

(19)



(11)

EP 2 392 789 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
08.06.2016 Patentblatt 2016/23

(51) Int Cl.:
F01L 9/02 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **11163107.3**

(22) Anmeldetag: **20.04.2011**

(54) **Elektrohydraulische Ventilsteuerung**

Electrohydraulic valve control

Commande de soupape hydroélectrique

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB
GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO
PL PT RO RS SE SI SK SM TR**

(30) Priorität: **01.06.2010 DE 102010022346**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
07.12.2011 Patentblatt 2011/49

(73) Patentinhaber: **Schaeffler Technologies AG & Co.
KG
91074 Herzogenaurach (DE)**

(72) Erfinder:
• **Kufner, Andreas
91052, Erlangen (DE)**
• **Berger, Michael
92334, Berching (DE)**
• **Itoafa, Calin Petru
91315, Höchstadt (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:
WO-A1-99/23378 DE-A1- 4 206 696
DE-A1-102008 049 181 JP-A- 7 019 014
US-A1- 2003 221 663 US-A1- 2008 041 329

EP 2 392 789 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine elektrohydraulische Ventilsteuerung zur variablen Betätigung eines Gaswechselventils einer Brennkraftmaschine, umfassend

- einen von einem Nocken angetriebenen Geberkolben,
- einen das Gaswechselventil antreibenden Nehmerkolben,
- einen von dem Geberkolben und dem Nehmerkolben begrenzten Druckraum mit veränderlichem Volumen,
- einen Druckentlastungsraum, der mit dem Druckraum über eine Steuerleitung verbindbar ist, die mittels eines zur Steuerleitung hin öffnenden Sperrventils mit der Hydraulikmittelversorgung der Brennkraftmaschine verbunden ist,
- ein elektrisch bestrombares erstes Hydraulikventil, das in der Steuerleitung angeordnet ist und das die Verbindung vom Druckraum mit dem Druckentlastungsraum im unbestromten Zustand herstellt und im bestromten Zustand unterbricht,
- und ein zweites Hydraulikventil, das in der Steuerleitung angeordnet ist und bei fehlerhaft offenem ersten Hydraulikventil die Verbindung vom Druckraum mit dem Druckentlastungsraum unterbricht.

Hintergrund der Erfindung

[0002] Bei derartigen Ventilsteuerungen wird die Variabilität der Steuerzeiten und des Maximalhubs des Gaswechselventils dadurch erzielt, dass ein Teilvolumen des als so genanntes hydraulisches Gestänge wirkenden Druckraums bei geöffnetem ersten Hydraulikventil stufenlos in den Druckentlastungsraum abregelbar ist und dementsprechend der von der Nockenwelle vorgegebene Nockenhub vollständig, teilweise oder gar nicht auf das Gaswechselventil übertragen wird.

[0003] Eine wesentliche Verantwortung für die Funktionssicherheit der Ventilsteuerung übernimmt folglich das erste Hydraulikventil, dessen Schaltfunktion unter allen Betriebsbedingungen der Brennkraftmaschine präzise und reproduzierbar gewährleistet sein muss. Das stromlos geöffnete erste Hydraulikventil birgt jedoch das nie vollständig auszuschließende Risiko einer Fehlfunktion, bei der es nicht mehr schließt. Die Folge ist eine unkontrollierte Stilllegung des oder der zugehörigen Gaswechselventile.

[0004] Im Hinblick auf ausreichende Notlaufeigenschaften der Brennkraftmaschine (Limp-Home-Mode) ist es in der gattungsgemäßen DE 10 2008 049 181 A1 vorgeschlagen, das Hydrauliksystem der Ventilsteuerung um ein zweites Hydraulikventil zu ergänzen, das im Normalbetrieb der Ventilsteuerung geöffnet ist und im Falle der Fehlfunktion schließt, um die Verbindung vom Druckraum mit dem Druckentlastungsraum zu unterbrechen. Durch diese Maßnahme wird auch bei permanent offen

stehendem ersten Hydraulikventil - beispielsweise aufgrund einer elektrischen Stromunterbrechung oder eines mechanischen Defekts am ersten Hydraulikventil - ein für die Hubübertragung auf das Gaswechselventil ausreichender Druckaufbau im Druckraum ermöglicht, indem das zweite Hydraulikventil während des Notlaufbetriebs geschlossen ist und eine Druckentlastung des Druckraums verhindert.

Aufgabe der Erfindung

[0005] Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zu Grunde, eine Ventilsteuerung der eingangs genannten Art in einer alternativen Ausgestaltung anzugeben.

Zusammenfassung der Erfindung

[0006] Die Lösung dieser Aufgabe ergibt sich aus den kennzeichnenden Merkmalen des Anspruchs 1, während vorteilhafte Weiterbildungen und Ausgestaltungen der Erfindung den Unteransprüchen entnehmbar sind. Demnach soll das zweite Hydraulikventil so in der Steuerleitung angeordnet sein, dass bei fehlerhaft offenem ersten Hydraulikventil die Verbindung vom Druckraum mit der Hydraulikmittelversorgung hergestellt und die Verbindung von der Hydraulikmittelversorgung mit dem Druckentlastungsraum unterbrochen ist.

[0007] Mit anderen Worten bleibt die Verbindung von der Hydraulikmittelversorgung mit dem ersten Hydraulikventil unabhängig von der Schaltstellung des zweiten Hydraulikventils bestehen. Das Nachführen von Leckage ausgleichendem Hydraulikmittel aus der Hydraulikmittelversorgung in den Druckraum wird dementsprechend nicht durch die Schaltstellung des zweiten Hydraulikventils beeinträchtigt. Folglich kann die im eingangs zitierten Stand der Technik erforderliche Bypassleitung, die die beiden dort stromabwärts der Hydraulikmittelversorgung in Reihe geschalteten Hydraulikventile umgeht und eine mittels eines Rückschlagventils gesteuerte, direkte Verbindung von der Hydraulikmittelversorgung mit dem Druckraum herstellt, entfallen.

[0008] In Weiterbildung der Erfindung soll das zweite Hydraulikventil ebenfalls elektrisch bestrombar, anders als das erste Hydraulikventil jedoch stromlos geschlossen ausgebildet sein, um auch im Falle eines Stromausfalls an beiden Hydraulikventilen die erforderlichen Notlaufeigenschaften der Brennkraftmaschine zu gewährleisten.

[0009] Als Alternative kann das zweite Hydraulikventil auch in hydraulisch oder pneumatisch druckbetätigbarer Ausführung und den beiden Varianten drucklos offen oder drucklos geschlossen vorgesehen sein. Die pneumatische Ventilausführung kann insbesondere bei Schiffsmotoren vorteilhaft sein, die für den Motorstart mit einer Druckluftversorgung ausgestattet sind. In diesem Anwendungsfall kann zudem auch ein manuell betätigbares zweites Hydraulikventil zum Einsatz kommen.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0010] Weitere Merkmale der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung und aus den Zeichnungen, in denen Ausführungsbeispiele der Erfindung schematisch dargestellt sind. Es zeigen:

- Figur 1 einen hydraulischen Schaltplan einer erfindungsgemäßen elektrohydraulischen Ventilsteuerung;
- Figur 2 ein zweites Hydraulikventil in druckbetätigbarer und drucklos offener Ausführung,
- Figur 3 ein zweites Hydraulikventil in druckbetätigbarer und drucklos geschlossener Ausführung und
- Figur 4 ein zweites Hydraulikventil in manuell betätigbarer Ausführung.

Ausführliche Beschreibung der Zeichnungen

[0011] Figur 1 zeigt die wesentlichen Komponenten einer erfindungsgemäßen elektrohydraulischen Ventilsteuerung 1 zur variablen Betätigung eines Gaswechselventils 2 einer Brennkraftmaschine anhand eines hydraulischen Schaltplans. Dargestellt sind ein Geberkolben 3, der von einem Nocken 4 einer Nockenwelle angetrieben ist, und ein Nehmerkolben 5, der das in Schließrichtung federkraftbeaufschlagte Gaswechselventil 2 antreibt. Der Geberkolben 3 und der Nehmerkolben 5 begrenzen einen hydraulischen Druckraum 6, der über eine Steuerleitung 7 mit einem hydraulischen Druckentlastungsraum 8 in Form eines federbelasteten Druckspeichers verbunden ist. Die Steuerleitung 7 ist mittels eines Sperrventils 9 mit einer Hydraulikmittelversorgung 10 der Brennkraftmaschine und vorliegend mit deren Schmiermittelversorgung verbunden. Bei dem Sperrventil 9 handelt es sich um ein zur Steuerleitung 7 hin öffnendes Kugelrückschlagventil.

[0012] Ein in der Steuerleitung 7 angeordnetes erstes Hydraulikventil 11, das als schnell schaltendes, elektrisch ansteuerbares 2/2-Wegeventil in stromlos geöffneter Bauweise ausgeführt ist, sorgt in Abhängigkeit von dessen Bestromungszustand dafür, dass die Verbindung vom Druckraum 6 mit dem Druckspeicher 8 hergestellt oder unterbrochen ist. Folglich wird ein Hydraulikmittelstrom durch die Steuerleitung 7 hindurch freigegeben oder gesperrt, wobei während der Betätigung des Geberkolbens 3 ein stufenlos einstellbares Teilvolumen aus dem Druckraum 6 in den Druckspeicher 8 ausgeschoben wird. Die auf dem dementsprechend veränderlichen Hydraulikmittelvolumen des Druckraums 6 basierende Variabilität der Ventilbetätigung erstreckt sich innerhalb der Grenzen maximalen Öffnungshubs des Gaswechselventils 2 einerseits, wenn sich das erste Hydraulikventil 11 während der gesamten Hubphase des Geberkolbens

3 in Schließstellung befindet, und vollständiger Abschaltung des Gaswechselventils 2 andererseits, wenn sich das erste Hydraulikventil 11 zumindest bis zur Maximalerhebung des Geberkolbens 3 in Offenstellung befindet.

[0013] Für den Fall, dass das erste Hydraulikventil 11 während des Betriebs der Brennkraftmaschine fehlerhaft offen stehen bleibt - wie oben erwähnt, kommt als Ursache hierfür insbesondere eine unterbrochene Stromversorgung des ersten Hydraulikventils 11 in Betracht - und dies zur vollständigen Stilllegung des Gaswechselventils 2 bei entsprechend inakzeptablem Betriebsverhalten der Brennkraftmaschine führen würde, umfasst die Ventilsteuerung 1 ein zweites Hydraulikventil 12, das während des normalen, d.h. fehlerfreien Betriebs der Ventilsteuerung 1 geöffnet ist. Der auf der Schaltstellung des zweiten Hydraulikventils 12 basierende Notlaufbetrieb der Brennkraftmaschine wird dadurch eingeleitet, dass das zweite Hydraulikventil 12 nach Detektion des fehlerhaft offen stehenden ersten Hydraulikventils 11 schließt, so dass sich der im Druckraum 6 ausbildende Hydraulikmitteldruck nicht mehr in den Druckspeicher 8 entlasten kann. Im idealen Falle eines vollständig inkompressiblen und leckagedichten Druckraums 6 wird dann der vom Geberkolben 3 vorgegebene Hub entsprechend dem eingangs genannten maximalen Öffnungshub vollständig auf das Gaswechselventil 2 übertragen.

[0014] Die Anordnung des zweiten Hydraulikventils 12 in der Steuerleitung 7 ist derart, dass das während des Notlaufbetriebs geschlossene zweite Hydraulikventil 12 die Verbindungen vom ersten Hydraulikventil 11 und von der Hydraulikmittelversorgung 10 mit dem Druckspeicher 8 unterbricht. Hingegen bleibt die Verbindung von der Hydraulikmittelversorgung 10 mit dem Druckraum 6 erhalten, um betriebsbedingte Hydraulikmittelleckagen aus dem Druckraum 6 auszugleichen. Bei dem zweiten Hydraulikventil 12 handelt es sich gemäß seiner symbolhaften Darstellung um ein elektrisch bestrombares 2/2-Wegeventil in stromlos geschlossener Ausführung. Während des Normalbetriebs der Ventilsteuerung 1 wird das zweite Hydraulikventil 12 bestromt, um permanent geöffnet zu sein und das stufenlos einstellbare Abregeln von Hydraulikmittel aus dem Druckraum 6 in den Druckspeicher 8 zu ermöglichen.

[0015] Alternative Ausgestaltungen des zweiten Hydraulikventils sind in den Figuren 2 bis 4 symbolhaft dargestellt.

[0016] Figur 2 zeigt ein druckbetätigtes 2/2-Wegeventil 212 in drucklos offener Ausführung.

[0017] Figur 3 zeigt ein druckbetätigtes 2/2-Wegeventil 312 in drucklos geschlossener Ausführung.

[0018] Figur 4 zeigt ein manuell betätigtes 2/2-Wegeventil 412.

[0019] An die Umschaltgeschwindigkeit des zweiten Hydraulikventils 12 können deutlich geringere Anforderungen als an das erste Hydraulikventil 11 gestellt werden. Dies liegt darin begründet, dass das zweite Hydraulikventil 12 lediglich einmal zu Beginn des Notlaufbetriebs von der Offenstellung in die Schließstellung, umschalten

muss. Dementsprechend kann das zweite Hydraulikventil 12 wesentlich kostengünstiger als das deutlich schneller schaltende erste Hydraulikventil 11 ausgeführt sein.

Bezugszahlen

[0020]

- 1 Ventilsteuerung
- 2 Gaswechselventil
- 3 Geberkolben
- 4 Nocken
- 5 Nehmerkolben
- 6 Druckraum
- 7 Steuerleitung
- 8 Druckentlastungsraum / Druckspeicher
- 9 Sperrventil
- 10 Hydraulikmittelversorgung
- 11 erstes Hydraulikventil
- 12 zweites Hydraulikventil

Patentansprüche

1. Elektrohydraulische Ventilsteuerung (1) zur variablen Betätigung eines Gaswechselventils (2) einer Brennkraftmaschine, umfassend

- einen von einem Nocken (4) angetriebenen Geberkolben (3),
- einen das Gaswechselventil (2) antreibenden Nehmerkolben (5),
- einen von dem Geberkolben (3) und dem Nehmerkolben (5) begrenzten Druckraum (6) mit veränderlichem Volumen,
- einen Druckentlastungsraum (8), der mit dem Druckraum (6) über eine Steuerleitung (7) verbindbar ist, die mittels eines zur Steuerleitung (7) hin öffnenden Sperrventils (9) mit der Hydraulikmittelversorgung (10) der Brennkraftmaschine verbunden ist,
- ein elektrisch bestrombares erstes Hydraulikventil (11), das in der Steuerleitung (7) angeordnet ist und das die Verbindung vom Druckraum (6) mit dem Druckentlastungsraum (8) im unbestromten Zustand herstellt und im bestromten Zustand unterbricht,
- und ein zweites Hydraulikventil (12, 212, 312, 412), das in der Steuerleitung (7) angeordnet ist und bei fehlerhaft offenem ersten Hydraulikventil (11) die Verbindung vom Druckraum (6) mit dem Druckentlastungsraum (8) unterbricht,

dadurch gekennzeichnet, dass das zweite Hydraulikventils (12, 212, 312, 412) so in der Steuerleitung (7) angeordnet ist, dass bei fehlerhaft offenem ersten Hydraulikventil (11) die Verbindung vom Druckraum (6) mit der Hydraulikmittelversorgung

(10) hergestellt und die Verbindung von der Hydraulikmittelversorgung (10) mit dem Druckentlastungsraum (8) unterbrochen ist.

2. Elektrohydraulische Ventilsteuerung (1) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das zweite Hydraulikventil (12) elektrisch bestrombar und stromlos geschlossen ausgebildet ist.
3. Elektrohydraulische Ventilsteuerung (1) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das zweite Hydraulikventil (212) druckbetätigbar und drucklos offen ausgebildet ist.
4. Elektrohydraulische Ventilsteuerung (1) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das zweite Hydraulikventil (312) druckbetätigbar und drucklos geschlossen ausgebildet ist.
5. Elektrohydraulische Ventilsteuerung (1) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das zweite Hydraulikventil (412) manuell betätigbar ausgebildet ist.

Claims

1. Electrohydraulic valve controller (1) for the variable actuation of a gas exchange valve (2) of an internal combustion engine, comprising
 - a master piston (3) driven by a cam (4),
 - a slave piston (5) which drives the gas exchange valve (2),
 - a variable-volume pressure chamber (6) which is delimited by the master piston (3) and by the slave piston (5),
 - a pressure relief chamber (8) which can be connected to the pressure chamber (6) via a control line (7) which is connected to the hydraulic medium supply (10) of the internal combustion engine by means of a shut-off valve (9) which opens toward the control line (7),
 - an electrically energizable first hydraulic valve (11) which is arranged in the control line (7) and which produces the connection from the pressure chamber (6) to the pressure relief chamber (8) when electrically deenergized and breaks said connection when electrically energized,
 - and a second hydraulic valve (12, 212, 312, 412) which is arranged in the control line (7) and which breaks the connection from the pressure chamber (6) to the pressure relief chamber (8) if the first hydraulic valve (11) is open on account of a fault,

characterized in that the second hydraulic valve

(12, 212, 312, 412) is arranged in the control line (7) such that, if the first hydraulic valve (11) is open on account of a fault, the connection from the pressure chamber (6) to the hydraulic medium supply (10) is produced and the connection from the hydraulic medium supply (10) to the pressure relief chamber (8) is broken.

2. Electrohydraulic valve controller (1) according to Claim 1, **characterized in that** the second hydraulic valve (12) is electrically energizable and is designed to be closed in the deenergized state.
3. Electrohydraulic valve controller (1) according to Claim 1, **characterized in that** the second hydraulic valve (212) is pressure-actuable and is designed to be open in the unpressurized state.
4. Electrohydraulic valve controller (1) according to Claim 1, **characterized in that** the second hydraulic valve (312) is pressure-actuable and is designed to be closed in the unpressurized state.
5. Electrohydraulic valve controller (1) according to Claim 1, **characterized in that** the second hydraulic valve (412) is designed to be manually actuable.

Revendications

1. Commande électrohydraulique de soupape (1) pour l'actionnement variable d'une soupape d'échange de gaz (2) d'un moteur à combustion interne, comprenant
 - un piston maître (3) entraîné par une came (4),
 - un piston récepteur (5) entraînant la soupape d'échange de gaz (2),
 - un espace de pression (6) de volume variable limité par le piston maître (3) et le piston récepteur (5),
 - un espace de détente de pression (8) qui peut être connecté à l'espace de pression (6) par le biais d'une conduite de commande (7), qui est connectée à l'alimentation en fluide hydraulique (10) du moteur à combustion interne au moyen d'une soupape d'arrêt (9) s'ouvrant vers la conduite de commande (7),
 - une première soupape hydraulique (11) pouvant être alimentée en courant électrique, qui est disposée dans la conduite de commande (7) et qui, dans l'état non alimenté en courant, établit la connexion de l'espace de pression (6) avec l'espace de détente de pression (8) et qui l'interrompt dans l'état alimenté en courant,
 - et une deuxième soupape hydraulique (12, 212, 312, 412), qui est disposée dans la conduite de commande (7) et qui, lorsque la première

soupape hydraulique (11) est anormalement ouverte, coupe la connexion de l'espace de pression (6) à l'espace de détente de pression (8),

caractérisée en ce que la deuxième soupape hydraulique (12, 212, 312, 412) est disposée dans la conduite de commande (7) de telle sorte que lorsque la première soupape hydraulique (11) est anormalement ouverte, la connexion de l'espace de pression (6) à l'alimentation en fluide hydraulique (10) soit rétablie et que la connexion de l'alimentation en fluide hydraulique (10) à l'espace de détente de pression (8) soit coupée.

2. Commande électrohydraulique de soupape (1) selon la revendication 1, **caractérisée en ce que** la deuxième soupape hydraulique (12) est réalisée de manière à pouvoir être alimentée en courant électrique et à pouvoir être fermée lorsqu'elle n'est pas alimentée en courant.
3. Commande électrohydraulique de soupape (1) selon la revendication 1, **caractérisée en ce que** la deuxième soupape hydraulique (212) est réalisée de manière à pouvoir être actionnée par la pression et à être ouverte en l'absence de pression.
4. Commande hydraulique de soupape (1) selon la revendication 1, **caractérisée en ce que** la deuxième soupape hydraulique (312) est réalisée de manière à pouvoir être actionnée par la pression et être fermée en l'absence de pression.
5. Commande électrohydraulique de soupape (1) selon la revendication 1, **caractérisée en ce que** la deuxième soupape hydraulique (412) est réalisée de manière à pouvoir être actionnée manuellement.

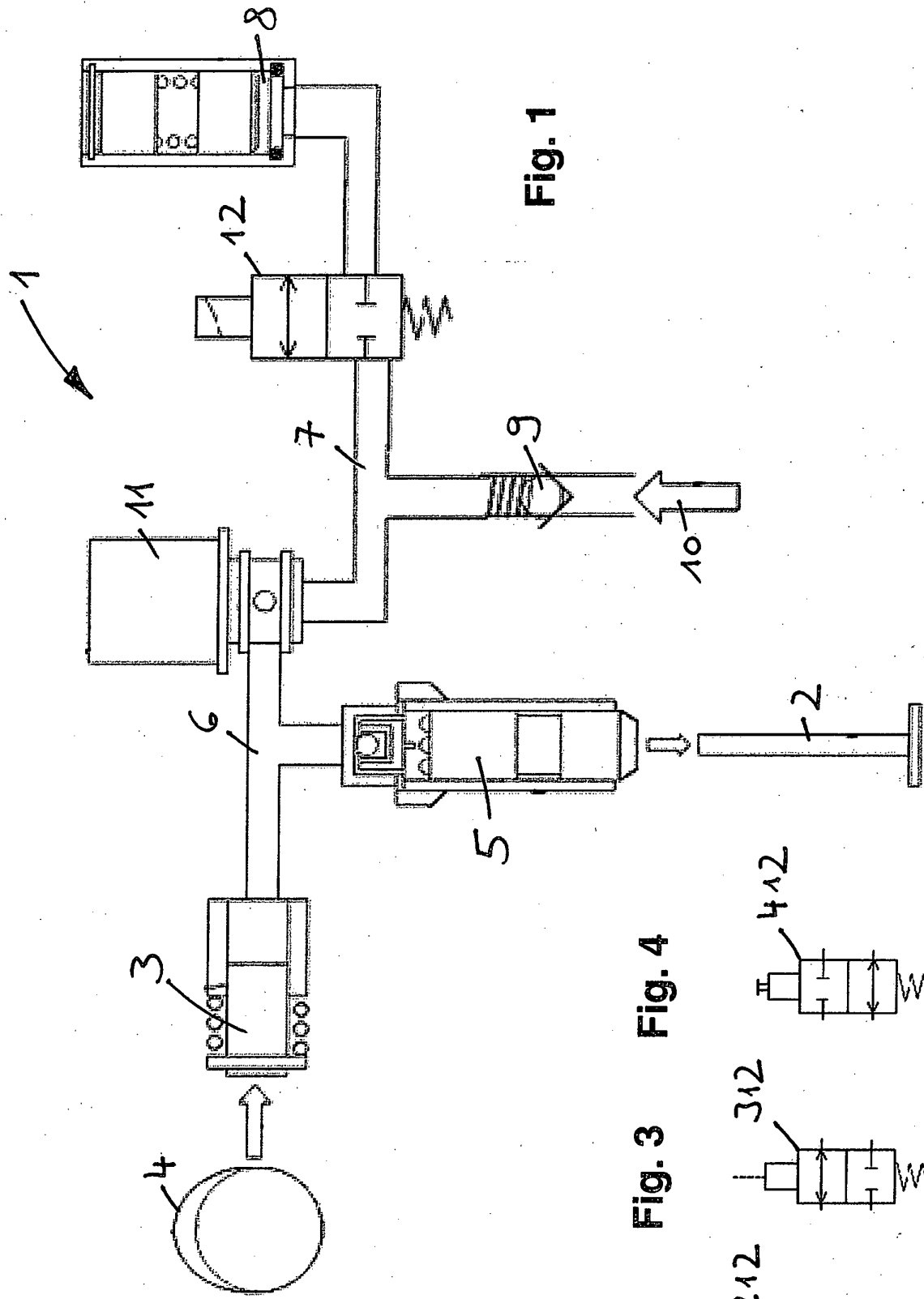
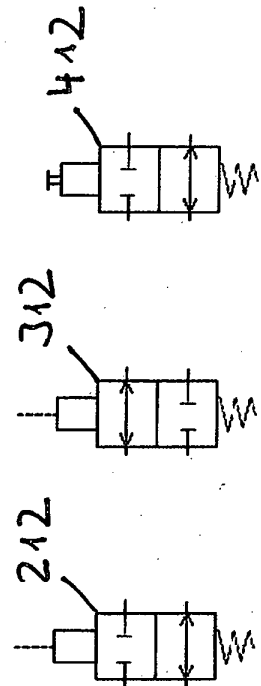


Fig. 1

Fig. 2 Fig. 3 Fig. 4



IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 102008049181 A1 [0004]