



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



Veröffentlichungsnummer: **0 594 870 A1**

12

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

21 Anmeldenummer: **92116037.0**

51 Int. Cl.⁵: **H01F 7/14**

22 Anmeldetag: **18.09.92**

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung:
04.05.94 Patentblatt 94/18

71 Anmelder: **MOOG GmbH**
Hanns-Klemm-Strasse 28
D-71034 Böblingen(DE)

84 Benannte Vertragsstaaten:
AT BE CH DE DK ES FR GB GR IE IT LI LU MC
NL PT SE

72 Erfinder: **Teutsch, Hansklaus**
Peterstaler Strasse 22
W-7030 Böblingen(DE)

74 Vertreter: **Patentanwälte Grünecker,**
Kinkeldey, Stockmair & Partner
Maximilianstrasse 58
D-80538 München (DE)

54 **Steuermotor.**

57 Es wird ein Steuermotor, insbesondere für hydraulische Servoventile gegeben, mit einem zwischen zwei Permanentmagneten verschwenkbaren Anker und einer elektrischen Steuerspule, deren steuerbares Magnetfeld einseitig auf den Anker einwirkt.

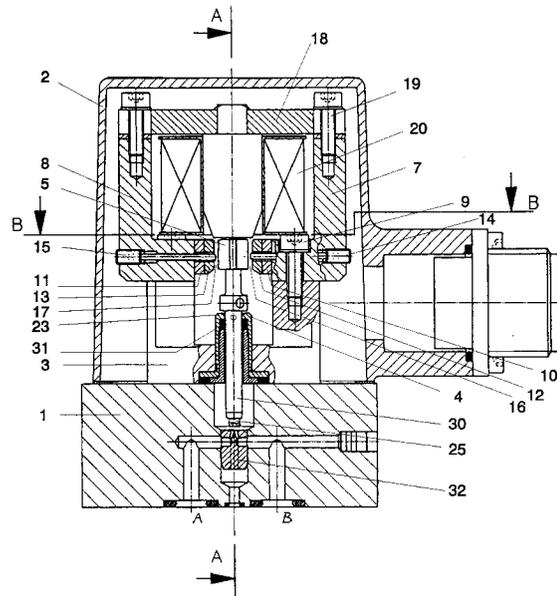


Fig. 1

EP 0 594 870 A1

Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf einen Steuermotor, insbesondere für Servoventile, gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

Ein solcher gattungsbildender Steuermotor wird vorzugsweise zur Betätigung einer hydraulischen Vorsteuerstufe eines Servoventils eingesetzt. Aus der DE-OS 3501836 ist ein Steuermotor bekannt, mit einem zwischen zwei Polmitteln bewegbaren Anker. Die Polmittel tragen elektrische Spulen zur Beeinflussung des durch einen Permanentmagneten erzeugten magnetischen Feldes im Ankerraum. Es wird bei diesem Steuermotor als nachteilig angesehen, daß zwei Spulen zur Bewegung des Ankers benötigt werden. Zum einen muß eine Steuerschaltung für die Erregung der Spulen vorgesehen werden, was zu einem erhöhten Platzbedarf führt, zum anderen besteht dieser Steuermotor aus vielen Teilen, ist kompliziert aufgebaut und im Betrieb unzuverlässig, da der Ausfall einer Komponente bereits zu einer Fehlfunktion des Gesamtsystems führen kann.

Der vorliegenden Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, einen Steuermotor anzugeben, der einfach aufgebaut und im Betrieb zuverlässig ist.

Diese Aufgabe wird gemäß der vorliegenden Erfindung durch einen Steuermotor mit den kennzeichnenden Merkmalen des Patentanspruchs 1 gelöst.

Bei dem Steuermotor gemäß der vorliegenden Erfindung sind die Polmittel so angeordnet, daß die ersten Polmittel, zwischen denen der verschwenkbare Anker federzentriert gehalten ist, die Permanentmagneten tragen. Das zweite Polmittel ist mit wenigstens einer Spule versehen, so daß der Aufbau des Steuermotors sehr einfach ist. Weiter ist durch die erfindungsgemäße Anordnung von Polmitteln und Spulen die Bewegung des Ankers genau und mit einer höheren Frequenz steuerbar als dies bei den Steuermotoren im Stand der Technik möglich war, weil der Anker eine kleinere Masse aufweist als bei herkömmlichen Steuermotoren. Mit dem gemäß der Erfindung aufgebauten Steuermotor können auch Ventile mit höherer Dynamik gesteuert werden.

In einem bevorzugten Ausführungsbeispiel sind die Seitenwände im Querschnitt L-förmig ausgebildet und weisen jeweils ein Fußteil auf, die sich einander zugewandt und die querverschieblich auf dem Grundkörper befestigbar sind. Die ersten Polmittel sind an den sich einander zugewandten Stirnflächen der Fußteile angeordnet. Bei dieser Ausführung ist es besonders vorteilhaft, daß durch ein Verschieben der L-förmigen Seitenwände auf einfache Art und Weise die Arbeitsluftspalte zwischen den ersten Polmitteln und dem Anker eingestellt werden können.

In einer bevorzugten Ausgestaltung weisen die Fußteile wenigstens eine senkrechte Durchgangs-

bohrung auf, durch die jeweils eine Befestigungsschraube durchgeführt und in den Grundkörper eingeschraubt ist. Dabei weist die Durchgangsbohrung einen größeren Durchmesser auf als der Durchmesser der Befestigungsschraube, so daß sich die L-förmigen Seitenwände innerhalb des Spiels zwischen Durchgangsbohrung und Befestigungsschraube verschieben lassen. Bei einer solchen Konstruktion ist eine Grobjustierung der Arbeitsluftspalte konstruktiv vorgegeben und eine Feinjustierung kann nachträglich besonders einfach erfolgen.

Vorzugsweise sind die oberen Enden der beiden Seitenwände über ein T-förmiges Verschlußteil miteinander verbunden, so daß der mit wenigstens einer Spule versehene senkrechte Mittelbalken des Verschlußteils der oberen Fläche des Ankers zugewandt ist. Zwischen dem T-förmigen Verschlußteil und dem Anker ist ein sogenannter Konstruktionsluftspalt ausgebildet. Der Konstruktionsluftspalt ermöglicht dem Anker die freie Schwenkbewegung innerhalb der Arbeitsluftspalte. Über das Verschlußteil für die beiden Seitenwände bildet sich ein geschlossener magnetischer Kreis aus, was zu einer Verstärkung des von den Permanentmagneten erzeugten magnetischen Feldes in den Arbeitsluftspalten führt. Über den senkrechten Mittelbalken wird das von den zweiten Polmitteln elektromagnetisch erzeugte Magnetfeld in diesen magnetischen Kreis zusätzlich eingekoppelt.

In einer vorteilhaften Ausgestaltung weisen die beiden äußeren Enden des Verschlußteils senkrechte Durchgangsbohrungen oder Schlitze auf, durch die jeweils eine Befestigungsschraube durchgeführt und in die Seitenwand eingeschraubt ist. Die Durchgangsbohrungen besitzen wiederum einen größeren Durchmesser als der Durchmesser der Befestigungsschraube. In analoger Weise zur Querverschieblichkeit der L-förmigen Seitenwände ist auch das T-förmige Verschlußteil in dieser Ausgestaltung sehr einfach zu justieren, indem es sich seitlich verschieben läßt.

In einer vorteilhaften Ausbildung befinden sich zwischen den beiden äußeren Enden des Verschlußteils und den oberen Enden der Seitenwände Distanzplättchen zur Einstellung des Konstruktionsluftspaltes zwischen dem T-förmigen Verschlußteil und dem Anker in vertikaler Richtung. Bei einer Verwendung von verschiedenen großen Distanzplättchen unterschiedlicher Dicke wird das T-förmige Verschlußteil in der Höhe verstellt, wodurch auch der Konstruktionsluftspalt entsprechend verringert oder vergrößert wird.

Gemäß einem bevorzugten Ausführungsbeispiel weisen die Permanentmagnete auf den dem Anker zugewandten Stirnflächen Polschuhe aus einem magnetisierbaren Material auf. Die Polschuhe richten und verstärken in vorteilhafter Weise das

magnetische Feld im Arbeitsluftspalt.

In einer vorteilhaften Ausgestaltung sind die Permanentmagnete horizontal magnetisiert und bestehen aus einem Material hoher magnetischer Remanenz, vorzugsweise Neodym-Eisen oder Samarium-Kobalt. Die erstgenannte Legierung mit hohem Eisengehalt ist billig herzustellen und besitzt eine besonders hohe magnetische Remanenz. Dadurch kann in dem Steuermotor ein Permanentmagnet mit kleinen Abmessungen mit daraus resultierenden geringen Kosten und Platzersparnis verwendet werden.

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung des Steuermotors besitzen die Fußteile der L-förmigen Seitenwände und gegebenenfalls auch die Permanentmagnete und die Polschuhe horizontale Durchgangspaßbohrungen, durch die schraubenförmige, in einer Richtung quer zu den Seitenwänden verschiebbare Anschläge geführt sind. Die Anschläge verhindern einen direkten Berührungskontakt zwischen dem Anker und den Permanentmagneten bzw. Polschuhen, wodurch bei maximaler Auslenkung ein "Festkleben" des Ankers erfolgen könnte. Eine Justierung der Anschläge zur Einstellung des erforderlichen Hubes des Ankers kann von außen auch nach der Inbetriebnahme des Steuermotors erfolgen.

Vorzugsweise sind die Anschläge aus einem nicht magnetischen Material hergestellt. Dadurch wird sichergestellt, daß es zu keinen Feldverzerrungen im Arbeitsluftspalt kommt.

Gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel ist die horizontale Durchgangsbohrung des Fußteils der Seitenwände mit einem Innengewinde versehen, so daß ein mit einem entsprechenden Außengewinde versehener Anschlag von außen in das Fußteil eingeschraubt werden kann. Bei dieser Ausführungsform ist eine besonders einfache und sichere Einstellung der maximal zulässigen Auslenkung des Ankers möglich.

In einem weiteren bevorzugten Ausführungsbeispiel weist der senkrechte Mittelbalken des T-förmigen Verschlußteils eine Durchgangsbohrung in axialer Richtung auf, durch die ein Federstab durchgeführt ist, dessen eines Ende mit dem Anker verbunden ist. Dadurch ist es möglich, auf die Nullpunktjustierung und die Dynamik des Ankers Einfluß zu nehmen.

Gemäß einer vorteilhaften Ausführungsform ist das andere Ende des Federstabs über eine einstellbare Klemmvorrichtung an dem T-förmigen Verschlußteil festgelegt. Dadurch ergibt sich eine einstellbare Nullpunktjustierung des Ankers, auch wird dadurch die Dynamik des Steuermotors erheblich verbessert, da der elastische Federstab auf den ausgelenkten Anker ein mechanisches Rückstellmoment ausübt.

In einer Variante ist das andere Ende des Federstabs mit einer verschiebbaren Betätigungsvorrichtung verbunden. Dabei ergibt sich eine mechanische Steuerungsmöglichkeit für den Steuermotor, zum Beispiel für den Fall, daß die elektromagnetische Steuerung infolge eines Defekts ausfällt.

In einer vorteilhaften Ausgestaltung ist der Anker mit zwei senkrechten, parallel zueinander geführten Biegebalken am Grundkörper festgelegt. Bei dieser Parallelhalterung ist die Schwenkbewegung des Ankers nur in der bevorzugten Ebene möglich.

Gemäß einem bevorzugten Ausführungsbeispiel ist in den Anker ein Steuerrohr eingepreßt, an dessen unterem Ende eine Strahldüse ausgebildet ist. Das Steuerrohr folgt den Bewegungen des Ankers und steuert die Richtung des aus der Düse austretenden Ölstrahls.

In einer vorteilhaften Ausführung ist eine flexible Rohrdruckleitung mit dem Steuerrohr an einer Stelle nahe des Drehpunkts des Ankers verbunden. Wird eine Kraft, welche zum Beispiel durch die Trägheit der Hydraulikflüssigkeit erzeugt wird, in der Rohrdruckleitung auf den Anker übertragen, so ist das resultierende Drehmoment an der Stelle nahe des Drehpunkts des Ankers sehr gering. Infolgedessen vermindert sich der Einfluß solcher Störungen, die andernfalls zu einer fehlerhaften Bewegung des Ankers führen würden.

In einer bevorzugten Ausgestaltung ist das Steuerrohr mittels eines O-Rings, der sich etwa im Drehpunkt des Ankers befindet, abgedichtet. Der O-Ring verhindert das Austreten von Hydraulikflüssigkeit und gewährt dennoch durch seine Anordnung in der Nähe des Drehpunkts des Ankers diesem eine ausreichende Bewegungsfreiheit.

Weitere Vorteile und Einzelheiten der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung der bevorzugten Ausführungsbeispiele anhand der beigefügten Zeichnungen, welche zeigen:

Figur 1 zeigt einen Längsschnitt durch einen Steuermotor nach einem ersten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung;

Figur 2 zeigt einen Schnitt durch den Steuermotor, welcher in Figur 1 dargestellt ist entlang der Linie A-A;

Figur 3 zeigt einen Schnitt durch den Steuermotor, welcher in Figur 1 gezeigt ist, entlang der Linie B-B;

Figur 4 zeigt einen Längsschnitt des Steuermotors nach einem zweiten Ausführungsbeispiel der Erfindung;

Figur 5 zeigt einen Längsschnitt des Steuermotors nach einem dritten Ausführungsbeispiel der Erfindung; und

Figur 6 zeigt einen Längsschnitt durch den Steuermotor nach dem ersten Ausführungsbeispiel zur Verdeutlichung der magnetischen Fel-

derverläufe.

Im folgenden wird zunächst das erste Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung anhand der Figuren 1 - 3 beschrieben. Figur 1 zeigt den erfindungsgemäßen Steuermotor mit einem daran angeflanschten Stellglied 1, welches zwei hydraulische Arbeitskanäle A, B an seiner Unterseite aufweist. Der Steuermotor ist zum Schutz gegen Schmutz und Feuchtigkeit von einem Gehäuse 2 umgeben. Der Steuermotor selbst ist auf einem Grundkörper 3 mit einem im Querschnitt U-förmigen Rundprofil aufgebaut. Der Grundkörper 3 besitzt eine zentrierte Durchgangsbohrung in Längsrichtung, in die eine Hülse 4 eingepaßt ist. Durch die Hülse ist ein Steuerrohr 30 durchgesteckt, dessen unteres Ende in das Stellglied hineinragt. Die Hülse 4 dient auch als Aufnahme für einen O-Ring 31.

Das Steuerrohr 30 weist ein im Querschnitt verbreitertes Mittelteil auf. Ein Anker 5 ist mit dem Steuerrohr 30 verbunden und im wesentlichen quaderförmig mit symmetrisch zur Mitte abgeschrägten Stirnflächen ausgebildet. Wie aus Figur 2 ersichtlich, wird der Anker zusätzlich von zwei senkrechten parallel zueinander ausgerichteten Biegebalken 6 gehalten. Ebenso ist es denkbar, statt der parallelen Biegebalken ein dünnwandiges Biegerohr als federnden Ankerfuß vorzusehen, wie dies bei Steuermotoren aus dem Stand der Technik bekannt ist.

An dem U-förmigen Grundkörper 3 sind zwei im Querschnitt L-förmige Seitenwände 7, 8 mittels Schraubverbindungen 9 befestigt. Eine Schraubverbindung 9 ist in Figur 1 in einer teilweise gebrochenen Darstellung vollständig dargestellt. Die Fußteile der L-förmigen Seitenwände weisen senkrechte Durchgangsbohrungen auf, durch die jeweils eine Schraube 9 durchgesteckt und in die Seitenwand des Grundkörpers 3 hineingedreht ist.

An den Stirnflächen der Fußteile der L-förmigen Seitenwände sind einander zugewandte Permanentmagnete 10, 11 zum Beispiel mittels Kleben befestigt. Die einander zugewandten Seiten der Permanentmagnete tragen jeweils einen Polschuh 12, 13, zwischen denen sich der Anker 5 befindet. Zwischen den Polschuhen 12, 13 und den jeweiligen Seitenflächen des Ankers 5 sind Arbeitsluftspalte 16, 17 ausgebildet. Aus der Figur 3 ist ersichtlich, daß die Polschuhe an den dem Anker zugewandten Seiten einen verjüngten Querschnitt aufweisen, so daß die sich gegenüberstehenden Längskanten des Ankers und der Polschuhe bezüglich ihrer Lage übereinstimmen.

Die Fußteile der L-förmigen Seitenwände, die Permanentmagneten und die Polschuhe besitzen eine waagrechte Durchgangsbohrung, in die jeweils ein schraubenförmiger Anschlag für den Anker durchgeführt ist. Die Anschläge 14, 15 sind aus

einem nicht magnetischen Material hergestellt und soweit durch die waagrechten Durchgangsbohrungen durchgeführt, daß ihre dem Anker zugewandten Enden über die Polschuhe hinausstehen. In die Anschläge 14, 15 ist ein Außengewinde geschnitten, welches zu einem Innengewinde paßt, das in einem äußeren Bereich der Fußteile ausgebildet ist.

Die oberen Enden der L-förmigen Seitenwände (7, 8) sind über ein T-förmiges Verschlußteil 18 miteinander verbunden. Dazu weist das T-förmige Verschlußteil senkrechte Schlitz- oder Durchgangsbohrungen auf, durch die jeweils eine Befestigungsschraube 19 durchgeführt ist. Die Durchgangsbohrungen in dem T-förmigen Verschlußteil besitzen wiederum einen etwas größeren Durchmesser als der Außendurchmesser der Schrauben 19. Um den senkrechten Mittelbalken des T-förmigen Verschlußteils ist eine oder mehrere Steuerwindungen 20 gewickelt, deren nicht gezeigte elektrische Anschlußleitungen nach außen geführt sind. Der Mittelbalken des T-förmigen Verschlußteils besitzt eine ausreichende Länge, so daß zwischen seinem unteren Ende und der Oberfläche des Ankers ein Konstruktionsluftspalt 21 ausgebildet ist. Zwischen den oberen Enden der Seitenwände und dem T-förmigen Verschlußteil sind Distanzplättchen 22 eingefügt, um den Konstruktionsluftspalt 21 entsprechend zu variieren.

Gemäß Figur 2 weist das Stellglied 1 einen Hydrauliköl-Druckversorgungsanschluß P und einen Rücklaufanschluß R auf. Der Versorgungsanschluß P ist über eine flexible Druckleitung 24 mit dem in dem Anker 5 eingepreßten Steuerrohr 30 verbunden. Die Verbindung zwischen der flexiblen Druckleitung 24 und dem Steuerrohr ist in dem mittleren im Querschnitt vergrößerten Bereich des Steuerrohres 30 vorgesehen. Das Steuerrohr 30 besitzt an seinem unteren Ende eine Düse 25, durch die das Hydrauliköl austritt. Der austretende Ölstrahl ist auf einen Empfänger 32 nach dem Düse-Strahl-Prinzip gerichtet, das aus dem Stand der Technik bekannt ist. Das Steuerrohr 30 ist mittels des in der Nähe des Drehpunkts des Ankers vorgesehenen O-Rings 31 über die Hülse 4 mit dem Grundkörper 3 druckdicht verbunden.

Im folgenden wird nun die Arbeitsweise des ersten Ausführungsbeispiels der vorliegenden Erfindung anhand der Figuren 1 bis 3 und 6 erläutert.

Zunächst wird angenommen, daß sich der Steuermotor im Ruhezustand befindet und die Steuerwindung 20 stromlos ist. Der Anker 5 befindet sich in der Nullstellung in etwa der Mitte zwischen den beiden Polschuhen 12, 13. Durch die Permanentmagnete 10, 11, deren Anordnung in Figur 1 gezeigt ist, bildet sich ein magnetischer Fluß aus, welcher symbolhaft mit durchgezogenen Linien in Figur 6 dargestellt ist.

In einem von den Permanentmagneten erzeugten magnetischen Kreis 36 gehen die Feldlinien ausgehend vom Nordpol des in der linken Bildhälfte dargestellten Permanentmagneten 11, über die L-förmige Seitenwand 8, das T-förmige Verschlußteil 18, die L-förmige Seitenwand 7 zum Südpol des in der rechten Hälfte dargestellten Permanentmagneten 10.

Vom Nordpol des in der rechten Bildhälfte dargestellten Permanentmagneten 10 bilden sich Feldlinien über den Polschuh 12, den Luftspalt 16, den Anker 5, den Luftspalt 17, den Polschuh 13 zum Südpol des in der linken Bildhälfte dargestellten Permanentmagneten 11 aus.

Auf ähnliche Weise schließt sich ein permanentmagnetischer Kreis 35 über den Grundkörper 3. Der permanentmagnetische Kreis 35 kann auch entfallen, wenn der Grundkörper aus nicht magnetisierbarem Werkstoff ist.

Aufgrund der magnetischen Felder, welche von den beiden Permanentmagneten 10, 11 hervorgehoben werden, befindet sich in den beiden Luftspalten 16, 17 eine hohe magnetische Induktion. Diese Induktion ist bei nicht erregter Steuerspule 20 in beiden Luftspalten gleich groß, so daß der Anker 5 eine Ruhestellung einnimmt, da die auf den Anker einwirkenden Anziehungskräfte in den beiden Arbeitsluftspalten 16, 17 etwa gleich groß sind.

Wird nun die Steuerspule 20 von einem elektrischen Strom durchflossen, so bildet sich ein magnetisches Feld, welches den in der Figur 6 mit 37, 38 gekennzeichneten Verlauf besitzt. Dadurch entsteht am unteren Ende des senkrechten Mittelbalkens des T-förmigen Verschlußteils 18 ein magnetischer Nordpol und an seinem oberen Ende ein dazu entgegengesetzter Südpol (oder umgekehrt). Dadurch erhält der senkrechte Mittelbalken die Funktion eines Spulenkerns für die Steuerspule 20. Die Richtung dieses elektromagnetischen Feldes wird von der Richtung des elektrischen Stroms bestimmt.

In einem ersten von der Steuerspule 20 erzeugten magnetischen Kreis 37, welcher in Figur 6 in der linken Bildhälfte dargestellt ist, verlaufen die Feldlinien ausgehend vom magnetischen Nordpol über den Konstruktionsluftspalt 21, den Anker 5, den Arbeitsluftspalt 17, den Polschuh 13, den Permanentmagneten 11, die L-förmige Seitenwand 8 und das Verschlußteil 18 zum Südpol des Spulenkerns.

In einem zweiten von der Steuerspule erzeugten magnetischen Kreis 38, der in der rechten Bildhälfte der Figur 6 dargestellt ist, verlaufen die Feldlinien vom magnetischen Nordpol des Spulenkerns über den Anker 5, den Luftspalt 16, den Polschuh 12, den Permanentmagneten 10, die L-förmige Seitenwand 7 und das Verschlußteil 18 zum magnetischen Südpol des Spulenkerns.

Durch das von der Steuerspule erzeugte magnetische Feld kommt es im Luftspalt 17 zu einer Verstärkung der von den Permanentmagneten erzeugten magnetischen Induktion. Dagegen führt das magnetische Feld in der rechten Bildhälfte zu einer Schwächung der permanentmagneterregten magnetischen Induktion im Luftspalt 16. Aufgrund der unterschiedlichen resultierenden Induktionen entstehen in den Luftspalten 16 und 17 unterschiedliche Anziehungskräfte, deren Resultante den Anker aus seiner Nullstellung in Pfeilrichtung, d. h. nach links verschwenkt. Die Auslenkung des Ankers 5 aus seiner Nullstellung geschieht dabei in Abhängigkeit vom Spulenstrom durch die Steuerspule 20.

Bei der Auslenkung des Ankers 5 erzeugen die beiden Biegebalken 6 durch ihre Elastizität eine Rückstellkraft, die der magnetischen Anziehungskraft entgegenwirkt. Der Anker 5 wird daher nur soweit ausgelenkt, bis die magnetische Anziehungskraft im Gleichgewicht mit der Rückstellkraft der Biegebalken steht. Wenn die magnetische Anziehungskraft größer als die Rückstellkraft bei maximaler Auslenkung des Ankers ist, schlägt der Anker am mechanischen Anschlag 14 oder 15 an. Durch den Anschlag ist sichergestellt, daß der Anker nicht am Polschuh "festklebt", sondern unmittelbar nach einer Rücknahme des Spulenstroms in seine Nullstellung zurückkehrt.

Es ist für den Fachmann klar, daß in Abhängigkeit von der Größe des verwendeten Ankers 5 und der Steuerspule 20 ein optimaler Luftspalt zwischen dem Anker 5 und den Polschuhen 12, 13 eingestellt werden muß. Die Größe des Anker-raums bzw. die Breite der Luftspalte 16, 17 läßt sich durch Querverschieben der L-förmigen Seitenwände bei gelösten Befestigungsschrauben 9, 19 entsprechend verändern. Die Größe des Anker-raums, d. h. die maximal zulässige Auslenkung des Ankers ist zusätzlich über die Anschläge 14, 15 einstellbar. Dabei kann die Justage durch Verdrehen der Anschläge in den Gewindebohrungen der Fußteile erfolgen.

Durch seitliches Verschieben des T-förmigen Verschlußteils 18 kann die Induktion in den Arbeitsluftspalten 16, 17 bei nicht erregter Spule beeinflusst werden. Auf diese Art läßt sich der Nullpunkt des Ankers einstellen.

Im Betrieb des Steuer Motors wird der in Figur 2 dargestellte Hydraulikölversorgungsanschluß P mit der Betriebsdruckleitung verbunden. Das unter Druck stehende Öl wird über die flexible Rohrdruckleitung 24 in das Steuerrohr 30 des Ankers 5 eingeleitet und tritt durch die Düse 25 am Ende des Steuerrohres wieder aus. Der so erzeugte Ölstrahl folgt in seiner Richtung der Bewegung des Ankers 5. Ein sich in seiner Richtung verändernder Ölstrahl wird zur Steuerung des Empfängers 32

des Servoventils verwendet. In ähnlicher Weise kann die Bewegung des Ankers des erfindungsgemäßen Steuermotors auch die Prallplatte in einem Düse-Prallplatte-System steuern.

Nachfolgend wird eine zweite Ausführungsform des erfindungsgemäßen Steuermotors an Hand der Figur 4 beschrieben. Die Merkmale des Steuermotors, welche identisch mit denen des ersten Ausführungsbeispiels sind, sind in der Figur 4 mit den gleichen Bezugszeichen gekennzeichnet und werden nicht nochmals beschrieben.

Im wesentlichen unterscheidet sich das zweite Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Steuermotors gegenüber der ersten Ausführungsform dadurch, daß eine zusätzliche Justagemöglichkeit für den Anker vorgesehen ist. Der senkrechte Mittelbalken des T-förmigen Verschlußteils 18 weist eine zentrierte Durchgangsbohrung in Richtung der Längsachse auf, durch die ein Federstab 26 durchgesteckt ist. Der Federstab 26 ist an seinem unteren Ende mit dem Anker 5, z. B. durch Einpressen verbunden. Das obere Ende des Federstabs ist mittels einer Klemmvorrichtung 27, welche über eine Justierschraube 28 mit dem Verschlußteil 18 verbunden ist, gespannt. Der Federstab besitzt in der zentrierten Durchgangsbohrung in dem senkrechten Mittelbalken ausreichend Spiel für eine Bewegung, welche durch die Auslenkung des Ankers auf den Federstab übertragen wird.

Gemäß dem zweiten Ausführungsbeispiel besitzt die Rückstellkraft, die auf den ausgelenkten Anker einwirkt, zwei Komponentenanteile. Die erste Komponente wird von der elastischen Biegebalken 6 erzeugt, wie dies bereits bei dem ersten Ausführungsbeispiel der Fall war. Eine zweite Komponente wird von dem elastischen Federstab 26 bei einer Auslenkung des Ankers aus der Nullpunktlage heraus erzeugt. Da die beiden Komponenten der Rückstellkraft sich addieren, erhöht sich die Dynamik der Ankers, d. h. die Gesamtsteifigkeit des Feder-Massesystems Biegebalken-Anker erhöht sich, demzufolge erhöht sich auch die Eigenfrequenz.

Weiterhin kann gemäß dem zweiten Ausführungsbeispiel die Nullstellungslage des Ankers verändert bzw. eingestellt werden. Dazu wird die Justierschraube 28 an dem T-förmigen Verschlußteil gelöst und der Federstab in seine gewünschte Position gebracht. Danach erfolgt durch Anziehen der Justierschraube eine Arretierung. Diese nachträgliche Justagemöglichkeit für den Anker ist bei diesem bevorzugten Ausführungsbeispiel von Vorteil.

Eine dritte Ausführungsform des erfindungsgemäßen Steuermotors ist in Figur 5 dargestellt. Die dritte Ausführungsform unterscheidet sich von der zweiten Ausführungsform dahingehend, daß keine Klemmvorrichtung für den Federstab 26, sondern

statt dessen eine Betätigungsvorrichtung 29 zur mechanischen Betätigung des Federstabs 26 vorgesehen ist. Damit werden Bewegungen der Betätigungseinrichtung direkt über den Federstab 25 auf den Anker 5 übertragen. Bei dieser Ausführungsform ist die oftmals geforderte Not-Handbedienung die bei einem Ausfall der elektromagnetischen Steuerung eingreift, verwirklicht. Als Alternative dazu läßt sich auch eine mechanische Rückkopplung realisieren.

Es ist für den Fachmann klar, daß Abweichungen von den oben beschriebenen Ausführungsbeispielen gemacht werden können, ohne dabei von der Erfindung abzuweichen. So ist es zum Beispiel möglich, anstatt einer Steuerspule mehrere Steuerwindungen vorzusehen.

Patentansprüche

1. Steuermotor, insbesondere für Servoventile, mit einem im Querschnitt U-förmigen Grundkörper (3) aus magnetisierbarem Material, wenigstens zwei darauf befestigbaren Seitenwänden (7, 8) zwischen denen erste Polmittel (10 - 13) angeordnet sind und einem zwischen den ersten Polmitteln verschwenkbaren Anker (5), **dadurch gekennzeichnet**, daß die ersten Polmittel Permanentmagnete (10, 11) aufweisen und daß ein zweites, mit wenigstens einer Steuerspule (20) versehenes Polmittel (18) im Bereich zwischen den Seitenwänden (7, 8) angeordnet ist.
2. Steuermotor nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Seitenwände (7, 8) im Querschnitt L-förmig ausgebildet sind, und jeweils ein Fußteil aufweisen, die sich einander zugewandt sind, daß die Seitenwände querverschieblich auf dem Grundkörper (3) befestigbar sind, und daß die ersten Polmittel (10 - 13) an den sich einander zugewandten Stirnflächen der Fußteile angeordnet sind.
3. Steuermotor nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Fußteile wenigstens eine senkrechte Durchgangsbohrung aufweisen, durch die jeweils eine Befestigungsschraube (9) durchgeführt und in den Grundkörper (3) eingeschraubt ist, wobei die Durchgangsbohrung einen größeren Durchmesser aufweist als der Durchmesser der Befestigungsschraube (9).
4. Steuermotor nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß die oberen Enden der beiden Seitenwände (7, 8) über ein T-förmiges Verschlußteil (18) miteinander verbunden sind und daß minde-

- stens eine Spule (20) um den senkrechten Mittelbalken des T-förmigen Verschlußteils (18) angeordnet ist.
5. Steuermotor nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß die beiden äußeren Enden des Verschlußteils (18) senkrechte Durchgangsbohrungen oder längliche Schlitzlöcher aufweisen, durch die jeweils eine Befestigungsschraube (19) durchgeführt und in die Seitenwand (7, 8) eingeschraubt ist, wobei die Durchgangsbohrungen einen größeren Durchmesser aufweisen als der Durchmesser der Befestigungsschrauben (19).
6. Steuermotor nach Anspruch 4 oder 5, **dadurch gekennzeichnet**, daß sich zwischen den äußeren Enden des Verschlußteils (18) und den oberen Enden der Seitenwände (7, 8) Distanzplättchen (22) befinden.
7. Steuermotor nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Permanentmagnete (10, 11) auf den dem Anker (5) zugewandten Stirnflächen Polschuhe (12, 13) aus einem magnetisierbaren Material aufweisen.
8. Steuermotor nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, daß die beiden Permanentmagnete (10, 11) horizontal magnetisiert sind und aus einem Material hoher magnetischer Remanenz, vorzugsweise Neodym-Eisen oder Samarium-Kobalt bestehen.
9. Steuermotor nach wenigstens einem der Ansprüche 2 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Fußteile der L-förmigen Seitenwände (7, 8) und gegebenenfalls auch die Permanentmagneten (10, 11) und Polschuhe (12, 13) horizontale Durchgangspañbohrungen aufweisen, durch die schraubenförmige, in einer Richtung quer zu den Seitenwänden verschiebbare Anschläge (14, 15) geführt sind.
10. Steuermotor nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Anschläge (14, 15) aus einem nicht magnetisierbaren Material bestehen.
11. Steuermotor nach Anspruch 9 oder 10, **dadurch gekennzeichnet**, daß die horizontale Durchgangsbohrung des Fußteils der Seitenwände (7, 8) ein Innengewinde aufweist, so daß ein mit einem entsprechenden Außengewinde versehener Anschlag (14, 15) von außen in das Fußteil einschraubbar ist.
12. Steuermotor nach wenigstens einem der Ansprüche 4 bis 11, **dadurch gekennzeichnet**, daß der senkrechte Mittelbalken des T-förmigen Verschlußteils (18) eine Durchgangsbohrung in axialer Richtung aufweist, durch die ein Federstab (26) durchgeführt ist, wobei das untere Ende des Federstabs mit dem Anker verbunden ist.
13. Steuermotor nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet**, daß das obere Ende des Federstabs (26) über eine einstellbare Klemmvorrichtung (27) an dem T-förmigen Verschlußteil (18) festgelegt ist.
14. Steuermotor nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet**, daß das obere Ende des Federstabs (26) mit einer verschiebbaren Betätigungseinrichtung (29) verbunden ist.
15. Steuermotor nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 14, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Anker (5) mittels zweier senkrechter und parallel zueinander geführter Biegebalken (6) federzentriert gehalten ist und in einer bevorzugten Richtung schwenkbar ist.
16. Steuermotor nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 15, **dadurch gekennzeichnet**, daß in den Anker ein Steuerrohr (30) eingepreßt ist, an dessen unterem Ende eine Strahldüse (25) ausgebildet ist.
17. Steuermotor nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 16, **dadurch gekennzeichnet**, daß eine flexible Rohrdruckleitung (24) an einer Stelle vorzugsweise nahe des Drehpunkts (23) des Ankers (5) mit dem Steuerrohr (30) verbunden ist.
18. Steuermotor nach Anspruch 17, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Steuerrohr (30) mittels eines O-Rings (31), der sich etwa im Drehpunkt des Ankers (5) befindet, abgedichtet ist.

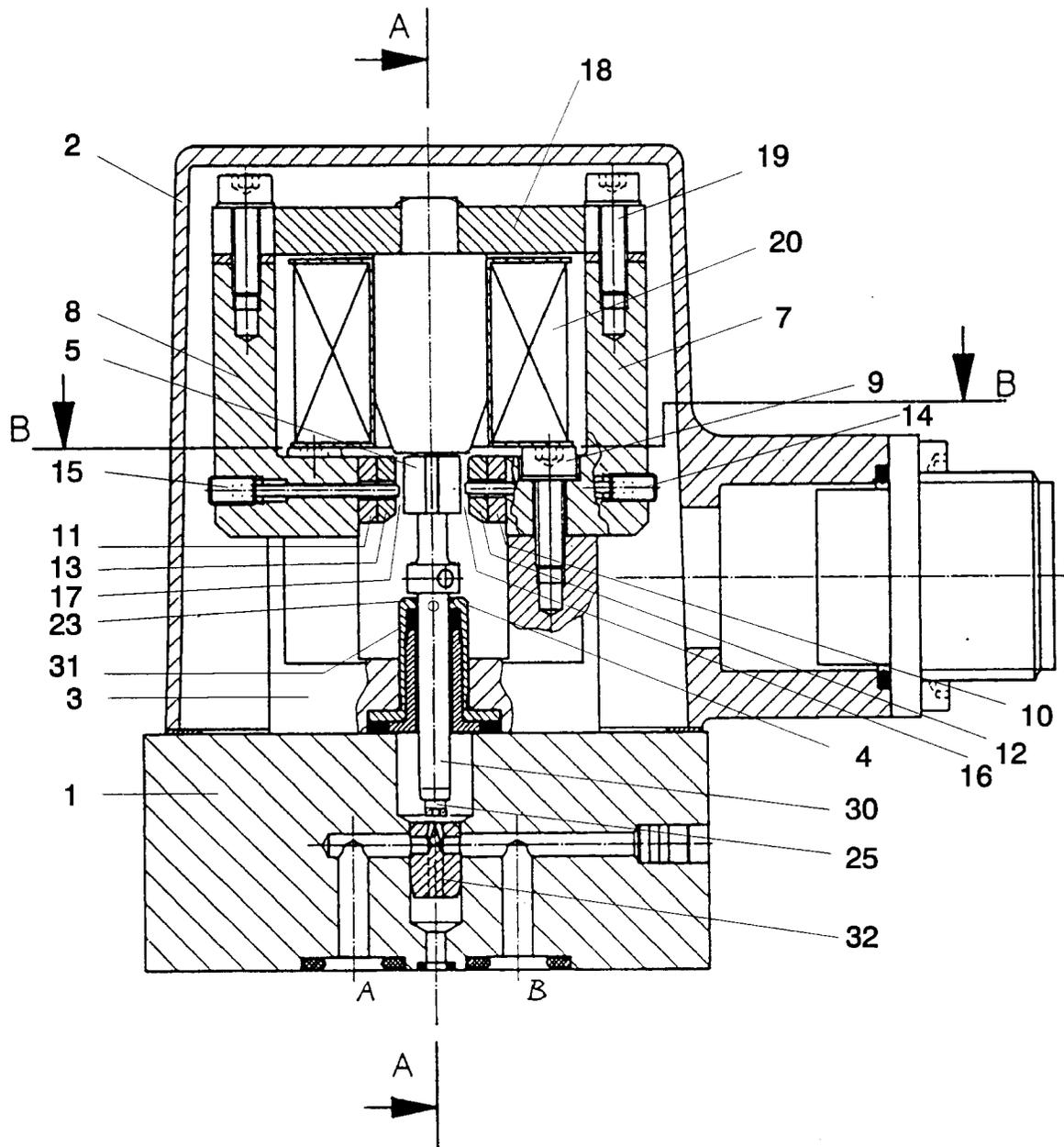


Fig. 1

Schnitt A-A

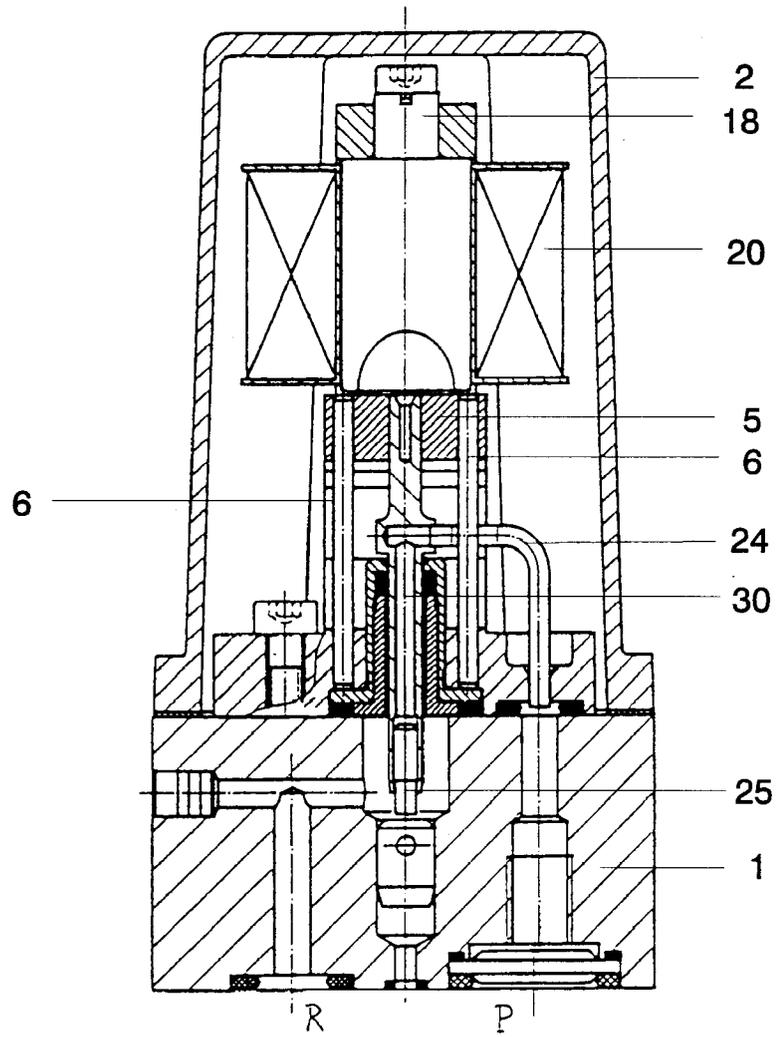


Fig. 2

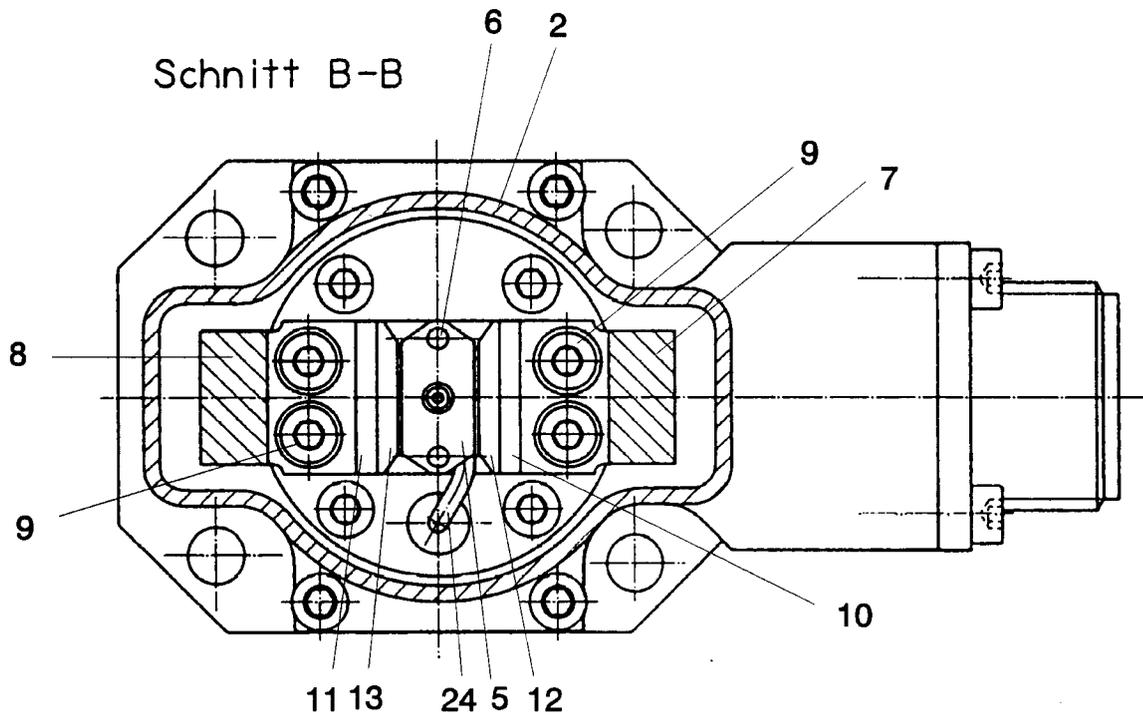


Fig. 3

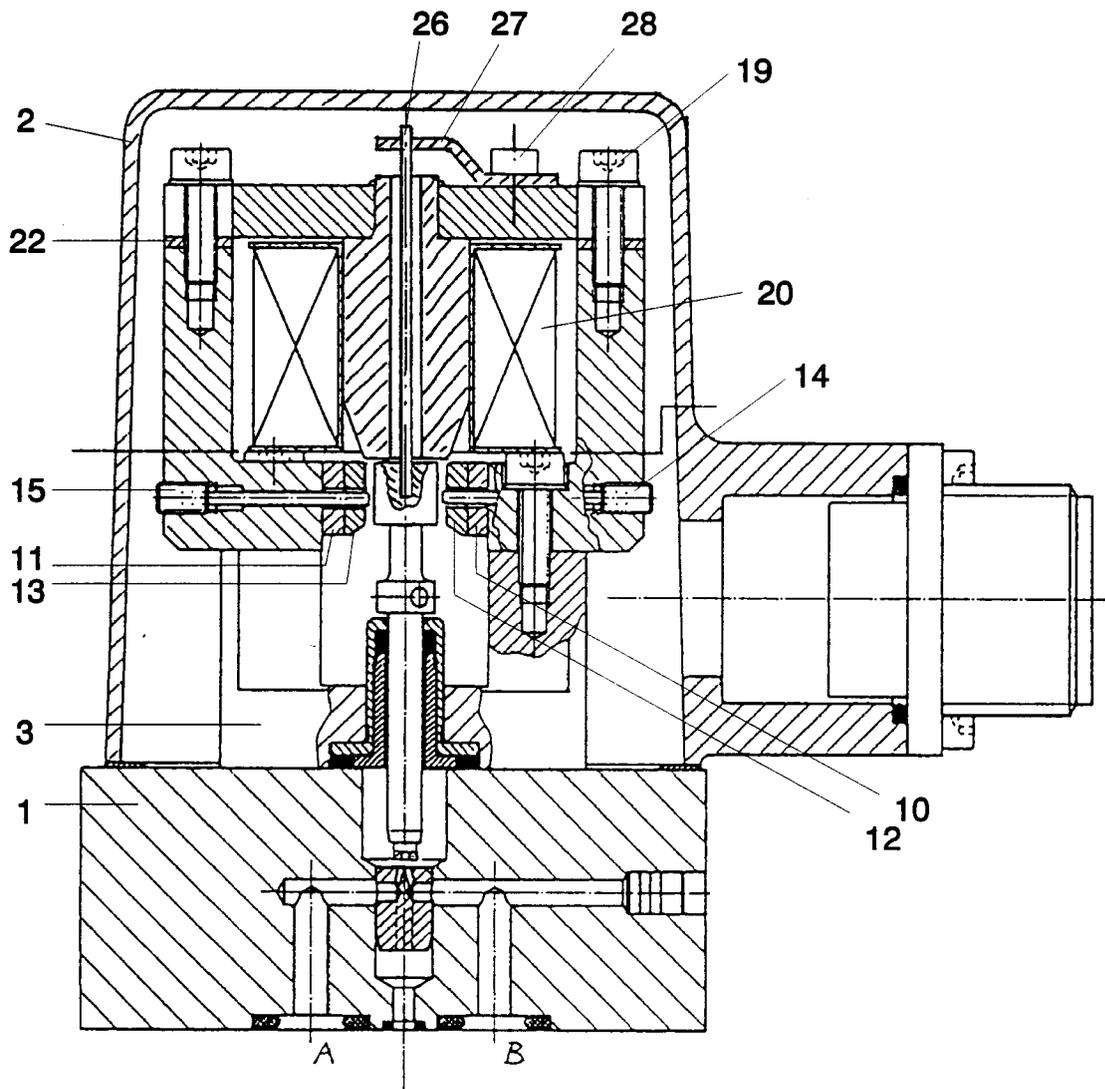


Fig. 4

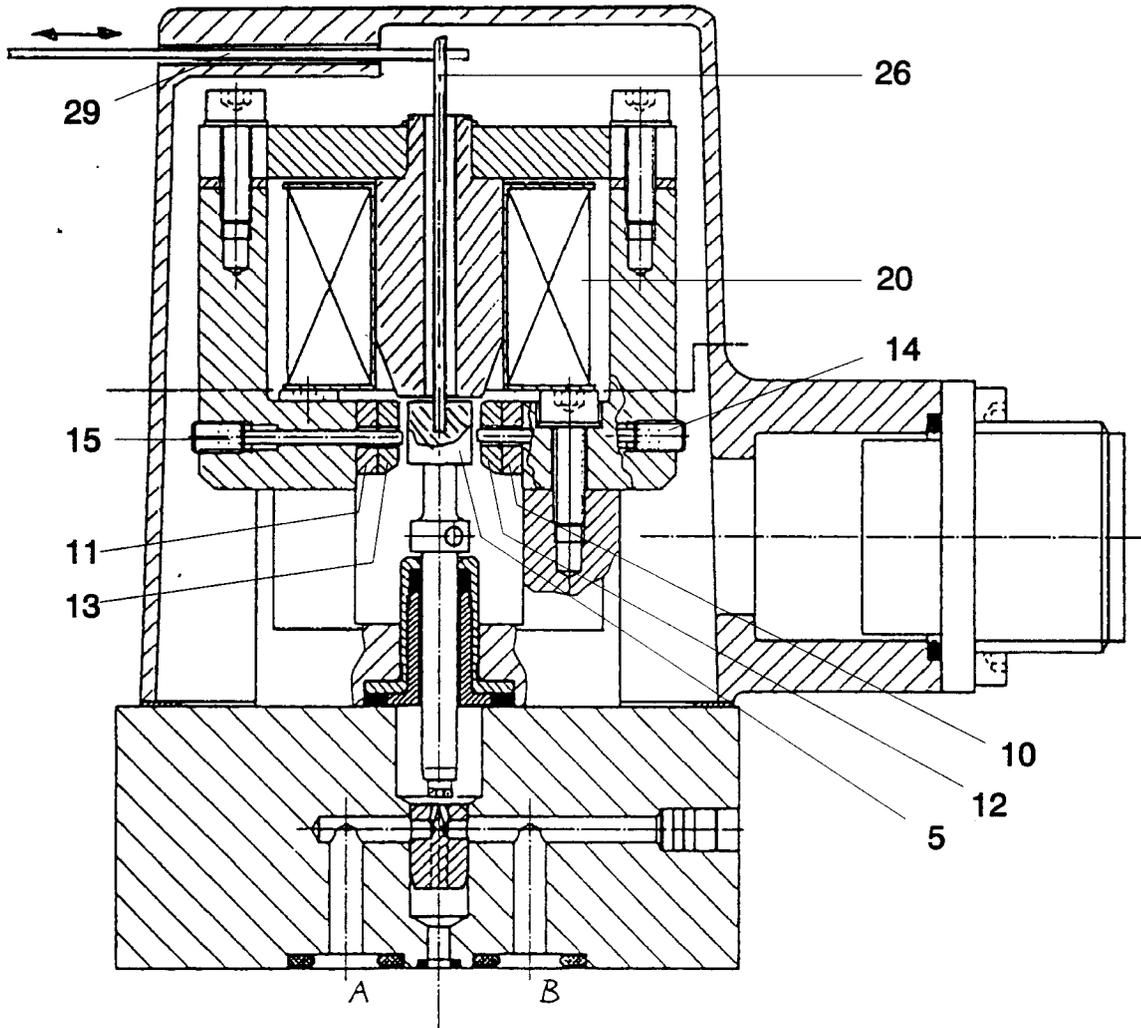


Fig. 5

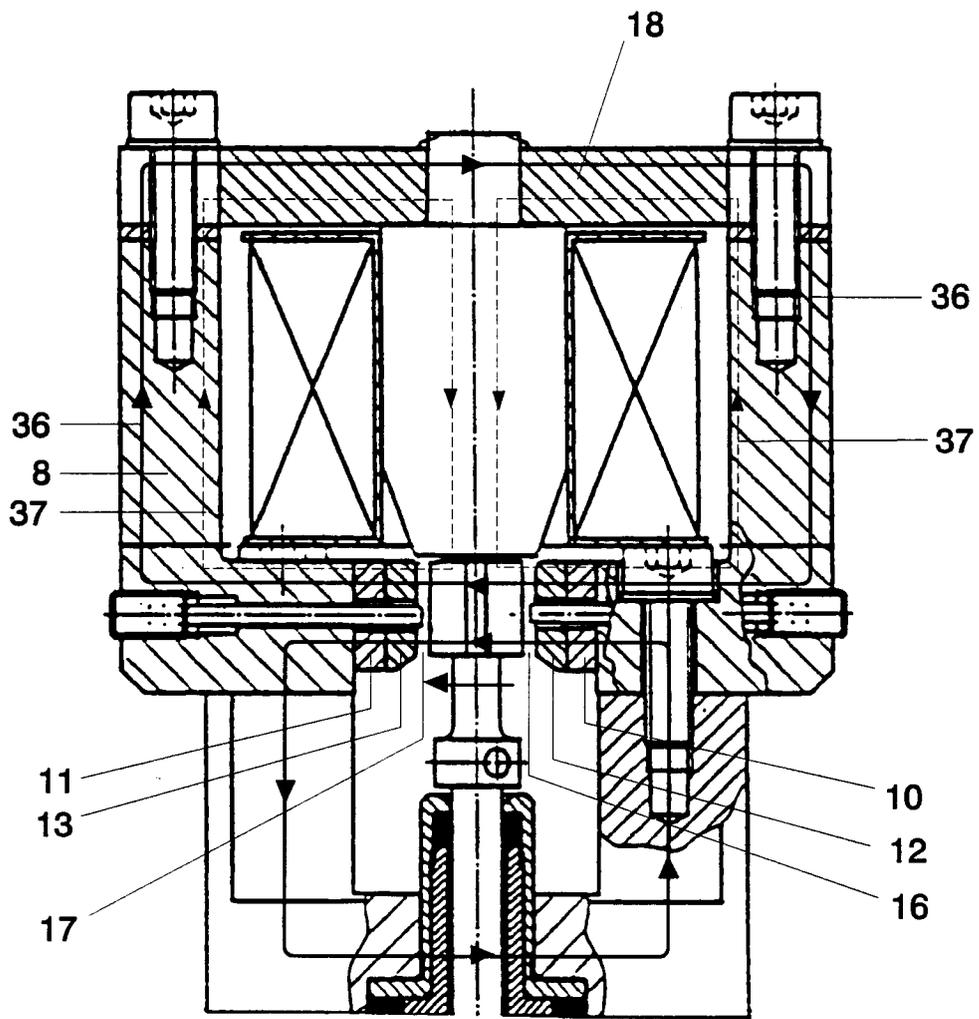


Fig. 6



EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl.5)
Y	DE-B-1 282 402 (SKINNER PRECISION INDUSTRIES) * Spalte 7, Zeile 31 - Zeile 59; Abbildung 10 *	1	H01F7/14
A	---	4	
D,Y	DE-A-3 501 836 (MANNESMANN REXROTH) * Seite 6, Absatz 5 *	1	
A	---	2,7,8	
A	US-A-3 571 769 (BELL AEROSPACE CORP.) * Spalte 4, Zeile 66 - Zeile 71; Abbildung 16 *	2,3,5	
A	---	3,5	
A	US-A-1 825 482 (THE UNION SWITCH & SIGNAL COMPANY) * Seite 1, Zeile 52 - Zeile 55 *	6	
A	US-A-3 533 032 (SINGER-GENERAL PRECISION) * Spalte 2, Zeile 31 - Zeile 34 *	15	
A	EP-A-0 375 093 (UEXKÜLL & STOLBERG) * Spalte 9, Zeile 52 - Spalte 10, Zeile 27 *	16	
A	---	18	
A	US-A-3 435 393 (ABEX CORPORATION) * Spalte 3, Zeile 65 - Zeile 70 *		RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl.5) H01F
A	---		
A	US-A-3 323 090 (D.G. O'BRIEN) * Spalte 3, Zeile 25 - Zeile 28 *		
A	DE-A-3 207 619 (R. BOSCH) ---		
A	US-A-4 560 969 (BARDLE SERVOVALVE COMPANY) -----		
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer	
DEN HAAG	25 MAI 1993	VANHULLE R.	
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze	
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet		E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist	
Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie		D : in der Anmeldung angeführtes Dokument	
A : technologischer Hintergrund		L : aus andern Gründen angeführtes Dokument	
O : mündliche Offenbarung		-----	
P : Zwischenliteratur		& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	