



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
01.12.2010 Patentblatt 2010/48

(51) Int Cl.:
F02M 51/06 (2006.01) F02M 63/00 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **10157971.2**

(22) Anmeldetag: **26.03.2010**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
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 SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL BA ME RS

(71) Anmelder: **Robert Bosch GmbH**
70442 Stuttgart (DE)

(72) Erfinder:
• **Mennicken, Michael**
71299 Wimsheim (DE)
• **Beier, Marco**
70469 Stuttgart-Feuerbach (DE)

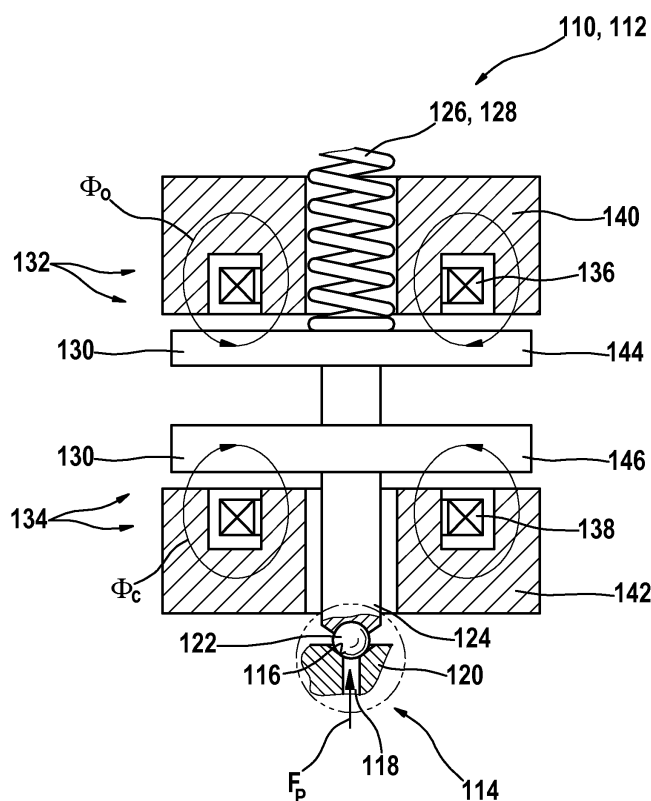
(30) Priorität: **19.05.2009 DE 102009003219**

(54) **Aktiv schließendes Magnetventil für Magnetinjektoren**

(57) Es wird ein hydraulisches Ventil (110) für den Einsatz in einem Kraftstoffinjektor (112) zum Einspritzen eines Kraftstoffs in einen Brennraum einer Brennkraftmaschine vorgeschlagen. Das hydraulische Ventil (110) umfasst mindestens ein Stellglied (124) sowie weiterhin

mindestens einen ersten Magnetaktor (132) und mindestens einen zweiten Magnetaktor (134). Der erste Magnetaktor (132) und der zweite Magnetaktor (134) sind eingerichtet, um mit einander entgegengesetzten Kraftwirkungen auf das Stellglied (124) einzuwirken.

Fig. 1



Beschreibung

Stand der Technik

- 5 **[0001]** Die Erfindung geht aus von bekannten Kraftstoffinjektoren zum Einspritzen eines Kraftstoffs in einen Brennraum einer Brennkraftmaschine. Insbesondere kann es sich dabei um den Brennraum einer selbstzündenden Brennkraftmaschine handeln. Derartige Kraftstoffinjektoren basieren in der Regel auf einem Einspritzventilglied, welches eine oder mehrere Einspritzöffnungen freigibt oder verschließt. Die Bewegung dieses Einspritzventilglieds wird zumeist über ein oder mehrere hydraulische Ventile gesteuert. Die hydraulischen Ventile wiederum können direkt oder indirekt über einen oder mehrere Aktoren gesteuert werden. Die vorliegende Erfindung geht insbesondere von Kraftstoffinjektoren aus, welche als Aktor einen Magnetaktor verwenden. Derartige Kraftstoffinjektoren werden im Folgenden auch als Magnetinjektoren bezeichnet. Bei Magnetinjektoren wird das Öffnen des hydraulischen Ventils in der Regel durch den Kraftaufbau beim Bestromen eines Magnetkreises des mindestens einen Magnetaktors realisiert. Das Schließen des hydraulischen Ventils erfolgt hingegen in der Regel passiv über mindestens ein Federelement.
- 15 **[0002]** Grundsätzlich existieren zwei Prinzipien für Magnetventile. Zum einen sind nicht-druckausgeglichene Ventile bekannt, bei welchen das hydraulische Ventil mit einem hydraulischen Druck in eine Richtung, in der Regel in eine Öffnungsrichtung, beaufschlagt wird. Ein Vorteil derartiger nicht-druckausgeglichener Ventile liegt beispielsweise in einer Überdruckbegrenzung. Ab einem definierten Druck öffnen diese hydraulischen Ventile automatisch. Dies ist eine eingebaute Sicherheitsfunktion für das Einspritzsystem. Weiterhin ist eine gute Partikelrobustheit, insbesondere bei
- 20 kugelförmigem Ventilsitz des hydraulischen Ventils, als Vorteil der nicht-druckausgegleichenen Ventile zu nennen. Ein Nachteil nicht-druckausgegleicher Ventile besteht jedoch darin, dass hohe Raildrücke, also hohe Drücke des bereitgestellten Kraftstoffs, hohe Federkräfte der Schließfeder erfordern, da sich die Federkraft aus dem Produkt des Raildrucks und der Ventilsitzfläche ergibt. Damit das Ventil auch bei kleinem Raildruck geöffnet werden kann, sind daher große Magnetkräfte des Magnetaktors erforderlich. Dies führt zu stets größeren, schwereren und damit langsameren Ventilen.
- 25 **[0003]** Als zweites Prinzip sind die druckausgegleichenen Magnetventile zu nennen. Bei derartigen druckausgegleichenen Magnetventilen wirkt insgesamt kein hydraulischer Druck auf ein Stellglied des hydraulischen Ventils, da sich die hydraulischen Flächen des hydraulischen Ventils gegenseitig aufheben. Ein Vorteil derartiger druckausgegleicher Magnetventile liegt darin, dass ein geringerer Bedarf an Schließfederkraft besteht. Weiterhin besteht ein geringerer Bedarf an Magnetkraft, um der Schließfeder entgegenzuwirken. Zudem ist bei gleichem Hub des hydraulischen Ventils eine
- 30 größere freigegebene Strömungsfläche möglich. Druckausgeglichene Magnetventile weisen jedoch in der Regel keine Überdruckbegrenzungsfunktion auf. Zudem sind druckausgeglichene Magnetventile in der Regel gegen Partikel empfindlich und weisen eine geringere Robustheit gegenüber Störkräften auf, beispielsweise Reibung durch Beläge oder ähnliche Störkräfte.
- 35 **[0004]** Ein ideales hydraulisches Ventil für den Einsatz in einem Kraftstoffinjektor sollte daher einerseits die Robustheit gegen Partikel eines Kugelventils haben, die Überdruckbegrenzungsfunktion eines nicht-druckausgegleichenen Ventils aufweisen und trotzdem klein und leicht ausgestaltet werden können und damit kurze Schaltzeiten aufweisen.

Offenbarung der Erfindung

- 40 **[0005]** Es werden daher ein hydraulisches Ventil für den Einsatz in einem Kraftstoffinjektor sowie ein Kraftstoffinjektor, welcher mindestens ein derartiges hydraulisches Ventil umfasst, vorgeschlagen. Der Kraftstoffinjektor dient zum Einspritzen eines Kraftstoffs in einen Brennraum einer Brennkraftmaschine, insbesondere einer selbstzündenden Brennkraftmaschine. Insbesondere kann der Kraftstoff aus einem Hochdruckspeicher eingespritzt werden, welcher im Folgenden auch als "Rail" oder "Common-Rail" bezeichnet wird, beispielsweise mit einem Druck von mindestens 2000 bar.
- 45 **[0006]** Der Kraftstoffinjektor weist mindestens ein eine Einspritzöffnung freigebendes oder verschließendes Einspritzventilglied auf, also ein Einspritzventilglied, welches je nach seiner Stellung, die mindestens eine Einspritzöffnung freigibt oder verschließt. Das Einspritzventilglied ist steuerbar durch mindestens ein hydraulisches Ventil gemäß der Erfindung. Beispielsweise kann dies dadurch erfolgen, dass mindestens ein hydraulischer Steuerraum vorgesehen ist, welcher hydraulisch mit dem Einspritzventilglied in Verbindung steht, wobei ein Druck in dem mindestens einen Steuerraum durch das hydraulische Ventil steuerbar ist, beispielsweise wahlweise auf Hochdruck (beispielsweise Raildruck) oder auf Niederdruck einstellbar ist. Diesbezüglich kann beispielsweise auf bekannte Kraftstoffinjektoren verwiesen werden.
- 50 **[0007]** Das hydraulische Ventil weist mindestens ein Stellglied auf. Dieses mindestens eine Stellglied kann beispielsweise eine Aktorstange umfassen. Das mindestens eine Stellglied kann weiterhin beispielsweise mindestens eine Kugel umfassen und/oder anders ausgestaltete Arten von Stellgliedern. Das Stellglied kann direkt oder indirekt eine oder mehrere Öffnungen des hydraulischen Ventils freigeben oder verschließen. Das hydraulische Ventil kann insbesondere ganz oder teilweise als Kugelventil ausgestaltet sein und/oder ein derartiges Kugelventil umfassen. Auch andere Arten von Ventilen und/oder Ausgestaltungen eines Ventilgliedes beziehungsweise Ventilsitzes sind jedoch grundsätzlich möglich.
- 55

[0008] Das hydraulische Ventil weist weiterhin mindestens einen ersten Magnetaktor und mindestens einen zweiten Magnetaktor auf. Unter einem Magnetaktor ist dabei allgemein ein Aktor zu verstehen, welcher durch Verwendung magnetischer oder elektromagnetischer Aktorprinzipien direkt oder indirekt eine oder mehrere Kräfte auf das Stellglied ausüben kann. Insbesondere können die Magnetaktoren, wie unten noch näher ausgeführt wird, eine oder mehrere Magnetspulen und einen oder mehrere Anker umfassen. Der erste Magnetaktor und der zweite Magnetaktor sind dabei eingerichtet, um mit einander entgegengesetzten Krafrichtungen auf das Stellglied einzuwirken. Dies bedeutet, dass jeder der Magnetaktoren mindestens eine Kraft auf das Stellglied ausübt, wobei diese Kräfte jeweils mindestens eine der anderen Kraft entgegengesetzte Kraftkomponente aufweisen. Insbesondere können die Kräfte einander vollständig entgegengesetzt gerichtet sein. Insbesondere kann der erste Magnetaktor eine Öffnungskraft, also eine Kraft in einer Öffnungsrichtung, auf das Stellglied ausüben und der zweite Magnetaktor eine Schließkraft, das heißt eine Kraft in einer Schließrichtung, oder umgekehrt. Ist beispielsweise das Stellglied ganz oder teilweise als Aktorstange ausgebildet, so kann beispielsweise der erste Magnetaktor eine Kraft parallel oder mit zumindest einer Komponente parallel zur dieser Aktorstange in einer ersten Richtung ausüben, und der zweite Magnetaktor eine Kraft parallel zu der Aktorstange oder mit mindestens einer Komponente parallel zu der Aktorstange in entgegengesetzter Richtung. Beispielsweise kann es sich dabei um axiale Kräfte handeln bezüglich einer Achse des Kraftstoffinjektors.

[0009] Das hydraulische Ventil kann weiterhin mindestens ein Federelement aufweisen, welches sich ebenfalls auf das Stellglied auswirkt. Beispielsweise kann das Federelement mindestens eine Spiralfeder umfassen. Auch eine mehrteilige Ausgestaltung des Federelements und/oder eine Verwendung mehrere Federelemente ist denkbar. Das Federelement kann insbesondere zumindest teilweise als Schließfeder ausgestaltet sein, wobei die Schließfeder eingerichtet ist, um eine Schließkraft auf das Stellglied auszuüben, also eine Kraft in einer Schließrichtung. Unter einer Schließrichtung wird dabei allgemein eine Richtung verstanden, in welcher das Stellglied direkt oder indirekt in einen Ventilsitz gepresst wird, so dass das hydraulische Ventil schließt. Auch eine Zwischenschaltung weiterer Schließelemente ist möglich, beispielsweise im Falle eines Kugelventils eine Zwischenschaltung einer schließenden Kugel. Verschiedene Ausgestaltungen sind denkbar und dem Fachmann bekannt. Das Federelement kann insbesondere derart ausgestaltet und/oder dimensioniert werden, dass das hydraulische Ventil ohne Kraftbeaufschlagung durch den ersten Magnetaktor und/oder den zweiten Magnetaktor in einem geschlossenen Zustand ist. In anderen Worten soll bei fehlender Bestromung der Magnetaktoren das Stellglied durch das Federelement in eine Schließstellung gedrückt werden.

[0010] Das hydraulische Ventil kann insbesondere als nicht-kraftausgeglichenes und/oder als nicht-druckausgeglichenes hydraulisches Ventil ausgestaltet sein. Dies bedeutet, dass vorzugsweise das Stellglied des hydraulischen Ventils durch eine Hydraulikflüssigkeit, beispielsweise den Kraftstoff, mit einer hydraulischen Kraft in einer Richtung beaufschlagt wird, wobei hydraulische Flächen in dieser Richtung entgegengesetzt wirkende hydraulische Flächen überwiegen.

[0011] Der erste Magnetaktor und der zweite Magnetaktor können mindestens einen Anker umfassen, welcher mit dem Stellglied verbunden ist. Dabei können sich die Magnetaktoren, wie unten näher ausgeführt wird, einen oder mehrere Anker teilen, auf welche die Magnetaktoren und/oder deren Magnetspulen gemeinsam einwirken, oder die Magnetaktoren können jeweils separate Anker umfassen. Auch eine Kombination dieser Möglichkeiten ist denkbar, indem beispielsweise jeder der Magnetaktoren mehr als einen Anker umfasst, beispielsweise mindestens einen eigenen Anker und mindestens einen mit dem anderen Magnetaktor geteilten Anker. Unter einem Anker ist dabei allgemein ein Element zu verstehen, auf welches mittels einer Magnetspule eine Magnetkraft ausübbar ist. Insbesondere kann es sich dabei um ein weichmagnetisches und/oder ferromagnetisches Material handeln. Beispielsweise kann der mindestens eine Anker jeweils mindestens eine Ankerplatte umfassen, also ein Element mit einer Flächenausdehnung, welche vorzugsweise seine Dicke übersteigt. Die Flächenausdehnung kann insbesondere senkrecht zu einer Längserstreckung des Stellgliedes und/oder zu einer Achse des Kraftstoffinjektors angeordnet sein.

[0012] Der erste Magnetaktor kann insbesondere eine erste Magnetspule aufweisen, und der zweite Magnetaktor mindestens eine zweite Magnetspule. Der mindestens eine Anker kann dann zwischen der ersten Magnetspule und der zweiten Magnetspule angeordnet sein. Dies kann sowohl dadurch realisiert werden, dass ein gemeinsamer Anker für beide Magnetaktoren vorgesehen ist, welcher zwischen den Magnetspulen angeordnet ist. Auch bei einer getrennten Ausgestaltung der Anker ist eine Anordnung zwischen den Magnetspulen möglich, beispielsweise indem ein erster Anker näher zur ersten Magnetspule angeordnet ist, und ein zweiter Anker näher zu zweiten Magnetspule, wobei die beiden Anker zwischen den beiden Magnetspulen angeordnet sind.

[0013] Besonders bevorzugt ist es, wenn der erste Magnetaktor und der zweite Magnetaktor zumindest teilweise bauteilidentisch ausgestaltet sind. Insbesondere können sich diese mindestens ein gemeinsames Bauteil teilen. Das gemeinsame Bauteil kann insbesondere ausgestaltet sein, um einen Magnetfluss zu leiten. In dem gemeinsamen Bauteil kann sich insbesondere ein Magnetfluss des ersten Magnetaktors mit einem Magnetfluss des zweiten Magnetaktors überlagern. Insbesondere können der erste Magnetaktor zumindest teilweise bauteilidentische Magnetkerne aufweisen. Alternativ oder zusätzlich können der erste Magnetaktor und der zweite Magnetaktor, wie oben beschrieben, auch zumindest teilweise bauteilidentische Anker umfassen. Das hydraulische Ventil kann derart eingerichtet sein, dass das gemeinsame Bauteil mit gleichsinnigen oder gegensinnigen Magnetflüssen beaufschlagbar ist.

[0014] Weiterhin ist es besonders bevorzugt, wenn mindestens ein Magnetkern des ersten Magnetaktors und/oder mindestens ein Magnetkern des zweiten Magnetaktors zumindest teilweise von einem Anker und/oder dem Stellglied gebildet wird. Auf diese Weise kann ein Magnetfluss des ersten Magnetaktors und/oder ein Magnetfluss des zweiten Magnetaktors zumindest teilweise durch den Anker und/oder das Stellglied geführt werden. Auf diese Weise ist eine besonders kompakte Bauweise möglich. So kann beispielsweise ein Anker zumindest einen Teil eines Magnetkerns ersetzen und beispielsweise einen Innenpol bilden. Hierdurch lässt sich beispielsweise ein Anker zumindest einen Teil eines Magnetkerns ersetzen und beispielsweise einen Innenpol bilden. Hierdurch lässt sich beispielsweise ein Durchmesser eines oder beider der Magnetaktoren deutlich verhindern.

[0015] Der erste Magnetaktor und der zweite Magnetaktor können einen gemeinsamen Anker umfassen, welcher mit dem Stellglied verbunden ist. Der erste Magnetaktor kann dabei eine erste Magnetspule aufweisen und der zweite Magnetaktor eine zweite Magnetspule, wobei das hydraulische Ventil derart eingerichtet ist, dass der gemeinsame Anker von der ersten Magnetspule und der zweiten Magnetspule mit einem gleichsinnigen Magnetfluss beaufschlagbar ist. Diese Ausgestaltung hat den Vorteil, dass die Polarisierung des jeweils einen Magnetkreises beim Umschalten schneller aufbaubar ist, da die Polarisierung des jeweils anderen Magnetkreises beim Aufbau des magnetischen Flusses genutzt werden kann.

[0016] Alternativ oder zusätzlich kann das hydraulische Ventil jedoch auch derart eingerichtet sein, dass der gemeinsame Anker von der ersten Magnetspule und der zweiten Magnetspule mit einem gegensinnigen Magnetfluss beaufschlagbar ist. Dies bietet den Vorteil, dass der Flussaufbau des einen Magnetkreises für den Flussabbau des jeweils anderen Magnetkreises genutzt werden kann. Beide Ausgestaltungen der Magnetflüsse können auch kombiniert werden, beispielsweise in unterschiedlichen Schaltphasen des hydraulischen Ventils beziehungsweise des Kraftstoffinjektors. Alternativ oder zusätzlich zu einer Anordnung des mindestens einen Ankers zwischen den Magnetspulen ist auch eine Ausgestaltung möglich, bei welcher der erste Magnetaktor einen ersten Anker und der zweite Magnetaktor einen zweiten Anker aufweisen, wobei der erste Anker und der zweite Anker auf einander gegenüberliegenden Seiten der ersten Magnetspule und der zweiten Magnetspule angeordnet sind.

[0017] Das hydraulische Ventil und der Kraftstoffinjektor weisen gegenüber bekannten hydraulischen Ventilen und Kraftstoffinjektoren eine Reihe von Vorteilen auf. Insbesondere lassen sich Kraftstoffinjektoren erzeugen, welche robust sind gegenüber Partikelverunreinigungen, insbesondere Verunreinigungen des Kraftstoffs, und welche die Robustheit eines Kugelventils aufweisen können. Gleichzeitig können das hydraulische Ventil und der Kraftstoffinjektor mit einer Überdruckbegrenzungsfunktion eines nicht-druckausgeglichenen Ventils ausgestaltet werden und können trotzdem klein und leicht bauen und damit schnell schalten.

[0018] Das hydraulische Ventil kann somit als aktiv schließendes Magnetventil ausgestaltet werden, insbesondere für den Einsatz in Kraftstoffinjektoren. Dabei können zwei Magnetkreise eingesetzt werden, wobei der eine Magnetkreis, also der Magnetkreis des ersten Magnetaktors, beispielsweise in Öffnungsrichtung des hydraulischen Ventils und der andere in Schließrichtung des hydraulischen Ventils wirken kann oder umgekehrt. Sinnvoll ist der Einsatz insbesondere an nicht-druckausgeglichenen hydraulischen Ventilen. Ein Teil der notwendigen Schließkraft für nicht-druckausgeglichene Ventile kann von dem schließend wirkenden Magnetkreis selbst aufgebracht werden, insbesondere von einem oder mehreren der genannten Magnetaktoren. Ein Vorteil dieser Ausgestaltung besteht darin, dass die Schließfeder kleiner ausgestaltet werden kann und kleiner vorgespannt werden kann. Dementsprechend geringer ist der Magnetkraftbedarf für den öffnenden Magnetkreis beziehungsweise den öffnenden Magnetaktor. Dementsprechend lassen sich kleinere Anker, geringere bewegte Massen und damit schnellere hydraulische Ventile beziehungsweise schnellere Kraftstoffinjektoren realisieren.

[0019] Ein weiterer Vorteil liegt darin, dass der schützende Magnetaktor beziehungsweise Magnetkreis geringere Prellerneigungen am unteren Hubanschlag aufweist und somit eine progressiv zunehmende Schließkraft. Weiterhin können das hydraulische Ventil und der Kraftstoffinjektor derart ausgestaltet werden, dass in einem geschlossenen Zustand der schließend wirkende Magnetkreis dauernd durchströmt wird. Die in diesem Magnetkreis gespeicherte Energie kann dann als Boosterenergie für den öffnend wirkenden Magnetkreis benutzt werden. Dementsprechend kann die Energieentnahme aus einem Steuergerät verringert werden, beispielsweise die Energieentnahmen aus einem Boosterkondensator in einem Steuergerät. Ein weiterer zu nennender Vorteil liegt darin, dass das hydraulische Ventil eigensicher ausgestaltet werden kann, ohne die Notwendigkeit zusätzlicher Sicherheitsmaßnahmen. Dementsprechend kann das hydraulische Ventil derart ausgestaltet werden, dass dies bei einem Überdruck automatisch öffnet.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0020] Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in den Zeichnungen dargestellt und in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert.

[0021] Es zeigen:

Figur 1 ein erstes Ausführungsbeispiel eines aktiv schließenden hydraulischen Ventils mit separaten

Magnetkreisen;

Figuren 2 A und 2B Ausführungsbeispiele mit gemeinsam genutztem Magnetanker mit gleichsinnigem Magnetfluss (Figur 2A) und gegensinnigem Magnetfluss (Figur 2B);

Figur 3 ein Ausführungsbeispiel mit gemeinsam genutztem Anker, bei welchem der Anker als Innenpol des schließenden Magnetkreises mitgenutzt wird, mit gleichsinnigem Magnetfluss (Figur 3A) und gegenseitigem Magnetfluss (Figur 3B); und

Figuren 4 A und 4 B ein Ausführungsbeispiel mit gemeinsam genutztem Magnetkern mit gleichsinnigem Magnetfluss (Figur 4 A) und gegensinnigem Magnetfluss (Figur 4 B).

Ausführungsbeispiele

[0022] In den Figuren 1 bis 4B sind verschiedene Ausführungsbeispiele hydraulischer Ventile 110 dargestellt, welche in Kraftstoffinjektoren 112 zum Einsatz kommen können. Weitere Teile der Kraftstoffinjektoren 112 sind in den Figuren nicht dargestellt. Beispielsweise können die hydraulischen Ventile 110 in einem nicht dargestellten Injektorgehäuse des Kraftstoffinjektors 112 eingesetzt werden, in welchem beispielsweise auch ein Einspritzventilglied gelagert werden kann. Die hydraulischen Ventile 110 weisen jeweils einen Ventilbereich 114 mit einem Ventilsitz 116 und einer Ventilbohrung 118 auf. Ventilsitz 116 und Ventilbohrung 118 können beispielsweise in einem Injektorkörper 120 ausgebildet sein, welcher lediglich ansatzweise dargestellt ist. Die Ventilbohrung 118 kann beispielsweise direkt oder indirekt in einem Steuerraum des Kraftstoffinjektors 112 münden, über welchen ein Hub eines Einspritzventilgliedes steuerbar ist. Weiterhin weist das hydraulische Ventil 110 in dem Ventilbereich 114 ein Schließelement 122 auf, welches in dem dargestellten Ausführungsbeispiel exemplarisch als Kugel ausgestaltet ist. Auch eine andere Ausgestaltung ist jedoch grundsätzlich möglich, beispielsweise eine Ausgestaltung als Konus, als Kegel, als Kugelkalotte oder auf ähnliche Weise. Dementsprechend ist in den dargestellten Ausführungsbeispielen das hydraulische Ventil 110 beispielsweise als Kugelventil ausgestaltet und/oder weist ein derartiges Kugelventil auf.

[0023] Das Schließelement 122 ist verbunden mit einem Stellglied 124, über welches das Schließelement 122 in seinem Ventilsitz 116 gepresst oder aus diesem abgehoben werden kann. Das Stellglied 124 ist in dem dargestellten Ausführungsbeispiel exemplarisch als zylindrisches Stellglied 124 in Form einer Aktorstange ausgebildet. Auch andere Ausgestaltungen sind jedoch grundsätzlich möglich. Durch die Ventilbohrung 118 wirkt eine Druckkraft F_p auf das Schließelement 122 und damit auf das Stellglied 124, welches sich aus dem Hydraulikdruck p_{Rail} und der Sitzfläche A_{Sitz} ergibt:

$$F_p = p_{\text{Rail}} \cdot A_{\text{Sitz}}$$

[0024] Dieser hydraulischen Kraft entgegen wirkt eine Federkraft eines Federelements 126 in Form einer Schließfeder 128. Diese Schließfeder 128 ist an ihrem unteren Ende direkt auf dem Stellglied 124 oder indirekt auf diesem abgestützt, beispielsweise einem Anker 130, welcher mit dem Stellglied 124 verbunden sein kann. Dieser Anker ist Bestandteil zweier Magnetaktoren 132, 134, von denen ein erster Magnetaktor 132 als öffnender Magnetaktor ausgestaltet ist und ein zweiter Magnetaktor 134 in diesem Ausführungsbeispiel als schließender Magnetaktor. Die Magnetaktoren 132, 134 umfassen jeweils eine erste Magnetspule 136 beziehungsweise eine zweite Magnetspule 138 sowie einen ersten Magnetkern 140 beziehungsweise einen zweiten Magnetkern 142. Die Magnetaktoren 132, 134 unterscheiden sich in den Ausführungsbeispielen gemäß den Figuren 1 bis 4B hinsichtlich der Ausgestaltung ihrer Magnetkerne 140, 142 und hinsichtlich der Ausgestaltung und Anordnung ihrer Anker 130. Dies wird unten näher erläutert. Der erste Magnetaktor 132 ist eingerichtet um einen Magnetfluss Φ_o zu erzeugen und der zweite Magnetaktor 134 ist eingerichtet um einen Magnetfluss Φ_c zu erzeugen. Diese Magnetflüsse Φ_o und Φ_c sind jeweils in den Figuren durch geschlossene, kreisförmige Pfeile angedeutet.

[0025] In Figur 1 ist ein Ausführungsbeispiel eines hydraulischen Ventils 110 dargestellt, welches aktiv schließt und bei welchem die Magnetaktoren 132, 234 getrennt ausgestaltet sind, so dass sich die beiden Magnetkreise dieser Magnetaktoren 132, 134 im Wesentlichen magnetisch nicht oder nur minimal beeinflussen. Dabei weist der erste Magnetaktor 132 einen ersten Anker 144 auf und der zweite Magnetaktor 134 einen zweiten Anker 146. Beide Anker 144, 146 sind mit dem Stellglied 124 verbunden und sind im Wesentlichen parallel zueinander übereinander angeordnet. Die Magnetkerne 140, 142 der beiden Magnetaktoren 132, 134 sind in diesem Ausführungsbeispiel getrennt voneinander ausgebildet.

[0026] In den Figuren 2A bis 4B sind hingegen Ausführungsbeispiele dargestellt, in welchen sich der erste Magnetaktor

132 und der zweite Magnetaktor 134 gegenseitig beeinflussen, insbesondere indem deren Magnetflüsse Φ_o und Φ_c einander überlagern beziehungsweise gegenseitig beeinflussen. Diese Ausführungen haben den Vorteil, dass in den Magnetfeldern gespeicherte Energien des jeweils anderen Magnetaktors 132, 134 mitgenutzt werden können. So kann bei gleichsinnigem Magnetfluss die Polarisierung des jeweils anderen Magnetkreises beim Aufbau des magnetischen Flusses des eigenen Magnetkreises mitgenutzt werden, was zu einem geringeren Energiebedarf für den Magnetfeldaufbau führt. Dies kann auf unterschiedliche Weise erfolgen. So können beispielsweise die Magnetkerne 114, 142 zumindest teilweise bauteilidentisch ausgestaltet sein, so dass sich die magnetischen Flüsse Φ_o und Φ_c überlagern können. Alternativ oder zusätzlich kann jedoch auch ein gemeinsamer Anker verwendet werden. Da in dem gemeinsam genutzten Teil, also beispielsweise in dem gemeinsam genutzten Anker 130 und/oder in dem gemeinsam genutzten Magnetkern 140, 142, die magnetische Flussrichtung beibehalten wird und sich somit die Flussdichte nicht so stark ändert, reduzieren sich in diesem Teil auch Wirbelströme. Bei gegensinnigen Flüssen kann hingegen der Flussaufbau des einen Magnetkreises für den Flussabbau des anderen Magnetkreises genutzt werden.

[0027] In den Figuren 2A und 2B ist ein Ausführungsbeispiel eines hydraulischen Ventils 110 dargestellt, in welchem ein gemeinsamer Anker 130 verwendet wird. Die Magnetspulen 136, 138 und die Magnetkerne 140, 142 der Magnetaktoren 132, 134 sind auf einander gegenüberliegenden Seiten dieses gemeinsam genutzten Ankers 130 angeordnet. Dabei zeigt Figur 2A eine Ausgestaltung, in welcher die Magnetflüsse Φ_o und Φ_c innerhalb des Ankers 130 gleichsinnig sind, wohingegen bei der Ausgestaltung in Figur 2B diese Magnetflüsse Φ_o und Φ_c gegensinnig ausgestaltet sind. Dementsprechend kann in Figur 2A beim Aufbau des Magnetflusses Φ_o die durch den Magnetfluss Φ_c hervorgerufene Polarisierung genutzt werden und umgekehrt, was zu einem geringeren Energiebedarf für den Magnetfeldaufbau führt. Umgekehrt kann bei dem Ausführungsbeispiel gemäß Figur 2B der Flussaufbau des Magnetflusses Φ_o für den Flussabbau des Magnetflusses Φ_c genutzt werden und umgekehrt.

[0028] In den Figuren 3A und 3B ist ein Ausführungsbeispiel eines hydraulischen Ventils 110 dargestellt, welches zunächst im Wesentlichen dem Ausführungsbeispiel gemäß den Figuren 2A und 2B entspricht. Wiederum wird ein gemeinsamer Anker 130 für die beiden Magnetaktoren 132, 134 genutzt. Allerdings umschließt zentral der zweite Magnetkern 142 die zweite Magnetspule 138 nicht vollständig. Das Stellglied 124 und/oder ein Teil des Ankers 130 können also in diesem und auch in anderen Ausführungsbeispielen zumindest teilweise die Rolle der Magnetkerne 140, 142 übernehmen. In diesem Fall kann beispielsweise der Anker 130 als Innenpol des schließenden Magnetkreises des zweiten Magnetaktors 134 genutzt werden, so dass ein Teil des Magnetflusses Φ_c durch diesen Anker 130 und/oder das Stellglied 124 hindurch verläuft. Ansonsten kann das Ausführungsbeispiel in den Figuren 3A und 3B im Wesentlichen dem Ausführungsbeispiel gemäß den Figuren 2A beziehungsweise 2B entsprechen. Wiederum ist in Figur 3A ein gleichsinniger Magnetfluss dargestellt, wohingegen in Figur 3B ein gegensinniger Magnetfluss gezeigt ist.

[0029] In den Figuren 4A und 4B sind Ausführungsbeispiele gezeigt, bei welchen die Magnetaktoren 132, 134 getrennte Anker 144, 146 aufweisen, ähnlich zu Figur 1. Allerdings sind in diesem Ausführungsbeispiel die Anker 144, 146 auf einander gegenüberliegenden Seiten bezüglich der Magnetkerne 140, 142 angeordnet. Dementsprechend ist, im Unterschied zu den anderen Ausführungsbeispielen, im dargestellten Ausführungsbeispiel gemäß den Figuren 4A und 4B der öffnende Magnetaktor 132 unten liegend angeordnet, also näher am Ventilbereich 114 als der schließende Magnetaktor 134. Die Magnetaktoren 132, 134 teilen sich vorzugsweise die Magnetkerne 140, 142 als die gemeinsamen Magnetkerne 148. Entsprechend können sich die Magnetflüsse Φ_o und Φ_c wieder überlagern. Analog zu den Figuren 2A und 2B beziehungsweise 3A und 3B ist in Figur 4A wiederum eine Anordnung gezeigt, in welcher die Magnetflüsse Φ_o und Φ_c in dem gemeinsamen Magnetkern 148 gleichsinnig ausgestaltet sind, wohingegen diese in dem Ausführungsbeispiel gemäß Figur 4B gegensinnig ausgestaltet sind.

[0030] Mittels der in den Figuren 1 bis 4B gezeigten Ausführungsbeispiele lassen sich die oben beschriebenen Vorteile realisieren. Insbesondere kann die Schließfeder 128 vergleichsweise klein ausgestaltet werden und/oder mit einer kleineren Vorspannung versehen werden, wodurch ein Magnetkraftbedarf insbesondere für den öffnenden Magnetaktoren 132 reduziert werden kann. Zudem lassen sich die Anker 130 kleiner ausgestalten. Die Schließfeder 128 kann in allen Ausführungsbeispielen als Rückstellfeder dienen und kann eine zusätzliche Beschleunigungskraft für das Schließen des Kraftstoffinjektors 112 erzeugen. Hierdurch wird ein einfacherer Betrieb des Kraftstoffinjektors 112 bis hin zu einem Grenz-Raildruck möglich. Beim Ausfall des schließenden Magnetaktors 134 kann das hydraulische Ventil 110 selbsttätig schließen. Mittels des vorgeschlagenen hydraulischen Ventils 110 in einer oder mehreren der vorgeschlagenen Ausgestaltungen lassen sich auch bestehende Kraftstoffinjektoren 112 modifizieren. Besondere Vorteile bietet das hydraulische Ventil 110 für einen hohen Betriebsdruck (Raildruck) bei gleichzeitigem Bedarf an sehr kurzen Schaltzeiten.

Patentansprüche

1. Hydraulisches Ventil (110) für den Einsatz in einem Kraftstoffinjektor (112) zum Einspritzen eines Kraftstoffs in einen Brennraum einer Brennkraftmaschine, wobei das hydraulische Ventil (110) mindestens ein Stellglied (124) umfasst, wobei das hydraulische Ventil (110) weiterhin mindestens einen ersten Magnetaktor (132) und mindestens einen

zweiten Magnetaktor (134) umfasst, wobei der ersten Magnetaktor (132) und der zweite Magnetaktor (134) eingerichtet sind, um mit einander entgegengesetzten Kraftrichtungen auf das Stellglied (124) einzuwirken.

2. Hydraulisches Ventil (110) nach dem vorhergehenden Anspruch, wobei das hydraulische Ventil (110) weiterhin mindestens ein Federelement (126) aufweist, welches auf das Stellglied (124) einwirkt.

3. Hydraulisches Ventil (110) nach dem vorhergehenden Anspruch, wobei das Federelement (126) zumindest teilweise als Schließfeder (128) ausgestaltet ist, wobei die Schließfeder (128) eingerichtet ist, um eine Schließkraft auf das Stellglied (124) auszuüben.

4. Hydraulisches Ventil (110) nach einem der beiden vorhergehenden Ansprüche, wobei das Federelement (126) derart ausgestaltet ist, dass das hydraulische Ventil (110) ohne Kraftbeaufschlagung durch den ersten Magnetaktor (132) und durch den zweiten Magnetaktor (134) in einem geschlossenen Zustand ist.

5. Hydraulisches Ventil (110) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das hydraulische Ventil (110) als nicht-kraftausgeglichenes und/oder nicht-druckausgeglichenes hydraulisches Ventil (110) ausgestaltet ist.

6. Hydraulisches Ventil (110) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der ersten Magnetaktor (132) und der zweite Magnetaktor (134) mindestens einen Anker (130) umfassen, welcher mit dem Stellglied (124) verbunden ist, wobei der erste Magnetaktor (132) eine erste Magnetspule (136) aufweist, wobei der zweite Magnetaktor (134) eine zweite Magnetspule (138) aufweist, wobei der Anker (130) zwischen der ersten Magnetspule (136) und der zweiten Magnetspule (138) angeordnet ist.

7. Hydraulisches Ventil (110) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der erste Magnetaktor (132) und der zweite Magnetaktor (134) zumindest ein gemeinsames Bauteil umfassen, insbesondere einen gemeinsamen Anker (130) und/oder einen gemeinsamen Magnetkern (148), wobei das hydraulische Ventil (110) derart eingerichtet ist, dass das gemeinsame Bauteil mit gleichsinnigen oder gegensinnigen Magnetflüssen beaufschlagbar ist.

8. Hydraulisches Ventil (110) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der erste Magnetaktor (132) und der zweite Magnetaktor (134) einen gemeinsamen Anker (130) umfassen, welcher mit dem Stellglied (124) verbunden ist.

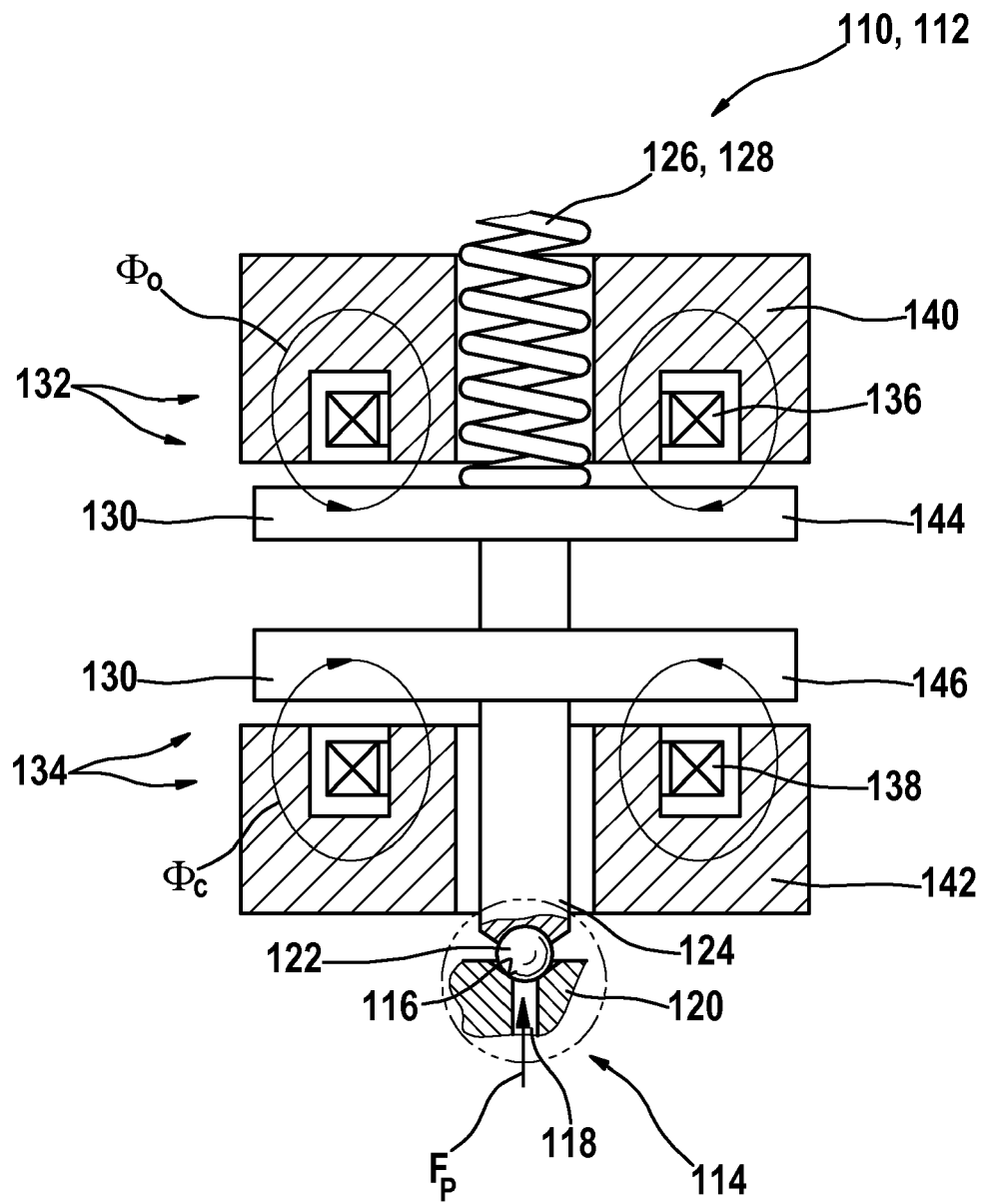
9. Hydraulisches Ventil (110) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der erste Magnetaktor (132) und der zweite Magnetaktor (134) zumindest teilweise bauteilidentische Magnetkerne (148) aufweisen.

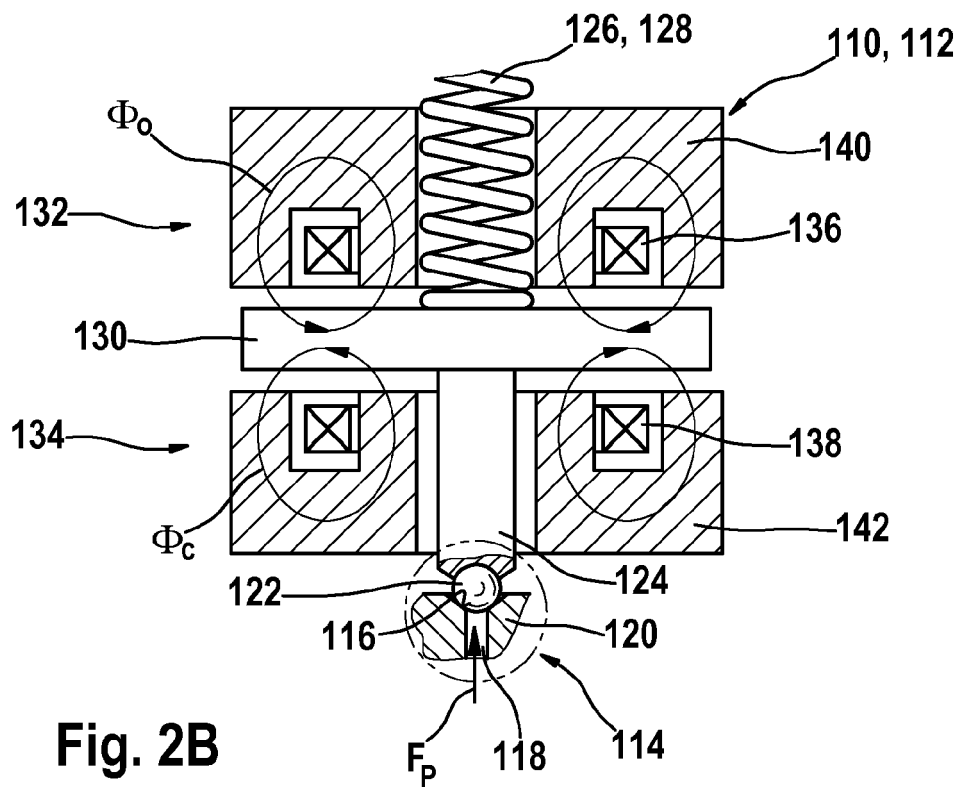
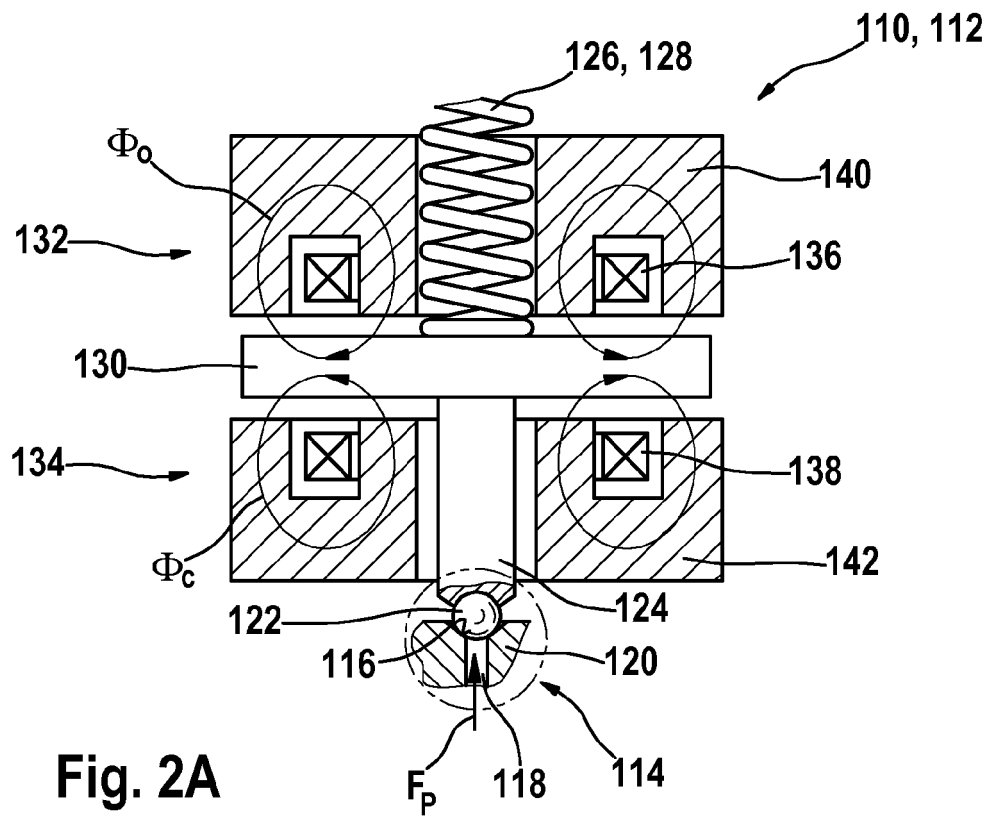
10. Hydraulisches Ventil (110) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei mindestens ein Magnetkern (140, 142; 148) des ersten Magnetaktors (132) und/oder des zweiten Magnetaktors (134) zumindest teilweise von einem Anker (130) und/oder dem Stellglied (124) gebildet wird.

11. Hydraulisches Ventil (110) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der erste Magnetaktor (132) einen ersten Anker (144) aufweist, wobei der erste Anker (144) mit dem Stellglied (124) verbunden ist, wobei der zweite Magnetaktor (134) einen zweiten Anker (146) aufweist, wobei der zweite Anker (146) mit dem Stellglied (124) verbunden ist, wobei der erste Magnetaktor (132) eine erste Magnetspule (136) aufweist, wobei der zweite Magnetaktor (134) eine zweite Magnetspule (138) aufweist, wobei der erste Anker (144) und der zweite Anker (146) auf einander gegenüberliegenden Seiten der ersten Magnetspule (136) und der zweiten Magnetspule (138) angeordnet sind.

12. Kraftstoffinjektor (112) zum Einspritzen von Kraftstoff in den Brennraum einer Brennkraftmaschine, insbesondere aus einem Hochdruckspeicher, wobei der Kraftstoffinjektor (112) mindestens eine Einspritzöffnung und mindestens ein die Einspritzöffnung freigebendes oder verschließendes Einspritzventilglied aufweist, wobei das Einspritzventilglied gesteuert wird durch mindestens ein hydraulisches Ventil (110) gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche.

Fig. 1





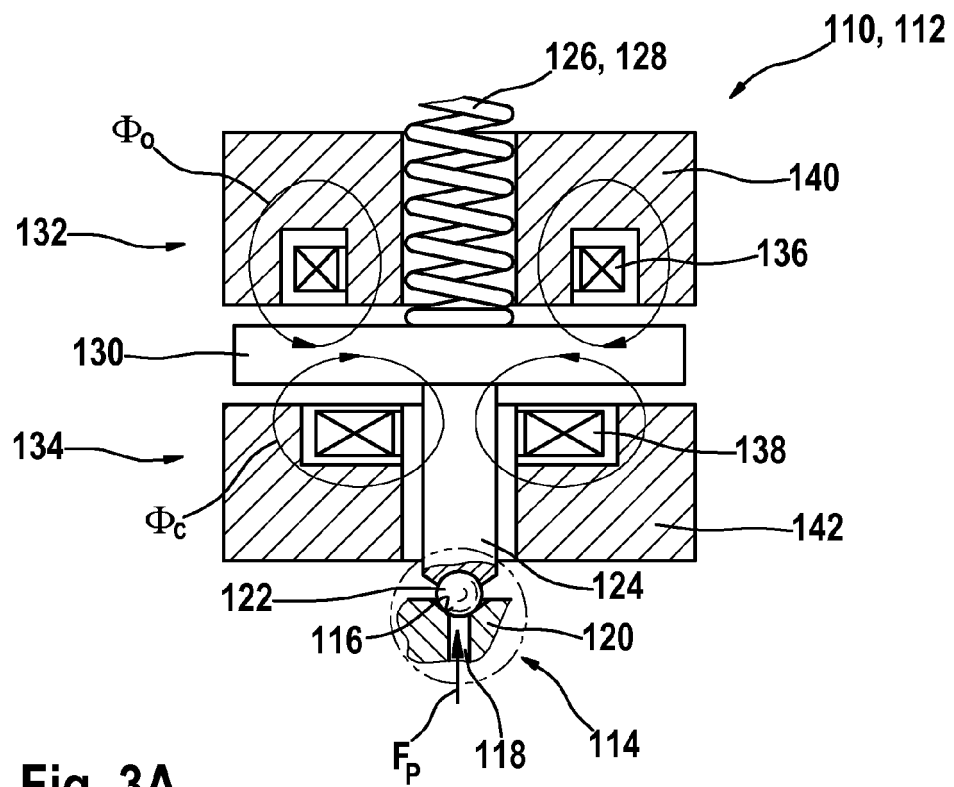


Fig. 3A

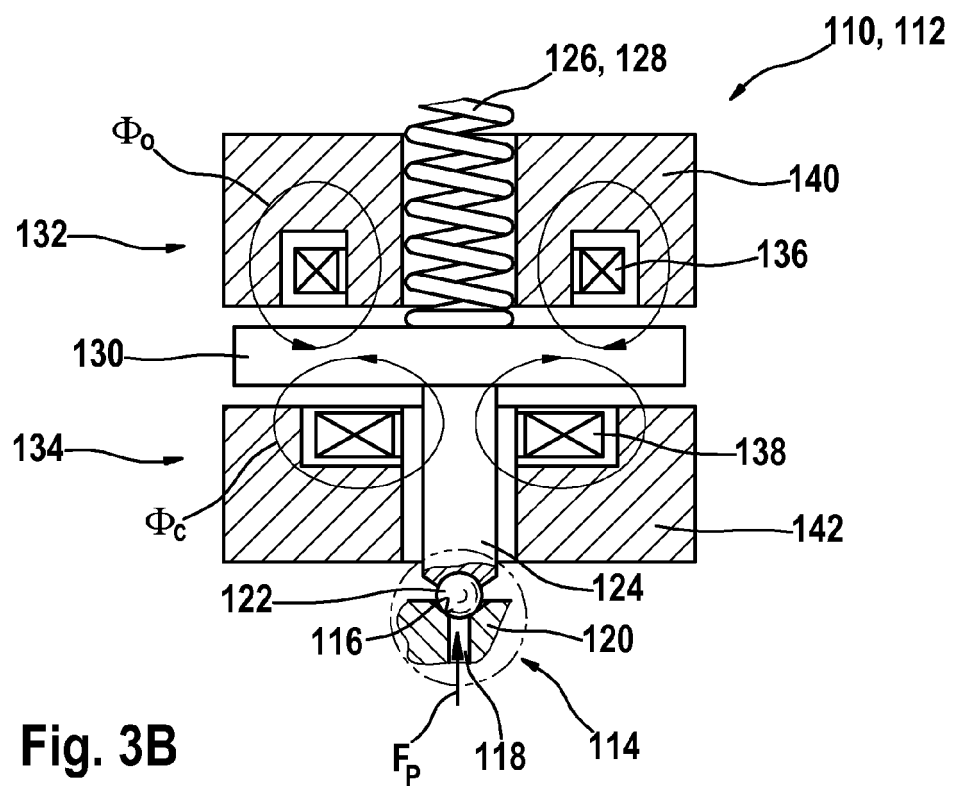


Fig. 3B



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 10 15 7971

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	US 6 065 684 A (VARBLE DANIEL LEE [US] ET AL) 23. Mai 2000 (2000-05-23) * Spalte 2, Zeile 31 - Spalte 3, Zeile 18; Abbildung 1 *	1-8,12	INV. F02M51/06 F02M63/00
X	WO 01/57390 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]; RIEGER FRANZ METALLVEREDELUNG [DE]; MAISCH HAR) 9. August 2001 (2001-08-09) * Seite 4, Zeile 37 - Seite 6, Zeile 4; Abbildungen 1,3 *	1-6, 10-12	
X	EP 1 035 322 A2 (DELPHI TECH INC [US]) 13. September 2000 (2000-09-13) * Spalte 5, Absatz 0021; Abbildung 4 *	1,5-10, 12	
X	JP 7 083146 A (AISIN SEIKI) 28. März 1995 (1995-03-28) * Zusammenfassung; Abbildung 1 *	1-8,10, 12	
X	JP 2005 344636 A (TOYOTA MOTOR CORP) 15. Dezember 2005 (2005-12-15) * Zusammenfassung; Abbildung 2 *	1-8,10, 12	
A	EP 0 987 431 A2 (LUCAS INDUSTRIES LTD [GB] DELPHI TECH INC [US]) 22. März 2000 (2000-03-22) * Zusammenfassung; Abbildung 1 *	1	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) F02M F16K
A	EP 1 533 517 A2 (MAGNETI MARELLI POWERTRAIN SPA [IT]) 25. Mai 2005 (2005-05-25) * Zusammenfassung; Abbildung 2 *	1	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 30. August 2010	Prüfer Etschmann, Georg
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument			

 2
EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 10 15 7971

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.
Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

30-08-2010

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung		Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
US 6065684	A	23-05-2000	DE	69910363 D1		18-09-2003
			DE	69910363 T2		25-03-2004
			EP	1066467 A1		10-01-2001
			US	6036120 A		14-03-2000
			WO	9949210 A1		30-09-1999

WO 0157390	A1	09-08-2001	DE	10004961 A1		09-08-2001
			EP	1165960 A1		02-01-2002
			JP	2003521634 T		15-07-2003
			US	2002170986 A1		21-11-2002

EP 1035322	A2	13-09-2000	DE	60020182 D1		23-06-2005
			DE	60020182 T2		02-02-2006
			US	6279840 B1		28-08-2001

JP 7083146	A	28-03-1995	KEINE			

JP 2005344636	A	15-12-2005	KEINE			

EP 0987431	A2	22-03-2000	DE	69913276 D1		15-01-2004
			DE	69913276 T2		23-09-2004
			US	6267306 B1		31-07-2001

EP 1533517	A2	25-05-2005	BR	PI0404968 A		19-07-2005
			CN	1619136 A		25-05-2005
			CN	101403360 A		08-04-2009
			US	2005103882 A1		19-05-2005

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82