

19



Europäisches Patentamt
 European Patent Office
 Office européen des brevets

11 Veröffentlichungsnummer:

**0 393 345
 A2**

12

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

21 Anmeldenummer: 90104632.6

51 Int. Cl.⁵: **F15B 9/14**

22 Anmeldetag: 12.03.90

30 Priorität: 19.04.89 DE 3912743

D-5600 Wuppertal 11(DE)

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung:
 24.10.90 Patentblatt 90/43

72 Erfinder: **Kuttruf, Werner
 Scottweg 54
 D-5600 Wuppertal 11(DE)**

64 Benannte Vertragsstaaten:
 CH DE FR GB IT LI

74 Vertreter: **Finkener und Ernesti Patentanwälte
 Heinrich-König-Strasse 119
 D-4630 Bochum 1(DE)**

71 Anmelder: **BW HYDRAULIK GMBH
 Scheffelstrasse 31**

54 **Hydraulische Steuereinrichtung.**

57 Für den Aufbau von Regelkreisen zum Steuern von hydraulischen Arbeitselementen wie z.B. ein Hydromotor, Hydraulikzylinder oder dergleichen, wird eine neuartige hydraulische Steuereinrichtung beschrieben, die mit Soll-Wert-Vorgabe, z.B. mittels Schrittmotor, und mechanischer Ist-Wert-Rückmeldung arbeitet. Die Funktionsteile, die dazu dienen, den von einer Druckmittelquelle dem Arbeitselement zugeführten und von diesem zum Tank zurückfließenden Druckmittelstrom hinsichtlich Richtung und Menge feinfühlig zu regeln, sind als ineinanderliegende, gegenseitig verdrehbare Drehkolben (4, 6) ausgebildet. Dabei ist der eine Drehkolben (6) mit

der Soll-Wert-Vorgabe (2) und der andere Drehkolben (4) mit dem Arbeitselement (3) zur mechanischen Ist-Wert-Rückmeldung dreh schlüssig verbunden. Auf diese Weise können anders als bei den bekannten Steuereinrichtungen, bei denen über eine Längsbewegung Schieber oder Sitzventile betätigt werden, die Drehbewegungen von Soll- und Ist-Wert direkt miteinander verglichen werden. Hierdurch ist eine erheblich höhere Genauigkeit sowohl statisch (Positioniergenauigkeit, Rundlauf) als auch dynamisch (Folgetreue, Bahnabweichung) erreichbar. Außerdem ist die Steuereinrichtung überlastsicher, einfacher aufgebaut und preisgünstiger realisierbar.

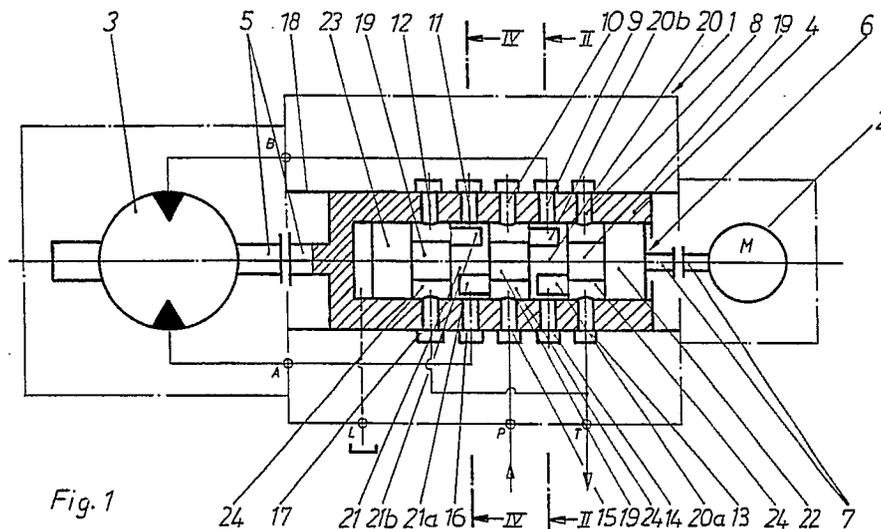


Fig. 1

EP 0 393 345 A2

Die Erfindung betrifft eine hydraulische Steuereinrichtung für ein Arbeitselement, wie z.B. ein Hydromotor, Hydraulikzylinder oder dergleichen, die mit Soll-Wert-Vorgabe, z.B. mittels Schrittmotor, und mechanischer Ist-Wert-Rückmeldung arbeitet, wobei der von einer Druckmittelquelle dem Arbeitselement zugeführte und von diesem zum Tank zurückfließende Druckmittelstrom mittels Ventilelementen hinsichtlich Richtung und Menge regelbar ist.

Für den Aufbau von Regelkreisen zum Steuern von hydraulischen Arbeitselementen werden Steuerventile in unterschiedlicher Ausgestaltung eingesetzt. Bei solchen Regelkreisen sind Soll-Wert-Vorgabe und Ist-Wert-Rückmeldung häufig drehende Elemente. Bei den bekannten Einrichtungen wird die Differenz zwischen den sich drehenden Elementen, die Soll- und Ist-Wert repräsentieren, durch mechanische Bauelemente (Gewinde, Spindel, Zahnstangen usw.) in eine geradlinige Bewegung umgesetzt, die das eigentliche Steuerventil betätigt. So ist bei einer bekannten Einrichtung dieses Steuerventil als Längsschieber ausgebildet, und bei einer anderen bekannten Einrichtung setzt sich das Steuerventil aus vier einzeln angeordneten Sitzventilen zusammen. Während die erstgenannte Lösung eine relativ kompakte Bauweise des Steuerventils ermöglicht, läßt sich die zweite Lösung nur mit einem verhältnismäßig großen Aufwand von Funktionsteilen verwirklichen. Beiden Lösungen gemeinsam ist jedoch der Nachteil, daß mechanische Elemente zur zweimaligen Umwandlung einer sich drehenden in eine lineare Bewegung notwendig sind. Diese mechanischen Elemente haben zwangsläufig ein gewisses Fertigungsspiel, welches durch Hintereinanderschaltung eine unerwünschte Summierung erfährt. Hinzu kommt, daß bei beiden Lösungen zusätzliche Einrichtungen erforderlich sind, die im Sinne einer Überlastsicherung im Falle der Gefahr der Überschreitung des Verstellweges eine selbsttätige Abschaltung bewirken.

Aufgabe der Erfindung ist es, eine hydraulische Steuereinrichtung der eingangs genannten Art bereitzustellen, die es ermöglicht, die Drehbewegungen von Soll- und Ist-Wert direkt miteinander zu vergleichen, mittels der eine erheblich höhere Genauigkeit in statischer und dynamischer Hinsicht erzielbar ist, die überlastsicher arbeitet und wesentlich einfacher aufgebaut und damit auch preisgünstiger realisierbar ist als die bekannten Steuereinrichtungen dieser Art.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die im kennzeichnenden Teil des Patentanspruchs 1 genannten Merkmale gelöst.

Hiernach ist ein wesentlicher Gedanke der Erfindung darin zu sehen, daß das eigentliche Regelventil sich aus zwei konzentrischen Ventilelemen-

ten in Form eines Hohlzylinders und eines Mittelkolbens zusammensetzt, die in der Bohrung eines Gehäuses drehbar, jedoch axial unbeweglich gelagert sind. Die Steuerkanten sind hierbei durch axial verlaufende Nuten gebildet, die sich in der Mantelfläche von zwei Steuerkolben des Mittelkolbens befinden. Findet eine Relativbewegung zwischen Mittelkolben und Hohlzylinder statt, so führt dies zu einer Verschiebung an einer der insgesamt vier Steuerkanten, die eine Freigabe des Druckmittels und damit eine Betätigung des Arbeitselements zur Folge hat. Die hiermit verbundene mechanische Ist-Wert-Rückmeldung bewirkt eine entsprechende "Regelantwort".

Der prinzipielle Unterschied gegenüber den bekannten Steuereinrichtungen dieser Art besteht darin, daß die Drehbewegungen von Soll- und Ist-Wert direkt miteinander verglichen werden. Dies heißt, der Umweg über die (zweimalige) Umwandlung in eine geradlinige Bewegung mit Hilfe mechanischer Bauelemente und den dadurch bedingten Nachteilen wird bei der Erfindung vermieden. Eine solche Steuereinrichtung ist überlastsicher, da Hohlzylinder und Mittelkolben endlos gegeneinander verstellbar sind.

Vorteilhafte weitere Ausgestaltungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen beschrieben.

Je nach den vorliegenden Anforderungen kann es zweckmäßig sein, im Hohlkolben in jeder Bohrungsebene zwei oder mehr als zwei fluchtende Bohrungen und dementsprechend auch im Steuerkolben eine doppelte Anzahl von axialen Nuten anzuordnen. Dabei ist es vorteilhaft, die Breite der axialen Nuten der Steuerkolben der lichten Weite der Durchgangsbohrungen anzupassen.

Eine weitere vorteilhafte Ausgestaltung besteht darin, daß die Wandung am geschlossenen Ende der axialen Nuten der Steuerkolben die Wandung der zugehörigen Durchgangsbohrung des Hohlkolbens tangiert oder gegenüber dieser vorsteht.

Hinsichtlich der Anschlüsse für die von außen kommenden Leitungen sind am Gehäuse folgende Anschlüsse vorgesehen:

a) dritte (mittlere) Ebene - Leitung (P) von der Druckmittelquelle,

b) erste und fünfte Ebene - Leitung (T) zum Tank und

c) zweite und vierte Ebene - Leitungen (A u. B) zum Arbeitselement.

Die Anschlüsse (P und T) sowie (A und B) sind gegeneinander tauschbar.

Nachfolgend wird die Erfindung an einem in der Zeichnung schematisch dargestellten Ausführungsbeispiel näher erläutert. Es zeigt:

Fig. 1 einen Axialschnitt einer hydraulischen Steuereinrichtung gemäß der Erfindung,

Fig. 2 u. 3 Querschnitte der Funktionsteile der hydraulischen Steuereinrichtung in den Ebenen

II-II und IV-IV der Fig. 1 für den Schaltzustand "ausgeregelter Mittellage",

Fig. 4 das dem Schaltzustand der Fig. 2 u. 3 entsprechende Hydrauliksymbol,

Fig. 5 u. 6 Querschnitte in den Ebenen II-II und IV-IV der Fig. 1 für den Schaltzustand "Drehbewegung nach rechts",

Fig. 7 das dem Schaltzustand der Fig. 5 u. 6 entsprechende Hydrauliksymbol,

Fig. 8 u. 9 Querschnitte in den Ebenen II-II und IV-IV der Fig. 1 für den Schaltzustand "Drehbewegung nach links" und

Fig. 10 das dem Schaltzustand der Fig. 8 u. 9 entsprechende Hydrauliksymbol.

Das Gehäuse (1) der hydraulischen Steuereinrichtung ist in Fig. 1 durch Umrißlinien angedeutet. Weiter sind an einer Stirnseite des Gehäuses (1) ein Schrittmotor (2) für die Soll-Wert-Vorgabe und an der entgegengesetzten Stirnseite ein Hydromotor (3) als Arbeitselement dargestellt.

Das Gehäuse (1) enthält eine zylindrische Bohrung (18), in der ein Hohlkolben (4) drehbar, jedoch axial unbeweglich flüssigkeitsdicht gehalten ist. Für die mechanische Ist-Wert-Rückmeldung besteht über geeignete Getriebeelemente (5) zwischen Hydromotor (3) und Hohlkolben (4) eine drehschlüssige Verbindung gegebenenfalls unter Zwischenschaltung eines Untersetzungsgetriebes.

In der zylindrischen Bohrung des Hohlkolbens (4) ist ein Mittelkolben (6) drehbar, jedoch axial unverschiebbar flüssigkeitsdicht gelagert, dessen Gestaltung nachfolgend noch beschrieben wird. An seinem freien Ende ist der Mittelkolben (6) über geeignete Getriebelemente (7) drehschlüssig mit dem Schrittmotor (2) verbunden. Als Schrittmotor (2) kann ein elektrisch betriebener Motor in handelsüblicher Ausführung eingesetzt werden.

Der Hohlkolben (4) enthält in fünf mit gleichem Abstand axial aufeinanderfolgenden Ebenen in jeder Ebene je zwei fluchtende Durchgangsbohrungen (8 bis 12). Die einzelnen Ebenen werden in der weiteren Beschreibung als erste bis fünfte Ebene entsprechend der zeichnerischen Darstellung in Fig. 1 von rechts nach links bezeichnet.

Außen münden die Durchgangsbohrungen (8 bis 12) in je eine umlaufende Nut (13 bis 17) in der Wandung der Bohrung (18) des Gehäuses (1). Die umlaufenden Nuten (13 bis 17) stehen über innere Verbindungskanäle mit Außenanschlüssen des Gehäuses (1) in Verbindung. Dabei ist die umlaufende Nut (15) in der mittleren Ebene mit dem Außenanschluß (P) verbunden, während die umlaufenden Nuten (13, 17) in der ersten und fünften Ebene mit dem Außenanschluß (T) verbunden sind. Die umlaufende Nut (14) führt zum Außenanschluß (B) und die umlaufende Nut (16) zum Außenanschluß (A).

Der Mittelkolben (6) enthält vier axial hintereinander liegende Einzelkolben, die durch Stangenab-

schnitte (19) starr miteinander verbunden sind. Die beiden mittigen Kolben (20 u. 21) sind die eigentlichen Steuerkolben, während die endseitigen Kolben Abschlußkolben (22 u. 23) darstellen. Die Steuerkolben (20 u. 21) liegen symmetrisch in der zweiten und vierten Bohrungsebene. Die Abschlußkolben (22 u. 23) haben jeweils einen solchen Abstand vom benachbarten Steuerkolben, daß die Mündungen der zwischen ihnen liegenden Bohrungen (8 bzw. 12) freiliegen.

Die vorzugsweise kreisrunden Stangenabschnitte (19) haben einen kleineren Querschnitt als die Kolben des Mittelkolbens (6). Somit sind zwischen je zwei benachbarten Kolben freie Ringräume (24) für den Durchfluß des Druckmittels vorhanden.

Bei dem dargestellten Ausführungsbeispiel enthalten die Steuerkolben (20 u. 21) an ihrer zylindrischen Mantelfläche je vier axial verlaufende Nuten, wobei die jeweils diametral einander gegenüberliegenden Nuten ein Nutenpaar (20a bzw. 20b) einerseits und (21a bzw. 21b) andererseits bilden. Die Nuten jedes Paares beginnen auf entgegengesetzten Stirnseiten des jeweiligen Steuerkolbens und verlaufen in axialer Richtung über einen großen Teil der axialen Länge des Steuerkolbens, wobei sie jedoch in einigem Abstand vor der jeweils entgegengesetzten Stirnfläche enden. Die axiale Länge der Nuten (20a, 20b bzw. 21a, 21b) ist so bemessen, daß die Wandung am geschlossenen Ende die Mündung der zugehörigen Durchgangsbohrung (9 bzw. 11) gerade freigibt.

Die räumliche Anordnung der Nuten auf den Steuerkolben (20 u. 21) in der Umfangsrichtung ergibt sich aus den Querschnittsansichten der Fig. 2 und 3, die den Mittelkolben (6) in der Mittelstellung zeigen. Danach tangieren bei jedem Nutenpaar die eigentlichen Steuerkanten (20k bzw. 21k) die zugehörigen Durchgangsbohrungen (9 bzw. 11). Die Breite der Nuten der Steuerkolben (20 bzw. 21) ist der lichten Weite der Durchgangsbohrungen (9 bzw. 11) angepaßt.

In Fig. 1 ist am Gehäuse (1) noch ein Anschluß (L) dargestellt, der über einen inneren Kanal mit dem vom Mittelkolben (6) begrenzten Innenraum des Hohlkolbens (4) verbunden ist. Der Anschluß (L) dient zum Anschluß einer zum Tank führenden Leitung für das Ableiten von eventuellen Leckverlusten an den Dichtflächen der Funktionsteile.

Nachfolgend werden die möglichen Schaltzustände der hydraulischen Steuereinrichtung erläutert.

1. Schaltzustand "ausgeregelter Mittellage" (Fig. 2 u. 3).

Bei der in den Fig. 2 und 3 dargestellten Stel-

lung der drehbaren Funktionsteile wie Hohlkolben (4) und Mittelkolben (6) sind alle äußeren Anschlüsse (P u. T) einerseits und (A u. B) andererseits durch die Steuerkolben (20, 21) gesperrt. Der Hydraulikmotor (3) steht beiderseitig unter dem Druck des Mediums (Vorspannung) und nimmt somit seine "ausgeregeltere Mittellage" ein.

2. Schaltzustand "Drehbewegung nach rechts" (Fig. 5, 6 u. 7)

Hohlkolben (4) und Mittelkolben (6) sind um einen Winkel (x) gegeneinander verdreht. Das Druckmittel strömt von (P) über den freiliegenden Querschnitt zwischen den axial verlaufenden Nuten (20b) des Steuerkolbens (20) und den Durchgangsbohrungen (9) nach (B) und ferner von (A) über den freiliegenden Querschnitt der axial verlaufenden Nuten (21b) des Steuerkolbens (21) und den Durchgangsbohrungen (11) nach (T). Damit fließt ein dem freien Querschnitt entsprechender definierter Ölstrom zum Hydraulikmotor (3) und zurück.

Wird der Mittelkolben (6) weiter nach rechts bewegt, erhöht sich die Durchflußmenge zum Hydraulikmotor (3) und umgekehrt.

Entspricht die eingestellte Strömungsmenge der geforderten Antriebsleistung des Hydraulikmotors, drehen sich Mittelkolben (6) und Hohlkolben (4) mit gleicher Drehgeschwindigkeit, so daß die einmal eingestellte Durchflußmenge konstant bleibt. Leistung und/oder Drehzahl des Hydraulikmotors (3) sind durch Änderung der Soll-Wert-Vorgabe am Schrittmotor (2) feinfühlig variierbar.

3. Schaltzustand "Drehbewegung nach links" (Fig. 8, 9 u. 10)

Hohlkolben (4) und Mittelkolben (6) sind um einen Winkel (y) gegeneinander verdreht. Das Druckmittel strömt von (P) über den freiliegenden Querschnitt zwischen den axial verlaufenden Nuten (21a) des Steuerkolbens (21) und den Durchgangsbohrungen (11) nach (A) und ferner von (B) über den freiliegenden Querschnitt der axial verlaufenden Nuten (20a) und den Durchgangsbohrungen (9) nach (T). Damit fließt ein dem freien Querschnitt entsprechender definierter Ölstrom durch den Hydraulikmotor (3), der sich nun in entgegengesetzter Richtung wie beim vorstehend beschriebenen Schaltzustand dreht.

Wird der Mittelkolben (6) weiter nach links bewegt, erhöht sich die Durchflußmenge zum Hydraulikmotor (3) und umgekehrt.

Ansprüche

1. Hydraulische Steuereinrichtung für ein Arbeitselement wie z.B. ein Hydromotor, Hydraulikzylinder oder dergleichen, die mit Soll-Wert-Vorgabe, z.B. mittels Schrittmotor, und mechanischer Ist-Wert-Rückmeldung arbeitet, wobei der von einer Druckmittelquelle dem Arbeitselement zugeführte und von diesem zum Tank zurückfließende Druckmittelstrom mittels Ventilelementen hinsichtlich Richtung und Menge regelbar ist, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuereinrichtung gebildet ist aus einem Gehäuse (1) mit einer Bohrung (18), einem in der Bohrung (18) drehbar, jedoch axial unbeweglich gelagerten Hohlkolben (4), der in fünf axial aufeinanderfolgenden Ebenen in jeder Ebene wenigstens eine mittig zur Kolbenachse verlaufende Durchgangsbohrung (8 bis 12) aufweist, wobei die Bohrung in jeder Ebene in je eine umlaufende Nut (13 bis 17) in der Bohrungswandung des Gehäuses (1) mündet, wobei an die umlaufenden Nuten (13 bis 17) die Leitungen (P bzw. T) von Druckmittelquelle und Tank einerseits und die Leitungen (A, B) des Arbeitselements (3) andererseits angeschlossen sind, wobei die Steuereinrichtung ferner gebildet ist aus einem im Hohlkolben (4) drehbar, jedoch axial unbeweglich gelagerten Mittelkolben (6), bei dem vier Einzelkolben (20 bis 23) mit gegenseitigem Abstand voneinander durch Stangenabschnitte (19) starr miteinander verbunden sind und die beiden mittigen Kolben (Steuerkolben 20, 21) je mittig zu den Ebenen der zweiten und vierten Bohrungsgruppe des Hohlkolbens (4) liegen, während jeder endseitige Kolben (Abschlußkolben 22, 23) vom benachbarten Steuerkolben (20 bzw. 21) einen solchen Abstand hat, daß die Mündung der jeweils zwischen ihnen liegenden Bohrung (8 bzw. 12) freiliegt, wobei die Steuerkolben (20, 21) an ihrer zylindrischen Mantelfläche je wenigstens zwei axial verlaufende, jeweils von den entgegengesetzten Stirnseiten ausgehende und vor der jeweils anderen Stirnseite endende Nuten (20a, 20b bzw. 21a, 21b) aufweisen, die so angeordnet sind, daß sie in der Mittelstellung der Steuereinrichtung mit ihren einander zugewandten axialen Kanten (Steuerkanten 20k bzw. 21k) die zugehörige Durchgangsbohrung (9 bzw. 11) des Hohlkolbens (4) tangieren, und daß Hohlkolben (4) und Mittelkolben (6) einzeln mit Soll-Wert-Vorgabe und Ist-Wert-Rückmeldung gegebenenfalls über ein Unter- oder Übersetzungsgetriebe dreheschlüssig verbindbar sind.

2. Steuereinrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Hohlkolben (4) in jeder Bohrungsebene wenigstens zwei fluchtende Bohrungen (8 bis 12) und die Steuerkolben (20, 21) dementsprechend wenigstens vier axiale Nuten (20a, 20b, bzw. 21a, 21b) enthalten.

3. Steuereinrichtung nach Anspruch 1 oder 2,

dadurch gekennzeichnet, daß die Breite der axialen Nuten (20a, 20b bzw. 21a, 21b) der Steuerkolben (20, 21) der lichten Weite der Durchgangsbohrungen (9 bzw. 11) entspricht.

4. Steuereinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Wandung am geschlossenen Ende der axialen Nuten (20a, 20b bzw. 21a, 21b) der Steuerkolben (20, 21) die Wandung der zugehörigen Durchgangsbohrung (9 bzw. 11) des Hohlkolbens (4) tangiert oder gegenüber dieser vorsteht.

5. Steuereinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die umlaufenden Nuten (13 bis 17) des Gehäuses (1) durch innere Kanäle mit folgenden Außenanschlüssen verbunden sind:

a) dritte (mittlere) Ebene: Anschluß (P) für die Leitung von der Druckmittelquelle,

b) erste und fünfte Ebene: Anschluß (T) für die Leitung zum Tank und

c) zweite und vierte Ebene: Anschlüsse (A, B) für die Leitungen zum Arbeitselement (3).

25

30

35

40

45

50

55

5

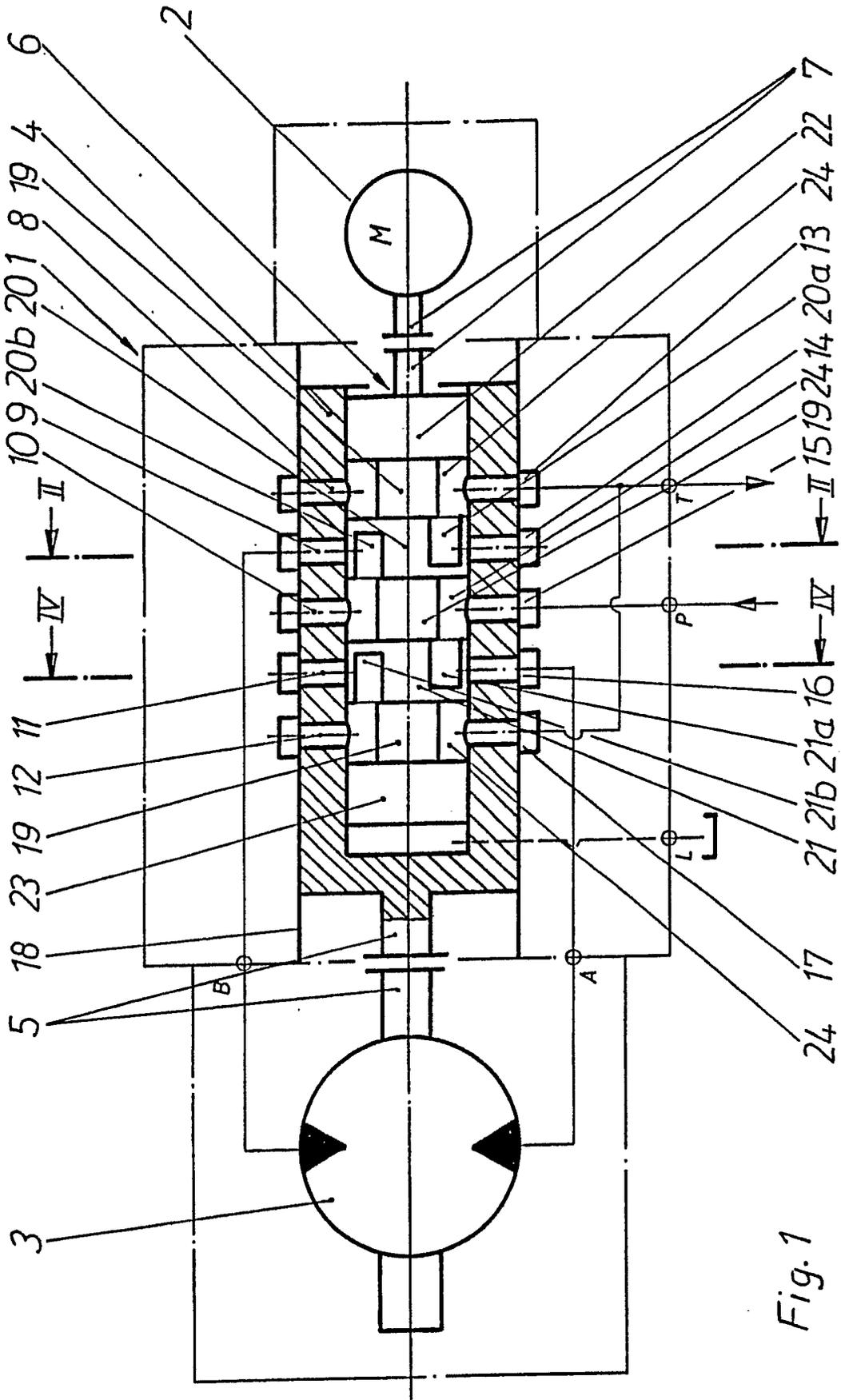


Fig. 1

Fig. 4

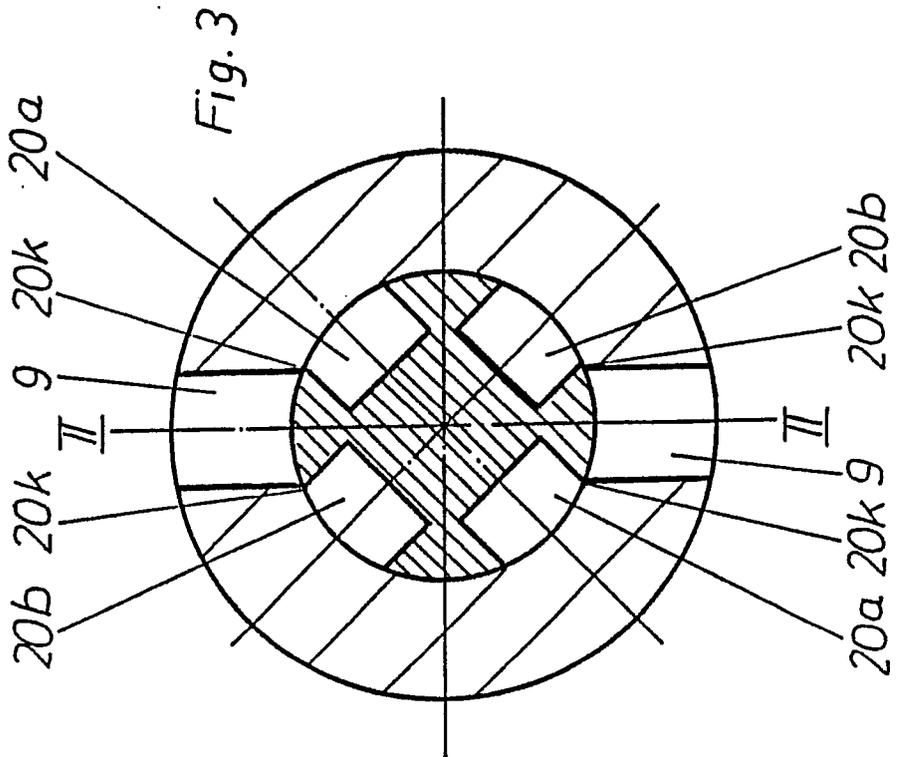
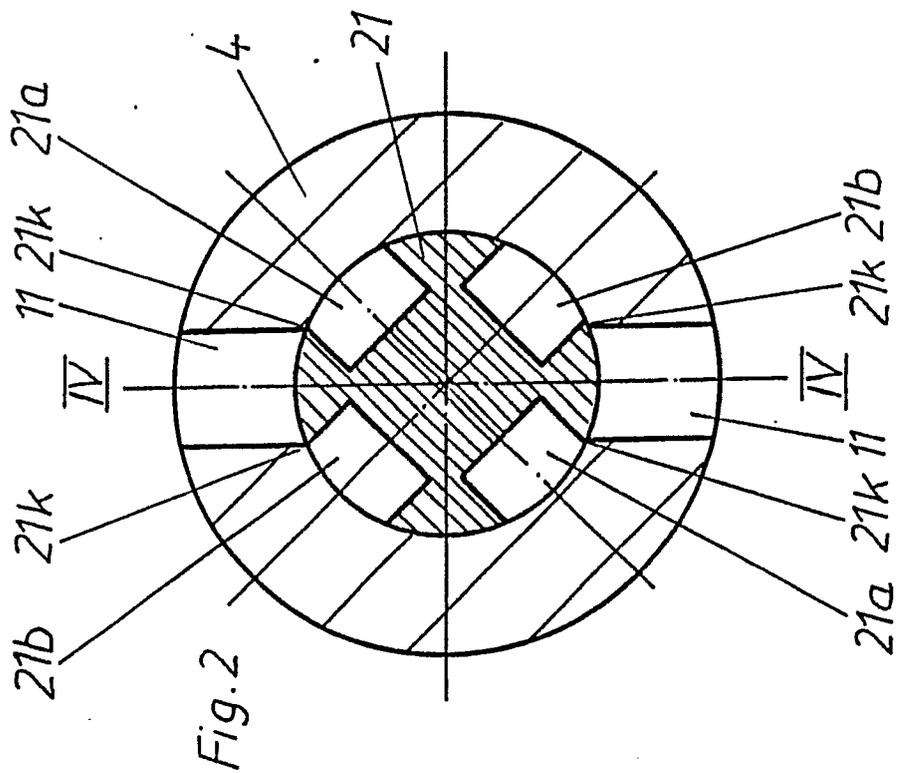
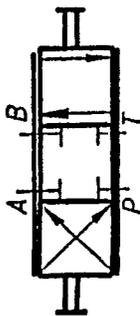


Fig.7

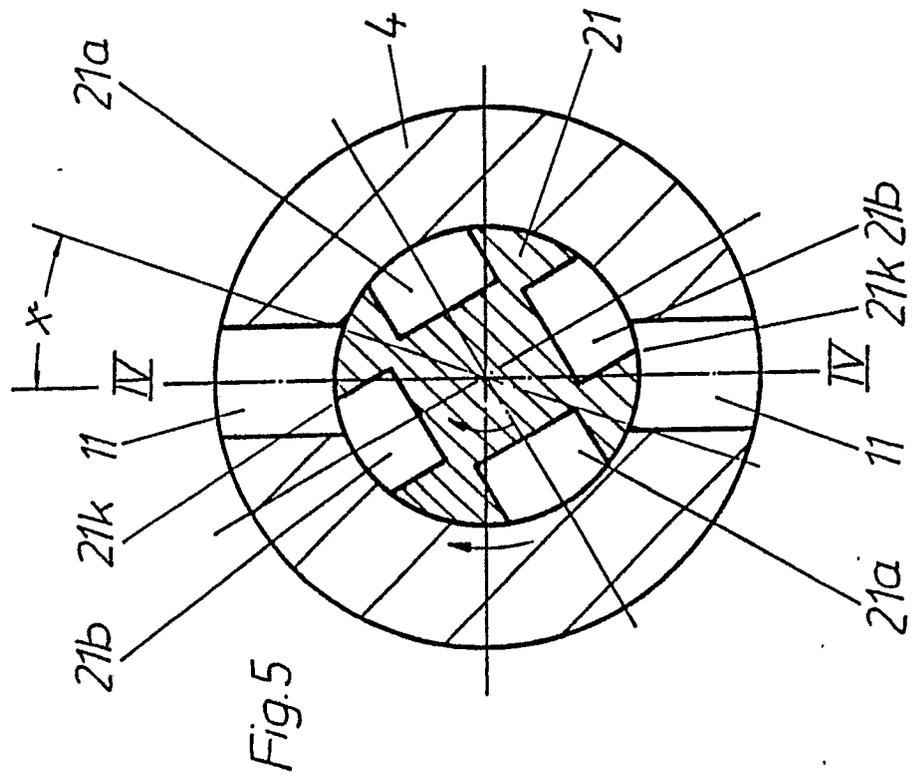
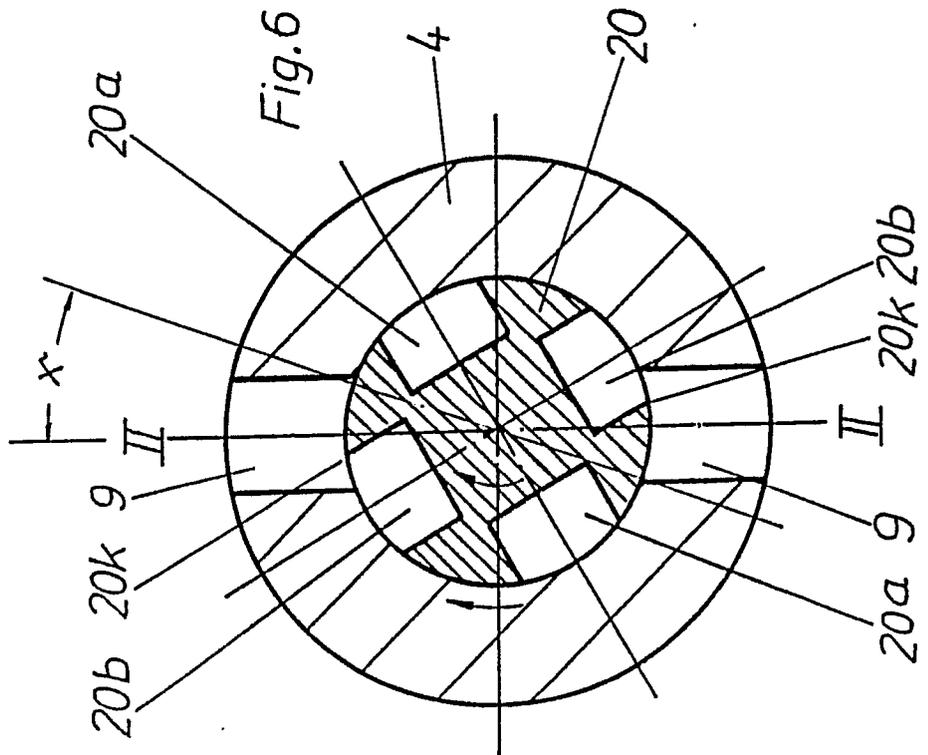
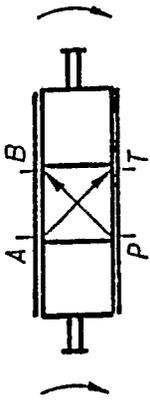


Fig.10

