

(19)



(11)

EP 2 003 326 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
21.04.2010 Patentblatt 2010/16

(51) Int Cl.:
F02M 47/02 ^(2006.01) **F02M 63/00** ^(2006.01)
F02M 63/02 ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **08104105.5**

(22) Anmeldetag: **27.05.2008**

(54) **Kraftstoffinjektor mit Linearantrieb**

Fuel injector with linear drive

Injecteur de carburant doté d'un entraînement linéaire

(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 MT NL NO PL PT
RO SE SI SK TR**

(30) Priorität: **13.06.2007 DE 102007027185**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
17.12.2008 Patentblatt 2008/51

(73) Patentinhaber: **Robert Bosch GmbH
70442 Stuttgart (DE)**

(72) Erfinder:
• **Ulm, Juergen**
74575 Schrozberg (DE)
• **Leister, Jens**
70806 Kornwestheim (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A- 1 612 403 EP-A- 1 693 563
DE-A1-102005 024 045 DE-A1-102005 059 228
DE-A1-102006 000 140

EP 2 003 326 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

Stand der Technik

[0001] Gemäß DE 196 50 865 A1 und DE 197 08 104 A1 ist der Anker des Magnetventils als zweiteiliger Magnetanker ausgebildet, um so die bewegte Masse der Einheit aus Anker und Ventiltglied und damit die das Prelen verursachende kinetische Energie zu verringern.

[0002] Bei den bekannten Magnetventilen wird ein Ventilelement im unbestromten, dies bedeutet im inaktiven Zustand des Magnetventils über eine vorgespannte Druckfeder gegen einen Anschlag gedrückt. Dieser Anschlag ist in den meisten Fällen identisch mit den Ventilsitz. Im Ruhezustand des Magnetventiles, d. h. bei unbestromter Magnetsspule des Magnetventiles ist das Ventil geschlossen, d. h. der Ankerbolzen mit daran aufgenommenem Schließelement wird durch eine Ventilfeeder in den Sitz des Schließelementes gedrückt. Wird die Magnetspule des Magnetventiles hingegen bestromt, so entsteht eine Kraft, die das Schließelement gegen die Kraft der Schließfeder vom Sitz weg bewegt. Nach Ende der Bestromung sorgt die bei der Aufwärtsbewegung des Ankerbolzens vorgespannte Schließfeder dafür, dass das Schließelement wieder in seine Ausgangsposition gestellt wird. Dies ist unabhängig davon, ob mittels des Schließelementes ein druckausgeglichenes oder ein druckabhängig vorgespanntes Ventil betätigt wird.

[0003] In Hochdruckspeichereinspritzsystemen, wie zum Beispiel Common-Rail-Speichereinspritzsystemen, für selbstzündende Verbrennungskraftmaschinen werden elektrisch gesteuerte Kraftstoffinjektoren zu präzisen Einspritzung des Kraftstoffs in den Brennraum der Verbrennungskraftmaschine eingesetzt. Diese Kraftstoffinjektoren umfassen verschiedene Ventile, die jeweils von einem Magneten angesteuert werden können. Wie alle magnetischen Steller umfasst eine Magnetbaugruppe eine Magnetspule, einen Magnetkern sowie einen Anker, sei er ein- oder mehrteilig aufgebaut. Eine Hochdrucksteuereinheit für ein Magnetventil gemäß DE 196 50 865 A1 umfasst eine Magnetgruppe, eine Ankergruppe und eine Ventilgruppe.

[0004] Diese für Magnetventile typische Steuerung erfolgt in den bisherigen Generationen von Kraftstoffinjektoren nach dem Flachankerprinzip. Für künftig einzusetzende Generationen wird ein ebenfalls gemäß dem Flachankerprinzip arbeitendes Prinzip vorgesehen. Die Dynamik eines Elektromagneten wird in der Regel bestimmt durch die Geschwindigkeit, mit welcher das magnetische Feld aufgebaut werden kann. Dabei auftretende Wirbelströme verzögern den Feldauf- und den Feldabbau. Die Krafterzeugung basiert somit auf dem magnetischen Fluss durch Grenzsichten mit unterschiedlicher Permeabilität gemäß der nachfolgenden Beziehungen:

$$f = I^2 \cdot \text{grad } \mu$$

$$F = \iint f dA.$$

Offenbarung der Erfindung

[0005] Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen Kraftstoffinjektor bereitzustellen, der ein verbessertes Ansprechverhalten in Bezug auf Öffnungs- und Schließbewegungen des Einspritzventilgliedes aufweist.

[0006] Erfindungsgemäß wird ein Kraftstoffinjektor vorgeschlagen, der einen linearen Antrieb aufweist, der auf der Basis der Lorentzkraft funktioniert.

[0007] Die Lorentzkraft lässt sich durch nachfolgende Beziehung beschreiben:

$$\vec{F} = I \cdot (l \times B)$$

[0008] Die erfindungsgemäß vorgeschlagene Linearantrieb arbeitet als Tauchspule innerhalb eines Permanentmagneten, vergleichbar einem Lautsprecherantrieb, und kann in Abhängigkeit von der Stromrichtung in zwei Richtungen wirken. Anstelle eines einsetzbaren Permanentmagneten kann auch ein Elektromagnet eingesetzt werden, an dem sich eine Erregerspule befindet, die zur Magnetspule parallel in Reihe oder getrennt von dieser betrieben werden kann.

[0009] In einer ersten Ausführungsform kann anstelle des bisher an Kraftstoffinjektoren zu deren Betätigung eingesetzten Magnetventilen ein Permanentmagnet eingesetzt werden, der im Luftspalt einen ständigen magnetischen Fluss erzeugt. Innerhalb dieses Luftspaltes bewegt sich eine Tauchspule, die im bestromten Zustand ebenfalls ein Magnetfeld erzeugt. Das erzeugte Magnetfeld ist derart orientiert, dass eine Kraft erzeugt wird, die entgegen der durch eine Ventilfeeder erzeugten Kraft gerichtet ist. Die Übertragung der durch das Magnetfeld erzeugten Kraft erfolgt über eine Ventilfeederaufnahme auf die Feder. Durch die über das Magnetfeld erzeugte Kraft wird ein z.B. als Ventilkugel ausgebildetes Wirkelement bewegt und somit ein Steuerraum des Kraftstoffinjektors über die Ablaufdrossel druckentlastet, so dass der erfindungsgemäß vorgeschlagene Kraftstoffinjektor eine definierte Menge von Kraftstoff in den Brennraum der selbstzündenden Verbrennungskraftmaschine einspritzt. Der Einspritzvorgang ist dann abgeschlossen, sobald die Bestromung der Magnetspule aufgehoben wird und demzufolge der Steuerraum durch das in seinen Sitz bewegte Wirkelement, hier beispielsweise ausgebildet in Kugelform, wieder verschlossen ist und sich in diesem ein das Schließen eines nadelförmig ausgebildeten Ein-

spritzventilgliedes bewirkender Systemdruck aufbaut.

[0010] In einer ersten Ausführungsform des der Erfindung zugrunde liegenden Gedankens ist auf einem Spulenträger eine Spule gewickelt. Diese erzeugt bei entsprechender Länge des Spulendrahtes und entsprechender Bestromung einen ausreichenden magnetischen Fluss, derart, dass sich eine magnetische Kraft einstellt, die größer bemessen ist als die von der Ventildfeder aufgebrachte Kraft. Der Spulenträger ist bevorzugt fest mit einer Ventildfederaufnahme verbunden, so dass sich eine Kraftübertragung realisieren lässt.

[0011] Eine Ausrichtung der erwähnten Ventildfederaufnahme relativ zum Elektromagneten sowie relativ zum Magnetventil wird über eine Führung erreicht. In dieser ist die Ventildfederaufnahme mit minimal ausgebildetem Spiel geführt. Der Ankerhub wird durch eine Einstellscheibe eingestellt, die zwischen Körper und Führung eingebaut wird. Die Kontaktierung der Magnetspule erfolgt bevorzugt über flexible Leitungen, die zum Beispiel durch ein Gewebe verstärkt sein können. Alternativ kann der elektrische Anschluss auch über Schleifkontakte, wie sie zum Beispiel am Kommutator von Elektromotoren verwirklicht sind, realisiert werden. In ein Gehäuse, in welchem der mindestens eine Permanentmagnet aufgenommen ist, sind Leitungen vom Injektoranschlussstecker bis zur flexiblen Leitung integriert. Die Verbindung der integrierten Leitung mit der flexiblen Leitung kann zum Beispiel über einen Steckkontakt erfolgen.

[0012] Der Magnetkopf des erfindungsgemäß vorgeschlagenen Magnetventiles kann durch eine Magnetspannmutter gegen den Injektorkörper des Kraftstoffinjektors verspannt werden und drückt dabei gleichzeitig die Führung gegen den Körper des Kraftstoffinjektors. Der Rücklauf erfolgt durch die Ankerbaugruppe des Magnetventiles und kann an verschiedenen Stellen liegen. Wahlweise können Bohrungen in der Ventildfederaufnahme an der Unterseite (Ventildfeder Auflage) angebracht werden oder im Spulenträger werden in dem Bereich zwischen Ventildfederaufnahme und Magnetspule Ausschnitte eingebracht.

[0013] Die erfindungsgemäß vorgeschlagene Lösung zeichnet sich dadurch aus, dass im Vergleich zu bisher gefertigten Magnetventilen eine erheblich geringere Anzahl von Einzelteilen erforderlich ist und die Verlustleistung, insbesondere die Wirbelströme, des gesamten Systems herabgesetzt ist. Durch eine kleinere elektrische Zeitkonstante und kleinere bewegte Massen lässt sich ein hochdynamischer Antrieb für einen Kraftstoffinjektor realisieren, wodurch mehrfache Vor- und Nacheinspritzungen realisiert werden können. Des Weiteren kann durch die erfindungsgemäß vorgeschlagene Lösung ein sehr schlankbauender Kraftstoffinjektor realisiert werden, bei dem ein Magnetaktor anstelle eines Piezoaktors oder eines piezotriebenen Injektors eingesetzt werden kann. Des Weiteren kann durch die erfindungsgemäß vorgeschlagene Lösung ein Inline-Magnetventil dargestellt werden. Der erfindungsgemäß vorgeschlagenen Lösung wohnt des Weiteren der Vorteil

inne, dass eine Restluftspalteinstellung nunmehr unterbleiben kann.

[0014] Im Gegensatz zu bisher eingesetzten Magnetventilen zur Betätigung von Kraftstoffinjektoren ist der Kraftvektor am erfindungsgemäß vorgeschlagenen Magnetventil umkehrbar.

[0015] Der erfindungsgemäß vorgeschlagene Linearantrieb für Kraftstoffinjektoren kann einerseits zur Betätigung von Kraftstoffinjektoren eingesetzt werden, die über ein z.B. kugelförmig ausgebildetes Wirkelement verfügen, kann jedoch andererseits auch bei zukünftig zu erwartenden Anwendungen mit einer Schieber- oder Bolzenventilvariante eingesetzt werden.

15 Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0016] Anhand der Zeichnung wird die Erfindung nachstehend eingehender beschrieben.

[0017] Es zeigt:

20 Figur 1 eine Darstellung eines mittels eines Magnetventils betätigten Kraftstoffinjektors gemäß dem Stand der Technik,

25 Figur 2 eine Prinzipskizze einer erfindungsgemäß vorgeschlagenen Tauchspule mit Elektromagnet,

30 Figur 3 eine Ausführungsvariante der in Figur 2 dargestellten Prinzipskizze, mit Permanentmagnet statt Elektromagnet,

35 Figur 4 eine erste Ausführungsform des erfindungsgemäß vorgeschlagenen Linearantriebs in einem Kraftstoffinjektor,

40 Figur 5 eine weitere Ausführungsform des erfindungsgemäß vorgeschlagenen Linearantriebs mit einem Ventilschieber,

Figur 6 einen Linear-Antrieb für ein Inline-Magnetventil mit einem lang und schlankbauenden Magnetaktor.

45 **[0018]** Der Darstellung gemäß Figur 1 ist ein aus dem Stand der Technik bekanntes Magnetventil zur Betätigung eines Kraftstoffinjektors zu entnehmen.

[0019] Wie Figur 1 zeigt, umfasst ein Kraftstoffinjektor 10 im Bereich seines Injektorkopfes 12 ein Magnetventil 14. Das Magnetventil 14 umfasst eine Magnetgruppe einer Ankergruppe sowie eine Ventilgruppe. Zur Magnetgruppe zählt ein Magnetkern 18, der eine Durchgangsöffnung aufweist, in der sich eine Schließfeder 16 befindet. In den Magnetkern 18 ist eine Magnetspule 22 eingelassen. Zur Ankergruppe zählt ein Ankerbolzen 32, eine Ankerführung 30 sowie eine am Ankerbolzen bewegbar geführte Ankerplatte 26 mit einer Planseite 28. Die am Ankerbolzen 32 verschieblich geführte Ankerplatte

26 ist über eine Ankerfeder 50 vorgespannt.

[0020] Zur Ventilgruppe zählt eine am unteren Ende des Ankerbolzens 32 vorgesehene Kugelführung 34, die ein als Ventilkugel 36 ausgebildetes Wirkelement führt. Das kugelförmig ausgebildete Wirkelement 36 verschließt einen Ablaufkanal mit Ablaufdrossel 42, über welchen ein Steuerraum 40, der in einem Ventilstück 38 ausgebildet ist, druckentlastet werden kann.

[0021] Der Vollständigkeit halber sei erwähnt, dass im oberen Bereich des Ankerbolzens 32 eine Sicherungshülse 20 angebracht ist, die einen in einer Ausnehmung am Umfang des Ankerbolzens 32 eingelassenen Sicherungsring 24 umschließt.

[0022] Die in Figur 1 dargestellte Schließfeder 16 drückt im unbestromten Zustand des Magnetventiles 14 über den Ankerbolzen 32 auf das z.B. kugelförmig ausgebildete Wirkelement 36. Dieses schließt die Ablaufdrossel 42 des Steuerraumes. Ist das Magnetventil 14 gemäß der Darstellung in Figur 1 hingegen bestromt, zieht die Magnetspule 22 des Magnetventiles 14 die Ankerplatte 26 an, der unter Hochdruck (Systemdruck) stehende Kraftstoff kann über die sich nun öffnende Ablaufdrossel 42 aus dem Steuerraum 40 im Ventilstück 38 in einer niederdruckseitigen Rücklauf entweichen. Durch die Druckentlastung des Steuerraumes 40 wird ein Einspritzventilglied 46 - in Figur 1 nur angedeutet - durch eine Druckstufe, die in Figur 1 nicht dargestellt ist, in Öffnungsrichtung gedrückt. Bei der Hubbewegung des bevorzugt nadelförmig ausgebildeten Ventilgliedes 46 gibt dieses Einspritzöffnungen am brennraumseitigen Ende des Kraftstoffinjektors 10 frei, so dass Kraftstoff in den Brennraum eingespritzt wird, was so lange andauert, bis das Magnetventil 14 wieder in den stromlosen Zustand übergeht. Im stromlosen Zustand wird die Ablaufdrossel 42 durch das kugelförmig ausgebildete Wirkelement 36 wieder geschlossen, so dass sich über der Planseite des Einspritzventilgliedes 46 im Steuerraum 40 des Kraftstoffinjektors 10 wieder Druck aufbaut und das Einspritzventilglied 46 wieder in seinen brennraumseitigen Sitz gedrückt wird. Liegt das bevorzugt nadelförmig ausgebildete Einspritzventilglied 46 im Düsensitz auf, gelangt kein Kraftstoff mehr an die mindestens eine Einspritzöffnung am brennraumseitigen Ende des Kraftstoffinjektors 10 und das Einspritzen von Kraftstoff in den Brennraum ist so lange beendet, bis das Magnetventil 14 erneut bestromt wird. Der Darstellung gemäß Figur 1 ist darüber hinaus entnehmbar, dass die den Ankerbolzen 32 umschließende Ankerführung 30 mit einer Ventilspannmutter 48 im Injektorkörper des Kraftstoffinjektors 10 befestigt ist.

[0023] Diese in Figur 1 dargestellte Hochdruckhydraulik eines Magnetventiles 14 macht Gebrauch vom Flachankerprinzip. Dieses hat sich aufgrund seiner Robustheit bewährt und kann auch in der derzeit in der Entwicklung befindlichen Folgegenerationen von Kraftstoffinjektoren 10 Verwendung finden.

Ausführungsformen

[0024] Die Dynamik eines Magnetventiles 14 wird neben anderen Parametern durch die Geschwindigkeit bestimmt, mit der ein magnetisches Feld im Eisen aufgebaut wird. Die dabei entstehenden Wirbelströme verzögern den Feldauf- und den Feldabbau des magnetischen Feldes im Eisen. Die Krafterzeugung in einem Magneten basiert auf dem magnetischen Fluss durch Grenzschichten mit unterschiedlicher Permeabilität gemäß der nachfolgenden Beziehungen:

$$f = I^2 \cdot \text{grad } \mu$$

$$F = \iint f dA.$$

[0025] Der erfindungsgemäß vorgeschlagenen Lösung folgend wird anstelle des vorstehend aufgezeigten Prinzips für den Antrieb einer Hochdrucksteuerung, so zum Beispiel einer Magnet- bzw. einer Ankerbaugruppe des Kraftstoffinjektors 10, ein linearer Antrieb auf Basis der Lorenzkraft eingesetzt werden.

[0026] Diese ergibt sich gemäß der nachfolgenden Beziehung

$$\vec{F} = I \cdot (l \times B)$$

mit

$\vec{F}$ Lorenzkraft,
I Strom,
l Länge der Spulenwicklung
B magnetisches Feld.

[0027] Der erfindungsgemäß vorgeschlagene Antrieb arbeitet wie in den Figuren 2 und 3, die lediglich Prinzipskizzen mögliche Ausführungsformen der Erfindung enthalten, dargestellt:

[0028] In der in Figur 2 dargestellten Ausführungsform umfasst die Magnetgruppe einen Elektromagneten 52 mit einem M-förmig ausgebildeten Joch. Der mittlere Schenkel des Jochs des Elektromagneten 52 ist von einer Erregerspule 54 umwickelt, deren Anschlüsse mit Bezugszeichen 56 gekennzeichnet sind. Zwischen den beiden äußeren Schenkeln des M-förmig ausgebildeten Jochs des Elektromagneten 52 befindet sich ein Spulenträger 62, an dessen Außenumfang eine Spule 58 angeschlossen ist. Die Spule 58 verfügt über Spulenanschlüsse, die durch Bezugszeichen 60 gekennzeichnet sind. Die Spule 58 wirkt als Tauchspule. Der Elektromagnet 52 erzeugt im Luftspalt einen magnetischen Fluss. In diesem Luftspalt bewegt sich die Spule 58 als Tauchspule,

die im bestromten Zustand ebenfalls ein Magnetfeld erzeugt, welche in die Richtung wirkt, die gegen die Ventiltfeder (vergleiche Position 16 in Figur 1) wirkt. Die Übertragung der erzeugten Magnetkraft erfolgt über eine in Figur 4 dargestellte Ventiltfederaufnahme 68.

[0029] Figur 3 zeigt eine Ausführungsform mit einem Permanentmagneten 66, der ebenfalls M-förmig ausgeführt ist. Am Spulenträger 62 befindet sich die Spule 58, die als Tauchspule dient, die Bewegungsrichtung des Spulenkörpers 62 ist durch Bezugszeichen 64 angedeutet.

[0030] In den Figuren 2 und 3 sind die Bewegungsrichtungen 64, in welche sich der Spulenträger 62 mit daran aufgenommener Spule 58 (Tauchspule) bewegt, durch den mit Bezugszeichen 64 bezeichneten Doppelpfeil gekennzeichnet. Aus der Darstellung gemäß Figur 4 geht hervor, dass im Injektorkopf 12 des Kraftstoffinjektors 10 der Permanentmagnet 66 eingelassen ist. Der Permanentmagnet 66 umfasst einen Teil eines mit Bezugszeichen 74 bezeichneten Ablaufkanals, durch den beim Öffnen eines Sitzes 76 aus dem Steuerraum 40 abgesteuerter Kraftstoff in den Niederdruckbereich des Kraftstoffinjektors 10 abströmt. Der Permanentmagnet 66 gemäß der Darstellung in Figur 4 ist rotationssymmetrisch aufgebaut und umfasst ein innenliegendes Joch, welches von einem als Außenring ausgebildeten Joch umschlossen ist.

[0031] Zwischen dem zapfenförmig ausgebildeten innenliegenden Joch und dem als Außenring das innenliegende Joch umschließenden Joch befindet sich die Spule 58. Die Spule 58 hat eine ringförmige Gestalt und ist an einem in der Darstellung gemäß Figur 4 hülsenförmig beschaffenen Spulenträger 62 aufgenommen. Am unteren Ende ist der in dieser Ausführungsform hülsenförmig ausgebildete Spulenträger 62 mit Spulenschlüssen 60 versehen, die an Anschlussleitungen 82 angeschlossen sind. In der Darstellung gemäß Figur 4 wirkt die Spule 58, die sich zwischen dem innenliegenden zapfenförmigen Joch und dem als Außenring ausgebildeten außenliegenden Joch definierten Hohlraum befindet, als Tauchspule und kann je nach Bestromung, entweder in vertikale Richtung aufwärts oder in vertikale Richtung abwärts bewegt werden.

[0032] Der Spulenträger 62 gemäß der Darstellung in Figur 4 ist mit einer hülsenförmig ausgebildeten Ventiltfederaufnahme 68 verbunden. In der Ventiltfederaufnahme 68 befindet sich die Schließfeder 16. Durch geeignete Bestromung der Spule 58 kann diese den Spulenträger 62 und die mit diesem verbundene Ventiltfederaufnahme 68 in vertikale Richtung nach oben ziehen, so dass das in der Darstellung gemäß Figur 4 z.B. kugelförmig ausgebildete Wirkelement 36 aus seinem durch Bezugszeichen 76 angedeuteten Sitz gehoben wird.

[0033] Aus der in Figur 4 dargestellten Ausführungsform geht des Weiteren hervor, dass das z.B. kugelförmig ausgebildete Wirkelement 36 in einer Kugelführung 34 am unteren Ende des Ankerbolzens 62 aufgenommen ist. Unterhalb des Sitzes 76 im Ventilstück 38 befindet

sich ein Ablaufkanal zur Druckentlastung des Steuerraumes 40. Innerhalb des Ablaufkanals ist die Ablaufdrossel 42 ausgebildet; der Steuerraum 40 wird über eine durch Bezugszeichen 44 gekennzeichnete Zulaufdrossel stets mit unter Systemdruck stehendem Kraftstoff beaufschlagt. Das Ventilstück 38 ist durch einen Dichtring 78 abgedichtet.

[0034] Figur 4 zeigt des Weiteren, dass das Ventilstück 38 im Injektorkörper des Kraftstoffinjektors 10 durch die Ventilspannmutter 48 fixiert ist. Die Ventiltfederaufnahme 68, in der die Schließfeder 16 aufgenommen ist, wird ihrerseits von einer Führung 70 umschlossen. Die Führung 70 weist mindestens eine Öffnung 72 auf, über welche abgesteuerte Menge aus dem Steuerraum 40 des Kraftstoffinjektors 10 in den den Permanentmagneten 66 durchziehenden und sich zum Niederdruckbereich des Kraftstoffinjektors 10 erstreckenden Ablaufkanal 74 abgesteuert werden kann. Die Führung 70 ist einerseits durch den Deckel des Magnetventiles 14 und andererseits vom Injektorkörper des Kraftstoffinjektors 10 umschlossen und im Kraftstoffinjektor 10 fixiert.

[0035] Auf den Spulenträger 62 ist die Spule 58 (Tauchspule) gewickelt, die bei entsprechender Drahtlänge und Bestromung einen ausreichenden magnetischen Fluss erzeugt, derart, dass eine Kraft erzeugt wird, die größer ist als die durch die Ventiltfeder 16 erzeugte Schließkraft. Der Spulenträger 62 ist mit der Ventiltfederaufnahme 68 fest verbunden, so dass eine Kraftübertragung jederzeit stattfinden kann.

[0036] Für eine Ausrichtung der Ventiltfederaufnahme 68 zum Permanentmagneten 66 als auch zum Magnetventil 16 sorgt die Führung 70. In dieser ist die Ventiltfederaufnahme 68 mit minimalem Radialspiel geführt. Der Ankerhub wird beispielsweise über eine Einstellscheibe eingestellt, die zwischen dem Injektorkörper und der Führung 70 eingebaut wird. Die Kontaktierung der Spule 58 erfolgt zum Beispiel durch flexible Kontaktierungen 60, die zum Beispiel durch ein Gewebe verstärkt sein können. Alternativ kann der elektrische Anschluss auch über Schleifkontakte, wie zum Beispiel am Kommutator von Elektromotoren eingesetzt, ersetzt werden. In der Einhausung des Permanentmagneten 66 sind Leitungen vom Injektoranschlusstecker bis zu den flexiblen Leitungen integriert. Die Verbindung der integrierten Anschlussleitung 82 mit den flexiblen Spulenschlüssen 60 kann zum Beispiel über einen Steckerkontakt oder dergleichen erfolgen.

[0037] Der Magnetkopf wird durch eine Magnetspannmutter gegen den Injektorkörper verspannt und drückt gleichzeitig die Führung 70 gegen den Injektorkörper 102. Der Rücklauf durch die Ankerbaugruppe kann an verschiedenen Stellen erfolgen, wie zum Beispiel über Bohrungen in der Ventiltfederaufnahme 68, an der Unterseite oder durch den Spulenträger 62 über Ausschnitte gelegt werden. In Figur 4 ist eine Ausführungsform mit Permanentmagnet 66 gemäß Figur 3 angedeutet; anstelle des in Figur 4 dargestellten Permanentmagneten

66 kann aber auch der in Figur 2 dargestellte Elektromagnet 52 eingesetzt werden.

[0038] Figur 5 ist eine weitere Ausführungsform des erfindungsgemäß vorgeschlagenen Linearantriebs zur Betätigung eines Kraftstoffinjektors zu entnehmen.

[0039] Auch gemäß der Darstellung in Figur 5 umfasst der Kraftstoffinjektor 10 den Injektorkopf 12, innerhalb dessen sich ein Magnetventil 14 befindet. Das Magnetventil 14 umfasst seinerseits den Permanentmagneten 66, der ein im Wesentlichen zapfenförmig ausgebildetes Innenjoch umfasst, welches vom Ablaufkanal 74 durchzogen ist. Unter Ausbildung eines Freiraumes ist am Permanentmagneten 66 ein das zapfenförmig ausgebildete Innenjoch umschließendes Außenjoch ausgebildet. Im Freiraum zwischen dem zapfenförmig ausgebildeten Innenjoch und dem Außenjoch befindet sich der Spulenträger 62, an dessen Außenmantelfläche die Spule 58 befestigt ist. Die Spule 58 bzw. deren Spulenanschlüsse 60 sind an einem scheibenförmig ausgebildeten Stecker 80 kontaktiert, der seinerseits über sich durch den Deckel des Magnetventils 14 erstreckende Anschlussleitungen 82 elektrisch kontaktiert ist.

[0040] Mittels einer Überwurfmutter ist der Deckel des Magnetventils 14 mit dem Injektorkörper des Kraftstoffinjektors 10 verbunden. Ähnlich wie in der in Figur 4 dargestellten Ausführungsform ist der hülsenförmig ausgebildete Spulenträger 62, der die Spule 58 (Tauchspule) aufnimmt, mit einem Ventilschieber 84 verbunden. Der Ventilschieber 84 entspricht in etwa der in Figur 4 dargestellten Ventildfederaufnahme 68 und umschließt die Ventildfeder 16. Die Ventildfeder 16 ist in den Ventilschieber 84 eingelassen und stützt sich mit ihrem oberen Ende am zapfenförmig ausgebildeten, innenliegenden Joch des Permanentmagneten 66, welches vom Ablaufkanal 74 durchzogen ist, ab.

[0041] Des Weiteren umfasst die in Figur 5 dargestellte Ausführungsform des erfindungsgemäß vorgeschlagenen Kraftstoffinjektors 10 das Ventilstück 38, welches durch Steuerraum 40 begrenzt. Im Gegensatz zur Ausführungsform des Ventilstücks 38 gemäß Figur 4 befindet sich an der oberen Planseite des Ventilstücks 38 ein Bolzenansatz 90, welcher in einen Bolzen übergeht, an dem der Ventilschieber 84 innen geführt ist. An der Außenseite des Ventilschiebers 84 ist ein Bund ausgebildet, der mit einem von der Ventilspannmutter 84 auf einem Einstellring 88 fixierten Ankerhubanschlag 86 zusammenwirkt. Der Ankerhubanschlag 86 ist im Wesentlichen ringförmig ausgebildet und weist einen Innendurchmesser auf, der kleiner ist als der Innendurchmesser des Einstellringes 88, auf dem sich der Ankerhubanschlag 86 abstützt. Der Innendurchmesser des im Wesentlichen scheibenförmig ausgebildeten Ankerhubanschlages 86 ist wiederum so bemessen, dass ein an der Außenmantelfläche des Ventilschiebers 84 ausgebildeter Bund am Ankerhubanschlag 86 anschlägt. Der Ventilschieber 84 schließt oder öffnet einen hydraulischen Raum oberhalb des Sitzes 76. In diesen hydraulischen Raum mündet die Ablaufdrossel 42 zur Druckentlastung des Steuerraum-

mes 40. Der Steuerraum 40 seinerseits ist stets über die Zulaufdrossel 44 mit unter Systemsdruck stehendem Kraftstoff beaufschlagt. Je nach Druckentlastung oder Druckbeaufschlagung des Steuerraums 40 bewegt sich das im Wesentlichen nadelförmig ausgebildete - in Figur 5 nur teilweise dargestellte - Einspritzventilglied 46 in vertikale Richtung nach oben und öffnet die Einspritzöffnung am brennraumseitigen Ende des Kraftstoffinjektors 10 bzw. nach unten in den Sitz des Einspritzventilgliedes 46, so dass mindestens eine am brennraumseitigen Ende des Kraftstoffinjektors 10 ausgebildete Einspritzöffnung wieder verschlossen wird.

[0042] Wie sich des Weiteren aus der Darstellung gemäß Figur 5 ergibt, umfasst der Permanentmagnet 66 ein zapfenförmig ausgebildetes Innenjoch 56, welches von dem Ablaufkanal 74 in vertikaler Richtung durchzogen ist. Der Ablaufkanal 74 kann auch außerhalb des Magnetkerns verlaufend angeordnet sein. Darüber hinaus ist am Permanentmagneten 66 analog zur Darstellung gemäß Figur 4 ein ringförmiges Außenjoch 98 ausgebildet. Zwischen dem Innenjoch 96 und dem Außenjoch 98 des Permanentmagneten 66 befindet sich ein Hohlraum 100. Der Hohlraum 100 stellt den Raum dar, innerhalb dessen sich die an der Außenumfangsfläche des Spulenträgers 62 befindliche Spule 58 als Tauchspule in vertikale Richtung nach oben oder nach unten bewegt. Mit Bezugszeichen 102 ist der Injektorkörper des Kraftstoffinjektors 10 bezeichnet.

[0043] Aus der Darstellung gemäß Figur 6 geht eine schlankbauende Ausführungsvariante des erfindungsgemäß vorgeschlagenen Linearantriebes zur Betätigung eines Kraftstoffinjektors hervor.

[0044] Wie sich der Darstellung gemäß Figur 6 entnehmen lässt, ist die Formgebung der Spule 58 und des Permanentmagneten 66 so flexibel, dass ein Inline-Magnetventil - wie in Figur 6 dargestellt - geschaffen werden kann. Der in einer großen Bauhöhe H ausgebildete Permanentmagnet 66 weist einen Durchmesser D auf, welcher um ein Vielfaches kleiner ist als die Bauhöhe. Der in Figur 6 dargestellte Linearantrieb lässt sich im Injektorkörper 102 des Kraftstoffinjektors 10 unterbringen und kann zum Beispiel als Substitution des bisher verbauten Piezoaktors dienen. Aufgrund der schlankbauenden Geometrie des in Figur 6 dargestellten Permanentmagneten 66 ergibt sich ein langbauender Spulenträger 62, auf dessen Umfangsmantelfläche die als Tauchspule dienende Spule 58 gewickelt ist. Auch bei der Ausführungsform des Permanentmagneten 66 gemäß der Ausführungsform in Figur 6 umfasst der Permanentmagnet 66 ein Innenjoch 96 sowie ein dieses ringförmig umschließendes Außenjoch 58. Zwischen dem Innenjoch 96 und dem Außenjoch 98 befindet sich der Hohlraum 100, in welchem die Spule 58, aufgenommen am Spulenträger 62, vertikal bewegbar untergebracht ist. Auch in der in Figur 6 dargestellten Ausführungsform (Inline-Magnetventil) bewegt sich der Spulenträger 62 entsprechend des Doppelpfeiles 64 je nach Bestromung der Spule 58 in vertikale Bewegungsrichtung nach oben oder

nach unten. Der Vollständigkeit halber sei erwähnt, dass der Injektorkörper 102 des in Figur 6 dargestellten Kraftstoffinjektors 10 von einer Hochdruckleitung 92 durchgezogen ist und das Außenjoch 98 des Permanentmagneten 66 sich an einer Stützkante 94 abstützt, die im Injektorkörper 102 ausgebildet ist.

[0045] Der vorstehend anhand der in den Figuren 2 bis 6 gezeigten Ausführungsformen beschriebene Linearantrieb zeichnet sich gegenüber aus dem Stand der Technik bekannten Magnetventilen dadurch aus, dass diese wenige Einzelteile umfasst und die Verlustleistung des Magnetventiles erheblich geringer ist als die des Magnetventiles 14, welches im Kraftstoffinjektor 10 gemäß Figur 1 Anwendung findet. Des Weiteren weist der erfindungsgemäß vorgeschlagene Linearantrieb gemäß der Ausführungsvarianten in den Figuren 2 bis 6 eine kleinere elektrische Zeitkonstante und kleinere bewegte Massen der Teile auf, so dass sich ein hochdynamischer Antrieb realisieren lässt. Wie insbesondere aus der Darstellung gemäß Figur 6 hervorgeht, lässt sich ein extrem schlankbauendes Magnetventil realisieren, so dass es den bisher an Kraftstoffinjektoren eingesetzten relativ teuren Piezoaktor ersetzen kann, da die Bauräume des schlankbauenden Magnetventiles gemäß der Darstellung in Figur 6 und des Piezoaktors in etwas vergleichbar sind, so dass sich eine Inline-Magnetventilrealisierung erreichen lässt. Des Weiteren ist ein umständliche sowie zeitraubende und darüber hinaus schwer automatisierbare Restluftspalteinstellung beim im erfindungsgemäß vorgeschlagenen Linearantrieb verzichtbar. Im Gegensatz zu bisher eingesetzten Magneten kann bei dem erfindungsgemäß vorgeschlagenen Linearantrieb der Kraftvektor umgekehrt werden.

[0046] Des Weiteren ist durch die erfindungsgemäß vorgeschlagene Lösung bei einer ausreichenden Dimensionierung der als Tauchspule eingesetzten Spule 58 und des Permanentmagneten 66 eine direkte Ansteuerung des nadelförmig ausgebildeten Einspritzventilgliedes 46 möglich. Mit dieser Ausführungsvariante kann die gesamte Hochdruckhydraulik, d. h. das Befüllen und Druckentlasten des Steuerraumes 40 gemäß den Ausführungsformen, die in den Figuren 4 und 5 dargestellt sind, entfallen und die Kraft des Spulenträgers 62 direkt auf das nadelförmig ausgebildete Einspritzventilglied 46 übertragen werden.

Patentansprüche

1. Kraftstoffinjektor (10) mit einem Magnetventil (14), über dessen Betätigung ein Wirkelement (36, 84) aus seinem Sitz (76) bewegt wird oder in seinen Sitz gestellt wird, zur Druckentlastung oder Druckbeaufschlagung eines Steuerraumes (40), **dadurch gekennzeichnet, dass** das Magnetventil (14) einen Magneten (52, 66) umfasst, der eine Spule (58) enthält, die über einen Spulenträger (62) das Wirkelement (36, 84) betätigt, indem der Spulenträger (62)

mit dem Wirkelement (36, 84) verbunden ist und die Spule (58) als Tauchspule auf der Außenumfangsfläche des Spulenträgers (62) gewickelt ist und in einem Hohlraum (100) eines als Permanentmagnet (66) oder als Elektromagnet (52) ausgebildeten Magneten eintaucht.

2. Kraftstoffinjektor (10) gemäß Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Spule (58) auf der Umfangsfläche des Spulenträgers (62) angeordnet ist.
3. Kraftstoffinjektor (10) gemäß Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Wirkelement (36) kugelförmig ausgebildet ist und sich an einer Ventilderaufnahme (68) befindet.
4. Kraftstoffinjektor (10) gemäß Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Wirkelement (84) an einem Bolzen eines Ventilstücks (38) geführt ist.
5. Kraftstoffinjektor (10) gemäß Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Permanentmagnet (66) oder der Elektromagnet (52) zumindest ein Innenjoch (96) und ein dieses ringförmig umschließendes Außenjoch (98) umfasst, zwischen denen der Hohlraum (100) gebildet ist.
6. Kraftstoffinjektor (10) gemäß Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Ventilderaufnahme (68) in einer Führung (70) geführt ist.
7. Kraftstoffinjektor (10) gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Spule (58) über flexible Spulenanschlüsse (60) mit Anschlussleitungen (82) elektrisch verbunden ist.
8. Kraftstoffinjektor (10) gemäß Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** im Permanentmagneten (66) ein Ablaufkanal (74) zum niederdruckseitigen Rücklauf ausgebildet ist.
9. Kraftstoffinjektor (10) gemäß Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die als Tauchspule dienende Spule (58) mit ihren Spulenanschlüssen (60) an einem scheibenförmig ausgebildeten Steckerelement (80) kontaktiert ist.
10. Kraftstoffinjektor (10) gemäß Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Wirkelement (84) einen Bund (85) aufweist, der mit einem im Injektorkörper (102) fixierten scheibenförmig ausgebildeten Ankerhubanschlag (86) zusammenwirkt.
11. Kraftstoffinjektor (10) gemäß Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Wirkelement (84) die Schließfeder (16) aufnimmt und an einem bolzenförmigen Fortsatz des Ventilstücks (38) in axiale

Richtung geführt ist.

12. Kraftstoffinjektor (10) gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Magnet (52, 66) eine Höhe (H) aufweist, die um ein vielfaches höher ist als ein Durchmesser (D) des Magneten (52, 66).

Claims

1. Fuel injector (10) with a solenoid valve (14), by the actuation of which an active element (36, 84) is moved out of its seat (76) or placed into its seat, for the relief of pressure or for the action of pressure upon a control space (40), **characterized in that** the solenoid valve (14) comprises a magnet (52, 66) containing a coil (58) which actuates the active element (36, 84) via a coil carrier (62), **in that** the coil carrier (62) is connected to the active element (36, 84), and the coil (58) is wound as a plunger coil on the outer circumferential surface of the coil carrier (62) and plunges in a cavity (100) of a magnet designed as a permanent magnet (66) or as an electromagnet (52).
2. Fuel injector (10) according to Claim 1, **characterized in that** the coil (58) is arranged on the circumferential surface of the coil carrier (62).
3. Fuel injector (10) according to Claim 1, **characterized in that** the active element (36) is of spherical design and is located on a valve-spring receptacle (68).
4. Fuel injector (10) according to Claim 1, **characterized in that** the active element (84) is guided on a bolt of a valve piece (38).
5. Fuel injector (10) according to Claim 1, **characterized in that** the permanent magnet (66) or the electromagnet (52) comprises at least one inner yoke (96) and one outer yoke (98) surrounding the latter annularly, between which yokes the cavity (100) is formed.
6. Fuel injector (10) according to Claim 3, **characterized in that** the valve-spring receptacle (68) is guided in a guide (70).
7. Fuel injector (10) according to one of the preceding claims, **characterized in that** the coil (58) is connected electrically to junction lines (82) via flexible coil junctions (60).
8. Fuel injector (10) according to Claim 1, **characterized in that** a run-off duct (74) for the low-pressure-side return is formed in the permanent magnet (66).

9. Fuel injector (10) according to Claim 1, **characterized in that** the coil (58) serving as a plunger coil is contacted with its coil junctions (60) on a plug element (80) of disc-shaped design.

10. Fuel injector (10) according to Claim 4, **characterized in that** the active element (84) has a collar (85) which cooperates with a armature-stroke stop (86) of disc-shaped design which is fixed in the injector body (102).

11. Fuel injector (10) according to Claim 4, **characterized in that** the active element (84) receives the closing spring (16) and is guided in the axial direction on a bolt-shaped extension of the valve piece (38).

12. Fuel injector (10) according to one of the preceding claims, **characterized in that** the magnet (52, 66) has a height (H) which is many times greater than a diameter (D) of the magnet (52, 66).

Revendications

1. Injecteur de carburant (10) comprenant une électrovanne (14), dont l'actionnement permet de déplacer un élément fonctionnel (36, 84) hors de son siège (76) ou de le placer dans son siège, pour la détente de pression ou la sollicitation en pression d'un espace de commande (40), **caractérisé en ce que** l'électrovanne (14) comprend un aimant (52, 66) qui contient une bobine (58) qui, par le biais d'un support de bobine (62) actionne l'élément fonctionnel (36, 84), **en ce que** le support de bobine (62) est connecté à l'élément fonctionnel (36, 84) et la bobine (58), en tant que bobine à immersion, est enroulée sur la surface périphérique extérieure du support de bobine (62) et plonge dans un espace creux (100) d'un aimant réalisé sous forme d'aimant permanent (66) ou d'électroaimant (52).
2. Injecteur de carburant (10) selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la bobine (58) est disposée sur la surface périphérique du support de bobine (62).
3. Injecteur de carburant (10) selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** l'élément fonctionnel (36) est réalisé sous forme sphérique et se trouve au niveau d'un logement de ressort de soupape (68).
4. Injecteur de carburant (10) selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** l'élément fonctionnel (84) est guidé sur un boulon d'un élément de soupape (38).
5. Injecteur de carburant (10) selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** l'aimant permanent (66) ou

l'électroaimant (52) comprend au moins une culasse interne (96) et une culasse externe (98) entourant celle-ci de manière annulaire, entre lesquelles est formé l'espace creux (100).

5

6. Injecteur de carburant (10) selon la revendication 3, **caractérisé en ce que** le logement de ressort de soupape (68) est guidé dans un guide (70).

7. Injecteur de carburant (10) selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la bobine (58) est connectée électriquement à des lignes de raccordement (82) par le biais de raccords de bobine flexibles (60).

10
15

8. Injecteur de carburant (10) selon la revendication 1, **caractérisé en ce qu'un** canal d'écoulement (74) pour le retour côté basse pression est réalisé dans l'aimant permanent (66).

20

9. Injecteur de carburant (10) selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la bobine (58) servant de bobine à immersion vient en contact avec ses raccords de bobine (60) au niveau d'un élément de connecteur (80) réalisé en forme de disque.

25

10. Injecteur de carburant (10) selon la revendication 4, **caractérisé en ce que** l'élément fonctionnel (84) présente un épaulement (85), qui coopère avec une butée de course de culasse (86) réalisée en forme de disque et fixée dans le corps d'injecteur (102).

30

11. Injecteur de carburant (10) selon la revendication 4, **caractérisé en ce que** l'élément fonctionnel (84) reçoit le ressort de fermeture (16) et est guidée dans la direction axiale au niveau d'une saillie en forme de boulon de l'élément de soupape (38).

35

12. Injecteur de carburant (10) selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** l'aimant (52, 66) présente une hauteur (H) qui est plus grande d'un multiple qu'un diamètre (D) de l'aimant (52, 66).

40

45

50

55

Fig. 1

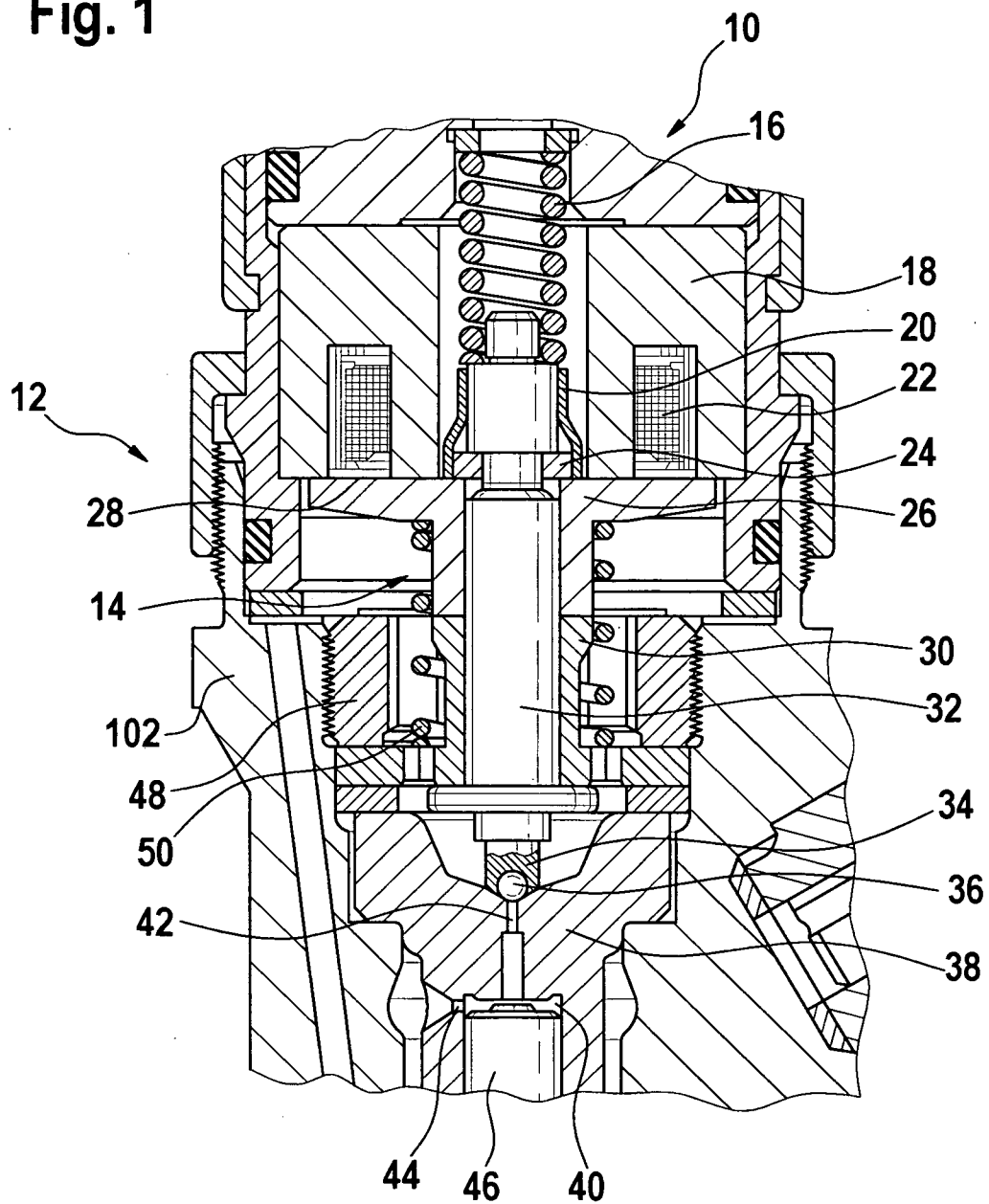


Fig. 2

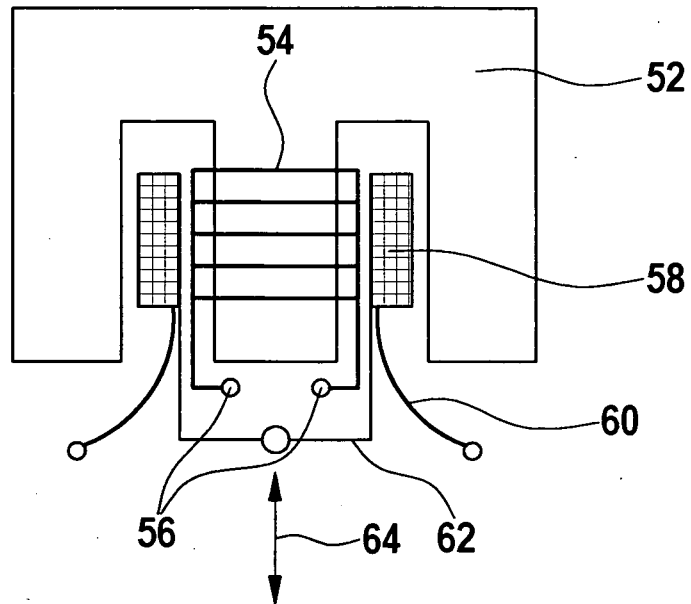


Fig. 3

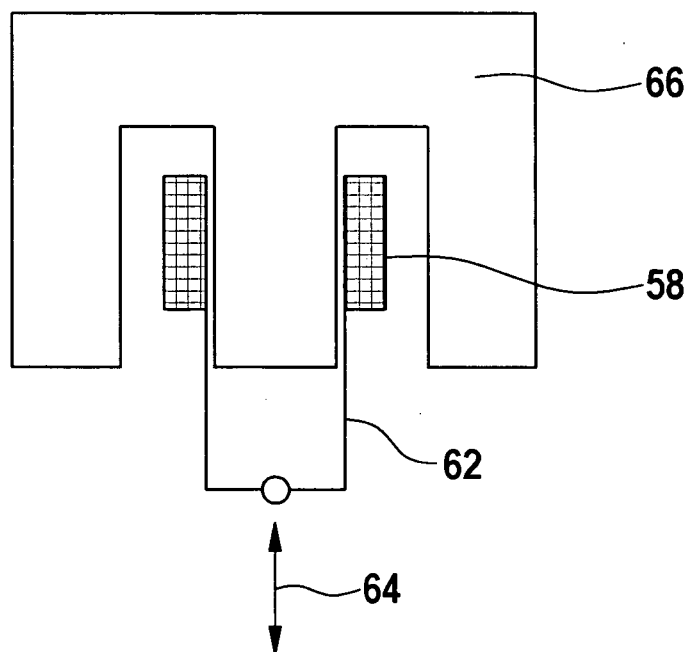


Fig. 4

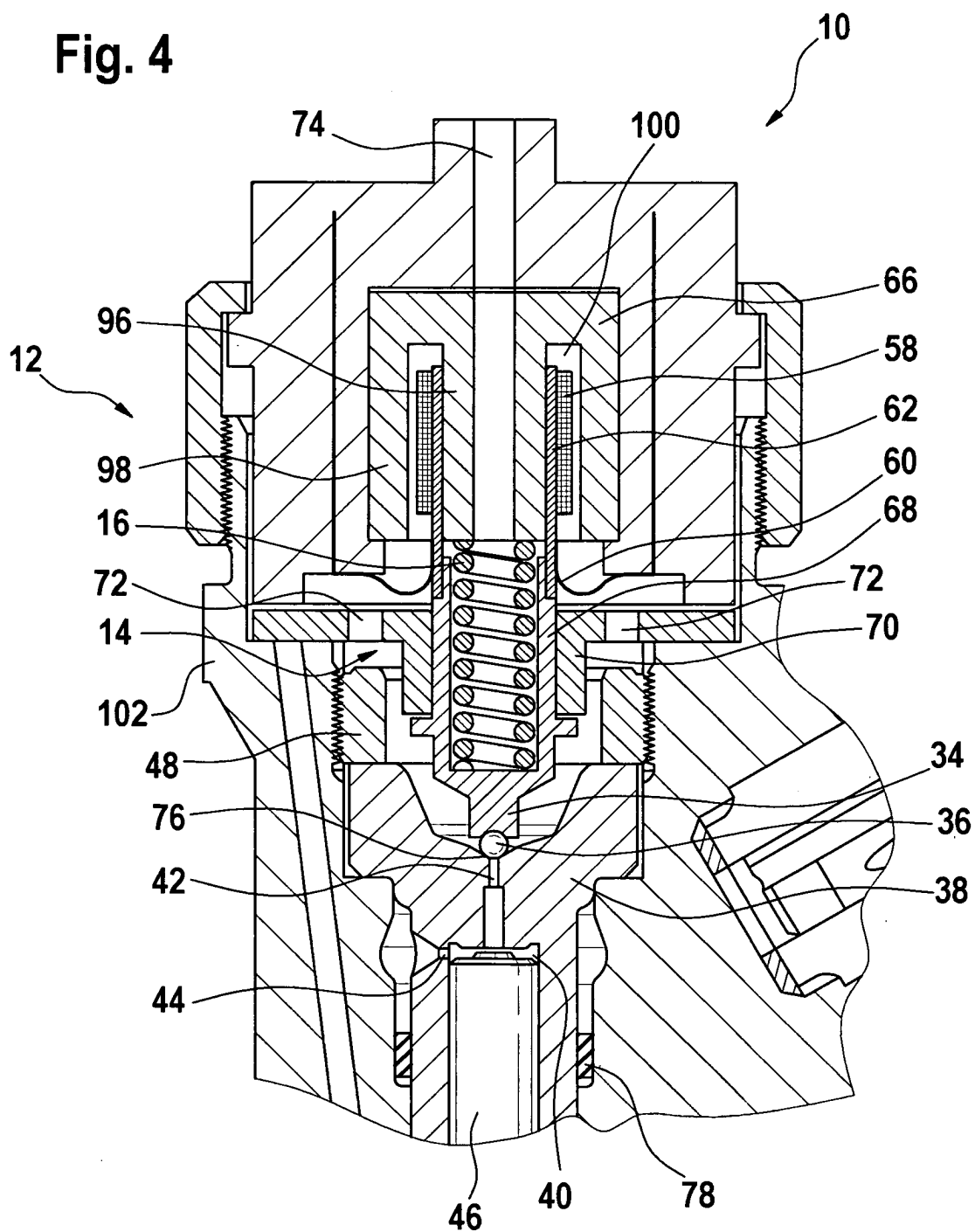


Fig. 5

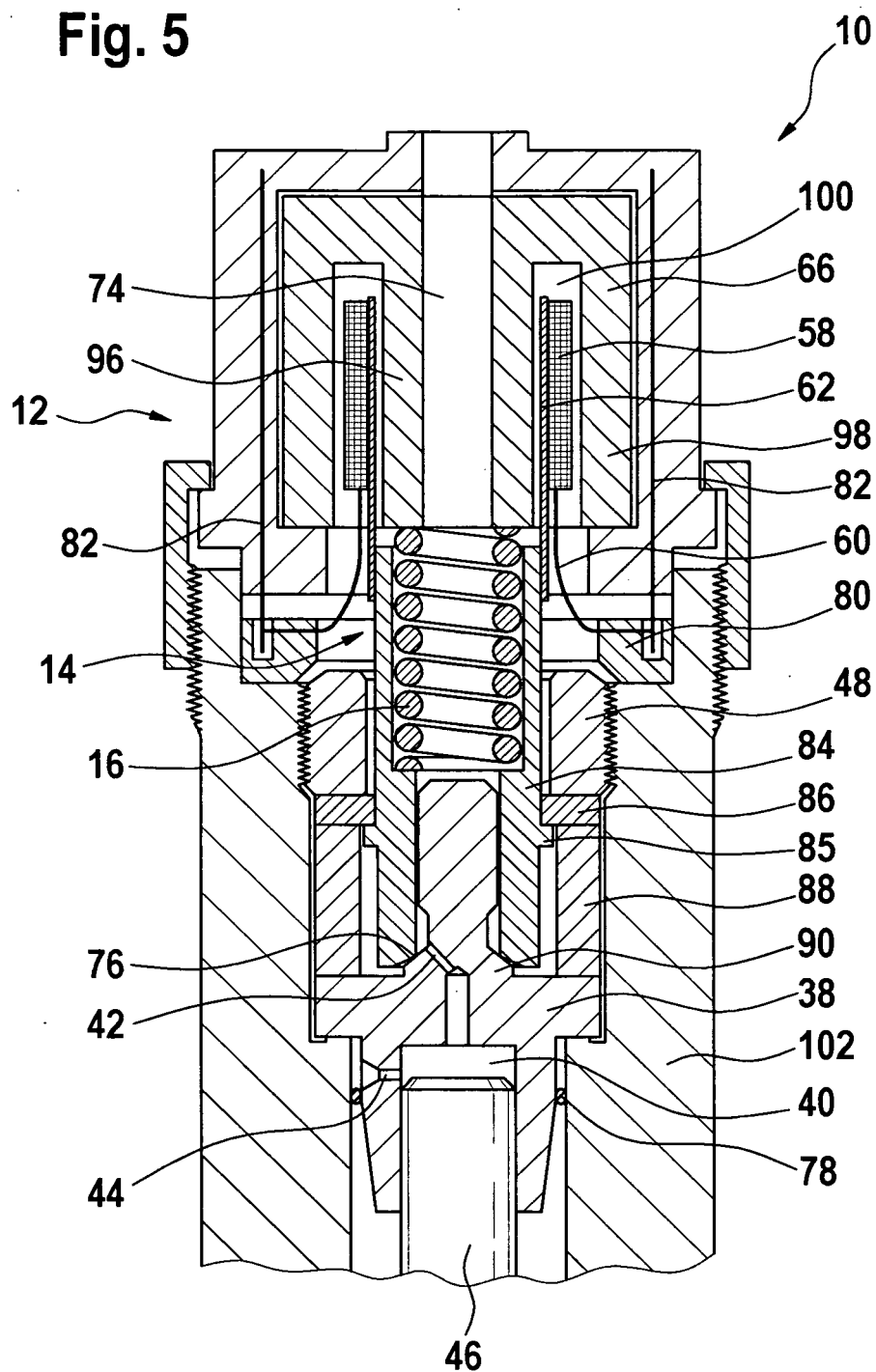
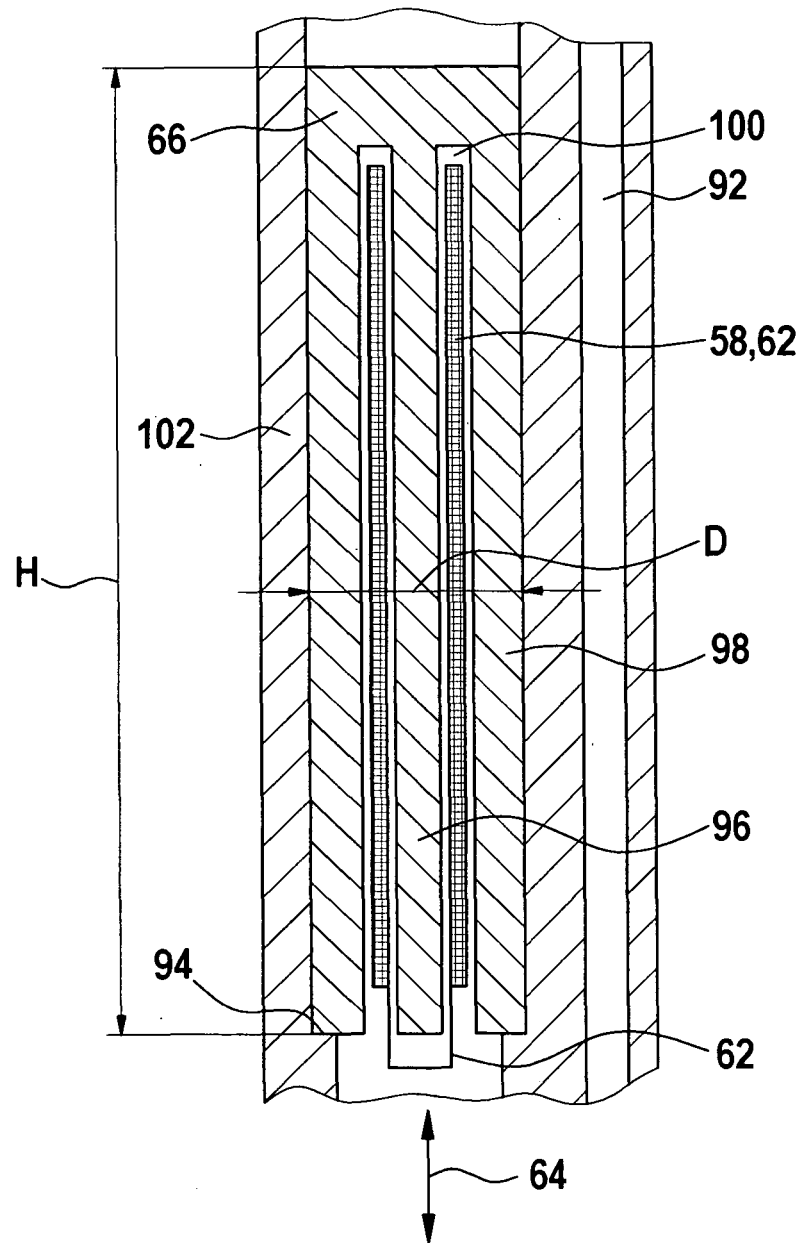


Fig. 6



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 19650865 A1 [0001] [0003]
- DE 19708104 A1 [0001]