



(19) Republik  
Österreich  
Patentamt

(11) Nummer: AT 398 114 B

(12)

# PATENTSCHRIFT

(21) Anmeldenummer: 492/92

(51) Int.Cl.<sup>5</sup> : F15B 13/044  
F16K 31/06

(22) Anmeldetag: 12. 3.1992

(42) Beginn der Patentdauer: 15. 1.1994

(45) Ausgabetag: 26. 9.1994

(56) Entgegenhaltungen:

DE-OS2928005 DE-OS3402118 DE-OS3900949 US-PS4150695  
US-PS4875501

(73) Patentinhaber:

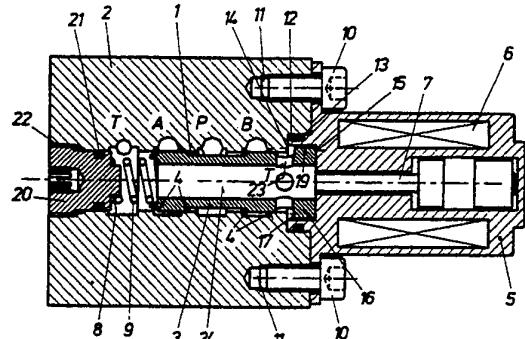
HOERBIGER FLUIDTECHNIK GMBH  
D-8920 SCHONGAU (DE).

(72) Erfinder:

HUBER GERHARD DIPLO.ING.  
FRANKENHOFEN (DE).

## (54) PROPORTIONAL-WEGEVENTIL

(57) Ein in einer Bohrung (1) eines Gehäuses (2) axial beweglicher Ventilkolben (3) wird von einer Betätigungsseinrichtung (5) einseitig mit steuerbarer Kraft belastet und ist auf der anderen Seite an einer relativ zum Gehäuse (2) an einer Anlage (8) abgestützten Federeinrichtung (9) abgestützt. Die beiden Endstellungen des Ventilkolbens (3) sind durch relativ zum Gehäuse (2) festliegende Anschläge (14, 15) bestimmt, womit definierte Volumenströme in den Endstellungen realisiert werden können. Zur definierten Festlegung des Zusammenhangs zwischen Größe der Betätigungs kraft und Stellung des Ventilkolbens (3) ist weiters die Anlage (8) der Federeinrichtung (9) einstellbar.



AT 398 114 B

Die Erfindung betrifft ein Proportional-Wegeventil, mit einem in einer Bohrung eines Gehäuses axial beweglichen Ventilkolben, der mit gehäuseseitigen Steueröffnungen zusammenwirkende Steuerkanten aufweist, und mit einer, einseitig mit steuerbarer Kraft auf den auf der anderen Seite über eine relativ zum Gehäuse an einer Anlage abgestützte Federeinrichtung belasteten Ventilkolben einwirkenden Betätigungs-einrichtung.

Derartige Proportional-Wegeventile sind bekannt und werden üblicherweise zum stufenlosen Ändern des Volumenstromes eines hydraulischen bzw. pneumatischen Steuer- bzw. Arbeitsmediums entsprechend der Stellung des Ventilkolbens verwendet. Besonders die genannte Ausbildung mit einseitig wirkender Betätigungsseinrichtung hat zufolge ihres geringen Platzbedarfes und der preiswerten Konstruktion vielfach Anwendung gefunden; nur als ein Beispiel sei hier die Verwendung für eine hydraulische Nockenwellenverstellung in Kraftfahrzeugen genannt. Problematisch bei allen bekannten Ausführungen derartiger Ventile ist die im einzelnen relativ unbestimmte Steuercharakteristik - darunter soll hier die tatsächliche Einflußnahme des Ventils auf den Volumenstrom des gesteuerten Mediums bei bestimmten auf den Ventilkolben wirkenden Betätigungskräften verstanden werden - da für viele Anwendungsfälle nicht nur Endstellungen mit einem definierten Volumenstrom, sondern auch eine definierte Mittelstellung bei einer bestimmten Betätigungs-kraft unerlässlich sind, insbesonders dann, wenn mit geschlossenen Regelschleifen gearbeitet wird.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, ein Porportional-Wegeventil der eingangs genannten Art so zu verbessern, daß die genannten Nachteile vermieden werden und daß insbesonders mit einfachen Mitteln der Verwendungsbereich derartiger Ventile auch auf derartige Einsatzgebiete ausgedehnt werden kann, bei denen eine definierte Steuercharakteristik unerlässlich ist.

Diese Aufgabe wird bei einem Proportional-Wegeventil der eingangs genannten Art dadurch gelöst, daß die jeweils einen bestimmten Volumenstrom definierenden beiden Endstellungen des Ventilkolbens durch relativ zum Gehäuse festliegende, mit dem Ventilkolben zusammenwirkende Anschlüsse bestimmt sind und daß zur definierten Festlegung des Zusammenhangs zwischen Größe der Betätigungs-kraft und Stellung des Ventilkolbens die Anlage der Federeinrichtung einstellbar ist. Damit sind die beiden Endstellungen des Ventilkolbens, die zusammen mit den entsprechenden Steueröffnungen bzw. -kanten auch den in dieser Endstellung vorliegenden Volumenstrom definieren, sehr einfach und genau entsprechend den jeweiligen Anforderungen festgelegt - die Bemaßung und Tolerierung der zusammenwirkenden Öffnungen bzw. Steuercanten kann auf einfachste Weise von den jeweils zusammenwirkenden Anschlägen aus vorgenommen werden, sodaß mit minimalsten Abweichungen bei der Herstellung und Montage des Ventils gerechnet werden kann. Im Mittelbereich der Steuercharakteristik zwischen den definierten Endstellungen ist der Zusammenhang zwischen Größe der Betätigungs-kraft und Stellung des Ventilkolbens über die Anlage der Federeinrichtung einstellbar, sodaß beispielsweise bei einem Magnetventil einem ganz bestimmten Stromwert auch eine ganz bestimmte Steuerstellung des Ventilkolbens zugeordnet werden kann.

Bei einem Proportional-Wegeventil mit einer seitlich am Gehäuse koaxial zum Ventilkolben angebrachten elektromagnetischen Betätigungs-einheit ist in besonders bevorzugter weiterer Ausgestaltung der Erfindung vorgesehen, daß der Ventilkolben an der Seite der Betätigungs-einheit einen an sich beispielsweise aus der US-PS 4.150.695 bekannten, außerhalb der Bohrung im Gehäuse liegenden, gegenüber dieser verdickten Bundbereich aufweist, dessen innere Schulter einen inneren Endanschlag am Gehäuse und dessen äußere Schulter einen äußeren Endanschlag an der Betätigungs-einheit bildet. Diese Ausführung ergibt einen relativ einfach herzustellenden Ventilkolben mit erfindungsgemäß mit dem Gehäuse zusammenwirkenden Anschlägen für die beiden Endstellungen, wobei der Ventilkolben samt Bundbereich von der Seite der abgenommenen Betätigungs-einheit her in das Gehäuse eingesetzt werden kann.

Bei der genannten US-PS 4.150.695 dient der Anschlag am Bundbereich des Ventilkolbens lediglich als einfache Hubbegrenzung, die entgegen der vorliegenden Erfindung nichts damit zu tun hat, in den beiden Endstellungen einen definierten Volumenstrom durch das Gesamtventil zu gewährleisten. Weiters gibt es auch keine Möglichkeit zur Einstellung der den Ventilkolben beaufschlagenden Feder, sodaß insgesamt mit dieser bekannten Anordnung keine Lösung der Aufgabe der vorliegenden Erfindung möglich ist.

Besonders bevorzugt ist im letztgenannten Zusammenhang eine weitere Ausgestaltung der Erfindung, gemäß welcher der Bundbereich des Ventilkolbens in einer konzentrischen Ausnehmung des Gehäuses bzw. der Betätigungs-einheit angeordnet ist, deren Tiefe um den Verstellweg des Ventilkolbens größer als die Bundbreite zwischen den Schultern ist. Damit ergibt sich eine in axialer Richtung relativ klein bauende Konstruktion, bei der der Bundbereich des Ventilkolbens in dem üblicherweise ohnedies nicht nutzbaren Raum vor dem Magneten der Betätigungs-einheit untergebracht ist. Der Verstellweg bzw. die beiden Endstellungen des Ventilkolbens sind nur aus der Zusammenwirkung von Bundbreite und Tiefe der konzentrischen Ausnehmung bzw. der Toleranzen dieser Maße bestimmt, was sehr leicht eine genaue Zurverfügungstellung der gewünschten Endstellungen ermöglicht.

Der verdickte Bundbereich kann nach einer anderen bevorzugten Weiterbildung der Erfindung als separater Bauteil ausgebildet und mit dem im wesentlichen mit zylindrischer Außenkontur ausgebildeten Steuerbereich des Ventilkolbens verbunden, vorzugsweise verpreßt oder verschraubt, sein. Damit kann sowohl der Bundbereich als auch der Steuerbereich des Ventilkolbens separat als im wesentlichen zylindrischer Teil hergestellt und bearbeitet werden (z.B. durch Schleifen), wonach die beiden Teile zusammengebaut und in das Gehäuse eingesetzt werden können.

Die Anlage der Federeinrichtung ist nach einer anderen Weiterbildung der Erfindung an der bezüglich des Ventilkolbens innen gelegenen Seite einer einstellbar einschraub- bzw. einpreßbaren Stelleinrichtung angeordnet. Über diese Stelleinrichtung kann bei einer anfänglichen bzw. auch Zwischendurch-Justierung des Wegeventils sehr leicht beispielsweise eine definierte Mittelstellung des Ventilkolbens bei halbem Nennstrom des Magneten in der Betätigungsseinrichtung eingestellt werden, was eine einfache Eliminierung von Magnetkrafttoleranzen, Federkrafttoleranzen und Fertigungstoleranzen ermöglicht.

Bei einem Proportional-Wegeventil mit zumindest zwei bezüglich der Steuer- bzw. Regelkanten jeweils außen liegenden Tankabsteuerungen ist in weiterer Ausgestaltung der Erfindung vorgesehen, daß die bundseitige Tankabsteuerung über Verbindungsöffnungen im von der Seite der Federeinrichtung her hohl ausgeführten Ventilkolben verläuft und mit dem an der Seite der Federeinrichtung gehäuseseitig angeordneten Tankanschluß in Verbindung steht. Damit erspart man sich eine weitere Gehäuseöffnung im Bundbereich des Ventilkolbens samt der erforderlichen Zuleitungsbohrung und Anschlußamaturen, was die Gesamtanordnung einfacher und axial kürzer bauend macht.

Die Erfindung wird im folgenden noch anhand des in der Zeichnung schematisch dargestellten Ausführungsbeispiels näher erläutert, wobei Fig. 1 einen Axialschnitt durch ein entsprechendes Proportional-Wegeventil in der in der Darstellung rechten Endstellung des Ventilkolbens und Fig. 2 in der linken Endstellung des Ventilkolbens zeigt.

Das in den Fig. 1 und 2 in verschiedenen Schaltstellungen dargestellte Proportional-Wegeventil weist einen in einer Bohrung 1 eines Gehäuses 2 axial beweglichen Ventilkolben 3 auf, der mit gehäuseseitigen Regelkanten (den Anschläßen A, P, B zugeordnet) zusammenwirkende Steuerkanten 4 trägt. Weiters ist für den Ventilkolben 3 eine Betätigungsseinrichtung 5 vorgesehen, welche einseitig mittels eines Elektromagneten 6 mit steuerbarer Kraft über einen Stempel 7 auf den auf der anderen Seite über eine relativ zum Gehäuse 2 an einer Anlage 8 abgestützte Federeinrichtung 9 belasteten Ventilkolben 3 einwirkt.

Die elektromagnetische Betätigungsseinrichtung 5 ist hier von rechts her seitlich mittels Schrauben 10 in entsprechenden Gewindebohrungen 11 des Gehäuses 2 befestigt, wobei eine axiale Zentrierung über einen konzentrischen Ringansatz 12 erfolgt, der außen eine Dichtung 13 trägt. Die beiden Endstellungen des Ventilkolbens 3 (wie sie in Fig. 1 einerseits und Fig. 2 andererseits dargestellt sind) sind durch relativ zum Gehäuse 2 festliegende, mit dem Ventilkolben 3 zusammenwirkende Anschlüsse 14, 15 bestimmt. Der Ventilkolben 3 weist dabei an der Seite der Betätigungsseinheit 5 einen außerhalb der Bohrung 1 im Gehäuse 2 liegenden, gegenüber dieser verdickten Bundbereich 16 auf, dessen innere Schulter 17 einen inneren Endanschlag am Gehäuse 2 und dessen äußere Schulter 18 einen äußeren Endanschlag an der Betätigungsseinheit 5 bildet. Der Bundbereich 16 des Ventilkolbens 3 ist hier in einer konzentrischen Ausnehmung 19 des Ringansatzes 12 der Betätigungsseinrichtung 5 angeordnet, deren Tiefe t (siehe Fig. 2) um den Verstellweg des Ventilkolbens 3 größer als die Bundbreite zwischen den Schultern 17 und 18 ist.

Die Anlage 8 der Federeinrichtung 9 ist an der bezüglich des Ventilkolbens 3 innen gelegenen Seite einer einstellbar einschraubbaren Stelleinrichtung 20 angeordnet, welche über einen Dichtring 21 abgedichtet durch Verdrehung in ihrem Gewinde 22 in axialer Richtung verstellt bzw. eingestellt werden kann, womit die Vorspannkraft der Federeinrichtung 9 auf einfache Weise beeinflußbar ist. Abgesehen von der dargestellten Schraubverstellung wäre aber natürlich auch eine unterschiedlich einpreßbare Stelleinrichtung möglich.

Die dargestellte Ventilausführung weist weiters zwei in der Reihe der den Anschlußöffnungen A, P, B zugeordneten Regelkanten jeweils außenliegende Tankabsteuerungen auf, von denen die bundseitige über Verbindungsöffnungen 23 im von der Seite der Federeinrichtung 9 her hohl ausgeführten Ventilkolben 3 verläuft und über den hohlen Ventilkolben 3 auch mit dem an der Seite der Federeinrichtung 9 gehäuseseitig angeordneten Tankanschluß T in Verbindung steht.

Anstelle der dargestellten einstückigen Ausführung des verdickten Bundbereiches 16 mit dem Ventilkolben 3 könnte dieser Bundbereich 16 auch als separater Bauteil ausgebildet und mit dem im wesentlichen mit zylindrischer Außenkontur ausgebildeten Steuerbereich des Ventilkolbens verbunden, vorzugsweise verpreßt oder verschraubt, sein.

Bei unbestromtem Elektromagneten 6 liegt der Ventilkolben 3 mit der äußeren Schulter 18 des Bundbereiches 16 am Boden der Ausnehmung 19 der Betätigungsseinrichtung 5 an, da die Federeinrichtung 9 ihn nach rechts drückt, wie dies in Fig. 1 dargestellt ist. In dieser Steuerstellung fließt der Volumenstrom

vom Anschluß P nach B und von A nach T. Wird nun die Spule des Elektromagneten 6 von Strom durchflossen, so bewegt sich der Ventilkolben 3 in Abhängigkeit von Strom nach links, so weit bis bei maximalem Strom entsprechend Fig. 2 die linke bzw. innere Schulter 17 am entsprechenden Anschlag 14 am Gehäuse 2 anliegt. In dieser Steuerstellung ist P nach A und B nach T geöffnet. Der Ventilkolben 3

- 5 passiert bei halbem Nennstrom die Ventilmittelstellung, in der je nach Auslegung alle vier Anschlüsse verbunden oder aber abgesperrt sind - diese Steuerstellung ist hier nicht separat dargestellt. Mittels der Stelleinrichtung 20 kann die erforderliche Kraft für die geforderte Ventilmittelstellung genau eingestellt werden, wodurch Magnetkrafttoleranzen, Federkrafttoleranzen und Fertigungstoleranzen eliminiert bzw. in ihrer Auswirkung minimiert werden können. In der Praxis wird dazu das Ventil voreingestellt, wonach die
- 10 Ventilkurve gefahren wird. Liegt diese nicht im geforderten Bereich so wird mit der Stelleinrichtung 20 die Kurve bzw. Kennlinie in die geforderte Lage verschoben, wonach die Stelleinrichtung auf geeignete Weise (beispielsweise verkleben) gegen Verdrehen gesichert wird.

Der Ventilkolben 3 besitzt als Anschläge gegen das Gehäuse 2 bzw. die Betätigungsseinrichtung 5 hier die Schultern des genannten Bundbereiches. Wie erwähnt liegt der Ventilkolben damit bei unbestromtem Elektromagneten 6 an der Betätigungsseinrichtung 5 an. Die geöffnete Ventilfläche für die Verbindung von P nach B und A nach T ist in dieser Stellung nur von wenigen Toleranzen abhängig, womit eine definierte Menge des zu steuernden Mediums durch die entsprechenden Querschnitte fließt, die nur sehr geringe Abweichungen aufweisen kann. Ebenso liegt andererseits der Ventilkolben 3 bei maximal bestromtem Elektromagneten 6 am gehäuseseitigen Anschlag an, wobei auch in dieser Endstellung die Öffnungsflächen 20 zwischen den zusammengehörigen Anschlüssen definiert sind.

Die Sicherstellung eines definierten Volumenstromes bei den beiden Endanschlägen kann für viele Anwendungsfälle sehr wichtig werden - so z.B. beim Einsatz in Kraftfahrzeugen, da bei zu großem Volumenstrom des auch als Schmiermittel verwendeten Hydraulikmediums der Schmierdruck im System zu niedrig wird und bei zu geringem Volumenstrom die Schmierung selbst nicht mehr ausreicht.

- 25 Die Steuer- bzw. Regelkanten am Ventilkolben 3 werden bei der Ausführung nach der Darstellung vorteilhaft vom Bundbereich 16 aus bemaßt und toleriert. Die Steuer- bzw. Regelkanten am Gehäuse 2 werden vom Gehäusenullpunkt aus bemaßt und toleriert, wobei die Betätigungsseinheit 5 mit dem Magnettelpunkt direkt am Gehäusenullpunkt anliegt, sodaß sich diesbezüglich keine Probleme hinsichtlich der Toleranzen ergeben.
- 30 Die dargestellte Konstruktion baut axial relativ kurz, insbesonders da der Bundbereich 16 des Ventilkolbens 3 in dem sowieso ansonsten nicht nutzbaren Raum vor der Betätigungsseinrichtung 5 untergebracht ist. Das Ventil benötigt weiters auch nur einen Tankanschluß, da das von B abfließende Öl über die quergebohrten Verbindungsöffnungen 23 und weiters durch die axiale Bohrung 24 im Ventilkolben 3 zum Tankanschluß T abströmen kann.

35

### Patentansprüche

1. Proportional-Wegeventil, mit einem in einer Bohrung eines Gehäuses axial beweglichen Ventilkolben, der mit gehäuseseitigen Steueröffnungen zusammenwirkende Steuerkanten aufweist, und mit einer, einseitig mit steuerbarer Kraft auf den auf der anderen Seite über eine relativ zum Gehäuse an einer Anlage abgestützte Federeinrichtung belasteten Ventilkolben einwirkenden Betätigungsseinrichtung, **dadurch gekennzeichnet**, daß die jeweils einen bestimmten Volumenstrom definierenden beiden Endstellungen des Ventilkolbens (3) durch relativ zum Gehäuse (2) festliegende, mit dem Ventilkolben (3) zusammenwirkende Anschlüsse (14,15) bestimmt sind und daß zur definierten Festlegung des Zusammenhangs zwischen Größe der Betätigungsgröße und Stellung des Ventilkolbens (3) die Anlage (8) der Federeinrichtung (9) einstellbar ist.
2. Proportional-Wegeventil nach Anspruch 1, mit einer seitlich am Gehäuse koaxial zum Ventilkolben angebrachten elektromagnetischen Betätigungsseinheit, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Ventilkolben (3) an der Seite der Betätigungsseinheit (5) einen an sich bekannten, außerhalb der Bohrung (1) im Gehäuse (2) liegenden, gegenüber dieser verdickten Bundbereich (16) aufweist, dessen innere Schulter (17) einen inneren Endanschlag (14) am Gehäuse (2) und dessen äußere Schulter (18) einen äußeren Endanschlag (15) an der Betätigungsseinheit (5) bildet.
3. Proportional-Wegeventil nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Bundbereich (16) des Ventilkolbens (3) in einer konzentrischen Ausnehmung (19) des Gehäuses (2) bzw. der Betätigungsseinheit (5) angeordnet ist, deren Tiefe (t) um den Verstellweg des Ventilkolbens (3) größer als die Bundbreite zwischen den Schultern (17,18) ist.

**AT 398 114 B**

4. Proportional-Wegeventil nach Anspruch 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß der verdickte Bundbereich (16) als separater Bauteil ausgebildet und mit dem im wesentlichen mit zylindrischer Außenkontur ausgebildeten Steuerbereich des Ventilkolbens (3) verbunden, vorzugsweise verpreßt oder verschraubt, ist.  
5
5. Proportional-Wegeventil nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Anlage (8) der Federeinrichtung (9) an der bezüglich des Ventilkolbens (3) innen gelegenen Seite einer einstellbar einschraub- bzw. einpressbaren Stelleinrichtung (20) angeordnet ist.
- 10 6. Proportional-Wegeventil nach einem der Ansprüche 2 bis 5, mit zumindest zwei bezüglich der Steuer- bzw. Regelkanten jeweils außen liegenden Tankabsteuerungen, **dadurch gekennzeichnet**, daß die bundseitige Tankabsteuerung über Verbindungsöffnungen (23) im von der Seite der Federeinrichtung (9) her hohl ausgeführten Ventilkolben (3) verläuft und mit dem an der Seite der Federeinrichtung (9) gehäuseseitig angeordneten Tankanschluß (T) in Verbindung steht.

15

Hiezu 1 Blatt Zeichnungen

20

25

30

35

40

45

50

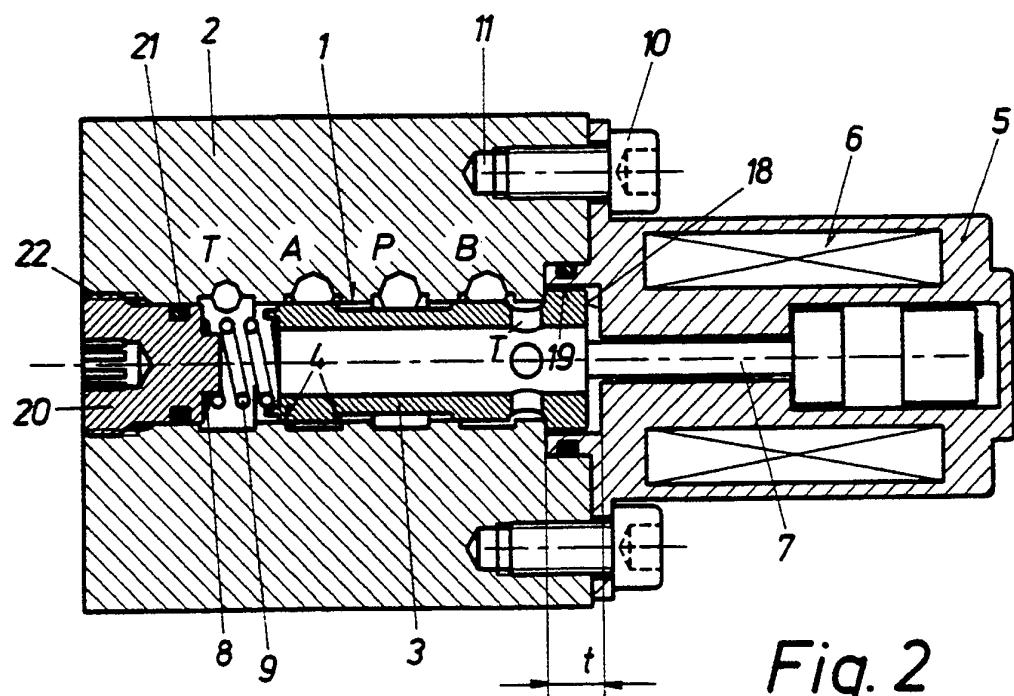
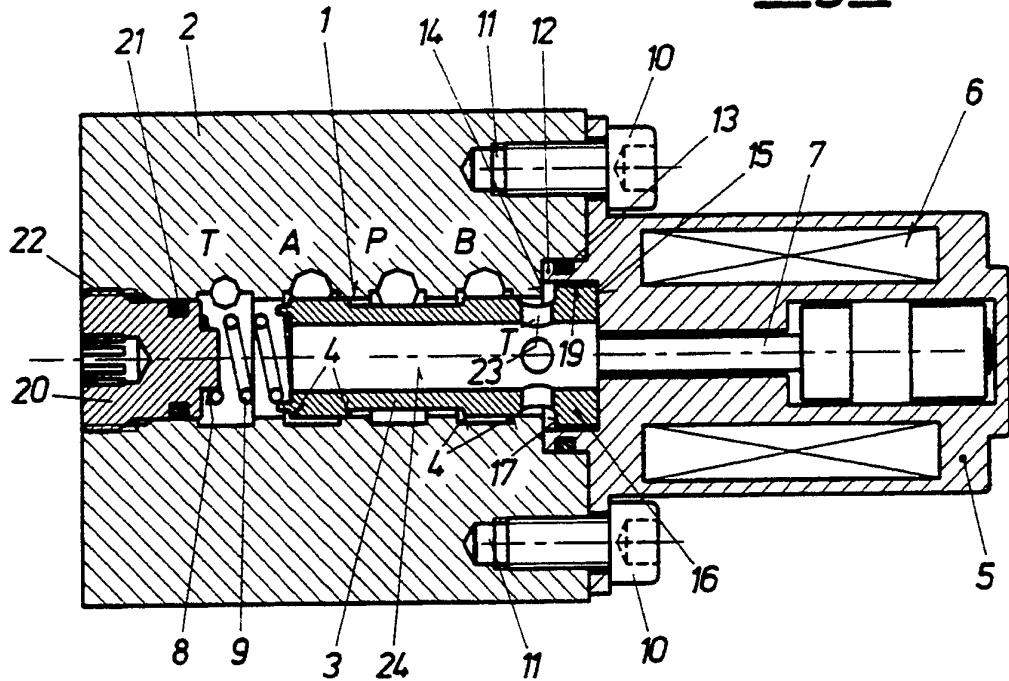
55

Ausgegeben

26. 9.1994

Int. Cl.<sup>5</sup> : F15B 13/044  
F16K 31/06

Blatt 1

Fig. 1Fig. 2