

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 988 447 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:

10.09.2003 Patentblatt 2003/37

(51) Int Cl.7: **F02M 51/06**

(86) Internationale Anmeldenummer:

PCT/DE98/03076

(21) Anmeldenummer: **98958204.4**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:

WO 99/031379 (24.06.1999 Gazette 1999/25)

(22) Anmeldetag: **21.10.1998**

(54) **BRENNSTOFFEINSPRITZVENTIL**

FUEL INJECTION VALVE

SOUPAPE D'INJECTION DE CARBURANT

(84) Benannte Vertragsstaaten:

CH DE FR GB IT LI

• **FISCHER, Georg**

D-96158 Frensdorf (DE)

(30) Priorität: **17.12.1997 DE 19756103**

(56) Entgegenhaltungen:

DE-A- 2 613 664

DE-A- 3 314 899

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:

29.03.2000 Patentblatt 2000/13

US-A- 1 878 749

US-A- 5 088 467

(73) Patentinhaber: **ROBERT BOSCH GMBH**

70442 Stuttgart (DE)

• **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 012, no.**

478 (M-775), 14. Dezember 1988 & JP 63 198769 A (HITACHI LTD), 17. August 1988

• **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 016, no.**

553 (M-1339), 24. November 1992 & JP 04 209964 A (HONDA MOTOR CO LTD), 31. Juli 1992

(72) Erfinder:

• **HEROLD, Stefan**

D-96047 Bamberg (DE)

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

EP 0 988 447 B1

Beschreibung

Stand der Technik

[0001] Die Erfindung geht aus von einem Brennstoffeinspritzventil nach der Gattung des Hauptanspruchs. Aus der DE-OS 33 14 899 ist bereits ein elektromagnetisch betätigbares Brennstoffeinspritzventil bekannt, bei welchem zur elektromagnetischen Betätigung ein Anker mit einer elektrisch erregbaren Magnetspule zusammenwirkt und der Hub des Ankers über eine Ventilmadel auf einen Ventilschließkörper übertragen wird. Der Ventilschließkörper wirkt mit einer Ventilsitzfläche zur Ausbildung eines Dichtsitzes zusammen. Die Ventilmadel wird durch eine erste Rückstellfeder in Abspritzrichtung beaufschlagt, so daß der Ventilschließkörper bei nicht erregter Magnetspule auf der Ventilsitzfläche in dichten der Anlage gehalten wird. Der Anker ist mit der Ventilmadel nicht fest verbunden, sondern wird durch eine zweite entgegen der Abspritzrichtung und in Hubrichtung des Ankers wirkende Rückstellfeder an einem Mitnehmerstück der Ventilmadel in Anlage gehalten. Bei der Hubbewegung des Ankers wird die Ventilmadel daher über das Mitnehmerstück von dem Anker mitgenommen, so daß der Ventilschließkörper von der Ventilsitzfläche zum Öffnen des Brennstoffeinspritzventils abhebt. Nachdem der Anker an der vorgesehenen Anschlagsfläche nach Beendigung der Hubbewegung anschlägt, kann sich die Ventilmadel noch geringfügig gegen die erste Rückstellfeder weiterbewegen, indem das Mitnehmerstück von dem Anker abhebt. Dabei wird die Bewegungsrichtung der Ventilmadel durch die erste Rückstellfeder umgekehrt. Der Anker prallt von der Anschlagsfläche geringfügig zurück, wobei seine Bewegungsrichtung durch die zweite Rückstellfeder umgekehrt wird. Die Ventilmadel und der Anker treffen dann mit gegengleich gerichteten Bewegungsrichtungen aufeinander, und die kinetische Energie des Zwei-Massen- und Zwei-Federn-Systems wird dissipiert. Ein Prellen der Ventilmadel und des Ankers wird durch die kinematische Trennung des Ankers und der Ventilmadel daher gegenüber einem üblichen Brennstoffeinspritzventil mit fest verbundenem Anker und Ventilmadel deutlich reduziert. Dadurch kann die Zumeßgenauigkeit des Brennstoffeinspritzventils verbessert werden.

[0002] Beim Schließen des aus der DE-OS 33 14 899 bekannten Brennstoffeinspritzventils hebt der Anker von dem Mitnehmerstück der Ventilmadel ebenfalls ab, wenn die Ventilmadel durch Anschlagen des Ventilschließkörpers an der Ventilsitzfläche schlagartig abgebremst wird. Der Anker bewegt sich dann gegen die zweite Rückstellfeder, die den Anker entgegen der Schließrichtung zurückführt, bis der Anker an dem Mitnehmerstück der Ventilmadel wieder bündig anliegt. Auch in Schließrichtung wird daher ein Prellen des Brennstoffeinspritzventils deutlich vermindert.

[0003] Bei dem aus der DE-OS 33 14 899 bekannten Brennstoffeinspritzventil besteht jedoch der Nachteil,

daß der Anker an der Ventilmadel bzw. an dem Mitnehmerstück der Ventilmadel in nicht befriedigender Weise geführt ist. Die Führung ist dadurch realisiert, daß das Mitnehmerstück der Ventilmadel in eine entsprechende Bohrung des Ankers eingesetzt ist. Aufgrund der Ungenauigkeit der Führung ist die vorbeschriebene Entprellung des Brennstoffeinspritzventils daher nur beschränkt wirksam. Auch die Strömungsverbindung für den Brennstoff im Bereich des topfförmig ausgebildeten Ankers ist in nicht befriedigender Weise gelöst. Im peripheren Bereich des Bodens des topfförmig ausgebildeten Ankers sind Durchgangsöffnungen für den Brennstoff vorgesehen. Die Durchgangsöffnungen sind so angeordnet, daß sich ein relativ hoher Strömungswiderstand für den Brennstoff mit der Gefahr einer unerwünschten Turbulenzbildung ergibt.

Vorteile der Erfindung

[0004] Das erfindungsgemäße Brennstoffeinspritzventil mit den kennzeichnenden Merkmalen des Hauptanspruchs hat den Vorteil, daß die Reibung zwischen dem Anker und der Ventilmadel deutlich reduziert ist. Gleichzeitig wird eine exakte Führung der Ventilmadel an dem Anker bzw. umgekehrt des Ankers an der Ventilmadel erzielt. Durch die zwei erfindungsgemäßen Gleitlager zwischen dem Anker und der Ventilmadel wird die Kinematik des Zwei-Massen- und Zwei-Federn-Systems erheblich verbessert, wodurch ein Brennstoffeinspritzventil mit besonders geringer Prellung entsteht. Gleichzeitig wird eine besonders kostengünstige Lösung erzielt, da die Kugeln der Gleitlager als Massenprodukt besonders günstig herstellbar sind. Die Kugeln sind aus hartem Lagerstahl herstellbar, die in das weiche, ferromagnetische Metall des Ankers in fertigungstechnisch einfacher Weise einpressbar sind. Durch die genaue Fertigbarkeit des Kugeldurchmessers der Kugeln wird eine präzise Führung der Ventilmadel an oder in dem Anker erzielt.

[0005] Der Anker weist eine Stufenbohrung auf, in welche die Kugeln der beiden vorgesehenen Gleitlager jeweils endseitig einsetzbar sind.

[0006] Durch die in den Unteransprüchen aufgeführten Maßnahmen sind vorteilhafte Weiterbildungen und Verbesserungen des im Hauptanspruch angegebenen Brennstoffeinspritzventils möglich.

[0007] Entsprechend einer bevorzugten Ausführung ermöglicht ein zwischen zwei die Kugeln der Gleitlager aufnehmenden Erweiterungen der Stufenbohrung des Ankers vorgesehener Durchgang die zentrale Durchströmung des Brennstoffs durch den Anker, so daß die Strömungsdurchführung für den Brennstoff in besonders einfacher Weise gelöst ist, ohne daß in oder an dem Anker zusätzliche Bohrungen, Nuten oder Abflachungen vorzusehen sind. Gleichzeitig ergibt sich eine besonders effektive Schmierung der Kugeln der Gleitlager durch den Brennstoff.

[0008] Die die Kugeln der Gleitlager aufnehmenden

Erweiterungen der Stufenbohrung des Ankers können nach Einsetzen der Kugeln durch eine vorzugsweise ringförmig ausgebildete Verstimmung so verschlossen werden, daß die Kugeln aus den Erweiterungen nicht entweichen können. Die Verstimmung läßt sich fertigungstechnisch besonders einfach und kostengünstig realisieren, da der Anker vorzugsweise aus einem ferromagnetischen Weicheisen gefertigt wird und daher relativ einfach zu bearbeiten ist.

[0009] Wenn der Durchmesser der Kugeln der Gleitlager mit dem Durchmesser der zumindest in diesem Bereich zylinderförmig ausgebildeten Ventilonadel im wesentlichen übereinstimmt, ergibt sich der Vorteil, daß die Kugeln die Ventilonadel dicht aneinander anschließend umschließen, so daß sich die Kugeln berühren. Der Innendurchmesser der Gleitlager ist dann durch den Durchmesser der Kugeln exakt festgelegt, wobei Ungenauigkeiten bei der Fertigung der Bohrung durch den Anker ausgeglichen werden.

[0010] Wenn die Ventilonadel für den Anschlag der Kugeln des Gleitlagers eine Verdickung mit einem sich stetig verjüngenden Übergangsabschnitt aufweist, dessen Krümmungsradius mit dem Radius der Kugeln im wesentlichen übereinstimmt, hat dies den Vorteil, daß die Kugeln an der Verdickung relativ weich anschlagen.

Zeichnung

[0011] Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in der Zeichnung vereinfacht dargestellt und in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Es zeigen:

- Fig. 1 ein erstes Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Brennstoffeinspritzventils in einer geschnittenen Darstellung;
- Fig. 2 einen vergrößerten Ausschnitt des Ankers, der Ventilonadel und der Rückstellfedern entsprechend dem in Fig. 1 dargestellten Ausführungsbeispiel in einer teilweise geschnittenen Darstellung;
- Fig. 3 einen Schnitt entlang der Linien III-III in Fig. 2; und
- Fig. 4 ein zweites Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Brennstoffeinspritzventils in einer geschnittenen Darstellung.

Beschreibung der Ausführungsbeispiele

[0012] Das in der Fig. 1 beispielsweise dargestellte elektromagnetisch betätigbare Ventil in der Form eines Einspritzventils für Brennstoffeinspritzanlagen von gemischverdichtenden, fremdgezündeten Brennkraftmaschinen hat einen von einer Magnetspule 1 zumindest teilweise umgebenen, als Innenpol eines Magnetkreises dienenden, rohrförmigen, weitgehend hohlzylindri-

schen Kern 2. Das Brennstoffeinspritzventil eignet sich besonders zum direkten Einspritzen von Brennstoff in einen Brennraum einer Brennkraftmaschine. Ein beispielsweise gestufter Spulenkörper 3 nimmt eine Bewicklung der Magnetspule 1 auf und ermöglicht in Verbindung mit dem Kern 2 und einem ringförmigen, nichtmagnetischen, von der Magnetspule 1 teilweise umgebenen Zwischenstück 4 mit einem L-förmigen Querschnitt einen besonders kompakten und kurzen Aufbau des Einspritzventils im Bereich der Magnetspule 1. Das Zwischenstück 4 ragt dabei mit einem Schenkel in axialer Richtung in eine Stufe 5 des Spulenkörpers 3 und mit dem anderen Schenkel radial entlang einer in der Zeichnung unten liegenden Stirnfläche des Spulenkörpers 3.

[0013] In dem Kern 2 ist eine durchgängige Längsöffnung 7 vorgesehen, die sich entlang einer Ventillängsachse 8 erstreckt. Konzentrisch zur Ventillängsachse 8 verläuft ebenso eine dünnwandige, rohrförmige Hülse 10, die die innere Längsöffnung 7 des Kerns 2 durchragt und in stromabwärtiger Richtung mindestens bis zu einer unteren Stirnfläche 11 des Kerns 2 eingebracht ist. Die Hülse 10 liegt unmittelbar an der Wandung der Längsöffnung 7 an oder hat gegenüber dieser ein Spiel und besitzt eine Abdichtfunktion zum Kern 2 hin. Mit der nichtmagnetischen, z. B. aus rostbeständigem austenitischem CrNi-Stahl, kurz V2A-Stahl, bestehenden Hülse 10 ist ein ringscheibenförmiges ferritisches Polteil 13 fest und dicht verbunden, das an der unteren Stirnfläche 11 des Kerns 2 anliegt und den Kern 2 in stromabwärtiger Richtung begrenzt. Die Hülse 10 und das Polteil 13, das z. B. als Preßteil ausgebildet und mittels Schweißen oder Löten mit der Hülse 10 verbunden ist, bilden in Richtung der Ventillängsachse 8 bzw. in stromabwärtiger Richtung eine Kapselung des Kerns 2, die einen Kontakt von Brennstoff am Kern 2 wirksam verhindert. Dabei ragt die Hülse 10 beispielsweise mit ihrem stromabwärtigen Ende bis zu einem Absatz 17 einer inneren Durchlaßöffnung 12 des Polteils 13 und ist beispielsweise mit diesem Absatz 17 verbunden. Zusammen mit dem ebenfalls fest und dicht z. B. durch Schweißen oder Hartlöten beispielsweise mit dem in axialer Richtung verlaufenden Schenkel des Polteils 13 verbundenen Zwischenstück 4 sorgt diese Kapselung auch dafür, daß die Magnetspule 1 in mit Brennstoff durchströmten Zustand vollständig trocken bleibt und nicht mit Brennstoff benetzt wird.

[0014] Die Hülse 10 dient auch als Brennstoffzufuhrkanal, wobei sie zusammen mit einem oberen metallenen (z. B. ferritischen), die Hülse 10 weitgehend umgebenden Gehäuseteil 14 einen Brennstoffeinlaßstutzen bildet. In dem Gehäuseteil 14 ist eine Durchgangsöffnung 15 vorgesehen, die beispielsweise den gleichen Durchmesser aufweist wie die Längsöffnung 7 des Kerns 2. Die das Gehäuseteil 14, den Kern 2 und das Polteil 13 in den jeweiligen Öffnungen 7, 12 und 15 durchragende Hülse 10 ist neben der festen Verbindung mit dem Polteil 13 auch dicht und fest mit dem Gehäuseteil 14 verbunden.

seteil 14 z. B. durch Schweißen oder Bördeln am oberen Ende 16 der Hülse 10 verbunden. Das Gehäuseteil 14 bildet das zulaufseitige Ende des Brennstoffeinspritzventils und umhüllt die Hülse 10, den Kern 2 und die Magnetspule 1 zumindest teilweise in axialer und radialer Richtung und erstreckt sich beispielsweise in axialer Richtung stromabwärts gesehen noch über die Magnetspule 1 hinaus. An das obere Gehäuseteil 14 schließt sich ein unteres Gehäuseteil 18 an, das z. B. ein axial bewegliches Ventilteil bestehend aus einem Anker 19 und einer Ventilnadel 20 bzw. einen Ventilsitzträger 21 umschließt bzw. aufnimmt. Die beiden Gehäuseteile 14 und 18 sind im Bereich des unteren Endes 23 des oberen Gehäuseteils 14 z. B. mit einer umlaufenden Schweißnaht fest miteinander verbunden.

[0015] In dem in Fig. 1 dargestellten Ausführungsbeispiel sind das untere Gehäuseteil 18 und der weitgehend rohrförmige Ventilsitzträger 21 durch Verschrauben fest miteinander verbunden; Schweißen, Bördeln oder Löten stellen aber ebenso mögliche Fügeverfahren dar. Die Abdichtung zwischen dem Gehäuseteil 18 und dem Ventilsitzträger 21 erfolgt z. B. mittels eines Dichtrings 22. Der Ventilsitzträger 21 besitzt über seine gesamte axiale Ausdehnung eine innere Durchgangsöffnung 24, die konzentrisch zu der Ventillängsachse 8 verläuft. Mit seinem unteren Ende 25, das auch zugleich den stromabwärtigen Abschluß des gesamten Brennstoffeinspritzventils darstellt, umgibt der Ventilsitzträger 21 einen in der Durchgangsöffnung 24 eingepaßten Ventilsitzkörper 26. In der Durchgangsöffnung 24 ist die z. B. stangenförmige, einen kreisförmigen Querschnitt aufweisende Ventilnadel 20 angeordnet, die an ihrem stromabwärtigen Ende einen Ventilschließkörper 28 aufweist. Dieser sich konisch verjüngende Ventilschließkörper 28 wirkt in bekannter Weise mit einer im Ventilsitzkörper 26 vorgesehenen, sich in Strömungsrichtung z. B. kegelstumpfförmig verjüngenden Ventilsitzfläche 29 zusammen, die in axialer Richtung stromabwärts einer im Ventilsitzkörper 26 befindlichen Führungsöffnung 30 ausgebildet ist. Stromabwärts der Ventilsitzfläche 29 ist bzw. sind im Ventilsitzkörper 26 wenigstens eine, z. B. aber auch zwei oder vier Austrittsöffnungen 32 für den Brennstoff eingebracht. In der Führungsöffnung 30 bzw. in der Ventilnadel 20 sind nicht dargestellte Strömungsbereiche (Vertiefungen, Nuten oder ähnliches) vorgesehen, die einen ungehinderten Brennstofffluß von der Durchgangsöffnung 24 bis zu der Ventilsitzfläche 29 gewährleisten.

[0016] Die in Fig. 1 gezeigte Anordnung des unteren Gehäuseteils 18, des Ventilsitzträgers 21 und des beweglichen Ventilteils (Anker 19, Ventilnadel 20) stellt nur eine mögliche Ausbildungsvariante der dem Magnetkreis stromabwärts folgenden Ventilbaugruppe dar. Auch kugelförmige Ventilschließkörper 28 bzw. Spritzlochscheiben sind in solchen Ventilbaugruppen denkbar. Im dargestellten Ausführungsbeispiel ist der Ventilschließkörper 28 mit der Ventilnadel 20 einteilig ausgebildet. Der Ventilschließkörper 28 kann jedoch auch als

separates Bauteil ausgebildet und mit der Ventilnadel 20 z. B. durch Schweißen, Löten oder dergleichen verbunden sein.

[0017] Die Betätigung des Einspritzventils erfolgt in bekannter Weise elektromagnetisch. Zur axialen Bewegung der Ventilnadel 20 und damit zum Öffnen entgegen der Federkraft einer im Inneren der Hülse 10 angeordneten ersten Rückstellfeder 33 bzw. Schließen des Einspritzventils dient der elektromagnetische Kreis mit der Magnetspule 1, dem Kern 2, dem Polteil 13 und dem Anker 19. Der Anker 19 steht mit dem dem Ventilschließkörper 28 abgewandten Ende der Ventilnadel 20 nur in Hubrichtung, d. h. in Richtung auf den Kern 2, formschlüssig in Verbindung und ist in der Gegenrichtung, d. h. in Richtung auf den Ventilschließkörper 28, gegen eine zweite Rückstellfeder 50 frei beweglich. Die zweite Rückstellfeder 50 hält den Anker 19 in der Ruhestellung des Brennstoffeinspritzventils in Anlage an einer Verdickung 51 der Ventilnadel 20. Die Verdickung 51 ist an dem dem Ventilschließkörper 28 gegenüberliegenden Ende der Ventilnadel 20 ausgebildet. An einer Stirnfläche 52 der Verdickung 51 greift die erste Rückstellfeder 33 an. Zur Führung der Ventilnadel 20 während ihrer Axialbewegung entlang der Ventillängsachse 8 dient die Führungsöffnung 30 des Ventilsitzkörpers 26. Der Anker 19 wird während seiner Axialbewegung in dem genau gefertigten, nichtmagnetischen Zwischenstück 4 geführt. Wie auf der linken Seite der Fig. 1 gezeigt, kann alternativ zur beschriebenen separaten Ausführung von Polteil 13 und unterem Gehäuseteil 18 auch eine einteilige Version vorgesehen werden, bei der sich vom Polteil 13 ausgehend ein umlaufender, schmaler Steg 35 in axialer Richtung als Übergang zum Gehäuseteil 18 erstreckt und alle Abschnitte zusammen (Polteil 13, hülsenförmiger Steg 35, unteres Gehäuseteil 18) ein einteiliges, ferritisches Bauteil bilden. Entsprechend dient dann die innere Begrenzungsfläche des Stegs 35 als Führung des Ankers 19.

[0018] In eine konzentrisch zu der Ventillängsachse 8 verlaufende innere Strömungsbohrung 37 der Hülse 10, die der Zufuhr des Brennstoffs in Richtung der Ventilsitzfläche 29 dient, ist eine Einstellhülse 38 eingeschoben, eingepreßt oder eingeschraubt. Die Einstellhülse 38 dient zur Einstellung der Federvorspannung der an der Einstellhülse 38 anliegenden ersten Rückstellfeder 33, die sich wiederum mit ihrer gegenüberliegenden Seite an der stromaufwärtigen Stirnfläche 52 der Verdickung 51 der Ventilnadel 20 abstützt. In die Strömungsbohrung 37 der Hülse 10 ragt zulaufseitig ein Brennstofffilter 42 hinein, der für die Herausfiltrierung solcher Brennstoffbestandteile sorgt, die aufgrund ihrer Größe im Einspritzventil Verstopfungen oder Beschädigungen verursachen könnten. Der Brennstofffilter 42 ist z. B. durch Einpressen im Gehäuseteil 14 fixiert.

[0019] Der Hub der Ventilnadel 20 wird durch den Ventilsitzkörper 26 und das Polteil 13 vorgegeben. Eine statische Endstellung der Ventilnadel 20 ist bei nicht erregter Magnetspule 1 durch die Anlage des Ventil-

schließkörpers 28 an der Ventilsitzfläche 29 des Ventilsitzkörpers 26 festgelegt, während sich die andere statische Endstellung der Ventilnadel 20 bei erregter Magnetspule 1 durch die Anlage des Ankers 19 an dem Polteil 13 ergibt. Die Oberflächen der Bauteile in diesen Anschlagbereichen sind beispielsweise verchromt.

[0020] Die elektrische Kontaktierung der Magnetspule 1 und damit deren Erregung erfolgt über Kontaktelemente 43, die auch außerhalb des eigentlichen Spulenkörpers 3 aus Kunststoff noch mit einer Kunststoffumspritzung 45 versehen sind. Die Kunststoffumspritzung kann sich auch über weitere Bauteile (z. B. Gehäuseteile 14 und 18) des Brennstoffeinspritzventils erstrecken. Aus der Kunststoffumspritzung 45 heraus verläuft ein elektrisches Anschlußkabel 44, über das die Bestromung der Magnetspule 1 erfolgt.

[0021] Eine besonders vorteilhafte Ausbildung des Kerns 2 zeigt die Fig. 1. Hierzu ist der Kern 2 zwar rohrförmig, allerdings nicht mit konstantem Außendurchmesser ausgeführt. Nur im Bereich der Kunststoffumspritzung 45 besitzt der Kern 2 über seine gesamte axiale Erstreckung einen konstanten Außendurchmesser. Außerhalb der Kunststoffumspritzung 45 ist der Kern 2 mit einem radial nach außen weisenden Kragen 46 ausgestaltet, der sich teilweise deckelartig über die Magnetspule 1 erstreckt. Die Kunststoffumspritzung 45 ragt somit durch eine Nut im Kragen 46. Der Kern 2 besteht vorzugsweise aus einem Wirbelströme vermindernenden Material, z. B. einem Pulververbundwerkstoff.

[0022] Die zweite Rückstellfeder 50 erstreckt sich in einem zylindrischen Stufenabschnitt 53 der als Stufenbohrung ausgebildeten Durchgangsöffnung 24 des Ventilsitzträgers 21 und stützt sich an ihrem stromabwärtigen Ende an einer Stufe 54 der als Stufenbohrung ausgebildeten Durchgangsöffnung 24 des Ventilsitzträgers 21 ab. An ihrem stromaufwärtigen Ende beaufschlagt die zweite Rückstellfeder 50 eine stromabwärtige Stirnfläche 55 des Ankers 19. Der Anker 19 ist mit der Ventilnadel 20 über ein stromaufwärtiges Gleitlager 56 und ein stromabwärtiges Gleitlager 57 verbunden.

[0023] Die Funktionsweise des in Fig. 1 dargestellten Brennstoffeinspritzventils ist folgendermaßen:

[0024] Bei Erregung der Magnetspule 1 wird der Anker 19 in Richtung auf den Kern 2 gezogen, bis der Anker 19 an dem Polteil 13 anschlägt. Die Ventilnadel 20 und der mit der Ventilnadel 20 verbundene, bzw. im dargestellten Ausführungsbeispiel mit der Ventilnadel 20 einteilig ausgebildete Ventilschließkörper 28 wird dabei ebenfalls in die durch den Pfeil 58 gekennzeichnete Hubrichtung beschleunigt. Die Kugeln 59 des stromaufwärtigen Gleitlagers 56 liegen dabei an der Verdickung 51 der Ventilnadel 20 formschlüssig an, so daß die Ventilnadel 20 und somit auch der Ventilschließkörper 28 von der Hubbewegung des Ankers 19 mitgenommen werden. Im Ruhezustand besteht zwischen dem Anker 19 und dem Polteil 13 ein den Ventilhub vorgebender, geringfügiger, aus Fig. 1 nicht erkennbarer Spalt. Sobald der Anker 19 durch das Magnetfeld so weit in der

Hubrichtung 58 angehoben ist, daß dieser an dem Polteil 13 anschlägt, wird dieser abrupt abgebremst und prallt geringfügig von dem Polteil 13 entgegen der Hubrichtung 58 zurück. Die Ventilnadel 20 und der mit der Ventilnadel 20 verbundene Ventilschließkörper 28 hingegen, bewegen sich aufgrund ihrer trägen Masse zunächst weiterhin in der Hubrichtung 58 gegen die erste Rückstellfeder 33. Dies wird dadurch ermöglicht, daß der Anker 19 nur in der Hubrichtung 58 an der Ventilnadel 20 formschlüssig angreift. Die Verdickung 51 der Ventilnadel 20 kann daher von den im dargestellten Ausführungsbeispiel die Anschlagfläche bildenden Kugeln 59 des stromaufwärtigen Gleitlagers 56 abheben, wobei die Kugeln der beiden Gleitlager 56 und 57 auf der Mantelfläche der zylinderförmig ausgebildeten Ventilnadel 20 gleiten.

[0025] Durch die erste Rückstellfeder 33 wird die Bewegung der Ventilnadel 20 entgegen der Hubrichtung 58 umgekehrt, während die nach dem Zurückprallen des Ankers 19 zunächst gegen die Hubrichtung 58 verlaufende Bewegungsrichtung des Ankers 19 durch die zweite Rückstellfeder 50 umgekehrt wird. Die Ventilnadel 20 mit dem Ventilschließkörper 28 und der Anker 19 bewegen sich nach der Bewegungsumkehr folglich wieder aufeinander zu, wobei die träge Masse des Ankers 19, die träge Masse der Ventilnadel 20 und des Ventilschließkörpers 28 sowie die Federkonstanten der beiden Rückstellfedern 33 und 50 vorzugsweise so ausgelegt sind, daß bei dem erneuten Zusammentreffen des Ankers 19 und der Ventilnadel 20 die Stoßenergie nahezu vollständig dissipiert. Das Prellen des Brennstoffeinspritzventils ist durch die Trennung des Ankers 19 von der Ventilnadel 20 und die Ausbildung eines Zwei-Massen- und Zwei-Federn-Systems gegenüber einem konventionell ausgebildeten Brennstoffeinspritzventil daher deutlich vermindert. Durch die erfindungsgemäßen Gleitlager 56 und 57 wird ein von Reibungseinflüssen weitgehend ungestörter kinematischer Bewegungsablauf gewährleistet. Gleichzeitig wird eine exakte Führung der Ventilnadel 20 über die Gleitlager 56 und 57 an dem Anker 19 erzielt.

[0026] Nach Beendigung der Bestromung der Magnetspule 1 werden der Anker 19 und die Ventilnadel 20 durch die erste Rückstellfeder 33 in Schließrichtung beschleunigt, bis der Ventilschließkörper 28 an der Ventilsitzfläche 29 des Ventilsitzkörpers 26 anschlägt. Das bei konventionellen Brennstoffeinspritzventilen auftretende Prellen wird bei der erfindungsgemäßen Ausführung dadurch vermindert, daß der Anker 19 in Schließrichtung gegen die zweite Rückstellfeder 50 durchschwingt. Die zweite Rückstellfeder 50 führt den Anker 19 dann in Hubrichtung 58 wieder soweit zurück, bis die Kugeln 59 des stromaufwärtigen Gleitlagers 56 an der Verdickung 51 der Ventilnadel 20 anschlagen. Das Brennstoffeinspritzventil ist somit für den nächsten Öffnungszyklus bereit. Da die Masse des Ankers 19 wesentlich größer ist als die Masse der Ventilnadel 20 und des Ventilschließkörpers 28, wird durch die kinemati-

sche Trennung der Bewegung des Ankers 19 und der Ventilnadel 20 eine wirkungsvolle Unterdrückung des Prellens des Brennstoffeinspritzventils erreicht. Die erfindungsgemäßen Gleitlager 56 und 57 reduzieren wirkungsvoll die Gleitreibung zwischen dem Anker 19 und der Ventilnadel 20, so daß der Anker 19 auf der Mantelfläche der Ventilnadel 20 frei und ungestört gleiten kann. Dabei bleibt die Führung der Ventilnadel 20 an dem Anker 19 aufgrund der hohen Paßgenauigkeit der Gleitlager 56 und 57 erhalten.

[0027] Die beschriebene Relativbewegung des Ankers 19 gegenüber der Ventilnadel 20 ist in Schließrichtung deutlich größer als in Öffnungsrichtung und kann in Öffnungsrichtung aufgrund der geringen trägen Masse der Ventilnadel 20 vernachlässigbar sein.

[0028] In Fig. 2 sind der Anker 19, der stromaufwärtige Abschnitt der Ventilnadel 20, die erste Rückstellfeder 33 sowie die zweite Rückstellfeder 50 zum besseren Verständnis der Erfindung vergrößert dargestellt. Bereits beschriebene Elemente sind mit übereinstimmenden Bezugszeichen versehen.

[0029] In Fig. 2 ist nicht der Ruhezustand dargestellt, bei welchem der Anker 19 an der Ventilnadel 20 formschlüssig angreift, indem die Kugeln 59 des stromaufwärtigen Gleitlagers 56 an der Verdickung 51 der Ventilnadel 20 durch die zweite Rückstellfeder 50 ange-
drückt werden, sondern es ist ein Betriebszustand gezeigt, bei welchem der Anker 19 gegenüber der Ventilnadel 20 verschoben ist. Dabei gleiten die Kugeln 59 des stromaufwärtigen Gleitlagers 56 und die Kugeln 70 des stromabwärtigen Gleitlagers 57 auf der Mantelfläche 71 der zumindest im Bereich des Ankers 19 zylinderförmig ausgebildeten Ventilnadel 20.

[0030] Zur Aufnahme der Kugeln 59 des stromaufwärtigen Gleitlagers 56 und der Kugeln 70 des stromabwärtigen Gleitlagers 57 weist der Anker 19 im dargestellten Ausführungsbeispiel eine Stufenbohrung 74 auf. Im Ausführungsbeispiel verbindet die Stufenbohrung 74 die stromaufwärtige Stirnfläche 72 des Ankers 19 mit der stromabwärtigen Stirnfläche 55 des Ankers 19. An der stromaufwärtigen Stirnfläche 72 erweitert sich die Stufenbohrung 74 zu einer stromaufwärtigen Erweiterung 73, in welche die Kugeln 59 des stromaufwärtigen Gleitlagers 56 eingepreßt sind. Entsprechend erweitert sich die Stufenbohrung 74 an der stromabwärtigen Stirnfläche 55 zu einer stromabwärtigen Erweiterung 75, in welche die Kugeln 70 des stromabwärtigen Gleitlagers 57 eingepreßt sind. Der Durchmesser der ringförmigen Erweiterungen 73 und 75 beträgt die Summe aus zwei Kugeldurchmessern d_K der Kugeln 59 bzw. 70 und des Durchmessers d_V der im Bereich des Ankers 19 zylinderförmig ausgebildeten Ventilnadel 20. Die Ventilnadel 20 wird daher durch die Kugeln 59 und 70 der beiden Gleitlager 56 und 57 an dem Anker 19 praktisch spielfrei geführt. Da sich die Kugeln 59 und 70 der Gleitlager 56 und 57 mit hoher Genauigkeit herstellen lassen, ergibt sich eine äußerst exakte Lagerführung der Ventilnadel 20.

[0031] Die stromaufwärtige, an der stromaufwärtigen Stirnfläche 72 mündende Erweiterung 73 und die stromabwärtige, an der stromabwärtigen Stirnfläche 55 mündende Erweiterung 75 sind im Ausführungsbeispiel mittels eines Durchgangs 76 verbunden, der Teil der Stufenbohrung 74 ist. Der Durchmesser des Durchgangs 76 ist dabei größer bemessen als der Durchmesser d_V der Ventilnadel 20, so daß der Durchgang 76 von der Ventilnadel 20 nicht vollständig ausgefüllt wird. Dadurch wird ein axialer Durchfluß des Brennstoffs durch die Stufenbohrung 74 des Ankers 19 ermöglicht. Der Brennstoff strömt dabei im Bereich der stromaufwärtigen Erweiterung 73 an den umfänglich verteilten Kugeln 59 vorbei, durch den Durchgang 76 hindurch in die stromabwärtige Erweiterung 75 und dort an den ebenfalls umfänglich verteilten Kugeln 70 vorbei. Für die Brennstoffströmung im Bereich des Ankers 19 sind daher keine zusätzlichen Maßnahmen, wie zusätzliche Axialbohrungen, umfängliche Nuten oder Abflachungen vorzusehen, wodurch die Fertigungskosten weiter gesenkt werden können.

[0032] Nach dem Einpressen der Kugeln 59 des stromaufwärtigen Gleitlagers 56 wird der Rand an der stromaufwärtigen Stirnfläche 72 nahe der Erweiterung 73 durch eine durch das Bezugszeichen 77 angedeutete Versteimmung verstemmt, so daß die Kugeln 59 aus der Erweiterung 73 nicht entweichen können. Vorzugsweise ist die Versteimmung 77 ringförmig ausgebildet. In gleicher Weise wird der Rand der stromabwärtigen Erweiterung 75 durch eine ebenfalls vorzugsweise ringförmig umlaufende, durch das Bezugszeichen 78 angedeutete Versteimmung so verstemmt, daß die Kugeln 70 des stromabwärtigen Gleitlagers 57 aus der stromabwärtigen Erweiterung 75 nicht entweichen können. Da der Anker 19 vorzugsweise aus einem ferromagnetischen oder ferritischen Weichmetall gefertigt ist, das einfach zu bearbeiten ist, sind die Versteimmungen 77 und 78 ohne größeren Fertigungsaufwand ausführbar. Die Kugeln 59 und 70 hingegen können aus einem gehärteten Lagerstahl ausgebildet sein und an ihrer Lauf-
fläche z. B. durch Verchromen zusätzlich beschichtet sein.

[0033] In dem in Fig. 1 dargestellten Ruhezustand liegen die Kugeln 59 des stromaufwärtigen Gleitlagers 56 an einem sich in Richtung auf den Anker 19 stetig verjüngenden Übergangsabschnitt 79 der Verdickung 51 bündig an. Vorzugsweise weist der Übergangsabschnitt 79 einen Krümmungsradius r auf, der die Hälfte des Kugeldurchmessers d_K der Kugeln 59 des stromaufwärtigen Gleitlagers 56 beträgt, d. h. der Radius der Kugeln 59 stimmt mit dem Krümmungsradius r des Übergangsabschnitts 79 im wesentlichen überein. Dies hat den Vorteil, daß die Kugeln 59 an der Oberfläche des Übergangsabschnitts 79 in der Ruhestellung des Brennstoffeinspritzventils über einen größeren Bereich bündig anliegen und nicht durch etwaige Kanten punktförmig belastet werden.

[0034] Der Durchgang 76 kann auch den gleichen

Durchmesser wie die Erweiterungen 73 und 75 aufweisen, so daß die Bohrung des Ankers 19 ungestuft ausgebildet ist. Dies hat den Vorteil einer Vereinfachung bei der Herstellung.

[0035] In Fig. 3 ist zum besseren Verständnis der Erfindung ein Schnitt entlang der Linie III-III in Fig. 2 dargestellt. Bereits beschriebene Elemente sind mit übereinstimmenden Bezugszeichen versehen, um die Zuordnung zu erleichtern.

[0036] Aus Fig. 3 ist erkennbar, daß sich ein besonderer Vorteil ergibt, wenn der Durchmesser d_K der Kugeln 59 des stromaufwärtigen Gleitlagers 56 aber auch der Kugeln 70 des stromabwärtigen Gleitlagers 57 mit dem Durchmesser d_V der im Bereich des Ankers 19 zylinderförmig ausgebildeten Ventilsnadel 20 übereinstimmt. Dabei ist gewährleistet, daß die Kugeln 59 bzw. 70 den Ringraum der Erweiterung 73 bzw. 75 vollständig oder zumindest nahezu vollständig ausfüllen. Die Kugeln 59 sind daher in dem Ringraum der Erweiterung 73 gleichmäßig verteilt und weitere Maßnahmen zur Ausrichtung der Kugel 59 sind nicht erforderlich. Ferner ist aus Fig. 3 erkennbar, daß zwischen den Kugeln 59 ausreichende Zwischenräume 80 verbleiben, die den Durchtritt des Brennstoffs ermöglichen. Durch die Durchströmung des Gleitlagers 56 als auch des Gleitlagers 57 mit dem Brennstoff ergibt sich zudem eine vorteilhafte Schmierung der Gleitlager 56, 57.

[0037] Die relativ harten Kugeln 59 bzw. 70 werden in die relativ ungenau gefertigte Bohrung des Ankers 19 eingepreßt. Der Innendurchmesser der Gleitlager 56 bzw. 57 wird ausschließlich durch die Kugeldurchmesser d_K festgelegt, wenn die Kugeln eng aneinander liegen. Der Innendurchmesser d_V des aus den sechs Kugeln 59 bzw. 70 gebildeten Gleitlagers 56 bzw. 57 entspricht genau dem Durchmesser d_K der einzelnen Kugeln 59 bzw. 70. Der Innendurchmesser d_V der Gleitlager 56 und 57 hängt daher im wesentlichen von der Fertigungstoleranz der Kugeldurchmesser d_K ab. Da die Fertigungstoleranz der Kugeln d_K wesentlich enger ist als die Fertigungstoleranz des Durchmessers der Bohrung des Ankers 19, in welche die Kugeln 59 bzw. 70 eingepreßt werden, ergibt sich insgesamt eine hohe Führungsgenauigkeit der erfindungsgemäßen Gleitlager 56 und 57.

[0038] Fig. 4 zeigt ein im wesentlichen mit dem in Fig. 1 dargestellten und bereits beschriebenen Ausführungsbeispiel übereinstimmendes, erweitertes Ausführungsbeispiel. Die Erweiterung besteht darin, daß die Ventilsnadel 20 in in dem Ventilsitzträger 21 angeordnete zusätzliche Kugeln 90 eines weiteren Gleitlagers 91 gelagert ist. Dadurch wird die Ventilsnadel 20 mittels des Gleitlagers 91 in dem Ventilsitzträger 21 gerührt. Der Anker 19 ist im Vergleich zu dem in Fig. 1 dargestellten Ausführungsbeispiel mit einem etwas geringeren Durchmesser ausgebildet, so daß dessen Mantelfläche im Gegensatz zu dem in Fig. 1 dargestellten Ausführungsbeispiel nicht in dem Zwischenstück 4 geführt ist. Die stromaufwärtige Führung des aus der Ventilsnadel

20 und dem Anker 19 bestehenden Bauteils erfolgt vielmehr in dem zusätzlichen Gleitlager 91.

[0039] Die Durchgangsöffnung 24 weist bei dem in Fig. 4 dargestellten Ausführungsbeispiel stromabwärts des Gleitlagers 91 eine Verjüngung 92 auf. Stromaufwärts der Kugeln 90 des Gleitlagers 91 ist eine z. B. durch Verstemmen nach Einsetzen der Kugeln 90 herstellbare Verjüngung 93 vorgesehen. Die Verjüngungen 92 und 93 bewirken eine axiale Fixierung der Kugeln 90 des Gleitlagers 91 in der Durchgangsöffnung 24.

[0040] Der Anschlag des Ankers 19 an der Ventilsnadel 20 muß nicht notwendigerweise mittels der Kugeln 59 erfolgen. Es kann z. B. auch ein Vorsprung des Ankers 19 an der Verdickung 51 oder einem anderen Abschnitt der Ventilsnadel 20 anschlagen, um die Ventilsnadel 20 in Hubrichtung 58 formschlüssig mitzuführen. Ferner können die Gleitlager 56 und 57 auch als separates Fertigbauteil ausgebildet sein und an dem Anker 19 z. B. durch Verschweißungen angebracht sein.

Patentansprüche

1. Brennstoffeinspritzventil für Brennstoffeinspritzanlagen von Brennkraftmaschinen, insbesondere zum direkten Einspritzen von Brennstoff in einen Brennraum einer Brennkraftmaschine, mit einer Magnetspule (1), einem durch die Magnetspule (1) in eine Hubrichtung (58) gegen eine erste Rückstellfeder (33) beaufschlagbaren Anker (19) und einer mit einem Ventilschließkörper (28) in Verbindung stehenden Ventilsnadel (20), wobei der Anker (19) in der Hubrichtung (58) an der Ventilsnadel (20) formschlüssig angreift und in der Gegenrichtung unabhängig von der Ventilsnadel (20) gegen eine zweite Rückstellfeder (50) frei beweglich ist, **dadurch gekennzeichnet,** **daß** der Anker (19) mittels zweier jeweils an einem Ende des Ankers (19) angeordneter, mehrere Kugeln (59, 70) aufweisender Gleitlager (56, 57) an der Ventilsnadel (20) gelagert ist, wobei die Ventilsnadel (20) und die Kugeln (59, 70) jedes Gleitlagers (56, 57) in eine Bohrung des Ankers (19) eingesetzt sind und die Bohrung des Ankers (19) als Stufenbohrung (74) ausgebildet ist und die Kugeln (59, 70) der Gleitlager (56, 57) jeweils in endseitig angeordnete Erweiterungen (73, 75) der Stufenbohrung (74) eingesetzt sind.
2. Brennstoffeinspritzventil nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet,** **daß** die Stufenbohrung (74) zwischen den Erweiterungen (73, 75) einen Durchgang (76) ausweist, der durch die Ventilsnadel (20) nicht vollständig ausgefüllt ist.
3. Brennstoffeinspritzventil nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet,**

daß die Erweiterungen (73, 75) der Stufenbohrung (74) durch nach dem Einsetzen der Kugeln (59, 70) der Gleitlager (56, 57) ausgeformte Verstemmungen (77, 78) so verschlossen sind, daß die Kugeln (59, 70) der Gleitlager (56, 57) aus den Erweiterungen (73, 75) der Stufenbohrung (74) nicht entweichen können.

4. Brennstoffeinspritzventil nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**,
daß die Verstemmungen (77, 78) die Erweiterungen (73, 75) jeweils an einer endseitigen Stirnfläche (72, 55) des Ankers (19) ringförmig umschließen.
5. Brennstoffeinspritzventil nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**,
daß der Durchmesser (d_K) der Kugeln (59, 70) der Gleitlager (56, 57) mit dem Durchmesser (d_V) der im Bereich des Ankers (19) zylindrisch ausgebildeten Ventilnadel (20) im wesentlichen übereinstimmt.
6. Brennstoffeinspritzventil nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**,
daß die Ventilnadel (20) an einem dem Ventilschließkörper (28) gegenüberliegenden Ende eine Verdickung (51) aufweist, an welcher der Anker (19) oder ein Gleitlager (56) durch die zweite Rückstellfeder (50) in Anlage gehalten wird.
7. Brennstoffeinspritzventil nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**,
daß die Verdickung (51) einen sich stetig verjüngenden Übergangsabschnitt (79) aufweist, an welchem die Kugeln (59) eines der Gleitlager (56) anschlagen und der einen mit dem Radius ($d_K/2$) der Kugeln (59) dieses Gleitlagers (56) im wesentlichen übereinstimmenden Krümmungsradius (r) hat.
8. Brennstoffeinspritzventil nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**,
daß die Ventilnadel (20) von einem Ventilsitzträger (21) umgeben ist und in den Ventilsitzträger (21) mehrere Kugeln (90) eines weiteren Gleitlagers (91) zur Lagerung der Ventilnadel (20) in dem Ventilsitzträger (21) eingesetzt sind.

Claims

1. Fuel injection valve for fuel injection systems of internal combustion engines, in particular for the direct injection of fuel into a combustion space of an internal combustion engine, with a magnet coil (1), with an armature (19) capable of being acted upon

in a lifting direction (58) by the magnet coil (1) counter to a first return spring (33), and with a valve needle (20) connected to a valve-closing body (28), the armature (19) engaging positively on the valve needle (20) in the lifting direction (58) and, in the opposite direction, being freely moveable, independently of the valve needle (20), counter to a second return spring (50), **characterized in that** the armature (19) is mounted on the valve needle (20) by means of two plain bearings (56, 57) arranged in each case at one end of the armature (19) and having a plurality of balls (59, 70), the valve needle (20) and the balls (59, 70) of each plain bearing (56, 57) being inserted into a bore of the armature (19), and the bore of the armature (19) being designed as a stepped bore (74), and the balls (59, 70) of the plain bearings (56, 57) being inserted in each case into widenings (73, 75) of the stepped bore (74) which are arranged on the end faces.

2. Fuel injection valve according to Claim 1, **characterized in that** the stepped bore (74) has, between the widenings (73, 75), a passage (76) which is not filled completely by the valve needle (20).
3. Fuel injection valve according to Claim 1 or 2, **characterized in that** the widenings (73, 75) of the stepped bore (74) are closed by means of caulking (77, 78) formed after the insertion of the balls (59, 70) of the plain bearings (56, 57), in such a way that the balls (59, 70) of the plain bearings (56, 57) cannot escape from the widenings (73, 75) of the stepped bore (74).
4. Fuel injection valve according to Claim 3, **characterized in that** the caulking (77, 78) annularly surround the widenings (73, 75) in each case on an end face (72, 55) of the armature (19).
5. Fuel injection valve according to one of Claims 1 to 4, **characterized in that** the diameter (d_K) of the balls (59, 70) of the plain bearings (56, 57) is essentially identical to the diameter (d_V) of the valve needle (20) designed cylindrically in the region of the armature (19).
6. Fuel injection valve according to one of Claims 1 to 5, **characterized in that** the valve needle (20) has, at an end located opposite the valve-closing body (28), a thickening (51), at which the armature (19) or a plain bearing (56) is held in bearing contact by the second return spring (50).
7. Fuel injection valve according to Claim 6, **characterized in that** the thickening (51) has a continuously narrowing transitional portion (79), against which the balls (59) of one of the plain bearings (56) butt and which has a radius of curvature (r) essen-

tially identical to the radius ($d_K/2$) of the balls (59) of this plain bearing (56).

8. Fuel injection valve according to one of Claims 1 to 7, **characterized in that** the valve needle (20) is surrounded by a valve-seat carrier (21), and a plurality of balls (90) of a further plain bearing (91) for mounting the valve needle (20) in the valve-seat carrier (21) are inserted into the valve-seat carrier (21).

Revendications

1. Injecteur de carburant pour un système d'injection de carburant d'un moteur à combustion interne, notamment pour l'injection directe de carburant dans la chambre de combustion d'un moteur à combustion interne, comprenant une bobine électromagnétique (1), un induit (19) sollicité par la bobine électromagnétique (1) dans une direction de soulèvement (58) contre l'action d'un premier ressort de rappel (33) ainsi qu'une aiguille d'injecteur (30) reliée à un organe d'obturation de soupape (28), l'induit (19) agissant par une liaison par la forme dans le sens du soulèvement (58) sur l'aiguille d'injecteur (20) alors que dans la direction opposée il est mobile librement contre l'action d'un second ressort de rappel (50) indépendamment de l'aiguille (20),
caractérisé en ce que
l'induit (19) est monté sur l'aiguille d'injecteur (20) par l'intermédiaire de deux paliers de glissement (56, 57) prévus à chaque extrémité de l'induit (19) et ayant plusieurs billes (59, 70), l'aiguille d'injecteur (20) et les billes (59, 70) de chaque palier lisse (56, 57) étant placées dans un perçage de l'induit (19) et le perçage de l'induit (19) est un perçage étagé (74), les billes (59, 70) des paliers lisses (56, 57) étant placées chaque fois dans des élargissements (73, 75) aux extrémités du perçage étagé (74).
2. Injecteur selon la revendication 1,
caractérisé en ce que
le perçage étagé (74) présente un passage (76) entre les élargissements (73, 75), ce passage n'étant pas complètement occupé par l'aiguille d'injecteur (20).
3. Injecteur selon la revendication 1 ou 2,
caractérisé en ce que
les élargissements (73, 75) du perçage étagé (74) sont fermés par des matages (77, 78) formés après la mise en place des billes (59, 70) des paliers lisses (56, 57), pour que les billes (59, 70) des paliers lisses (56, 57) ne puissent s'échapper des élargissements (73, 75) du perçage étagé (74).

4. Injecteur selon la revendication 3,
caractérisé en ce que
les matages (77, 78) entourent de façon annulaire les élargissements (73, 75) chaque fois au niveau d'une surface frontale d'extrémité (72, 55) de l'induit (19).
5. Injecteur selon l'une des revendications 1 à 4,
caractérisé en ce que
le diamètre (d_K) des billes (59, 70) des paliers lisses (56, 57) correspond pratiquement au diamètre (d_V) de l'aiguille d'injecteur (20) de forme cylindrique dans la zone de l'induit (19).
6. Injecteur selon l'une des revendications 1 à 5,
caractérisé en ce que
l'aiguille d'injecteur (20) comporte une partie renforcée (51) à l'extrémité opposée à celle de l'organe d'obturation de soupape (28), et l'induit (19) ou un palier lisse (56) sont maintenus en appui contre ce renforcement par le second ressort de rappel (50).
7. Injecteur selon la revendication 6,
caractérisé en ce que
le renforcement (51) présente un segment de transition (79) qui diminue de façon continue et contre lequel butent les billes (59) de l'un des paliers lisses (56), et qui présente un rayon de courbure (r) qui correspond pratiquement au rayon ($d_K/2$) des billes (59) de ce palier lisse (56).
8. Injecteur selon l'une des revendications 1 à 7,
caractérisé en ce que
l'aiguille d'injecteur (20) est entourée par un support formant siège de soupape (21) et le support formant siège (21) comporte plusieurs billes (90) d'un autre palier lisse (91) pour le montage de l'aiguille (20) dans le support de siège de soupape (21).

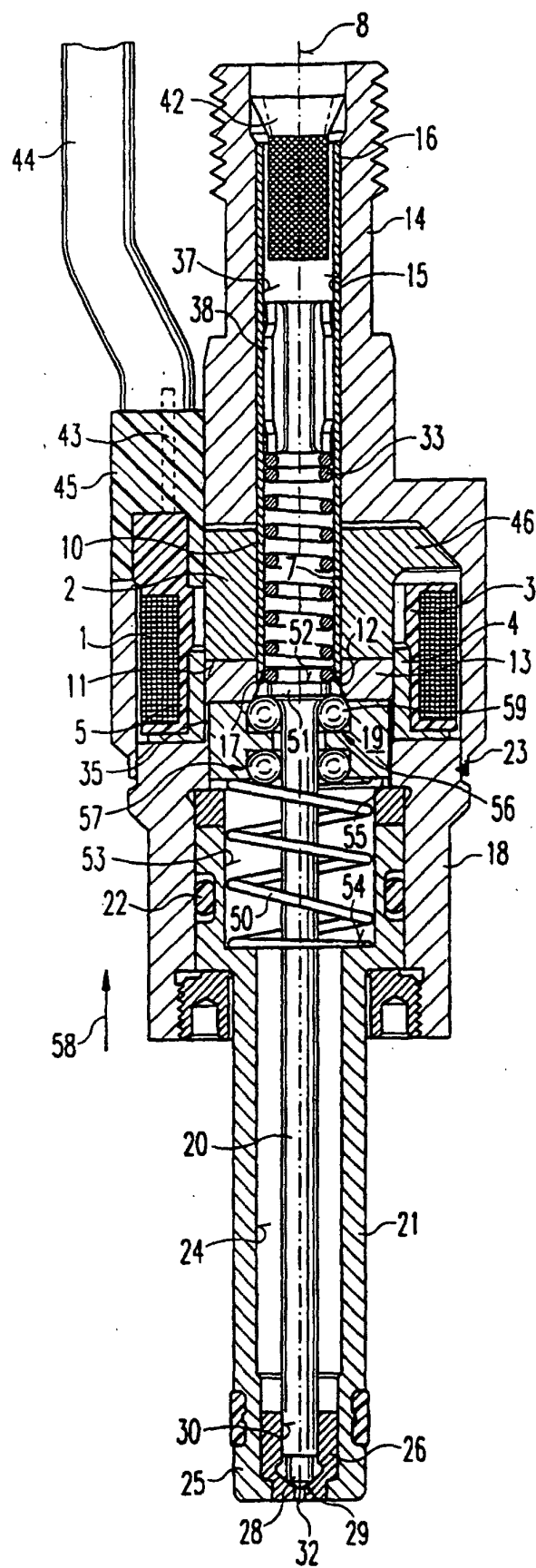


Fig. 1

Fig. 2

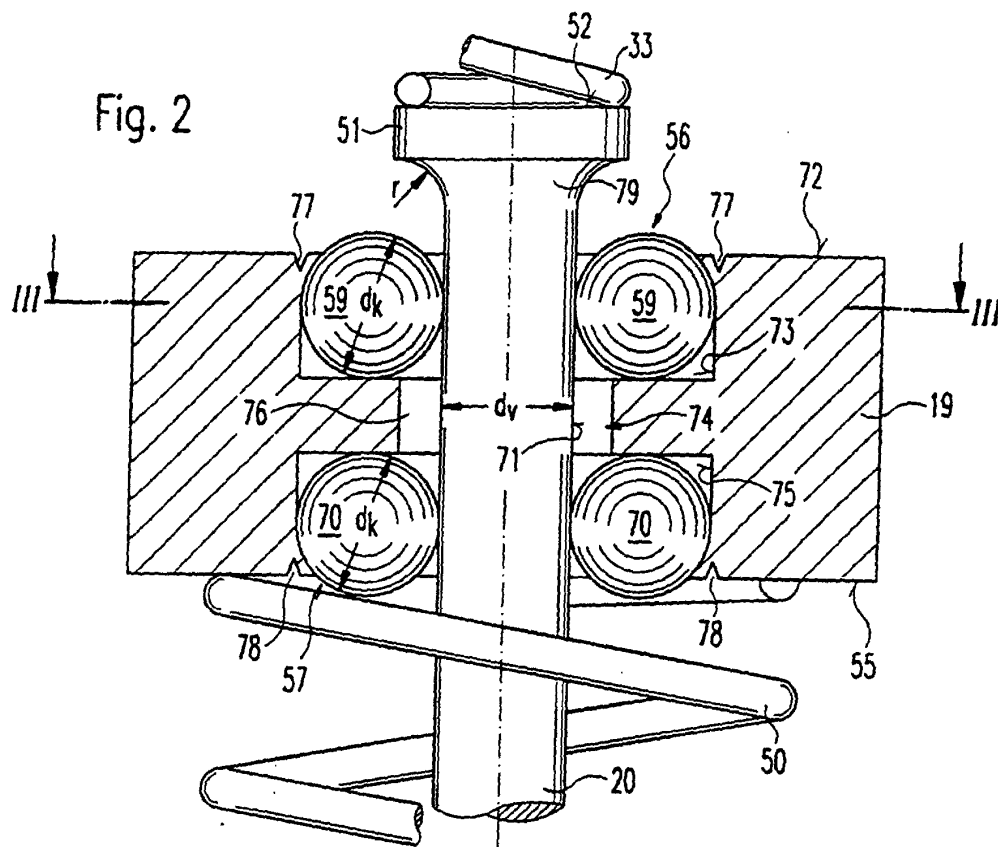
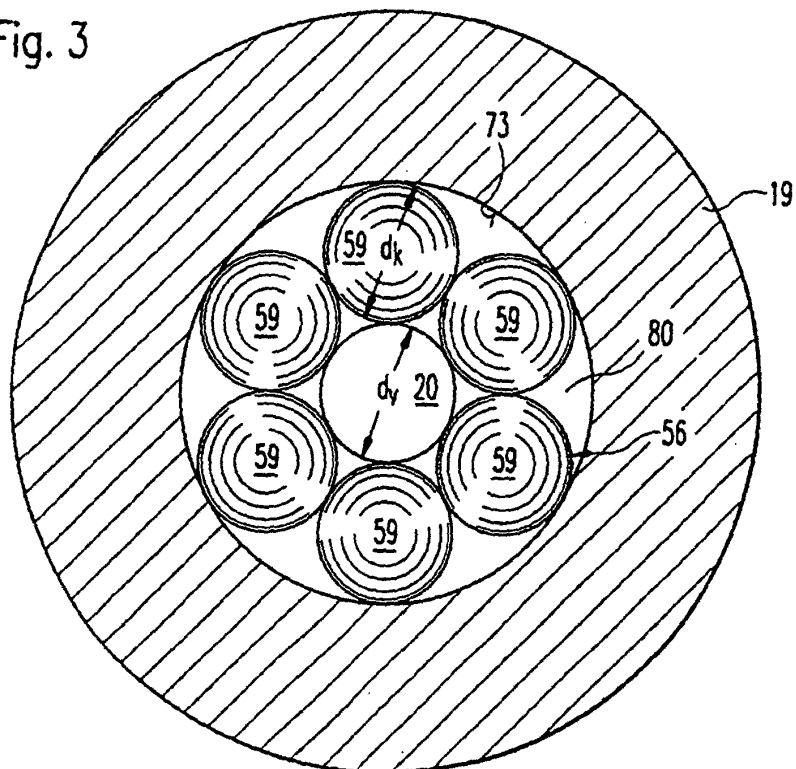


Fig. 3



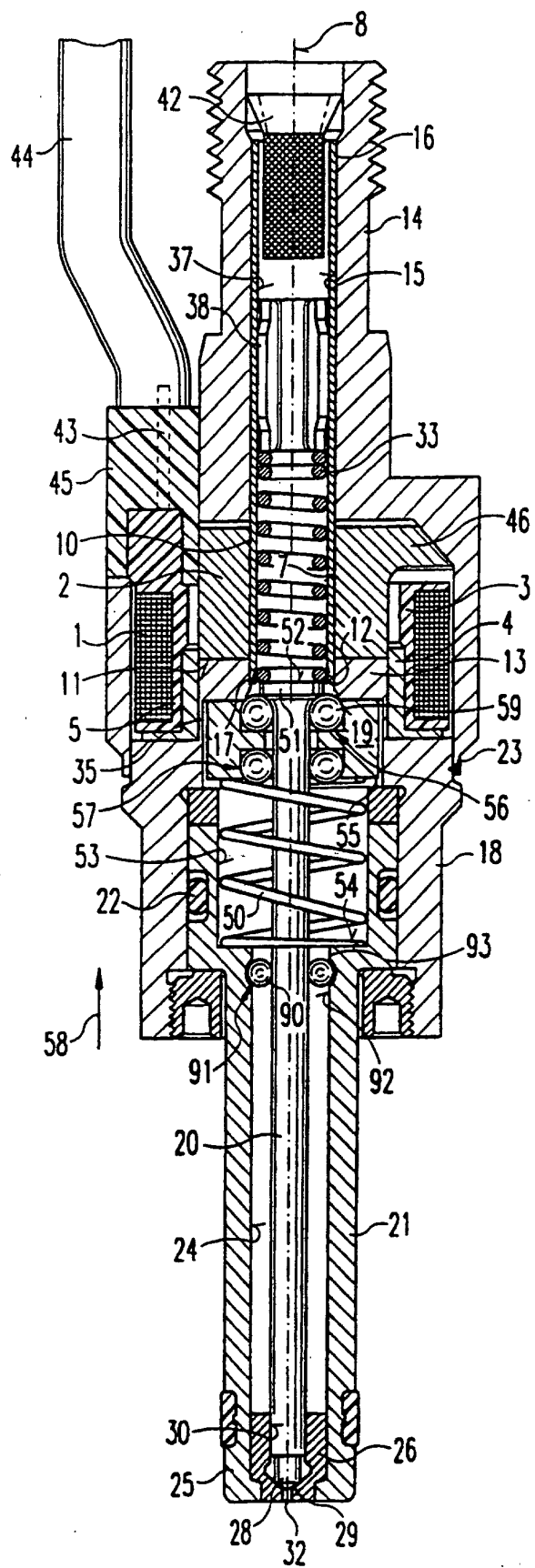


Fig. 4