



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
08.10.2003 Patentblatt 2003/41

(51) Int Cl.7: **F02M 61/16**, F02M 61/12,
F02M 51/06

(21) Anmeldenummer: **03001838.6**

(22) Anmeldetag: **29.01.2003**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HU IE IT LI LU MC NL PT SE SI SK TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK RO

(71) Anmelder: **ROBERT BOSCH GMBH**
70442 Stuttgart (DE)

(72) Erfinder: **Heyse, Joerg A.**
74354 Besigheim (DE)

(30) Priorität: **04.04.2002 DE 10214904**

(54) **Brennstoffeinspritzventil**

(57) Ein Brennstoffeinspritzventil (1), insbesondere zum direkten Einspritzen von Brennstoff in einen Brennraum einer Brennkraftmaschine, hat eine Ventalnadel (3), die an ihrem abspritzseitigen Ende einen Ventilschließkörper (4) aufweist, der mit einer Ventilsitzfläche (6), die an einem Ventilsitzkörper (5) ausgebildet ist, zu einem Dichtsitz zusammenwirkt. Ein Führungsabschnitt (38) des Ventilschließkörpers (4) dient zur Führung der

Ventilnadel (3) in einem Führungskörper (37). Eine Dralleinrichtung (42) dient zur Erzeugung eines Dralls in einer Drallkammer (35) stromaufwärts des Dichtsitzes. Im Ventilsitzkörper (5) ist eine Abspritzöffnung (7) vorgesehen. Im Führungsabschnitt (38) des Ventilschließkörpers (4) ist zumindest ein Strömungskanal (36) vorgesehen, der als Bypass für die Brennstoffzuleitung zur Drallkammer (35) dient.

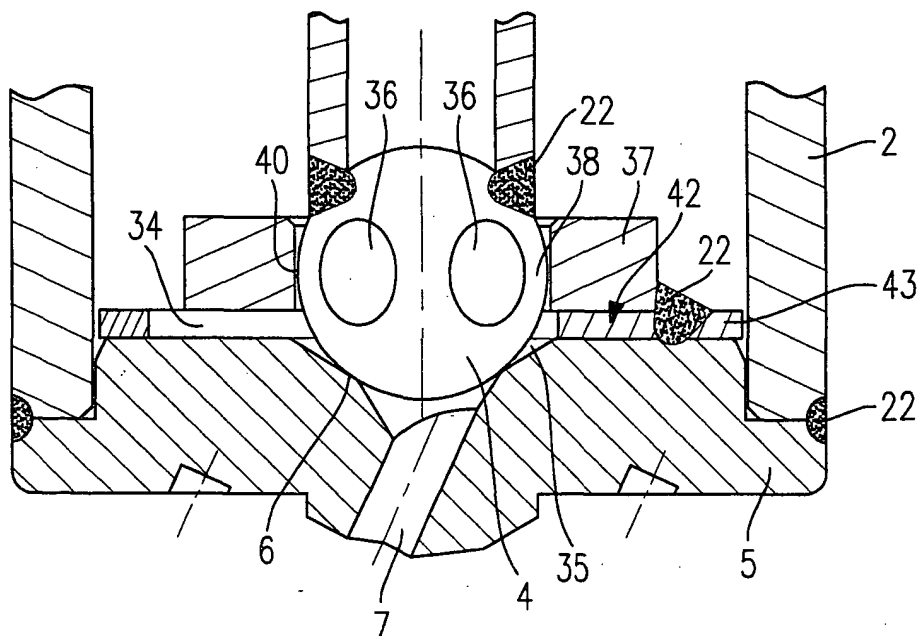


Fig. 3

Beschreibung

Stand der Technik

[0001] Die Erfindung geht aus von einem Brennstoffeinspritzventil nach der Gattung des Hauptanspruchs.

[0002] Aus der DE 197 36 682 A1 ist ein Brennstoffeinspritzventil bekannt, welches u. a. Drallkanäle in einem Drallelement, eine Drallkammer, einen Führungskörper zur unteren, brennstoffstromabwärtigen Ventilenadelführung und einen Ventilschließkörper aufweist. Die Drallkammer ist stromabwärtig von einem Dichtsitz gegen eine Abspritzöffnung abgedichtet und stromaufwärtig durch einen Führungskörper und einen Führungsabschnitt des Ventilschließkörpers gegen den Brennstoffstrom stromaufwärtig des Führungskörpers abgedichtet. Diese abdichtende Wirkung ist notwendig, da durch die Drallerzeugung in der Drallkammer gegenüber dem stromaufwärtigen Brennstoffstrom ein Unterdruck in der Drallkammer entsteht, der eine Brennstoffleckage durch den Führungsspalt begünstigt. Die abdichtende Wirkung des Führungskörpers im Zusammenspiel mit dem Ventilschließkörper soll über die gesamte Lebensdauer des Brennstoffeinspritzventils sicherstellen, daß die Drallentwicklung in der Drallkammer nicht durch unzulässig großen Zufluß von unverdralltem Brennstoff aus dem Führungsspalt zwischen Führungskörper und Ventilschließkörper wesentlich beeinträchtigt wird, da sich sonst das Strahlbild bzw. der Strahlwinkel der in den Brennraum abgespritzten Brennstoffwolke unzulässig verändert. Da sich Verschleiß und Fertigungstoleranzen von Führungskörper und Ventilenadelspitze nicht vermeiden lassen, müssen sie berücksichtigt werden. Da die Drallentwicklung bzw. die Drallintensität durch die konstruktiven Merkmale des Brennstoffeinspritzventils fest vorgegeben ist und eine bestimmte Brennstoffleckage von unverdralltem Brennstoff berücksichtigt, darf die Zunahme der Leckage von unverdralltem Brennstoff durch den Verschleiß des Führungsspalts sich nur in bestimmten engen Grenzen bewegen.

[0003] Für die aus der DE 197 36 682 A1 bekannte Anordnung ergeben sich Nachteile. Zur Vermeidung erhöhtem Verschleißes der stromabwärtigen Nadelführung wird das dortige Führungsspiel klein dimensioniert. Dadurch steigt die durch den Führungsspalt hindurchtretende Brennstoffmenge über die Betriebszeit des Brennstoffeinspritzventils anfänglich exponential an. Dies beruht auf der Tatsache, daß die Durchflußzunahme bei Vergrößerung des Strömungsquerschnittes zwischen Führungskörper und dem Führungsbereich der Ventilenadelspitze zu Anfang exponential ansteigt und erst oberhalb eines gewissen Wertes nicht mehr exponential zunimmt, sondern zu größeren Strömungsquerschnitten bzw. zu größerem Führungsspiel hin wieder abflacht, d.h. die Steigung nimmt ab diesem Punkt wieder ab. Die durch diesen Sachverhalt beschriebene Funktion hat somit einen Wendepunkt. Wird das Füh-

rungsspiel bei der Herstellung größer bemessen, kann die Durchflußzunahme dadurch zwar in einen Bereich der beschriebenen Funktion verlagert werden, in dem die Durchflußzunahme abnimmt. Dies hat jedoch den Nachteil eines erhöhten Verschleißes im Führungsverlauf, der aus dem Führungsabschnitt des Ventilschließkörpers und dem Führungskörper gebildet wird.

[0004] Insbesondere bei Brennstoffeinspritzventilen mit kugelförmigen Ventilenadelspitzen kommen die zuvor genannten Nachteile zum Tragen, da hier der abdichtende Bereich des Führungsverlaufs nur durch den Kugeläquator und den Führungskörper gebildet ist. Hier ist die Durchflußzunahme bei herstellungsmäßig kleinem Führungsspiel anfänglich verstärkt exponential ansteigend, so daß der maximal zulässige Zustrom von unverdralltem Brennstoff meist gar nicht oder nur durch extrem kleine und sehr teure Fertigungstoleranzen eingehalten werden kann.

Vorteile der Erfindung

[0005] Das erfindungsgemäße Brennstoffeinspritzventil mit den kennzeichnenden Merkmalen des Hauptanspruchs hat den Vorteil, daß es geringere Herstellungskosten verursacht, da das Führungsspiel des Führungsverlaufs, das aus einem Führungsabschnitt des Ventilschließkörpers und dem Führungskörper gebildet ist, eine größere Herstellungstoleranz aufweisen darf, ohne daß eine unzulässig große Streuung der Leckage von unverdralltem Brennstoff in die Drallkammer sich beim Betrieb entwickelt und/oder durch Herstellungstoleranzen auftritt. Dies wird erreicht durch die erfindungsgemäßen Strömungskanäle, die den Leckagestrom erhöhen und so bewirken, daß Änderungen der Leckage durch Fertigungstoleranzen und/oder Erhöhungen der Leckage durch Verschleiß im Führungsverlauf im Vergleich zum Brennstoffgesamtdurchfluß weniger ins Gewicht fallen und somit auch die Drallentwicklung weniger beeinträchtigen. Die konstruktiven Merkmale, die die Drallentwicklung bestimmen, tragen dieser erhöhten Leckage bereits Rechnung.

[0006] Durch das erfindungsgemäße Brennstoffeinspritzventil ist der Leckagestrom von unverdralltem Brennstoff in die Drallkammer schon zu Beginn der Lebensdauer des Brennstoffeinspritzventils erhöht, um die Leckagezunahme im Vergleich zur Brennstoffgesamtdurchflußmenge über die gesamte Lebensdauer in einem tolerierbaren Bereich zu halten, ohne das Führungsspiel der unteren Ventilenadelführung bei der Herstellung größer bemessen zu müssen. Dadurch wird eine erhöhte Verschleißanfälligkeit des Führungsverlaufs, der aus einem Führungsabschnitt des Ventilschließkörpers und dem Führungskörper gebildet ist, vermieden.

[0007] Besonders vorteilhaft kann die Erfindung bei Brennstoffeinspritzventilen mit kugelförmigem Ventilschließkörper angewandt werden. Bei solchen Ventilen

ist die hydraulische Abdichtung, infolge des kurzen Führungsabschnitts des Ventilschließkörpers, der durch den Kugeläquator gebildet ist, und der daraus folgenden kurzen Dichtlänge des Führungsverlaufs, erhöht abhängig vom Führungsspiel. Bei solchen Ventilen ist die Durchflußzunahme ohne die erfinderische Maßnahme bei anfänglich kleinem Führungsspiel infolge der Aufweitung des Spiels durch Verschleiß in verstärktem Maße exponentiell ansteigend. Auch ein durch Fertigungstoleranzen aufgeweitetes Führungsspiel bewirkt einen verstärkt exponentiell gesteigerten Durchfluß durch den Führungsspalt.

[0008] Das erfindungsgemäße Ventil verursacht geringere Herstellungskosten da die Fertigungstoleranzen großzügiger gewählt werden können, ohne eine unzulässige Beeinträchtigung der Drallentwicklung in Kauf nehmen zu müssen.

[0009] Durch die in den Unteransprüchen aufgeführten Maßnahmen sind vorteilhafte Weiterentwicklungen des im Hauptanspruch angegebenen Brennstoffeinspritzventils möglich.

[0010] Vorzugsweise wird der Querschnitt des oder der Strömungskanäle so groß bemessen, daß der Wendepunkt, ab dem die Durchflußzunahme des Leckagestroms über dem Führungsspiel nicht mehr ansteigt, sondern abfällt, bereits zu Beginn der Lebensdauer des Brennstoffeinspritzventils erreicht ist oder überschritten wird. Somit wird durch die abflachende Funktion der Einfluß von Fertigungstoleranzen und Verschleiß im Bereich des Führungsverlaufs, der aus einem Führungsabschnitt des Ventilschließkörpers und dem Führungskörper gebildet ist, noch weiter vermindert.

[0011] Durch die Einbringung der Strömungskanäle im Führungsabschnitt des Ventilschließkörpers und/oder dem Führungskörpers lässt sich insbesondere die Herstellung leichter fertigungstechnischen Gegebenheiten anpassen. Kreissegmentförmige Strömungskanäle, sog. Flächenanschliffe, lassen sich besonders vorteilhaft auf kugelförmigen Ventilschließkörpern realisieren.

Zeichnung

[0012] Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in der Zeichnung vereinfacht dargestellt und in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 einen schematischen Schnitt durch ein erstes Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Brennstoffeinspritzventils;

Fig. 2 einen schematischen Teilschnitt durch das in Fig. 1 dargestellte Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Brennstoffeinspritzventils im Bereich des Ventilsitzkörpers;

Fig. 3 einen schematischen Teilschnitt durch ein zweites Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Brennstoffeinspritzventils im Bereich des Ventilsitzkörpers, jedoch mit kugelförmigem Ventilschließkörper;

einen schematischen Teilschnitt eines dritten Ausführungsbeispiels eines erfindungsgemäßen Brennstoffeinspritzventils mit Strömungskanälen, eingebracht entlang der Innenfläche der Führungsöffnung, und

Fig. 5 die statische Durchflußmenge Q_{stat} als Funktion des Führungsspiels sp.

Beschreibung der Ausführungsbeispiele

[0013] Nachfolgend werden Ausführungsbeispiele der Erfindung beispielhaft beschrieben. Im folgenden sind übereinstimmende Bauteile in den Figuren jeweils mit übereinstimmenden Bezugszeichen versehen.

[0014] Das in Fig. 1 dargestellte erste Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Brennstoffeinspritzventils 1 ist in der Form eines Brennstoffeinspritzventils 1 für Brennstoffeinspritzanlagen von gemischverdichtenden, fremdgezündeten Brennkraftmaschinen ausgeführt. Das Brennstoffeinspritzventil 1 eignet sich insbesondere zum direkten Einspritzen von Brennstoff in einen nicht dargestellten Brennraum einer Brennkraftmaschine.

[0015] Das Brennstoffeinspritzventil 1 besteht aus einem Düsenkörper 2, in welchem eine Ventalnadel 3 angeordnet ist. Die Ventalnadel 3 steht mit einem Ventilschließkörper 4 in Wirkverbindung, der mit einer auf einem Ventilsitzkörper 5 angeordneten Ventilsitzfläche 6 zu einem Dichtsitz zusammenwirkt. Bei dem Brennstoffeinspritzventil 1 handelt es sich im Ausführungsbeispiel um ein nach innen öffnendes Brennstoffeinspritzventil 1.

[0016] Der Düsenkörper 2 ist durch eine Dichtung 8 gegen den Außenpol 9 einer Magnetspule 10 abgedichtet. Die Magnetspule 10 ist in einem Spulengehäuse 11 gekapselt und auf einen Spulenträger 12 gewickelt, welcher an einem Innenpol 13 der Magnetspule 10 anliegt. Der Innenpol 13 und der Außenpol 9 sind durch einen Spalt 26 voneinander getrennt und stützen sich auf einem Verbindungsbauteil 29 ab. Die Magnetspule 10 wird über eine Leitung 19 von einem über einen elektrischen Steckkontakt 17 zuführbaren elektrischen Strom erregt. Der Steckkontakt 17 ist von einer Kunststoffummantelung 18 umgeben, die am Innenpol 13 angespritzt sein kann.

[0017] Die Ventalnadel 3 ist in einer Ventilnadelführung 14 geführt, welche scheibenförmig ausgeführt ist. Zur Hubeinstellung dient eine zugepaarte Einstellscheibe 15. An der anderen Seite der Einstellscheibe 15 befindet sich ein Anker 20. Dieser steht über einen ersten Flansch 21 kraftschlüssig mit der Ventalnadel 3 in Verbindung, welche durch eine Schweißnaht 22 mit dem ersten Flansch 21 verbunden ist. Auf dem ersten

Flansch 21 stützt sich eine Rückstellfeder 23 ab, welche in der vorliegenden Bauform des Brennstoffeinspritzventils 1 durch eine Hülse 24 auf Vorspannung gebracht wird.

[0018] Ein zweiter Flansch 31, welcher mit der Ventalnadel 3 über eine Schweißnaht 33 verbunden ist, dient als unterer Ankeranschlag. Ein elastischer Zwischenring 32, welcher auf dem zweiten Flansch 31 aufliegt, vermeidet Prellen beim Schließen des Brennstoffeinspritzventils 1.

[0019] In der Ventalnadelführung 14 und im Anker 20 verlaufen Brennstoffkanäle 30a und 30b. Der Brennstoff wird über eine zentrale Brennstoffzufuhr 16 zugeführt und durch ein Filterelement 25 gefiltert. In einer die Dralleinrichtung 42 bildenden Drallscheibe 43 sind Drallkanäle 34 sowohl zur Brennstoffleitung als auch zur Drallerzeugung vorgesehen. Das Brennstoffeinspritzventil 1 ist durch eine Dichtung 28 gegen eine nicht weiter dargestellte Brennstoffzuleitung und eine Dichtung 41 gegen einen nicht dargestellten Zylinderkopf abgedichtet.

[0020] Im Ruhezustand des Brennstoffeinspritzventils 1 wird der Anker 20 von der Rückstellfeder 23 entgegen seiner Hubrichtung so beaufschlagt, daß der Ventilschließkörper 4 an der Ventilsitzfläche 6 in dichtender Anlage gehalten wird. Bei Erregung der Magnetspule 10 baut diese ein Magnetfeld auf, welches den Anker 20 entgegen der Federkraft der Rückstellfeder 23 in Hubrichtung bewegt, wobei der Hub durch einen in der Ruhestellung zwischen dem Innenpol 12 und dem Anker 20 befindlichen Arbeitsspalt 27 vorgegeben ist. Der Anker 20 nimmt den Flansch 21, welcher mit der Ventalnadel 3 verschweißt ist, ebenfalls in Hubrichtung mit. Der mit der Ventalnadel 3 in Wirkverbindung stehende Ventilschließkörper 4 hebt von der Ventilsitzfläche 6 ab und der über die Drallkanäle 34 im Ventilsitzkörper 5 zugeführte Brennstoff wird abgespritzt.

[0021] Wird der Spulenstrom abgeschaltet, fällt der Anker 20 nach genügendem Abbau des Magnetfeldes durch die Kraft der Rückstellfeder 23 vom Innenpol 13 ab, wodurch sich der mit der Ventalnadel 3 in Wirkverbindung stehende Flansch 21 entgegen der Hubrichtung bewegt. Die Ventalnadel 3 wird dadurch in die gleiche Richtung bewegt, wodurch der Ventilschließkörper 4 auf der Ventilsitzfläche 6 aufsetzt und das Brennstoffeinspritzventil 1 geschlossen wird.

[0022] Das in Fig. 2 ausschnittsweise vergrößert dargestellte abspritzseitige Ende des erfindungsgemäßen Brennstoffeinspritzventils 1 aus Fig. 1 umfaßt insbesondere einen Ventilsitzkörper 5, Drallkanäle 34, eine Drallkammer 35, den Führungskörper 37 und einen zylinderförmigen Ventilschließkörper 4 mit Strömungskanälen 36. Bei Einstromen des Brennstoffs in die Drallkammer 35 bildet sich eine umfänglich gerichtete Drallströmung aus. Gleichzeitig bewirkt der in der Drallkammer 35 entstehende Unterdruck, daß durch den Führungsverlauf, der aus dem Führungsabschnitt 38 des Ventilschließkörpers 4 und dem Führungskörper 37 ge-

bildet ist, Brennstoff in geringen Mengen angesaugt wird der sich stromaufwärts des Führungskörpers 37 befindet.

[0023] Der Brennstoff der entlang des Führungsverlaufs durch die Strömungskanäle 36 und durch den Führungsspalt 40 in die Drallkammer 35 gelangt, ist weitgehend unverdrallt da er die Dralleinrichtung 42 mit den Drallkanälen 34 umgeht. In diesem Ausführungsbeispiel erstreckt sich der Strömungskanal 36 über den Führungsverlauf hinaus, um die Durchflußerhöhung des unverdrallten Strömungsanteils sicherzustellen. Der Ventilschließkörper 4 ist in diesem Ausführungsbeispiel zylinderförmig ausgebildet, und die Strömungskanäle 36 sind in den Ventilschließkörper 4 eingebrachte, axial verlaufende Rillen.

[0024] Fig. 3 zeigt in einer schematischen Schnittdarstellung ein zweites Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Brennstoffeinspritzventils 1 ähnlich des ersten Ausführungsbeispiels, jedoch mit kugelförmigem Ventilschließkörper 4. Auch hier entsteht bei Eintritt von Brennstoff in die Drallkammer 35 durch die Drallkanäle 34 ein Unterdruck, der Brennstoff durch den Führungsverlauf ansaugt. Der Brennstoff strömt unverdrallt durch den Führungsspalt 40, der sich aus dem Führungsspiel zwischen Führungskörper 37 und dem Führungsabschnitt 38 des Ventilschließkörpers 4 ergibt, und außerdem durch die abgebildeten Strömungskanäle 36. In diesem Ausführungsbeispiel sind die Strömungskanäle 36 als Flächenanschliffe auf dem kugelförmigen Ventilschließkörper 4 eingebracht.

[0025] Fig. 4 zeigt ein drittes Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Brennstoffeinspritzventils 1 in welchem die Strömungskanäle 36 entlang der Innenfläche der Führungsöffnung 39 in den Führungskörper 37 eingebracht sind.

[0026] Die Erfindung ist nicht auf die dargestellten Ausführungsbeispiele beschränkt und z. B. für beliebige Bauformen von Brennstoffeinspritzventilen 1, insbesondere auch für nach außen öffnende Brennstoffeinspritzventile 1, anwendbar.

[0027] Fig. 5 zeigt die statische Durchflußmenge Q_{Stat} durch den Führungsbereich als Funktion des Führungsspiels sp für Brennstoffeinspritzventile 1. Brennstoffeinspritzventile 1 ohne die erfindungsgemäßen Strömungskanäle 36 befinden sich im Bereich I von Fig. 5, d. h. unterhalb des Wendepunktes sp_w , so daß eine Vergrößerung des Führungsspiels sp zu einer Vergrößerung der Zunahme der statischen Durchflußmenge dQ_{Stat}/dsp führt. Durch die erfindungsgemäßen Strömungskanäle 36 erfolgt infolge der Zusatzströmung eine Verlagerung in den Bereich II oberhalb des Wendepunktes sp_w . In diesem Bereich II ist eine verschleißbedingte Zunahme des Spiels sp mit einer Verringerung der Zunahme der statischen Durchflußmenge dQ_{Stat}/dsp verbunden, so daß sich der Verschleiß weniger gravierend auswirkt.

Patentansprüche

1. Brennstoffeinspritzventil (1), insbesondere zum direkten Einspritzen von Brennstoff in einen Brennraum einer Brennkraftmaschine, mit einer Ventalnadel (3), die an ihrem abspritzseitigen Ende einen Ventilschließkörper (4) aufweist, der mit einer Ventilsitzfläche (6), die an einem Ventilsitzkörper (5) ausgebildet ist, zu einem Dichtsitz zusammenwirkt, wobei ein Führungsabschnitt (38) des Ventilschließkörpers (4) zur Führung der Ventalnadel (3) in einem Führungskörper (37) dient, einer Dralleinrichtung (42) zur Erzeugung eines Dralls in einer Drallkammer (35) stromaufwärts des Dichtsitzes und einer stromabwärts des Dichtsitzes vorgesehenen Abspritzöffnung (7),
dadurch gekennzeichnet,
daß in einen Führungsverlauf, der aus dem Führungsabschnitt (38) des Ventilschließkörpers (4) und dem Führungskörper (37) gebildet ist, mindestens ein Strömungskanal (36) eingebracht ist, welcher eine partielle Brennstoffzuleitung zu der Drallkammer (35) unter Umgehung der Dralleinrichtung (42) bewirkt.

5
10
15
20
25
2. Brennstoffeinspritzventil nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Querschnittsform des zumindest einen Strömungskanals (36) halbkreisförmig oder kreissegmentförmig ist.

30
3. Brennstoffeinspritzventil nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet,
daß sich die Querschnittsform des zumindest einen Strömungskanals (36) in Strömungsrichtung ändert.

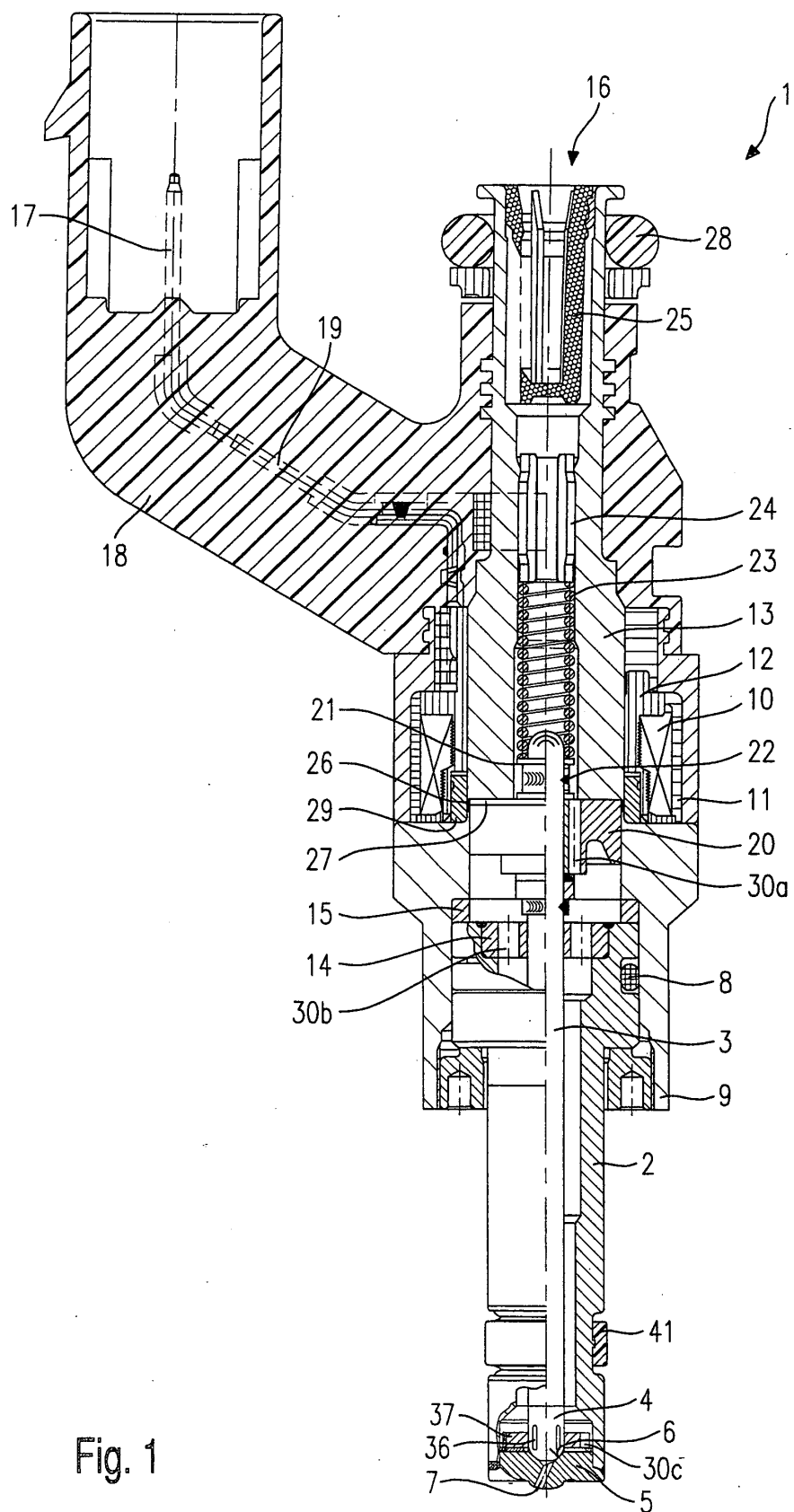
35
4. Brennstoffeinspritzventil nach einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
daß der Strömungsquerschnitt des zumindest einen Strömungskanals (36) mindestens so groß bemessen ist, daß bei einer Zunahme des Strömungsquerschnitts durch Verschleiß des Führungsspiels die Durchflußzunahme aufgrund des Strömungskanals (36) abnimmt.

40
45
5. Brennstoffeinspritzventil nach einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
daß der zumindest eine Strömungskanal (36) in den Führungskörper (37) und/oder in den Führungsabschnitt (38) des Ventilschließkörpers (4) eingebracht ist.

50
55
6. Brennstoffeinspritzventil nach einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
daß der zumindest eine Strömungskanal (36) über den Führungsverlauf, der aus dem Führungsabschnitt (38) des Ventilschließkörpers (4) und dem Führungskörper (37) gebildet ist, hinaus verlängert ist.

5
7. Brennstoffeinspritzventil nach einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
daß der zumindest eine Strömungskanal (36) nicht parallel zur axialen Bewegungsrichtung des Ventilschließkörpers (4) verläuft.

5



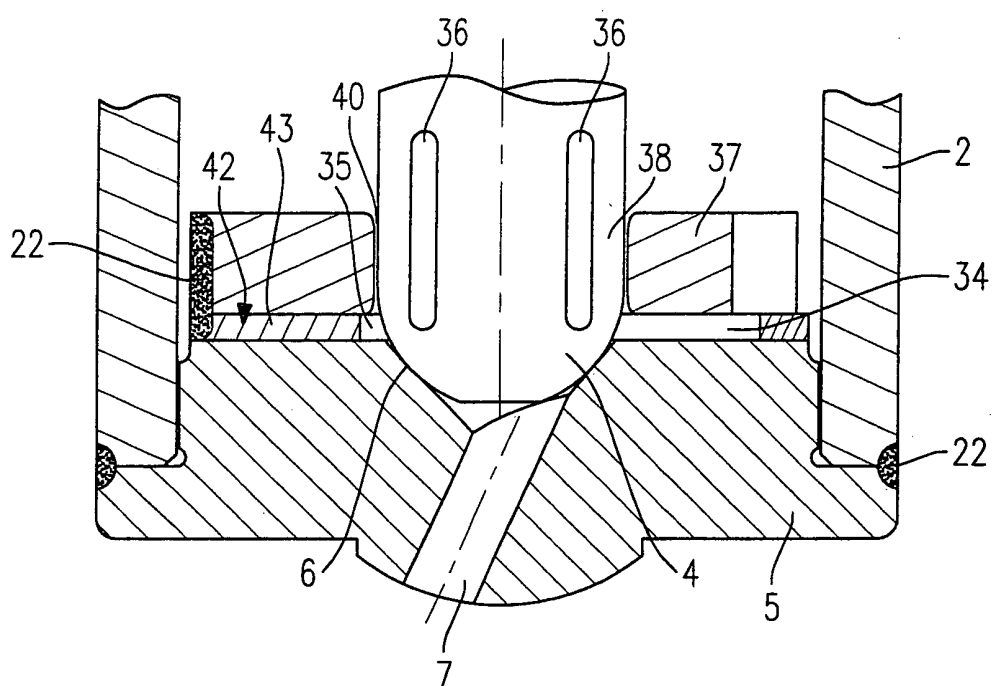


Fig. 2

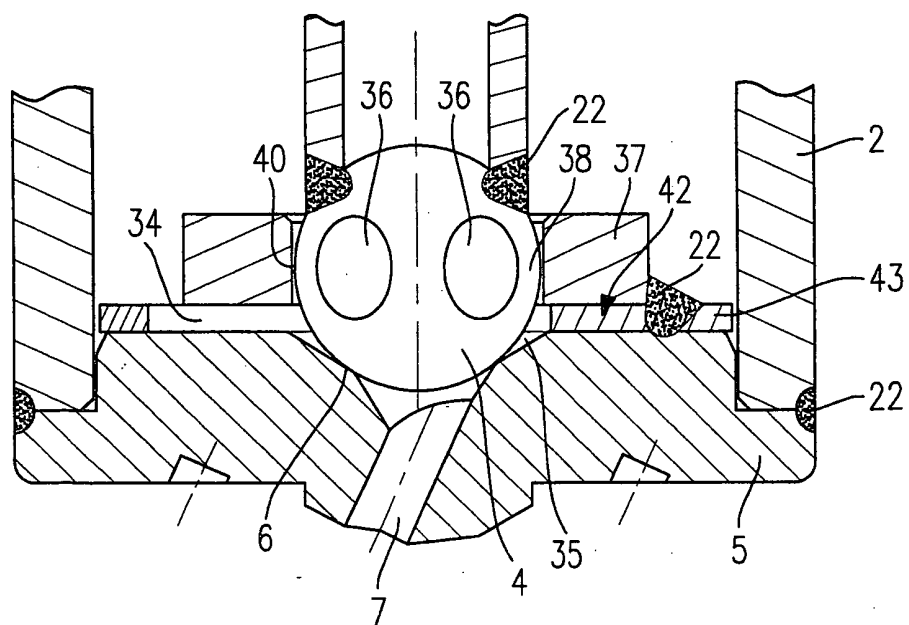


Fig. 3

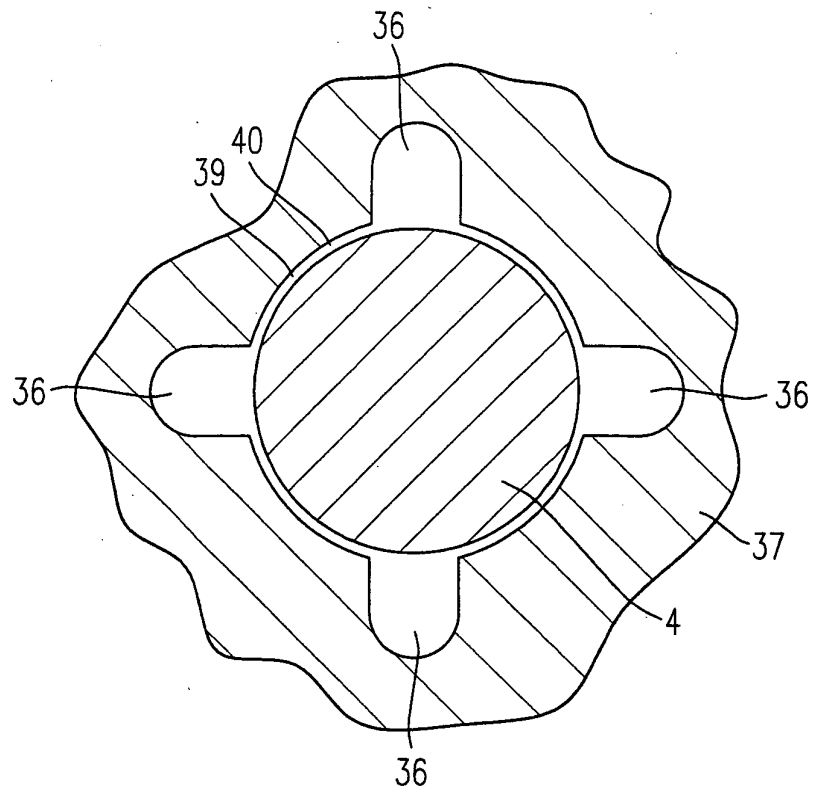


Fig. 4

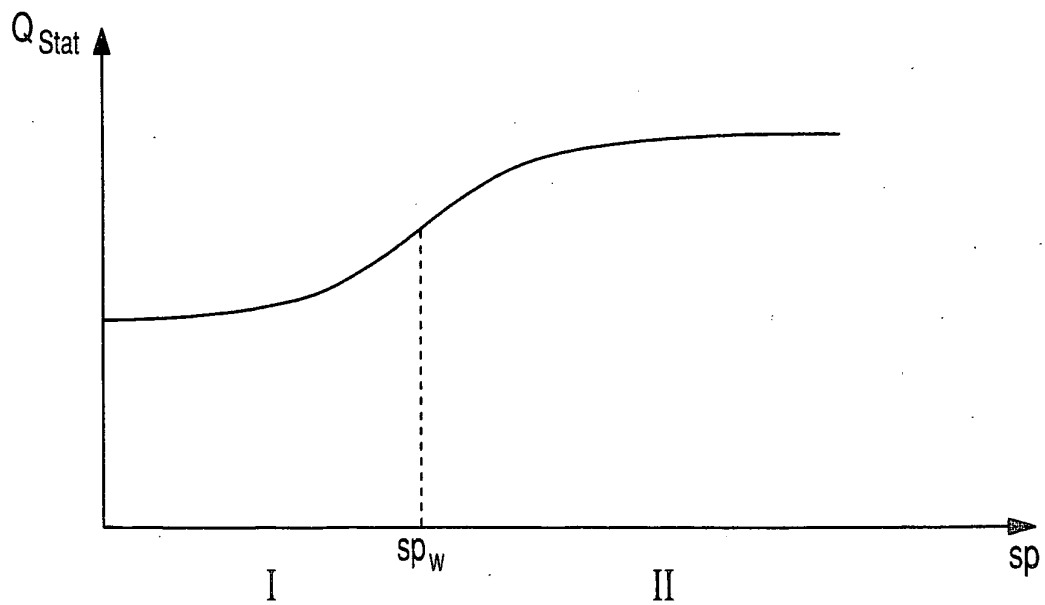


Fig. 5