

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11)

EP 1 344 945 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
17.09.2003 Patentblatt 2003/38

(51) Int Cl.7: **F15B 11/00, F15B 11/044**

(21) Anmeldenummer: **03090044.3**

(22) Anmeldetag: **20.02.2003**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HU IE IT LI LU MC NL PT SE SI SK TR**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK RO

(72) Erfinder:
• **Schopenhauer, Hartmut**
23569 Lübeck (DE)
• **Wiggers, Friedrich**
23617 Stockelsdorf (DE)

(30) Priorität: **14.03.2002 DE 10211299**

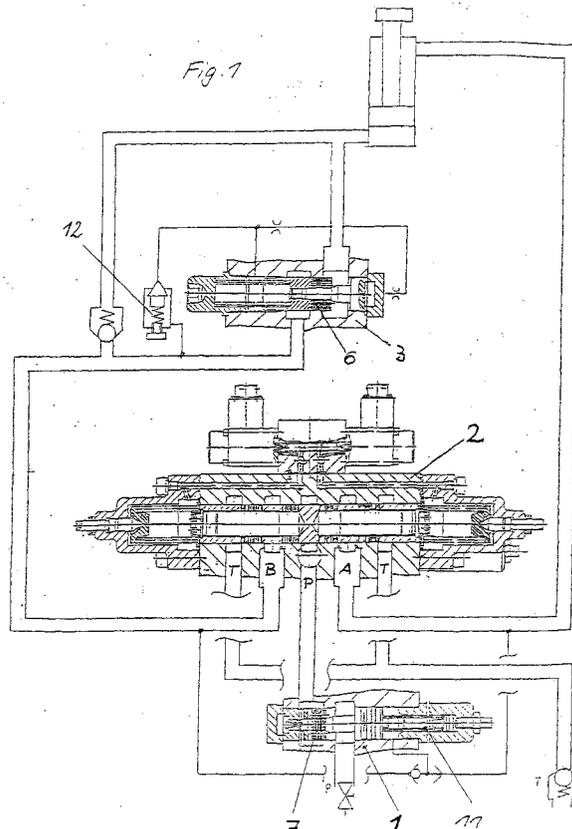
(74) Vertreter: **Köckeritz, Günter**
Radickestrasse 48
12489 Berlin (DE)

(71) Anmelder: **HOWALDSWERKE-DEUTSCHE
WERFT AG**
24143 Kiel (DE)

(54) **Ventilkombination**

(57) Ventilkombination für eine geräuscharme und regelbare Hydrauliksteuerung, bestehend aus einer Druckwaage, einem Lasthalteventil und einem Proportionalventil, deren Kolben in Bohrungen eines oder mehrerer Gehäuse, welche die Zu- und Ablaufräume

enthalten, axial verschiebbar angeordnet sind, wobei das Proportionalventil (2) mit einem Hohlkolben ausgestattet ist und das Lasthalteventil (3) und die Druckwaage (1) zum Abbau des Hauptteils des Energieüberschusses mit Kolben (4) mit Laminarscheibenstapeln (6) versehen sind.



EP 1 344 945 A2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Ventilkombination für eine geräuscharme und regelbare Hydrauliksteuerung nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1, insbesondere zur geräuscharmen Geschwindigkeitsregelung der Durchflussmenge flüssiger Medien von Hydraulikantrieben, - z.B. Zylinder und Motore - bei stark wechselnden Lastdrücken an den Verbrauchern und bei stark wechselnden Systemdrücken, wie z. B. in Speicheranlagen. Die Ventilkombination ist insbesondere für Schiffsrunderanlagen und ähnliche hydraulische Anlagen geeignet.

[0002] Die Erfindung geht von allgemein bekannten Steuerventilen aus, bei denen ein Kolben oder ein Schieber in einer zylindrischen Bohrung eines Gehäuses verschiebbar sind, wobei im Gehäuse angeordnete Zu - und Ablaufräume verbunden oder unterbrochen werden. Zur Geschwindigkeitsregelung werden üblicherweise Proportionalventile mit einer Druckwaage und gegebenenfalls mit einem Lasthalteventil kombiniert. Ein solches Ventil ist aus der DE 195 47 687 bekannt.

Wird z.B. ein Zylinder mit geringem Lastdruck und gleichzeitig mit hohem Systemdruck betrieben, muss das Überangebot an Energie gedrosselt werden und zwar derart, dass die Durchflussmenge im Proportionalsteuerventil trotz wechselndem Differenzdruck konstant bleibt. Das Drosseln des Überangebots an Energie erfolgt an den Steuerkanten der Druckwaage und gegebenenfalls des Lasthalteventils, wobei besonders nachteilig ist, dass sich dabei an diesen Steuerkanten eine erhebliche Geräuschabstrahlung einstellt, umso stärker, je größer die Differenz zwischen Last - und Systemdruck ist.

In der EP 0 253 322 B1 wird ein geräuscharmes Proportionalventil beschrieben, in dem der Energieabbau im Scheibenkolben des Proportionalventils selbst erfolgt. Ein weiteres derartiges Ventil ist aus der US 3 880 399 bekannt. Durch die sich in den Laminarscheibenstapeln einstellende laminare Strömung ist die Durchflussmenge jedoch stark viskositätsabhängig.

Da sich der Ventilkolben in eine vom Ansteuerstrom bestimmte Position und somit auch auf fest vorgegebene Strömungsquerschnitte einstellt, ergeben sich bei sich ändernden System - und Lastdruckverhältnissen und auch bei Viskositätsänderungen durch Temperaturschwankungen zwangsläufig auch unterschiedliche Durchflussmengen. Außerdem wird bei sich ändernden Einsatzfällen (z.B. Einsatz des Verbrauchers bei abweichendem System - oder Lastdruck) ein spezieller Kolben erforderlich oder die elektrische Ansteuerung des Proportionalventils muss geändert werden. Wird um die Regelbarkeit zu erreichen diesem Ventil eine Druckwaage in bislang üblicher Ausführung (Figur 7) vorgeschaltet, erfolgt der größte Teil des Energieabbaus unter starker Geräuschentwicklung wiederum in der Druckwaage, während sich die geräuschmindernde Wirkung der Laminarscheiben lediglich auf eine geringe Rest-

druckdifferenz auswirken kann.

[0003] Die Aufgabe der Erfindung besteht in der Verbesserung der aus dem Stand der Technik bekannten Lösungen, wobei eine Ventilkombination zu entwickeln war, welche es ermöglicht Hydraulikantriebe, wie z.B. Zylinder und Motore auch bei stark wechselnden Lastdrücken an den Verbrauchern und bei stark wechselnden Systemdrücken wie z.B. in Speicheranlagen, regelbar und gleichzeitig geräuscharm zu betreiben. Dabei kommt es darauf an, den Energieabbau so zu gestalten, dass einerseits die geräuschmindernde Wirkung an der Stelle des größten Energieabbaus erzielt wird und andererseits das Proportionalventil viskositätsunabhängig arbeitet. Hintergrund dafür sind letztendlich die extrem hohen Anforderungen im U-Bootbau, mit dem Wunsch, sich nahezu geräuschlos (signaturfrei) unter Wasser zu bewegen, zumal die Geräuscharmheit ein wesentliches Kriterium für ein U-Boot ist. Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe durch die Merkmale des Anspruchs 1 gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind in den zugehörigen Ansprüchen 2 bis 12 enthalten.

Die vorliegende Ventilkombination besteht demnach aus einer Druckwaage, einem Lasthalteventil und einem Proportionalventil, deren Kolben in Bohrungen eines oder mehrerer Gehäuse, welche die Zu- und Ablaufräume enthalten, axial verschiebbar angeordnet sind. Das Proportionalventil ist erfindungsgemäß mit einem Hohlkolben ausgestattet, wobei das Lasthalteventil und die Druckwaage zum Abbau des Hauptteils des Energieüberschusses mit Kolben mit Laminarscheibenstapeln versehen sind. Besonders wichtig ist dabei, dass die Verbindungsabschnitte in den Kolben bei der Druckwaage und beim Lasthalteventil auf der Ablaufseite aus einer Vielzahl von radialen Schlitzen und auf der Zulaufseite aus außermittig angeordneten axialen Kanälen bestehen, wobei das Medium vom Zulaufraum durch die axialen Bohrungen im Laminarscheibenstapel eintritt und radial durch die Schlitze in den Ablaufraum austritt.

[0004] Durch die erfindungsgemäße Kombination von Hohlkolben und Laminarscheibenkolben wird erreicht, dass der Energieabbau derart erfolgt, dass einerseits die geräuschmindernde Wirkung der Laminarscheiben an der Stelle des größten Energieabbaus - nämlich in der Druckwaage und im Lasthalteventil - erzielt wird und andererseits das Proportionalventil mit einem kleinen Restenergieabbau geregelt unabhängig von der sich unter Umständen ändernden Viskosität arbeiten kann. Mit der vorliegenden Lösung wird eine erhebliche Geräuschminimierung bei gleichzeitiger Regelbarkeit erreicht. Das aus dem Stand der Technik bekannte Proportionalventil mit Scheibenkolben ist für sich allein zwar geräuscharm, aber nicht regelbar. Mit einer Ventilkombination wurde zwar die Regelbarkeit erreicht, dabei wurde jedoch die Geräuschminderung aufgehoben. Mit der Erfindung wird demnach eine Lehre vorgestellt, die eine geräuschmindernde Wirkung für die verschiedenen Regel- und Steuerfälle ermöglicht. Mit der erfindungsgemäßen Ventilkombination wird der gesamt-

te Bereich in Bezug auf Druck- und Viskositätsänderungen abgedeckt. Ein erheblicher Vorteil der vorliegenden Erfindung besteht weiterhin darin, dass völlig unabhängig von den verschiedensten auf die Hydraulikantriebe einwirkenden Umweltbedingungen, die jeweils andere Stellkräfte nach sich ziehen, und unabhängig von der augenblicklichen Druckhöhe in der Speicheranlage des Hydrauliksystems (ein erforderlicher Minimaldruck wird vorausgesetzt), durch die Ausstattung der Druckwaage und des Lasthalteventils mit Laminarscheiben, wobei der Druckabfall zwischen den einzelnen Scheiben und nicht am Austritt erfolgt, die Steuerung und Regelung der Antriebe so geräuscharm wie möglich erfolgen kann. Das Ziel der geringstmöglichen Geräuschabstrahlung bei gleichzeitig geregelter Durchfluss lässt sich bei bekannten Lösungen nur für bestimmte Situationen erreichen. Diese tritt jedoch nur ein, wenn sowohl der erforderliche Lastdruck den der Stellzylinder benötigt, als auch der Druck im Hydrauliksystem den "Idealpunkt" einnehmen, was in der Praxis quasi nie der Fall ist. Im Ergebnis liegt deshalb eine wesentlich höhere Geräuschabstrahlung vor als bei der erfindungsgemäßen Lösung.

[0005] In einer bevorzugten Ausführung werden die axialen Kanäle der Scheiben durch unterschiedliche Bohrungen auf verschiedenen Teilkreisdurchmessern gebildet und die radialen Austrittsschlitze sind durch Abdrehen der Scheibendicke bis zu den inneren Bohrungen mit gleicher oder variabler Breite gestaltet.

Die Schlitzbreite ist durch Abstandsscheiben zwischen nicht abgedrehten Scheiben erzeugbar und/oder variierbar. Die radialen Austrittsschlitze sind mit gleicher oder variabler Breite durch Ausfräsungen bis zu den Bohrungen gestaltet.

Der Scheibenstapel weist je nach Anforderung an die Charakteristik gleiche oder auch unterschiedliche Schlitzbreiten zwischen den Scheiben auf.

Die Summe aller Querschnitte ermöglicht im Laminarscheibenstapel eine laminare Strömung des Medium, wobei der Druckabfall nicht am Übergang von den Schlitzen zum Austrittsraum, sondern in den Schlitzen zwischen den einzelnen Scheiben erfolgt. In einer anderen Ausführungsform ist die Schlitzbreite durch Abstandsscheiben zwischen nicht abgedrehten Scheiben erzeugbar und/oder variierbar. Auf diese Weise entsteht ein Kolben oder Schieber, der aus einer Vielzahl zusammengefügtter Teile besteht und der äußerst schmale Verbindungsräume besitzen kann, in dem jedoch die Strömung im wesentlichen laminar fließt.

Die Verbindungsabschnitte bestehen beim Kolben des Proportionalventils auf der Ablaufseite aus einer Vielzahl von unterschiedlich großen in mehreren parallelen Reihen am Kolbenumfang angeordneten radialen Bohrungen und auf der Zulaufseite aus mindestens zwei zentrischen axialen Bohrungen.

Druckwaage, Lasthalteventil und Proportionalventil sind als separate Bauteile miteinander verrohrt oder zu einem gemeinsamen Steuerblock zusammengefasst. Der

Steuerblock besteht vorzugsweise aus Kugelgraphitguß oder auch aus anderen z.B. aus a- magnetischen Werkstoffen.

[0006] Vereinfacht dargestellte, bevorzugte Ausführungsbeispiele sind in den beigefügten Zeichnungen schematisch wiedergegeben.

[0007] Es zeigen:

Figur 1: Schnittdarstellung der Ventilkombination,
Figur 1a: Ventilkombination in einer Verrohrungs-
version,

Figur 1b: Ventilkombination in Blockbauweise,
Figur 2: Kolben der Druckwaage bzw. des Lasthalte-
teventils,

Figur 3: Laminarscheibe in Ausführung A,
Figur 4: Laminarscheibe in Ausführung B,
Figur 5: Durchströmungsrichtung der Laminar-
scheiben,

Figur 6: Proportionalventil mit Hohlkolben.

Figur 7: Druckwaage in bislang üblicher Ausfüh-
rung

[0008] Die nachstehend beschriebene Erfindung stellt eine Ventilkombination dar - bestehend aus Druckwaage 1, Proportionalsteuerschieber 2 und Lasthalteventil 3 deren Ziel es ist, Hydraulikantriebe - z.B. Zylinder und Motore - gleichzeitig geräuscharm und regelbar zu betreiben, und das bei stark wechselnden Lastdrücken an den Verbrauchern und bei stark wechselnden Systemdrücken wie z.B. in Speicheranlagen.

Die Erfindung geht von einem allgemein bekannten Aufbau einer Steuerung aus, wie aus Figur 1 ersichtlich.

Die drei Bestandteile der Steuerung können als separate Bauteile miteinander verrohrt werden, wie schematisch in Figur 1a dargestellt, oder aber auch zu einem gemeinsamen Steuerblock zusammengefasst werden wie in Figur 1b gezeigt. Die Steuerblöcke können sowohl aus dem üblicherweise verwendeten Kugelgraphitguß als auch bei besonderen Anforderungen aus a - magnetischen Werkstoffen hergestellt werden. Figur 2 zeigt den Kolben 4 der Druckwaage 1 bzw. des Lasthalteventils 3 mit Laminarscheiben 6. Figur 3 zeigt eine Laminarscheibe 6a in Ausführung A. Figur 4 zeigt eine Laminarscheibe 6b in Ausführung B. Figur 5 zeigt die Durchströmungsrichtung eines Laminarscheibenstapels 6 aus Laminarscheiben 6a der Ausführung A. Die Pfeile geben den Strömungsverlauf des durchströmenden Mediums an. Figur 6 zeigt das Proportionalventil 2 mit Hohlkolben 5.

[0009] Das Ziel der Erfindung - ein geräuscharmer und gleichzeitig auch ein geregelter Betrieb von Hydraulikverbrauchern - wird bei dieser Ventilkombination mit dem Einsatz der Laminarscheiben 6a, 6b (Fig. 3 bzw. 4) im Lasthalteventil 3 und in der Druckwaage 1 in Verbindung mit einem Hohlkolben 5 im Proportionalventil 2 erreicht.

Die Laminarscheibenstapel 6 in der Druckwaage 1 und im Lasthalteventil 3 können verschiedenartig gestaltet

und geschichtet sein.

Figur 5 zeigt die Durchströmungsrichtung des Laminarscheibenstapels 6. Wichtig bei der Durchströmung ist, dass das Medium vom Zulaufraum 7 durch die axialen Bohrungen 8 im Scheibenstapel 6 eintritt und radial durch die Spalte 9 in den Ablaufraum 10 austritt.

In Fig. 3 ist das Beispiel einer Laminarscheibe 6a gezeigt, bei der die axialen Kanäle durch unterschiedliche Bohrungen 8 auf verschiedenen Teilkreisdurchmessern gebildet werden, die radialen Austrittsspalte 9 können durch Abdrehen der Scheibendicke bis zu den inneren Bohrungen mit variabler Breite gestaltet werden. Die Spaltbreite kann auch durch Abstandsscheiben zwischen nicht abgedrehten Laminarscheiben erzeugt bzw. variiert werden.

Fig. 4 zeigt eine Scheibenvariante 6b, bei der die Spalte 9 durch Ausfräsen bis zu den Bohrungen 8 erzeugt werden. Die Scheibenstapel 6 können auch derart gestaltet sein, dass sich unterschiedliche Spaltbreiten zwischen den einzelnen Scheiben ergeben. In jedem Fall ist sichergestellt, dass bei entsprechender Schichtung die Summe aller Querschnitte im Laminarscheibenstapel 6 eine laminare Strömung ermöglicht und dass der Druckabfall in den Spalten zwischen den einzelnen Scheiben erfolgt und nicht am Übergang von den Scheiben in den Ablaufraum 10.

Druckwaage 1 und Lasthalteventil 3 stellen sich in bekannter Weise automatisch auf die augenblickliche Lastdruck - bzw. Systemdrucksituation ein. D.h., im Zusammenwirken der Differenz der auf den beiden Kolbenseiten anstehenden Last - bzw. Systemdrücke und der an der jeweiligen Ventildfeder 11 und 12 eingestellten Vorspannkraft verschieben sich die Kolben 4 selbsttätig in die erforderliche Regelstellung. Somit verbinden - dem erforderlichen Energieabbau entsprechend - mehr oder weniger viele Spalte 9 des Laminarscheibenstapels 6 durch Längsverschiebung der Kolben 4 den Zulaufquerschnitt 7 mit dem Ablaufquerschnitt 10 des Lasthalteventils 3 bzw. der Druckwaage 1.

Der Kolben des Proportionalventils (Fig. 6) dagegen ist als Hohlkolben 5 ausgeführt, bei dem die Verbindung zwischen den jeweiligen Zu - und Ablaufanschlüssen über im Kolben angebrachte radiale Bohrungen 5b und den axialen Bohrungen 5a bzw. 5a' erfolgt. Und zwar je nach Kolbenstellung über 5a von P nach B bzw. von B nach T und über 5a' von P nach A bzw. von A nach T. Die Bohrungen 5b können unterschiedliche Durchmesser aufweisen und sind in mehreren parallelen Reihen am Kolbenumfang angeordnet, um den erforderlichen Strömungsquerschnitt zu gewährleisten. Die Bohrungen ergeben im Gegensatz zu den Laminarscheiben bei gleichem Strömungsquerschnitt eine kleinere benetzte Oberfläche mit turbulenter Strömung, wodurch der Strömungsbeiwert und damit die Durchflussmenge unabhängig von der Ölviskosität wird und somit nur noch von der Druckdifferenz am Hauptsteuerkolben abhängt. Die Druckdifferenz wird von der Einstellung der Vorspannung an der Feder 11 der Druckwaage 1 bestimmt. Um

trotz turbulenter Strömung in den Bohrungen geräuscharm zu bleiben, wird die Druckdifferenz am Steuerkolben 5 mit ca. 4 bar entsprechend niedrig eingestellt.

[0010] Anders als in EP 0 253 322 B1 erfolgt der Druckabbau also nicht in den Laminarscheibenstapeln des eigentlichen Steuerschiebers, sondern in den Scheibenstapeln 6 der Druckwaage 1 bzw. des Lasthalteventils 3. Bei der erfindungsgemäßen Lösung zur Geräuschminderung bei gleichzeitiger Regelbarkeit der Durchflussmenge wird der größte Anteil des Druckgefälles geräuscharm in den Laminarscheibenstapeln 6 der Druckwaage 1 bzw. des Lasthalteventils 3 abgebaut, während das von der Druckwaage 1 bestimmte geringe Restdruckgefälle die Regelbarkeit der Durchflussmenge ermöglicht. Das ist die wesentliche Verbesserung gegenüber dem im Stand der Technik beschriebenen Ventil.

Ein weiterer Vorteil des Einsatzes von Laminarscheiben in Druckwaage und Lasthalteventil besteht darin, dass die Schichtung des Scheibenstapels (Anzahl, schmale oder breite Spalte mit unterschiedlichen Ausformungen) noch auf der Baustelle vorgenommen werden kann, um das Gesamtsystem zu optimieren, ohne dass eine mechanische Bearbeitung am Hauptsteuerkolben zu erfolgen hat. Wichtig für die Austauschbarkeit der Scheiben ist lediglich, dass Lage und Durchmesser der axialen Bohrungen übereinstimmen, da es sonst zu Querschnittsverengungen bzw. zu Strömungsumlenkungen kommt.

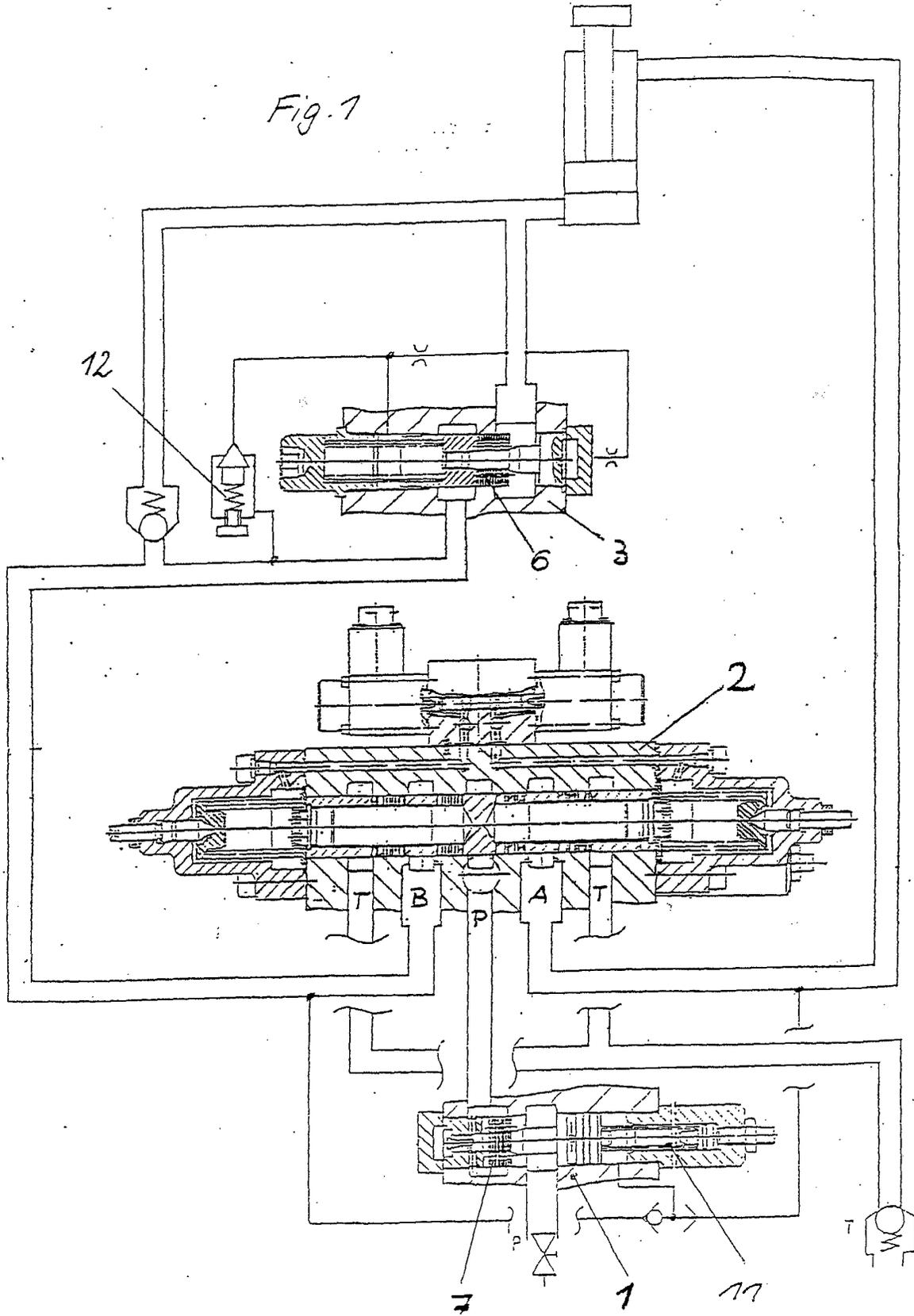
Liste der verwendeten Bezugszeichen

[0011]

35	1-	Druckwaage
	2-	Proportionalventil
	3-	Lasthalteventil
	4-	Scheibenkolben
	5-	Hohlkolben
40	5a,5a'-	axiale Bohrungen im Hohlkolben
	5b-	radiale Bohrungen im Hohlkolben
	6-	Laminarscheiben bzw. Laminarscheibenstapel
	6a-	Laminarscheibe Ausführung A
45	6b-	Laminarscheibe Ausführung B
	7-	Zulaufraum für das Medium
	8-	axiale Bohrung in den Laminarscheiben bzw. im Scheibenstapel
	9-	Austrittsschlitze
50	10-	Ablaufraum für das Medium
	11-	Ventildfeder der Druckwaage
	12-	Ventildfeder des Lasthalteventils
	13-	Tankleitung
	14-	Druckleitung
55	Z-	Zulaufrichtung des Mediums
	A-	Ablaufrichtung des Mediums

Patentansprüche

1. Ventilkombination für eine geräuscharme und regelbare Hydrauliksteuerung, bestehend aus einer Druckwaage, einem Lasthalteventil und einem Proportionalventil, deren Kolben in Bohrungen eines oder mehrerer Gehäuse, welche die Zu- und Abblaufräume enthalten, axial verschiebbar angeordnet sind, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Proportionalventil (2) mit einem Hohlkolben (5) ausgestattet ist und das Lasthalteventil (3) und die Druckwaage (1) zum Abbau des Hauptteils des Energieüberschusses mit Kolben (4) mit Laminarscheibenstapeln (6) versehen sind, wobei die Verbindungsabschnitte in den Kolben bei der Druckwaage (1) und beim Lasthalteventil (2) auf der Ablaufseite aus einer Vielzahl von radialen Schlitzen und auf der Zulaufseite aus außermittig angeordneten axialen Kanälen bestehen.
2. Ventilkombination nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Medium in die Kolben von Druckwaage (1) und Lasthalteventil (2) vom Zulaufraum (7) durch die axialen Bohrungen (8) im Laminarscheibenstapel (6) eintritt und radial durch die Schlitze (9) in den Ablaufraum (10) austritt.
3. Ventilkombination nach einem der obigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die axialen Kanäle der Laminarscheiben (6) durch unterschiedliche Bohrungen (8) auf verschiedenen Teilkreisdurchmessern gebildet werden und die radialen Austrittsschlitze (9) durch Abdrehen der Scheibendicke bis zu den inneren Bohrungen (8) mit gleicher oder variabler Breite gestaltet sind.
4. Ventilkombination nach einem der obigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schlitzbreite durch Abstandsscheiben zwischen nicht abgedrehten Scheiben erzeugbar und/oder variierbar ist.
5. Ventilkombination nach einem der obigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die radialen Austrittsschlitze (9) mit gleicher oder variabler Breite durch Ausfräsungen bis zu den Bohrungen (8) gestaltet sind.
6. Ventilkombination nach einem der obigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Laminarscheibenstapel (6) gleiche und/oder unterschiedliche Schlitzbreiten zwischen den Scheiben aufweist.
7. Ventilkombination nach einem der obigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Summe aller Querschnitte im Laminarscheibenstapel (6) eine laminare Strömung des Medium ermöglicht, wobei bei der Druckabfall nicht am Übergang von den Schlitzen zum Austrittsraum, sondern in den Schlitzen zwischen den einzelnen Scheiben erfolgt.
8. Ventilkombination nach einem der obigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Verbindungsabschnitte beim Hohlkolben (5) des Proportionalventils (2) auf der Ablaufseite aus einer Vielzahl von unterschiedlich großen in mehreren parallelen Reihen am Kolbenumfang angeordneten radialen Bohrungen (5b) und auf der Zulaufseite aus mindestens zwei zentrischen axialen Bohrungen (5a,5a') bestehen.
9. Ventilkombination nach einem der obigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** Druckwaage (1), Lasthalteventil (3) und Proportionalventil (2) als separate Bauteile miteinander verrohrt sind.
10. Ventilkombination nach einem der obigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** Druckwaage (1), Lasthalteventil (3) und Proportionalventil (2) zu einem gemeinsamen Steuerblock zusammengefasst sind.
11. Ventilkombination nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Steuerblock aus Kugelgraphitguß besteht.
12. Ventilkombination nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Steuerblock aus a-magnetischen Werkstoffen besteht.



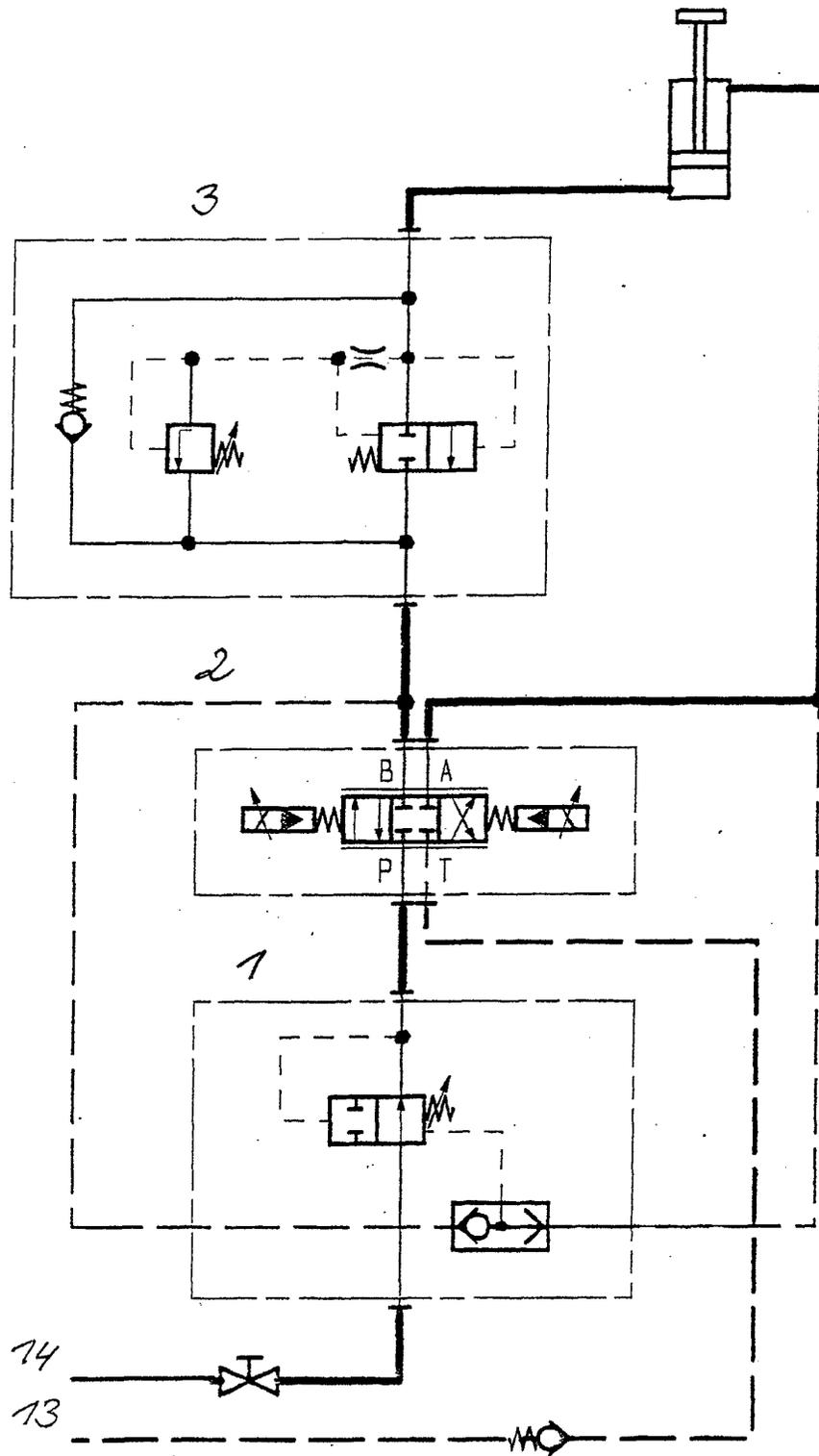


Fig. 1a

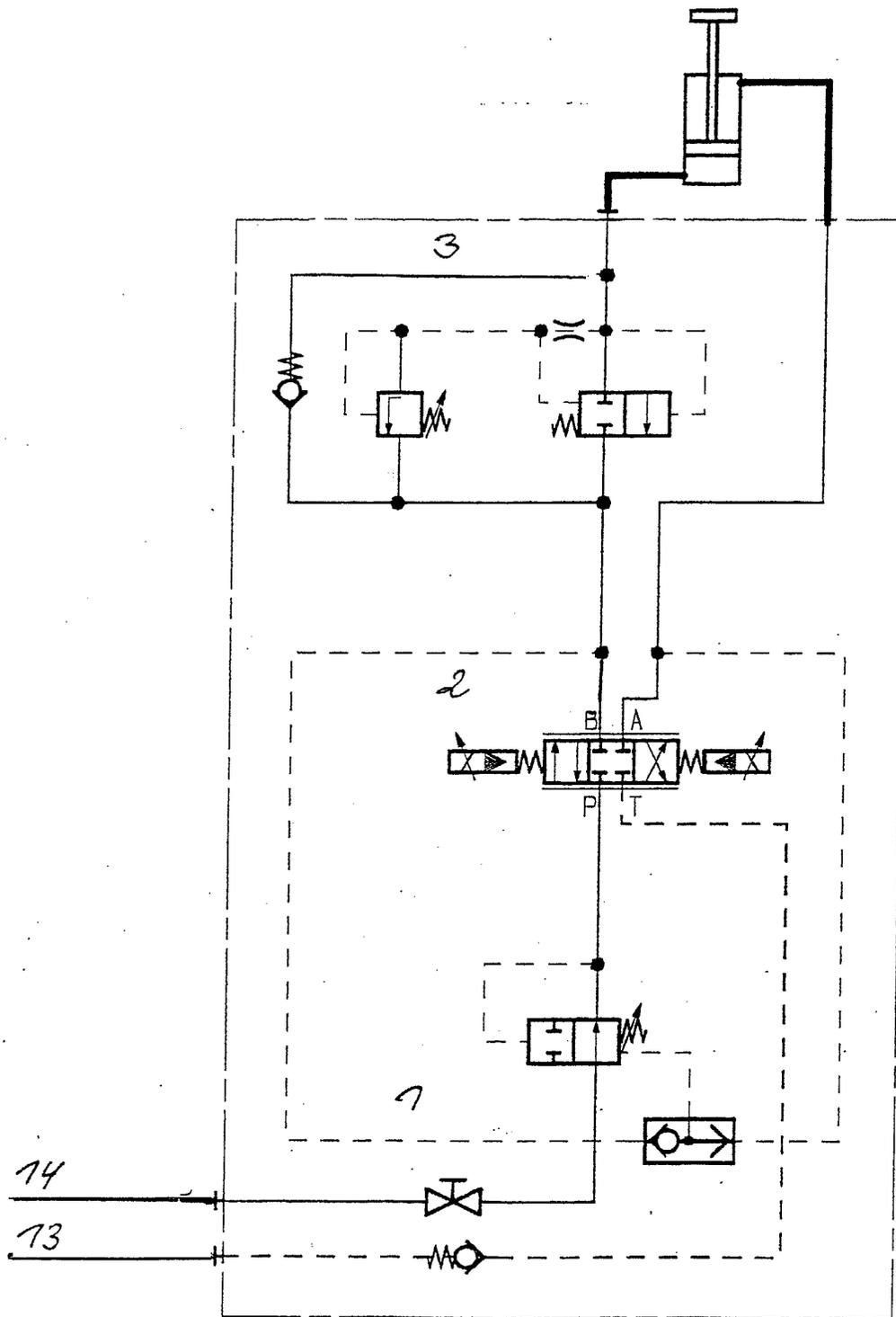
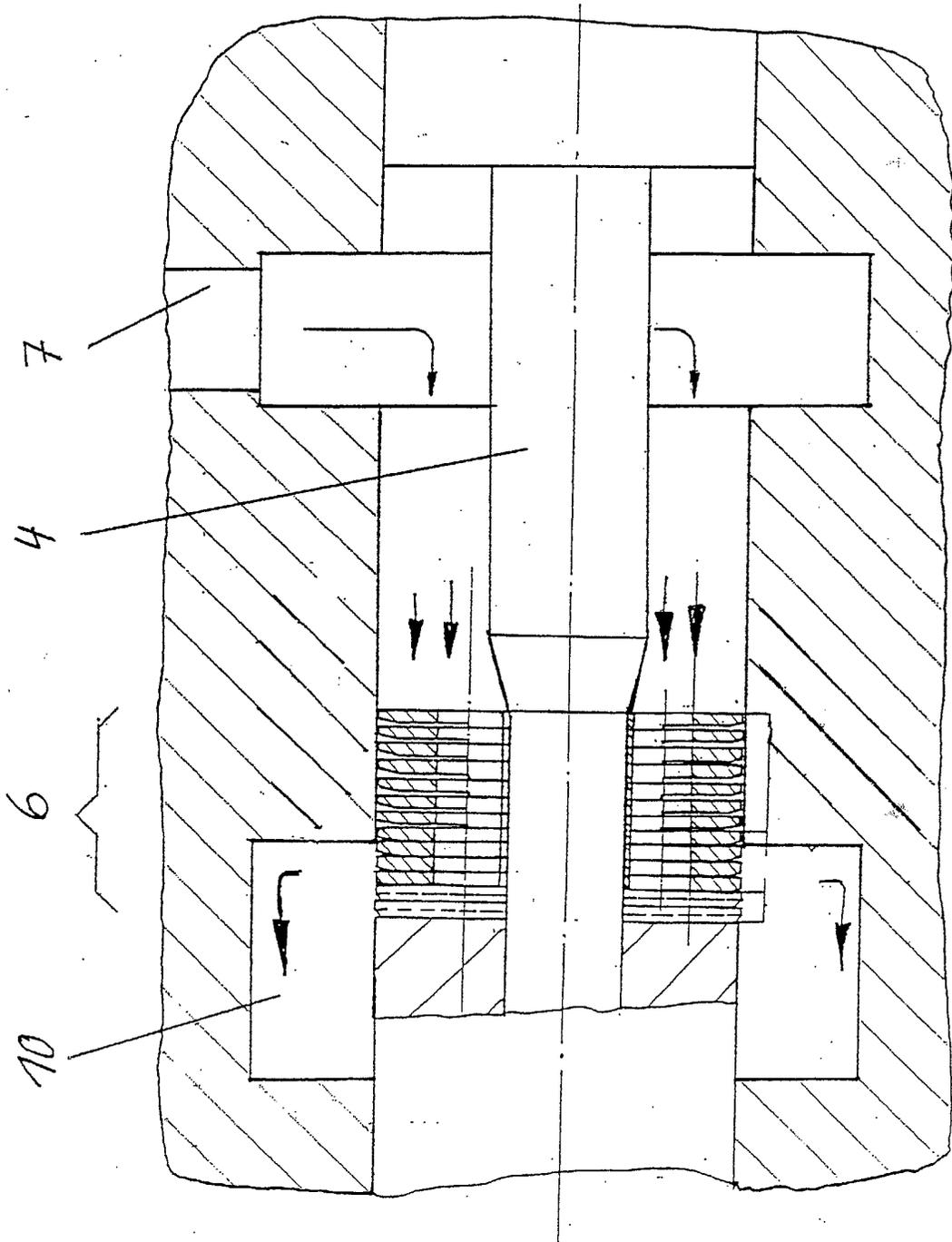


Fig. 16

Fig. 2



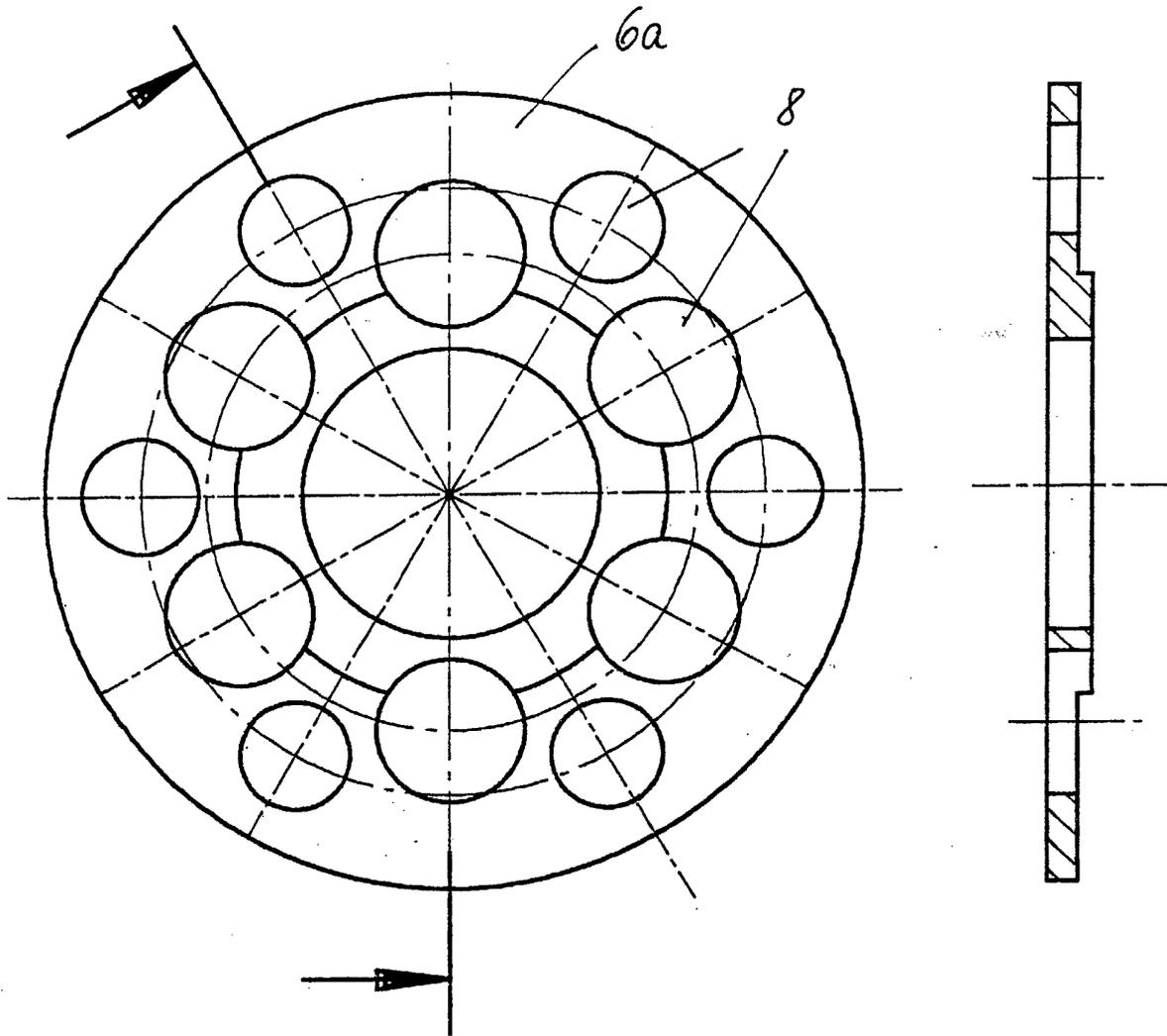


Fig. 3

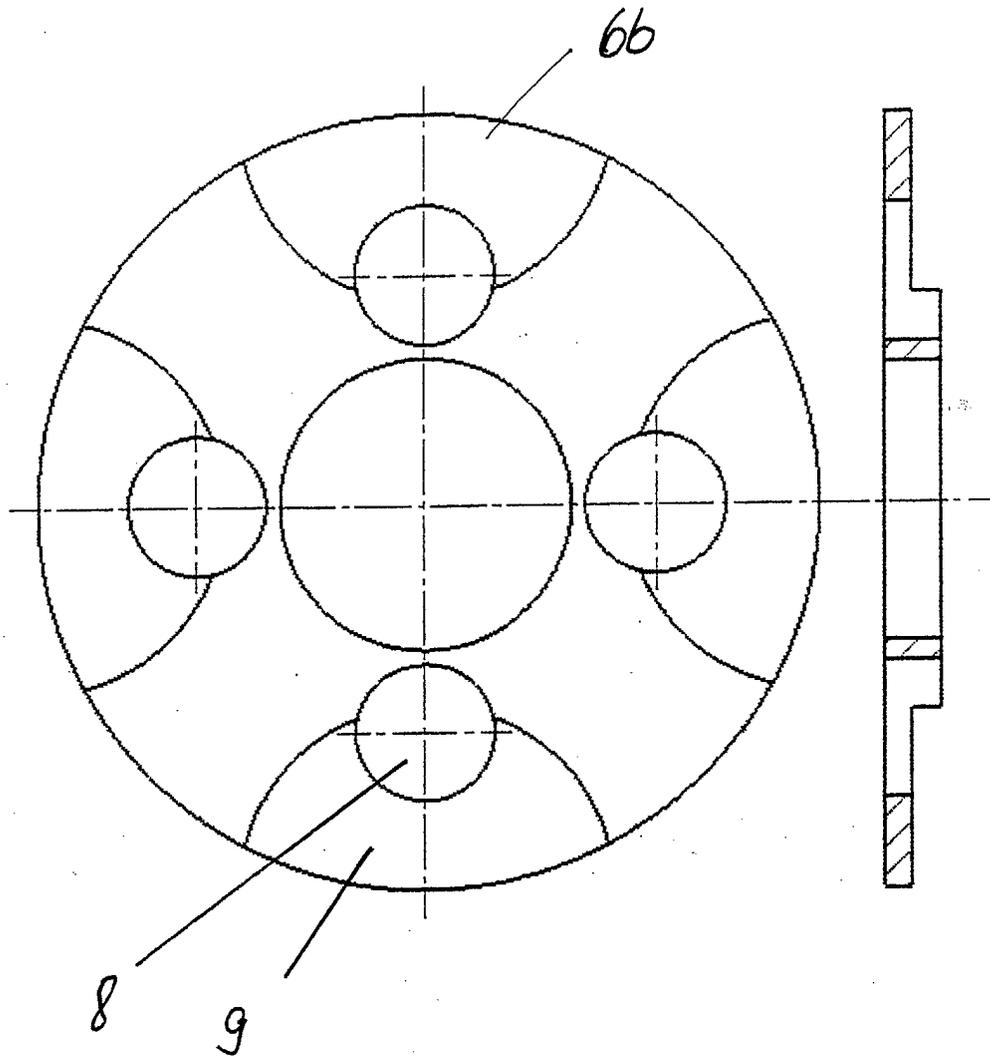


Fig. 4

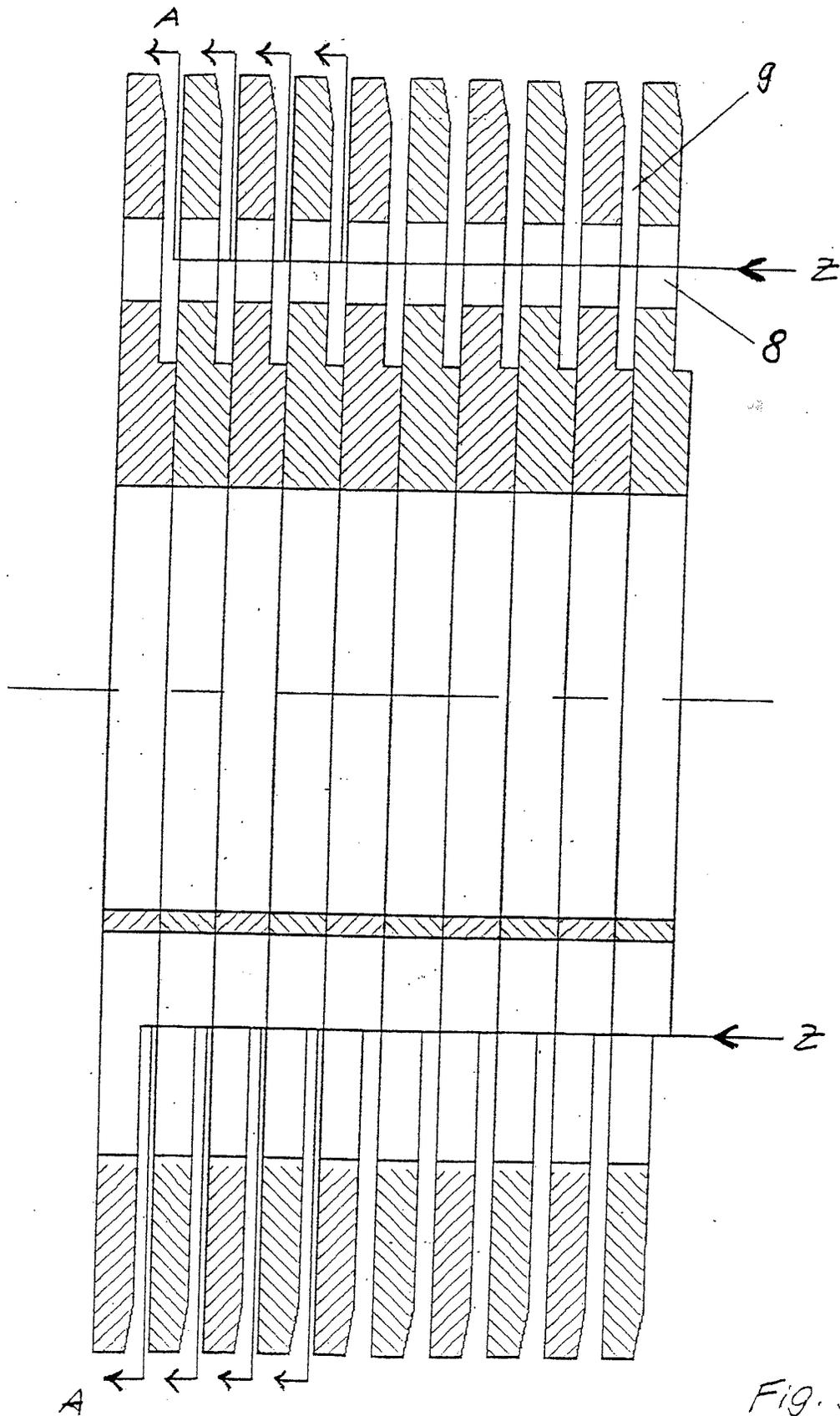


Fig. 5

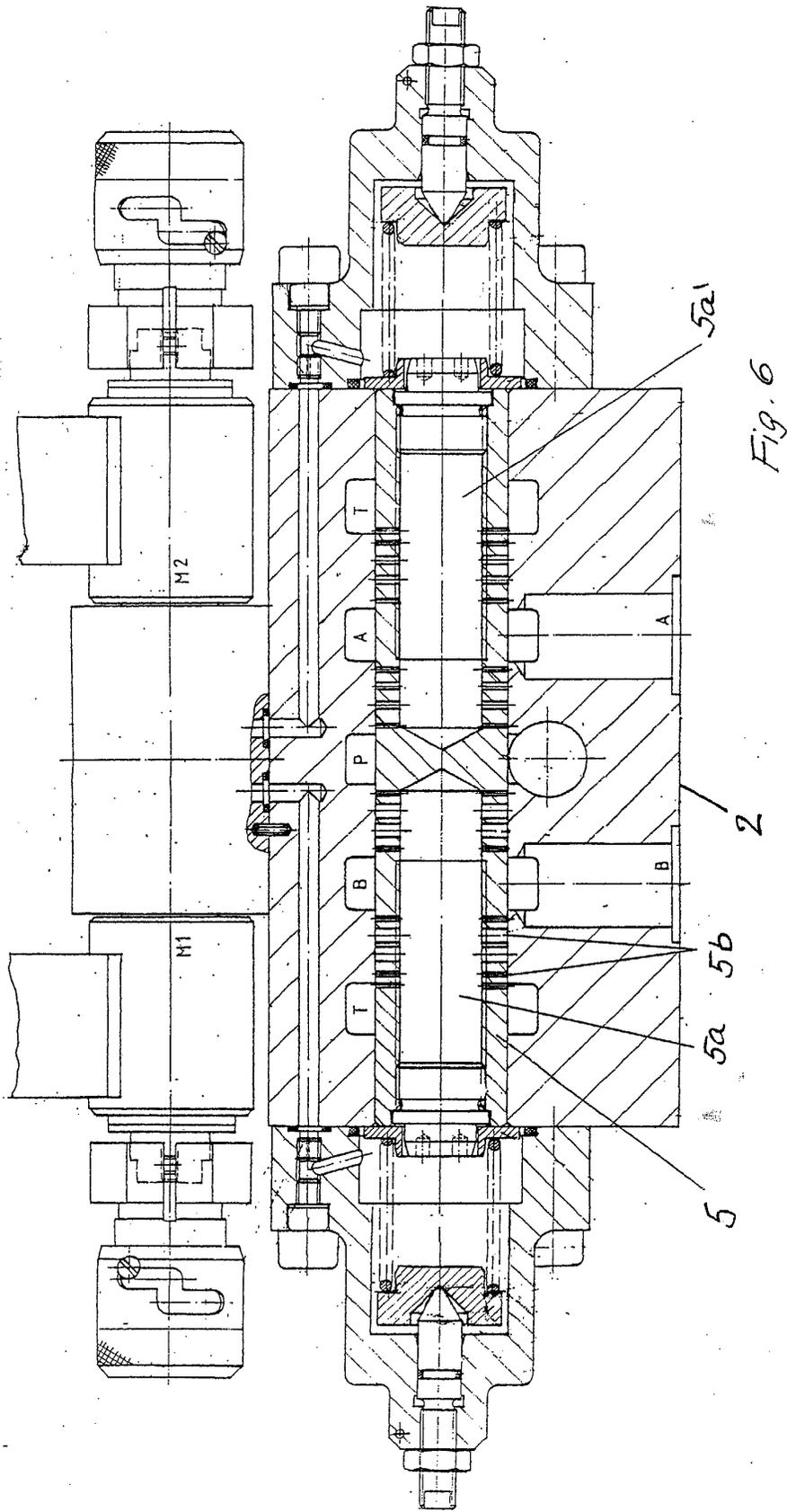


Fig. 6

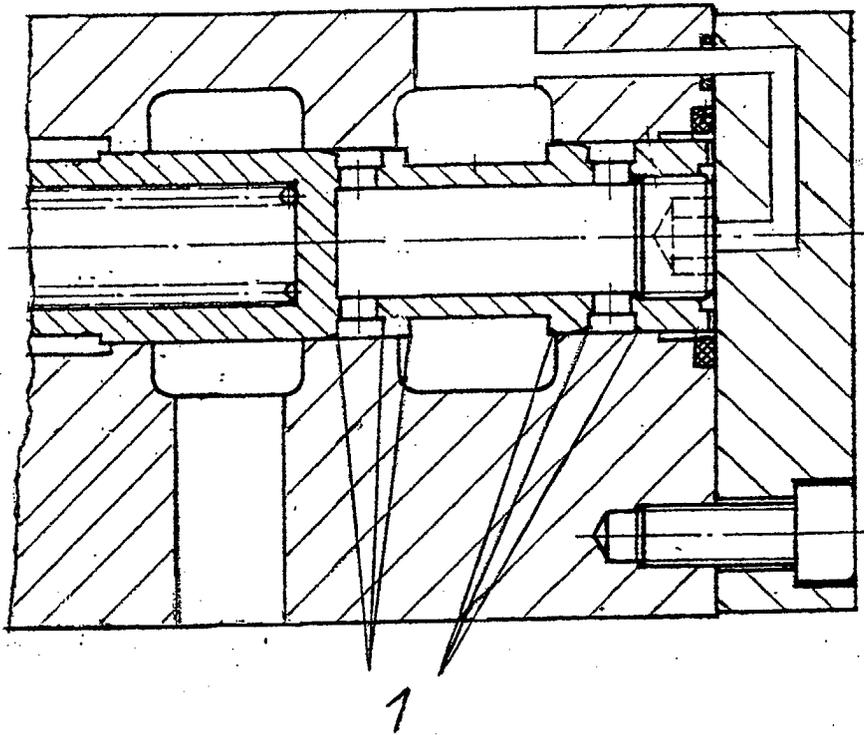


Fig. 7