

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Druckmittelmotor auf Basis elektrorheologischer Flüssigkeiten, bei dem ein in einem Zylindergehäuse geführter Kolben vorgesehen ist, der in dem Zylindergehäuse zwei volumenveränderliche Arbeitskammern bildet, einer Einlaßbohrung für die elektrorheologische Flüssigkeit die mit einer Druckmittelquelle (Pumpe) in Verbindung steht, einer Auslaßbohrung für die elektrorheologische Flüssigkeit die mit einem Tank in Verbindung steht und in dem Zylindergehäuse angeordneten Ventilen auf Basis elektrorheologischer Flüssigkeiten, die einen jeweils eine volumenveränderliche Arbeitskammer mit der Einlaßbohrung oder der Auslaßbohrung verbindenden Ventilsplatt aufweisen, wobei die Begrenzungsflächen des Ventilsplattes als elektrisch ansteuerbare Elektrodenflächen ausgebildet sind.

[0002] Elektrorheologische Flüssigkeiten sind Flüssigkeiten, bei denen die rheologischen Eigenschaften in Abhängigkeit von einem elektrischen Feld steuerbar sind. In der Regel handelt es sich bei elektrorheologischen Flüssigkeiten um Suspensionen, daß heißt in einem Trägermedium suspendierte Festpartikel, die über das elektrische Feld polarisierbar sind. Durch den Einsatz von elektrorheologischen Flüssigkeiten als Arbeitsfluid ist es möglich geworden, die Anzahl der bewegten Teile bei hydraulischen Systemen erheblich zu verringern. Eine Vielzahl von Anwendungsmöglichkeiten beispielsweise der Einsatz bei Hydraulikventilen, Hydraulikzylindern, Vibratoren, Viskositätskupplungen, Stoßdämpfern oder Motorlagern sind in dem Übersichtsartikel "Applications of the electrorheological effect in engineering practice, Fluid mechanics Soviet research, Vol.8, No. 4, July - August 1979" bekannt.

[0003] Aus der DE-OS 197 35 466 ist ein Druckmittelmotor auf Basis elektrorheologischer Flüssigkeiten bekannt. Die Ansteuerung des Druckmittelmotors erfolgt über vier im Zylinder integrierten elektrorheologischen Ventilen, die als Vollbrücke miteinander verschaltet sind. Bei diesem bekannten Druckmittelmotor sind die elektrorheologischen Ventile als Ringspaltventile ausgebildet, die durch in die Zylindergehäusewand eingebrachte Bohrungen und in den Bohrungen angeordnete Dorne gebildet werden. Zur Erzeugung eines elektrischen Feldes sind die Begrenzungswände des Ringspaltes als elektrisch ansteuerbare Elektrodenflächen ausgebildet.

[0004] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, einen Druckmittelmotor mit integrierten Ventilen derart weiterzubilden, daß bei noch kompakteren äußeren Abmessungen eine höhere Dynamik sowie hohe Stellkräfte erreicht werden können.

[0005] Diese Aufgabe wird dadurch gelöst, daß die Begrenzungsflächen einerseits durch an der äußeren Mantelfläche des Zylindergehäuses gebildeten ersten Gehäuseabschnitten und andererseits durch diesen gegenüberliegend beabstandet angeordneten zweiten

Gehäuseabschnitten gebildet werden.

Hierdurch kann ein hinsichtlich seiner äußeren Abmessungen kompakter Druckmittelmotor realisiert werden, mit dem eine noch höhere Dynamik erreicht wird. Aufgrund der kompakten Bauweise kann eine höhere hydraulische Steifigkeit erreicht werden. Da der Druckmittelmotor ein niedriges Gewicht aufweist ist seine dynamische Steifigkeit niedrig. Hierdurch kann er insbesondere in der Automationstechnik eingesetzt werden.

[0006] In einer Weiterbildung der Erfindung ist vorgesehen, daß die Ventilsplatte durch Begrenzungsflächen des Zylindergehäuses sowie eine das Zylindergehäuse konzentrisch umgebende Hülse gebildet werden. Hierdurch wird ein Druckmittelmotor realisiert, der einen mechanisch einfachen Aufbau aufweist. In einer weiteren Ausgestaltung sind für jedes Ventil zwei parallel angeordnete Flachsplatt vorgesehen. Durch diese Ausbildung können höhere Strömungsgeschwindigkeiten erzielt werden.

[0007] Eine Besonderheit des Druckmittelmotors ist seine Eigenschaft, auf elektronischem Weg bei einem Differentialzylinder die Wirkung eines Gleichlaufzylinders zu erreichen. Dies wird möglich aufgrund der hohen Dynamik des kompakten Druckmittelmotors. Die Ventile werden als Vollbrücke verschaltet und derart angesteuert, daß die Drücke in den volumenveränderlichen Arbeitskammern A und B sich umgekehrt proportional zu den jeweiligen Kolbenflächen verhalten.

[0008] Die Erfindung wird nachfolgend anhand eines Ausführungsbeispiels, das in den Figuren 1- 4 dargestellt ist, näher erläutert. Es zeigt:

Fig. 1: einen Längsschnitt durch einen erfindungsgemäßen Druckmittelmotor auf Basis elektrorheologischer Flüssigkeiten;

Fig.2: einen Querschnitt Y-Z des Druckmittelmotors gemäß Figur 1;

Fig.3: einen Querschnitt W-X des Druckmittelmotors gemäß Figur 1;

Fig.4: eine schematische Darstellung der Ansteuerung eines erfindungsgemäßen Druckmittelmotors.

[0009] Der in den Figuren 1 - 3 dargestellte Druckmittelmotor 1 besteht aus einem Zylindergehäuse 2, in das eine zylindrische Durchgangsbohrung 3 eingebracht ist. In der Durchgangsbohrung 3 ist ein Kolben 4 mit einer einseitig nach außen geführten Kolbenstange 5 axial verschiebbar geführt. Der Kolben 4 unterteilt die zylindrische Durchgangsbohrung 3 in zwei volumenveränderliche Arbeitskammern A,B. Das Zylindergehäuse 2 ist von einer Hülse 6 umgeben, die konzentrisch zu dem Zylindergehäuse 2 angeordnet ist. Zwischen der inneren Mantelfläche 7 der Hülse 6 und der äußeren Mantelfläche 8 des Zylindergehäuse 2 verbleibt dabei ein

Ringraum 9, der sich über die gesamte axiale Baulänge des Zylindergehäuse2 erstreckt. Hülse 6 und Zylindergehäuse 2 sind über vier gleichmäßig über den Umfang verteilt angeordneten Kunststoffleisten 10, die sich in axialer Richtung über die gesamte Baulänge des Zylindergehäuse2 erstrecken, miteinander verbunden. Durch die Anordnung der Kunststoffleisten 10, wird der Ringraum 9 in vier gleichgroße Teilräume 11 aufgeteilt, die voneinander abgedichtet sind.

[0010] Die Teilräume 11 werden jeweils durch ein Rohrsegmentelement 12, das sich über die gesamte axiale Baulänge des Zylindergehäuse2 erstreckt in je zwei Flachspalte 13 unterteilt, die jeweils parallel beabstandete zylindrisch verlaufende Begrenzungsflächen aufweisen. Die Rohrsegmentelemente 12 sind jeweils endseitig in einer Kunststoffleiste 10 gehalten, durch die eine Abdichtung der Flachspalte 13 voneinander erfolgt. Zwischen Zylindergehäuse 2 und Hülse 6 werden somit vier Ventile auf Basis elektrorheologischer Flüssigkeiten (a1, a2, b1, b2) gebildet, die jeweils zwei Flachspalten 13 aufweisen. In einer nichtdargestellten Ausführungsform könnten für jedes Ventil eine Vielzahl von parallel angeordneten Flachspalten vorgesehen sein.

[0011] Die elektrorheologischen Ventile a1, a2, b1, b2 sind als Kondensatoren ausgeführt, wobei die Elektrodenflächen einerseits durch die Begrenzungsflächen der Rohrsegmentelemente 12 und andererseits durch die innere Mantelfläche der Hülse 6 bzw. der äußeren Mantelfläche des Zylindergehäuse2 gebildet werden.

[0012] Die Rohrsegmentelemente 12 sind jeweils über einen aus dem Druckmittelmotor herausgeführten als elektrischen Anschluß dienenden isolierten Dorn 14 mit einer Hochspannungsversorgung verbunden und einzeln elektrisch ansteuerbar ausgeführt. Das Zylindergehäuse2 sowie die Hülse 6 sind jeweils geerdet. Die Kunststoffleisten 10 dienen der Isolation.

[0013] Das Zylindergehäuse2 ist endseitig mit Deckelteilen 15, 16 versehen, die mittig einen zylindrischen Ansatz 17 aufweisen, der jeweils die zylindrische Durchgangsbohrung 3 abschließt. Die Deckelteile 15, 16 besitzen die gleiche radiale Erstreckung wie die Hülse 6. In die Deckelteile 15, 16 sind jeweils zwei im wesentlichen halbzyklindrische Kammern 18, 19 bzw. 20, 21 eingebracht, die zu dem Zylindergehäuse2 sowie der das Zylindergehäuse2 umgebenden Hülse 6 weisen. Die Kammern 18, 19 bzw. 20, 21 sind über einen radial sich erstreckenden Trennsteg 22, 23 voneinander abgetrennt.

[0014] Die endseitig angeordneten Deckelteile 15, 16 sind um 90° verdreht zueinander angeordnet, so daß die Trennsteg 22, 23 senkrecht zueinander ausgerichtet sind. Die Kammer 18 ist über eine axiale in das Deckelteil 15 eingebrachte Durchgangsbohrung 24 mit einer Druckmittelpumpe verbunden. Die Kammer 19 ist über eine axiale in das Deckelteil 15 eingebrachte axiale Durchgangsbohrung 25 mit einem Tank verbunden. Die Kammer 20 steht über eine in das Zylindergehäuse2 eingebrachte Bohrung 26 mit der volumenveränderli-

chen Arbeitskammer A in Verbindung, die Kammer 21 steht über eine in das Zylindergehäuse2 eingebrachte Bohrung 27 mit der volumenveränderlichen Arbeitskammer B in Verbindung.

5 [0015] Aufgrund der oben beschriebenen Anordnung steht die Kammer 18 mit den elektrorheologischen Ventilen a1 und a2 und die Kammer 19 mit den elektrorheologischen Ventilen b1 und b2 in Verbindung. Weiterhin steht Kammer 20 mit den Flachspalten 13 der Ventile a1 und b2 sowie Kammer 21 mit den Flachspalten 13 der Ventile a2 und b1 in Verbindung.

10 [0016] Anhand von Figur 4, die eine schematische Darstellung der Verschaltung der vier elektrorheologischen Ventile zu einer Vollbrücke darstellt, wird die Funktionsweise bzw. Ansteuerung näher beschrieben. Die Linien bezeichnen die Strömungskanäle, durch die die elektrorheologische Flüssigkeit als Arbeitsfluid von einer Pumpe P kommend zu einem Tank gefördert wird. Zwischen der Pumpe P und dem Behälter T sind zwei 15 parallele Strömungszweige vorhanden. Der obere Zweig enthält in Reihe geschaltet die elektrorheologischen Ventile a1 sowie b2 der untere Strömungszweig die elektrorheologischen Ventile a2 und b1. Die elektrorheologischen Ventile sind schematisch als Kreisflächen dargestellt. Zwischen den elektrorheologischen Ventilen a1, b2 des oberen Strömungszweigs ist die volumenveränderliche Arbeitskammer A des Druckmittelmotors angeschlossen, zwischen den elektrorheologischen Ventilen a2, b1 des unteren Strömungszweigs ist 20 die volumenveränderliche Arbeitskammer B des Druckmittelmotors 1 angeschlossen. Soll der die Arbeitskammern A und B trennende Kolben 4 in Richtung der Kammer A bewegt werden, so werden die elektrorheologischen Ventile a1, b1 durch Anlegen einer elektrischen Spannung geschlossen, das heißt durch das in den Flachspalten 13 erzeugte elektrische Feld verändert die elektrorheologische Flüssigkeit ihre Viskosität von flüssig in fest. Die Druckseite der Pumpe fördert die elektrorheologische Flüssigkeit dann direkt über die Durchgangsbohrung 24 in die Kammer 18. Da das Ventil a1 gesperrt ist, wird die elektrorheologische Flüssigkeit durch das Ventil bzw. die Flachspalte 13 des Ventils a2 in die Kammer 21 gefördert und wird anschließend in die volumenveränderliche Arbeitskammer B gedrückt. 25 Hierdurch steigt der Druck in der Arbeitskammer B an. Der Druck in der Arbeitskammer A bleibt hingegen auf dem Niveau des Tankes, da das Ventil b2 geöffnet ist. Durch die Druckdifferenz der Arbeitskammer B und der Arbeitskammer A wird der Kolben 4 in Richtung der Arbeitskammer A bewegt. Die aus der Arbeitskammer A verdrängte elektrorheologische Flüssigkeit wird durch die Bohrung 26 in die Kammer 20 gedrückt. Da das Ventil a1 geschlossen ist, fließt die elektrorheologische Flüssigkeit durch die Flachspalte des Ventils b2 in die Kammer 19 und anschließend durch die Durchgangsbohrung 25 in den Tank. Soll der Kolben 4 in Richtung der Arbeitskammer B bewegt werden, so werden die elektrorheologischen Ventile a2, b2 gesperrt und die elek-

trorheologischen Ventile a1, b1 spannungslos und damit auf Durchgang geschaltet.

[0017] In einer nichtdargestellten Ausführungsform ist das Zylindergehäuse an der äußeren Mantelfläche mit vier Abflachungen versehen, die sich über die gesamte axiale Baulänge erstrecken und die jeweils eine Begrenzungsfläche eines Flachspaltes eines Ventils bilden. Diesen planen Begrenzungsflächen werden parallel beabstandet jeweils weitere als Elektrodenflächen ausgebildete Begrenzungsflächen zugeordnet, die in an das Zylindergehäuse angeflanschten Gehäuseabschnitten gebildet werden, so daß Flachspaltventile mit ebenen Spaltflächen entstehen.

[0018] Anstelle der Verwendung von einer elektrorheologischen Flüssigkeit als Druckmittel kann auch eine magnetorheologische Flüssigkeit eingesetzt werden. Bei der Verwendung von magnetorheologischen Flüssigkeiten werden anstelle der Elektrodenflächen elektrisch ansteuerbare Spulenordnungen vorgesehen.

Patentansprüche

1. Druckmittelmotor auf Basis elektrorheologischer Flüssigkeiten, bei dem ein in einem Zylindergehäuse geführter Kolben vorgesehen ist, der in dem Zylindergehäuse zwei volumenveränderliche Arbeitskammern bildet, einer Einlaßbohrung für die elektrorheologische Flüssigkeit die mit einer Druckmittelquelle (Pumpe) in Verbindung steht, einer Auslaßbohrung für die elektrorheologische Flüssigkeit die mit einem Tank in Verbindung steht und in dem Zylindergehäuse angeordneten Ventilen auf Basis elektrorheologischer Flüssigkeiten, die einen jeweils eine volumenveränderliche Arbeitskammer mit der Einlaßbohrung oder der Auslaßbohrung verbindenden Ventilspalt aufweisen, wobei die Begrenzungsflächen des Ventilspaltes als elektrisch ansteuerbare Elektrodenflächen ausgebildet sind, dadurch gekennzeichnet, daß die Begrenzungsflächen (7,8,12) einerseits durch an der äußeren Mantelfläche des Zylindergehäuses (2) gebildeten ersten Gehäuseabschnitten und andererseits durch diesen gegenüberliegend beabstandet angeordneten zweiten Gehäuseabschnitten gebildet werden.
2. Druckmittelmotor nach Anspruch 1, wobei ein Ringraum (9) durch eine konzentrisch zu dem Zylindergehäuse (2) beabstandet angeordnete Hülse (6) gebildet wird, der durch vier Kunststoffleisten in vier Teilräume (11) unterteilt wird und jeder Teilraum ein Ventil (a1,a2,b1,b2) bildet, wobei die Begrenzungsflächen des Ventilspaltes jedes Ventils (a1,a2,b1,b2) durch Mantelabschnitte der äußeren Mantelfläche (8) des Zylindergehäuses (2) und durch Mantelabschnitte der inneren Mantelfläche (7) der Hülse (6) gebildet werden.
3. Druckmittelmotor nach Anspruch 2, wobei die Teilräume (11) jedes Ventils (a1,a2,b1,b2) jeweils durch ein Rohrsegmentelement (12) in zwei Flachspalte (13) unterteilt wird und die Begrenzungsflächen jedes Ventils (a1,a2,b1,b2) durch die Begrenzungsflächen des Rohrsegmentelementes (12) einerseits und ein Mantelabschnitt der inneren Mantelfläche der Hülse (6) bzw. einem Mantelabschnitt der äußeren Mantelfläche des Zylindergehäuses (2) gebildet werden.
4. Druckmittelmotor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die volumenveränderlichen Arbeitskammern (A,B) jeweils über endseitig an dem Zylindergehäuse (2) angeordneten Deckelteilen (15,16) abgedichtet werden und in den Deckelteilen (15,16) Kammern (18,19,20,21) vorgesehen sind, durch die die Ventilspalte (13) der Ventile (a1,a2,b1,b2) mit der Einlaßbohrung (24) und der Auslaßbohrung (25) bzw. einer volumenveränderlichen Arbeitskammer (A,B) verbunden sind.
5. Druckmittelmotor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Ventile (a1,a2,b1,b2) als Vollbrücke miteinander verschaltet sind.
6. Druckmittelmotor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei magnetorheologische Flüssigkeit verwendet wird und die Ventile als magnetorheologische Ventile mit Spulenordnungen zur Erzeugung eines magnetischen Feldes ausgebildet sind.

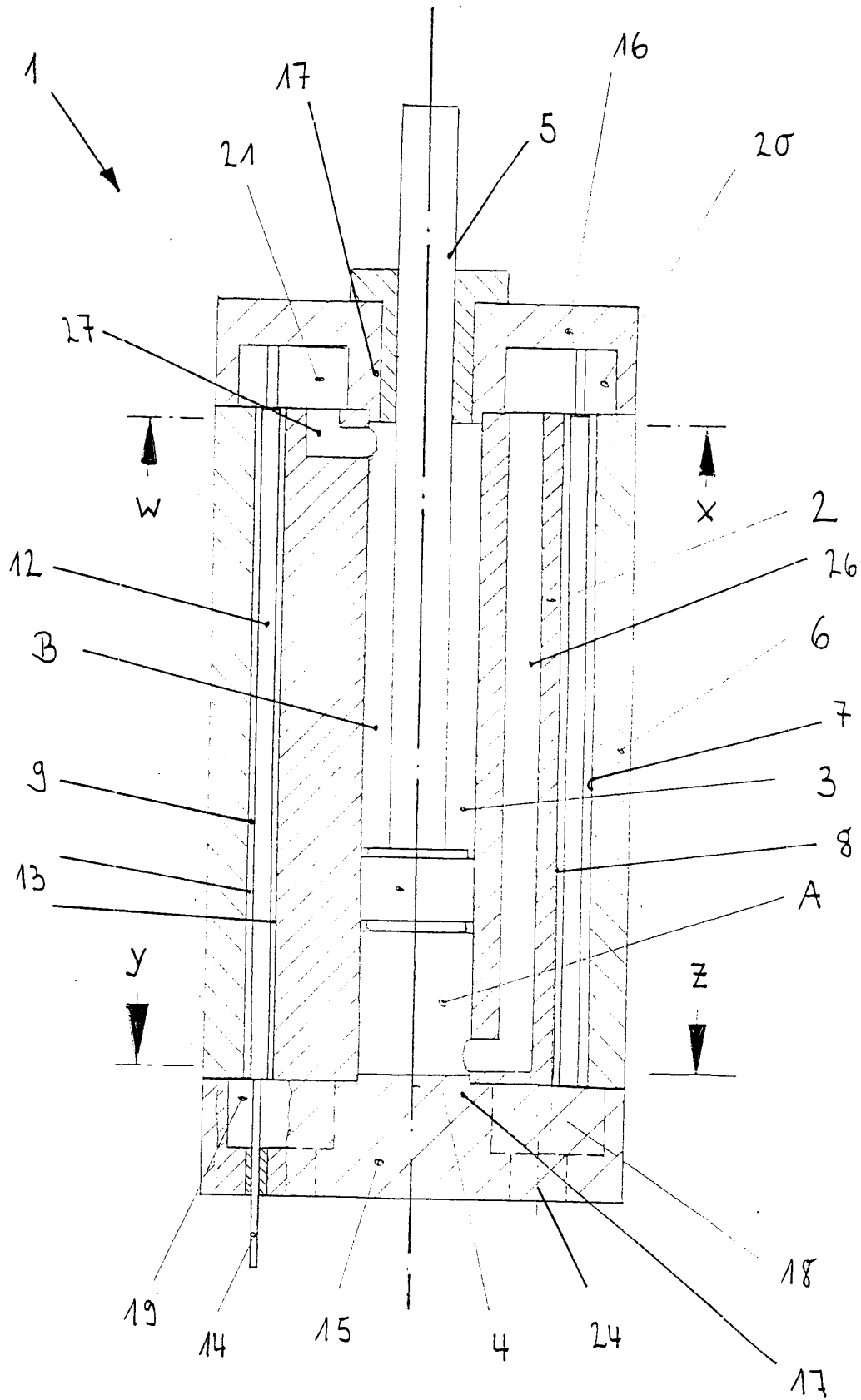
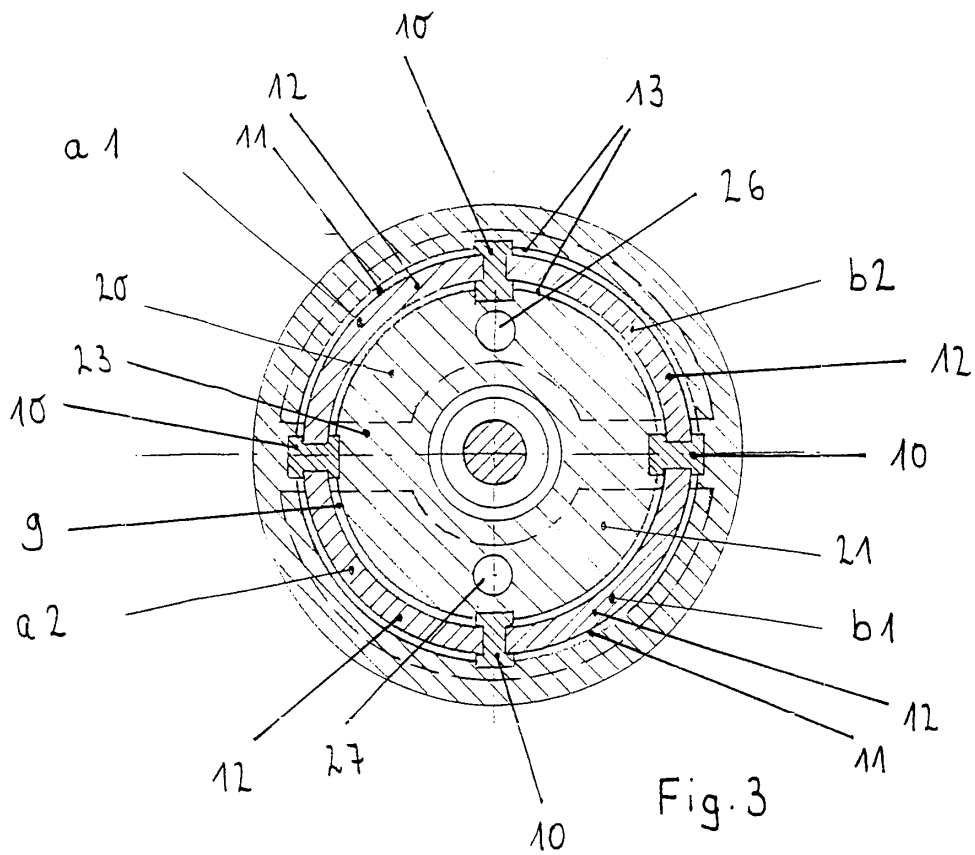
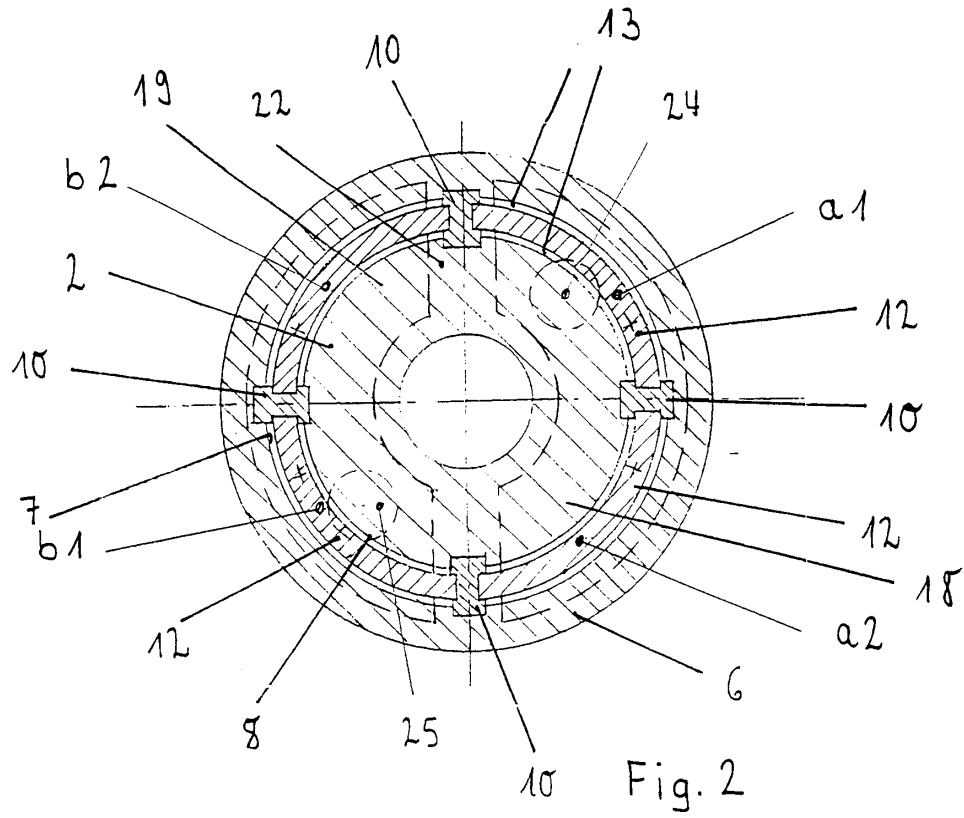


Fig. 1



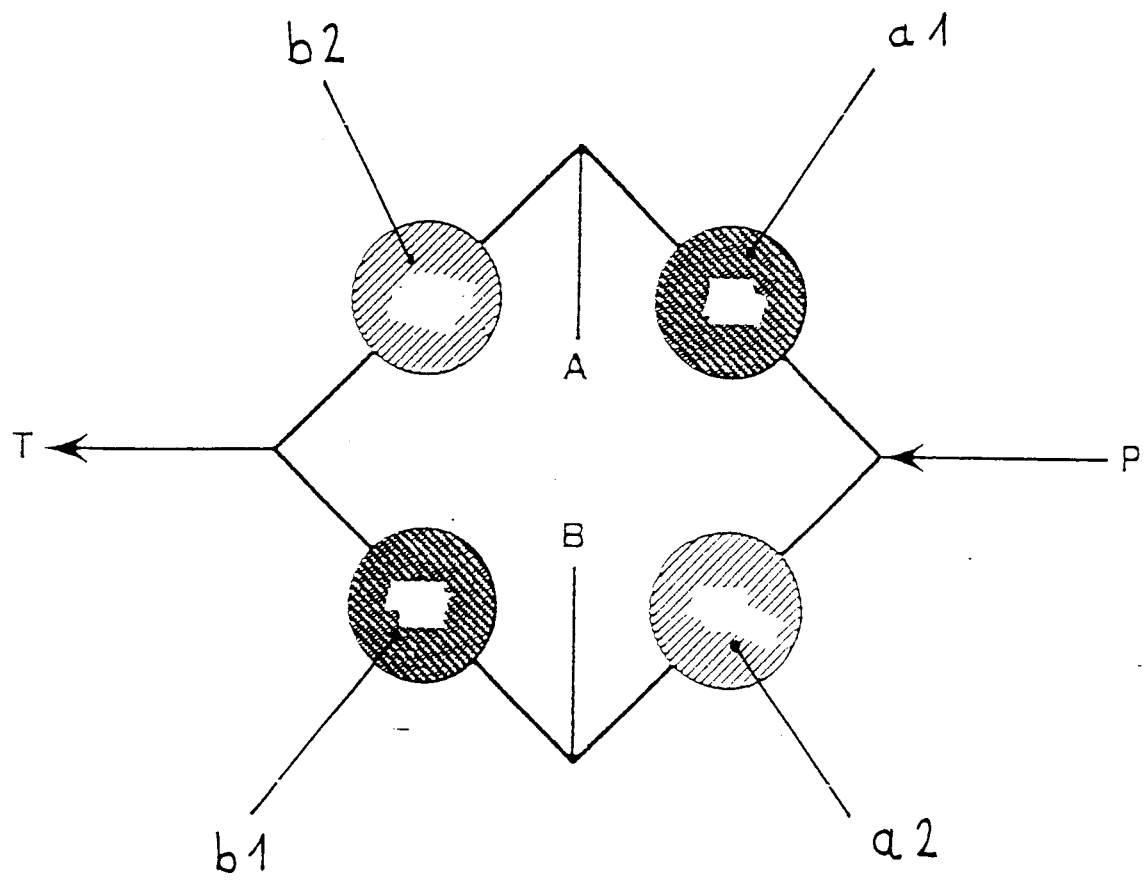


Fig. 4