

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
4. September 2003 (04.09.2003)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 03/072930 A1

(51) Internationale Patentklassifikation⁷: **F02M 61/16**,
69/04, 69/54, 55/02, F02B 23/10, F02M 61/20

(72) Erfinder: **MUELLER, Martin**; Friedrichstrasse. 24,
71696 Moeglingen (DE).

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE02/04735

(81) Bestimmungsstaaten (*national*): JP, KR.

(22) Internationales Anmeldedatum:
23. Dezember 2002 (23.12.2002)

(84) Bestimmungsstaaten (*regional*): europäisches Patent (AT,
BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR,
IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, SI, SK, TR).

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

Veröffentlicht:
— mit internationalem Recherchenbericht

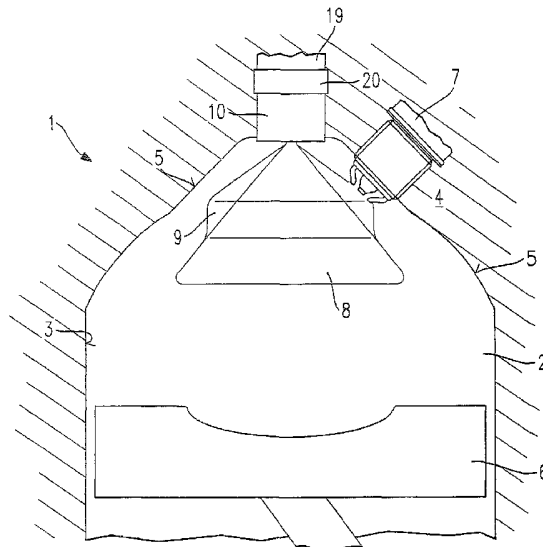
(30) Angaben zur Priorität:
102 08 225.1 26. Februar 2002 (26.02.2002) DE

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen
Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on
Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe
der PCT-Gazette verwiesen.

(71) Anmelder: **ROBERT BOSCH GMBH** [DE/DE]; Post-
fach 30 02 20, 70442 Stuttgart (DE).

(54) Title: FUEL INJECTION SYSTEM

(54) Bezeichnung: BRENNSTOFFEINSPRITZSYSTEM



(57) Abstract: A fuel injection system (1) for internal combustion engines comprises a fuel injection valve (10) that projects into a combustion chamber (2), whereby the combustion chamber (2) is delimited by a cylinder wall (3) and by a cylinder head (4), and comprises a piston (6) that is guided inside the cylinder wall (3). A spark plug (7) projects into the combustion chamber (2). The fuel injection valve (10) has a discharge opening (22; 37) and a swirl device (23; 60) that is located on the inflow side of the discharge opening (22; 37). An opening angle (α) of a mixture cloud (8, 9), which is injected into the combustion chamber (2) via the fuel injection valve (10), can be altered by varying the pressure of the fuel supplied to the swirl device (23; 60) of the fuel injection valve (10).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



WO 03/072930 A1



(57) Zusammenfassung: Ein Brennstoffeinspritzsystem (1) für Brennkraftmaschinen umfaßt ein in einen Brennraum (2) ragendes Brennstoffeinspritzventil (10), wobei der Brennraum (2) von einer Zylinderwandung (3) und einem Zylinderkopf (4) begrenzt ist, und einen Kolben (6), der in der Zylinderwandung (3) geführt ist. Eine Zündkerze (7) ragt in den Brennraum (2). Das Brennstoffeinspritzventil (10) weist eine Abspritzöffnung (22; 37) sowie eine zuströmseitig der Abspritzöffnung (22; 37) angeordnete Drallvorrichtung (23; 60) auf. Ein Öffnungswinkel (a) einer durch das Brennstoffeinspritzventil (10) in den Brennraum (2) eingespritzten Gemischwolke (8, 9) ist durch die Variation des Drucks des der Drallvorrichtung (23; 60) des Brennstoffeinspritzventils (10) zugeleiteten Brennstoffs veränderbar.

5

10

Brennstoffeinspritzsystem

15 Stand der Technik

Die Erfindung geht aus von einem Brennstoffeinspritzsystem nach der Gattung des Hauptanspruchs.

20 Aus der DE 196 42 653 C1 ist bereits ein Verfahren zur Bildung eines zündfähigen Brennstoff-/Luftgemisches bekannt. In den Zylindern von direkteinspritzenden Brennkraftmaschinen ist ein zündfähiges Brennstoff-/Luftgemisch bildbar, indem in jedem von einem Kolben
25 begrenzten Brennraum mittels eines Injektors bei Freigabe einer Düsenöffnung durch Abheben eines Ventilgliedes von einem die Düsenöffnung umfassenden Ventilsitz Brennstoff eingespritzt wird. Um unter allen Betriebsbedingungen der Brennkraftmaschine, insbesondere im Schichtladungsbetrieb,
30 eine verbrauchs- und emissionsoptimierte innere Gemischbildung in jedem Betriebspunkt des gesamten Kennfeldes zu ermöglichen, ist vorgesehen, daß der Öffnungshub des Ventilgliedes und die Einspritzzeit variabel einstellbar sind.

35

Aus der DE 38 08 635 C2 ist eine Brennstoffeinspritzvorrichtung zum direkten Einspritzen von Brennstoff in den Zylinder einer gemischverdichtenden Brennkraftmaschine bekannt. Die

Brennstoffeinspritzvorrichtung beinhaltet ein Brennstoffeinspritzventil, das in der Zylinderwandung mit Abstand zum Zylinderkopf und gegenüber der Auslaßöffnung angeordnet ist, und eine Ausgangsöffnung, wobei die Strahlachse des Brennstoffeinspritzventils auf den Bereich um die im Zylinderkopf angeordnete Zündkerze gerichtet ist. Das Brennstoffeinspritzventil weist eine magnetbetätigte Ventilnadel mit schraubenförmigen Drallnuten zum Erzeugen einer Drallströmung des Einspritzstrahls auf. Das Brennstoffeinspritzventil ist mit seiner Strahlachse auf den in der Zylinderkopfmittle angeordneten Zündpunkt gerichtet.

Weiterhin ist aus der US 5,941,207 eine Vorrichtung zum Einspritzen von Brennstoff in den Brennraum einer gemischverdichtenden, fremdgezündeten Brennkraftmaschine bekannt, bei der Brennstoff unter einem bestimmten Anfangswinkel kegelförmig in den Brennraum eingespritzt wird. Der eingespritzte Brennstoff füllt dabei die Brennkammer kegelförmig aus, wobei Effekte der Wandbenetzung weitgehend unterdrückt werden. Ein relativ flach ausgebildeter Kolben verformt die eingespritzte Brennstoffwolke während der Verdichtungsphase kugelförmig. Die kugelförmige Gemischwolke vermischt sich nur unwesentlich mit der zugeführten Luft und wird bei weiterer Verdichtung zur Funkenstrecke der Zündkerze geführt.

Aus der DE 198 27 219 A1 ist ein Brennstoffeinspritzventil für eine Brennkraftmaschine bekannt, welches eine Brennstoffstrahleinstellplatte aufweist. Diese besitzt erste Düsenlöcher, die entlang eines ersten Kreises angeordnet sind, der koaxial zu einer Mittelachse des Ventilkörpers ist. Weiterhin sind zweite Düsenlöcher vorhanden, die entlang eines zweiten Kreises angeordnet sind, der ebenfalls koaxial zur Mittelachse ist und einen Durchmesser hat, der größer als derjenige des ersten Kreises ist. Jede Lochachse der zweiten Düsenlöcher bildet einen spitzen Winkel mit einer Referenzebene, die senkrecht zur Mittelachse des Ventilkörpers ist, der kleiner als derjenige ist, der durch jede Lochachse der ersten Düsenlöcher mit der Referenzebene

gebildet wird. Daher können Brennstoffzerstäubungen, die durch die ersten Düsenlöcher eingespritzt werden, weg von den Brennstoffzerstäubungen gerichtet werden, die durch die zweiten Düsenlöcher eingespritzt werden. Als ein Ergebnis
5 stören sich die Brennstoffzerstäubungen, die durch die verschiedenen Kreise von Düsenlöchern eingespritzt werden, nicht gegenseitig.

Nachteilig an den aus den obengenannten Druckschriften bekannten Verfahren bzw. Vorrichtungen zum Einspritzen von Brennstoff in den Brennraum einer gemischverdichtenden fremdgezündeten Brennkraftmaschine sind insbesondere die komplizierten Brennraumgeometrien, welche nötig sind, den eingespritzten Brennstoff mit der zugeführten Luft zu
15 vermischen, ein zündfähiges Brennstoff-/Luftgemisch zu bilden und dieses zur Zündung in die Nähe der Funkenstrecke der Zündkerze zu transportieren. Derartige Brennraumgeometrien sind zum einen schwer herstellbar, zum anderen kann die Verbrennung in Bezug auf die Emission von
20 Stickoxyden und den Verbrauch von Brennstoff nicht optimiert werden.

Weiterhin ist von Nachteil, daß in den meisten Fällen die Zündkerze direkt durch das Brennstoffeinspritzventil
25 angespritzt wird. Dadurch ist die Zündkerze einerseits starken thermischen Schockbelastungen ausgesetzt, andererseits lagert sich Ruß auf den Zündkerzenelektroden ab, wodurch die Lebensdauer der Zündkerze erheblich beschränkt wird.

30 Insbesondere ist an dem aus der DE 198 27 219 A1 bekannten Brennstoffeinspritzventil von Nachteil, daß der durch die unterschiedlichen Einspritzwinkel in den Brennraum eingespritzte Brennstoff größtenteils auf die Wände des
35 Brennraums bzw. den Kolben auftrifft, dort abkühlt und somit nur unter hoher Schadstoffemission bzw. Rußentwicklung verbrannt werden kann.

Vorteile der Erfindung

Das erfindungsgemäße Brennstoffeinspritzsystem mit den kennzeichnenden Merkmalen des Hauptanspruchs hat demgegenüber den Vorteil, daß die in den Brennraum der Brennkraftmaschine eingespritzte Gemischwolke durch eine gezielte Druckveränderung vor dem Drallelement des Brennstoffeinspritzventils so beeinflussbar ist, daß die Gemischwolke die Zündkerze nur am Ende des Einspritzvorgangs erreicht.

Durch die in den Unteransprüchen aufgeführten Maßnahmen sind vorteilhafte Weiterentwicklungen des im Hauptanspruch angegebenen Brennstoffeinspritzsystems möglich.

Von Vorteil ist insbesondere, daß die Drucksteuerung in einfacher Weise durch eine Kombination eines 2/2-Wegeventils und einer Drosselstelle zwischen dem Brennstoffeinspritzventil und der Förderpumpe erfolgen kann. Je nach der Schaltstellung des 2/2-Wegeventils kann ein Druckabfall vor dem Drallelement erzielt werden.

Vorteilhafterweise kann die Drucksteuerung auch mittels einer Abbremsung der Ventilnadel des Brennstoffeinspritzventils vor dem Aufsetzen am Dichtsitz erfolgen, da dadurch ebenfalls eine Drosselung und damit ein Druckabfall mit einer nachfolgenden Erweiterung des Öffnungswinkels α der Gemischwolke ermöglicht wird.

30 Zeichnung

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

35 Fig. 1 einen Längsschnitt durch ein Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Brennstoffeinspritzsystems mit einer im Brennraum erzeugten Gemischwolke,

Fig. 2A eine teilweise geschnittene Ansicht eines ersten Ausführungsbeispiels eines zur Verwendung in einem erfindungsgemäßen Brennstoffeinspritzsystem geeigneten Brennstoffeinspritzventils,

5

Fig. 2B einen Schnitt durch ein zweites Ausführungsbeispiel eines zur Verwendung in einem erfindungsgemäßen Brennstoffeinspritzsystem geeigneten Brennstoffeinspritzventils, und

10

Fig. 3 eine schematische Darstellung der Geschwindigkeitskomponenten des Brennstoffs beim Austritt aus dem Brennstoffeinspritzventil.

15 Beschreibung der Ausführungsbeispiele

Fig. 1 zeigt in einer auszugsweisen, schematisierten Schnittdarstellung ein Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Brennstoffeinspritzsystems 1 für eine
20 gemischverdichtende fremdgezündete Brennkraftmaschine.

Das Brennstoffeinspritzsystem 1 umfaßt einen Brennraum 2, welcher durch Zylinderwandungen 3, einen Zylinderkopf 4, welcher Firstschrägen 5 aufweist, und einen Kolben 6
25 begrenzt ist. Eine Zündkerze 7 ist z. B. seitlich in den Brennraum 2 hineinragend angeordnet. Ein Brennstoffeinspritzventil 10 ist zwischen den Firstschrägen 5 so angeordnet, daß Brennstoff in Form einer beispielsweise kegelförmigen Gemischwolke 8, 9 in den Brennraum 2
30 eingespritzt wird.

Um die oben angesprochenen Mängel in Bezug auf die Stöchiometrie der Gemischwolke 8, 9 sowie des direkten Anspritzens der Zündkerze 7 zu beheben, ist das
35 Brennstoffeinspritzsystem 1 erfindungsgemäß so ausgelegt, daß das Brennstoffeinspritzventil 10 mit unterschiedlichen Brennstoffdrücken betrieben werden kann. Durch diese Maßnahme kann eine erste Gemischwolke 8 im Brennraum 2 erzeugt werden, die zunächst eine große Penetration und

einen geringen Öffnungswinkel α aufweist, während beim Schließvorgang des Brennstoffeinspritzventils 10 kurzzeitig eine zweite Gemischwolke 9 mit einem größeren Öffnungswinkel α erzeugt wird, welche die Zündkerze 7 im Bereich der Elektroden streift und somit zündfähiges Gemisch zur Funkenstrecke der Zündkerze 7 transportiert. Ausführungsbeispiele von Brennstoffeinspritzventilen 10, welche sich für diese Betriebsart eignen, sind in den Fig. 2A und 2B dargestellt und im folgenden beschrieben.

Fig. 2A zeigt eine schematisierte teilweise geschnittene Ansicht eines ersten Ausführungsbeispiels eines Brennstoffeinspritzventils 10, welches zur Verwendung in dem erfindungsgemäß ausgestalteten Brennstoffeinspritzsystem 1 geeignet ist.

Das Brennstoffeinspritzventil 10 ist dabei in Form eines direkt einspritzenden Brennstoffeinspritzventils 10 ausgeführt, das zum direkten Einspritzen von Brennstoff in den Brennraum 2 der gemischverdichtenden, fremdgezündeten Brennkraftmaschine dient. Das Brennstoffeinspritzventil 10 weist an einem zulaufseitigen Ende 11 eine Steckverbindung zu einer Brennstoffverteilerleitung 12 auf, die durch eine Dichtung 13 zwischen der Brennstoffverteilerleitung 12 und einem Zuleitungsstutzen 14 des Brennstoffeinspritzventils 10 abgedichtet ist. Das Brennstoffeinspritzventil 10 verfügt über einen elektrischen Anschluß 15 für die elektrische Kontaktierung zur Betätigung des Brennstoffeinspritzventils 10. Das Brennstoffeinspritzventil 10 ist zumindest in seinem Zylinderkopf 4 überragenden Teil mit einer Kunststoffumspritzung 16 versehen, welche auch den elektrischen Anschluß 15 umgibt.

Das Brennstoffeinspritzventil 10 ist durch nicht weiter dargestellte Maßnahmen, wie z. B. eine Spannpratze, im Zylinderkopf 4 fixiert und gegen Verdrehen gesichert. In einer Aufnahmebohrung 17 ist ein Elastomerring 18 zur Zentrierung und Lagerung des Brennstoffeinspritzventils 10 vorgesehen. An einem Düsenkörper 19 des-

Brennstoffeinspritzventils 10 ist ein Dichtring 20 vorgesehen, der das Brennstoffeinspritzventil 10 gegen den Zylinderkopf 4 der Brennkraftmaschine abdichtet. In einem Ventilsitzkörper 21 des Brennstoffeinspritzventils 10 ist
5 zumindest eine Abspritzöffnung 22 ausgebildet, durch welche der Brennstoff in den Brennraum 2 abgespritzt wird. Zuströmseitig des Ventilsitzkörpers 21 ist eine Drallvorrichtung 23 angeordnet, welche beispielsweise
10 scheibenförmig ausgeführt sein kann. Die Drallvorrichtung 23 umfaßt ein Führungselement 23a und eine Drallscheibe 23b, welche zwischen dem Führungselement 23a und dem Ventilsitzkörper 21 angeordnet ist. Die Drallscheibe 23b weist eine Drallkammer 24 auf, welche von der Ventilnadel 30 durchgriffen wird.

15 Die Brennstoffverteilerleitung 12 setzt sich in einer Brennstoffleitung 25 fort, in welche beispielsweise eine Drosselstelle 26 und ein 2/2-Wegeventil 27 parallel zueinander eingesetzt sind. Von einer Förderpumpe 28 aus
20 einem Tank 29 geförderter Brennstoff durchfließt je nach Schaltstellung des 2/2-Wegeventils 27 entweder ungedrosselt das 2/2-Wegeventil 27 oder die Drosselstelle 26, so daß vor der Drallvorrichtung 23 des Brennstoffeinspritzventils 10 unterschiedliche Drücke anliegen.

25 Wird das Brennstoffeinspritzventil 10 betätigt, hebt eine Ventilnadel 30 vom Ventilsitzkörper 21 ab, so daß Brennstoff durch die Drallscheibe 23b in die Drallkammer 24 strömt. Bedingt durch das Volumen der Drallkammer 24 dauert es nach
30 dem Öffnen des Brennstoffeinspritzventils 10 einige Zeit, bis in der Drallkammer 24 und in der Abspritzöffnung 22 die Umfangsgeschwindigkeit erreicht ist, die durch die Strömungsgeschwindigkeit in der Drallkammer 24 vorgegeben ist. Wird bei voll ausgebildeter Drallströmung der
35 Brennstoffzufluß verringert, fließt durch die Abspritzöffnung 22 zunächst noch drallstarker Brennstoff mit hoher Umfangsgeschwindigkeit aus der Drallkammer 24 mit geringer Axialgeschwindigkeit ab, wobei kurzzeitig ein größerer Öffnungswinkel α der eingespritzten Gemischwolke 9

erzielt wird. Wenn das drallstarke Brennstoffvolumen abgeflossen ist, wird der Öffnungswinkel α der Gemischwolke 8 wieder kleiner.

5 Im vorliegenden ersten Ausführungsbeispiel kann die Reduzierung des Brennstoffdrucks durch die Anordnung des 2/2-Wegeventils 27 und der parallelen Drosselstelle 26 erfolgen. Befindet sich das 2/2-Wegeventil 27 in seiner Offenstellung, wie in Fig. 2 dargestellt, steht der
10 Brennstoffdruck unvermindert vor der Drallvorrichtung 23 an. Wird das 2/2-Wegeventil 27 geschlossen, strömt der Brennstoff durch die Drosselstelle 26, was einen Druckabfall vor der Drallvorrichtung 23 bewirkt.

15 Fig. 2B zeigt eine Schnittdarstellung eines zweiten Ausführungsbeispiels eines zur Verwendung in dem erfindungsgemäß ausgestalteten Brennstoffeinspritzsystem 1 geeigneten Brennstoffeinspritzventils 10. Zur Wahrung der Übersichtlichkeit wurden neue Bezugszeichen eingeführt,
20 welche nicht mit den Bezugszeichen des ersten Ausführungsbeispiels übereinstimmen.

Das Brennstoffeinspritzventil 10 besteht aus einem Düsenkörper 32, in welchem eine Ventilnadel 33 angeordnet
25 ist. Die Ventilnadel 33 steht mit einem Ventilschließkörper 34 in Wirkverbindung, der mit einer auf einem Ventilsitzkörper 35 angeordneten Ventilsitzfläche 36 zu einem Dichtsitz zusammenwirkt. Bei dem Brennstoffeinspritzventil 10 handelt es sich im
30 Ausführungsbeispiel um ein nach innen öffnendes Brennstoffeinspritzventil 10, welches über eine Abspritzöffnung 37 verfügt. Der Düsenkörper 32 erstreckt sich in einen Außenpol 39 einer Magnetspule 40. Die Magnetspule 40 ist in einem Spulengehäuse 41 gekapselt und
35 auf einen Spulenträger 42 gewickelt, welcher an einem Innenpol 43 der Magnetspule 40 anliegt. Der Innenpol 43 und der Außenpol 39 sind durch eine Verengung 56 voneinander getrennt und miteinander durch ein nicht ferromagnetisches Verbindungsbauteil 59 verbunden. Die Magnetspule 40 wird

über eine Leitung 49 von einem über einen elektrischen Steckkontakt 47 zuführbaren elektrischen Strom erregt. Der Steckkontakt 47 ist von einer Kunststoffummantelung 48 umgeben, die am Innenpol 43 angespritzt sein kann.

5

Die Ventilnadel 33 ist in einer geschlitzten Anschlagscheibe 63 geführt, welche ringförmig auf dem Anker 50 ausgeführt ist. Der Anker 50 ist seinerseits durch einen Führungsring 44, welcher in Form eines ringförmigen Bundes auf dem Anker 10 50 ausgebildet ist, in dem Verbindungsbauteil 59 geführt. Ein Anschlagkörper 45 ist axial beweglich auf der Ventilnadel 33 angeordnet. An der einen Seite des Anschlagkörpers 45 stützt sich eine Feder 38 ab, während an der anderen Seite ein Flansch 51 angeordnet ist. Der Anker 15 50, der mit dem Innenpol 43 und dem Außenpol 39 der Magnetspule 40 zusammenwirkt, ist einteilig mit dem Flansch 51 ausgeführt und durch eine Schweißnaht 52 mit der Ventilnadel 33 verbunden. Auf dem Anker 50 stützt sich eine Rückstellfeder 53 ab, welche in der vorliegenden Bauform des 20 Brennstoffeinspritzventils 10 durch eine Hülse 54 auf Vorspannung gebracht wird. Der Brennstoff, welcher über eine zentrale Brennstoffzufuhr 46 zugeführt wird, wird durch die Ventilnadel 33, welche hohlzylindrisch ausgebildet ist, sowie durch Bohrungen 55 in der Ventilnadel 33 zur 25 Abspritzöffnung 37 geleitet. Das Brennstoffeinspritzventil 10 ist durch eine Dichtung 58 gegen eine in diesem Ausführungsbeispiel nicht weiter dargestellte Brennstoffverteilerleitung abgedichtet.

30 Zuströmseitig des Ventilsitzkörpers 35 ist ein Drallelement 60 angeordnet, welches ein Führungselement 60a und eine Drallscheibe 60b umfaßt. Die Ventilnadel 33 durchgreift das Drallelement 60 beispielsweise im Bereich einer Drallkammer 61, welche die gleiche Funktion wie im ersten 35 Ausführungsbeispiel erfüllt.

Beim Öffnen des Brennstoffeinspritzventils 10 wird der Anker 50 entgegen der Kraft der Rückstellfeder 53 an den Innenpol 43 gezogen, wodurch auch die Ventilnadel 33 in einer

Öffnungsrichtung vom Dichtsitz abgehoben wird. Der Anschlagkörper 45 wird durch die Kraft der Feder 38 ebenfalls in einer Öffnungsrichtung bewegt, bis er an eine geschlitzte Anschlagscheibe 63 anschlägt.

5

Beim Schließen des Brennstoffeinspritzventils 10 schlägt der Anker 50 nach Durchlaufen eines Teilhubs an dem Anschlagkörper 45 an, wodurch die Schließbewegung der Ventilmadel kurzzeitig abgebremst oder sogar zum Stillstand
10 gebracht wird. Durch die Drosselung der Strömung im Dichtsitz wird der Brennstofffluß reduziert und dadurch kurzzeitig der Öffnungswinkel α der abgespritzten Gemischwolke 8, 9 vergrößert. Nach dem Anschlagen des Ankers 50 am Anschlagkörper 45 bewegen sich der Anker 50, der
15 Anschlagkörper 45 und die Ventilmadel 33 gemeinsam in Schließrichtung, bis der Ventilschließkörper 34 auf der Ventilsitzfläche 36 aufsetzt. Der Anschlagkörper 45 schwingt dann im weiteren Verlauf gegenüber der Ventilmadel 33 durch und schlägt am Düsenkörper 32 an. Die Feder 38 beaufschlagt
20 den Anschlagkörper 45 schließlich wieder so, daß er am Flansch 51 anliegt.

Wie im ersten Ausführungsbeispiel dauert es bedingt durch das Volumen der Drallkammer 61 nach dem Öffnen des
25 Brennstoffeinspritzventils 10 einige Zeit, bis in der Drallkammer 61 und in der Abspritzöffnung 37 die Umfangsgeschwindigkeit erreicht ist, die durch die Strömungsgeschwindigkeit in dem Drallkanal 62 vorgegeben ist. Wird bei voll ausgebildeter Drallströmung der
30 Brennstoffzufluß verringert, fließt durch die Abspritzöffnung 37 zunächst noch drallstarker Brennstoff mit hoher Umfangsgeschwindigkeit aus der Drallkammer 61 mit geringer Axialgeschwindigkeit ab, wobei kurzzeitig ein größerer Öffnungswinkel α der eingespritzten Gemischwolke 9
35 erzielt wird. Wenn das drallstarke Brennstoffvolumen abgeflossen ist, wird der Öffnungswinkel α der Gemischwolke 8 wieder kleiner.

Der gewünschte Effekt kann auch durch einen kurzzeitigen Haltestrom beispielsweise bei piezoelektrisch oder elektromagnetisch betätigbaren Brennstoffeinspritzventilen 10 erzielt werden, indem durch eine erneute Bestromung während des Schließvorgangs die Ventilnadel 30 in einer Teilhubstellung gehalten wird, wodurch eine Drosselung der Strömung im Dichtsitz auftritt, durch welche der Durchfluß reduziert und der Öffnungswinkel α der Gemischwolke 8, 9 kurzzeitig vergrößert wird.

Fig. 3 zeigt zur Erläuterung des oben angesprochenen Effektes eine schematische Darstellung der Geschwindigkeitskomponenten des Brennstoffstrahls, welcher die Abspritzöffnung 22 des Brennstoffeinspritzventils 10 verläßt. Da der Öffnungswinkel α von dem Verhältnis der Umfangsgeschwindigkeit der Brennstoffströmung zur axialen Geschwindigkeit abhängt, wird bei gegebener axialer Geschwindigkeit bei einer hohen Umfangsgeschwindigkeit der Öffnungswinkel α der Gemischwolke 8, 9 ebenfalls größer. Dabei gilt folgende Beziehung: $\tan \alpha = u/v_{ax}$, wobei u die Umfangsgeschwindigkeit und v_{ax} die axiale Geschwindigkeit des Brennstoffs bezeichnet. In Fig. 3 bedeuten: r_i der Durchmesser der Abspritzöffnung 22, z die zurückgelegte axiale Strecke nach der Zeit t , Δr die zurückgelegte gesamte Strecke nach der Zeit t und $r_i - \delta/2$ die radiale Komponente von Δr .

Die Erfindung ist nicht auf das dargestellte Ausführungsbeispiel beschränkt und z. B. auch für nach außen öffnende Brennstoffeinspritzventile 10 und unterschiedliche Anordnungen von Zündkerzen 7 und Brennstoffeinspritzventilen 10 im Zylinderkopf 4 einer Brennkraftmaschine anwendbar.

5

10

Ansprüche

15 1. Brennstoffeinspritzsystem (1) für Brennkraftmaschinen mit
einem in einen Brennraum (2) ragenden
Brennstoffeinspritzventil (10), wobei der Brennraum (2) von
einer Zylinderwandung (3) und einem Zylinderkopf (4)
begrenzt ist, mit einem Kolben (6), der in der
20 Zylinderwandung (3) geführt ist, und mit einer in den
Brennraum (2) ragenden Zündkerze (7), wobei das
Brennstoffeinspritzventil (10) eine Abspritzöffnung (22; 37)
sowie eine zuströmseitig der Abspritzöffnung (22; 37)
angeordnete Drallvorrichtung (23; 60) aufweist,
25 dadurch gekennzeichnet,
daß ein Öffnungswinkel (α) einer durch das
Brennstoffeinspritzventil (10) in den Brennraum (2)
eingespritzten Gemischwolke (8, 9) durch die Variation des
Drucks des der Drallvorrichtung (23; 60) des
30 Brennstoffeinspritzventils (10) zugeleiteten Brennstoffs
veränderbar ist.

2. Brennstoffeinspritzsystem nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
35 daß der Öffnungswinkel (α) durch Verringern des Drucks des
der Drallvorrichtung (23; 60) des Brennstoffeinspritzventils
(10) zugeleiteten Brennstoffs vergrößerbar ist.

3. Brennstoffeinspritzsystem nach Anspruch 1 oder 2,

dadurch gekennzeichnet,
daß ein Brennstoffzuleitungsstutzen (14) des Brennstoffeinspritzventils (10) mit einer Brennstoffleitung (25) in Verbindung steht, in welche Brennstoff durch eine
5 Förderpumpe (28) aus einem Tank (29) gefördert wird.

4. Brennstoffeinspritzsystem nach Anspruch 3,
dadurch gekennzeichnet,
daß in der Brennstoffleitung (25) zwischen dem
10 Brennstoffeinspritzventil (10) und der Förderpumpe (28) eine Drosselstelle (26) und ein Ventil (27) angeordnet sind.

5. Brennstoffeinspritzsystem nach Anspruch 4,
dadurch gekennzeichnet,
15 daß das Ventil (27) als 2/2-Wegeventil (27) ausgebildet ist, welches eine Offenstellung und eine Geschlossenstellung einnehmen kann.

6. Brennstoffeinspritzsystem nach Anspruch 5,
20 dadurch gekennzeichnet,
daß in der Offenstellung des 2/2-Wegeventils (27) der Brennstoff durch das 2/2-Wegeventil (27) ungedrosselt zum Brennstoffeinspritzventil (10) strömt.

25 7. Brennstoffeinspritzsystem nach Anspruch 5 oder 6,
dadurch gekennzeichnet,
daß in der Geschlossenstellung des 2/2-Wegeventils (27) der Brennstoff durch die Drosselstelle (26) zum Brennstoffeinspritzventil (10) strömt.

30 8. Brennstoffeinspritzsystem nach einem der Ansprüche 5 bis 7,
dadurch gekennzeichnet,
daß der an der Drallvorrichtung (23) des
35 Brennstoffeinspritzventils (10) anliegende Brennstoffdruck von der Schaltstellung des 2/2-Wegeventils (27) abhängt.

9. Brennstoffeinspritzsystem nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet,

daß eine Druckverminderung vor der Drallvorrichtung (60) des Brennstoffeinspritzventils (10) durch ein Abbremsen der Ventilnadel (33) beim Schließen des Brennstoffeinspritzventils (10) erzielbar ist.

5

10. Brennstoffeinspritzsystem nach Anspruch 9,
dadurch gekennzeichnet,

daß die Ventilnadel (33) beim Schließvorgang an einem Anschlagkörper (45), welcher abströmseitig eines Ankers (50)
10 an der Ventilnadel (33) angeordnet ist, anschlägt.

11. Brennstoffeinspritzsystem nach Anspruch 10,
dadurch gekennzeichnet,

daß der Anschlagkörper (45) axial verschiebbar an der
15 Ventilnadel (33) angeordnet ist.

12. Brennstoffeinspritzsystem nach Anspruch 11,
dadurch gekennzeichnet,

daß der Anker (50) über einen mit der Ventilnadel (33)
20 verschweißten Flansch (51) mit dem Anschlagkörper (45) in Wirkverbindung steht.

13. Brennstoffeinspritzsystem nach einem der Ansprüche 9 bis
12,

25 dadurch gekennzeichnet,

daß sich der Anschlagkörper (45) über eine Feder (38) in einem Düsenkörper (32) des Brennstoffeinspritzventils (10) abstützt.

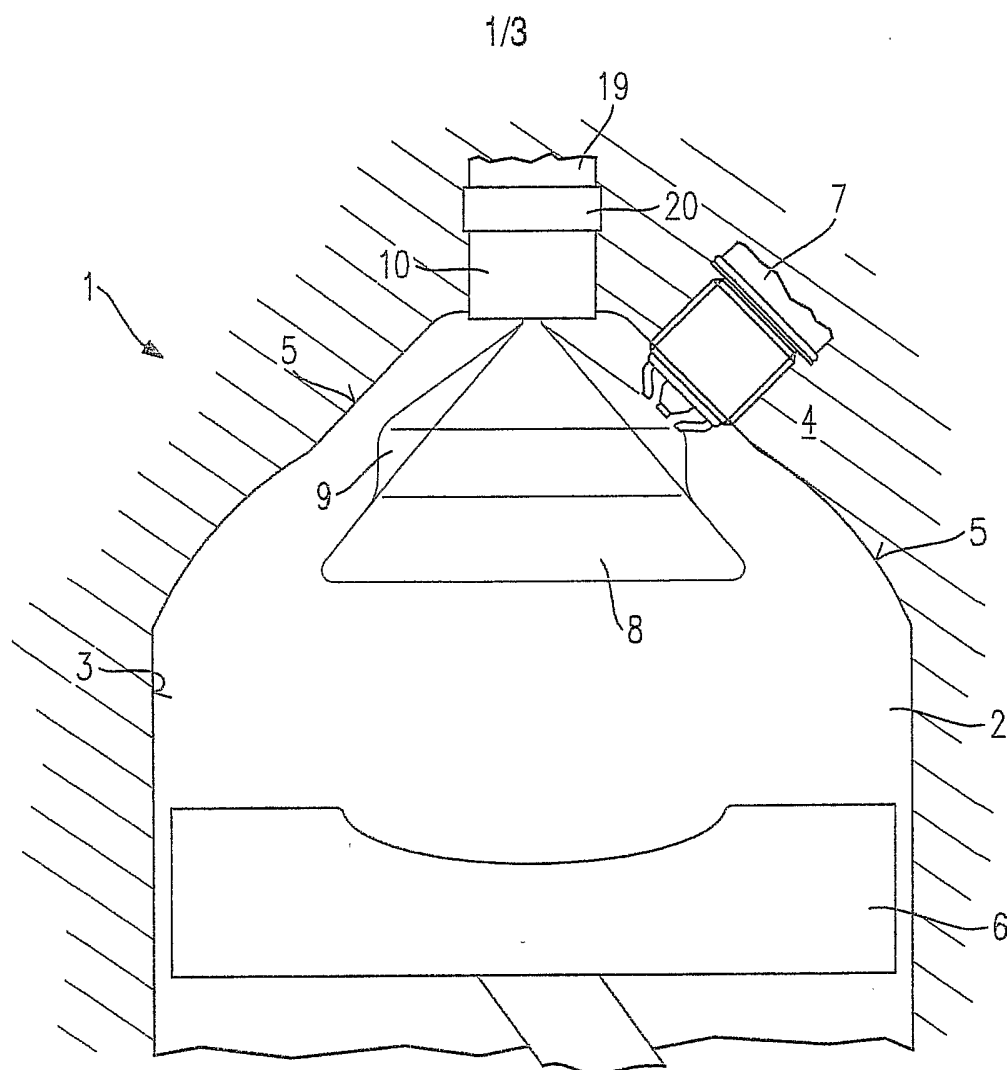


Fig. 1

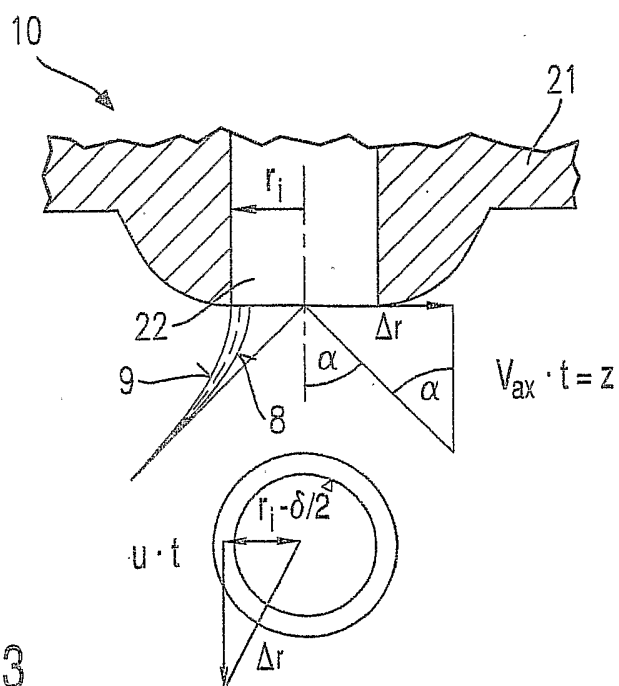


Fig. 3

2/3

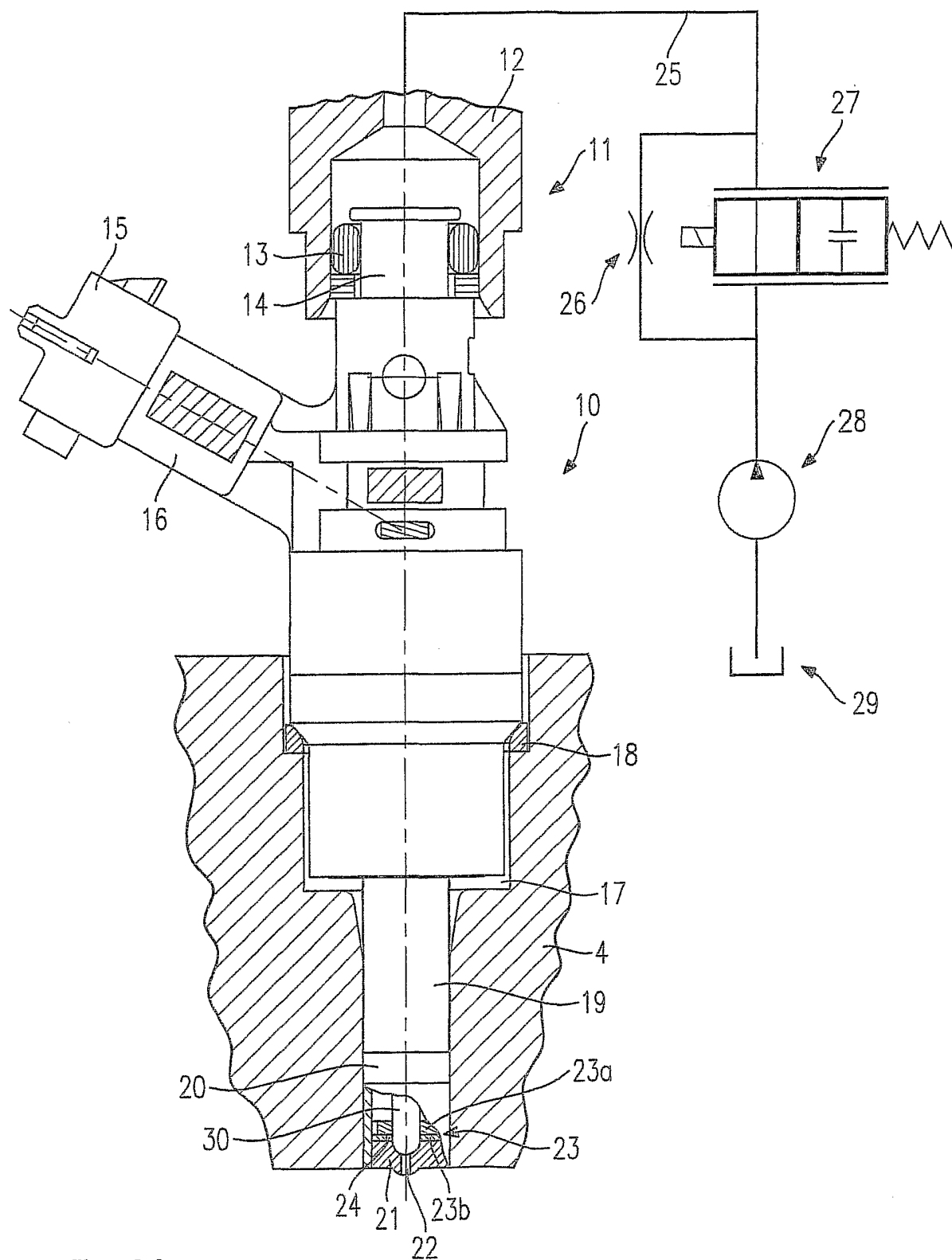


Fig. 2A

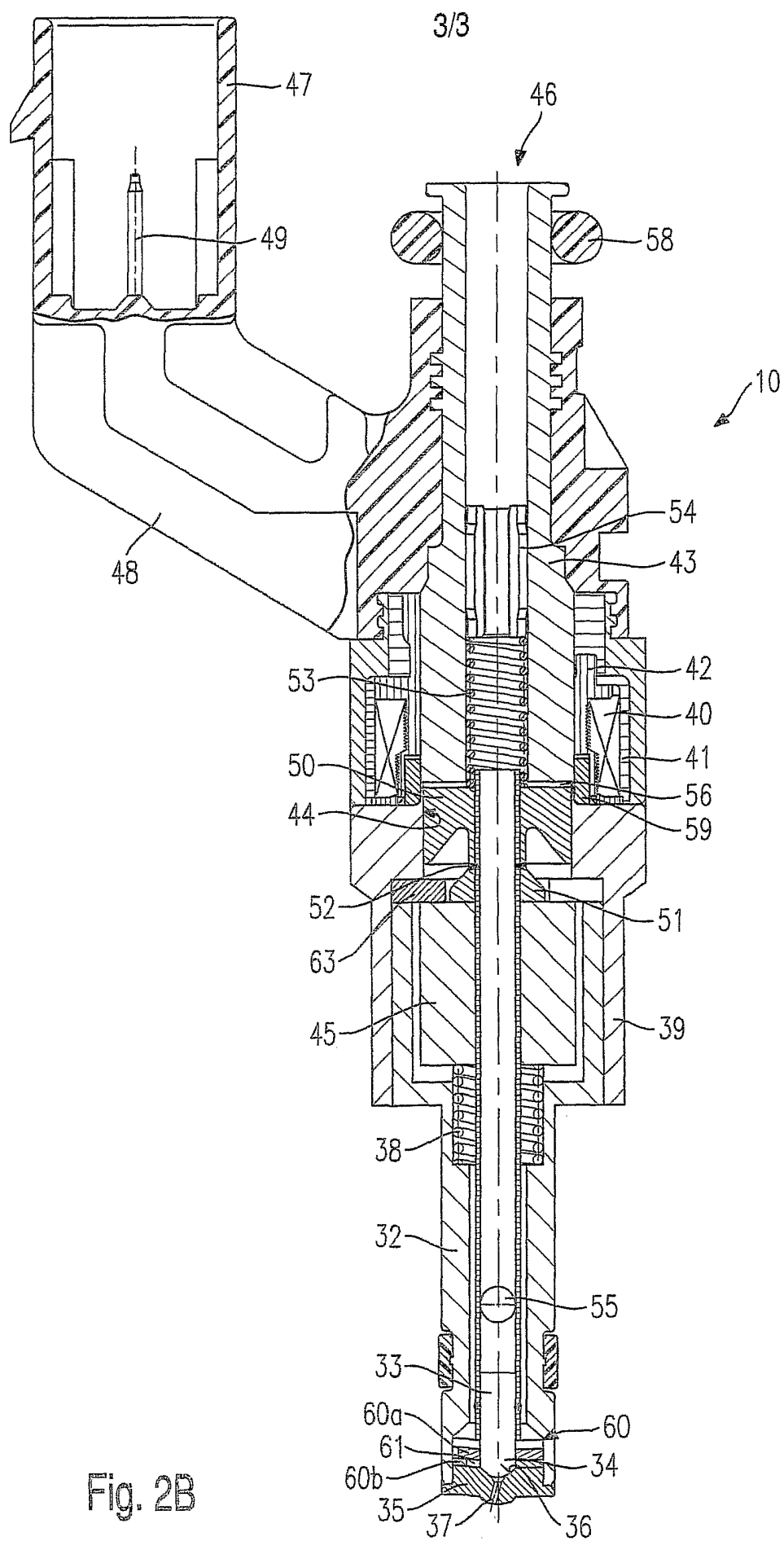


Fig. 2B

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Internal | Application No
PCT/DE 02/04735

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 F02M61/16 F02M69/04 F02M69/54 F02M55/02 F02B23/10
F02M61/20

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 F02M F02B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1998, no. 01, 30 January 1998 (1998-01-30) & JP 09 250428 A (TOYOTA MOTOR CORP), 22 September 1997 (1997-09-22)	1-3
Y	abstract paragraph '0014!; figure 5 ----	9-13
Y	EP 0 459 999 A (SIEMENS AG) 11 December 1991 (1991-12-11) column 8, line 23 - line 38; figure 5 ----	9-13
A	DE 100 24 258 A (DAIMLER CHRYSLER AG) 20 December 2001 (2001-12-20) column 4, line 20 - line 42; figure 5 -----	4-8



Further documents are listed in the continuation of box C.



Patent family members are listed in annex.

° Special categories of cited documents :

A document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

E earlier document but published on or after the international filing date

L document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

O document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

P document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

T later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

X document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

Y document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

* & * document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

15 April 2003

Date of mailing of the international search report

24/04/2003

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Schmitter, T

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

Internationa Application No

PCT/DE 02/04735

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
JP 09250428	A	22-09-1997	NONE	
EP 0459999	A	11-12-1991	DE 3905992 A1	21-09-1989
			AU 5036090 A	26-09-1990
			WO 9010151 A1	07-09-1990
			DE 59000434 D1	10-12-1992
			EP 0459999 A1	11-12-1991
			JP 3505769 T	12-12-1991
			US 5127585 A	07-07-1992
DE 10024258	A	20-12-2001	DE 10024258 A1	20-12-2001

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internal les Aktenzeichen
PCT/DE 02/04735

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

IPK 7 F02M61/16 F02M69/04 F02M69/54 F02M55/02 F02B23/10
F02M61/20

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 F02M F02B

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1998, no. 01, 30. Januar 1998 (1998-01-30) & JP 09 250428 A (TOYOTA MOTOR CORP), 22. September 1997 (1997-09-22)	1-3
Y	Zusammenfassung Absatz '0014!; Abbildung 5 ----	9-13
Y	EP 0 459 999 A (SIEMENS AG) 11. Dezember 1991 (1991-12-11) Spalte 8, Zeile 23 - Zeile 38; Abbildung 5 ----	9-13
A	DE 100 24 258 A (DAIMLER CHRYSLER AG) 20. Dezember 2001 (2001-12-20) Spalte 4, Zeile 20 - Zeile 42; Abbildung 5 -----	4-8



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

E älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

L Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

O Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

P Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

T Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

Y Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

Z Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

15. April 2003

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

24/04/2003

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Schmitter, T

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 02/04735

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
JP 09250428	A	22-09-1997	KEINE		
EP 0459999	A	11-12-1991	DE	3905992 A1	21-09-1989
			AU	5036090 A	26-09-1990
			WO	9010151 A1	07-09-1990
			DE	59000434 D1	10-12-1992
			EP	0459999 A1	11-12-1991
			JP	3505769 T	12-12-1991
			US	5127585 A	07-07-1992
DE 10024258	A	20-12-2001	DE	10024258 A1	20-12-2001