrichtung, insbeson-dere einem der Stützringe, angeordnetes Verbindungs-glied, insbesondere einen axial ausgerichteten Verbin-dungsstift, vermittelt werden.

**[0019]** Bevorzugte Ausführungsbeispiele der Erfin-

dung werden nachfolgend unter Bezugnahme auf die Zeichnung näher beschrieben. In der Zeichnung zeigen:

- Fig. 1 einen axialen Schnitt durch ein erstes Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Axialkolbenmaschine,
- Fig. 2 einen Schnitt entlang der Linie A-A in Fig. 1,
- Fig. 3 einen axialen Schnitt durch ein zweites Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Axialkolbenmaschine,
- Fig. 4 einen axialen Schnitt durch ein drittes Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Axialkolbenmaschine,
- Fig. 5 einen Schnitt durch ein vierter Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Axialkolbenmaschine,
- Fig. 6 ein Diagramm zur Erläuterung der von den Kolben ausgeübten Massenträgheitskraft und der Anpreßkraft bei Verwendung einer konventionellen Federanpressung und
- Fig. 7 ein Diagramm zur Erläuterung der Anpreßkraft bei einer erfindungsgemäß weitergebildeten Axialkolbenmaschine.

**[0020]** Fig. 1 zeigt einen axialen Schnitt durch ein erstes Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäß weitergebildeten Axialkolbenmaschine. Die nur auszugsweise dargestellte Axialkolbenmaschine weist eine Triebwelle 3 auf, mit welcher eine Zylindertrommel 2 beispielsweise mittels einer Keil-Nutverbindung 4 in drehfester, jedoch axial verschieblicher Verbindung steht. Die Zylindertrommel 2 weist auf einem gemeinsamen Umfangskreis gleichmäßig radial verteilte Zylinderbohrungen 5 auf, in welchen Kolben 6 axial verschiebbar geführt sind. Die Kolben 6 weisen jeweils einen Kugelkopf 7 auf, der in einer sphärischen Ausnehmung 8 des zugehörigen Gleitschuhs 9 schwenkbar gelagert ist. Über die Gleitschuhe 9 stützen sich die Kolben 6 gegen eine nicht rotierende Schrägscheibe 10 ab, wobei der Schwenkwinkel  $\beta$ , den die Flächennormale der Gleitfläche 11 der Schrägscheibe 10 mit der Triebwellenachse 12 bildet, den Kolbenhub festlegt. Die Kolben weisen eine Axiallängsbohrung 13 auf, die über eine in den Gleitschuhen 9 ausgebildete Bohrung 14 zur hydrostatischen Entlastung der Gleitschuhe mit einer Drucktasche 15 an der Gleitschuhsohle verbunden ist. Die Gleitschuhe sind in einer ringförmigen Rückzugplatte 16 geführt, die jeweils an einer schulterartigen Anlagefläche 17 der Gleitschuhe 15 anliegt. In eine zentrische Bohrung 18 der Rückzugplatte 16 ist eine teilkugelförmige Rückzugkugel 19 eingesetzt, die an einer sphärischen Außenfläche 20 bei jedem Schwenkwinkel  $\beta$  der

Schrägscheibe 10 mit der Rückzugplatte 16 in Verbindung steht.

**[0021]** Die aus der Rückzugplatte 16 und der Rückzugkugel 19 bestehende Niederhaltevorrichtung 16, 19 wird über eine oder mehrere in eine Ausnehmung 21 der Rückzugkugel eingesetzte Federn 22 in axialer Richtung gegen die Schrägscheibe 10 beaufschlagt, so daß die Gleitschuhe 9 fortwährend auf der Gleitfläche 11 der Schrägscheibe 10 in Anlage gehalten werden und die Gleitschuhe 9 insbesondere bei einem Saughub nicht von der Gleitfläche 11 abheben.

**[0022]** Die Zylinderbohrungen 9 stehen über Verbindungskanäle mit nierenförmigen Steueröffnungen 24 und 25 in Verbindung, die in der Steuerplatte 26 ausgebildet sind, um die Zylinderbohrungen 5 bei jeder Umdrehung der Zylindertrommel 2 zyklisch mit einer nicht mehr dargestellten Hoch- und Niederdruckleitung zu verbinden.

**[0023]** Die erfindungsgemäße Weiterbildung betrifft eine Verbesserung der Anpressung der Zylindertrommel 2 an die Steuerplatte 26. Erfindungsgemäß sind ein oder mehrere, im Ausführungsbeispiel sechs, radial verteilte Fliehkörper 30a bis 30f vorgesehen. Die Fliehkörper 30a bis 30f befinden sich in dem in Fig. 1 dargestellten, ersten Ausführungsbeispiel innerhalb eines zwischen der Zylindertrommel 2 und der Triebwelle 3 ausgebildeten, ringförmigen Hohlraums 31. Die Fliehkörper 30a bis 30f sind zwischen zwei als Gegenstücke wirkenden Stützringen 32 und 33 eingeklemmt. Der erste Stützring 32 stützt sich über einen Anlagering 28 an einem Absatz 34 der Triebwelle 3 ab. Der zweite Stützring 33 stützt sich über einen weiteren Anlagering 34 an der Zylindertrommel 2 ab. Vorzugsweise ist zumindest einer der Stützringe, im in Fig. 1 dargestellten Ausführungsbeispiel der Stützring 32, mittels eines Federelementes 35, z.B. einer Tellerfeder, axial federnd abgestützt, so daß ein Montagespiel zwischen den Fliehkörpern 30a bis 30f und den Stützringen 32 und 33 ausgeglichen ist und die Fliehkörper 30a bis 30f auch bei niedrigen Drehzahlen bzw. im Stillstand an den Stützlingen 32 und 33 anliegen.

**[0024]** Fig. 2 zeigt zur besseren Verdeutlichung der Anordnung der Fliehkörper 30a bis 30f einen auszugsweisen Schnitt entlang der Linie A-A in Fig. 1. Die Fliehkörper 30a bis 30f bilden in dem in den Fig. 1 und 2 dargestellten Ausführungsbeispiel jeweils ein Ringsegment. Im Ruhezustand können die Fliehkörper 30a bis 30f an dem Außenumfang 36 der Triebwelle 3 anliegen. Die Endflächen der Fliehkörper 30a bis 30f sind jeweils als sich radial nach außen konisch verengende Schrägländer 38 und 39 ausgebildet, die an entsprechenden an den Stützringen 32 und 33 ausgebildeten, ebenfalls sich radial nach außen konisch verengenden zweiten Schrägländern 38 und 39 bündig anliegen.

**[0025]** Mit zunehmender Drehzahl der Triebwelle 3 und der Zylindertrommel 2 wirkt auf jeden der Fliehkörper 30a bis 30f eine Fliehkräfte  $F_F$  ein, die den Fliehkörper 30a bis 30f radial nach außen drängt. Die Fliehkräfte

$F_F$  ist dabei dem Quadrat der Drehzahl  $n$  der Triebwelle 3 bzw. der Zylindertrommel 2 proportional. An den geneigten Schrägläufen 38, 39 bzw. 36, 37 wird dabei eine Normalkraft  $F_N$  in die Stützringe 32 und 33 eingeleitet, die senkrecht zur Flächennormalen der Schrägläufen 36, 37 bzw. 38, 39 steht. In Abhängigkeit von dem Neigungswinkel  $\alpha$ , den die Flächennormale  $n$  der Schrägläufen 36, 37 bzw. 38, 39 mit der Triebwellenachse 12 bildet, teilt sich die Normalkraft  $F_N$  in eine radiale Komponente  $F_R$  und eine axiale Komponente  $F_A$  auf. Bei symmetrischer Ausbildung der Fliehkörper 30a bis 30f bilden die radialen Kraftkomponenten  $F_R$  lediglich innere Kräfte in den Stützringen 32 und 33. Die axiale Komponente  $F_A$  führt zu der gewünschten Anpressung der Zylindertrommel 2 an der Steuerplatte 26.

[0026] Der Neigungswinkel  $\alpha$ , den die Flächennormale der Schrägläufen 36, 37 bzw. 38, 39 mit der Triebwellenachse 12 bildet, liegt vorzugsweise zwischen  $5^\circ$  und  $25^\circ$ . Ein besonders bevorzugter Neigungswinkel  $\alpha$  ist  $15^\circ$ .

[0027] Das in Fig. 1 dargestellte Ausführungsbeispiel hat den Vorteil einer besonders kompakten Bauweise, da der zwischen der Zylindertrommel 2 und der Triebwelle 3 vorhandene Hohlraum 31 zur Aufnahme der erfindungsgemäßen Fliehkräftevorrichtung Verwendung findet.

[0028] Die Schrägläufen 38, 39 der Fliehkörper 30a bis 30f wirken mit den Schrägläufen 36, 37 der Stützringe 32 und 33 zu einer Kraftumlenkeinrichtung zusammen, die auf die Fliehkörper 30a bis 30d einwirkende Fliehkräfte  $F_F$  in eine an der Zylindertrommel 2 angreifende Anpreßkraft mit einer in Richtung auf die Steuerplatte 26 gerichteten und bezüglich der Triebwellenachse 12 axialen Komponente  $F_A$  umsetzt.

[0029] Fig. 3 zeigt einen axialen Schnitt einer Axialkolbenmaschine mit einem zweiten Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Weiterbildung. Bereits beschriebene Elemente sind mit übereinstimmenden Bezugszeichen bezeichnet.

[0030] Bei dem in Fig. 3 dargestellten Ausführungsbeispiel sind die Fliehkörper 30a bis 30d ebenfalls in dem zwischen der Zylindertrommel 2 und der Triebwelle 3 ausgebildeten Hohlraum 31 angeordnet und als Segmente ausgebildet, die sich zu einem Ring ergänzen. Die Fliehkörper 30a bis 30f sind jeweils in einer im Ausführungsbeispiel als Kugellager ausgebildeten Fliehkörperlagerung 40a bis 40f an einem Ende einseitig in einem Stützring 33 gelagert. Der Stützring 33 stützt sich über einen Anlagering 34 an der Zylindertrommel 2 ab bzw. ist an dieser befestigt. Jeder Fliehkörper 30a bis 30f weist einen Vorsprung 41a bis 41f auf, der an einer Stufe oder einem Absatz 42 der Triebwelle 3 angreift. Wenn die Triebwelle 3 und die Zylindertrommel 2 in Rotation versetzt werden, spreizen die Fliehkörper 30a bis 30f radial nach außen auf, indem die Fliehkörper 30a bis 30f in den zugehörigen Fliehkörperlagerungen 40a bis 40f um kleine Schwenkwinkel geringfügig ausschwenken. Die Fliehkörper 30a bis 30f stoßen sich da-

bei mit ihren Vorsprüngen 41a bis 41f an dem Absatz 42 der Triebwelle 3 ab, so daß aufgrund der einsetzenden Hebelwirkung die Fliehkörperlagerung 40a bis 40f mit einer in axialer Richtung wirkenden Kraftkomponente beaufschlagt wird, die über den Stützring 33 und den Anlagering 34 auf die Zylindertrommel 2 übertragen wird. Auf diese Weise wird die gewünschte drehzahlabhängige, axiale Anpreßkraft bewirkt. Als Kraftumlenkeinrichtung dient dabei die Fliehkörperlagerung 40a bis

40f bzw. der an dem Absatz 42 der Triebwelle 3 angreifende Vorsprung 41a bis 41f.

[0031] Auch bei dem in Fig. 3 dargestellten Ausführungsbeispiel ergibt sich der besondere Vorteil einer äußerst kompakten Bauweise.

[0032] Fig. 4 zeigt einen Schnitt durch eine Axialkolbenmaschine 1 mit einem dritten Ausführungsbeispiel und einem vierten Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Weiterbildung. Bereits beschriebene Elemente sind mit übereinstimmenden Bezugszeichen versehen, so daß sich eine wiederholende Beschreibung erübriggt.

[0033] Entsprechend einem in der oberen Hälfte der Fig. 4 dargestellten dritten Ausführungsbeispiel der Erfindung stützt sich zumindest ein Fliehkörper 30a, vorzugsweise jedoch mehrere radial verteilte Fliehkörper 30a bis 30f, an dem Gehäuse 50 der Axialkolbenmaschine 1 ab. Jeder Fliehkörper 30a weist dabei erste sich radial konisch nach außen verjüngende Schrägläufen 38 und 39 auf. Das Gehäuse 50 weist eine an die Schrägläche 38 des Fliehkörpers 30a angepaßte Schrägläche 51 auf, während an der Zylindertrommel 2 eine an die Schrägläche 39 des Fliehkörpers 30a angepaßte weitere Schrägläche 52 ausgebildet ist. Die Schrägläufen 38, 39 und 51, 52 sind entsprechend dem bereits anhand von Fig. 1 beschriebenen Ausführungsbeispiel gegenüber der Triebwellenachse 12 geneigt, so daß aufgrund der bereits beschriebenen Keilwirkung die auf den Fliehkörper 30a einwirkende Fliehkräfte in eine Anpreßkraft mit einer axialen Kraftkomponente umgesetzt wird, die die Zylindertrommel 2 gegen die Steuerplatte 26 preßt. Die Anpreßkraft nimmt auch bei diesem Ausführungsbeispiel mit dem Quadrat der Drehzahl der Zylindertrommel 2 zu.

[0034] Das in der unteren Hälfte der Fig. 4 dargestellte vierte Ausführungsbeispiel der Erfindung unterscheidet sich von dem bereits anhand von Fig. 1 beschriebenen Ausführungsbeispiel dadurch, daß nicht unmittelbar die Fliehkörper 30a bis 30f zwischen den Stützringen 32 und 33 eingespannt sind, sondern daß von den Fliehkörpern 30a bis 30f separierte Stemmkörper 60a bis 60f zwischen den Stützringen 32 und 33 vorgesehen sind. In Fig. 4 ist lediglich der Fliehkörper 30d und der Stemmkörper 60d dargestellt. Der erste Stützring 32 stützt sich wie bei dem in Fig. 1 dargestellten Ausführungsbeispiel an dem Absatz 34 der Triebwelle 3 ab, während sich der zweite Stützring 33 über den Anlagering 34 an der Zylindertrommel 2 abstützt. In ähnlicher Weise wie die Fliehkörper 30a bis 30f in Fig. 1 weisen die Stemmle-

mente 60a bis 60f in Fig. 4 endseitig erste Schräglächen 38, 39 auf, die mit an den Stützringen 32 und 33 vorgesehenen zweiten Schräglächen 36, 37 in der bereits beschriebenen Weise zusammenwirken. Dabei sind die Flächennormalen der Schräglächen 36, 37 und 38, 39 entsprechend einem vorgegebenen Neigungswinkel gegenüber der Triebwellenachse 12 geneigt. Der Neigungswinkel liegt auch bei diesem Ausführungsbeispiel vorzugsweise zwischen 5° und 25° und beträgt in besonders vorteilhafter Weise 15°.

**[0035]** Die Fliehkörper 30a bis 30f sind an dem Außenumfang 61 der Zylindertrommel 2 angeordnet. Dies hat gegenüber dem in Fig. 1 dargestellten Ausführungsbeispiel den Vorteil einer größeren Radialbeabstandung der Fliehkörper 30a bis 30f gegenüber der Triebwellenachse 12, so daß die auf die Fliehkörper 30a bis 30f ausgeübte Fliehkraft  $F_F$  entsprechend größer ist. Die Fliehkörper 30a bis 30f sind mit den Stemmelementen 60a bis 60f über radiale Verbindungselemente 62a bis 62f verbunden, wobei in Fig. 4 lediglich das Verbindungelement 62d dargestellt ist. Die Verbindungselemente 62a bis 62f können z.B. stiftartige Bolzelemente sein, die sich in Radialbohrungen 63a bis 63f der Zylindertrommel 2 erstrecken, welche zwischen den Zylinderbohrungen 5 hindurchgeführt sind. Die Fliehkörper 30a bis 30f können auch in der Zylindertrommel 2 integriert bzw. in diese versenkt sein. Besonders vorteilhaft schließen die Fliehkörper 30a bis 30f mit dem Außen durchmesser 61 der Zylindertrommel 2 radial bündig ab, so daß der benötigte Bauraum durch die erfindungsgemäße Maßnahme nicht vergrößert wird.

**[0036]** Fig. 4 zeigt einen axialen Schnitt durch eine Axialkolbenmaschine 1 mit einem fünften Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Weiterbildung. Das Ausführungsbeispiel entspricht weitgehend dem bereits anhand von Fig. 1 beschriebenen Ausführungsbeispiel. Bereits beschriebene Elemente sind mit übereinstimmenden Bezugszeichen versehen, so daß sich eine diesbezügliche wiederholende Beschreibung erübrigt.

**[0037]** Das in Fig. 5 dargestellte Ausführungsbeispiel unterscheidet sich von dem in Fig. 1 dargestellten Ausführungsbeispiel dadurch, daß der erste Stützring 32 sich über den ersten Anlagering 28 nicht an einem Absatz 34 der Triebwelle 3 abstützt, sondern über ein Verbindungsglied an der aus der Rückzugplatte 16 und der Rückzugkugel 19 bestehenden Niederhaltevorrichtung 16, 19. Im in Fig. 1 dargestellten Ausführungsbeispiel besteht das Verbindungsglied aus zumindest einem, vorzugsweise mehreren, radial verteilten Verbindungsstiften 70, die zwischen dem Stützring 32 bzw. dem Anlagering 28 und der Rückzugkugel 19 angeordnet sind.

**[0038]** Durch die in Fig. 5 dargestellte Weiterbildung läßt sich erreichen, daß auch die Andrückkraft, mit welcher die Gleitschuhe 9 gegen die Gleitfläche 11 der Schrägscheibe 10 gedrückt werden, mit zunehmender Drehzahl der Triebwelle 3 bzw. der Zylindertrommel 2 ansteigt. Dadurch wird ein sicheres Anliegen der Gleitschuhe 9 an der Gleitfläche 11 der Schrägscheibe 10

auch bei hoher Drehzahl der Zylindertrommel 2 sicher gestellt und ein Abheben der Gleitschuhe 9 von der Gleitfläche 11 sicher vermieden.

**[0039]** In den Fig. 6 und 7 ist sowohl die von den Kolben 6 ausgeübte Massenkraft  $F_M$  als auch die auf die Zylindertrommel 2 gegen die Steuerplatte 26 ausgeübte Anpreßkraft  $F_A$  bzw.  $F_{Fe}$  als Funktion der Drehzahl in der Zylindertrommel 2 dargestellt. Dabei zeigt Fig. 6 eine konventionelle Ausbildung der Anpreßeinrichtung mit einer Anpreßfeder. Die von der Anpreßfeder ausgeübte Anpreßkraft bzw. Triebwerksvorspannung  $F_{Fe}$  ist konstant und unabhängig von der Drehzahl  $n$ . Die von den Kolben 6 auf die Zylindertrommel 2 ausgeübte Massenkraft  $F_M$  wächst jedoch mit dem Quadrat der Drehzahl  $n$  an. Spätestens wenn die von den Kolben ausgeübte Massenkraft  $F_M$  die von der Anpreßeinrichtung ausgeübte konstante Federkraft  $F_{Fe}$  überschreitet, ist die maximale Drehzahl  $n_{max}$  erreicht.

**[0040]** Fig. 7 zeigt vergleichsweise die drehzahlabhängige Triebwerksvorspannung  $F_A$  der erfindungsgemäßen Anpreßeinrichtung, die der axialen Komponente  $F_A$  der Anpreßkraft entspricht. Da die Fliehkraft  $F_F$  ebenfalls proportional zum Quadrat der Drehzahl  $n$  der Zylindertrommel 2 ist, läßt sich bei entsprechender Auslegung der erfindungsgemäßen Anpreßeinrichtung erreichen, daß die von der erfindungsgemäßen Anpreßeinrichtung ausgeübte Anpreßkraft  $F_A$  stets größer ist als die von den Kolben 6 ausgeübte Massenkraft  $F_M$ . Eine durch die Anpreßeinrichtung systembedingte Begrenzung der maximalen Drehzahl  $n_{max}$  besteht daher nicht. **[0041]** Die Erfindung ist nicht auf die dargestellten Ausführungsbeispiele begrenzt. Insbesondere können Maßnahmen der einzelnen Ausführungsbeispiele ohne weiteres miteinander kombiniert werden. Auch sind verschiedene andere Ausbildungen der Kraftumlenkeinrichtung denkbar.

## Patentansprüche

1. Axialkolbenmaschine (1) mit einem Gehäuse (50), einer in dem Gehäuse (50) um eine Triebwellenachse (12) drehbar gelagerten Triebwelle (3), einer mit der Triebwelle (3) drehfest verbundenen Zylindertrommel (2), in welcher Zylinder (5) zur Aufnahme von axial bewegbaren Kolben (6) ausgebildet sind, einer Steuerplatte (26) mit Steueröffnungen (24, 25) zur zyklischen Verbindung der Zylinder (5) mit einer Hoch- und einer Niederdruckleitung, einer Anpreßeinrichtung, um die Zylindertrommel (2) gegen die Steuerplatte (26) vorzuspannen, wobei die Anpreßeinrichtung zumindest einen Fliehkörper (30a - 30f) umfaßt, der mit zunehmender Drehzahl ( $n$ ) der Zylindertrommel (2) mit einer zunehmenden Fliehkraft ( $F_F$ ) beaufschlagt ist, und zumindest einer Kraftumlenkeinrichtung (36 - 39;

- 40a - 40f, 41a - 41f), um die auf den Fliehkörper (30a - 30f) einwirkende Fliehkraft ( $F_F$ ) in eine an der Zylindertrommel (2) angreifende Anpreßkraft mit einer in Richtung auf die Steuerplatte (26) gerichteten und bezüglich der Triebwellenachse (12) axialen Komponente ( $F_A$ ), umzulenken,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**daß** die Kraftumlenleinrichtung (36 - 39) in einem Hohlraum (31) zwischen der Zylindertrommel (2) und der Triebwelle (3) angeordnet ist.
2. Axalkolbenmaschine nach Anspruch 1,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**daß** sich jede Kraftumlenleinrichtung (36 - 39) an der Triebwelle (3) und der Zylindertrommel (2) abstützt.
3. Axalkolbenmaschine (1) mit  
einem Gehäuse (50),  
einer in dem Gehäuse (50) um eine Triebwellenachse (12) drehbar gelagerten Triebwelle (3),  
einer mit der Triebwelle (3) drehfest verbundenen Zylindertrommel (2), in welcher Zylinder (5) zur Aufnahme von axial bewegbaren Kolben (6) ausgebildet sind,  
einer Steuerplatte (26) mit Steueröffnungen (24, 25) zur zyklischen Verbindung der Zylinder (5) mit einer Hoch- und einer Niederdruckleitung,  
einer Anpreßeinrichtung, um die Zylindertrommel (2) gegen die Steuerplatte (26) vorzuspannen, wobei die Anpreßeinrichtung zumindest einen Fliehkörper (30a - 30f) umfaßt, der mit zunehmender Drehzahl (n) der Zylindertrommel (2) mit einer zunehmenden Fliehkraft ( $F_F$ ) beaufschlagt ist, und zumindest einer Kraftumlenleinrichtung (36 - 39; 40a - 40f, 41a - 41f), um die auf den Fliehkörper (30a - 30f) einwirkende Fliehkraft ( $F_F$ ) in eine an der Zylindertrommel (2) angreifende Anpreßkraft mit einer in Richtung auf die Steuerplatte (26) gerichteten und bezüglich der Triebwellenachse (12) axialen Komponente ( $F_A$ ), umzulenken,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**daß** sich die Kraftumlenleinrichtung (37, 38, 51, 52) am Gehäuse (50) und der Zylindertrommel (2) abstützt.
4. Axalkolbenmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 3,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**daß** jede Kraftumlenleinrichtung (37-39) zumindest eine Schrägläche (38, 39) aufweist, die an dem Fliehkörper (30a - 30f) oder einem mit dem Fliehkörper (30a - 30f) verbundenen Stemmelement (60a - 60f) vorgesehen ist und deren Flächennormale gegenüber der Triebwellenachse (12) mit einem vorgegebenen Neigungswinkel ( $\alpha$ ) geneigt ist.
5. Axalkolbenmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 4,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**daß** jede Kraftumlenleinrichtung (37 - 39) zumindest eine Schrägläche (36, 37) aufweist, die an einem mit dem Fliehkörper (30a - 30f) oder dem Stemmelement (60a - 60f) in Wirkverbindung stehenden Gegenstück (32, 33) vorgesehen ist und deren Flächennormale gegenüber der Triebwellenachse (12) mit einem vorgegebenen Neigungswinkel ( $\alpha$ ) geneigt ist.
6. Axalkolbenmaschine nach Anspruch 4 oder 5,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**daß** der Neigungswinkel ( $\alpha$ ), den die Flächennormale (n) der Schrägläche(n) mit der Triebwellenachse (12) bildet, im Bereich zwischen 5° und 25° liegt und vorzugsweise 15° beträgt.
7. Axalkolbenmaschine nach einem der Ansprüche 4 bis 6,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**daß** das bzw. jedes Stemmelement (60a - 60f) in einem Hohlraum (31) zwischen der Zylindertrommel (2) und der Triebwelle (3) angeordnet ist und über ein radiales Verbindungselement (62a - 62f) mit zumindest einem zugeordneten Fliehkörper (30a - 30f) verbunden ist.
8. Axalkolbenmaschine nach Anspruch 5,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**daß** das Gegenstück (32, 33) durch einen sich an der Triebwelle (3) abstützenden ersten Stützring (32) und einen sich an der Zylindertrommel (2) abstützenden zweiten Stützring (33) gebildet ist.
9. Axalkolbenmaschine nach Anspruch 8,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**daß** zumindest einer (32) der Stützringe (32, 33) mittels eines Federelementes (35) gegen den Fliehkörper (30a - 30f) bzw. gegen das Stemmelement (60a - 60f) vorgespannt ist.
10. Axalkolbenmaschine nach Anspruch 1 oder 2,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**daß** zumindest einer der Fliehkörper (30a - 30f) einseitig an der Zylindertrommel (2) in einer Fliehkörperlagerung (40a - 40f) gelagert ist und ein Vorsprung (41a - 41f) des Fliehkörpers (30a - 30f) an einem Absatz (42) der Triebwelle (3) so angreift, daß bei einem Ausschwenken des Fliehkörpers (30a - 30f) infolge der auf diesen einwirkenden Fliehkraft ( $F_F$ ) auf die als Kraftumlenleinrichtung wirkende Fliehkörperlagerung (40a - 40f) die axiale Komponente ( $F_A$ ) der Anpreßkraft ausgeübt wird.
11. Axalkolbenmaschine nach Anspruch 1 oder 2,  
**dadurch gekennzeichnet,**

- daß** zumindest einer der Fliehkörper (30a - 30f) einseitig an der Triebwelle (3) in einer Fliehkörperlage rung gelagert ist und ein Vorsprung des Fliehkörpers an einem Absatz der Zylindertrommel so an greift, daß bei einem Ausschwenken des Fliehkörpers (30a - 30f) infolge der auf diesen einwirkenden Flieh kraft ( $F_F$ ) auf den als Kraftumlenkeinrichtung wirkenden Absatz der Zylindertrommel (2) die axiale Komponente ( $F_A$ ) der Anpreßkraft ausgeübt wird.
12. Axialkolbenmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 11,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**daß** sich die Kolben (6) über Gleitschuhe (9) an einer Schrägscheibe (10) abstützen, daß eine Niederhaltevorrichtung (16, 19) vorgesehen ist, um die Gleitschuhe (9) in Anlage an der Schrägscheibe (11) zu halten, und daß die axiale Komponente ( $F_A$ ) der Anpreßkraft zusätzlich auf die Niederhaltevorrichtung (16, 19) einwirkt.
13. Axialkolbenmaschine nach Anspruch 12,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**daß** die Niederhaltevorrichtung (16, 19) eine an den Gleitschuhen (9) anliegende Rückzugplatte (16) und eine in jeder Schwenkstellung der Schrägscheibe (10) an der Rückzugplatte (16) anliegende Rückzugkugel (19) aufweist, und  
**daß** die axiale Komponente ( $F_A$ ) der Anpreßkraft über ein zwischen der Kraftumlenkeinrichtung (36 - 39; 40a bis 40f, 41a - 41f) und der Rückzugkugel (19) angeordnetes Verbindungs glied (70) an der Niederhaltevorrichtung (16, 19) angreift.
14. Axialkolbenmaschine nach Anspruch 13,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**daß** jedes Verbindungs glied aus zumindest einem Verbindungs stift (70) besteht, der achsparallel zur Triebwellenachse (12) zwischen einem der Stütz ringe (32) und der Rückzugkugel (19) angeordnet ist.
- on device comprising at least one centrifugal body (30a - 30f) which is subjected to an increasing centrifugal force ( $F_F$ ) as the speed (n) of the cylinder drum (2) increases, and  
5 at least one force redirection device (36 - 39; 40a - 40f, 41a - 41f) for redirecting the centrifugal force ( $F_F$ ) acting on the centrifugal body (30a - 30f) into a pressing-on force which is applied to the cylinder drum (2) and has a component ( $F_A$ ) which is directed towards the control plate (26) and is axial with respect to the drive shaft axis (12),  
**characterised**  
**in that** the force redirection device (36 - 39) is arranged in a cavity (31) between the cylinder drum (2) and the drive shaft (3).
- 10 2. Axial piston machine according to Claim 1, **characterised**  
**in that** each force redirection device (36 - 39) is supported on the drive shaft (3) and the cylinder drum (2).  
20 3. Axial piston machine (1) having  
a casing (50),  
25 a drive shaft (3) mounted in the casing (50) so that it can rotate about a drive shaft axis (12),  
a cylinder drum (2) which is connected in a rotationally fixed manner to the drive shaft (3) and in which cylinders (5) are formed to accommodate axially movable pistons (6), a control plate (26) with control openings (24, 25) for cyclically connecting the cylinders (5) to a high-pressure and a low-pressure line,  
30 a pressing-on device for preloading the cylinder drum (2) against the control plate (26), the pressing-on device comprising at least one centrifugal body (30a - 30f) which is subjected to an increasing centrifugal force ( $F_F$ ) as the speed (n) of the cylinder drum (2) increases, and  
35 at least one force redirection device (36 - 39; 40a - 40f, 41a - 41f) for redirecting the centrifugal force ( $F_F$ ) acting on the centrifugal body (30a - 30f) into a pressing-on force which is applied to the cylinder drum (2) and has a component ( $F_A$ ) which is directed towards the control plate (26) and is axial with respect to the drive shaft axis (12),  
40 **characterised**  
**in that** the force redirection device (37, 38, 51, 52) is supported on the casing (50) and the cylinder drum (2).  
45 4. Axial piston machine according to one of Claims 1 to 3, **characterised in that** each force redirection device (37 - 39) has at least one oblique surface (38, 39) which is provided on the centrifugal body (30a - 30f) or a caulking element (60a - 60f) connected to the centrifugal body (30a - 30f), and the surface normal of which is inclined relative to the
- 50 55

## Claims

- Axial piston machine (1) having  
a casing (50),  
a drive shaft (3) mounted in the casing (50) so that it can rotate about a drive shaft axis (12),  
a cylinder drum (2) which is connected in a rotationally fixed manner to the drive shaft (3) and in which cylinders (5) are formed to accommodate axially movable pistons (6), a control plate (26) with control openings (24, 25) for cyclically connecting the cylinders (5) to a high-pressure and a low-pressure line,  
a pressing-on device for preloading the cylinder drum (2) against the control plate (26), the pressing-

- drive shaft axis (12) at a predetermined angle of inclination ( $\alpha$ ).
5. Axial piston machine according to one of Claims 1 to 4, **characterised in that** each force redirection device (37 - 39) has at least one oblique surface (36, 37) which is provided on a counterpart (32, 33) operatively connected to the centrifugal body (30a - 30f) or the caulking element (60a - 60f), and the surface normal of which is inclined relative to the drive shaft axis (12) at a predetermined angle of inclination ( $\alpha$ ).
10. Axial piston machine according to Claim 4 or 5, **characterised in that** the angle of inclination ( $\alpha$ ) which the surface normal(s) of the oblique surface (s) forms with the drive shaft axis (12) lies in the range between  $5^\circ$  and  $25^\circ$  and is preferably  $15^\circ$ .
15. Axial piston machine according to one of Claims 4 to 6, **characterised in that** the or each caulking element (60a - 60f) is arranged in a cavity (31) between the cylinder drum (2) and the drive shaft (3) and is connected to at least one associated centrifugal body (30a - 30f) via a radial connecting element (62a - 62f).
20. Axial piston machine according to Claim 5, **characterised in that** the counterpart (32, 33) is formed by a first support ring (32) supported on the drive shaft (3) and a second support ring (33) supported on the cylinder drum (2).
25. Axial piston machine according to Claim 8, **characterised in that** at least one (32) of the support rings (32, 33) is preloaded by means of a spring element (35) against the centrifugal body (30a - 30f) or against the caulking element (60a - 60f).
30. Axial piston machine according to Claim 1 or 2, **characterised in that** at least one of the centrifugal bodies (30a - 30f) is mounted on one side of the cylinder drum (2) in a centrifugal body bearing arrangement (40a - 40f), and a projection (41a - 41f) of the centrifugal body (30a - 30f) engages on a shoulder (42) of the drive shaft (3) such that, when the centrifugal body (30a - 30f) pivots out owing to the centrifugal force ( $F_F$ ) acting on it, the axial component ( $F_A$ ) of the pressing-on force is exerted on the centrifugal body bearing arrangement (40a - 40f) acting as the force redirection device.
35. Axial piston machine according to Claim 1 or 2, **characterised in that** at least one of the centrifugal bodies (30a - 30f) is mounted on one side of the drive shaft (3) in a centrifugal body bearing arrangement, and a projection of the centrifugal body engages on a shoulder of the cylinder drum such that,
- when the centrifugal body (30a - 30f) pivots out owing to the centrifugal force ( $F_F$ ) acting on it, the axial component ( $F_A$ ) of the pressing-on force is exerted on the shoulder, acting as the force redirection device, of the cylinder drum (2).
40. Axial piston machine according to one of Claims 1 to 11, **characterised in that** the pistons (6) are supported on a swash plate (10) via slide shoes (9), **in that** a holding-down device (16, 19) is provided to keep the slide shoes (9) bearing against the swash plate (11), and **in that** the axial component ( $F_A$ ) of the pressing-on force additionally acts on the holding-down device (16, 19).
45. Axial piston machine according to Claim 12, **characterised in that** the holding-down device (16, 19) has a pull-back plate (16) bearing against the slide shoes (9), and a pull-back ball (19) bearing against the pull-back plate (16) in every pivoted position of the swash plate (10), and **in that** the axial component ( $F_A$ ) of the pressing-on force is applied to the holding-down device (16, 19) via a connecting member (70) arranged between the force redirection device (36 - 39; 40a to 40f, 41a - 41f) and the pull-back ball (19).
50. Axial piston machine according to Claim 13, **characterised in that** each connecting member consists of at least one connecting pin (70) which is arranged axially parallel to the drive shaft axis (12) between one of the support rings (32) and the pull-back ball (19).
55. **Revendications**
1. Groupe à pistons axiaux (1) comportant :
- un boîtier (50),  
un arbre d'entraînement (3) montré mobile en rotation autour d'un axe (12) d'arbre d'entraînement dans le boîtier (50),  
un tambour à cylindres (2) qui est relié solidai-  
rement en rotation à l'arbre d'entraînement (3)  
et dans lequel sont réalisés des cylindres (5)  
pour recevoir des pistons (6) axialement mobi-  
les,  
une plaque de commande (26) présentant des ouvertures de commande (24, 25) pour la liaison cyclique des cylindres (5) avec une conduite à haute pression et avec à une conduite à basse pression,  
un dispositif de pressage pour mettre sous pré-  
contrainte le tambour à cylindres (2) contre la  
plaqué de commande (26), le dispositif de pres-  
sage comprenant au moins un corps centrifuge  
(30a à 30f) qui est sollicité par une force cen-

trifuge ( $F_F$ ) qui augmente avec l'augmentation de la vitesse de rotation ( $n$ ) du tambour à cylindres, et comportant :

au moins un dispositif de renvoi de force (36 à 39 ; 40a à 40f, 41a à 41f) pour renvoyer la force centrifuge ( $F_F$ ) agissant sur le corps centrifuge (30a à 30f) en une force de pressage attaquant le tambour à cylindres (2) avec une composante ( $F_A$ ) dirigée en direction de la plaque de commande (26) et axiale par rapport à l'axe (12) de l'arbre d'entraînement,

**caractérisé en ce que :**

le dispositif de renvoi de force (36 à 39) est agencé dans une chambre creuse (31) entre le tambour à cylindres (2) et l'arbre d'entraînement (3).

2. Groupe à pistons axiaux selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** chaque dispositif de renvoi de force (36 à 39) prend appui contre l'arbre d'entraînement (3) et contre le tambour à cylindres (2).

3. Groupe à pistons axiaux (1) comportant :

un boîtier (50),

un arbre d'entraînement (3) montré mobile en rotation autour d'un axe (12) de l'arbre d'entraînement dans le boîtier (50),

un tambour à cylindres (2) qui est relié solidairement en rotation à l'arbre d'entraînement (3) et dans lequel sont réalisés des cylindres (5) pour recevoir des pistons (6) axialement mobiles,

une plaque de commande (26) présentant des ouvertures de commande (24, 25) pour la liaison cyclique des cylindres (5) avec une conduite à haute pression et à une conduite à basse pression,

un dispositif de pressage pour mettre sous précontrainte le tambour à cylindres (2) contre la plaque de commande (26), le dispositif de pressage comprenant au moins un corps centrifuge (30a à 30f) qui est sollicité par une force centrifuge ( $FF$ ) qui augmente avec l'augmentation de la vitesse de rotation ( $n$ ) du tambour à cylindres, et comportant:

au moins un dispositif de renvoi de force (36 à 39 ; 40a à 40f, 41a à 41f) pour renvoyer la force centrifuge ( $FF$ ) agissant sur

le corps centrifuge (30a à 30f) en une force de pressage attaquant le tambour à cylindres (2) avec une composante ( $F_A$ ) dirigée en direction de la plaque de commande (26) et axiale par rapport à l'axe (12) de l'arbre d'entraînement,

**caractérisé en ce que :**

le dispositif de renvoi de force (37, 38, 51, 52) prend appui contre le boîtier (50) et contre le tambour à cylindres (2).

4. Groupe à pistons axiaux selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** chaque dispositif de renvoi de force (37 à 39) comprend au moins une surface oblique (38, 39) qui est prévue sur le corps centrifuge (30a à 30f) ou sur un élément de coincement (60a à 60f) relié au corps centrifuge (30a à 30f) et dont la normale à la surface est inclinée par rapport à l'axe (12) de l'arbre d'entraînement d'un angle d'inclinaison prédéterminé ( $\alpha$ ).
5. Groupe à pistons axiaux selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce que** chaque dispositif de renvoi de force (37 à 39) comprend au moins une surface oblique (36, 37) qui est prévue sur un élément complémentaire (32, 33) en liaison d'action avec le corps centrifuge (30a à 30f) ou avec l'élément de coincement (60a à 60f) et dont la normale à la surface est inclinée par rapport à l'axe (12) de l'arbre d'entraînement d'un angle d'inclinaison prédéterminé ( $\alpha$ ).
6. Groupe à pistons axiaux selon l'une ou l'autre des revendications 4 et 5, **caractérisé en ce que** l'angle d'inclinaison ( $\alpha$ ) que forme la ou les normale(s) à la surface de la ou des surface(s) inclinée(s) avec l'axe (12) de l'arbre d'entraînement est compris entre  $5^\circ$  et  $25^\circ$  et est de préférence de  $15^\circ$ .
7. Groupe à pistons axiaux selon l'une quelconque des revendications 4 à 6, **caractérisé en ce que** le ou chaque élément de coincement (60a à 60f) est agencé dans une chambre creuse (31) entre le tambour à cylindres (2) et l'arbre d'entraînement (3) et est relié à au moins un corps centrifuge associé (30a à 30f) via un élément de liaison radial (62a à 62f).
8. Groupe à pistons axiaux selon la revendication 5, **caractérisé en ce que** l'élément complémentaire (32, 33) est formé par une première bague d'appui (32) qui s'appuie contre l'arbre d'entraînement (3) et par une deuxième bague d'appui (33) qui s'appuie contre le tambour à cylindres (2).

9. Groupe à pistons axiaux selon la revendication 8, **caractérisé en ce que** l'une (32) au moins des bagues d'appui (32, 33) est mise sous précontrainte contre le corps centrifuge (30a à 30f) ou contre l'élément de coincement (60a à 60f) au moyen d'un élément à ressort (35). 5
10. Groupe à pistons axiaux selon l'une ou l'autre des revendications 1 et 2, **caractérisé en ce que** l'un au moins des corps centrifuges (30a à 30f) est monté sur un côté sur le tambour à cylindres (2) dans un palier à corps centrifuge (40a à 40f) et en ce qu'une saillie (41a à 41f) du corps centrifuge (30a à 30f) attaque un talon (42) de l'arbre d'entraînement (3), de telle sorte que lors d'un pivotement du corps centrifuge (30a à 30f) en raison de la force centrifuge ( $F_F$ ) qui agit sur celui-ci, la composante axiale ( $F_A$ ) de la force de pressage est exercée sur le palier à corps centrifuge (40a à 40f) faisant office de dispositif de renvoi de force. 10 15 20
11. Groupe à pistons axiaux selon l'une ou l'autre des revendications 1 et 2, **caractérisé en ce que** l'un au moins des corps centrifuges (30a à 30f) est monté sur un côté sur l'arbre d'entraînement (3) dans un palier à corps centrifuge et **en ce qu'** une saillie du corps centrifuge attaque un talon du tambour à cylindres, de telle sorte que lors d'un pivotement du corps centrifuge (30a à 30f) en raison de la force centrifuge ( $F_F$ ) qui agit sur celui-ci, la composante axiale ( $F_A$ ) de la force de pressage est exercée sur le talon du tambour à cylindres (2) faisant office de dispositif de renvoi de force. 25 30
12. Groupe à pistons axiaux selon l'une quelconque des revendications 1 à 11, **caractérisé en ce que** les pistons (6) prennent appui contre un plateau oblique (10) via des sabots de coulissolement (9), **en ce qu'il** est prévu un dispositif pousseur (16, 19) pour maintenir les sabots de coulissolement (9) en appui contre le plateau oblique (11), et **en ce que** la composante axiale ( $F_A$ ) de la force de pressage agit en supplément sur le dispositif pousseur (16, 19). 35 40 45
13. Groupe à pistons axiaux selon la revendication 12, **caractérisé en ce que** le dispositif pousseur (16, 19) comprend une plaque de recul (16) prenant appui sur les sabots de coulissolement (9) et une bille de recul (19) prenant appui contre la plaque de recul (16) dans chaque position de pivotement du plateau oblique (10), et **en ce que** la composante axiale ( $F_A$ ) de la force de pressage attaque le dispositif pousseur (16, 19) via un organe de liaison (70) qui est agencé entre le dispositif de renvoi de force (36 à 39 ; 40a à 40f, 41a à 41f) et la bille de recul (19). 50 55
14. Groupe à pistons axiaux selon la revendication 13,
- caractérisé en ce que** chaque organe de liaison est constitué par au moins une tige de liaison (70) qui est agencée parallèlement à l'axe (12) de l'arbre d'entraînement entre l'une des bagues d'appui (32) et la bille de recul (19).

Fig. 1

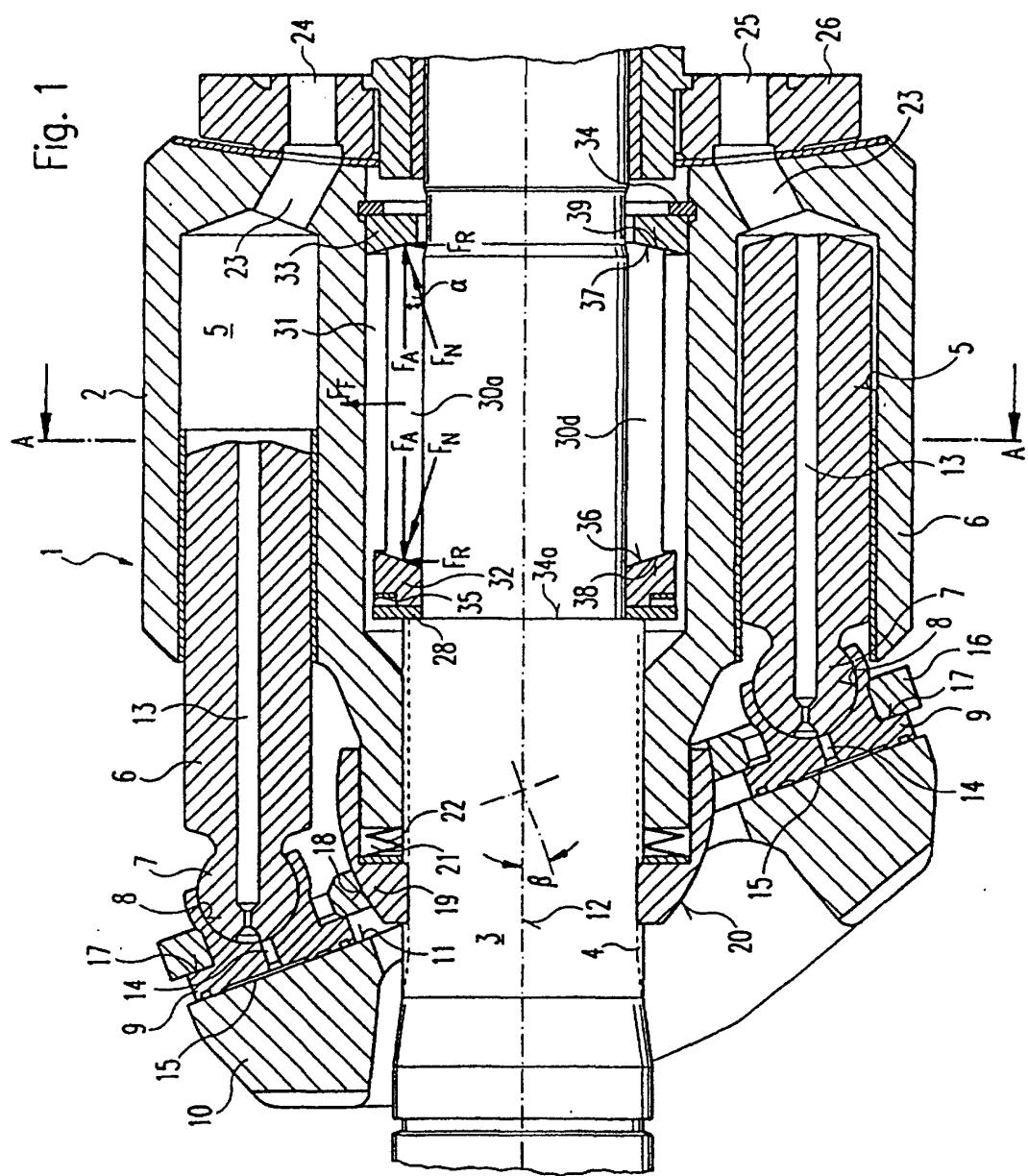


Fig. 2

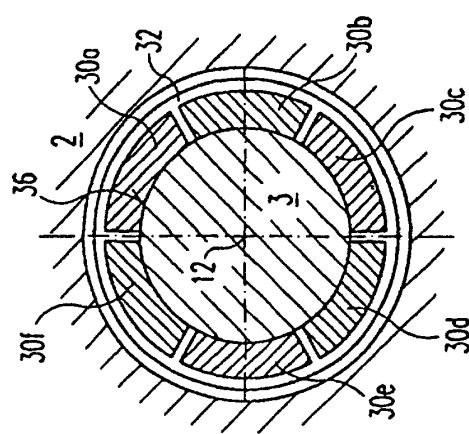


Fig. 3

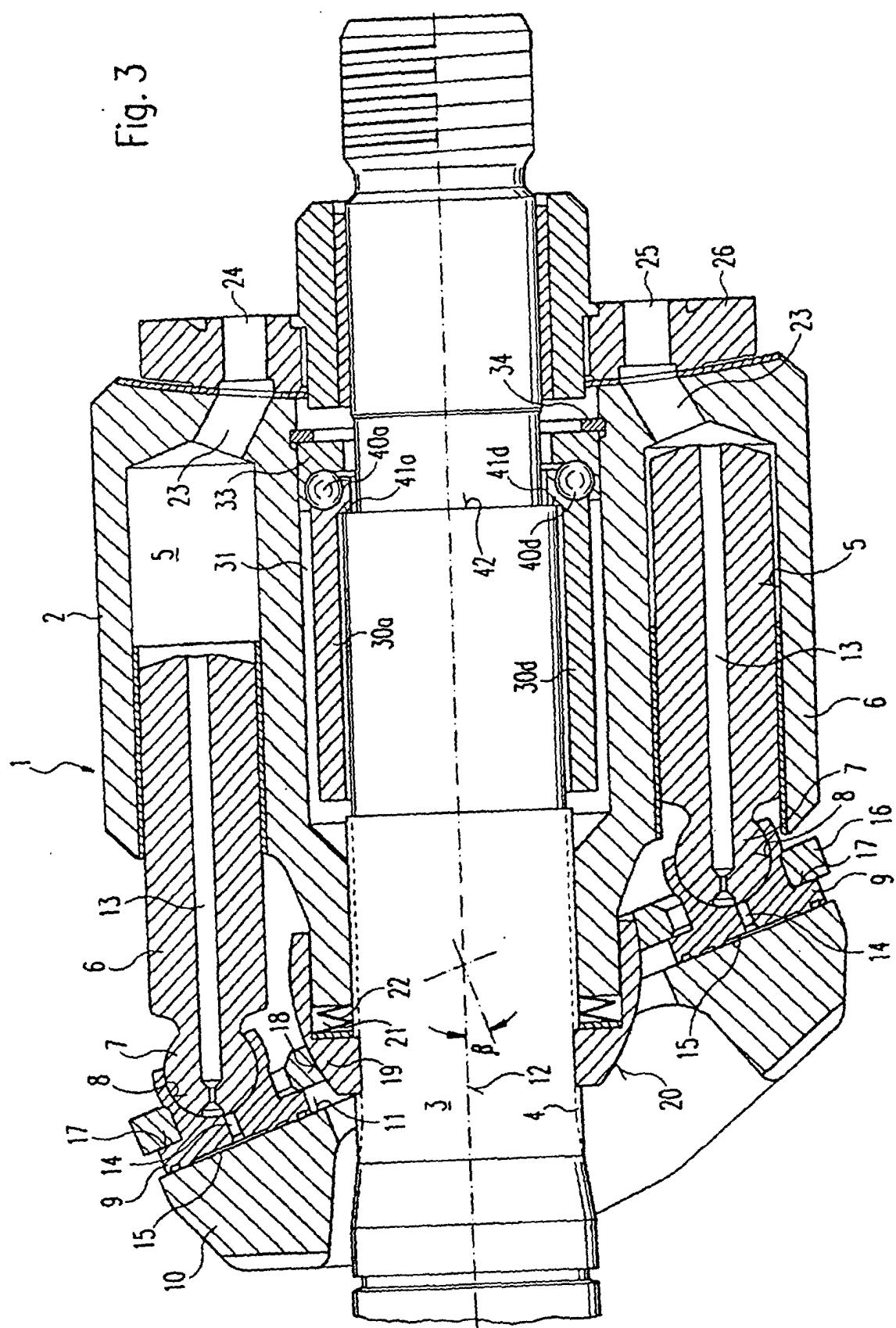


Fig. 4

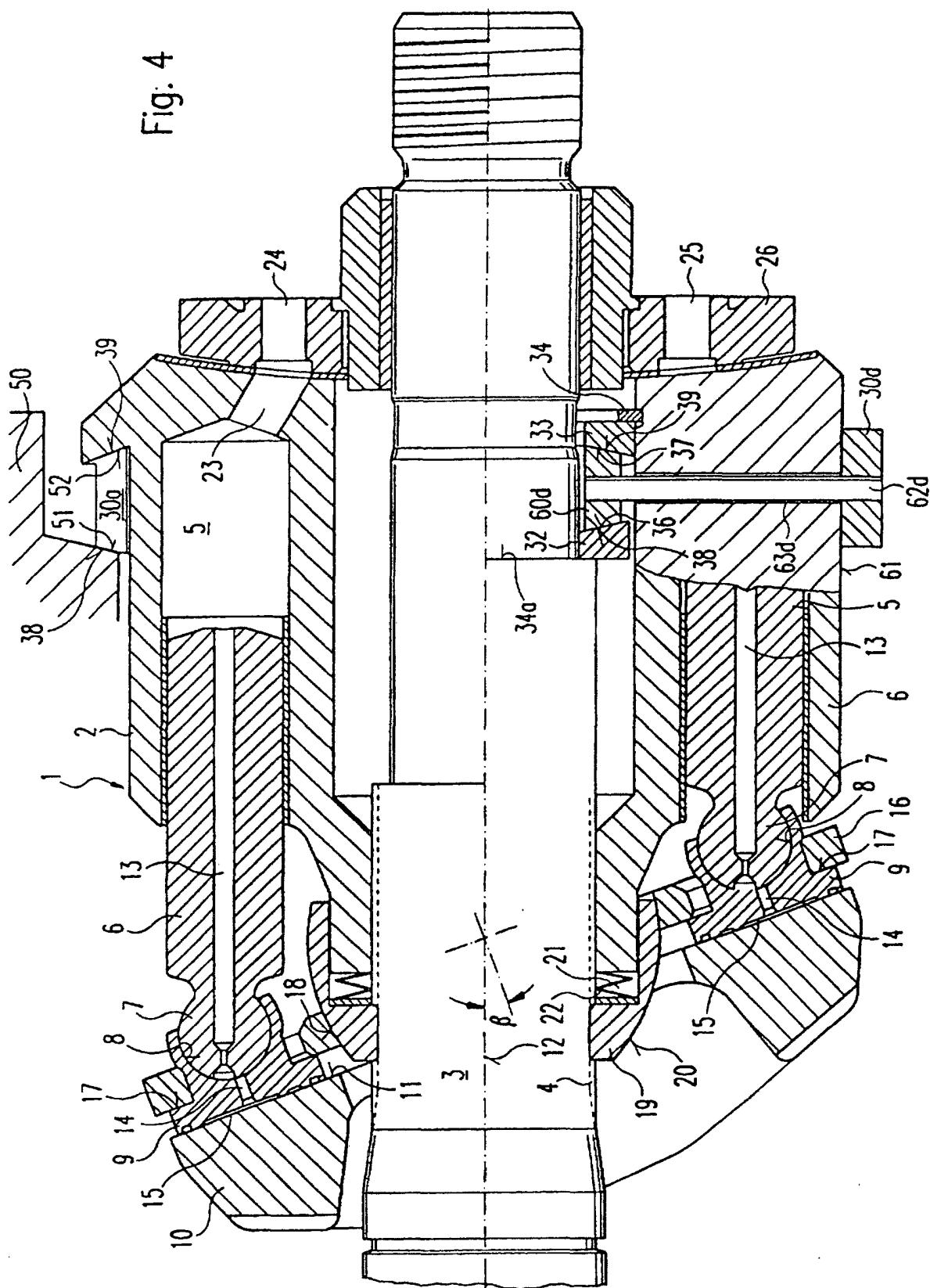
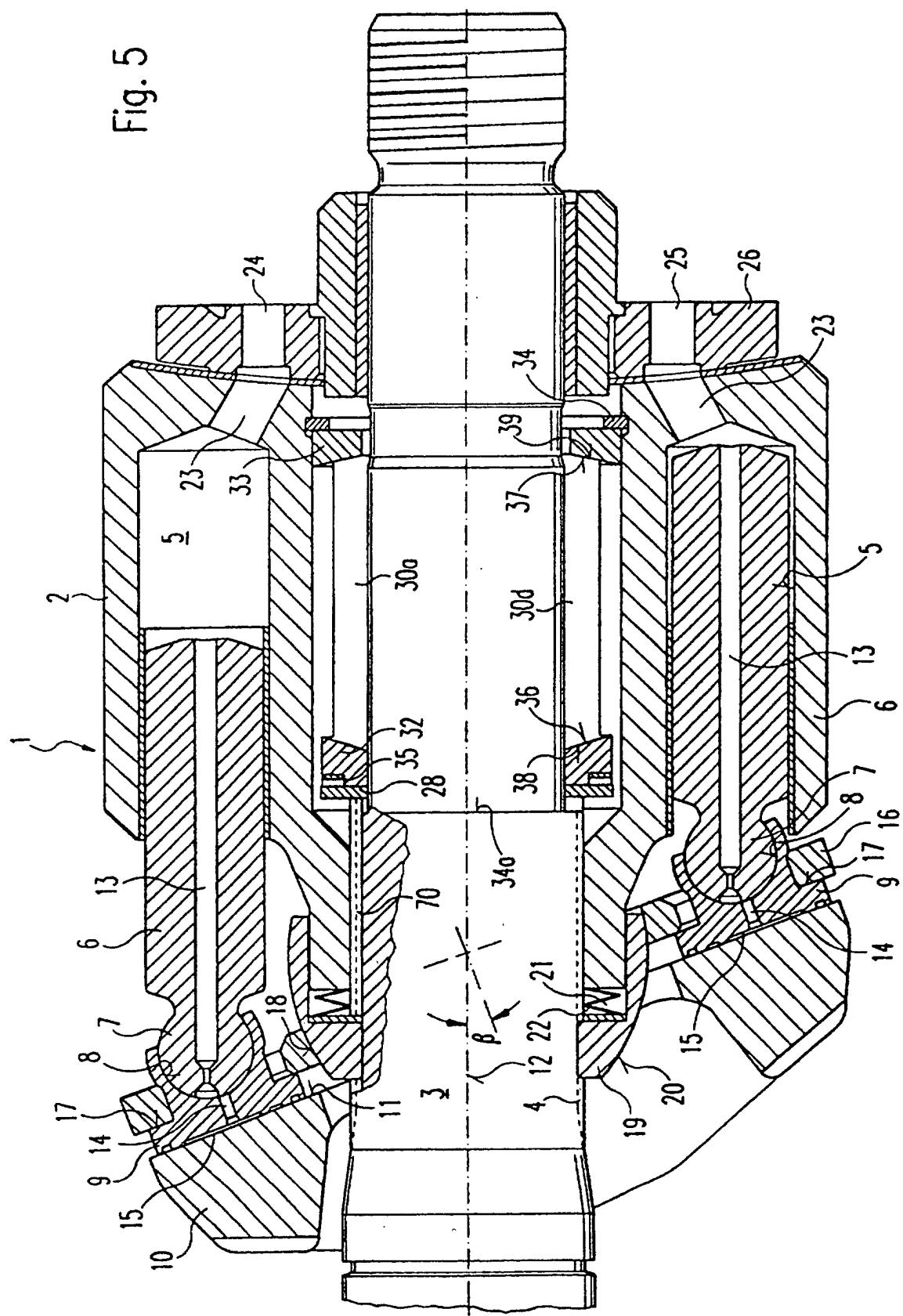


Fig. 5



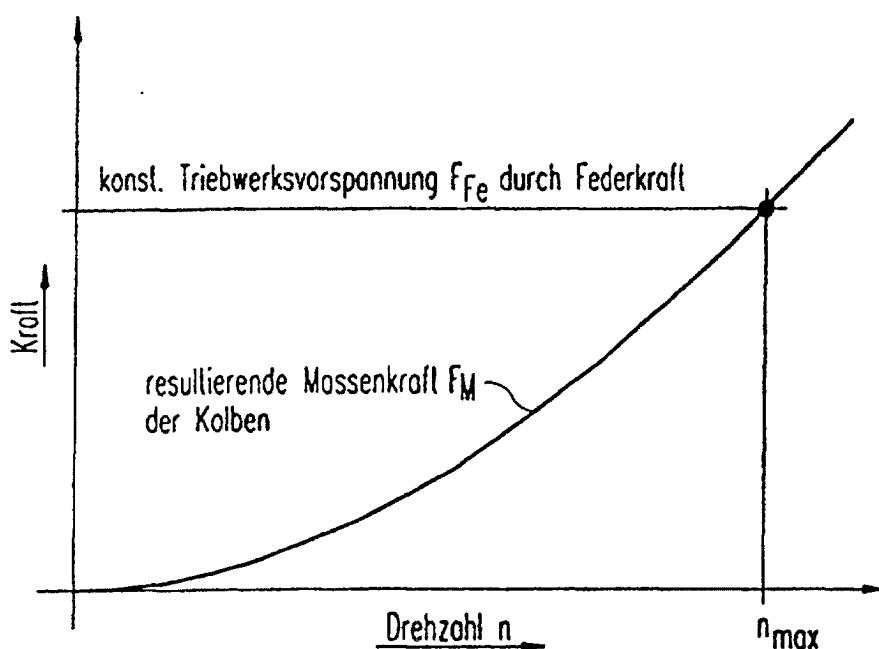


Fig. 6

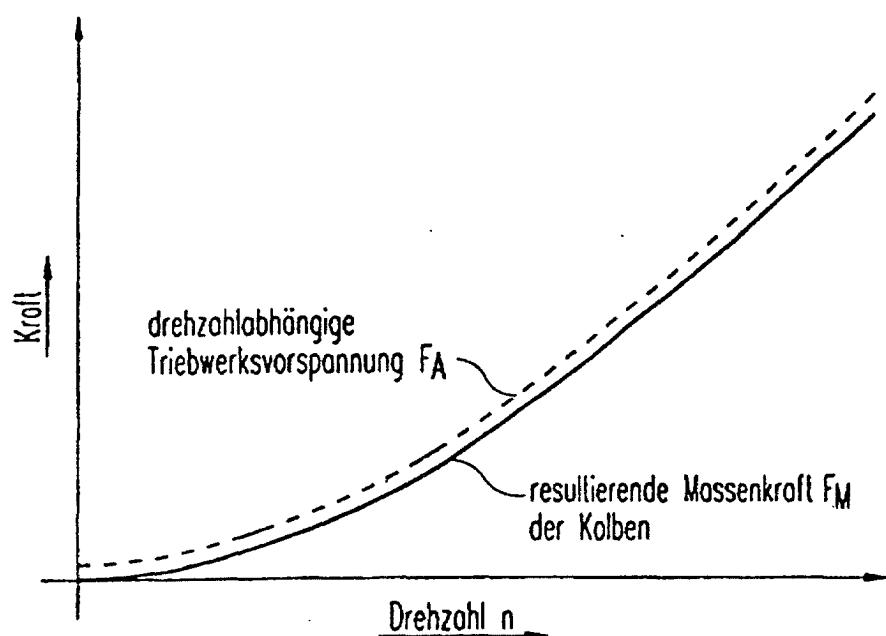


Fig. 7