

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 884 483 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
13.08.2003 Patentblatt 2003/33

(51) Int Cl.7: **F15B 11/028**, H01H 35/38

(21) Anmeldenummer: **98107635.9**

(22) Anmeldetag: **27.04.1998**

(54) **Differenzdruckschalter**

Differential pressure switch

Interrupteur actionné par pression différentielle

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE CH DE DK ES FR GB IT LI NL SE

(30) Priorität: **10.06.1997 DE 29710128 U**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
16.12.1998 Patentblatt 1998/51

(73) Patentinhaber: **HAWE Hydraulik GmbH & Co. KG**
81673 München (DE)

(72) Erfinder: **Heusser, Martin Dipl. Ing.**
81245 München (DE)

(74) Vertreter: **Grünecker, Kinkeldey,**
Stockmair & Schwanhäusser Anwaltssozietät
Maximilianstrasse 58
80538 München (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
DE-A- 2 219 928 DE-A- 3 819 459
DE-A- 4 446 538 DE-B- 2 310 193
US-A- 3 419 692

EP 0 884 483 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Differenzdruck-Schaltventil der im Oberbegriff des Anspruchs 1 angegebenen Art.

[0002] Gemäß DE-A-44 46 538 wird das Differenzdruck-Schaltventil verwendet, um einer übergeordneten Steuereinheit zu melden, wenn der mittels eines Proportional-Vorsteuerventils eingestellte Spanndruck im Hydromotor der Spannvorrichtung der Werkzeugmaschine erreicht ist bzw. wenn ein vorbestimmtes Verhältnis zwischen dem Vorsteuerdruck und dem Spanndruck vorliegt. Die Steuereinheit leitet erst dann einen weiteren Bearbeitungsschritt ein. Die Bewegung der Kolbenanordnung wird durch einen Analog-Wegaufnehmer, einen Stellungsschalter oder einen elektrischen Schalter mit Kontakten abgetastet. Der Aufbau des Differenzdruck-Schaltventils ist aufwendig und vierteilig. Der Vorsteuerdruck muß deutlich höher sein als der Referenzdruck (Spanndruck), um die Kolbenanordnung gegen die Kraft einer für die Grundstellung notwendigen Feder verstellen zu können. Der hohe Vorsteuerdruck ist ungünstig, da im Proportional-Vorsteuerventil und einem damit verbundenen Stromregelventil unvermeidbare, der Druckhöhe proportionale Leckagen auftreten, die das Aufrechterhalten des Vorsteuerdrucks erschweren oder unmöglich machen, selbst wenn das Proportional-Vorsteuerventil bei Eintritt einer Störung mechanisch blockiert wird. Die bei dem hohen Vorsteuerdruck verstärkte Leckagen erschweren eine ordnungsgemäße Überwachung des Spanndrucks. Für solche Spannvorrichtungen gelten hohe Sicherheitsanforderungen. Beispielsweise müssen der Spanndruck bei einer Betriebsstörung gehalten und eine korrekte Meldung an die übergeordnete Steuereinheit gegeben werden.

[0003] Bei einer aus DE-A-38 19 459 bekannten, druckgesteuerten elektrischen Schalteinheit betätigt entweder ein mit zwei gleich großen Beaufschlagungsflächen versehener, von beiden Drücken beaufschlagter Kolben über eine Winkelhebel gegen die Kraft der Vorspannfeder den elektrischen Schalter, oder ein Differentialkolben mit unterschiedlich großen Beaufschlagungsflächen den elektrischen Schalter über eine Steuerkurve des Differentialkolbens.

[0004] Aus US-A-3 419 692 ist ein Druckschalter bekannt, der einen vom Schaltdruck beaufschlagten Schieberkolben enthält, der über einen Federtopf mit angeformtem Stößel das Betätigungselement des elektrischen Schalters betätigt.

[0005] Weiterer Stand der Technik ist enthalten in DE-B-23 10 193 und DE-A-22 19 928.

[0006] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Differenzdruck-Schaltventil zu schaffen, das baulich einfach ist und zuverlässig innerhalb eines großen Druckbereiches präzise auf das vorbestimmte Verhältnis zwischen den Drücken anspricht. Insbesondere soll der Schalterpunkt des Schalters unabhängig vom Druckwert des jeweils eingestellten Spanndrucks über den

gesamten Arbeitsbereich möglichst knapp unter dem Spanndruck liegen.

[0007] Die gestellte Aufgabe wird mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst.

[0008] Da die Beaufschlagungsfläche für den Vorsteuerdruck ein Vielfaches der Beaufschlagungsfläche für den in der Spannvorrichtung den Ist-Spanndruck repräsentierenden Referenzdruck ist, läßt sich zum präzisen Abtasten des Verhältnisses zwischen den Drücken ein sehr niedriger Vorsteuerdruck verwenden, der sogar nur ein Bruchteil des Referenzdrucks zu sein braucht. Die zum Erzeugen des in der Spannvorrichtung den Soll-Spanndruck repräsentierenden Vorsteuerdrucks vorgesehenen Komponenten können wegen der geringen Druckhöhe baulich einfach sein. Besonders vorteilhaft wird das Problem der Leckagen eliminiert, da bei dem niedrigen Druckniveau des Vorsteuerdrucks keine nennenswerte Leckage auf der Vorsteuerseite mehr auftritt bzw. baulich einfache Maßnahme ausreichen, Leckage zu vermeiden. Dies ist in einer Spannvorrichtung zweckmäßig, bei der mittels des Vorsteuerdrucks der Spanndruck eingestellt und überwacht und aus Sicherheitsgründen der übergeordneten Steuereinheit gemeldet werden muß, ob der Spanndruck erreicht ist, oder nicht. Diese Meldung wird auch bei einer Störung im System gebraucht, während der Spanndruck auch aufrechterhalten und überwacht werden muß, um einen Schaden für die Spannvorrichtung bzw. das Werkstück zu vermeiden. Wegen der Vorspannfeder bleiben die Schalterpunkte des Schalters über den gesamten Arbeitsbereich knapp unter dem Spanndruck, so daß bei niedrigem, jedoch erreichten Spanndruck eine Fehlermeldung und bei hohem Spanndruck und nicht erreichtem Spanndruck eine Gutmeldung vermieden werden. Wegen des niedrigen Vorsteuerdrucks ist das Differenzdruck-Schaltventil für Spannvorrichtungen gut geeignet, die stets oder nur vorübergehend mit sehr hohem Systemdruck, z.B. bis ca. 400 Bar oder mehr, betrieben werden. Das Differenzdruck-Schaltventil ist baulich einfach und aufgrund nur weniger Einzelteile kompakt. Die axial ineinandergreifenden Kolben ermöglichen eine optimal kurze Baulänge. Der Hubweg der Kolbenanordnung kann kurz gewählt werden, was die Verwendung eines einfachen, kurzhubigen Schalters erlaubt und keiner Bewegungsuntersetzung zwischen der Kolbenanordnung und dem Schalter bedarf.

[0009] Gemäß Anspruch 2 wird mit einem Topfkolben eine kompakte Baugröße ermöglicht.

[0010] Gemäß Anspruch 3 wird mit einem Verhältnis von beispielsweise 1:20 für einen Spanndruck von 400 Bar nur ein Vorsteuerdruck von 20 Bar eingesetzt, was die Druckregelung auf der Vorsteuerseite erheblich vereinfacht und die Ansprechgenauigkeit beeinflussende Leckageverluste vermeidet.

[0011] Gemäß Anspruch 4 läßt sich das Verhältnis zwischen den zu vergleichenden Drücken ohne Störeinflüsse abtasten.

[0012] Gemäß Anspruch 5 werden Einflüsse von Fer-

tigungstoleranzen auf die leichtgängige Bewegung der Kolbenanordnung vermieden. Diese Kopplung zwischen den Kolben toleriert auch geringfügige Fehlausrichtungen zwischen den Kolben.

[0013] Gemäß Anspruch 6 ergibt sich eine baulich einfache und funktionssichere sowie leichtgängige Dichtführung für den vom Referenzdruck beaufschlagten Kolben.

[0014] Gemäß Anspruch 7 wird die leichtgängige Bewegung der Kolbenanordnung durch eine Fehlausrichtung zwischen den Kolben nicht beeinträchtigt. Ferner kann sich der kleinere; vom Referenzdruck beaufschlagte zweite Kolben klemmkraftfrei bewegen, obwohl er am größeren ersten Kolben mechanisch angreift.

[0015] Gemäß Anspruch 8 ergeben sich einfache Herstellung und Montage und trotz leichtgängiger Bewegung des kleineren Kolbens eine gute Dichtwirkung. Die Drosselöffnung erlaubt ein gedämpftes Ansprechen bei Druckschwankungen.

[0016] Gemäß Anspruch 9 ist die Vorspannfeder auf baulich einfache Weise direkt zwischen den beiden Kolben wirksam.

[0017] Gemäß Anspruch 10 läßt sich die Vorspannung der Vorspannfeder beispielsweise durch Verschrauben des Scheibenkörpers oder durch Einsetzen oder Herausnehmen von Unterlegteilen nach Wunsch verändern.

[0018] Gemäß Anspruch 11 wird der Schalter gegenüber der mit dem Vorsteuerdruck beaufschlagbaren Kammer abgedichtet, wobei aufgrund des niedrigen Vorsteuerdrucks eine hier einfache Dichtung ausreicht.

[0019] Gemäß Anspruch 12 kann der Schaltpunkt des Schalters bei Bedarf durch Verstellen des Schaltergehäuses oder des Schalters in dem Rahmen präzise einjustiert werden.

[0020] Gemäß Anspruch 13 ist der Schalter ein kleinbauender, kostengünstiger Mikroschalter mit kurzem Hub.

[0021] Anhand der Zeichnung wird eine Ausführungsform des Erfindungsgegenstandes erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 ein Blockschaltbild einer Spannvorrichtung mit wenigstens einem eine Bewegungsrichtung eines Hydromotors überwachenden Differenzdruck-Schaltventil, und

Fig. 2 einen Längsschnitt durch eine Ausführungsform des Differenzdruck-Schaltventils.

[0022] In einer elektrohydraulischen Spannvorrichtung S in Fig. 1, insbesondere für ein Werkstück oder Werkzeug einer Werkzeugmaschine, werden die Bewegungen eines zum Spannen verwendeten Hydromotors W gesteuert, und werden der Spanndruck und gegebenenfalls ein Rückholdruck überwacht, um einer übergeordneten, nicht gezeigten Steuereinheit, z.B. einer Dreh-, Bohr-, Fräs-Maschine oder dgl., Operations-

schritte anzuzeigen und zu melden, ob jeder Operationsschritt korrekt oder fehlerhaft ausgeführt ist. Es wird eine ordnungsgemäße Beaufschlagung des Hydromotors W gemeldet und ob der vorbestimmte Spanndruck erreicht oder nicht erreicht ist, und zwar unabhängig von der gewählten Höhe des Spanndrucks.

[0023] Als Druckquelle sind zwei Pumpen P1 und P2 vorgesehen, die von einem Motor M getrieben werden. Die Pumpe P1 ist für eine größere Förderleistung und einen hohen Systemdruck ausgelegt, z.B. für Speicheriadebetrieb mittels eines Druckspeichers 1', und an eine Pumpenleitung 1 sowie eine Rücklaufleitung 2 angeschlossen. Die Pumpe P2 mit kleinerer Förderleistung ist an eine eigene Druckleitung 3 und über einen Druckbegrenzer 4 an die Rücklaufleitung 2 angeschlossen, wobei der Druckbegrenzer 4 den Druck in der weiteren Druckleitung 3 auf einen niedrigen Wert, z.B. 25 Bar, begrenzt. Beide Pumpen P1, P2 sind Konstantförderpumpen.

[0024] Ein wesentlicher Teil der Spannvorrichtung S ist eine hydraulische Steuervorrichtung H mit einer Einstellvorrichtung E für den Spanndruck. In der Einstellvorrichtung ist ein Proportional-Vorsteuerventil V und diesem nachgeordnet ein Sicherheitsventil F angeordnet, wobei das Proportional-Vorsteuerventil V an eine von der weiteren Druckleitung 3 abzweigende Steuerleitung 20 angeschlossen und mit dem Sicherheitsventil über parallele Steuerleitungen 14, 15 verbunden ist. Die Steuerleitung 14 führt einen vom Proportional-Vorsteuerventil V in Abhängigkeit von der Bestromung eines Proportionalmagneten P variierbaren Vorsteuerdruck, während die Steuerleitung 15 mit einem Entsperrdruck für das Sicherheitsventil F (bei der gezeigten Ausführungsform ein hydraulisch gegen eine Feder 8 entsperbares Sitzventil 7) beaufschlagbar ist. Mit dem Vorsteuerdruck in der Steuerleitung 14, die sich stromab des Sicherheitsventils F als Steuerleitung 12 fortsetzt, wird der mittels eines Einstellventils D regelbare Spanndruck eingestellt. Das Einstellventil D ist in der gezeigten Ausführungsform ein druckregelndes Druckminderventil, das über eine Leitung 19 an die Pumpenleitung 1 und eine Leitung 21 an die Rücklaufleitung 2 angeschlossen ist, und von dem sich eine Versorgungsleitung 17 zu einem aus zwei Sitzventilen bestehenden Wegesteuerventil J erstreckt, wobei die beiden Sitzventile (beispielsweise 3/2-Wegeventile) mit dem Hydromotor W (z.B. einen doppeltwirkenden Hydraulikzylinder) über Verbraucherleitungen 5, 6 verbunden sind. In der Verbraucherleitung 5 wird beispielsweise der Spanndruck eingesteuert, der vom Einstellventil D in Abhängigkeit vom Vorsteuerdruck in der Steuerleitung 12 nach Maßgabe der Bestromung des Proportionalmagneten P in seinem Druckwert eingestellt und gehalten wird. Zur Überwachung des Spanndrucks und zum Melden, ob der Spanndruck erreicht ist, oder nicht, ist ein Differenzdruck-Schaltventil L mit einem Schalter G vorgesehen, und zwar baulich vom Einstellventil D getrennt zwischen die Steuerleitung 12 und eine Steuerleitung 22 einge-

setzt. Die Steuerleitung 22 zweigt von der Verbraucherleitung 5 ab und ist mit einem vom Spanndruck abgeleiteten Referenzdruck beaufschlagt. In der Steuerleitung 22 kann nahe dem Differenzdruck-Schaltventil L eine Drossel 42 angeordnet sein. Ferner wird das Differenzdruck-Schaltventil L durch eine Vorspannfeder 23 in Wirkrichtung des Differenzdrucks beaufschlagt.

[0025] Das Einstellventil D wird durch einen Steuerdruck aus Versorgungsleitung 17 und eine Regelfeder 11 beaufschlagt. Die Regelfeder 11 wird durch einen Stellkolben 10 in einer Kammer 9 derart belastet, daß die wirksame Federkraft der Regelfeder 11 direkt vom Vorsteuerdruck abhängt, der über die Steuerleitung 12 in der Kammer 9 wirkt. Wird der Vorsteuerdruck durch Änderung der Bestromung des Proportionalmagneten P angehoben, dann wird auch der Spanndruck entsprechend angehoben, und umgekehrt.

[0026] Bei einer Funktionsstörung, z.B. einem Stromausfall, einem Kabelbruch, einem Leitungsbruch oder dgl., wird das Sicherheitsventil F durch die Feder 8 in die in Fig. 1 gezeigte Absperrstellung verstellt, ehe der Vorsteuerdruck in der Steuerleitung 12 abfallen kann. Dadurch hält das Einstellventil D, den Spanndruck auf der eingestellten Höhe. Ferner ist das Differenzdruck-Schaltventil L mit seinem Schalter G auch dann noch in der Lage, korrekt zu melden, ob der Spanndruck vorhanden ist, oder nicht. Der Spanndruck kann bis zu 400 Bar oder mehr betragen, während der Vorsteuerdruck in der Steuerleitung 12 geringer ist als der durch den Druckbegrenzer 4 eingestellte Druck in der weiteren

Pumpenleitung 3. Er kann z.B.: nur zwischen 3 und 20 Bar betragen, d.h. nur einen Bruchteil des Spanndrucks.

[0027] Der Hydromotor W kann wie das als Sitzventil ausgebildete Wegesteuerventil J leckagedicht sein. Beim Einstellventil D ist Leckagedichtheit ebenfalls gegeben, wie auch im Differenzdruck-Schaltventil L und im in der Absperrstellung befindlichen Sicherheitsventil F. Dies bedeutet, daß der Spanndruck bzw. Referenzdruck in der Steuerleitung 22 wie auch der Vorsteuerdruck in der Steuerleitung 12 über beträchtliche Zeit unverändert gehalten werden.

[0028] Zum Detailaufbau des Proportional-Vorsteuerventils V und des Sicherheitsventils F wird auf DE-A-44 23 541 und DE-A-44 23 585 hingewiesen.

[0029] Anstelle des als regelndes Druckminderventil ausgebildeten Einstellventils D könnte auch ein mittels der Regelfeder 11 und dem Stellkolben arbeitendes Druckbegrenzungsventil 10 vorgesehen sein. Das Wegesteuerventil J könnte ein einziges, z.B. 4/3-Wegesteuerventil sein, zweckmäßigerweise in Sitzventilbauweise. Anstelle der zwei Pumpen P1, P2 könnte auch eine einzige Pumpe als Druckquelle dienen, wobei dann zweckmäßigerweise vor dem Proportional-Vorsteuerventil V ein Zusatz-Druckminderventil in der Steuerleitung 20 vorgesehen ist, um den Eingangsdruck des Proportional-Vorsteuerventils V auf die für den niedrigen Vorsteuerdruck ausreichende Druckhöhe zu mindern. Bei nur einer Pumpe könnte die Steuerleitung 20 von

der Pumpenleitung 1 oder der Druckleitung 19 abzweigen.

[0030] Das in Fig. 2 mit dem Schalter G baulich vereinigte Differenzdruck-Schaltventil L weist in einem Gehäuse 24 eine Gehäusebohrung 25 auf, in der ein erster Kolben 26, zweckmäßigerweise ein Topfkolben, mit einer großen Beaufschlagungsfläche A1 abgedichtet verschieblich ist. Der Kolben 26 trägt einen Stößel 27, der auf ein Betätigungselement 28 des als Mikroschalter ausgebildeten Schalters G ausgerichtet ist und einen eine Dichtung 30 enthaltenden Dichtkörper 29 durchsetzt, der das dem Schalter G zugewandte Ende der Gehäusebohrung 25 verschließt.

[0031] In den ersten Kolben 26 taucht von der der Beaufschlagungsfläche A1 abgewandten Seite ein koaxialer zweiter Kolben 31 ein, der einen Zylinderabschnitt 32 mit einer Beaufschlagungsfläche A2 aufweist, die erheblich kleiner ist als die Beaufschlagungsfläche A1. Das Verhältnis zwischen den Beaufschlagungsflächen A2 und A1 kann zwischen 1:5 und ca. 1:25 betragen, und liegt vorzugsweise bei etwa 1:15 bis 1:20.

[0032] Der zweite Kolben 31 weist in axialem Abstand vom Zylinderabschnitt 32 einen vorzugsweise balligen Mitnehmerkopf 33 auf, der mit einer Mitnehmerfläche 34 im ersten Kolben 26 zusammenarbeitet und eine in Fig. 2 nach rechts bewegungsübertragende Kupplung bildet. Die Mitnehmerfläche 24 ist kegelig, einerseits um den zweiten Kolben 31 zusätzlich zu führen, andererseits um etwaige Relativbewegungen zwischen den Kolben 26, 31 zu erlauben.

[0033] In der Gehäusebohrung 25 ist ein Scheibenkörper 35 positioniert, der eine Führungsbohrung 36 für den Zylinderabschnitt 32 des zweiten Kolbens 31 enthält. Die Führungslänge der Führungsbohrung 36 ist zweckmäßigerweise kürzer als der Durchmesser des Zylinderabschnitts 32. Angrenzend an den Scheibenkörper 35 ist in der Gehäusebohrung 25 ein Abschlußteil 38 abgedichtet eingesetzt, der in einer Dichtung 39 eine Gleithülse 40 positioniert, in der der Zylinderabschnitt 32 ebenfalls verschiebbar ist, derart, daß die Beaufschlagungsfläche A2 des zweiten Kolbens 31 in einer Kammer 41 liegt, die über die Drossel 42 (s. Fig.1) an die Steuerleitung 22 für den Referenzdruck anschließbar ist.

[0034] Der Schalter G ist in einem Schaltergehäuse 43 enthalten, das in einem Rahmen 44 am Gehäuse 24 festgelegt ist und sich gegebenenfalls zur Einjustierung des Schaltpunktes des Betätigungselementes 28 in Achsrichtung der Gehäusebohrung 25 verstellen läßt. Die Vorspannfeder 23 (s. Fig. 1) ist mit ihrem einen Ende am Scheibenkörper 35 abgestützt und liegt mit ihrem anderen Ende an einem Ring 45 an, der am Mitnehmerkopf 33 abgefangen ist. Der Schalter G ist mit der nicht dargestellten übergeordneten Steuereinheit der Spannvorrichtung elektrisch verbunden. Der Innenraum des ersten Kolbens 26 und der Zwischenraum zwischen dem Gehäuse 24 und dem Rahmen 44 sind zum Rücklauf T druckentlastet.

[0035] In Fig. 2 befindet sich das Differenzdruck-Schaltventil L in einer Schaltstellung, in der der Spanndruck gemeldet wird, weil der Stößel 27 das Betätigungselement 28 gedrückt hat. Auf der größeren Beaufschlagungsfläche A1 wirkt der Vorsteuerdruck, während auf der kleineren Beaufschlagungsfläche A2 der Referenzdruck wirkt, der über den Mitnehmerkopf 33 den ersten Kolben 26, beispielsweise bis zur Anlage am Dichtkörper 29, verstellt. Die Vorspannfeder 23 wirkt in der gleichen Richtung wie der Referenzdruck auf der Beaufschlagungsfläche A2. Fällt bei unverändert gehaltenem Vorsteuerdruck der Referenzdruck, dann wird der erste Kolben 26 in Fig. 2 nach links bewegt, bis der Stößel 27 das Betätigungselement 28 freigibt. Der Schalter G meldet "Spanndruck nicht vorhanden". Steigt der Referenzdruck durch Einflußnahme des Einstellventils D wieder auf die vorbestimmte Höhe, dann wird über den zweiten Kolben 31 und die Vorspannfeder 23 der erste Kolben 26 wieder in die gezeigte Stellung verschoben. Der Schalter G meldet "Spanndruck erreicht". Wird, um den Spanndruck zu erhöhen, über den Proportionalmagneten P der Vorsteuerdruck erhöht, dann wird der erste Kolben 26 wieder nach links verschoben, bis der Schalter G meldet "Spanndruck nicht erreicht". Aufgrund des erhöhten Vorsteuerdrucks hebt das Einstellventil D den Druck in der Verbraucherleitung 5 entsprechend an, bis der Referenzdruck am zweiten Kolben 31 den ersten Kolben 26 wieder in die gezeigte Stellung verschiebt und der Schalter G meldet "Spanndruck erreicht".

[0036] Der Schaltpunkt des Schalters G muß unabhängig vom Druckwert des Spanndrucks jeweils knapp unterhalb des Spanndrucks liegen. Wäre die Vorspannfeder 23 nicht vorhanden, dann würde bei für niedrigen Spanndruck unterhalb dieses niedrigen Spanndrucks liegendem Schaltpunkt der entsprechende Schaltpunkt des Schalters bei hohem Spanndruck zu weit unterhalb des hohen Spanndrucks liegen. Der Schalter würde bei hohem Spanndruck zu früh ansprechen und ein fehlerhaftes Gutsignal abgeben. Wäre das Verhältnis zwischen den Beaufschlagungsflächen A2 und A1 hingegen so abgestimmt, daß der Schaltpunkt des Schalters bei hohem Spanndruck optimal knapp unterhalb des hohen Spanndrucks läge, dann wäre der entsprechende Schaltpunkt bei niedrigem Spanndruck oberhalb des niedrigen Spanndrucks, so daß bei niedrigem Spanndruck kein Gutsignal erzeugt würde. Die Vorspannfeder 23 bewirkt ein Anpassen der Linie der Schaltpunkte (der Linie der Schaltdrucke) an die Spanndrucklinie über den gesamten Arbeitsbereich derart, daß die beiden Linien im wesentlichen zueinander parallel sind und die Schaltpunkte für alle Spanndrücke nur knapp unterhalb des jeweiligen Spanndrucks liegen. Das Differenzdruck-Schaltventil D mit seinem Schalter G ist deshalb in der Lage, über einen sehr breiten Spanndruck-Bereich korrekte und aussagefähige Signale zu erzeugen, d.h. das Verhältnis zwischen dem Referenzdruck und dem niedrigen Spanndruck unabhängig von der Höhe des Referenzdruck bzw. des Vorsteuerdrucks präzise abzuta-

sten.

[0037] Fig. 2 verdeutlicht eine ausgewählte Ausführungsform. Das Differenzdruck-Schaltventil kann mit gleicher Funktions konstruktiv anders ausgebildet sein.

Patentansprüche

1. Differenzdruck-Schaltventil (L) mit einem elektrischen Schalter (G), insbesondere zum Überwachen des Spanndrucks in einer elektrohydraulischen Spannvorrichtung (S) einer Werkzeugmaschine, mit einer Gehäusebohrung (25), in der eine durch eine Vorspannfeder (23) beaufschlagte Kolbenanordnung mit verschiedenen großen Beaufschlagungsflächen (A2, A1) relativ zu einem Betätigungselement (28) des Schalters (G) axial verstellbar ist, wobei eine Beaufschlagungsfläche (A2) in einer Verstellrichtung mit einem Referenzdruck und eine andere Beaufschlagungsfläche (A1) in der entgegengesetzten Verstellrichtung der Kolbenanordnung mit einem variierbaren Vorsteuerdruck beaufschlagbar ist, und wobei die Beaufschlagungsfläche (A1) für den Vorsteuerdruck ein Vielfaches der Beaufschlagungsfläche (A2) für den Referenzdruck ist, und daß die Kolbenanordnung in Beaufschlagungsrichtung des Referenzdruckes zusätzlich durch die Vorspannfeder (23) beaufschlagt ist, **dadurch gekennzeichnet, daß** die von der Vorspannfeder (23) parallel zum Referenzdruck belastete Kolbenanordnung einen die größere Beaufschlagungsfläche (A1) bildenden ersten Kolben (26), mit einem von der größeren Beaufschlagungsfläche (A1) zum Betätigungselement (28) des Schalters (G) gerichteten Stößel (27) und einen die kleinere Beaufschlagungsfläche (A2) bildenden, abgedichtet verschieblich geführten, zweiten Kolben (31) aufweist, der von der der größeren Beaufschlagungsfläche (A1) abgewandten Seite des Kolbens (26) in den ersten Kolben eintaucht und auf eine Mitnehmerfläche (34) des ersten Kolbens ausgerichtet ist.
2. Differenzdruck-Schaltventil nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** der erste Kolben (26) ein Topfkolben ist.
3. Differenzdruck-Schaltventil nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** das Verhältnis der Beaufschlagungsflächen (A2:A1) zwischen 1:5 und ca. 1:25 beträgt, vorzugsweise bei etwa 1:15 bis 1:20 liegt.
4. Differenzdruck-Schaltventil nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, daß** ein zwischen den Dichtführungen vorgesehener Abschnitt der Gehäusebohrung (25) zusammen mit der Außenseite und dem Innenraum des ersten Kolbens (26) druck-

entlastet ist.

5. Differenzdruck-Schaltventil nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** der zweite Kolben (31) einen balligen Mitnehmerkopf (33) aufweist, und daß, vorzugsweise, die Mitnehmerfläche (34) eine Kegel- oder Kegelstumpfform besitzt. 5
6. Differenzdruck-Schaltventil nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** der zweite Kolben (31) einen Zylinderabschnitt (32) aufweist, der eine gehäusefeste Führungsbohrung (36) gleitverschieblich durchsetzt, deren Länge, vorzugsweise, kleiner ist als der Durchmesser des Zylinderabschnittes, (32), und daß der Zylinderabschnitt (32) benachbart zur Führungsbohrung (36) eine Gleithülse (40) durchsetzt, die durch außenseitige elastische Dichtmittel (39) positioniert ist. 10
7. Differenzdruck-Schaltventil nach wenigstens einem der vorhergehenden Ansprüche 5 oder 6, **dadurch gekennzeichnet, daß** zwischen der Dichtführung des zweiten Kolbens (31) und dem Mitnehmerkopf (33) ein Abstand vorliegt, der ein Mehrfaches des Durchmessers des Zylinderabschnittes (32) ist. 15
8. Differenzdruck-Schaltventil nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, daß** in der Gehäusebohrung (25) ein Scheibenkörper (35) positioniert ist, der die Führungsbohrung (36) enthält und eine Anlagefläche für die Dichtmittel (39) und die Gleithülse (40) aufweist, und daß an der dem Kolben (26) abgewandten Seite des Scheibenkörpers (35) in der Gehäusebohrung (25) ein Abschlußteil (38) festgelegt ist, der mit der Dichtführung des Kolbens (31) eine Kammer (41) begrenzt, die über eine Drosselöffnung (42) mit einer Zufuhr für den Referenzdruck verbindbar ist. 20
9. Differenzdruck-Schaltventil nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Scheibenkörper (38) ein Widerlager für die Vorspannfeder (23) aufweist, deren anderes Ende am zweiten Kolben (31) abgestützt ist, vorzugsweise an einem am Mitnehmerkopf (33) lose gehaltenen Ring (45). 25
10. Differenzdruck-Schaltventil nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Scheibenkörper (35) in der Gehäusebohrung (25) verschraubbar oder mittels herausnehmbarer Unterlegteile in unterschiedlichen Axiallagen positionierbar ist. 30
11. Differenzdruck-Schaltventil nach wenigstens einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** das andere Ende der Gehäusebohrung (25) durch einen elastischen Dichtung (30) für den Stößel (27) aufweisenden Dichtkörper (29) verschlossen ist, der mit dem ersten Kolben (26) ei- 35

ne mit dem Vorsteuerdruck beaufschlagbare Kammer begrenzt.

12. Differenzdruck-Schaltventil nach wenigstens einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Schalter (G) ein Schaltergehäuse (43) aufweist, das ggfs. mit der Druckentlastung der Gehäusebohrung (25) verbunden ist, und in einem am Ventilgehäuse befestigten Rahmen (44) höhenverstellbar angeordnet ist. 40
13. Differenzdruck-Schaltventil nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Schalter (G) ein elektrischer Mikroschalter ist. 45

Claims

1. Differential-pressure control valve (L) with an electrical switch (G), in particular for monitoring the clamping pressure in an electrohydraulic clamping device (S) of a machine tool, having a housing bore (25) in which a piston arrangement which is acted upon by a preloading spring (23) and has application areas (A2, A1) of different size is axially adjustable relative to an actuating element (28) of the switch (G), it being possible for a reference pressure to be applied to one application area (A2) in one adjusting direction and for a variable pilot-control pressure to be applied to another application area (A1) in the opposite adjusting direction of the piston arrangement, and the application area (A1) for the pilot-control pressure being a multiple of the application area (A2) for the reference pressure, and the piston arrangement being additionally acted upon by the preloading spring (23) in the application direction of the reference pressure, **characterized in that** the piston arrangement loaded by the preloading spring (23) parallel to the reference pressure has a first piston (26), forming the larger application area (A1) and having a plunger (27) directed from the larger application area (A1) towards the actuating element (28) of the switch (G), and a second piston (31) which forms the smaller application area (A2), is guided in a displaceable sealed-off manner and, from that side of the piston (26) which is remote from the larger application area (A1), plunges into the first piston and is directed towards a driving surface (34) of the first piston. 50
2. Differential-pressure control valve according to Claim 1, **characterized in that** the first piston (26) is a skirt-type piston. 55
3. Differential-pressure control valve according to Claim 1, **characterized in that** the ratio of the application areas (A2:A1) is between 1:5 and about 1: 60

25, preferably around about 1:15 to 1:20.

4. Differential-pressure control valve according to Claim 3, **characterized in that** a section of the housing bore (25) provided between the sealing guides, together with the outside and the interior space of the first piston (26), is pressure-relieved. 5
5. Differential-pressure control valve according to Claim 1, **characterized in that** the second piston (31) has a crowned driving head (33), and **in that** the driving surface (34) preferably has a conical or frustoconical shape. 10
6. Differential-pressure control valve according to Claim 1, **characterized in that** the second piston (31) has a cylindrical section (32) which passes in a slidable manner through a guide bore (36) fixed to the housing, the length of this guide bore (36) preferably being smaller than the diameter of the cylindrical section (32), and **in that** the cylindrical section (32) passes through a sliding sleeve (40) adjacent to the guide bore (36), this sliding sleeve (40) being positioned by elastic sealing means (39) on the outside. 15
7. Differential-pressure control valve according to at least one of the preceding Claims 5 or 6, **characterized in that** the sealing guide of the second piston (31) and the driving head (33) are at a distance apart which is a multiple of the diameter of the cylindrical section (32). 20
8. Differential-pressure control valve according to Claim 6, **characterized in that** a disc body (35) is positioned in the housing bore (25), this disc body (35) containing the guide bore (36) and having a bearing surface for the sealing means (39) and the sliding sleeve (40), and **in that** a closure part (38) is secured in the housing bore (25) on that side of the disc body (35) which faces away from the piston (26), and this closure part (38), with the sealing guide of the piston (31), defines a chamber (41) which can be connected to a feed for the reference pressure via a restrictor opening (42). 25
9. Differential-pressure control valve according to Claim 8, **characterized in that** the disc body (38) has an abutment for the preloading spring (23), the other end of which is supported on the second piston (31), preferably on a ring (45) held loosely on the driving head (33). 30
10. Differential-pressure control valve according to Claim 9, **characterized in that** the disc body (35) can be screwed in the housing bore (25) or can be located in different axial positions by means of removable shim parts. 35

11. Differential-pressure control valve according to at least one of the preceding claims, **characterized in that** the other end of the housing bore (25) is closed by a sealing body (29) which has an elastic seal (30) for the plunger (27) and which, with the first piston (26), defines a chamber to which a pilot-control pressure can be applied. 40

12. Differential-pressure control valve according to at least one of the preceding claims, **characterized in that** the switch (G) has a switch housing (43), which if need be is connected to the pressure relief of the housing bore (25) and is arranged in a vertically adjustable manner in a frame (44) fastened to the valve housing. 45

13. Differential-pressure control valve according to one of the preceding claims, **characterized in that** the switch (G) is an electric microswitch. 50

Revendications

1. Soupape de commande à pression différentielle (L) avec un interrupteur électrique (G), en particulier pour le contrôle de la pression de serrage dans un dispositif de serrage électro-hydraulique (S) d'une machine-outil, comprenant un alésage de corps (25) dans lequel un agencement de pistons avec des surfaces de sollicitation (A2, A1) différemment grandes, sollicité par un ressort de précontrainte (23), peut se déplacer dans la direction axiale par rapport à un élément de commande (28) de l'interrupteur (G), une surface de sollicitation (A2) pouvant être sollicitée dans une direction de déplacement par une pression de référence, et une autre surface de sollicitation (A1) pouvant être sollicitée dans la direction de déplacement contraire de l'agencement de pistons par une pression pilote variable, la surface de sollicitation (A1) pour la pression pilote étant un multiple de la surface de sollicitation (A2) pour la pression de référence, et l'agencement de pistons étant sollicité en supplément par le ressort de précontrainte (23) dans la direction de sollicitation de la pression de référence, **caractérisée en ce que** l'agencement de pistons, chargé par le ressort de précontrainte (23) parallèlement à la pression de référence, présente un premier piston (26), formant la surface de sollicitation (A1) la plus grande, avec un poussoir (27) dirigé de la surface de sollicitation (A1) la plus grande en direction de l'élément de commande (28) de l'interrupteur (G), et un second piston (31) formant la surface de sollicitation (A2) la plus petite, guidé de façon mobile et étanche, plongeant dans le premier piston (26) du côté de celui-ci opposé à la surface de sollicitation (A1) la plus grande, et aligné sur une surface d'entraîneur (34) du premier piston. 55

2. Soupape de commande à pression différentielle suivant la revendication 1, **caractérisée en ce que** le premier piston (26) est un piston en pot.
3. Soupape de commande à pression différentielle suivant la revendication 1, **caractérisée en ce que** le rapport des surfaces de sollicitation (A2 : A1) est compris entre 1 : 5 et environ 1 : 25, est de préférence d'environ 1 : 15 à 1 : 20.
4. Soupape de commande à pression différentielle suivant la revendication 3, **caractérisée en ce qu'une** section de l'alésage de corps (25), prévue entre les guidages étanches, est détendue avec le côté extérieur et l'espace intérieur du premier piston (26).
5. Soupape de commande à pression différentielle suivant la revendication 1, **caractérisée en ce que** le second piston (31) présente une tête d'entraîneur (33) bombée, et **en ce que**, de préférence, la surface d'entraîneur (34) présente une forme conique ou tronconique.
6. Soupape de commande à pression différentielle suivant la revendication 1, **caractérisée en ce que** le second piston (31) présente une section cylindrique (32) qui traverse de façon coulissante un trou de guidage (36) solidaire du corps, dont la longueur, de préférence, est inférieure au diamètre de la section cylindrique (32), et **en ce que** la section cylindrique (32) traverse, au voisinage du trou de guidage (36), une douille coulissante (40) qui est positionnée par des moyens d'étanchéité élastiques (39) côté extérieur.
7. Soupape de commande à pression différentielle suivant l'une au moins des revendications précédentes 5 ou 6, **caractérisée par** un écartement entre le guidage étanche du second piston (31) et la tête d'entraîneur (33), qui est égal à un multiple du diamètre de la section cylindrique (32).
8. Soupape de commande à pression différentielle suivant la revendication 6, **caractérisée en ce qu'un** corps de disque (35), positionné dans l'alésage de corps (25), comporte le trou de guidage (36) et une surface d'appui pour les moyens d'étanchéité (39) et la douille coulissante (40), et **en ce qu'un** élément de fermeture (38), fixé dans l'alésage de corps (25) sur le côté du corps de disque (35) opposé au piston (26), délimite avec le guidage étanche du piston (31) un compartiment (41), qui peut être raccordé par l'intermédiaire d'une ouverture d'étranglement (42) à une arrivée pour la pression de référence.
9. Soupape de commande à pression différentielle suivant la revendication 8, **caractérisée en ce que** le corps de disque (38) présente une butée pour le ressort de précontrainte (23), dont l'autre extrémité s'appuie sur le second piston (31), de préférence sur un anneau (45) maintenu de façon lâche sur la tête d'entraîneur (33).
10. Soupape de commande à pression différentielle suivant la revendication 9, **caractérisée en ce que** le corps de disque (25) peut être vissé dans l'alésage de corps (25) ou être positionné dans différentes positions axiales au moyen de rondelles amovibles.
11. Soupape de commande à pression différentielle suivant l'une au moins des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** l'autre extrémité de l'alésage de corps (25) est fermée par un corps d'étanchéité (29), qui présente un joint élastique (30) pour le poussoir (27) et délimite avec le premier piston (26) un compartiment pouvant être sollicité par la pression pilote.
12. Soupape de commande à pression différentielle suivant l'une au moins des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** l'interrupteur (G) présente un coffret (43), qui est éventuellement raccordé à la détente de l'alésage de corps (25) et est disposé avec une possibilité de réglage en hauteur dans un cadre (44) fixé sur le corps de soupape.
13. Soupape de commande à pression différentielle suivant l'une des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** l'interrupteur (G) est un microinterrupteur électrique.

