



(10) **DE 10 2022 118 889 A1** 2024.02.01

(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2022 118 889.2**

(22) Anmeldetag: **27.07.2022**

(43) Offenlegungstag: **01.02.2024**

(51) Int Cl.: **F15B 13/04** (2006.01)

F16K 11/07 (2006.01)

(71) Anmelder:

**Liebherr-Aerospace Lindenberg GmbH, 88161
Lindenberg, DE**

(74) Vertreter:

**Lorenz Seidler Gossel Rechtsanwälte
Patentanwälte Partnerschaft mbB, 80538
München, DE**

(72) Erfinder:

**Dürner, Andreas, 88161 Lindenberg, DE;
Sauterleute, Thomas, 88239 Wangen, DE; Gaile,
Anton, 88299 Leutkirch, DE**

(56) Ermittelter Stand der Technik:

DE	10 2006 040 234	A1
EP	1 526 289	A2

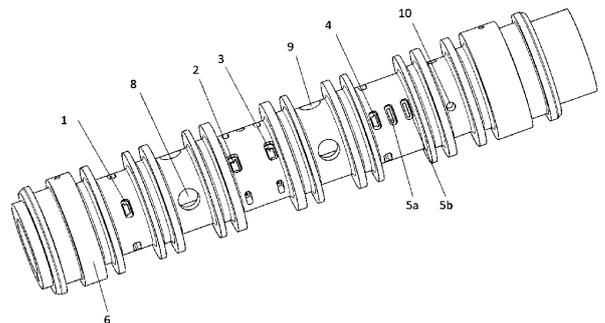
Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Rechercheantrag gemäß § 43 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **Ventil und Luftfahrzeug**

(57) Zusammenfassung: Die vorliegende Erfindung betrifft ein Ventil, vorzugsweise Stetigventil oder Proportionalventil, wobei das Ventil Mittel aufweist, die dazu ausgebildet sind, einen Druck- und/oder Durchfluss eines Fluids zu steuern und/oder zu regeln, wobei die Mittel ferner dazu ausgebildet sind, mindestens eine weitere Funktion zu bewirken oder an der Ermöglichung der Funktion mitzuwirken.



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Ventil, vorzugsweise Stetigventil oder Proportionalventil, wobei das Ventil Mittel aufweist, die dazu ausgebildet sind, einen Druck- und/oder Durchfluss eines Fluids zu steuern und/oder zu regeln.

[0002] Beispielsweise zur Steuerung von Hydraulikmotoren in Luftfahrzeugen, etwa auf einer Flap/Slat-Antriebseinheit, werden nach dem Stand der Technik Steuerblöcke mit Ventilen bzw. Hydraulikventilen eingesetzt.

[0003] Ein solches beispielsweise als Main Control Valve (MCV) bezeichnete Ventil steuert oder regelt den Durchfluss von Hydraulikflüssigkeit in einem Ventilblock für etwa einen Hydraulikmotor. Ein schematischer Schaltplan eines solchen Ventilblocks B mit einem daran und darin angeordneten MCV für einen an dem Ventilblock B angeschlossenen Hydraulikmotor M aus dem Stand der Technik wird in **Fig. 5** gezeigt. Der Ventilblock B umfasst Leitungen, die von dem Eingang SU mit Hydraulikflüssigkeit versorgt werden. Durch den Ausgang RE wird die Hydraulikflüssigkeit wieder aus dem Ventilblock B geleitet, um etwa einen größeren Hydraulikkreislauf zu schließen. Ebenfalls umfasst der Ventilblock beispielsweise einen Hydraulikanschluss POB für weitere Verbraucher. Das MCV umfasst einen Schieber SL, durch dessen Bewegung die Versorgung von Leitungen mit Hydraulikflüssigkeit bzw. mit Hydraulikdruck in dem Schaltblock B gesteuert werden kann. Der Schieber SL wird von einem Federpaket SP zentriert. Der Schaltblock B umfasst drei Solenoid-Ventile bzw. Schaltventile, Extend E, Retract R und Brake B, wobei mittels der Solenoid-Ventile E und R der Schieber SL des MCV, durch entsprechendes Aufschalten eines Versorgungsdruckes auf entsprechenden Leitungen, in die entsprechende Stellung gedrückt werden kann. Der Schieber SL gibt sodann Öffnungen in einer Schieberhülse für die entsprechenden Leitungen frei. Mittels des Federpaketes SP und einem getakteten Schalten der Solenoid Extend E und Retract R kann der Schieber SL in Zwischenstellungen, also schwebend, gehalten werden, wodurch bestimmte Öffnungen in der Schieberhülse definiert, also beispielsweise teilweise geöffnet und definierte Durchflussraten erreicht werden können. Die Position des Schiebers SL kann durch einen Differentialtransformator LVDT ermittelt werden.

[0004] Um ein definiertes Anlaufen des Motors M zu erreichen, wird dieser durch eine hydraulisch betätigte Bremse festgehalten. Erst mit Bewegung des Schiebers SL steht am Solenoid-Ventil Brake B ein ausreichend hoher Druck zur Verfügung, um die Bremse zu lösen. Das Federpaket übersetzt den am Schieber anliegenden Druck in eine Weginformation, welche mittels des LVDT ausgelesen werden

kann und zu Monitorzwecken genutzt werden kann. Damit kann indirekt eine Druckinformation erzeugt werden. Zusätzlich kann über den LVDT das korrekte Verhalten des MCV überwacht werden.

[0005] Diese Umsetzung erfordert mehrere Solenoid-Ventile, eine große Anzahl an Drosseln und ein aufwändiges Federpaket. Speziell die Drosseln sind als zugekaufte Teile verhältnismäßig teuer. Jedes Solenoid-Ventil benötigt einen relativ hohen Schaltstrom. Die Realisierung der hydraulischen Leitungen führt zu einem relativ großen und damit schweren Ventilblock, mit entsprechend hohen Druckverlusten in den Leitungen. Es ist ein sehr großer Schieberhub notwendig. Dadurch steigt die Baugröße des MCV. Ebenso ist ein LVDT notwendig.

[0006] Vor diesem Hintergrund liegt der vorliegenden Erfindung die Aufgabe zugrunde, ein verbessertes, insbesondere ein kleineres, leichteres, kostengünstigeres und einfacher aufgebautes Ventil, insbesondere mit weniger Energiebedarf und höherer hydraulischer Leistungsfähigkeit, also mit weniger Druckverlust bereitzustellen.

[0007] Diese Aufgabe wird durch das Verfahren mit den Merkmalen des unabhängigen Anspruchs 1 gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche.

[0008] Demnach ist erfindungsgemäß vorgesehen, dass die Mittel ferner dazu ausgebildet sind, mindestens eine weitere Funktion zu bewirken oder an der Ermöglichung der Funktion mitzuwirken.

[0009] Statt des MCV kommt vorzugsweise eine Art elektrohydraulisches Servoventil (EHSV) zum Einsatz. Ein EHSV kann vorzugsweise mit sehr kleinen Strömen Steuerkommandos umsetzen und so den Durchfluss zum Motor freigeben.

[0010] Die zweite Funktion ist beispielsweise die Bereitstellung von Druck zum Öffnen einer Bremse und steht vorzugsweise erst zur Verfügung, sobald der Schieber um eine bestimmte Strecke ausgelenkt ist.

[0011] Es kann also eine Steuerung des Durchflusses für einen hydraulischen Verbraucher, z.B. einen Hydraulikmotor oder Zylinder, bei gleichzeitiger hydraulischer Verriegelung bei Nichtbetätigung erfolgen.

[0012] Vorzugsweise ist vorgesehen, dass die Mittel einen Schieber und eine Schieberhülse umfassen.

[0013] Es wird in anderen Worten vorzugsweise ein Ventil, etwa ein Stetigventil, Proportionalventil oder ein Ventil mit einer anderen Steuercharakteristik mit mindestens einer zusätzlichen Funktion, welche nicht der primären Druck- und/oder Durchflusssteue-

rung dient, integriert auf derselben Schieberhülse, vorgeschlagen.

[0014] In einer vorteilhaften Ausführungsform ist vorgesehen, dass die Funktion die Bereitstellung von Fluid mit dem erforderlichen Druck und/oder Durchfluss für eine Komponente, beispielsweise ein Ansteuerventil für eine Bremse oder für ein Mode-Valve einer primären Flugsteuerung oder eine Bremse oder Verriegelung, ist.

[0015] Diese Funktion kann damit vorzugsweise als Steuerung für z.B. eine Bremse in einem High-Lift System oder eines Mode-Valves in der primären Flugsteuerung verwendet werden. Es sind auch andere Funktionen, wie z.B. Brems- oder Verriegelungsfunktionen, denkbar, die immer dann benötigt werden, wenn kein Steuerkommando erfolgt.

[0016] Denkbar ist, dass ein Sensor vorgesehen ist, der den Druck und/oder Durchfluss für die Komponente ermitteln kann.

[0017] Das Drucksignal vom Schaltport kann vorzugsweise nicht nur zur hydraulischen Entriegelung, sondern auch zu Monitorzwecken verwendet werden. Dies ermöglicht die Ersetzung des LVDT beispielsweise mit einem Drucksensor.

[0018] Es kann vorgesehen sein, dass die Funktion bewirkt wird, wenn keine Ansteuerung des Ventils erfolgt.

[0019] Denkbar ist, dass die Funktion mit der Charakteristik einer Schalt- oder Stetigfunktion bewirkt wird.

[0020] Es kann vorgesehen sein, dass das Ventil über einen mechanischen Eingang gesteuert wird.

[0021] Vorzugsweise ist vorgesehen, dass das Ventil keine Schaltventile und/oder Federn umfasst.

[0022] Denkbar ist, dass der Schieber einen Schieberhub von 0,5 mm bis 3 mm, vorzugsweise von 1 mm bis 2 mm aufweist.

[0023] In einer vorteilhaften Ausführungsform ist vorgesehen, dass das Ventil ein elektrohydraulisches Servoventil (EHSV) ist und vorzugsweise mit einem Ansteuerstrom von +/- 10 mA angesteuert werden kann.

[0024] Das Ventil kann auch ein direkt gesteuertes Ventil sein.

[0025] Vorzugsweise ist vorgesehen, dass das Ventil an und/oder in einem Ventilblock für einen hydraulischen Verbraucher, vorzugsweise einen Motor oder einen Zylinder, angeordnet ist.

[0026] Die Erfindung betrifft auch ein Luftfahrzeug mit einem erfindungsgemäßen Ventil.

[0027] Denkbar ist auch, dass das Ventil einen Schieber und eine Schieberhülse aufweist, wobei der Schieber eine Steuerfläche und die Schieberhülse eine Öffnung aufweist, wobei das Ventil derart ausgebildet ist, dass die Steuerfläche die Öffnung verdecken kann, wobei der Schieber derart positioniert werden kann, dass die Steuerfläche die Öffnung zumindest teilweise nicht verdeckt, wobei die Schieberhülse eine weitere Öffnung aufweist, wobei die Steuerfläche die weitere Öffnung verdecken kann, wobei der Schieber derart positioniert werden kann, dass die Steuerfläche die Öffnung und die weitere Öffnung jeweils zumindest teilweise nicht verdeckt.

[0028] Es ist auch denkbar, dass die Steuerfläche die Öffnungen vollständig verdecken kann. Ebenso können mehr als zwei Öffnungen vorgesehen sein, die die Steuerfläche verdecken bzw. nicht verdecken kann.

[0029] Das Ventil dient vorzugsweise zur Steuerung des Durchflusses für einen hydraulischen Verbraucher, z.B. einem Hydraulikmotor, in einem High-Lift System. Der Verbraucher erfordert dabei beispielsweise mindestens 2 diskrete Volumenströme.

[0030] Die Steuerfläche kann auch als Steuerkante bezeichnet werden. Die Steuerfläche ist vorzugsweise eine ohne Absätze, Kanten oder dergleichen unterbrochene Fläche, die an oder in der Innenfläche der Steuerhülse gleitet.

[0031] Die Steuerfläche verdeckt die Öffnung vorzugsweise derart, dass kein oder nur eine vernachlässigbare Menge an Fluid durch die Öffnung dringen kann.

[0032] Vorzugsweise ist vorgesehen, dass das Ventil eine Durchflusskennlinie mit mindestens einer diskreten Stufe aufweist.

[0033] Denkbar ist, dass die Öffnungen mittels Laserschneiden hergestellt worden sind.

[0034] In einer vorteilhaften Ausführungsform ist vorgesehen, dass die Öffnungen voneinander beabstandet sind, wobei die Öffnungen einen Abstand von 0,1 mm bis 1 mm, vorzugsweise einen Abstand von 0,1 mm bis 0,6 mm oder von 0,2 mm bis 0,4 mm aufweisen.

[0035] Es kann vorgesehen sein, dass die Öffnungen eine kreisförmige, rechteckige, trapezförmige, ovale, dreieckige oder tropfenförmige Form aufweisen, wobei die Form vorzugsweise verrundete Ecken aufweist.

[0036] An dieser Stelle wird darauf hingewiesen, dass die Begriffe „ein“ und „eine“ nicht zwingend auf genau eines der Elemente verweisen, wenngleich dies eine mögliche Ausführung darstellt, sondern auch eine Mehrzahl der Elemente bezeichnen können. Ebenso schließt die Verwendung des Plurals auch das Vorhandensein des fraglichen Elementes in der Einzahl ein und umgekehrt umfasst der Singular auch mehrere der fraglichen Elemente. Weiterhin können alle hierin beschriebenen Merkmale der Erfindung beliebig miteinander kombiniert oder voneinander isoliert beansprucht werden.

[0037] Weitere Vorteile, Merkmale und Effekte der vorliegenden Erfindung ergeben sich aus der nachstehenden Beschreibung bevorzugter Ausführungsbeispiele unter Bezugnahme auf die Figuren, in welchen gleiche oder ähnliche Bauteile durch dieselben Bezugszeichen bezeichnet sind. Hierbei zeigen:

Fig. 1: eine Ansicht einer Ausführungsform eines Schiebers eines erfindungsgemäßen Ventils.

Fig. 2: eine Schnittansicht einer Ausführungsform eines Schiebers eines erfindungsgemäßen Ventils.

Fig. 3: ein schematischer Schaltplan einer Ausführungsform eines Ventilblocks mit einem erfindungsgemäßen Ventil.

Fig. 4: ein schematischer Schaltplan einer weiteren Ausführungsform eines Ventilblocks mit einem erfindungsgemäßen Ventil.

Fig. 5: ein schematischer Schaltplan einer Ausführungsform eines Schaltblocks mit Ventil und Motor aus dem Stand der Technik.

[0038] Ein beispielhaftes Stetigventil umfasst eine Schiebergruppe, umfassend einen Schieber und eine Schieberhülse. Das Stetigventil ist z.B. ein elektrohydraulisches Servoventil (EHSV). Der Schieber ist so gebaut, dass er proportional zum Schieberhub hydraulischen Durchfluss an einen Verbraucher, z.B. einen Motor abgeben kann.

[0039] Weiterhin ist der Schieber so gebaut, dass bei Bewegung des Schiebers aus seiner Neutralstellung zusätzlich hydraulischer Druck an ein einzelnes Solenoid-Ventil geleitet wird. Wird dieses betätigt, so steht beispielsweise Druck zum Öffnen einer Bremse eines High-Lift Systems zur Verfügung.

[0040] Mittels eines Drucksensors, beispielsweise am Schaltausgang, kann überprüft werden, ob ein Auslenken des Schiebers bei Ansteuerung stattgefunden hat. Zusätzlich ist eine direkte Information über den Versorgungsdruck bei angesteuertem Ventil verfügbar.

[0041] Damit sind alle hydraulischen Funktionen und Sicherheitsebenen realisiert, die in der Lösung nach dem Stand der Technik enthalten sind.

[0042] Fig. 1 zeigt die Schieberhülse 6 des Stetigventils. Durch die Steuerschlitze 1 und 4 erfolgt die Zufuhr von Hydraulikflüssigkeit. Die Öffnungen 8 und 9 ermöglichen das Zu- und Abströmen der Hydraulikflüssigkeit zum bzw. vom Verbraucher, z.B. einem Hydraulikmotor. Das entspannte Arbeitsmedium strömt durch die Schlitze 2 und 3 zurück in den Rücklauf des Systems.

[0043] Fig. 2 zeigt die Schiebergruppe im Teilschnitt. Abhängig von der Bewegungsrichtung des Schiebers 7 relativ zur Schieberhülse 6 werden die einzelnen Steueröffnungen miteinander verbunden. Bewegt sich der Schieber 7 in Fig. 2 nach rechts, so wird der an Öffnung 4 anliegende Versorgungsdruck mit dem Ausgang 9, welcher das Fluid zum Verbraucher leitet, verbunden. Das Fluid strömt so zum Verbraucher und von diesem über Öffnung 8 wieder in die Hülse. Über die nun ebenfalls geöffnete Öffnung 2 strömt das Fluid in den Rücklauf des Systems. Mit der Form der Steueröffnungen 1, 2, 3 und 4 lässt sich beispielsweise ein linearer Zusammenhang zwischen Schieberhub und Durchfluss zum Verbraucher erreichen. In diesem Beispiel wäre das die Charakteristik eines Proportionalventils.

[0044] Wird der Schieber 7 um einen ausreichend großen Betrag aus der Neutralstellung bewegt, so werden, je nach Bewegungsrichtung, zusätzlich zu den oben erwähnten Steuerkanten für den Verbraucher weitere Steuerkanten 5a und 5b geöffnet. Bewegt sich der Schieber beispielsweise nach rechts, so wird die Öffnung 5b freigegeben. Durch diese wird ein Druck- bzw. Durchfluss-Signal zur Öffnung 10 geleitet, wo es für eine weitere Funktion zur Verfügung steht. In diesem Beispiel werden am Ausgang 10 zwei Funktionen bedient. Zum einen wird mittels eines Drucksensors der Druck überwacht. Dieser signalisiert indirekt, ob sich der Schieber in Neutralstellung befindet oder nicht. Zum anderen kann, für den Fall, dass Druck anliegt, eine Bremse im Hochauftriebssystem, welche von Federn geschlossen gehalten wird, hydraulisch geöffnet werden.

[0045] Durch die Wahl verschiedener Überdeckungen der Steuerkanten für den Primärverbraucher 11 an den Steueröffnungen für ebendiesen 1, 2, 3 und 4 im Verhältnis zu den Steuerkanten für die Zusatzfunktion 12 an den Steueröffnungen für ebendiese 5a, 5b, lässt sich ein bestimmtes Schaltverhalten einstellen. Beispielsweise kann der Hauptverbraucher erst dann mit Betriebsflüssigkeit versorgt werden, wenn die Zusatzfunktion ausgelöst wurde oder umgekehrt.

[0046] Im vorliegenden Fall werden die Überdeckungen so gewählt, dass am Ausgang 10 ein Druck gemessen werden bzw. die Bremse geöffnet werden kann, bevor der Verbraucher, z.B. ein Hydraulikmotor mit dem Betriebsmedium versorgt wird.

[0047] Fig. 3 und Fig. 4 zeigen Ausschnitte von schematischen Ansichten von Ventilen mit den Anschlüssen S, C1, R, C2 und P, wobei P den Versorgungseingang, R den Ausgang, C1 und C2 die Druck- und/oder Durchflusssteueranschlüsse und S den Anschluss für eine weitere Funktion bezeichnen.

[0048] Die Erfindung weist folgende Vorteile auf:

- Durch die integrierte Schaltfunktion können mehrere Solenoid-Ventile entfallen.
- Durch den Einsatz der EHSV-Technologie ist kein aufwändiges Federpaket oder das getaktete Schalten der Solenoid-Ventile nötig.
- Der Strombedarf wird deutlich reduziert. Zum Schalten des Ventils sind beispielsweise nur noch +/- 10 mA anstatt mehrerer Ampere pro Solenoid-Ventil notwendig.
- Das Drucksignal an der Schaltfunktion kann beispielsweise anstatt eines LVT der LVDT als Monitor für die Schieberposition benutzt werden.
- Durch die hohe Dynamik des EHSV sind durch entsprechende Ansteuerung beliebige Steerdynamiken umsetzbar.
- Bei Integration eines Drucksensors kann der Druck viel exakter gemessen werden.
- Aufgrund der EHSV Funktion ist auch bei einem Motor mit festem Schluckvolumen eine Drehzahlregelung möglich.
- Durch den Wegfall von Schaltventilen und Drosseln wird der Ventilblock deutlich kompakter und die Kosten für diese Zukaufteile werden eingespart.

Patentansprüche

1. Ventil, vorzugsweise Stetigventil oder Proportionalventil, wobei das Ventil Mittel aufweist, die dazu ausgebildet sind, einen Druck- und/oder Durchfluss eines Fluids zu steuern und/oder zu regeln, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Mittel ferner dazu ausgebildet sind, mindestens eine weitere Funktion zu bewirken oder an der Ermöglichung der Funktion mitzuwirken.

2. Ventil nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Mittel einen Schieber und eine Schieberhülse umfassen.

3. Ventil nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Funktion die Bereitstellung von Fluid mit dem erforderlichen Druck und/oder Durchfluss für eine Komponente, beispielsweise ein Ansteuerventil für eine Bremse oder für ein Mode-Valve einer primären Flugsteuerung oder eine Bremse oder Verriegelung, ist.

4. Ventil nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein Sensor vorgesehen ist, der den Druck und/oder Durchfluss für die Komponente ermitteln kann.

5. Ventil nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Funktion bewirkt wird, wenn keine Ansteuerung des Ventils erfolgt.

6. Ventil nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Funktion mit der Charakteristik einer Schalt- oder Stetigfunktion bewirkt wird.

7. Ventil nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Ventil über einen mechanischen Eingang gesteuert wird.

8. Ventil nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Ventil keine Schaltventile und/oder Federn umfasst.

9. Ventil nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Schieber einen Schieberhub von 0,3 mm bis 3 mm, vorzugsweise von 1 mm bis 2 mm aufweist.

10. Ventil nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Ventil ein elektrohydraulisches Servoventil (EHSV) ist und vorzugsweise mit einem Ansteuerstrom von +/- 10 mA angesteuert werden kann.

11. Ventil nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Ventil an und/oder in einem Ventilblock für einen hydraulischen Verbraucher, vorzugsweise einen Motor oder einen Zylinder, angeordnet ist.

12. Luftfahrzeug mit einem Ventil nach einem der vorhergehenden Ansprüche.

Es folgen 3 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

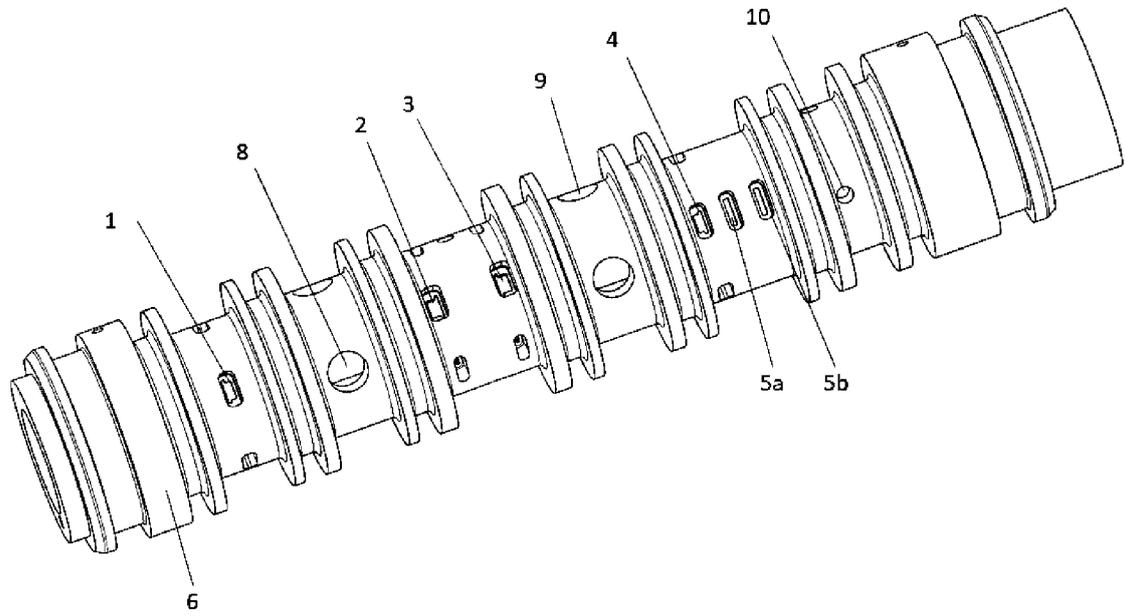


Fig. 1

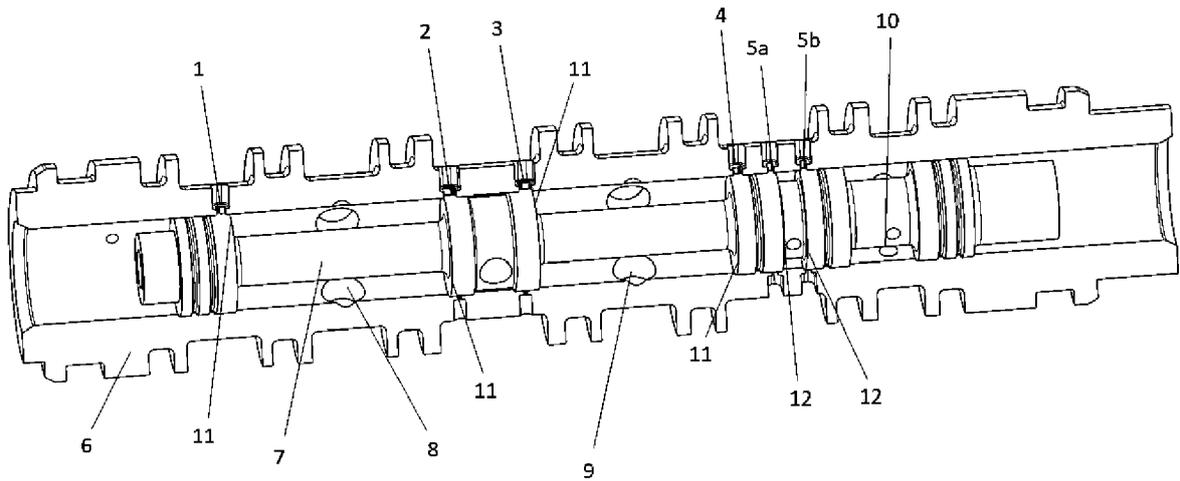


Fig. 2

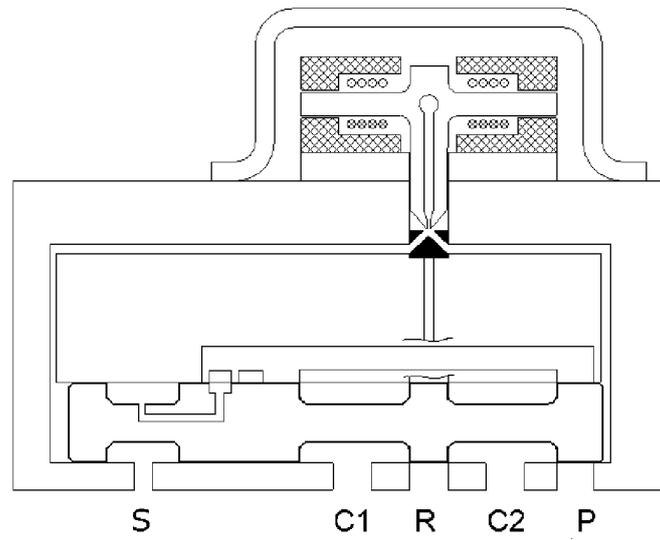


Fig. 3

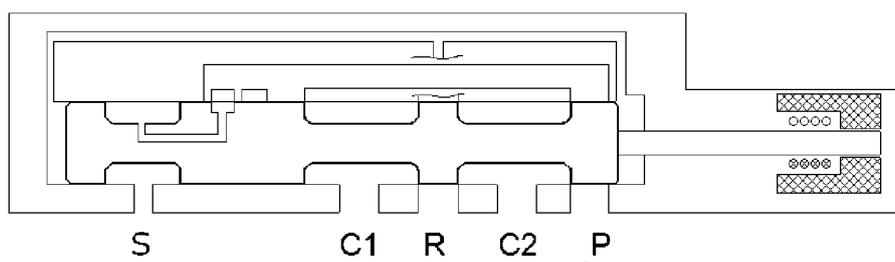


Fig. 4

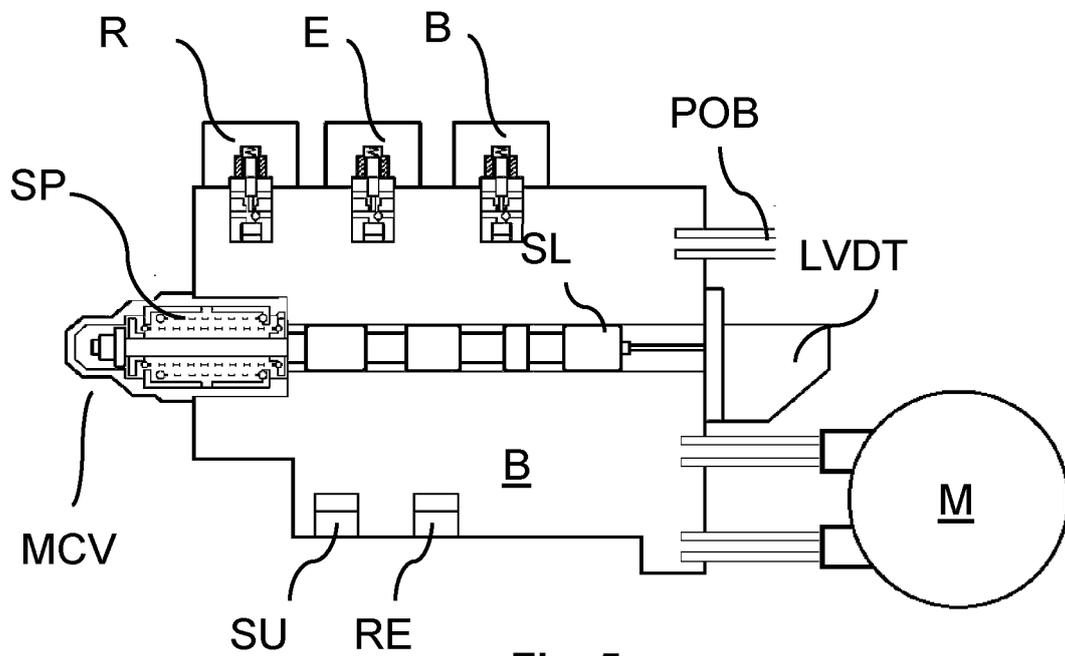


Fig. 5