



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
BUNDESAMT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

⑤ Int. Cl.³: F 15 B 9/10
F 01 B 3/02
F 01 B 25/12



Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

⑫ PATENTSCHRIFT A5

⑪

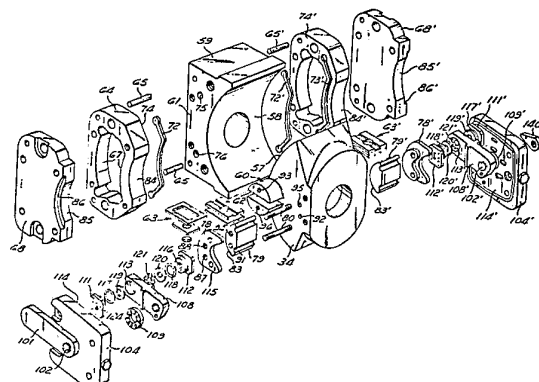
637 733

②① Gesuchsnummer:	12309/78	⑦③ Inhaber:	Abex Corporation, New York/NY (US)
⑥② Teilgesuch von:	9830/75		
②② Anmeldungsdatum:	28.07.1975		
③① Priorität(en):	02.08.1974 US 494677	⑦② Erfinder:	Ellis H. Born, Columbus/OH (US) William H. Meisel, Columbus/OH (US) Alan H. Viles, Columbus/OH (US)
②④ Patent erteilt:	15.08.1983		
④⑤ Patentschrift veröffentlicht:	15.08.1983	⑦④ Vertreter:	Patentanwaltsbureau Isler & Schmid, Zürich

⑤④ Hydraulische Nachlaufsteuerung.

⑤⑦ Die hydraulische Nachlaufsteuerung dient insbesondere zum Verstellen der Schrägscheibe einer hydraulischen Axialkolbenmaschine. Die Stellung dieser Schrägscheibe wird durch einen Kippkörper (34) bestimmt. Dieser besitzt eine bogenförmige Lagerfläche (57), die an einer Lagerfläche (58) eines Lagerteils (59) anliegt. Am Kippkörper (34) sind zwei Flügelkolben (60) mit Flügeln (63) befestigt, die in Gehäuse (64, 68) eingreifen und durch Drucköl verstellt werden. Die Stellung der Flügelkolben (60) im Gehäuse (64, 68) wird durch einen mit einem Geberglied (112) verbundenen Handhebel (101) bestimmt, der als Stellglied dient. Das Geberglied (112) ist als Scheibe ausgebildet, die mit einem ebenfalls als Scheibe ausgebildeten Empfängerglied (78) zusammenwirkt. Zwischen den beiden Gliedern (112, 78) wird ein sich selbst regelndes Flüssigkeitspolster erzeugt.

Auf diese Weise ist es möglich, den Handhebel (101) fast reibungsfrei mit geringem Kraftaufwand zu verstellen, auch wenn für die Verstellung des Kippkörpers (34) eine grosse Kraft aufgewendet werden muss.



PATENTANSPRÜCHE

1. Hydraulische Nachlaufsteuerung, bei der ein Geberglied (112) bei Verstellung längs einer Bahn ein an ihm anliegendes Empfängerlied (78) auf der gleichen Bahn nachlaufen lässt und zu diesem Zweck eine mit dem hydraulischen Druckmittel beschickte Steuermündung (116) hat, die je nach der relativen Verschiebung zum Empfängerlied mit der einen oder der anderen zweier Steuermündungen (87, 88) im Empfängerlied zur Deckung gelangt, das mit dem Kolben eines zum Antrieb des Empfängerliedes dienenden Stellmotors (60, 63, 64) verbunden ist, dessen Hubräume (70, 71) je mit einer der Steuermündungen des Empfängerliedes kommunizieren, wodurch der Stellmotor das Empfängerlied jeweils in eine Lage zu bewegen sucht, in der die Mündung des Gebergliedes zwischen den Mündungen des Empfängerliedes liegt, dadurch gekennzeichnet, dass das Geberglied aus einem aus der Bahn beweglichen Arm (108) und aus einem auf diesem Halter (108) in allen Richtungen kippbar angeordneten Flachschieber (112) mit etwa quadratischer Anlagefläche besteht, der sich an eine ebene Fläche (115) des Empfängerliedes (78) anzulegen sucht und Druckmittel der einen (87) und der anderen (88) Steuermündung über eine zentrale Ausnehmung (116, 124) zuführt, auf deren beiden Seiten sich in der Anlagefläche Abdeckflächen (126, 127) von einer mit dem Durchmesser der zwei Steuermündungen (87, 88) gleichen Breite befinden, wobei die mit dem Empfängerlied (78) zusammenwirkende Anlagefläche des Flachschiebers (112) in ihren vier Eckbereichen symmetrisch angeordnete, zum Empfängerlied (78) hin offene, taschenförmige Vertiefungen (128–131) aufweist, zu welchen zur Bildung eines sich selbst regulierenden Flüssigkeitsfilms die Druckmittelströmung drosselnde Zuführkanäle (136–139) von der zentralen Ausnehmung (116, 124) her vorgesehen sind.

2. Hydraulische Nachlaufsteuerung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die den Vertiefungen (128–131) abgewandte Seite des Flachschiebers (112) einen mit dem hydraulischen Druckmittel beschickten Raum (113) begrenzt und so gross bemessen ist, dass die die kraftschlüssige Anlage des Flachschiebers (112) an der ebenen Fläche (115) des Empfängerliedes (78) anstrebende Kraft die hydraulische Kraft überwiegt, die auf die zentrale Ausnehmung (116, 124) wirkt, wobei jedoch die Differenz dieser Kräfte kleiner ist als der im Bereich der Vertiefungen (128–131) auf die Vorderfläche wirkende Flüssigkeitsdruck.

Die Erfindung betrifft eine hydraulische Nachlaufsteuerung nach der im Oberbegriff des Patentanspruchs 1 angegebenen Bauart.

Bei einer bekannten Nachlaufsteuerung dieser Art (US-PS 3332323) besteht das Geberglied aus einem Drehschieber und das Empfängerlied aus einem diesen Drehschieber umgebenden und um dessen Achse drehbaren Halter, der Flügelkolben des Stellmotors trägt, mit dem das Empfängerlied gekoppelt ist.

Zu diesem Zweck hat das Geberglied eine mit dem hydraulischen Druckmittel beschickte Steuermündung, die von einer Hilfspumpe gespeist wird und die nach der relativen Verdrehung des Gebergliedes zum Empfängerlied mit der einen oder der anderen der Steuermündungen des Empfängerliedes zur Deckung kommt. Dabei steht die eine Hälfte der Umfangsfläche des Gebergliedes innerhalb des Empfängerliedes unter dem vollen Druck der Hilfspumpe, weil die beiden Steuermündungen des Empfängerliedes den Druck in die Fuge zwischen den Stellgliedern hineinleiten. Die gegenüberliegende Hälfte der Zylinderfläche steht indessen unter dem sehr viel geringeren Abflussdruck. Dies hat zur Folge, dass das innere Ende des Gebergliedes mit einer sehr starken Querkraft an die zylindrischen Innenwandung des Empfängerliedes angedrückt wird. Diese Querkraft ist umso

höher, je höher der Förderdruck der Hilfspumpe ist. In vielen Anwendungsfällen muss der Stellmotor eine hohe Last überwinden. In diesem Fall braucht der Stellmotor einen sehr hohen Betriebsdruck, so dass auch die auf das Geberglied wirkende Querkraft sehr hoch wird und dazu führt, dass auf der unter dem niedrigen Abflussdruck stehenden Seite des Gebergliedes eine sehr hohe Reibung am Empfängerlied entsteht. Diese hohe Reibung verhindert aber eine feinfühligere Verstellung des Gebergliedes von Hand.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, diese Reibung zu vermindern.

Die Lösung dieser Aufgabe ergibt sich aus den im kennzeichnenden Teil des Anspruchs 1 angegebenen Merkmale. Eine zweckmässige Ausgestaltung ergibt sich aus dem abhängigen Patentanspruch 2.

Im folgenden wird die Erfindung unter Bezugnahme auf die Zeichnungen anhand eines Ausführungsbeispiels beschrieben, bei welchem das Geberglied von Hand drehbar ist und das um die Achse des Gebergliedes drehbare Empfängerlied starr mit der Schrägscheibe einer als Pumpe oder Motor wirkenden Axialkolbenmaschine verbunden ist. Es zeigen:

Fig. 1 einen Längsschnitt der Axialkolbenmaschine mit der das Empfängerlied bildenden Schrägscheibe und mit dem damit verbundenen Kolben des Stellmotors;

Fig. 2 den Längsschnitt längs der Linie 2–2 der Fig. 1;

Fig. 3 schaubildlich den hydraulischen Stellmotor, seine Ventilsteuerung und das von einem Handhebel gebildete Geberglied, wobei die einzelnen Teile auseinander gezogen dargestellt sind;

Fig. 4 in grösserem Massstab einen Teil der Fig. 2 für sich allein herausgezeichnet;

Fig. 5 eine schematische Schnittdarstellung des Flügelkolbenstellmotors und seiner Kanäle;

Fig. 6 eine vergrösserte Schnittdarstellung eines Teiles der Ventilsteuerung des Stellmotors;

Fig. 7 eine vergrösserte Schnittdarstellung eines anderen Teils der Ventilsteuerung des Stellmotors und

Fig. 8 und 9 die Vorderansicht und die Rückansicht eines Ventilschiebers, der zu der in Fig. 3 gezeigten Ventilsteuerung gehört.

Die in den Fig. 1 und 2 veranschaulichte hydraulische Axialkolbenmaschine 11 lässt sich als Pumpe oder als Hydromotor verwenden. Ihr dreiteiliges Gehäuse 12, 13 und 14 ist durch Schrauben 15 zusammengehalten. Es bildet eine zylindrische Kammer 16, in der eine Trommel 17 auf Wälzlager 18–21 drehbar gelagert ist. Diese Trommel hat einen Kranz achsparalleler Bohrungen 27, die bei 28 ausgebuchtet sind und in Achsenrichtung verschiebbar geführte Kolben 29 aufnehmen. Jeder dieser Kolben hat einen kugelförmigen Kopf, dessen Oberfläche 31 in einem Gleitschuh 32 allseitig schwenkbar gelagert ist.

Jeder Schuh 32 wird durch eine Halteeinrichtung 35 in Anlage an einer Schrägscheibe 33 gehalten. An der Rückseite dieser Schrägscheibe 33 liegt ein Kippkörper 34 an, dessen von der Schrägscheibe 33 abgewandte Seite eine bogenförmig profilierte Lagerfläche 57 bildet. Die Achse dieser Lagerfläche 57 schneidet die Achse der Zylindertrommel 17 senkrecht. Diese bogenförmig profilierte Lagerfläche 57 gleitet auf einer hohlzylindrischen Lagerfläche 58 eines am Gehäuseteil 13 befestigten Lagerteils 59.

Die Halteeinrichtung 35 besteht aus einer Platte 36 mit einem Kranz von Löchern, deren Anzahl derjenigen der Kolben 29 entsprechen. Jeder Gleitschuh 32 hat eine Schulter 37, auf der die Halteplatte 36 sitzt. Diese hat ein mittleres Loch 38, durch das ein rohrförmiger Stutzen 39 hindurchgeht, der Sprengringe 40 und 42 trägt. Der Sprengring 42 greift über eine Unterlegscheibe 41, die auf der Platte 36 aufliegt. Der Sprengring 40 greift in die Wandung einer Bohrung des Kippkörpers 34 ein. Die parallelen zylindrischen Bohrungen 27 der Axialkolbentrommel 17 haben Mündungen 43 in der zylindrischen Stirnfläche der Kolbentrommel 17. Diese Stirnfläche gleitet auf einer am Gehäuseteil 14

befestigten Platte 44, die mit zwei nierenförmigen Mündungen versehen sind, deren jede mit einem zweier Kanäle P1 und P2 in Verbindung stehen. Diese Kanäle sind im Gehäuseteil 14 vorgesehen. Ein Kanal stellt die Druckleitung und der andere die Saugleitung der Maschine dar, falls diese als Pumpe arbeitet.

Im Gehäuseteil 13 ist durch ein Wälzlager 24 gleichachsig im Gehäuse 11 eine Welle 22 gelagert, die durch eine axiale Bohrung der Zylindertrommel 17 hindurchgeht und mit dieser durch Keilleisten und Keilnuten 25 gekuppelt ist.

Wird die in den Fig. 1 und 2 veranschaulichte Maschine an der Welle 22 angetrieben, dann dreht sich die Zylindertrommel 17. Wenn der Kippkörper 34 und die Schrägscheibe 33 aus einer zu der Achse der Welle 22 normalen Neutralstellung gekippt sind, dann gehen die Kolben 29 beim Hinweggleiten der Schuhe 32 über die Scheibe 33 hin und her. Wenn sich die Kolben 29 von der Anschlussplatte 44 fortbewegen, so nehmen die Zylinderbohrungen 27 unter niedrigem Druck stehendes Strömungsmittel auf. Wenn sich die Kolben zu der Anschlussplatte 44 hinbewegen, dann verdrängen sie unter hohem Druck stehendes Strömungsmittel in den Auslass.

Die Drehung der Zylindertrommel 17 führt zur Drehung einer Welle 47, die antriebsmässig an die mittlere Bohrung 26 der Trommel 17 angeschlossen ist und in einer Buchse 48 in der Bohrung 49 der Anschlusskappe 14 sitzt. Eine Feder 52 wirkt über eine geteilte Muffe 51 und einen Sprengring 50 auf die Trommel 17 ein und hält diese in Anlage an der Anschlussplatte 44. Die Welle 47 wird axial mittels einer Mutter 53 eingestellt, die auf einen Abstandshalter 54, ein Spurlager 55 und einen an der Anschlusskappe 14 angreifenden Abstandshalter 56 einwirkt.

Unter Bezugnahme auf die Fig. 2--5 wird nun der hydraulische Stellmotor für die Schrägscheibe 33 beschrieben. Auf jeder Seite des Kippkörpers 34 sind im wesentlichen gleiche Mechanismen vorgesehen. Die Beschreibung beschränkt sich daher auf die in den Fig. 3 und 4 gezeigte linke Seite. Auf der rechten Seite in gleicher Weise erscheinende Elemente haben gleiche Bezugsziffern mit einem Apostrophzeichen.

Um die Verdrängung der Axialkolbenmaschine zu ändern, wird der Kippkörper 34 gegenüber dem Lagerkörper 59 mittels eines hydraulischen Stellmotors verstellt. Von der Seitenfläche des Kippkörpers 34 springt ein Flügelkolben 60 vor, der starr am Kippkörper sitzt und sich über die Lagerfläche 57 hinaus erstreckt.

Die in einer gemeinsamen Ebene aneinander anstossenden Seitenflächen des Kippkörpers 34 und des Lagerkörpers 59 bilden eine Wandung des Hubraums 67 des Stellmotors. Die anderen Wandungen dieses Hubraums 67 werden durch das starr am Lagerteil 59 und am Maschinengehäuse 13 befestigte Gehäuse 64, 68 gebildet, das gleitend am Kippkörper 34 anliegt, vgl. Fig. 1 und 4. Der Flügelkolben 60 greift also über die Seite 61 des Lagerteils 59, was besonders deutlich in Fig. 4 gezeigt ist. Die Mitte des Flügelkolbens 60 ist dabei zur bogenförmig profilierten Lagerfläche 57 des Kippkörpers ausgerichtet. Das bedeutet, dass die von der Mitte des Schwenkflügelkolbens 60 beschriebene bogenförmige Bahn und die Lagerfläche 57 des Kippkörpers 34 etwa gleich grosse Radien haben. Der den Schwenkflügelkolben 60 bildende, starr am Kippkörper 34 sitzende Ansatz ist beim veranschaulichten Ausführungsbeispiel aus einem Stück mit dem Kippkörper 34 hergestellt, doch könnte er an diesem auch starr angeschraubt sein. Der Schwenkflügelkolben 60 ist mehrteilig ausgestaltet. Er besteht gemäss Fig. 3 aus einem etwa zylindrischen Körper mit einem in Durchmesser richtung verlaufenden Längsschlitz 62 und aus einem in diesen Längsschlitz eingesetzten mehrteiligen Flügel 63.

Der Gehäuseteil 64 ist am Lagerkörper 59 durch Zapfen 65 festgelegt und durch Schrauben 66, Fig. 2, befestigt. Der Hubraum 67, der vom Gehäuseteil 64 umgeben ist, ist gekrümmt gestaltet und durch den vom Gehäuseteil 68 gebildeten Deckel verschlossen, der durch die Schrauben 66 gehalten wird. Dabei

wird dieser Hubraum 67 durch den Schwenkflügelkolben 60, 63 in zwei Kammern 70 und 71 unterteilt.

Der Gehäuseteil 64 des Stellmotors hat in seiner am Lagerkörper 59 anliegenden Fläche eine Nut 73, in der eine gummiartige Dichtung 72 eingelegt ist.

Die Kammern 70 und 71 des Stellmotors auf der einen Seite des Kippkörpers 34 sind mit den entsprechenden Kammern auf der anderen Seite des Kippkörpers durch Kanäle 75 und 76 ständig verbunden. Die Flügelkolben 60 und 60', die von den beiden Seiten des Kippkörpers 34 vorspringen, üben daher auf den Kippkörper gleiche Kräfte aus. Daher verbleiben die bogenförmig profilierten Lagerflächen 57 und 58 parallel zueinander, was zu einer geringen Reibung führt.

Die Kammern 71 und 72 werden durch eine nachstehend erläuterte Ventilsteuerung wahlweise auf Zufluss oder Abfluss geschaltet, wenn der Kippkörper 34 durch den hydraulischen Stellmotor verstellt werden soll. Diese Ventilsteuerung lässt ein starr mit dem Schwenkflügelkolben 60, 63 und mit der Schrägscheibe 33 verbundenes Empfänger glied in Gestalt einer ebenen Scheibe 78 auf einer bogenförmigen Bahn einem um die gleiche Achse schwenkbar geführten Geber glied in Gestalt einer ebenen Flachschieber bildenden ebenen Scheibe 112 nachlaufen, die mit einem als Stellglied dienenden Handhebel 101 starr verbunden ist. Dieser Handhebel bestimmt daher die Schräglage der Schrägscheibe 33. Die Scheibe 112 hat nämlich eine mit dem hydraulischen Druckmittel beschickte Steuermündung 116 (Fig. 9), die je nach der relativen Verschiebung zu der das Empfänger glied bildenden Scheibe 78 mit der einen oder der anderen zweier Steuermündungen 87, 88 dieser Scheibe zur Deckung gelangt.

Dabei sucht sich die Scheibe 112 mit ihrer Vorderfläche kraftschlüssig an die ebene Fläche 115 der Scheibe 78 anzulegen, wird aber durch Zufuhr von Druckflüssigkeit zwischen die beiden Scheiben 112 und 78 im Abstand von der Scheibe 78 durch ein sich selbst regelndes Flüssigkeitspolster gehalten. Dieses Flüssigkeitspolster verringert die Reibung zwischen den beiden Scheiben 112 und 78. Man kann daher die das Geber glied bildende Scheibe 112 mittels des Handhebels 101 ganz leicht von Hand in die Sollstellung bringen, in die dann der über die Steuermündung 87 oder 88 mit der Druckflüssigkeit gespeiste Stellmotor und die Schrägscheibe 33 bringt. Die geringe Stellkraft für das Geber glied in Gestalt der Scheibe 112 wird dabei nicht von der Grösse des Drehmoments beeinflusst, die der Stellmotor auf die Schrägscheibe 33 ausüben muss.

Die ebene Scheibe 78 erstreckt sich lotrecht zur Kippachse des Kippkörpers 34, an dem sie im Abstand von seiner Kippachse durch ein Abstandsstück 79 und Schraubenbolzen 80 befestigt ist. Dieses Abstandsstück hat eine gekrümmte Fläche 83, mit der es beim Kippen des Kippkörpers 64 auf einer entsprechend gekrümmten Fläche 84 bzw. 85 der Gehäuseteile 64 und 68 gleitet. Die ebene Scheibe gleitet dabei in einer bogenförmigen Aussparung 86 des Gehäuseteils 68.

Die beiden Steuermündungen 87 und 88 der Scheibe 78 sind durch Kanäle 89 und 90, Fig. 5 an die Stellmotorkammern 70 und 71 angeschlossen. Der Kanal 89 wird von einer Bohrung 91 des Abstandkörpers 79, einer Bohrung 72 des Kippkörpers 34, einer nicht gezeigten weiteren Bohrung im Kippkörper 34 und einer Bohrung 93 im Schwenkflügelkolben 60 gebildet. In entsprechender Weise besteht der Kanal 90, Fig. 5 aus einer Bohrung 94 des Abstandstücks 79, aus einer Bohrung 85 des Kippkörpers 34, aus einer nicht dargestellten weiteren Bohrung des Kippkörpers und aus einer Bohrung 96 des Schwenkflügelkolbens 60.

Während die zwei Steuermündungen 87 und 88 der Scheibe 78 mit den Stellmotorkammern 70 und 71 kommunizieren, kommt die mit Druckflüssigkeit gespeiste Steuermündung 124 der anderen Scheibe 112 bei der relativen Verstellung der beiden Scheiben 112 und 78 mit der einen oder der anderen der beiden Steuermündungen 87, 88 zur Deckung und bewirkt dadurch den Nachlauf des Schwenkflügelkolbens 60.

In den Kanälen 89 und 90, Fig. 5 sind Rückschlagventile 97 und 98 und parallel zu diesen Drosselkanäle 90, 100 angeordnet. Dadurch ist erreicht, dass der Abfluss aus jeder der Stellmotorkammern 70, 71 nur stark gedrosselt erfolgen kann. Die Verstellgeschwindigkeit der Schrägscheibe 33 durch den Handhebel 101 ist daher beschränkt. Unabhängig von der jeweiligen Einstellung des Handhebels 101 kann aber eine schnelle Verstellung des Schwenkflügelkolbens 60 dadurch erfolgen, dass durch eine hier nicht näher beschriebene unabhängige Steuerung die Kanäle 75 und 76 auf Zufluss oder Abfluss geschaltet werden. Die Drosselkanäle 99 und 100 verhindern dann, dass in der auf schnellen Zufluss geschalteten Stellmotorkammer der Aufbau des erforderlichen Druckes durch Abfluss über den Kanal 89 oder 90 erheblich gestört wird.

Der Handhebel 101 wird von einer zur Schwenkachse des Kippkörpers 34 gleichachsigen Welle 102 getragen, die in einer Bohrung 103 eines Deckels 104 gelagert ist. Dieser Deckel ist an dem Gehäuseteil 12 angeschraubt und enthält einen Kanal, der mit einer mit Druckflüssigkeit gespeisten Mündung des Gehäuseteils 12 kommuniziert und mit einer Mündung 105 in Verbindung steht, die sich auf der Innenfläche des Deckels 104 im Abstand von der Welle 102 befindet. Diese Welle ist gegen axiale Verschiebung durch Sprengringe 106 und 110 gesichert und nach aussen durch eine Dichtung 107 abgedichtet. Sie trägt auf der Innenseite des Deckels 104 einen an ihr befestigten Arm 108, der durch ein Rollenspurlager 109 am Deckel 104 abgestützt ist.

Dieser Arm hat eine zylindrische Bohrung 113, die sich parallel zur Welle 102 erstreckt und deren Achse von der Achse der Welle 102 den gleichen Abstand hat wie die Achse der Mündung 105. In dieser Bohrung 113 befindet sich an der vom Deckel 104 abgewandten Seite des Armes 108 die Scheibe 112 und an der anderen Seite des Armes 108 spiegelbildlich dazu angeordnet eine zweite, als Flachschieber ausgebildete Scheibe 111 der gleichen Bauart. Diese Scheibe 111 gleitet auf der ebenen Innenfläche 114 des Deckels 104, während die Scheibe 112, wie bereits erläutert, auf dem als ebene Scheibe 78 ausgebildeten Ventilkörper gleitet. Zwischen den beiden Scheiben 111 und 112 sind zwei Unterlegscheiben 119, 120 und dazwischen eine Federscheibe 121 eingelegt, die so vorgespannt ist, dass sie die beiden Scheiben 111 und 112 ständig an den Arm 104 und den Ventilkörper 78 andrückt.

Da die beiden Scheiben 111 und 112 übereinstimmend gestaltet sind, genügt es, die Scheibe 112 im einzelnen zu beschreiben. Die beiden Scheiben sind innerhalb der Bohrung 113 von Dichtungsringen 117 und 118 umgeben. Sie können sich in der Bohrung 113 in Achsenrichtung verschieben und etwas kippen, so dass sie ständig satt an den ebenen Flächen 114 und 115 des Deckels 104 und des Ventilkörpers 78 auch dann anliegen, wenn diese ebenen Flächen 114, 115 nicht genau parallel zueinander verlaufen.

Der Dichtungsring 118 liegt an einer Schulter 122 der Scheibe 112 an. Die Scheibe hat eine zur Bohrung 113 des Armes 108 gleichachsige Bohrung 116, die in einer länglichen rechteckigen Aussparung 124 mündet, die in der an der Fläche 115 anliegenden ebenen Stirnfläche 125, 126 und 127 der Scheibe 112 vorgesehen ist. Der Abstand der Aussparung 124 vom äusseren Rand dieser ebenen Stirnfläche ist ebenso gross bemessen wie der Durchmesser der Steuermündungen 87, 88. Die in der Bohrung 113 gelegene Stirnfläche der Scheibe 112 hat flache Ringnuten 132 und 133, die durch Schlitz 134 und 135 mit einer runden Aussparung 123 kommunizieren, die in dieser Stirnfläche der Scheibe 112 vorgesehen ist und mit der Bohrung 116 kommuniziert. Die Ringbohrungen 132, 133 stehen durch achsparallele Drosselbohrungen 136–139 der Scheibe 112 mit Vertiefungen 128–131 in Verbindung, die in der Stirnfläche 125, 126 und 127 vorgesehen sind und je durch flache Nuten 141 von der Aussparung 124 und voneinander getrennt sind. Die Ringnuten 132 und 133 und die Schlitz 134 und 135 sind durch die Unterlegscheiben 119 und 120 abgedeckt. Jede der vier Vertiefungen 128–131 in

der Stirnfläche 125–127 kommuniziert daher mit der Bohrung 116, die ihrerseits durch die entsprechende Bohrung 116 der Scheibe 111 ständig mit der Mündung 105 kommuniziert, die mit dem Druckmittel gespeist wird. Von der ebenen Fläche 114 des Deckels 104 springen Anschlagstifte vor, welche die relative Verschiebung des Armes 108 auf dem Deckel 104 derart begrenzen, dass die Aussparung 124 der Scheibe 111 ständig in Deckung mit der Mündung 105 verbleibt.

Durch die von der Mündung 105 des Deckels 104 über die Bohrungen 116 der beiden Scheiben 111, 112 den Aussparungen 128–131 zugeführte Druckflüssigkeit werden die beiden Ventilkörper ständig in einem geringen Abstand von den Flächen 114 und 115 gehalten, so dass sich zwischen den Stirnflächen 125–127 der beiden Ventilkörper und den ebenen Flächen 114 und 115 ständig Flüssigkeitsfilme befinden, die als Flüssigkeitslager wirkend die Reibung herabsetzen, die einer Verschwenkung des Handhebels 101 entgegenwirkt. Dieses Flüssigkeitslager ist durch den hydraulischen Druck belastet, der innerhalb der Schulter 122 auf die in der Bohrung 113 befindliche Stirnfläche der Scheibe wirkt. Zwar ist diese Kraft grösser als der auf den Boden der rechteckigen Aussparung 124 wirkende Flüssigkeitsdruck, doch wird dieser Flüssigkeitsdruck durch die Kraft ergänzt, welche die Druckflüssigkeit auf die Böden der Aussparungen 128–139 ausübt. Diese Kraft hängt aber von der Dicke des Flüssigkeitsfilmes zwischen der ebenen Fläche 114 bzw. 115 und der Stirnfläche 125–127 ab. Überschreitet die Dicke dieses Filmes eine bestimmte Grenze, dann wird der Druck in den Aussparungen 128–131 so gering, dass diese Dicke nicht mehr zunimmt. Vielmehr bleiben dann die auf die beiden Stirnflächen einer jeden Scheibe 111, 112 wirkenden hydraulischen Kräfte im Gleichgewicht. Auf diese Weise wird jeder der beiden Scheiben hydrostatisch in einem Gleichgewichtsabstand von der ebenen Fläche 114 bzw. 115 gehalten. Die Scheibe schwimmt also auf einem aus den Aussparungen 128–131 austretenden Flüssigkeitspolster, das das Flüssigkeitslager zwischen der Scheibe und der ebenen Fläche 114 bzw. 115 bildet. Der Handhebel 101 lässt sich daher sehr leicht verstellen. Der Verbrauch an Druckflüssigkeit durch diese Flüssigkeitslager ist sehr gering und erfordert keinen wesentlichen Leistungsaufwand.

Es wird nunmehr die Betätigung des Stellmotors mittels des Handhebels 101 beschrieben. Wenn der Stellmotor in Ruhe ist, dann befindet sich die Aussparung 124 der Scheibe 112 zwischen den Steuermündungen 87 und 88, welche von den ebenen Flächen 126 und 127 der Scheibe 112 bedeckt sind. Um die Verdrängung der Axialkolbenmaschine zu verändern, wird der Handhebel 101 in derjenigen Richtung bewegt, in der der Kippkörper 34 geschwenkt werden soll. Wenn somit der Handhebel 101 gesehen vom linken Ende in Fig. 5 im Uhrzeigersinne gedreht wird, so bewegt sich die Scheibe 112 auch im Uhrzeigersinne und bringt die Aussparung 124 (die in jedem Falle in Strömungsverbindung mit der Mündung 105 steht) in Strömungsverbindung mit der Mündung 88, während die Mündung 87 nicht abgedeckt wird. Das Strömungsmittel fliesst dann aus der Aussparung 124 in die Mündung 88, durch den Kanal 90 und in die Kammer 71. Gleichzeitig wird Strömungsmittel aus der Kammer 70 durch den Kanal 89 und die nicht bedeckte Mündung 87 ausgelassen, so dass der Kippkörper 34 in der oben beschriebenen Weise im Uhrzeigersinne schwingt. In entsprechender Weise wird der Kippkörper 34 im Gegenuhrzeigersinne geschwenkt, wenn man den Handhebel 101 im Gegenuhrzeigersinne schwenkt und die Aussparung 124 in Strömungsverbindung mit der Mündung 87 gebracht wird.

Da die Winkelbewegung des Kippkörpers 34 und der Scheibe 78 genau so gross wie die Winkelbewegung des Handhebels 101 ist, ist ein genauer Nachlauf gewährleistet. Wenn der Kippkörper 34 und die Scheibe 78 um den gleichen Winkelbetrag wie der Handhebel 101 bewegt worden sind, wird die Aussparung 124 zwischen den Mündungen 87, 88 zentriert, wobei die ebenen

Flächen 126, 127 der Scheibe 112 die Mündungen 87 und 88 abdecken und den Stellmotor anhalten.

Der Handhebel 101 kann unabhängig von der Stellung des Kippkörpers 34 jederzeit in eine andere Stellung gedreht werden. Wenn der Kippkörper 34 sich an einem äusseren Ende seiner Bewegung befindet, dann kann man den Handhebel 101 in die andere äussere Endlage bewegen, und der Kippkörper 34 läuft dann nach.

Diese Wirkung ist deswegen möglich, weil die Länge der Aussparung 124 in der Scheibe 112 so bemessen ist, dass diese nicht von der Scheibe 78 abläuft.

Der auf der rechten Seite des Kippkörpers 34 in Fig. 3 dargestellte Mechanismus hat anstelle des Handhebels 101 der linken Seite einen Zeiger 140. Die Schraubenköpfe 82, welche die Scheibe 78' und den Abstandkörper 79' am Kippkörper 34 befestigen, halten den Arm 108' und zwingen ihn, sich zu bewegen, wenn der Kippkörper 34 bewegt wird. Damit wird auch

der Zeiger 140 bewegt und zeigt die genaue Winkelstellung des Kippkörpers 34 an.

In dem Schiebermechanismus 77' der rechten Seite in Fig. 3 strömt Strömungsmittel durch die Öffnung 105' in der Verschlussplatte 104' zu den Schiebern 111' und 112'. Das Strömungsmittel sorgt in der gleichen Weise wie im Falle der Scheiben 111, 112 für einen hydrostatischen Ausgleich der Scheiben 111' und 112'. Auf diese Weise wirkt der hydraulischen Kraft, welche seitlich auf die Scheibe 78 einwirkt, um den Druckausgleich an den Scheiben 111, 112 herbeizuführen, eine gleich grosse, aber entgegengesetzte Kraft an der Scheibe 78' entgegen. Diese sorgt für ein Druckgleichgewicht an den Scheiben 111', 112', und damit werden die seitlichen Kräfte auf den Kippkörper 34 ausgeglichen. Da der Schiebermechanismus 77' als Anzeigevorrichtung ausgestaltet ist und keine Steuerungsfunktion für die Strömungsmotoren hat, finden sich in der Scheibe 78' und dem Schaft 79' keine Mündungen. Die Scheibe 78' dient lediglich zum Kräfteausgleich.

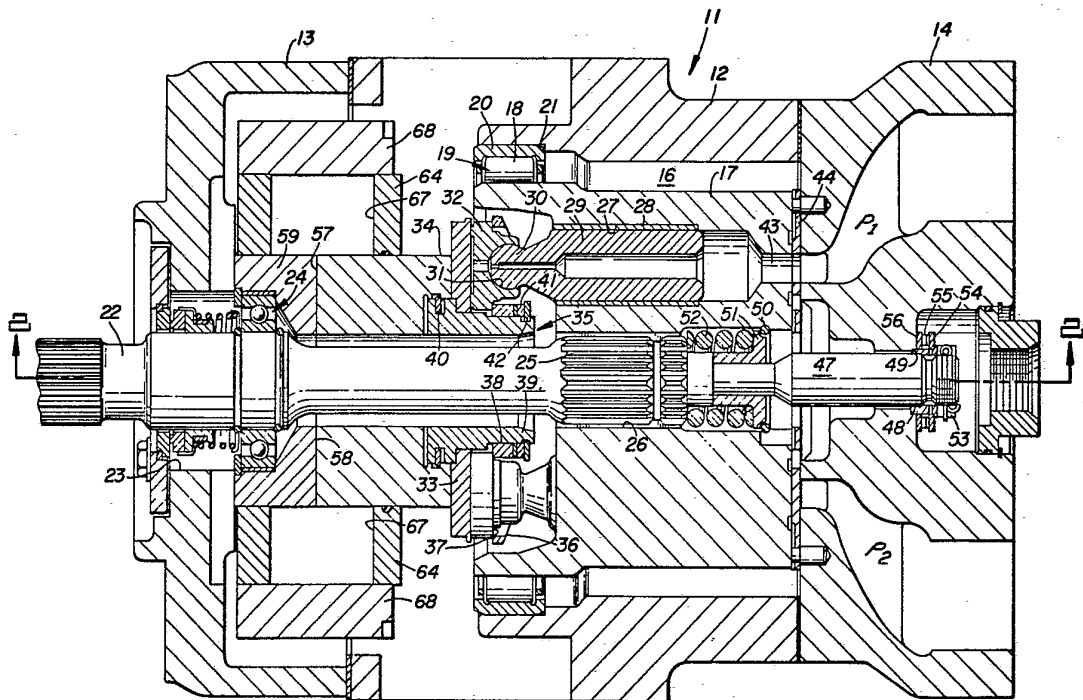


Fig 1

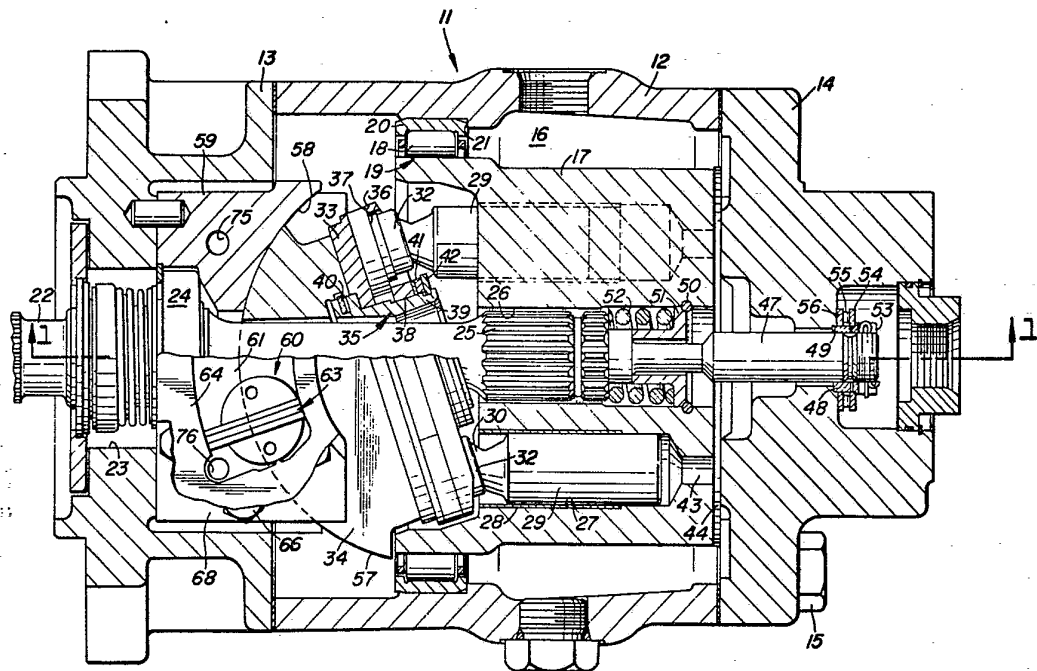


Fig 2

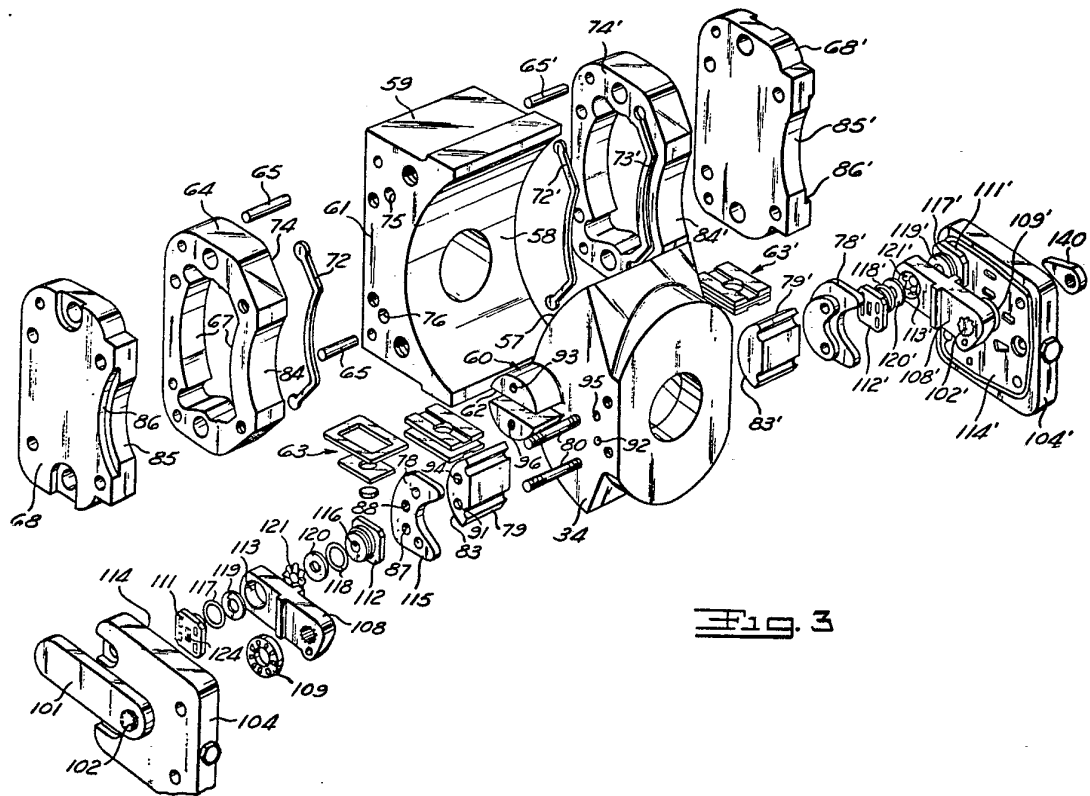


Fig. 3

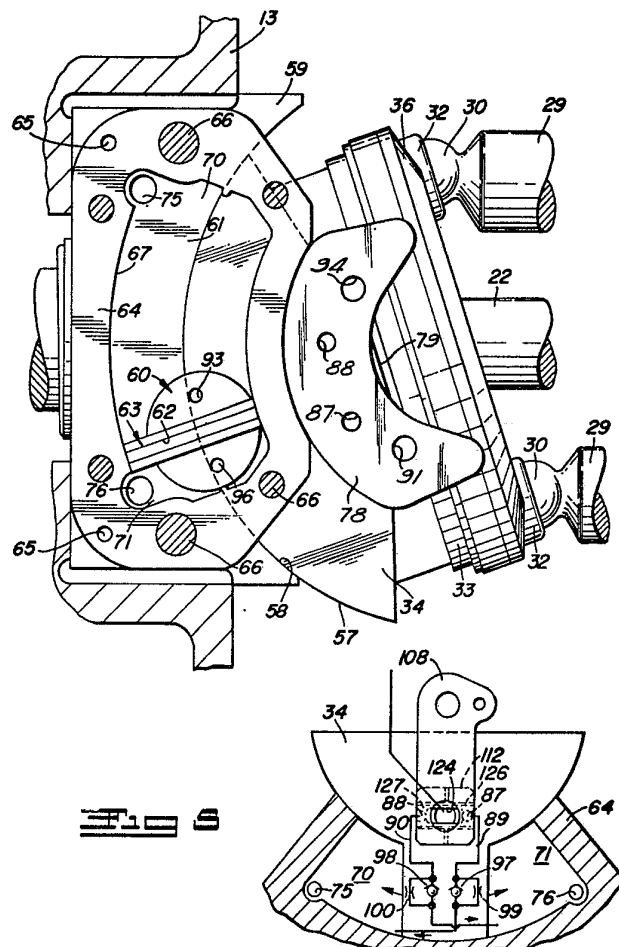


Fig. 4

