



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
BUNDESAMT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

⑤① Int. Cl.³: F 16 H 21/02



Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein
Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

⑫ **PATENT SCHRIFT** A5

⑪

639 735

②① Gesuchsnummer: 7937/79

⑦③ Inhaber:
Franz Arnold, Kempten (DE)

②② Anmeldungsdatum: 01.09.1979

③① Priorität(en): 11.10.1978 DE U/7830221

⑦② Erfinder:
Franz Arnold, Kempten (DE)

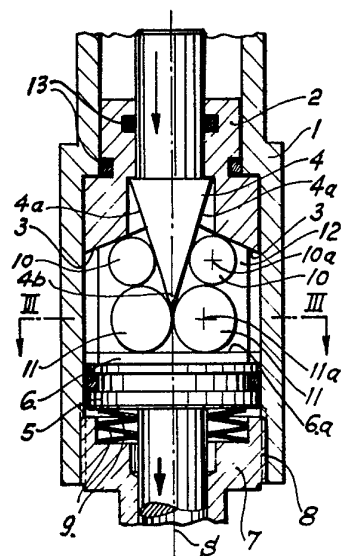
②④ Patent erteilt: 30.11.1983

④⑤ Patentschrift
veröffentlicht: 30.11.1983

⑦④ Vertreter:
Dipl.-Ing. W. Steudtner, Hegnau, Volketswil

⑤④ Mechanischer Kraftverstärker.

⑤⑦ Der mechanische Kraftverstärker weist ein keilförmiges Primärglied (4) auf. Dieses greift zwischen zwei spiegelbildlich zu einer Symmetrieebene angeordnete Rollenpaare (10, 11) ein. Alle Rollen (10, 11) sind achsparallel zueinander angeordnet, frei beweglich und liegen an dem keilförmigen Primärglied an. An jeder Seite (4a) des Keiles sind jeweils zwei aneinanderliegende Rollen vorgesehen, von denen sich eine an einer stationären Widerlagerfläche (3) und die andere an einer Gegenlagerfläche (6a) eines Sekundärgliedes (6) abstützt. Mindestens eine dieser Lagerflächen schliesst mit der Symmetrieebene einen Neigungswinkel ein, der kleiner ist als 90°. Durch eine auf das Sekundärglied einwirkende Federanordnung (9) werden die Rollen und ihre Lagerflächen in ständiger Anlage gehalten. Der Neigungswinkel und der Keilwinkel sind dabei so gewählt, dass in allen Betriebsstellungen des Kraftverstärkers die Achsen zweier sich berührender Rollen stets auf der der Symmetrieebene (S) zugekehrten Seite der Verbindungslinie zwischen den Berührungslinien dieser Rollen mit ihren Lagerflächen liegen.



PATENTANSPRÜCHE

1. Mechanischer Kraftverstärker mit einem keilförmigen Primärglied, welches zwischen einem ersten Paar von zwei spiegelbildlich zu einer Symmetrieebene angeordneten, an Widerlagerflächen abgestützten, Rollen entlang dieser Symmetrieebene verschiebbar ist und dabei mit seinen Keilflächen an den Mantelflächen beider Rollen anliegt, mit einem in Richtung der Keilspitze gegenüber dem ersten Rollenpaar versetzt angeordneten, zweiten Rollenpaar, dessen Rollen achsparallel zu denen des ersten Rollenpaares angeordnet sind, mit letzteren in einer Wirkverbindung stehen und mit ihren Mantelflächen an Gegenlagerflächen eines in der gleichen Richtung wie das Primärglied verschiebbaren Sekundärgliedes abgestützt sind, wobei eine auf das Sekundärglied entgegengesetzt zur Keilspitze einwirkende Federanordnung vorgesehen ist, dadurch gekennzeichnet, dass alle Rollen (10, 11) frei beweglich sind, dass jede Rolle (10) des ersten Rollenpaares mit ihrer Mantelfläche einerseits an einer stationären Widerlagerfläche (3) und andererseits direkt an der Mantelfläche einer Rolle (11) des zweiten Rollenpaares anliegt, dass sich die Keilflächen (4a) des Primärgliedes (4) bis zu dem zweiten Rollenpaar erstrecken und auch an den Mantelflächen von dessen Rollen (11) anliegen, dass mindestens die Lagerfläche (3) eines Rollenpaares mit der Symmetrieebene (S) einen Neigungswinkel (α) einschliesst, der kleiner ist als 90° und dass die Rollendurchmesser (D1, D2), die Neigungswinkel (α , γ) der Lagerflächen (3, 6a) gegenüber der Symmetrieebene (S) und der Keilwinkel (β) des Primärgliedes (4) so gewählt sind, dass die Winkel (δ_1) zwischen der Widerlagerfläche (3) und einer durch die Berührungslinie (B) der sich berührenden Rollen (10, 11) hindurchgehenden Tangentialebene (T) sowie (δ_2) zwischen letzterer und der Gegenlagerfläche (6a) grösser ist als der Reibungswinkel (ζ), so dass in allen Betriebsstellungen des Kraftverstärkers die Achsen (10a, 11a) zweier sich berührender Rollen (10, 11) stets auf der der Symmetrieebene (S) zugekehrten Seite der Verbindungslinie (V) zwischen den Berührungslinien (B1, B2) dieser Rolle mit ihren Lagerflächen (3, 6a) liegen.

2. Kraftverstärker nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Rollen (10) des ersten Rollenpaares einen kleineren Durchmesser (D1) aufweisen als die Rollen (11) des zweiten Rollenpaares.

3. Kraftverstärker nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Rollendurchmesser (D1, D2) in Abhängigkeit von dem Keilwinkel (β) des Primärgliedes (4) so gewählt sind, dass in Ausgangsstellung des Kraftverstärkers die äussersten Mantellinien (M1, M2) zweier sich berührender Rollen (10, 11) etwa auf einer gemeinsamen parallel zu der Symmetrieebene (S) verlaufenden Tangentialebene (T1) liegen.

4. Kraftverstärker nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Keilwinkel (β) etwa 39° beträgt und der Durchmesser (D2) der Rollen (11) des zweiten Rollenpaares etwa 1,4 mal so gross ist wie der Durchmesser (D1) der Rollen (10) des ersten Rollenpaares.

5. Kraftverstärker nach Anspruch 1–4, dadurch gekennzeichnet, dass die Widerlagerfläche (3) mit der Symmetrieebene (S) einen spitzen Winkel (α) einschliesst, während die Gegenlagerfläche (6a) sich senkrecht zur Symmetrieebene (S) erstreckt.

Die Erfindung betrifft einen mechanischen Kraftverstärker mit einem keilförmigen Primärglied, welches zwischen einem ersten Paar von zwei spiegelbildlich zu einer Symmetrieebene angeordneten, an Widerlagerflächen abgestützten, Rollen entlang dieser Symmetrieebene verschiebbar ist und dabei mit seinen Keilflächen an den Mantelflächen beider Rollen anliegt, mit einem in Richtung der Keilspitze gegenüber dem ersten Rollenpaar versetzt angeordneten zweiten Rollenpaar, dessen

Rollen achsparallel zu denen des ersten Rollenpaares angeordnet sind, mit letzteren in einer Wirkverbindung stehen und mit ihren Mantelflächen an Gegenlagerflächen eines in der gleichen Richtung wie das Primärglied verschiebbaren Sekundärgliedes abgestützt sind, wobei eine auf das Sekundärglied entgegengesetzt zur Keilspitze einwirkende Federanordnung vorgesehen ist.

Bei einem bekannten derartigen Kraftverstärker sind zwei Winkelhebel vorgesehen, die spiegelbildlich zur Symmetrieebene angeordnet sind. Diese Winkelhebel sind je um eine Achse schwenkbar in einem Gehäuse gelagert und tragen an dem Ende jedes ihrer Hebelarme je eine, um eine Achse im Winkelhebel drehbare Rolle (vgl. US-PS 2443 775). Auf die an den längeren Hebelarmen der Winkelhebel angeordneten Rollen wirkt der Keil des Primärgliedes ein und verschwenkt dabei jeden Winkelhebel um seine Lagerachse. Die am kürzeren Hebelarm vorgesehene zweite Rolle drückt auf einen Bolzen, der in dem Gehäuse verschiebbar gelagert ist und das Sekundärglied bildet. Die beiden Sekundärglieder wirken auf die bewegliche Spannbacke eines Schraubstockes ein. Dieser bekannte mechanische Kraftverstärker ist teuer in der Herstellung, da er aus einer Vielzahl von Einzelheiten besteht. Die Achsen, um die die Rollen drehbar gelagert sind und auch die Lagerachsen der Winkelhebel sind erheblichen Kräften ausgesetzt und unterliegen damit auch einem starken Verschleiss. Da sie nur begrenzt belastbar sind, weist dieser bekannte mechanische Kraftverstärker entweder eine grosse Baugrösse auf oder mit ihm können nur verhältnismässig geringe Spannkraften erzielt werden. Wegen der Vielzahl von Einzelteilen sind auch die Montagekosten verhältnismässig hoch.

Es ist ferner auch ein Kniehebelkraftverstärker bekannt (CH-PS 573 560), bei welchem sich die Hebel aneinander sowie an einem Drucklager und einem Widerlager unmittelbar abstützen. Alle Stützflächen sind als Wälzflächen ausgebildet, die bei Bewegung des Kniehebels mit Linienberührung schlupffrei aufeinander abwälzen. Die Hebel weisen dabei einen rechteckigen Querschnitt auf. Um eine ungewollte gegenseitige Verschiebung der beiden Hebel jedes Kniehebels zu verhindern, sind die beiden Hebel durch eine Stahlkugel verbunden, die in entsprechende Ausnehmungen in den einander zugekehrten Wälzflächen lose eingesetzt ist und die Wälzflächen in bezug aufeinander ausgerichtet hält. Die mit Wälzflächen versehenen Hebel sind teuer in der Herstellung. Zusätzlich müssen sie ausserdem an ihren einander zugekehrten Wälzflächen mit den oben erwähnten Ausnehmungen versehen sein, wodurch ein Teil ihrer Breite für die Kraftübertragung verloren geht.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen mechanischen Kraftverstärker der eingangs erwähnten Art zu schaffen, der einfacher im Aufbau ist, weniger Einzelteile aufweist, billiger herstellbar ist, eine kleine Baugrösse besitzt und verschleissarm arbeitet.

Dies wird nach der Erfindung dadurch erreicht, dass alle Rollen frei beweglich sind, dass jede Rolle des ersten Rollenpaares mit ihrer Mantelfläche einerseits an einer stationären Widerlagerfläche und andererseits direkt an der Mantelfläche einer Rolle des zweiten Rollenpaares anliegt, dass sich die Keilflächen des Primärgliedes bis zu dem zweiten Rollenpaar erstrecken und auch an den Mantelflächen von dessen Rollen anliegen, dass mindestens die Lagerfläche eines Rollenpaares mit der Symmetrieebene einen Neigungswinkel einschliesst, der kleiner ist als 90° und dass die Rollendurchmesser, die Neigungswinkel der Lagerflächen gegenüber der Symmetrieebene und der Keilwinkel des Primärgliedes so gewählt sind, dass die Winkel zwischen der Widerlagerfläche und einer durch die Berührungslinie der sich berührenden Rollen hindurchgehenden Tangentialebene sowie zwischen letzterer und der Gegenlagerfläche grösser ist als der Reibungswinkel, so dass in allen Betriebsstellungen des Kraftverstärkers die Achsen zweier sich berührender Rollen stets auf der der Symmetrieebene zugekehrten Seite der Verbindungs-

linie zwischen den Berührungslinien dieser Rollen mit ihren Lagerflächen liegen.

Bei dem mechanischen Kraftverstärker entfallen jegliche Lagerachsen für die Rollen, auch fehlen Winkelhebel od. dgl. Die übrigen wenigen Bauteile des Kraftverstärkers sind einfach und billig in der Herstellung. Die ebenen Lagerflächen des Widerlagers sowie des Gegenlagers können durch Fräsen und Schleifen sehr einfach hergestellt werden, ebenso wie die Flächen des Keiles des Primärgliedes. Für die stark belasteten Rollen können handelsübliche Zylinderrollen verwendet werden, so wie sie in grossen Stückzahlen in Rollenlagern eingebaut sind. Da diese Rollenlager-Rollen in ausserordentlich grossen Stückzahlen hergestellt werden, sind sie auch billig erhältlich. Die Montagekosten des neuen mechanischen Kraftverstärkers sind ebenfalls sehr niedrig, denn die Rollen liegen nur lose aufeinander bzw. auf ihren Lagerflächen und können ohne grossen Montage- und Zeitaufwand einfach in ein den Kraftverstärker umschliessendes Gehäuse eingelegt werden. Der Kraftverstärker arbeitet auch weitgehend verschleissfrei. Ferner kann bei dem Kraftverstärker das Übersetzungsverhältnis leicht geändert werden, indem man den Neigungswinkel der Widerlagerfläche und/oder den Keilwinkel des Primärgliedes verändert. Durch die besondere Wahl der Winkel und der Rollendurchmesser wird erreicht, dass in jeder Betriebsstellung die Rollen beider Rollenpaare durch die Widerlagerfläche und die Gegenlagerfläche in Richtung auf den gemeinsamen Keil des Primärgliedes gedrückt werden und sich in ständiger Anlage an diesen Keil befinden. Hierdurch werden die Rollen in jeder Betriebsstellung mittels des Keiles in ihrer richtigen Lage gehalten, und es wird damit eine hohe Betriebssicherheit erzielt. Der Reibungswinkel ζ ist eine Funktion des Reibungskoeffizienten oder der Reibungszahl μ und zwar $\mu = \tan \zeta$.

Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen des Kraftverstärkers sind in den übrigen abhängigen Ansprüchen gekennzeichnet.

Die Erfindung ist in folgendem anhand eines in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiels näher erläutert. Es zeigen: Fig. 1 einen Längsschnitt durch den Kraftverstärker in Ausgangsstellung;

Fig. 2 einen Längsschnitt in gespannter Stellung;

Fig. 3 einen Querschnitt nach der Linie III-III der Fig. 1;

Fig. 4 Einzelheiten des in Fig. 1 dargestellten Kraftverstärkers in vergrössertem Massstab.

In der Zeichnung ist der Kraftverstärker in den Fig. 1 bis 3 etwa in natürlicher Grösse dargestellt. In einem Gehäuse 1 ist stationär ein Widerlagerstück 2 angeordnet, welches keilförmig gegen einander geneigte, ebene Widerlagerflächen 3 aufweist. In dem Widerlagerstück 2 ist ein keilförmiges Primärglied 4 entlang der Symmetrieebene S verschiebbar gelagert. Das Primärglied 4 weist zwei ebene Keilflächen 4a auf, die unter einem Keilwinkel β (Fig. 4) gegeneinander geneigt sind.

In dem Gehäuse 1 ist ferner gegenüber den Widerlagerflächen 3 ein Sekundärglied 5 ebenfalls in Richtung der Symmetrieebene S verschiebbar gelagert. Dieses Sekundärglied weist an seiner den Widerlagerflächen 3 zugekehrten Seite eine Druckplatte 6 aus gehärtetem Stahl mit einer Gegenlagerfläche 6a auf. Am Ende des Gehäuses 1 ist ein Endstück 7 vorgesehen und über ein Gewinde 8 fest mit dem Gehäuse verbunden. Zwischen dem Endstück 7 und dem Sekundärglied 5 sind mehrere Tellerfedern 9 angeordnet, welche auf das Sekundärglied 5 einen in Richtung auf das Widerlagerstück 2 gerichteten Druck ausüben.

An den Widerlagerflächen 3 liegen die beiden spiegelbildlich zur Symmetrieebene S angeordneten Rollen 10 eines ersten Rollenpaares mit ihren Mantelflächen an, die gleichzeitig auch an den Keilflächen 4a anliegen. Die Rollen 10 sind frei beweglich, d. h. ihre Achsen 10a sind nicht in irgendeinem anderen Bauteil gelagert. Das gleiche trifft auch für die Achsen 11a eines zweiten Paares von Rollen 11 zu, welches in Richtung der Rollen 11 der Keilspitze 4b gegenüber dem ersten Rollenpaar versetzt

angeordnet ist. Die Mantelflächen der Rollen 10, 11 beider Rollenpaare stützen sich aufeinander ab und die Rollen 11 des zweiten Rollenpaares liegen mit ihren Mantelflächen ebenfalls an den Keilflächen 4a und an der Gegenlagerfläche 6a an. Auch in der in Fig. 1 dargestellten Ausgangsstellung wird diese Anlage durch die Kraft der Tellerfeder 9 gewährleistet. Die Rollen 10, 11 sind sogenannte Zylinderrollen, wie sie in Rollenlagern verwendet werden und bestehen aus gehärtetem Stahl. Ebenso ist die Widerlagerfläche 3 geschliffen und gehärtet. Wie man weiterhin aus Fig. 3 erkennen kann, liegen die Stirnflächen der Rollen 10, 11 an segmentförmigen Füllstücken 12 an und werden durch diese Füllstücke geführt. Der von den Widerlagerflächen 3, den Gegenlagerflächen 6a und dem Gehäuse 1 umschlossene Raum ist fast vollständig mit Öl gefüllt. Um einen Austritt des Öles zu verhindern, sind Dichtungsringe 13 vorgesehen.

Wird das Primärglied 4 in Richtung P nach unten bewegt, so üben seine Keilflächen 4a auf die Rollen 10 und 11 einen nach aussen gerichteten Druck aus. Die Rollen werden nach aussen gedrückt und rollen hierbei auf den Widerlagerflächen 3 bzw. den Gegenlagerflächen 6a ab. Wird der Keil entgegen der Pfeilrichtung P bewegt, so bewegen sich die Rollen 10, 11 umgekehrt wieder in ihre Ausgangslage zurück.

Damit der Kraftverstärker einwandfrei funktioniert, müssen gewisse geometrische Voraussetzungen erfüllt sein, die anhand der Fig. 4 in folgendem näher erläutert sind. Wie man aus Fig. 4 erkennen kann, ist die Widerlagerfläche 3 unter einem Neigungswinkel α gegenüber der Symmetrieebene S geneigt. Dieser Winkel α beträgt bei dem vorteilhaften, in Fig. 1 bis 4 dargestellten Ausführungsbeispiel ca. 70° . Die Gegenlagerfläche 6a schliesst mit der Symmetrieebene S einen Winkel γ ein, der bei diesem Ausführungsbeispiel 90° beträgt. Die beiden Keilflächen 4a des Primärgliedes 4 schliessen einen Winkel β von 39° ein. Die Berührungslinie, an der die Rolle 10 des ersten Rollenpaares die Widerlagerfläche 3 berührt, ist mit 81 bezeichnet. Die Rolle 11 des zweiten Rollenpaares berührt die Gegenlagerfläche 6a an der Berührungslinie 82. Beide Rollen 10, 11 berühren sich gegenseitig an der Berührungslinie B. Erfindungsgemäss ist nun, dass die Rollendurchmesser D1 und D2, die Neigungswinkel α und γ der Lagerflächen 3, 6a und der Keilwinkel β des Primärgliedes 4 so gewählt sind, dass in allen Betriebslagen des Kraftverstärkers die Achsen 10a, 11a zweier sich berührender Rollen 10, 11 stets auf der der Symmetrieebene S zugekehrten Seite der Verbindungslinie V zwischen den Berührungslinien B1 und B2 dieser Rollen mit ihren Lagerflächen 3, 6a liegen.

Die Rollendurchmesser D1 und D2, die Neigungswinkel α und γ der Lagerfläche 3, 6a gegenüber der Symmetrieebene S und der Keilwinkel β des Primärgliedes 4 werden ferner so gewählt, dass der Winkel $\delta 1$ zwischen der Widerlagerfläche 3 und einer durch die Berührungslinie B der sich berührenden Rollen 10, 11 hindurchgehenden Tangentialebene grösser ist als der Reibungswinkel ζ . Ebenso ist der Winkel $\delta 2$ zwischen der Tangentialebene T und der Gegenlagerfläche 6a grösser als der Reibungswinkel ζ . Wenn die Winkel $\delta 1$ und $\delta 2$ grösser sind als der Reibungswinkel, dann werden beide Rollen 10, 11 stets in Richtung auf die Keilflächen 4a gedrückt und mit diesen in allen Betriebsstellungen des Kraftverstärkers in Anlage gehalten. Hierbei tritt zwischen den Rollen 10, 11 ein gewisser Schlupf auf. Dieser Schlupf ist jedoch verhältnismässig klein, so dass bei Ölschmierung ein nennenswerter Verschleiss, wie die Erfahrung gezeigt hat, nicht zu beobachten ist. Dies ist darauf zurückzuführen, dass die Rollen 10, 11, da sie normalerweise als Lagerrollen verwendet werden, sehr fein geschliffen und poliert sind und auch eine hohe Oberflächenhärte aufweisen. Zwischen den Keilflächen 4a und den unteren Rollen 11 tritt eine gleitende Bewegung ein, da sich die Oberflächen entgegengesetzt zueinander bewegen. Auch hier wurde keine nennenswerte Abnützung festgestellt, da die zur Symmetrieebene hin gerichtete Kraftkomponente verhältnismässig klein ist. Insgesamt wurde festgestellt, dass die Abnut-

zungserscheinungen vernachlässigbar klein sind und demgegenüber ganz erhebliche Vorteile erzielt werden, wenn die Rollen 10, 11 beider Rollenpaare in allen Betriebsstellungen durch die geschilderten Massnahmen in ständiger Anlage an den Keilflächen 4a gehalten werden. Die Rollen beider Rollenpaare werden dann nämlich gleichmässig belastet, es wird erreicht, dass die Rollen immer in ihre Ausgangslage zurückkehren, sich nicht verklemmen oder eine der Rollen nicht in unkontrollierter Weise nach aussen gedrückt wird. Damit dies sichergestellt ist, sollten die Winkel δ_1 und δ_2 keinesfalls unter 3° liegen.

Um die Baugrösse des Kraftverstärkers möglichst klein zu halten, weisen die Rollen 10 des ersten Rollenpaares einen kleineren Durchmesser D1 auf als die Rollen 11 des zweiten Rollenpaares. Hierdurch haben nämlich die äusseren Mantellinien der Rollen 10, 11 beider Rollenpaare von der gemeinsamen Symmetrieebene S annähernd den gleichen Abstand, und es wird hierdurch eine optimale Raumausnutzung erzielt.

Weiterhin ist es zweckmässig, wenn die Rollendurchmesser D1 in Abhängigkeit von dem Keilwinkel β des Primärgliedes 4 so gewählt sind, dass in Ausgangsstellung des Kraftverstärkers die

äussersten Mantellinien M1 und M2 zweier sich berührender Rollen 10, 11 etwa auf einer gemeinsamen parallel zur Symmetrieebene S verlaufenden Tangentialebene T1 liegen. Hierdurch weisen die äussersten Mantellinien M1 und M2 den gleichen Abstand von der Symmetrieebene auf und zwar in allen Betriebsstellungen. Die Bauabmessungen des Kraftverstärkers werden hierdurch optimal klein gehalten. Bei dem in Fig. 1 dargestellten beträgt der Keilwinkel β etwa 39° . Der Durchmesser D1 der kleineren Rollen 10 beträgt 10 mm, der Durchmesser D2 der grösseren Rollen 11 ist 14 mm.

In Abänderung des in Fig. 1 bis 4 dargestellten Ausführungsbeispiels können die Rollen 10, 11 beider Rollenpaare auch den gleichen Durchmesser aufweisen. Allerdings wird dann nicht eine optimale Raumausnutzung erzielt. Bei einer Anordnung der Gegenfläche 6a senkrecht zur Symmetrieebene S kann für die beiden Rollen 11 des zweiten Rollenpaares eine durchgehende Druckplatte 8 mit einer ebenen Lagerfläche verwendet werden. Gegebenenfalls wäre es jedoch auch möglich, den Neigungswinkel γ , den die Gegenlagerfläche 6a mit der Symmetrieebene einschliessen, als spitzen Winkel auszubilden.

Fig. 1

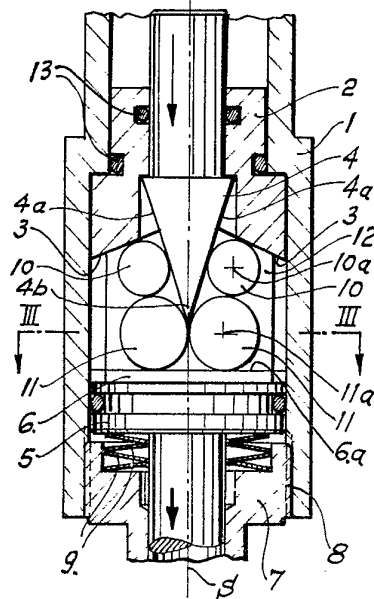


Fig. 2

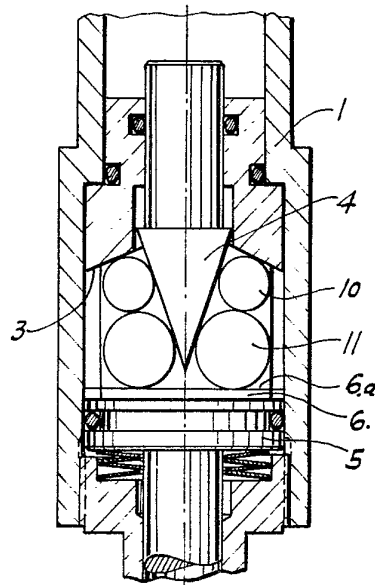


Fig. 3

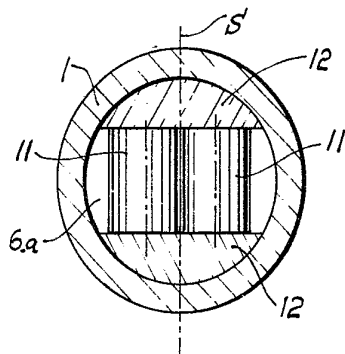


Fig. 4

