(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
18. November 2004 (18.11.2004)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2004/099603 A1

(51) Internationale Patentklassifikation[7]: F02M 61/12, 47/02, 47/04

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/CH2004/000266

(22) Internationales Anmeldedatum: 3. Mai 2004 (03.05.2004)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
809/03 8. Mai 2003 (08.05.2003) CH
1047/03 16. Juni 2003 (16.06.2003) CH

(71) Anmelder *(für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US)*: **GANSER-HYDROMAG AG** [CH/CH]; Gubelweg 2, CH-6315 Oberägeri (CH).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder *(nur für US)*: **GANSER, Marco** [CH/CH]; Gubelweg 2, CH-6315 Oberägeri (CH).

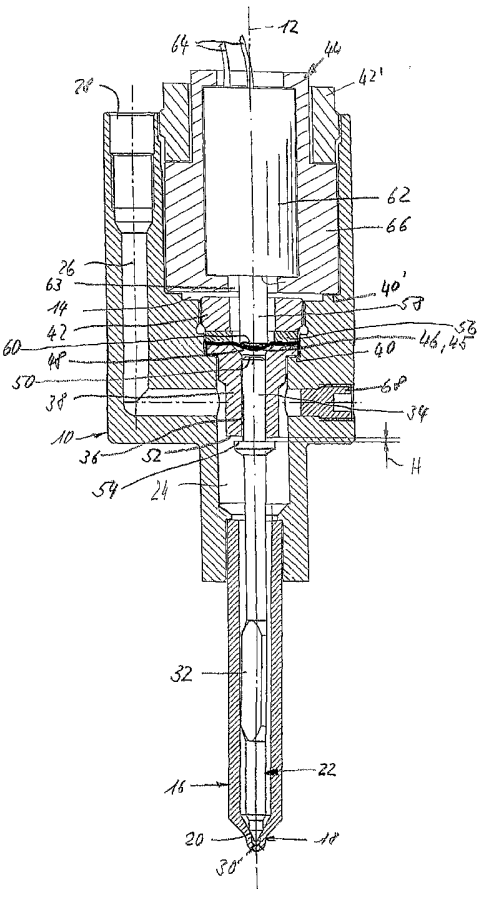
(74) Anwalt: **PATENTANWÄLTE SCHAAD BALASS MENZL & PARTNER AG**; Dufourstrasse 101 / Postfach, CH-8034 Zürich (CH).

(81) Bestimmungsstaaten *(soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart)*: AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) **Title:** FUEL INJECTION VALVE FREE OF LOSS

(54) **Bezeichnung:** VERLUSTFREIES BRENNSTOFFEINSPRITZVENTIL



(57) **Abstract:** The invention relates to a fuel injection valve for intermittently injecting fuel into the combustion chamber of an internal combustion engine. Said valve comprises a membrane (46) which separates the control chamber (48), and thus the high-pressure chamber (24), from the actuator arrangement (44) in a tight manner, thus ensuring that there is no loss of fuel under very high pressure. The movement of the membrane (46) by means of the actuator arrangement (44) enables the needle-type injection valve member (22) to be lifted from the injection valve seat (20) for an injection process and moved towards the same in order to end the injection process.

(57) **Zusammenfassung:** Das Brennstoffeinspritzventil zur intermittierenden Brennstoffeinspritzung in den Brennraum einer Verbrennungskraftmaschine weist eine Membrane (46) auf, welche den Steuerraum (48) und somit auch den Hochdruckraum (24) genenüber der Aktuatoranordnung (44) dicht abtrennt. Es treten somit keine Verluste des unter sehr hohem Druck stehenden Brennstoffs auf. Durch die Bewegung der Membrane (46) mittels der Aktuatoranordnung (44) wird das nadelförmige Einspritzventilglied (22) vom Einspritzventilsitz (20) für einen Einspritzvorgang abgehoben und zum Beenden des Einspritzvorgangs auf diesen zu bewegt.

WO 2004/099603 A1

TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten *(soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart)*: ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:
— *mit internationalem Recherchenbericht*

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.

Verlustfreies Brennstoffeinspritzventil

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Brennstoffeinspritzventil zur intermittierenden Brennstoffeinspritzung in den Brennraum einer Verbrennungskraftmaschine gemäss dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

Bei Brennstoffeinspritzventilen, wie sie beispielsweise in der EP-A-0 603 616, der EP-A-0 824 190 und der US-A-5,458,293 offenbart sind, ist ein nadelförmiges Einspritzventilglied in einem Hochdruckraum angeordnet, welcher mit einem Brennstoffhochdruckeinlass verbunden ist, und welches mit seinem einen Ende mit einem Einspritzventilsitz zusammenwirkt. Wird das Einspritzventilglied vom Einspritzventilsitz abgehoben, wird aus dem Hochdruckraum unter sehr hohem Druck stehender Brennstoff in einen Brennraum einer Verbrennungskraftmaschine eingespritzt. Mit seinem anderen Ende begrenzt das Einspritzventilglied einen Steuerraum, welcher über eine einen Drosseldurchlass aufweisenden Verbindung mit dem Brennstoffhochdruckeinlass und somit dem Hochdruckraum verbunden ist. Der Hochdruckraum ist an der dem Einspritzventilglied gegenüberliegenden Seite mittels eines elektromagnetisch betriebenen Pilotventils mit einem Niederdruckraum verbindbar und von diesem abtrennbar. Das Einspritzventilglied ist in zwei in axialer Richtung voneinander beabstandeten Bereichen in einer engen Gleitpassung geführt. Zwischen diesen Bereichen durchgreift das Einspritzventilglied einen Ringraum, welcher mit dem Niederdruckraum verbunden ist. Die eine enge Gleitpassung dient der Abdichtung des

Steuerraums und die andere der Abdichtung des Hochdruckraums. Trotz der engen Gleitpassungen fliesst Treibstoff in den Ringraum, was Leckageverluste verursacht. Weiter strömt bei jedem Einspritzvorgang durch das Pilotventil vom Steuerraum in den Niederdruckraum Brennstoff aus, was ebenfalls Verluste verursacht.

Mit einem Brennstoffeinspritzventil, wie es aus der EP-A-1 118 765 und der US-A-6,499,699 bekannt ist, sind die obenerwähnten Leckverluste vermieden. Jedoch sind auch bei derartigen Brennstoffeinspritzventilen die bei Einspritzvorgängen durch ein Pilotventil aus einem Steuerraum in einen Niederdruckraum ausströmenden Brennstoffverluste hinzunehmen. Der Steuerraum ist umfangsseitig von einer Hülse begrenzt, welche im Hochdruckraum angeordnet ist und an welcher das nadelförmige Einspritzventilglied in einer engen Gleitpassung geführt ist. Durch diese enge Gleitpassung kann allenfalls Brennstoff vom Hochdruckraum in den Steuerraum hinein jedoch nicht in den Niederdruckraum abfliessen. Der Hochdruckraum ist wiederum mittels des Pilotventils zur Steuerung der Hubbewegung des Einspritzventilglieds mit einem Niederdruckraum verbindbar bzw. von diesem abtrennbar.

Ein Brennstoffeinspritzventil, welches die Merkmale im Oberbegriff des Anspruchs 1 aufweist, ist aus der EP-A-0 937 891 bekannt. Die Aktuatoranordnung weist einen piezoelektrischen Aktuator auf, welches mit einem Kolbenelement zusammenwirkt, das mit seiner dem Aktuator abgewandten Seite den Steuerraum begrenzt. Der aus dem Steuerraum entlang des Kolbenelements ausfliessenden Leckage-Brennstoff wird durch eine Niederdruckabflussleitung weggeführt.

Ausgehend von diesem Stand der Technik ist es eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein gattungsgemässes Brennstoffeinspritzventil zu schaffen, welches keinen Brennstoffverlust mehr aufweist.

Es ist ferner eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Brennstoffeinspritzventil von besonders einfachem Aufbau zu schaffen, welches präzis und kostengünstig in grosser Stückzahl hergestellt werden kann.

Diese Aufgaben werden mit einem Brennstoffeinspritzventil gelöst, welches die Merkmale des Patentanspruchs 1 aufweist.

Bei einem erfindungsgemässen Brennstoffeinspritzventil ist ein die Bewegung eines Einspritzventilgliedes steuernder Aktuator mittels eines Dichtelements dicht von den mit Brennstoff gefüllten Räumen des Brennstoffeinspritzventils abgetrennt. Die Steuerung des Einspritzventilglieds erfolgt durch die Auslenkung des beispielsweise als Membrane ausgebildeten Dichtelements mittels der Aktuatoranordnung. Ein erfindungsgemässes Brennstoffeinspritzventil benötigt weder einen Niederdruckraum noch eine Leitung für die Zurückführung von Brennstoff in einen Brennstoffvorratstank. Aus dem Brennstoffeinspritzventil kann kein Brennstoff austreten, ausser bei einem Einspritzvorgang durch die Einspritzöffnungen in den Brennraum. Da erfindungsgemässe Brennstoffeinspritzventile ohne Pilotventil arbeiten, treten dort auch keine Abnützungserscheinungen, verursacht beispielsweise durch Kavitation bei der Entlastung des Brennstoffs, auf. Weiter erschliesst das erfindungsgemässe Brennstoffeinspritzventil zusätzlich zum Dieselbereich einen neuen Anwendungsbereich. Es eignet sich nämlich auch für die

Einspritzung von Benzin (oder auch anderer Kraftstoffe mit niedriger Viskosität), das beispielsweise mittels Common Rail Technologie, unter einem sehr hohen Druck bis ca. 1000 bar oder darüber gebracht, dem Einspritzventil zugeführt wird. Dadurch wird eine äusserst gute Zerstäubung bei der Einspritzung erzielt, was bei üblichen Drücken von 80 bis 120 bar von bekannten direkten Benzineinspritzsystemen nicht befriedigend erreicht werden kann. Benzin neigt bei Entlastung zu Dampfblasenbildung, was mit einem erfindungsgemässen Brennstoffeinspritzventil ohne Pilotventil verhindert ist, da kein Benzin in einen Niederdruckraum ausströmt.

Bevorzugte Ausbildungsformen des erfindungsgemässen Brennstoffeinspritzventils sind in den abhängigen Patentansprüchen angegeben.

Die Erfindung wird anhand in der Zeichnung dargestellten Ausführungsformen näher beschrieben. Es zeigen rein schematisch:

Fig. 1 im Längsschnitt eine erste Ausführungsform eines erfindungsgemässen Einspritzventils;

Fig. 2 im Längsschnitt eine zweite Ausführungsform eines erfindungsgemässen Einspritzventils mit einer die Schliessbewegung des Einspritzventilglieds unterstützenden Feder;

Fig. 3 im Längsschnitt eine dritte Ausbildungsform eines erfindungsgemässen Brennstoffeinspritzventils, bei welchem das Einspritzventilglied bezüglich einer Längsachse einer Aktuatoranordnung desaxiert angeordnet ist;

Fig. 4 im Längsschnitt einen Teil einer vierten Ausbildungsform eines erfindungsgemässen Brennstoffeinspritzventils mit einer topfförmigen Membran;

Fig. 5 im Längsschnitt einen Teil einer fünften Ausführungsform eines erfindungsgemässen Brennstoffeinspritzventils, bei welchem eine Nadelführung an einem Ventilsitzelement angeordnet ist;

Fig. 6 im Längsschnitt einen Teil einer sechsten Ausführungsform eines erfindungsgemässen Brennstoffeinspritzventils;

Fig. 7 ebenfalls im Längsschnitt einen Teil einer siebten Ausführungsform eines erfindungsgemässen Brennstoffeinspritzventils jedoch ohne einen Steuerraum; und

Fig. 8 im Längsschnitt einen Teil einer achten Ausführungsform eines erfindungsgemässen Brennstoffeinspritzventils.

Das in der Fig. 1 gezeigte Brennstoffeinspritzventil weist ein Gehäuse 10 auf, durch welches eine sich entlang einer Gehäuseachse 12 erstreckende Ausnehmung 14 verläuft. Die Ausnehmung 14 ist zur Gehäuseachse 12 im wesentlichen rotationssymmetrisch und stufenartig verjüngend bzw. erweiternd ausgebildet.

In einem ersten Abschnitt der Ausnehmung 14 ist ein rohrförmiges Ventilsitzelement 16 mit einem Endbereich eingesetzt; am Ventilsitzelement 16 ist am gegenüberliegenden freien Ende eine Einspritzdüse 18

ausgebildet. Auf der innenliegenden Seite weist die Einspritzdüse 18 einen Einspritzventilsitz 20 in der Form des Mantels eines Kegelstumpfs auf. Mit diesem Einspritzventilsitz 20 arbeitet ein nadelförmiges Einspritzventilglied 22 zusammen, dessen diesseitiger Endbereich entsprechend kegelförmig ausgebildet ist, um in Schliessstellung dichtend am Einspritzventilsitz 20 anzuliegen.

Der Einspritzventilsitz 20 begrenzt einen Hochdruckraum 24, welcher mittels eines im Gehäuse 10 ausgebildeten Brennstoffzuführkanals 26 mit einem Brennstoff-hochdruckeinlass 28 - Brennstoffhochdruckanschluss - verbunden ist. Der Brennstoffhochdruckeinlass 28 ist in bekannter Art und Weise mit einem Common Rail Einspritzsystem verbunden, welches Brennstoff mit einem Druck von bis zu 1000 bar oder höher (bei Dieselanwendung auch über 2000 bar) dem Brennstoffeinspritzventil zuführt.

Das Ventilsitzelement 16 ist beispielsweise mittels eines Presssitzes im Gehäuse 10 gehalten und es weist stromabwärts des Einspritzventilsitzes 20 Düsenöffnungen 30 auf, um bei geöffnetem Einspritzventil Brennstoff unter sehr hohem Druck in den Brennraum einer Verbrennungskraftmaschine einzuspritzen. Das Einspritzventilglied 22 weist in radialer Richtung vorstehende Führungsrippen 32 auf, mittels welchen es am Ventilsitzelement 16 in axialer Richtung verschiebbar geführt ist.

Das nadelförmige, den Hochdruckraum durchgreifende Einspritzventilglied 22 ist mit seinem dem Einspritzventilsitz 20 abgewandten Endbereich 34 in einer Nadelführung 36 in Gleitpassung geführt. Die Nadelführung 36 ist an einem Nadelführungselement 38 ausgebildet,

welches von der dem Ventilsitzelement 16 abgewandten Seite her in das Gehäuse 10 eingesetzt ist und in diesem mittels eines radial vorstehenden umlaufenden Flansches an einer Schulter 40 dichtend abgestützt ist. Der mittels einer Ringschraube 42 an die Schulter 40 angepresste Flansch dichtet den Hochdruckraum 24 ab, so dass kein Brennstoff zwischen dem Gehäuse 10 und dem Nadelführungselement 38 aus dem Hochdruckraum 24 in einen eine Akutatoranordnung 44 aufnehmenden Abschnitt des Gehäuses 10 ausströmen kann. Auf der der Ringschraube 42 zugewandten Seite des Nadelführungselements 38 liegt an diesem dichtend ein Dichtelement 45 in Form einer Membrane 46 an, die das hohle rotationssymmetrische Nadelführungselement 38 überspannt und vorzugsweise aus Metall, insbesondere Stahl, hergestellt ist. Die Membrane 46 dichtet die Aktuatoranordnung 44 gegenüber eines Steuerraumes 48 ab, welcher umfangsseitig vom Nadelführungselement 38 und auf der der Membrane 46 gegenüberliegenden Seite von einer Stirnseite 50 des Einspritzventilglieds 22 begrenzt ist.

Der Steuerraum 48 ist durch die Nadelführung 36 mit dem Hochdruckraum 24 verbunden. Der Strömungsquerschnitt zwischen dem Nadelführungselement 38 und dem Einspritzventilglied 22 entfaltet jedoch eine derartige Drosselwirkung, dass beim Auslenken der Membran 46 mittels der Aktuator-anordnung 44 wesentlich mehr Volumen verschoben wird als in der gleichen Zeit Brennstoff vom Hochdruckraum 24 in den Steuerraum hineinfliessen oder umgekehrt ausfliessen kann. Zu diesem Zweck weist die Gleitpassung in der Nadelführung 36 beispielsweise ein Spiel von einigen Mikrometern auf.

Die freiliegende Stirnseite des hülsenartigen Nadelführungselements 38 bildet einen Gegenanschlag 52, welcher mit einem am Einspritzventilglied 22 in der Form

eines umlaufenden Wulstes ausgebildeten Anschlag 54 zusammenwirkt. Der Anschlag 54 und Gegenanschlag 52 definieren die maximale Offenstellung des Einspritzventilglieds 22. Der maximale Hub des Einspritzventilglieds 22 ist mit H angegeben.

Zwischen der Ringschraube 42 und der Membrane 46 ist eine Ringscheibe 56 eingelegt. Die Ringscheibe 56 und Ringschraube 42 sind mit Abstand von einem Aktuatorschaft 58 durchgriffen, welcher mit seiner konvex geformten Stirnseite 60 an den entsprechend konkav geformten freiliegenden Bereich der Membrane 46 anliegt. Durch diese Formgebung kann die Beanspruchung der Membrane 46 minimiert werden. Die Membrane 46 ist mit ihren äusseren, ringförmigen, einen Flansch bildenden Handbereich zwischen dem Nadelführungselement 38 und der Ringscheibe 56 eingespannt gehalten.

Der Aktuatorschaft 58 wird mittels eines Aktuators in axialer Richtung hin und her bewegt, wobei es sich in bevorzugter Weise um einen elektrisch angesteuerten piezoelektrischen oder magnetostriktiven Aktuator 62 handelt. Die elektrischen Anschlussleiter für den Aktuator 62 sind mit 64 bezeichnet.

Mit derartigen Aktuatoren 62 sind Hübe des Aktuatorschafts 58 in der Grössenordnung von 0,05 bis 0,08 mm erzielbar. Um trotzdem einen Hub H des Einspritzventilglieds 22 von etwa 0,2 bis 0,3 mm zu erzielen, ist der Durchmesser des Aktuatorschafts 58 bzw. des mittels diesem auslenkbaren Bereichs der Membrane 46 grösser gewählt als der als Kolben im Nadelführungselement 38 wirkende Durchmesser des Einspritzventilglieds 22.

Der Aktuator 62 ist in einem Aktuatorgehäuse 66

aufgenommen, welches mit seiner der Membrane 46 zugewandten Gehäuseseite an einer weiteren Schulter 40' des Gehäuses 10 anliegt und mittels einer in das Gehäuse eingewindeten weiteren Ringschraube 42' an der weiteren Schulter 40' in Anlage gehalten ist. Durch die Schultern 40, 40' und die entsprechend toleranzgenaue Ausführungsform des Flansches des Nadelführungselements 38 einerseits und andererseits des Aktuatorgehäuses 66, des Aktuators 62 und Aktuatorschafts 58, wird das gewünschte genaue Zusammenwirken der Aktuatoranordnung 44 mit der Membrane 46 und somit des Einspritzventilglieds 22 erzielt. Toleranzbedingte, kleine Positionsunterschiede der Stirnseite 60 der zusammengebauten Aktuatoranordnung 44 und der Lage der Schulter 40' von Brennstoffeinspritzventil zu Brennstoffeinspritzventil inbezug auf die Position der Membrane 46 können durch Wahl der Dicke des Flansches des Nadelführungselements 38 auf einfache Weise ausgeglichen werden. Zur exakten Einhaltung des Nadelhubes H gibt es mehrere auf demselben Prinzip des Längenausgleichs beruhende Möglichkeiten. Es gelingt damit in einer Serienproduktion, erfindungsgemässe Brennstoffeinspritzventile mit exakt vordefinierten Eigenschaften zusammenzubauen.

Der Vollständigkeit halber sei erwähnt, dass mittels einer Innensechskantschraube 68 eine Bohrung im Gehäuse 10 verschlossen ist, welche zum Bohren des winkelförmig verlaufenden Brennstoffzuführkanals 26 angebracht wurde.

Das in der Fig. 1 gezeigte Brennstoffeinspritzventil funktioniert wie folgt. In Schliessstellung des Einspritzventilglieds 22, wie sie in der Fig. 1 gezeigt ist, ist der Aktuator 62 derart angesteuert, dass sich der Aktuatorschaft 58 in seiner Endlage befindet, in welcher die Membrane 46 in Richtung des Steuerraumes 48 maximal

ausgelenkt ist. Der Druck zwischen dem Hochdruckraum 24 und dem Steuerraum 48 ist ausgeglichen. Da die Summe der vom Brennstoff in Richtung des Einspritzventilsitzes 20 mit Druck beaufschlagten Flächen des Einspritzventilglieds 22 grösser ist als die Summe der in Gegenrichtung mit Brennstoffdruck beaufschlagten Flächen, wird das Einspritzventilglied 22 am Einspritzventilsitz 20 in Anlage gehalten.

Zum Auslösen eines Einspritzvorgangs wird der Aktuator 62 derart angesteuert, dass der Aktuatorschaft 58 zurückgezogen wird. Da die dem Aktuator zugewandte Seite der Membrane 46 Umgebungsdruck, die dem Steuerraum 48 und somit Hochdruckraum 24 zugewandte Seite jedoch dem sehr hohen Druck des Brennstoffs ausgesetzt ist, bewegt sich die Membrane 46 mit dem Aktuatorschaft 58 in Richtung vom Einspritzventilsitz 20 weg. Da in dieser kurzen Zeit der Bewegung kein oder nur sehr wenig Brennstoff über die Nadelführung 36 in den Steuerraum 48 nachfliessen kann, wird durch diese Bewegung der Membrane 46 das Volumen des Steuerraums 48 leicht vergrössert und verschoben, was zum Abheben des Einspritzventilglieds 22 vom Einspritzventilsitz 20 in Richtung gegen innen führt. Mit anderen Worten wird durch die Bewegung der Membrane 46 der Druck im Steuerraum 48 verkleinert, was jedoch durch die Bewegung des Einspritzventilglieds 22 sofort praktisch vollständig wieder ausgeglichen wird. Bei maximalem Hub H liegt der Anschlag 54 am Gegenanschlag 52 an. In entsprechender Weise wird der Einspritzvorgang beendet, indem der Aktuator 62 derart angesteuert wird, dass sich der Aktuatorschaft 58 in Richtung auf das Ventilsitzelement 16 zu bewegt, so dass sich das Einspritzventilglied 22 dichtend an den Einspritzventilsitz 22 anlegt. Das Brennstoffeinspritzventil ist nun für den nächsten

Einspritzvorgang bereit.

Das Brennstoffeinspritzventil eignet sich somit auch besonders gut bei Vor- oder Mehrfacheinspritzungen, sowie auch für eine Einspritzverlaufsformung durch gezielte Wahl des Bewegungsverlaufs des Aktuators 62 und folglich des Einspritzventilglieds 22 sowohl beim Öffnen wie auch, gegebenenfalls, beim Schliessen.

Da die Aktuatoranordnung 44 vollständig gegenüber dem mit Brennstoff gefüllten Räumen des Brennstoffeinspritzventils abgedichtet ist und die Ansteuerung des Einspritzventilglieds 22 ohne Pilotventil erfolgt, treten keine Brennstoffverluste auf. Die Tatsache, dass der Raum 63, hydraulisch nicht mit dem Hochdruckraum 24 und auch nicht mit dem Steuerraum 48 verbunden oder verbindbar ist, bedeutet nicht, dass dieser Raum leer (d.h. unter Vakuum steht) oder ausschliesslich mit Luft gefüllt sein muss. Es kann vorteilhaft sein, diesen Raum teilweise oder ganz mit einer hydraulischen Flüssigkeit zu füllen, z.B. mit Hydrauliköl, um die Schmierung und Dauerhaltbarkeit der Aktuatoranordnung 44 sicherzustellen.

Die in der Fig. 2 gezeigte Ausbildungsform des erfindungsgemässen Brennstoffeinspritzventils ist jener gemäss Fig. 1 sehr ähnlich. Es werden bei der Beschreibung aller Ausführungsformen für dieselben bzw. gleichwirkenden Teile die gleichen Bezugszeichen benützt wie in Fig. 1 und es werden im folgenden nur noch die Unterschiede dargelegt.

Der Aktuatorschaft 58 durchgreift den Aktuator 62 und ist mit diesem auf der der Membrane 46 abgewandten Seite 62' verbunden. Dadurch ist die Bewegungsrichtung des Aktuatorschafts 58 im Vergleich zu jener bei der

Ausführungsform gemäss Fig. 1 bei gleicher Ansteuerung des Aktuators 62 umgekehrt.

Weiter durchgreifen Positionierungsstifte 70 die Ringscheibe 56, die das Dichtelement 45 bildende Membrane 46 und den Flansch des Nadelführungselements 38. Da diese Positionierungsstifte 70 in entsprechende Positionierungslöcher 72 im Gehäuse 10 eingreifen, ist die Position der genannten Teile bezüglich des Gehäuses 10 in radialer Richtung als auch in der Drehlage festgelegt.

Weiter ist der den Anschlag 54 bildende Wulst des Einspritzventilglieds 22 mit Spiel von einer Abstützhülse 74 umgriffen, die sich einerseits am freien Ende des Nadelführungselements 38 und andererseits an einer Druckfeder 76 abstützt, die ihrerseits mittels einer Stützscheibe 78 am Einspritzventilglied 22 abgestützt ist.

Die Druckfeder 76 hält das Einspritzventilglied 22 am Einspritzventilsitz 20 in Anlage, wenn der Hochdruckraum 24 nicht unter Hochdruck steht oder der Aktuator 62 ausfallen sollte. Im übrigen entspricht die Funktionsweise des in der Fig. 2 gezeigten Brennstoffeinspritzventils jener der in Fig. 1 gezeigten Ausführungsform, wobei jedoch der Aktuator 62 entsprechend umgekehrt anzusteuern ist.

Die Ausbildungsform gemäss Fig. 3 ist jener gemäss Fig. 1 sehr ähnlich, wobei jedoch die Längsachsen 80, 82 der Aktuatoranordnung 44 und des Einspritzventilglieds 22 relativ zueinander desaxiert jedoch parallel verlaufend sind. Diese Ausführungsform erlaubt gegenüber der Ausbildungsform gemäss Fig. 1 eine kompaktere Gestaltung des Gehäuses 10.

In leicht abgewandelter, nicht dargestellter Ausführung könnte die Achse 80 auch in einem (akuten) Winkel zur Längsachse 82 stehen.

Um die genannte Desaxierung aufnehmen zu können, ist das Nadelführungselement 38 nicht mehr rein rotationssymmetrisch ausgebildet. Der die Nadelführung 36 bildende Abschnitt ist zur Längsachse 82 rotationssymmetrisch, wogegen der an die das Dichtelement 45 bildende Membrane 46 angrenzende Teil wenigstens annähernd rotationssymmetrisch zur Längsachse 80 ausgebildet ist.

Weiter ist in dieser Ausführungsform keine Ringschraube 42 vorhanden; das Aktuatorgehäuse 66 liegt direkt auf der Ringscheibe 56 auf. Das Aktuatorgehäuse 66 ist mittels der weiteren Ringschraube 42' gegen die Ringscheibe 56 und somit die Membrane 46 gepresst. Zwischen der weiteren Schulter 40' und der Gegenschulter am Aktuatorgehäuse 66 ist Spiel vorhanden. Durch die Wahl der Dicke der Ringscheibe 56 können toleranzbedingte, kleine Positionsunterschiede der Stirnseite 60 von Brennstoffeinspritzventil zu Brennstoffeinspritzventil auf einfache Art und Weise ausgeglichen werden.

Fig. 4 zeigt einen Abschnitt einer weiteren Ausbildungsform eines erfindungsgemässen Brennstoffeinspritzventils. Das Ventilsitzelement 16 ist bei dieser Ausführungsform stirnseitig auf das Gehäuse 10 aufgesetzt und mittels einer Überwurfmutter 84 an diesem befestigt. Zwischen dem Gehäuse 10 und dem Einspritzventilglied 22 ist die das Dichtelement 45 bildende Membrane 46 und der Flansch des Nadelführungselements 38 eingeklemmt. Der Brennstoffzuführkanal 26 läuft vom Gehäuse 10 durch diese beiden Teile hindurch zum vom Ventilsitzelement 16

umfangsseitig und von an diesem angeformten Einspritzventilsitz 20 begrenzten Hochdruckraum 24. Der Hochdruckraum 24 ist somit ausschliesslich - mit Ausnahme des nicht gezeigten Brennstoffhochdruckeinlasses und dem Brennstoffzuführkanal 26 - im Ventilsitzelement 16 angeordnet.

Die Membrane 46 ist topfförmig ausgebildet und von der Aktuatoranordnung 44 ist einzig ein Teil des Aktuatorschafts 58 gezeigt, welcher in die Membrane 46 eingreift und an der Stirnseite 60 entsprechend der Membrane 46 flach und entlang des Randes mit einem geeigneten Radius ausgebildet ist.

Die Membrane 46, das Nadelführungselement 38 und der diesseitige Endbereich des nadelförmigen Einspritzventilglieds 22 begrenzen wiederum den Steuerraum 48.

Gestrichelt sind am Nadelführungselement 38 je ein rippenartiges, radial nach aussen vorstehendes Führungselement von zwei Führungen 38a und 38b dargestellt, von denen jeweils nur eine notwendig ist, um das Nadelführungselement 38 im Ventilsitzelement 16 bezüglich der Gehäuseachse 12 zu zentrieren und auszurichten. Über die Nadelführung 36 ist das Einspritzventilglied 22 im Nadelführungselement 38, und über die Führungsrippen 32 im Ventilsitzelement 16 geführt. Damit werden die Teile 16, 38 und 22 exakt miteinander fluchten, und die einwandfreie Funktion des Brennstoffeinspritzventils ist sichergestellt. Die Führungen 38a, 38b weisen in der Umfangsrichtung gleichmässig verteilt vorzugsweise drei Führungselemente auf.

Aus Fig. 4 geht deutlich der bevorzugte Flächenunterschied zwischen den wirksamen Flächen der Membrane 46 und des Einspritzventilglieds 22 hervor, um dadurch eine Übersetzung zwischen dem Hub des Aktuatorschafts 58 und jenem des Einspritzventilglieds 22 zu erzielen. Im gezeigten Ausführungsbeispiel beträgt der Durchmesser D1 des Aktuatorschafts 58 beispielsweise 5 mm. Der topfförmige Teil der Membrane 46 liegt am Aktuatorschaft 58 an und ist dünnwandig ausgebildet, so dass die wirksame Fläche der Membrane 46 etwa einem Durchmesser von 5,5 bis 6 mm entspricht. Wird der Durchmesser D2 der Nadelführung 36 bzw. des Einspritzventilgliedes 22 bei der Nadelführung 36 zwischen 2,5 bis 3 mm gewählt, ergibt sich ein Übersetzungsverhältnis von ungefähr 4. Der Vollständigkeit halber sei erwähnt, dass der Aussendurchmesser D3 des mit dem Einspritzventilsitz 20 zusammenwirkenden Teils des Einspritzventilglieds 22 bei ca. 2 mm gewählt ist.

Ist die Nadelführung 36 als enge Gleitpassung für den Endbereich 34 des Einspritzventilglieds 22 ausgelegt - mit einem Spiel von ca. 2 bis 4 Mikrometer - kann ferner in einer Variante am Nadelführungselement 38 ein Drosseldurchlass 86 ausgebildet sein. Es ist auch denkbar, in radialer Richtung gesehen, vom Brennstoffzuführkanal 26 gegen innen die dem Nadelführungselement 38 zugewandte Seite der Membrane 46 mit einer definierten Rauheit auszubilden, um ein gewünschtes Leck zwischen dem Steuerraum 48 und dem Hochdruckraum 24 ähnlich dem Drosseldurchlass 86 herzustellen. Anstelle des Drosseldurchlasses 86 und/oder diesem Leck kann auch ein definiertes grösseres Spiel zwischen dem Nadelführungselement 38 und dem Einspritzventilglied 22 gewählt werden, um die Betriebssicherheit zu steigern im Falle, dass der Aktuator 62 ausfallen sollte. Es wird dadurch,

mit einer Zeitverzögerung, im Steuerraum Druckausgleich mit dem Hochdruckraum 24 hergestellt, was bei Ausfall des Aktuators 62 dazu führt, dass das Einspritzventilglied 22 sich in Schliessstellung bewegt und beim Ausfall des Aktuators 62 eine Dauereinspritzung vermieden wird. Selbstverständlich ist die Zeitkonstante für den Druckausgleich im Verhältnis zur Zeitdauer eines Einspritzvorganges relativ lange gewählt.

Das Einspritzventilglied 22 könnte, wie bei den oben beschriebenen Ausführungsformen, mit einem Anschlag 54 ausgebildet sein. Der Vollständigkeit halber sei erwähnt, dass eine Druckfeder 76, wie bei der Ausführungsform gemäss Fig. 2, zusammen mit der Drosselöffnung 86 bzw. dem definierten Leck zwischen dem Hochdruckraum 24 und dem Steuerraum 48, bei der Ausführungsform gemäss Fig. 4, die Betriebssicherheit beim Ausfall des Aktuators 62 ebenfalls erhöhen kann.

Die Ausführungsform der topfförmigen Membrane 46 von Fig. 4 ist für die Funktion bei hohem Brennstoffdruck recht günstig, da sich die relativ dünne Membrane 46 ganz auf die Vorderpartie des Aktuatorschafts 58 abstützt und somit, verglichen mit den Ausführungen der Fig. 1 bis 3, keinen freien Bereich aufweist, der der Druckkraft des Brennstoffs keine Gegenkraft entgegensetzen kann.

Auch der kritische Übergangsbereich 46c der Membrane 46 mit allmählich zunehmender Wandstärke vom dünnwandigen zylindermantelförmigen Teil 46a in den senkrecht dazustehenden, dickeren Bereich 46b, der einen Flansch bildet, kann sich noch an den Aktuatorschaft 58 abstützen. Der flache Vorderteil 46d der Membrane 46 könnte auch dicker ausgebildet sein, als mit Fig. 4 gezeigt.

Ist die Membrane 46 aus einem Stück, so wird sie vorzugsweise als Tiefziehteil hergestellt. Die Membrane 46 kann auch aus mehreren zusammengefügten Teilen bestehen. Zum Beispiel kann im Übergangsbereich 46c oder in dessen Nähe der dünne Membrankopf mit dem dickeren Bereich 46b verschweisst werden. Desgleichen kann die Verbindung des (evtl. dickeren) Vorderteils 46d mit dem dünneren Teil der Membrane 46 realisiert werden. Andere Verbindungsarten einer mehrteiligen Membrane 46 sind ebenfalls denkbar. Auch die übrigen Membranen 46 können aus mehreren Teilen gefertigt sein.

Während des Betriebs des Brennstoffeinspritzventils verkürzt oder dehnt sich der dünnere zylindrische Teil 46a der Membrane 46, entsprechend der Bewegung des Aktuatorschafts 58, im elastischen Bereich des Membranmaterials. Bei einer Stahlmembran sind Dehnungen von 20 bis 30 Mikrometer pro 10 mm Membranlänge durchaus realisierbar. Werden andere Werkstoffe verwendet, z.B. Titan, Titanlegierungen oder weitere Speziallegierungen, sind wesentlich grössere, elastische Dehnungen, bis oder über das Zweifache, realisierbar.

Soll die Membrane 46 möglichst dehnbar sein, muss zugleich der Aktuatorschaft 58 möglichst starr sein. Dies kann durch geeignete Materialwahl stark beeinflusst werden. Beispielsweise kann sich anstelle von Stahl ein Aktuatorschaft 58 aus Keramikmaterial gut eignen.

In Betrieb resultiert eine Relativbewegung im Mikrobereich zwischen der inneren Wand des zylindrischen Teils 46a der Membrane 46 und der Umfangsfläche des Aktuatorschafts 58. Hier müssen die Reibung und die Abnützung minimiert bzw. vermieden werden. Dies kann z.B. durch geeignete

Beschickungen, Materialpaarungen oder Schmierung mittels der Hydraulikflüssigkeit im Raum 63 (Fig. 1) realisiert werden, gekoppelt mit entsprechenden kleinen Schmierrillen, Nuten, Mikroschmiertaschen und dergleichen an der Umfangsfläche des Aktuatorschafts 58.

Bei der Ausführungsform gemäss Fig. 5 sind, wie bei jener gemäss Fig. 3, die Längsachsen 80, 82 der Aktuatoranordnung 44 und des Einspritzventilglieds 22 relativ zueinander desaxiert. Wie bei der Ausführungsform gemäss Fig. 4 ist das Ventilsitzelement 16 stirnseitig auf das Gehäuse 10 aufgesetzt und mittels der Überwurfmutter 84 an diesem festgehalten. Zwischen dem Gehäuse 10 und dem Ventilsitzelement 16 ist eine dicke Zwischenscheibe 88 mit einem Durchlass eingesetzt. Im Durchlass befindet sich die dicke Ringscheibe 56, welche die das Dichtelement 45 bildende Membrane 46 zwischen sich und der diesseitigen Stirnfläche des Ventilsitzelements 16 umfangsseitig einklemmt. Die Ringscheibe 56 stützt sich mit ihrer der Membrane 46 abgewandten Stirnseite, wie die Zwischenscheibe 88, am Gehäuse 10 ab. Die Membrane 46 dichtet wiederum den Steuerraum 48 und somit den Hochdruckraum 24 gegenüber der Aktuatoranordnung 44 ab. Um sicherzustellen, dass die Abdichtung des Brennstoffzuführkanals 26 zwischen Gehäuse 10 und Zwischenscheibe 88 einerseits, Zwischenscheibe 88 und Ventilsitzelement 16 andererseits und des Steuerraums 48 zugleich möglich sind, müssen an den Dichtstellen gleiche Flächenpressungen herrschen, was bei der Auslegung der Teile berücksichtigt werden muss.

Die Nadelführung 36 ist am Ventilsitzelement 16 ausgebildet und an die Nadelführung 36 schliesst auf der dem Einspritzventilsitz 20 zugewandten Seite mit einer

ringförmigen Erweiterung der Ausnehmung im Ventilsitzelement 16 der Hochdruckraum 24 an, welcher sich wiederum bis zum Einspritzventilsitz 20 erstreckt. Der Hochdruckraum 24 ist mittels des Brennstoffzuführkanals 26, welcher im Ventilsitzelement 16 von der Erweiterung ausgehend zur Zwischenscheibe 88 und von dort parallel zur Längsachse 88 durch die Zwischenscheibe 88 hindurch und im Gehäuse 10 zum nicht gezeigten Brennstoffhochdruckeinlass verläuft.

Bei der in der Fig. 5 gezeigten Ausbildungsform ist die Nadelführung 36, bei welcher es sich wiederum um eine enge Gleitpassung handeln kann, am Ventilsitzelement 16 ausgebildet. In analoger Weise ist es möglich, die Nadelführung 36 am Gehäuse 10 auszubilden. Im übrigen ist die Funktionsweise der in der Fig. 5 gezeigten Ausbildungsform gleich jener gemäss den übrigen, weiter oben beschriebenen Ausbildungsformen.

Der Unterschied zwischen der in Fig. 5 und der in Fig. 6 gezeigten Ausführungsform liegt darin, dass die Ringscheibe 56 in Fig. 6 dünner ausgebildet ist und mittels einer in die dicke Zwischenscheibe 88 eingewindeten Ringschraube 42 gegen die Membrane 46 gedrückt ist, um diese dichtend an der Stirnseite des Ventilsitzelements 16 in Anlage zu halten.

Fig. 7 zeigt eine der Ausführungsform gemäss Fig. 4 ähnliche Variante, wobei jedoch kein Nadelführungselement 38 und kein Steuerraum 48 vorhanden sind. Das den Hochdruckraum 24 umfangs- und einspritzseitig begrenzende Ventilsitzelement 16 liegt dichtend am flanschartigen, dickeren Bereich 46b der das Dichtelement 45 bildenden

Membrane 46 an und drückt diese, unter der Wirkung der Überwurfmutter 84 dichtend an das Gehäuse 10 an.

Das mittels Führungsrippen 32 am Ventilsitzelement 16 in Richtung der Gehäuseachse 12 verschiebbar geführte, nadelartige Einspritzventilglied 22 durchgreift wiederum den Hochdruckraum 24 und arbeitet mit seinem kegelförmigen Endbereich mit dem am Ventilsitzelement 16 angeformten Einspritzventilsitz 20 zusammen.

Die Membrane 46 weist im Bereich des Vorderteils 46d eine Öffnung 90 auf, welche vom Einspritzventilglied 22 durchgriffen ist. Die Membrane 46 ist entlang dieser Öffnung 90 mit einer Schulterfläche 92' einer Verdickung 92 des Einspritzventilglieds 22 verschweisst. Die Verdickung 92 ist somit im Innern des von der topfförmigen Membrane 46 umgrenzten und vom Hochdruckraum 24 abgetrennten Bereich angeordnet und wirkt mit seiner ebenen Stirnseite 50 mit der ebenfalls eben ausgebildeten Stirnseite 60 des Aktuatorschafts 58 zusammen.

Im übrigen sind die Membrane 46 und der Aktuatorschaft 58 gleich ausgebildet und ihr Zusammenwirken ist identisch wie in Fig. 4 gezeigt und weiter oben im Zusammenhang mit Fig. 4 beschrieben.

Als weitere Ausbildungsform mit gleicher Funktionsweise wie jene gemäss Fig. 7 ist es möglich, die Membrane 46 und den Aktuatorschaft 58 wie in Fig. 4 gezeigt auszubilden, wobei jedoch der Vorderteil 46d der Membrane 46 dickwandig ausgebildet ist und eine sacklochartige zentrische Ausnehmung für die Aufnahme des diesseitigen Endbereichs des Einspritzventilglieds 22 aufweist. Dabei ist das Einspritzventilglied 22 gleich wie in Fig. 4 gezeigt ausgebildet und es ist mit dem Vorderteil 46d der Membrane

46 verschweisst. Der Vorderteil 46d der Membrane 46 und das Einspritzventilglied 22 sind somit, wie bei der Ausführungsform gemäss Fig. 7, fest miteinander verbunden und bewegen sich miteinander in Richtung der Gehäuseachse 12. Gleich wie in Fig. 7 gezeigt, grenzt die Membrane 46 den Hochdruckraum 24 dicht gegenüber der Aktuatoranordnung 44 ab. Wie aus der Fig. 7 hervorgeht, weisen der Aktuatorschaft 58 und die Verdickung 92 des Einspritzventilgliedes 22 denselben Durchmesser auf und stützen den zylinderförmigen dünnwandigen Mantelteil 46a der Membrane 46 ab. Dieser ist besonders lange ausgebildet und hat somit eine extra grosse Dehnlänge.

Durch die Kraft der Aktuatoranordnung 44 wird das Einspritzventilglied 22 am Einspritzventilsitz 20 in dichtender Anlage gehalten. Bei Auslösung eines Einspritzvorgangs wird der Aktuatorschaft 58 in Richtung vom Einspritzventilsitz 20 weg bewegt. Dieser Bewegung folgt das Einspritzventilglied 22 unmittelbar infolge der vom unter Hochdruck stehenden Brennstoff im Hochdruckraum 24 auf die Membrane 46 in axialer Richtung ausgeübten Kraft. Für die Beendigung des Einspritzvorgangs werden mittels des Aktuators 62 der Aktuatorschaft 58 und das Einspritzventilglied 22 auf den Einspritzventilsitz 20 zu bewegt, bis an diesem das Einspritzventilglied 22 wieder anliegt.

Fig. 8 zeigt eine weitere Ausbildungsform, welche bezüglich Aufbau jener gemäss Fig. 4 sehr ähnlich und bezüglich Funktionsweise identisch ausgebildet ist. Der wesentliche konstruktive Unterschied liegt darin, dass das Dichtelement 45 nicht mehr als durchgehende topfförmige Membrane 46 ausgebildet ist, sondern als membranähnliches topfförmiges Dichtelement 45 ohne Topfboden. Der

dünnwandige, kreiszylinderförmige Teil 46a des Dichtelements 45 liegt flächig und kraftschlüssig am Aktuatorschaft 58 an. Das dichtende und mitnahmefeste Anliegen wird durch den grossen Druckunterschied unterstützt, welcher zwischen dem Steuerraum 48 und der dem Steuerraum 48 abgewandten Seite des Dichtelements 45 herrscht. Dieser Druckunterschied presst den zylindrischen Teil 46a des Dichtelements 45 mit grosser Kraft an den Aktuatorschaft 58 an. Der Aktuator 62 ist somit mittels des Dichtelements 45 und des Aktuatorschafts 58 vom Steuerraum 48 dicht abgetrennt.

Das Dichtelement 45 ist, gleich wie die Membrane 46 in Fig. 4, mit einem dickeren, einen Flansch bildenden Bereich 46b zwischen dem Nadelführungselement 38 und dem Gehäuse 10 dichtend eingeklemmt gehalten. In einem Übergangsbereich 46c nimmt die Wandstärke vom Bereich 46b zum zylinderförmigen Teil 46a hin kontinuierlich ab; im Schnitt gesehen hat das Dichtelement im Übergangsbereich 46c die Form eines Keils. Bei der Bewegung des Aktuatorschafts 48 in Richtung der Gehäuseachse 12 - der Hub ist, wie weiter oben beschrieben, klein - bewegt sich der zylinderförmige Teil 46a mit dem Aktuatorschaft 58 mit, während das Dichtelement 46 sich im Übergangsbereich 46c biegt.

Es können Flach-, Well- oder Topf-Membranen eingesetzt werden. Da magnetostriktive und elektrostriktive (piezoelektrische) Aktuatoren einen relativ kleinen Hub mit grosser Kraft ausführen können, sind sie besonders für das Zusammenwirken mit Membranen geeignet; infolge des kleinen Hubes werden diese dynamisch gering beansprucht, was zu einer grossen Lebensdauer beiträgt, obwohl der

Druckunterschied zwischen den beiden Seiten der Membrane sehr gross ist.

Es können auch andersartige Aktuatoren eingesetzt werden. Um Verluste zu vermeiden, ist jedoch das Einspritzventilglied 22 nicht Pilotventil gesteuert.

Selbstverständlich ist es denkbar, den Endbereich 34 des Einspritzventilglieds 22 noch stärker als in Fig. 5 gezeigt als doppelwirkender Kolben auszubilden.

Werden Aktuatoren 62 mit einem Hub eingesetzt, der grösser ist als der vom Einspritzventilglied 22 auszuführende Hub, können bei Ausführungsformen mit einem Steuerraum 48 die wirksamen Flächenverhältnisse von Membrane 46 und Einspritzventilglied 22 derart gewählt werden, dass eine Hubuntersetzung eintritt. Die Flächenverhältnisse können gegebenenfalls auch so gewählt werden, dass der Hub des Aktuatorschafts 58 jenem des Einspritzventilglieds 22 entspricht.

Die gezeigten erfindungsgemässen Brennstoffeinspritzventile müssen keine kräftigen Schliessfedern aufweisen, wie bekannte pilotventilgesteuerte Brennstoffeinspritzventile.

Insbesondere wenn Schliessfedern verwendet werden, können diese dazu benützt werden, das den Steuerraum 48 begrenzende Nadelführungselement 38 dichtend an den flanschartigen Bereich 46b des Dichtelements 45 anzudrücken. Dies sei anhand der Fig. 4 und 8 erläutert. Die Schliessfeder würde sich einerends am Einspritzventilglied 22 und andernends am Nadelführungselement 38 abstützen. Dieses wäre hülsenförmig - ohne in radialer Richtung vorstehenden

Klemmflansch - ausgebildet und würde sich mit einer ringförmigen Stirnfläche am Bereich 46b des Dichtelements 45 abstützen. Zwischen dem Bereich 46b und dem Ventilsitzelement 16 wäre ein rohrförmiges Zwischenstück eingesetzt, das zum Nadelführungselement 38 einen radialen Abstand aufweist, um die Strömungsverbindung zwischen dem Brennstoffzuführkanal 26 und dem Hochdruckraum 24 sicherzustellen. Der Bereich 46b würde mittels des Zwischenstücks dichtend an die Stirnseite des Gehäuses 10 angedrückt.

Patentansprüche

1. Brennstoffeinspritzventil zur intermittierenden Brennstoffeinspritzung in den Brennraum einer Verbrennungskraftmaschine, mit einem Gehäuse (10), einem mit einem Brennstoffhochdruckeinlass (28) verbundenen und von einem Einspritzventilsitz (20) begrenzten Hochdruckraum (24), einem Steuerraum (48), der dazu bestimmt ist, mit Brennstoff gefüllt zu sein, einem im Hochdruckraum (24) angeordneten, nadelförmigen Einspritzventilglied (22), das einerseits mit dem Einspritzventilsitz (20) zusammenwirkt und andererseits in der Art eines Kolbens in Gleitpassung an einer zwischen dem Steuerraum (48) und dem Hochdruckraum (24) angeordneten Nadelführung (36) verschiebbar gelagert ist, und einer Aktuatoranordnung (44) mit einem Aktuator, welcher zur Steuerung der Bewegung des Einspritzventilgliedes (22) den Druck im Steuerraum beeinflusst, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen dem Steuerraum (48) und dem Aktuator (62) ein Dichtelement angeordnet ist, welches den Aktuator (62) von Brennstoff frei hält, mit seinem ringförmigen Flansch bezüglich des Gehäuses (10) fest und dicht angeordnet ist und zur Bewegung des Einspritzventilgliedes (22) mittels der Aktuatoranordnung (44) ausgelenkt wird.

2. Brennstoffeinspritzventil nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Dichtelement eine Membrane (46) aufweist, welche den Steuerraum (48) von der Aktuatoranordnung (44) abtrennt.

3. Brennstoffeinspritzventil nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Aktuatoranordnung (44) einen vom Aktuator (62) betätigten Aktuatorschaft (58) aufweist, der mit einer Stirnseite (60) mit der Membrane (46) zusammenwirkt.

4. Brennstoffeinspritzventil nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Membrane (46) topfförmig ausgebildet ist und der Aktuatorschaft (38) in die Membrane (46) eingreift.

5. Brennstoffeinspritzventil nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Dichtelement membranartig und topfförmig, jedoch topfbodenlos ausgebildet ist und die Aktuatoranordnung (44) einen vom Aktuator (62) betätigten Aktuatorschaft (58) aufweist, der das Dichtelement mitnahmefest und dichtend durchgreift.

6. Brennstoffeinspritzventil nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass das Dichtelement aus wenigstens zwei, miteinander dicht verbundenen, insbesondere miteinander verschweissten Teilen besteht.

7. Brennstoffeinspritzventil nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Nadelführung (36) an einem Ventilsitzelement (16) angeformt ist, an welchem auch der Ventilsitz (20) angeformt ist und welches den Hochdruckraum (24) umschliesst.

8. Brennstoffeinspritzventil nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Nadelführung (36) an einem den Steuerraum (48) begrenzenden Nadelführungselement (38) ausgebildet ist.

9. Brennstoffeinspritzventil nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Gleitpassung als enge Gleitpassung ausgebildet ist und zwischen dem Steuerraum (48) und dem Hochdruckraum (24), ausserhalb der Gleitpassung, eine eine Drosselwirkung entfaltende Verbindung (86) vorhanden ist.

10. Brennstoffeinspritzventil nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass das Einspritzventilglied (22) bezüglich der Aktuatoranordnung (44) desaxiert ist.

11. Brennstoffeinspritzventil nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass die auslenkwirksame Fläche des Dichtelements, gegebenenfalls inklusive der Querschnittsfläche des das Dichtelement durchgreifenden Teils des Aktuatorschafts (38), grösser ist als die mit dem Steuerraum (48) zusammenwirkende Querschnittsfläche des Einspritzventilgliedes (22).

12. Brennstoffeinspritzventil nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass das Einspritzventilglied (22) einen Anschlag (54) aufweist, der in einer maximal zulässigen Offenstellung des Einspritzventilgliedes (22) mit einem Gegenanschlag (52) zusammenwirkt, der bezüglich eines Gehäuses (10) fest angeordnet ist.

13. Brennstoffeinspritzventil nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass das Nadelführungselement (38) eine rippenartige, vorstehende Führung (38a, 38b) zu seiner Zentrierung aufweist.

14. Brennstoffeinspritzventil nach einem der Ansprüche 1

bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass die Aktuatoranordnung (44) einen elektrisch angesteuerten piezoelektrischen oder magnetostriktiven Aktuator (62) aufweist.

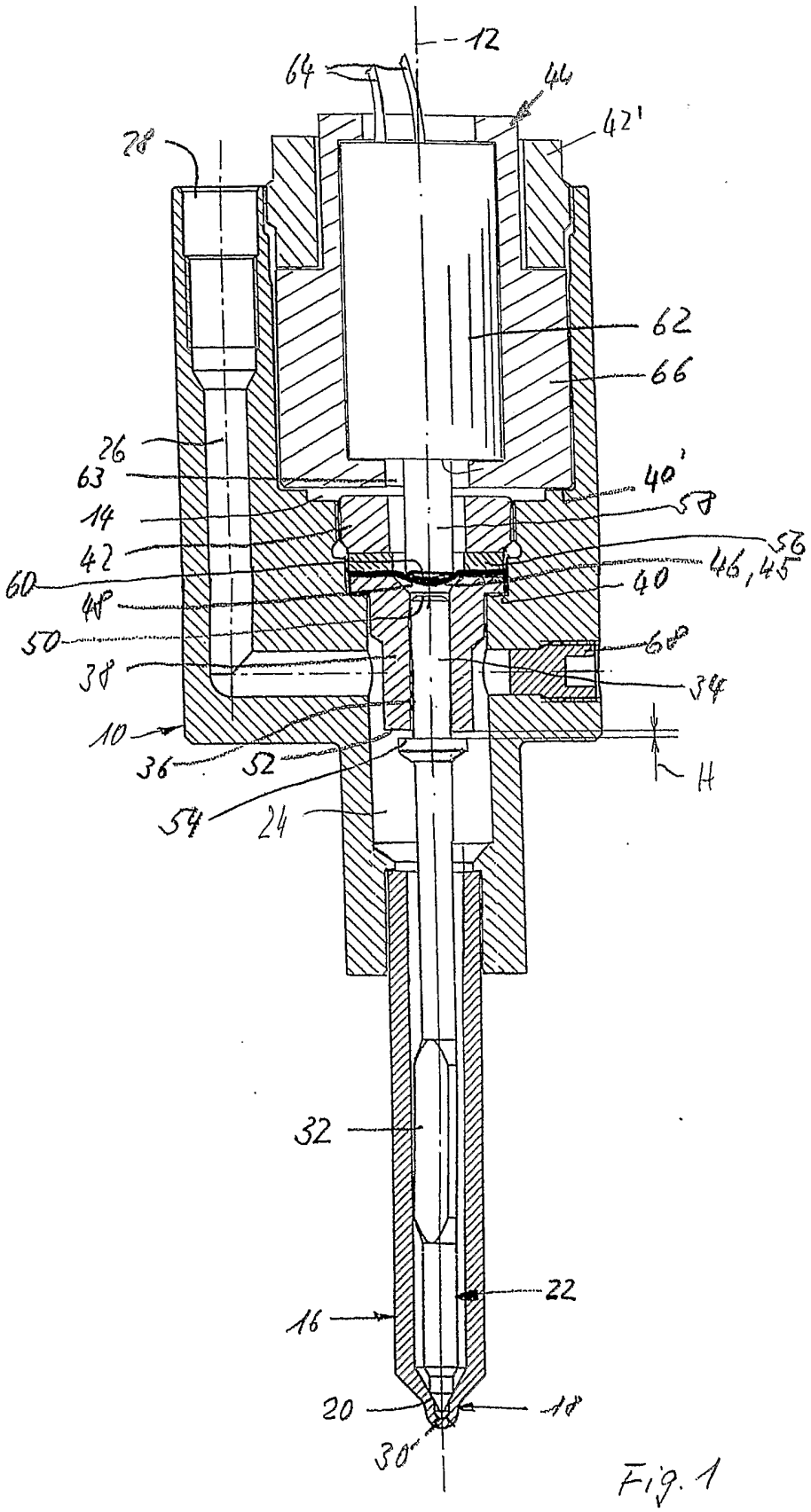

12
64
46
42'
28
62
66
26
63
14
42
60
40'
58
56
46, 45
40
44
50
68
38
34
10
36
52
54
24
H
32
22
16
20
18
30

Fig. 1

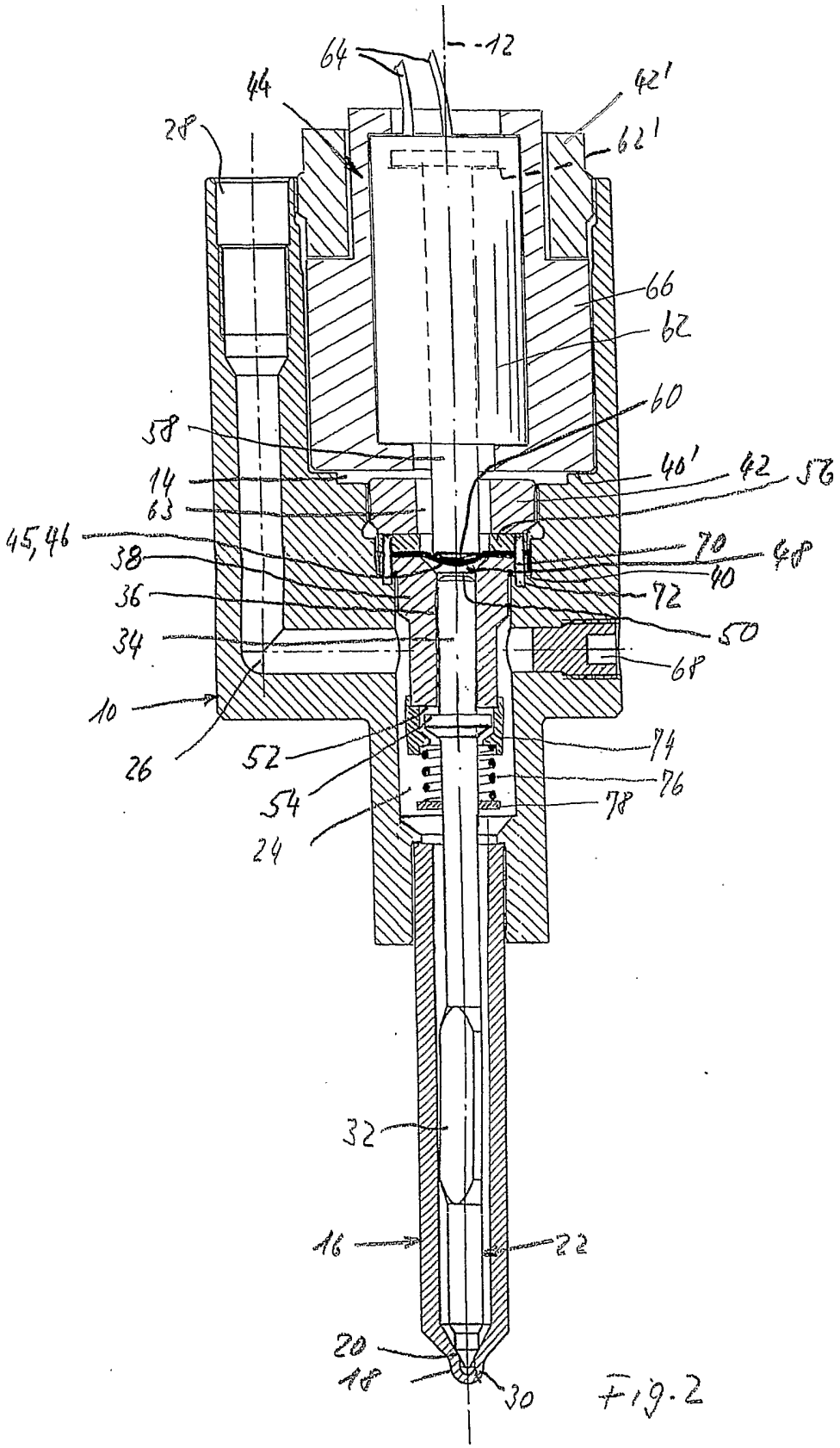

64
12
44
42'
28
62'
66
62
60
58
40'
42
56
14
63
45,46
70
48
38
40
36
72
50
34
68
10
74
26
52
76
54
78
24
32
16
22
20
18
30

Fig. 2

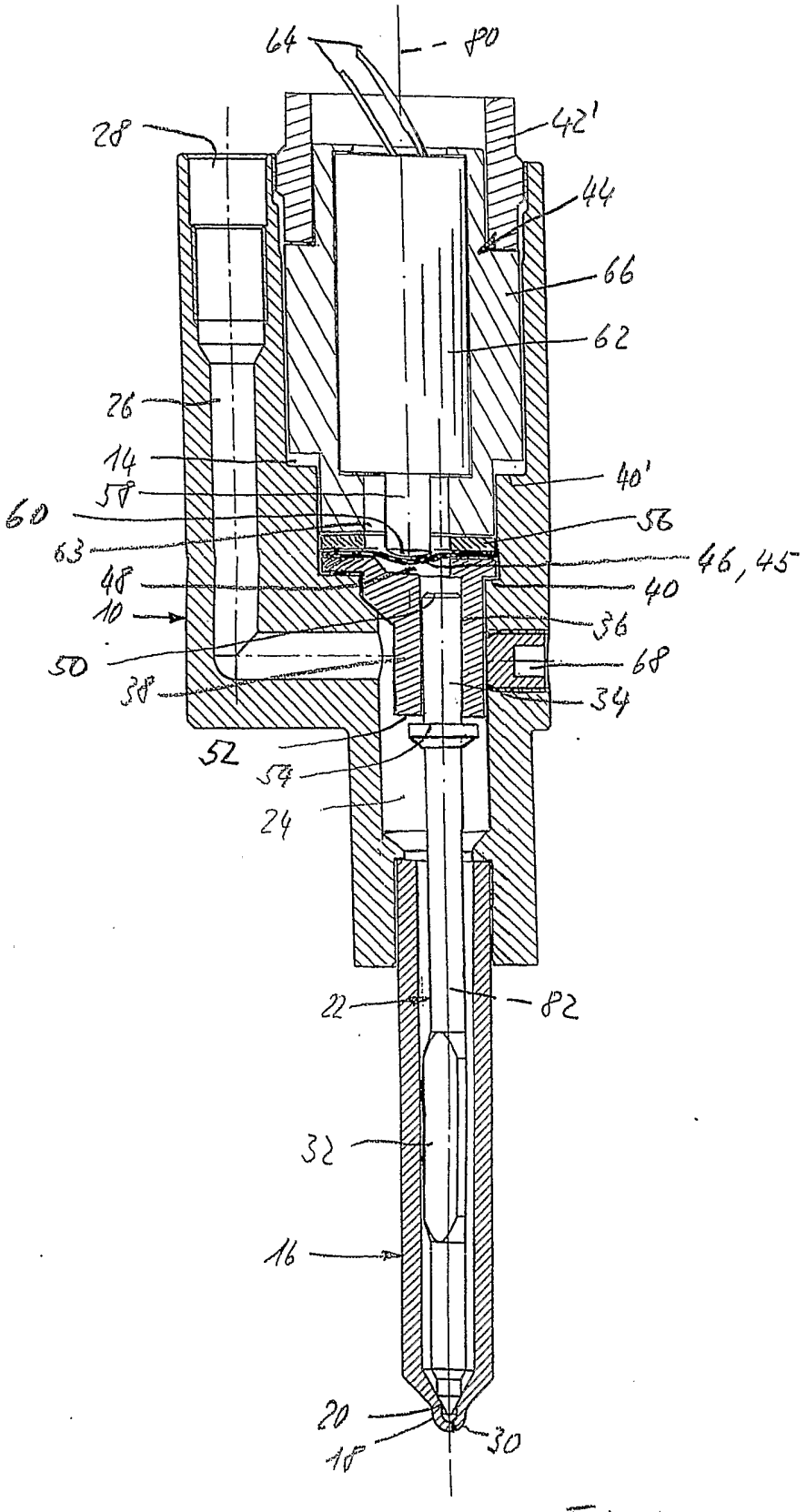

64
20
28
42'
44
66
62
26
14
58
40'
60
56
63
46, 45
48
40
10
36
50
68
38
34
52
54
24
22
82
32
16
20
30
18

Fig. 3

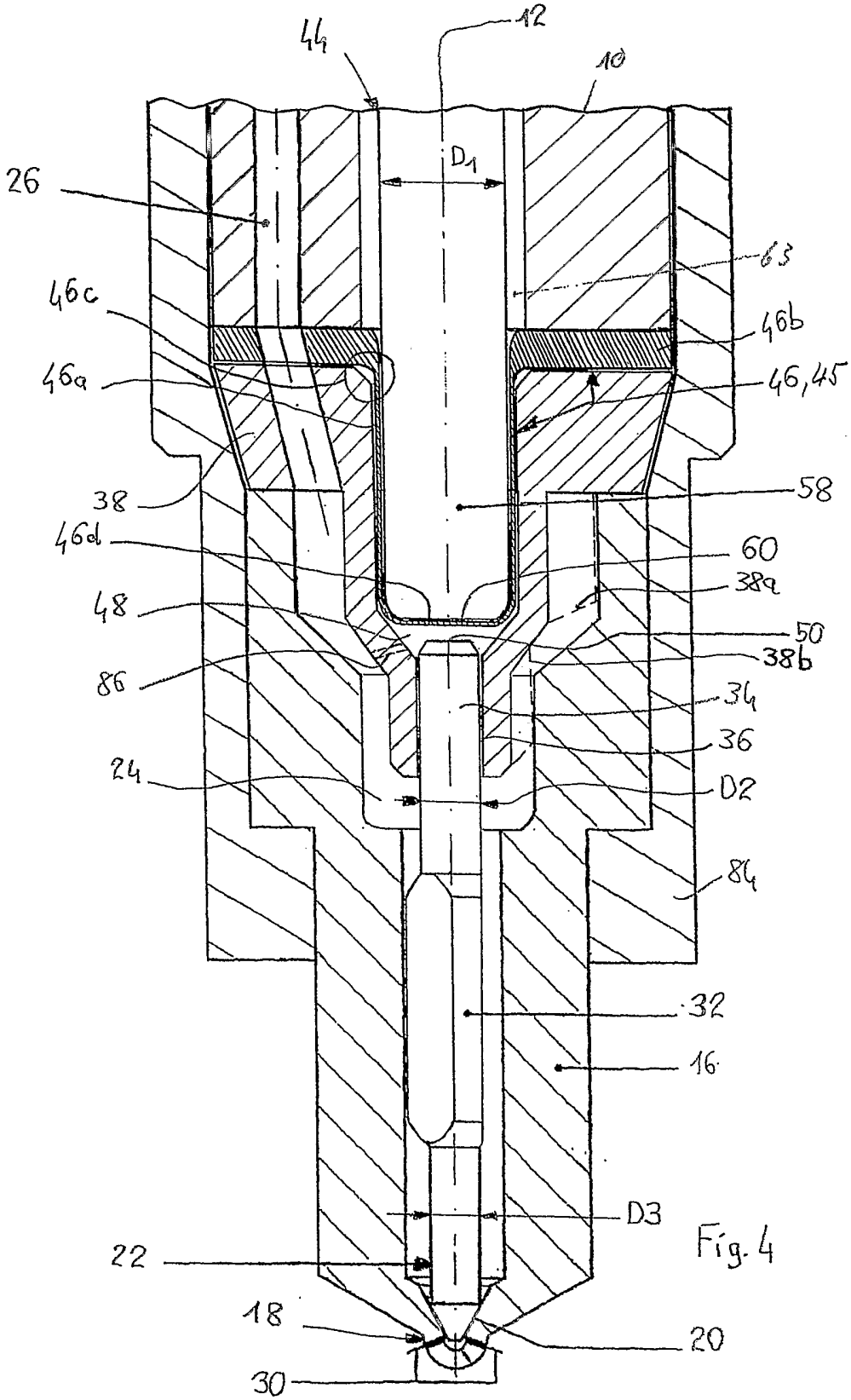

44
12
10
D1
26
63
46c
46b
46a
46,45
38
58
46d
60
38a
48
50
38b
86
34
36
24
D2
84
32
16
D3
22
18
20
30

Fig. 4

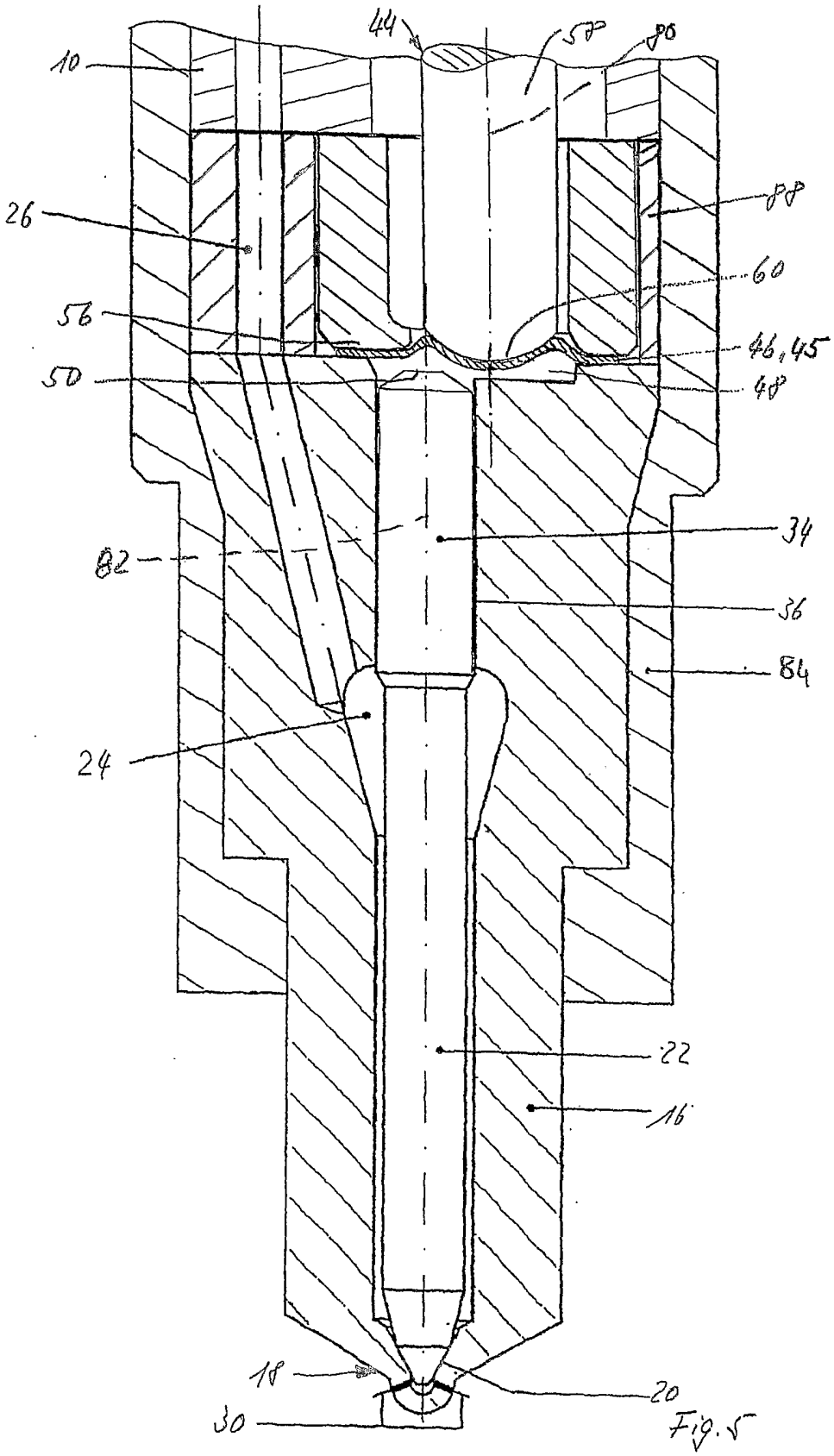


Fig. 5

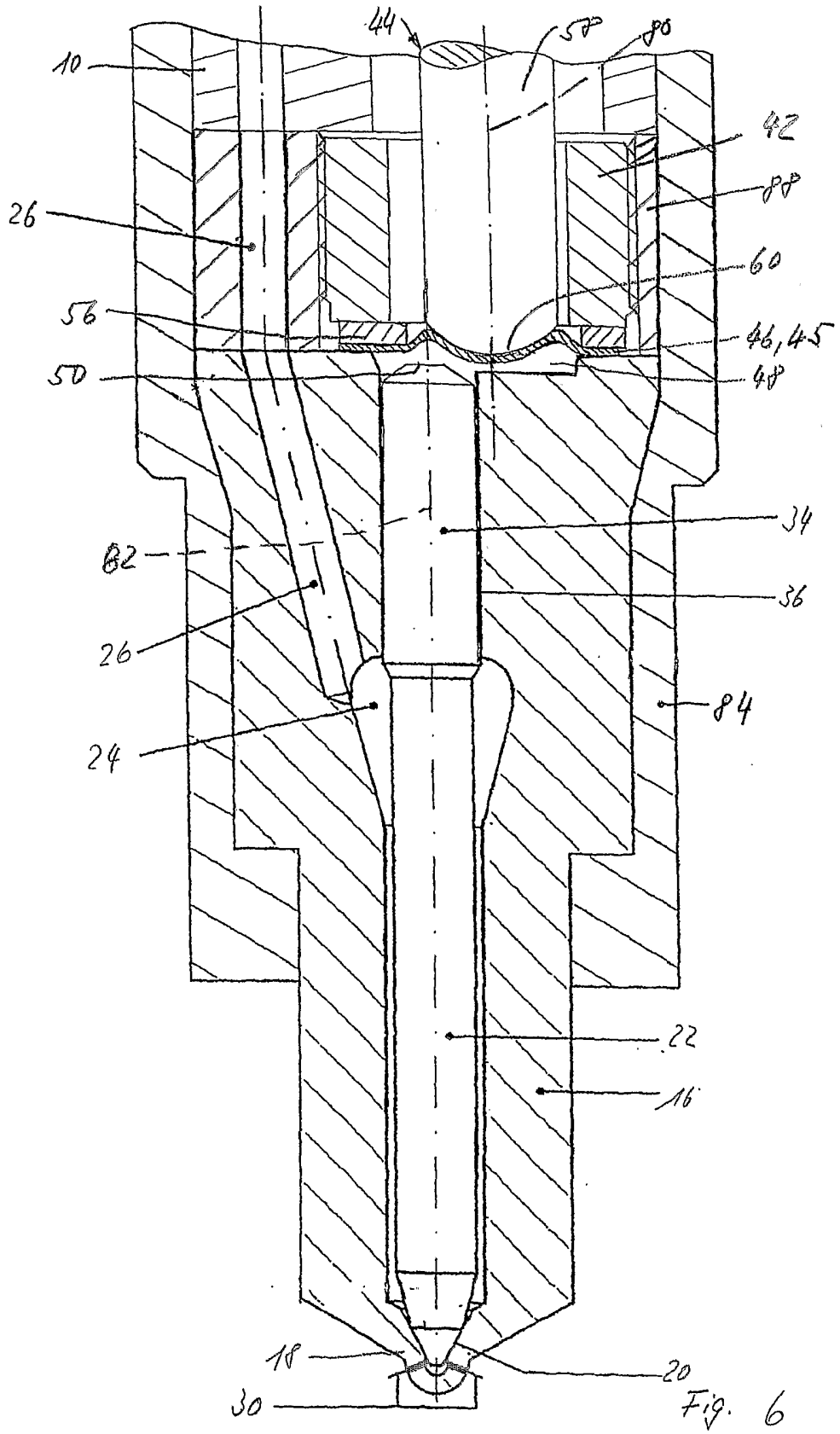


Fig. 6

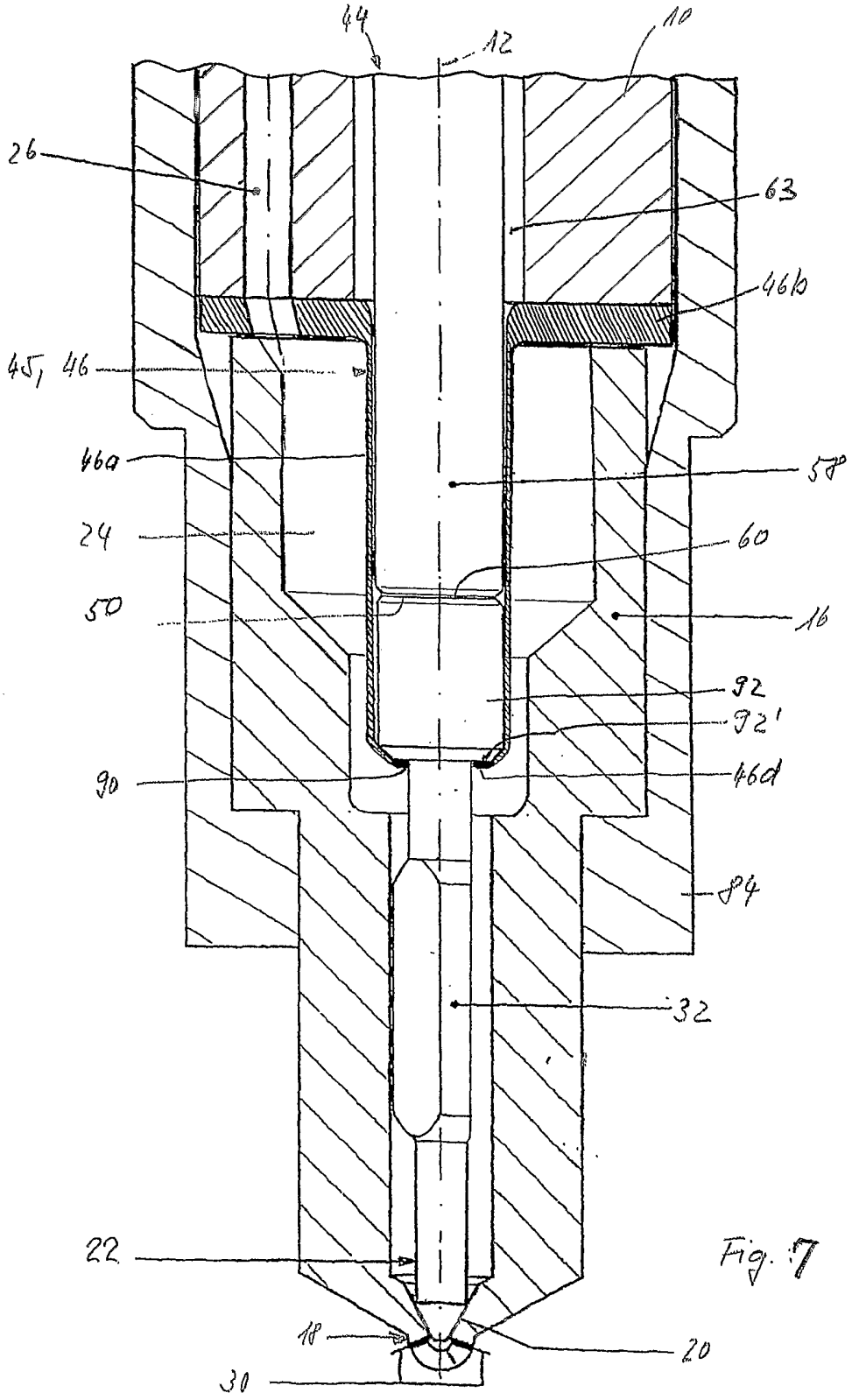

44
12
10
26
63
46b
45, 46
46a
58
24
60
50
16
92
92'
90
46d
84
32
22
18
20
30

Fig. 7

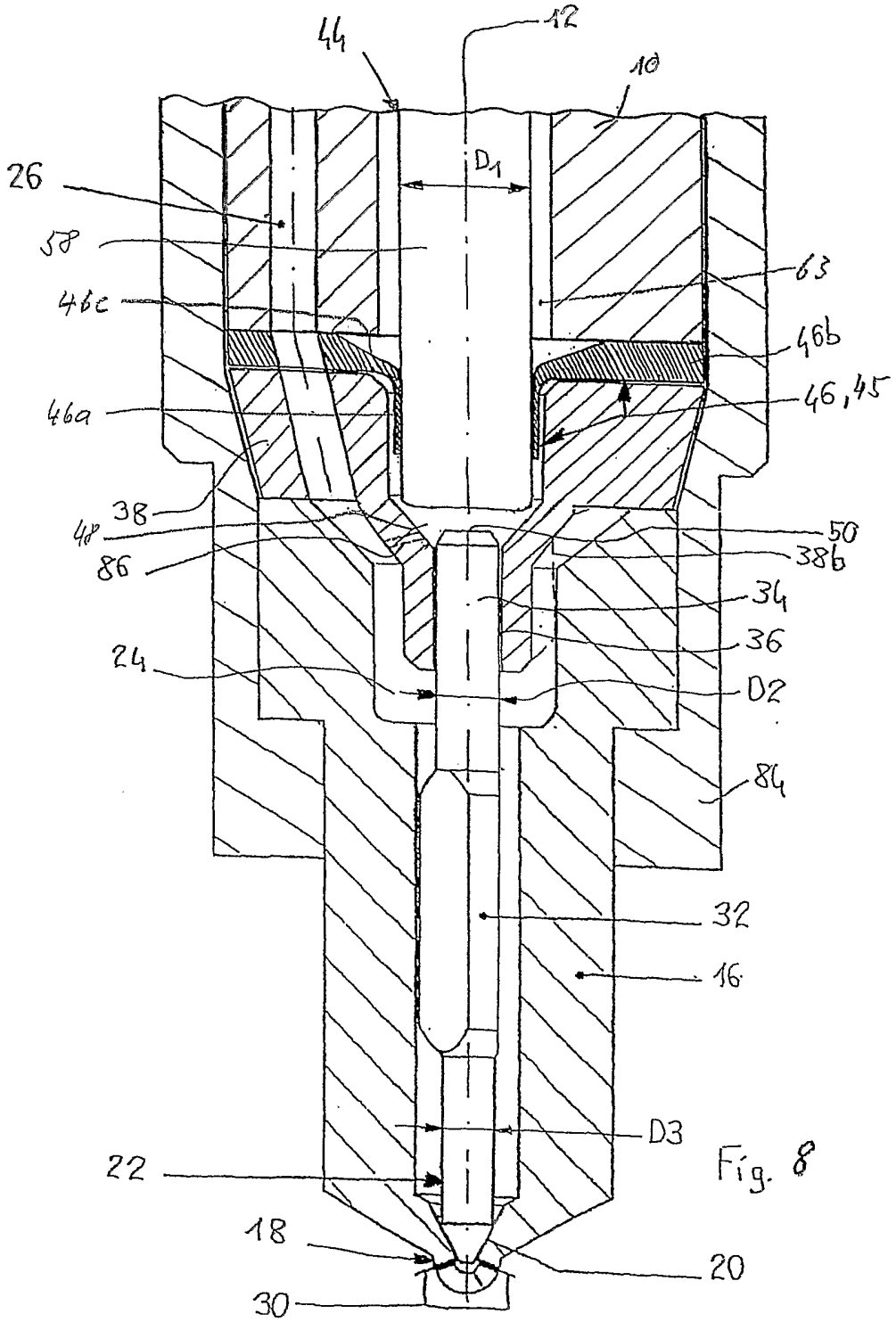

44
12
10
26
D1
58
63
46c
46b
46a
46,45
38
48
50
86
38b
34
36
24
D2
84
32
16
D3
22
18
20
30

Fig. 8

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/CH2004/000266

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 F02M61/12 F02M47/02 F02M47/04

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

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 Y	DE 199 42 816 A (DAIMLER CHRYSLER AG) 22 March 2001 (2001-03-22) column 4, line 9 - column 5, line 35; figures 1,3	1-3,6-9, 11,14 4,5,10
Y	EP 1 046 809 A (SIEMENS AG) 25 October 2000 (2000-10-25) abstract; figure 1	4,5
Y	EP 0 937 891 A (LUCAS IND PLC) 25 August 1999 (1999-08-25) abstract; figure 2	10
A	DE 198 02 495 A (BOSCH GMBH ROBERT) 24 December 1998 (1998-12-24) column 2, line 8 - line 59; figure 2	1-14

-/--

[X] Further documents are listed in the continuation of box C.

[X] 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	Date of mailing of the international search report
16 July 2004	11/08/2004

Name and mailing address of the ISA	Authorized officer
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	Schmitter, T

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (January 2004)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/CH2004/000266

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 5 697 554 A (AUWAERTER GERHARD ET AL) 16 December 1997 (1997-12-16) column 3, line 55 - column 4, line 24; figure 2 column 6, line 21 - line 53; figure 6	1-14

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/CH2004/000266

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 19942816 A	22-03-2001	DE 19942816 A1	22-03-2001
EP 1046809 A	25-10-2000	EP 1046809 A2	25-10-2000
		US 6311950 B1	06-11-2001
EP 0937891 A	25-08-1999	DE 69911670 D1	06-11-2003
		EP 0937891 A2	25-08-1999
		JP 11315770 A	16-11-1999
		US 6196472 B1	06-03-2001
DE 19802495 A	24-12-1998	DE 19802495 A1	24-12-1998
US 5697554 A	16-12-1997	DE 19500706 A1	18-07-1996
		CN 1133941 A ,B	23-10-1996
		GB 2296940 A ,B	17-07-1996
		JP 8233141 A	10-09-1996

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/CH2004/000266

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 F02M61/12 F02M47/02 F02M47/04

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
IPK 7 F02M

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 Y	DE 199 42 816 A (DAIMLER CHRYSLER AG) 22. März 2001 (2001-03-22) Spalte 4, Zeile 9 - Spalte 5, Zeile 35; Abbildungen 1,3	1-3,6-9, 11,14 4,5,10
Y	EP 1 046 809 A (SIEMENS AG) 25. Oktober 2000 (2000-10-25) Zusammenfassung; Abbildung 1	4,5
Y	EP 0 937 891 A (LUCAS IND PLC) 25. August 1999 (1999-08-25) Zusammenfassung; Abbildung 2	10
A	DE 198 02 495 A (BOSCH GMBH ROBERT) 24. Dezember 1998 (1998-12-24) Spalte 2, Zeile 8 - Zeile 59; Abbildung 2	1-14

-/--

[X] Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

[X] 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
"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche	Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
16. Juli 2004	11/08/2004
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

Formblatt PCT/ISA/210 (Blatt 2) (Januar 2004)

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/CH2004/000266

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie°	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	US 5 697 554 A (AUWAERTER GERHARD ET AL) 16. Dezember 1997 (1997-12-16) Spalte 3, Zeile 55 - Spalte 4, Zeile 24; Abbildung 2 Spalte 6, Zeile 21 - Zeile 53; Abbildung 6 -----	1-14

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/CH2004/000266

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
DE 19942816	A	22-03-2001	DE	19942816 A1	22-03-2001
EP 1046809	A	25-10-2000	EP	1046809 A2	25-10-2000
			US	6311950 B1	06-11-2001
EP 0937891	A	25-08-1999	DE	69911670 D1	06-11-2003
			EP	0937891 A2	25-08-1999
			JP	11315770 A	16-11-1999
			US	6196472 B1	06-03-2001
DE 19802495	A	24-12-1998	DE	19802495 A1	24-12-1998
US 5697554	A	16-12-1997	DE	19500706 A1	18-07-1996
			CN	1133941 A ,B	23-10-1996
			GB	2296940 A ,B	17-07-1996
			JP	8233141 A	10-09-1996