



Europäisches
Patentamt
European
Patent Office
Office européen
des brevets



(11)

EP 2 238 337 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
17.12.2014 Patentblatt 2014/51

(21) Anmeldenummer: **08865539.4**

(22) Anmeldetag: **17.12.2008**

(51) Int Cl.:
F02M 61/18 (2006.01) **F02M 61/10** (2006.01)
F02M 61/12 (2006.01) **F02M 61/16** (2006.01)
F02M 61/04 (2006.01)

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2008/067792

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2009/080671 (02.07.2009 Gazette 2009/27)

(54) BRENNSTOFFEINSPRITZVENTIL

FUEL INJECTION VALVE

SOUPAPE D'INJECTION DE CARBURANT

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MT NL NO PL PT
RO SE SI SK TR**

(30) Priorität: **21.12.2007 DE 102007062188
17.12.2008 DE 102008054840**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
13.10.2010 Patentblatt 2010/41

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

(72) Erfinder:
• **HEYSE, Joerg
74354 Besigheim (DE)**

- **HOPF, Wilhelm
74343 Sachsenheim (DE)**
- **LANDER, Juergen
70563 Stuttgart (DE)**
- **HOLZ, Dieter
71563 Affalterbach (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:
WO-A-02/06665 **WO-A-2007/073975
DE-A1- 19 546 428** **DE-A1- 19 653 832
DE-A1- 19 726 991** **DE-A1-102005 052 252
GB-A- 669 110**

EP 2 238 337 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

Stand der Technik

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

[0002] Aus der DE 196 36 396 A1 ist bereits ein Brennstoffeinspritzventil bekannt, bei dem stromabwärts der Ventilsitzfläche eine Lochscheibe vorgesehen ist, die eine Vielzahl von Abspritzöffnungen aufweist. Die günstigerweise zehn bis zwanzig Abspritzöffnungen befinden sich in einer Ebene der Lochscheibe, die senkrecht zur Ventillängsachse verläuft. Der größte Teil der Abspritzöffnungen ist schräg bzw. geneigt in der Lochscheibe eingebracht, so dass die Öffnungsachsen der Abspritzöffnungen keine Parallelität zur Ventillängsachse besitzen. Da die Neigungen der Abspritzöffnungen unterschiedlich gewählt werden können, ist eine Divergenz der abzuspritzenden Einzelstrahlen leicht erreichbar. Die Abspritzöffnungen sind beispielsweise durch Laserstrahlbohren in der Lochscheibe in einer weitgehend einheitlichen Größe eingebracht. Das Brennstoffeinspritzventil eignet sich besonders für Brennstoffeinspritzanlagen von gemischverdichtenden fremdgezündeten Brennkraftmaschinen.

[0003] Aus der DE 198 47 625 A1 ist bereits ein Brennstoffeinspritzventil bekannt, bei dem am stromabwärtsigen Ende eine schlitzförmige Austrittsöffnung vorgesehen ist. Die Austrittsöffnung ist entweder in einer Lochscheibe oder unmittelbar im Düsenkörper selbst ausgebildet. Die schlitzförmigen Austrittsöffnungen sind stets zentral an der Ventillängsachse eingebracht, so dass die Abspritzung des Brennstoffs achsparallel aus dem Brennstoffeinspritzventil heraus erfolgt. Stromaufwärts des Ventilsitzes ist eine Drallnut vorgesehen, die den zum Ventilsitz strömenden Brennstoff in eine kreisförmige Drehbewegung versetzt. Die flache Austrittsöffnung sorgt dafür, dass der Brennstoff fächerartig abgespritzt wird.

[0004] Bekannt ist zudem noch ein Brennstoffeinspritzventil zum direkten Einspritzen von Brennstoff in einen Brennraum einer Brennkraftmaschine aus der US 6,019,296 A, bei dem am stromabwärtsigen Ende eine schlitzförmige Austrittsöffnung vorgesehen ist, aus der Brennstoff unter einem Winkel zur Ventillängsachse austreten kann.

[0005] Aus der DE 10 2005 000 620 A1 ist bereits eine Multi-Fächerstrahl-Düse für ein Brennstoffeinspritzventil bekannt, die in einem zentralen Bereich eine kalottenförmige Auswölbung besitzt, in der z.B. eine Vielzahl von richtungsparallelen schlitzförmigen Abspritzöffnungen eingebracht sind. Anhand der Figuren 1 und 2 wird diese bekannte Fächerstrahl-Düse nachfolgend erläutert.

[0006] Aus der DE 196 53 832 A1 ist bereits ein Brennstoffeinspritzventil für Brennstoffeinspritzanlagen von Brennkraftmaschinen bekannt, das einen dünnwandigen Ventilsitzkörper mit einer daran ausgebildeten Ventilsitzfläche aufweist, die mit einem betätigbarer

Ventilschließkörper zur Ausbildung eines Dichtsitzes zusammenwirkt. Der Ventilsitzkörper und eine Spritzlochscheibe sind dabei einstückig aus einem flächigen, verformbaren Werkstück ausgebildet. Das Werkstück ist topfförmig so ausgeformt, dass es im Bereich der Ventilsitzfläche an dem nicht betätigten Ventilschließkörper im geschlossenen Zustand des Ventils dichtend anliegt und in einem Bereich stromabwärts der Ventilsitzfläche die zumindest eine Abspritzöffnung aufweisende Spritzlochscheibe bildet. Dieses Multifunktionswerkstück dient zudem der axialen Führung der Ventilnadel mit ihrem Ventilschließkörper.

Vorteile der Erfindung

[0007] Das erfindungsgemäße Brennstoffeinspritzventil mit den kennzeichnenden Merkmalen des Hauptanspruchs hat den Vorteil, dass eine sehr hohe Funktionsintegration in einer erfindungsgemäßen Ventilhülse höchster Präzision erreicht ist. Die Ventilhülse ist dabei als Multifunktionshülse ausgeführt, da sie sowohl den Ventilsitz trägt als auch die Ventilnadel während ihrer Axialbewegung an der inneren Wandung führt. Neben den Funktionen Nadelführung, Kraftstoffdurchlass und Dichtheit ist auch die Funktion Gemischaufbereitung in der Multifunktionshülse integriert. Am stromabwärtsigen Ende der präzisionstiefegezogenen Ventilhülse sind in einem gewölbten Bodenbereich Abspritzöffnungen unmittelbar eingebracht. Bei einer großen Anzahl von Abspritzöffnungen, insbesondere von richtungsparallelen Abspritzschlitzen, ist die Rissgefahr der Materialstege zwischen zwei benachbarten Abspritzöffnungen deutlich reduziert. Erfindungsgemäß wird auf eine dünne Lochscheibe und ein Umformen einer solchen Lochscheibe nach dem Einbringen der Abspritzöffnungen ganz verzichtet. Stattdessen besitzt das Brennstoffeinspritzventil in der Ventilhülse selbst unmittelbar die Abspritzöffnungen. Das Einbringen der Abspritzöffnungen erfolgt dabei grundsätzlich erst nach dem Umformen der Ventilhülse. Die Gefahr des Reißens der Stege zwischen den Abspritzöffnungen ist damit deutlich reduziert.

[0008] Mit den so eingebrachten Abspritzöffnungen wird auf einfache Art und Weise eine gleichmäßige Feinstzerstäubung des Brennstoffs erreicht, wobei eine besonders hohe Aufbereitungsqualität und Zerstäubungsgüte mit sehr kleinen Fluidtröpfchen erzielt wird. In idealer Weise besitzt die Ventilhülse so viele Abspritzöffnungen, dass sie wie eine Multi-Fächerstrahl-Düse am stromabwärtsigen Ende des Brennstoffeinspritzventils wirken kann, so dass aus der Ventilhülse eine Vielzahl von räumlich versetzten Fächerstrahlen austreten, die Lamellenpakete bilden, wobei sich die einzelnen Flüssigkeitslamellen divergent zueinander bewegen und eine Lufteinsaugung zwischen den Fächerstrahlen ermöglichen. Auf diese Weise sind Brennstoffsprays mit extrem kleinen Brennstofftröpfchen mit einem Sauter Mean Diameter (SMD) von ca. 20 μm abspritzbar. Insofern kann sehr wirkungsvoll die HC-Emission der Brennkraftma-

schine deutlich reduziert werden.

[0009] Durch die in den Unteransprüchen aufgeführten Maßnahmen sind vorteilhafte Weiterbildungen und Verbesserungen des im Anspruch 1 angegebenen Brennstoffeinspritzventils möglich.

[0010] Das Design der erfindungsgemäßen Ventilhülse bietet die nötigen geometrischen Freiheitsgrade zur variantenabhängigen Richtungs- und Auffächerungssteuerung der einzelnen Fächerstrahlen. Mit den vorhandenen Geometrieparametern lässt sich die Strahlsteuerung sehr gut beherrschen.

[0011] Um eine hohe Präzision der Tiefziehteile sicherzustellen, ist der Tiefziehprozess dahingehend angepasst, dass in Nachbarbereichen von Bereichen mit hoher Präzisionsforderung Freiformflächen vorgesehen sind, die als Stoffüberlauf dienen, womit Prozessschwankungen ausgeglichen werden können. Eine weitere Möglichkeit der Präzisionsverbesserung ist eine lokale Erwärmung (Laser, Induktion, Widerstandswärme, Reibung, chemische Reaktion) der Ventilhülse während des Tiefziehprozesses. Durch Plattieren eines höherwertigen Werkstoffs auf den Werkstoff der Ventilhülse können lokale Eigenschaftsverbesserungen bzgl. Härte, Festigkeit, Härbarkeit, Verschleiß, Elastizität usw. erreicht werden.

[0012] Für höchste Dichtheiten und besondere Festigkeitsanforderungen bzw. aus Verschleißgründen können gezielt angepasste Nachbearbeitungsverfahren angewendet werden. Die Ventilsitzfläche wird beispielsweise in einer Finishbearbeitung mittels Ringhonen mit gebundenem Korn auf die gewünschte Oberflächenqualität gebracht und mittels Laser gehärtet. Indem die Ventilsitzfläche umlaufend wulstartig nach innen hervorsteht, muss nur die dem Dichtsitz dienende Wulstspitze exakt bearbeitet werden.

[0013] Durch entsprechende Prägeprozesse in einer geeigneten Ziehstufe kann eine lokale Anpassung der Wandstärke erreicht werden, die eine wirtschaftliche Herstellung der Abspritzöffnungen für eine optimierte Gemischaufbereitung ermöglicht.

[0014] Die Abspritzöffnungen werden nach dem Tiefziehprozess der Ventilhülse insbesondere mittels der Ultra-Kurzpuls-Lasertechnik eingebracht. Diese Lasertechnik ermöglicht die lasertechnische Herstellung von Abspritzöffnungen in ausreichend genauer Querschnittspräzision, die z.B. zum Abspritzen von Flüssigkeitslamellen in Multi-Fächerstrahlform erforderlich ist.

Zeichnung

[0015] Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in der Zeichnung vereinfacht dargestellt und in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Es zeigen

Figur 1 ein teilweise dargestelltes Ventil in der Form eines Brennstoffeinspritzventils mit einem Ausführungsbeispiel einer bekannten Multi-Fächerstrahl-Düse in einer Seitenansicht,

Figur 2 das Ventilende mit der Multi-Fächerstrahl-Düse gemäß Figur 1 in einer um 90° gedrehten Seitenansicht,

Figur 3 ein Ventilende eines ersten erfindungsgemäßen Brennstoffeinspritzventils,

Figur 4 einen Schnitt durch das stromabwärtige Ende des Brennstoffeinspritzventils entlang der Linie IV-IV in Figur 3,

Figur 5 eine vergrößerte Darstellung von geschlitzten Abspritzöffnungen in einer Ventilhülse und

Figur 6 ein Ventilende eines zweiten erfindungsgemäßen Brennstoffeinspritzventils.

Beschreibung der Ausführungsbeispiele

[0016] In der Figur 1 ist als ein Ausführungsbeispiel ein Ventil in der Form eines Einspritzventils für Brennstoffeinspritzanlagen von gemischverdichtenden fremdgezündeten Brennkraftmaschinen teilweise dargestellt.

Das Brennstoffeinspritzventil hat einen nur schematisch angedeuteten, einen Teil eines Ventilgehäuses bildenden, rohrförmigen Ventilsitzträger 1, in dem konzentrisch zu einer Ventillängsachse 2 eine Längsöffnung 3 ausgebildet ist. In der Längsöffnung 3 ist eine z. B. rohrförmige Ventilnadel 5 angeordnet, die an ihrem stromabwärtigen Ende 6 mit einem z. B. kugelförmigen Ventilschließkörper 7, an dessen Umfang beispielsweise fünf Abflachungen 8 zum Vorbeiströmen des Brennstoffs vorgesehen sind, fest verbunden ist.

[0017] Die Betätigung des Brennstoffeinspritzventils erfolgt in bekannter Weise, beispielsweise elektromagnetisch. Eine Betätigung des Brennstoffeinspritzventils mit einem piezoelektrischen oder magnetostriktiven Aktor ist jedoch ebenso denkbar. Zur axialen Bewegung der Ventilnadel 5 und damit zum Öffnen entgegen der Federkraft einer nicht dargestellten Rückstellfeder bzw. Schließen des Brennstoffeinspritzventils dient ein schematisch angedeuteter elektromagnetischer Kreis mit einer Magnetspule 10, einem Anker 11 und einem Kern 12. Der Anker 11 ist mit dem dem Ventilschließkörper 7 abgewandten Ende der Ventilnadel 5 durch z.B. eine mittels eines Lasers ausgebildete Schweißnaht verbunden und auf den Kern 12 ausgerichtet.

[0018] In dem stromabwärts liegenden Ende des Ventilsitzträgers 1 ist ein Ventilsitzkörper 16 z.B. durch Schweißen dicht montiert. An der dem Ventilschließkörper 7 abgewandten, unteren Stirnseite 17 des Ventilsitzkörpers 16 ist eine Lochscheibe 23 in der Form einer Multi-Fächerstrahl-Düse als Zerstäubereinrichtung befestigt. Die Verbindung von Ventilsitzkörper 16 und Lochscheibe 23 erfolgt beispielsweise durch eine umlaufende und dichte, mittels eines Lasers ausgebildete Schweißnaht 26, die z.B. an der Stirnseite 17 oder am äußeren Umfang von Ventilsitzkörper 16 und Lochscheibe 23 vorgesehen ist. Zur sicheren Befestigung der sehr dünnen Lochscheibe 23 am Ventilsitzkörper 16 wird die Lochscheibe 23 von einer Stützscheibe 25 untergriffen. Die Stützscheibe 25 ist dabei ringförmig ausgeführt, um

einen mittleren kalottierten bzw. ausgewölbten kuppenartigen Düsenbereich 28 der Lochscheibe 23 in einer inneren Öffnung aufzunehmen.

[0019] In dem Ventilsitzkörper 16 ist stromabwärts einer Ventilsitzfläche 29 eine Austrittsöffnung 27 vorgesehen, von der aus der abzuspritzende Brennstoff in einen Strömungshohlraum 24 eintritt, der durch die gewölbte oder kalottierte Ausbildung des Düsenbereichs 28 der Lochscheibe 23 gebildet ist. Dabei weist die Lochscheibe 23 z.B. im Bereich der Ventillängsachse 2 ihren größten Abstand zur Stirnseite 17 auf, während im Bereich der Schweißnaht 26 die Lochscheibe 23 als Scheibe ohne Wölbung unmittelbar am Ventilsitzkörper 16 anliegt und durch die Stützscheibe 25 stabilisiert ist.

[0020] In der Lochscheibe 23 und insbesondere in deren Düsenbereich 28 ist eine Vielzahl von sehr kleinen Abspritzöffnungen 30 vorgesehen, die schlitzförmig ausgebildet sind und richtungsparallel verlaufen. Die Abspritzöffnungen 30 weisen eine Schlitzbreite von jeweils ca. 20 bis 50 μm und eine Schlitzlänge von bis zu 150 μm auf, so dass Brennstoffsprays mit extrem kleinen Brennstofftröpfchen mit einem Sauter Mean Diameter (SMD) von ca. 20 μm abspritzbar sind. Auf diese Weise kann sehr wirkungsvoll die HC-Emission der Brennkraftmaschine deutlich gegenüber bekannter Einspritzanordnungen reduziert werden. Pro Lochscheibe 23 sind zwischen zwei und sechzig Abspritzöffnungen 30 vorgesehen, wobei eine Anzahl von acht bis vierzig Abspritzöffnungen 30 optimale Zerstäubungsergebnisse bringt.

[0021] Figur 2 zeigt das stromabwärtige Ventilende des Brennstoffeinspritzventils mit der Lochscheibe 23 gemäß Figur 1 in einer um 90° gedrehten Seitenansicht. Dabei wird besonders deutlich, dass der mittlere Düsenbereich 28 eine langgestreckte elliptische Form hat. Während das abgespritzte Brennstoffspray in seiner Längsausrichtung gemäß Figur 1 z.B. einen Außenwinkel β mit ca. 15° besitzt, ist ein Außenwinkel α des Brennstoffsprays in seiner Querausrichtung gemäß Figur 2 ca. 30° groß.

[0022] Die Figuren 1 und 2 sind der DE 10 2005 000 620 A1 entnommen und zeigen insofern eine bekannte Multi-Fächerstrahl-Düse 23. Der mittlere Düsenbereich 28 mit den Abspritzöffnungen 30 wird nach der galvanischen Herstellung der Scheibe prägetechnisch ausgeformt. Dabei können Prägewerkzeuge zur Herstellung des Düsenbereichs 28 der Lochscheibe 23 zum Einsatz kommen, die entweder kreisringförmig bzw. teilkreisringförmig oder elliptisch bzw. teilelliptisch ausgeführt sind (Figuren 10 und 11 der DE 10 2005 000 620 A1). Dabei wird die Wölbung des Düsenbereichs 28 konvex in Abspritzrichtung zeigend ausgeformt. Bei dieser bekannten Lösung des elliptisch ausgewölbten Düsenbereichs 28 kann das nachteilige Problem auftreten, dass die Materialstege zwischen jeweils zwei benachbarten schlitzförmigen Abspritzöffnungen 30 beim mechanischen Umformen, also dem Einformen der beulentypischen Wölbung des Düsenbereichs 28, reißen können. In negativer Weise kann es so zu erheblichen Abweichungen vom ge-

wünschten Strahlbild bzw. von der abzugebenden Brennstoffmenge kommen. Gefährdete enge Schlitzabstände treten besonders bei Auslegungen der Lochscheibe 23 auf, bei denen eine große Durchflussmenge und eine große Anzahl von Abspritzöffnungen 30 gewünscht sind.

[0023] Figur 3 zeigt ein Ventilende eines erfindungsgemäßen Brennstoffeinspritzventils, bei dem auf eine Lochscheibe 23 ganz verzichtet wird. Bei dieser erfindungsgemäßen Ausführung ist die Rissbildungsgefährdung deutlich reduziert, da die schlitzförmigen Abspritzöffnungen 30 erst nach dem Umformen einer Ventilhülse 35, die insbesondere durch Tiefziehen hergestellt wird, in diese eingebracht werden. Die Ventilhülse 35 umfasst dabei verglichen mit dem Figur 1 gezeigten Brennstoffeinspritzventil die Bauteile Ventilsitzträger 1 und Ventilsitzkörper 16, wobei die Ventilsitzfläche 29 unmittelbar an der inneren Wandung der Ventilhülse 35 mitausgeformt ist. Die Ventilsitzfläche 29 wird beispielsweise mittels Ringhonen auf die gewünschte Oberflächenqualität gebracht und mittels Laser gehärtet.

[0024] Die Ventilhülse 35 ist insofern als Multifunktionshülse ausgeführt, da sie sowohl den Ventilsitz 29 trägt als auch die Ventilnadel 5 während ihrer Axialbewegung an der inneren Wandung führt. Die Ventilnadel 5 ist an ihrem stromabwärtigen Ende, das als Ventilschließkörper 7 fungiert, ohne die an sich bekannten Abflachungen 8 (Figur 1) zum Vorbeiströmen des Brennstoffs ausgebildet und verläuft stattdessen fortgesetzt hohlzylindrisch. Dagegen weist die Ventilhülse 35 über ihren stromabwärtigen Umfangsbereich mehrere stegförmige Führungsbereiche 36 auf, die radial nach innen verschoben gegenüber dem zylindrischen Verlauf der Ventilhülse 35 vorliegen und die zur Führung der Ventilnadel 5 dienen. In idealer Weise sind die Führungsbereiche 36 in der Ventilhülse 35 in ungerader Anzahl eingeprägt, also z.B. in einer Anzahl von drei oder fünf, wie dies aus der Schnittdarstellung durch das untere Ende der Ventilhülse 35 in Figur 4 zu erkennen ist. Am Außenumfang der Ventilhülse 35 ergeben sich in den Bereichen der nach innen gerichteten Führungsbereiche 36 Vertiefungen 41, da das Material der Ventilhülse 35 an diesen Stellen nach innen verdrückt, verschoben, eingeprägt o.ä. wird. Durch die Anordnung der über den Umfang verteilten Führungsbereiche 36 entstehen dazwischen in entsprechender Anzahl Strömungskanäle 40, die der Brennstoffweiterleitung zur Ventilsitzfläche 29 dienen. Die Ventilnadel 5 ist z.B. ebenso wie die Ventilhülse 35 mittels Tiefziehen hergestellt.

[0025] Als besonderer Teil der Funktionsintegration in der Ventilhülse 35 ist am stromabwärtigen Ende die tiefgezogene Ventilhülse 35 mit einer Wölbung 37 versehen, in der die insbesondere schlitzförmigen Abspritzöffnungen 30 unmittelbar eingebracht sind. Die Wölbung 37 der Ventilhülse 35 ist im Ausführungsbeispiel rotationssymmetrisch kalottenförmig ausgeführt, sie kann auch abweichend davon z.B. paraboloidförmig und von ihrer Grundfläche elliptisch statt kreisförmig sein. Die Abspritz-

zöffnungen 30 werden nach dem Tiefziehprozess mittels der Ultra-Kurzpuls-Lasertechnik eingebracht. Diese Lasertechnik ermöglicht erstmals die lasertechnische Herstellung von Abspritzöffnungen 30 in ausreichend genauer Querschnittspräzision, die zum Abspritzen von Flüssigkeitslamellen in Multi-Fächerstrahlform (siehe Figur 1) erforderlich ist. Die schlitzförmigen Abspritzöffnungen 30 können mittels der Lasertechnik senkrecht oder schräg zur Oberflächennormalen der gewölbten Ventilhülse 35 eingefertigt werden. Werden beide gegenüberliegenden Schlitzlängswandungen schräg und richtungsparallel zueinander eingebracht, kann die Mittelachse des austretenden Fächerstrahls unabhängig von der Form der Wölbung 37 gegenüber der Oberflächennormalen der Wölbung 37 gekippt werden.

[0026] In Figur 5 ist eine vergrößerte Darstellung von geschlitzten Abspritzöffnungen 30 in einer Ventilhülse 35 gezeigt. Dabei wird deutlich, dass in vorteilhafter Weise die Schlitzwandungen, die in Schlitzlängsrichtung verlaufen, nicht exakt richtungsparallel zueinander ausgerichtet die Abspritzöffnungen 30 begrenzen, sondern entsprechend einem einzustellenden Fächerstrahl-Auffächerungswinkel in Abspritzrichtung auseinander divergieren. Anstelle der gezeigten planaren Wandungen der Abspritzöffnungen 30 können diese auch konvex/konkav gewölbt sein. Das spezifische Ausrichten des Lasers zur Erzeugung dieser Wandungen kann durch Umlenken des Laserstrahls über kippbare Spiegel erfolgen.

[0027] Die Abspritzöffnungen 30 können die Querschnittsform eines Rechtecks, einer Ellipse bzw. einer Linse o.ä. haben. Zwei benachbarte Abspritzöffnungen 30 weisen z.B. einen Abstand von ca. 40 bis 60 μm auf.

[0028] In der tiefgezogenen Ventilnadel 5 kann zusätzlich zu den schlitzförmigen Abspritzöffnungen 30 der Ventilhülse 35 eine ebenfalls schlitzförmige Struktur stromaufwärts des Ventilsitzes 29 vorgesehen sein, die als Filter 38 dient und z.B. mittels Laser hergestellt wird.

[0029] Figur 6 zeigt ein Ventilende eines zweiten erfundungsgemäßen Brennstoffeinspritzventils, bei dem auf eine Lochscheibe 23 ganz verzichtet wird. Gegenüber dem in Figur 3 gezeigten Ausführungsbeispiel unterscheidet sich diese Ausführung insbesondere in der Ausgestaltung der Ventilnadel 5 bzw. des Ventilschließkörpers 7 sowie in der Ausbildungen der Abspritzöffnungen 30. Es soll mit dem in Figur 6 gezeigten Ausführungsbeispiel verdeutlicht werden, dass die insbesondere durch Tiefziehen ausgeformte Ventilhülse 35 auch eine an sich bekannte Ventilnadel 5 mit einem kugelförmigen Ventilschließkörper 7 aufnehmen kann. Die Kombination der hochpräzisen Ventilhülse 35 mit einem weichen, hohenlastischen Ventilschließkörper 7, der sich an den umgeformten Ventilsitz 29 anpasst, führt zu einem verbesserten und kostengünstigen Dichtsitz. Die Ventilhülse 35 übernimmt wiederum die Funktionen eines Ventilsitzträgers und zugleich des Ventilsitzkörpers, wobei die Ventilsitzfläche 29 unmittelbar an der inneren Wandung der Ventilhülse 35 mitausgeformt ist.

[0030] Die Ventilhülse 35 ist als Multifunktionshülse

ausgeführt, da sie sowohl den Ventilsitz 29 trägt als auch die Ventilnadel 5 während ihrer Axialbewegung an der inneren Wandung führt. Neben den Funktionen Nadelführung, Kraftstoffdurchlass und Dichtheit ist auch die Funktion Gemischaufbereitung in der Multifunktionshülse integriert. Am stromabwärtigen Ende der präzisions-tiefgezogenen Ventilhülse 35 sind in einem z.B. gewölbten Bodenbereich die Abspritzöffnungen 30 unmittelbar eingebracht. Die Abspritzöffnungen 30 können dabei neben der zuvor beschriebenen schlitzförmigen Ausgestaltung auch kreisförmig oder mehreckig ausgebildet sein. Die Abspritzöffnungen 30 werden nach dem Tiefziehprozess mittels der Ultra-Kurzpuls-Lasertechnik eingebracht.

[0031] Um eine hohe Präzision der Tiefziehteile sicherzustellen, ist der Tiefziehprozess dahingehend angepasst, dass in Nachbarbereichen von Bereichen mit hoher Präzisionsforderung Freiformflächen vorgesehen sind, die als Stoffüberlauf dienen, womit Prozessschwankungen ausgeglichen werden können. Eine weitere Möglichkeit der Präzisionsverbesserung ist eine lokale Erwärmung (Laser, Induktion, Widerstandswärmeung, Reibung, chemische Reaktion) der Ventilhülse 35 während des Tiefziehprozesses. Des weiteren werden durch geeignete Materialauswahl und gezielte thermomechanische Behandlung der Einfluss von Eigenspannungen und Textur weitgehend reduziert. Dies kann durch eine Schlussglühung mit anschließendem Kalibrierarbeitsgang und/oder den Einsatz von texturfreiem Blech oder Blech mit rotationssymmetrischer Textur erfolgen. Durch Plattieren, das Aufbringen eines Zusatzwerkstoffes, eines höherwertigen Werkstoffes auf den Werkstoff der Ventilhülse 35 können lokale Eigenschaftsverbesserungen bzgl. Härte, Festigkeit, Härtbarkeit, Verschleiß, Elastizität usw. erreicht werden.

[0032] Für höchste Dichttheiten und besondere Festigkeitsanforderungen bzw. aus Verschleißgründen können gezielt angepasste Nachbearbeitungsverfahren angewendet werden. Die Ventilsitzfläche 29 wird beispielsweise in einer Finishbearbeitung mittels Ringhonen mit gebundenem Korn auf die gewünschte Oberflächenqualität gebracht und mittels Laser gehärtet. Der Schleifstift ist dabei so ausgelegt, dass der Ventilsitz 29 und der Nadelführungsreich in einem einzigen Arbeitsgang bearbeitet werden, so dass ein sehr guter Rundlauf zwischen Ventilsitz 29 und Führung erreicht wird. Aufgrund der präzisen Vorbearbeitung ist auch jederzeit eine wirtschaftliche Nachbearbeitung mit den gängigen Feinbearbeitungsverfahren (Schleifen, Läppen, Prägen, EDM, ECM, Laserbearbeitung, Elektronenstrahlbearbeitung usw.) möglich. Die Innenkontur der Ventilhülse 35 wird z.B. präzise durch μ -ECM bearbeitet, indem die Kontur mit der Elektrode angetastet wird, um den ECM-Prozess durchführen zu können. Indem die Ventilsitzfläche 29, wie in den Figuren 3 bis 5 gezeigt, umlaufend wulstartig nach innen hervorsteht, muss nur die dem Dichtsitz dienende Wulstspitze exakt bearbeitet werden. Durch eine flexible Aufspannung der Ventilhülse kann erreicht wer-

den, dass sich die Innenkontur der Ventilhülse 35 am Schleifstift ausrichtet, so dass durch das Tiefziehen verursachte Lageabweichungen zwischen Innen- und Außenkontur ausgeglichen werden. Für die Herstellung des Aufpressdurchmessers wird die Ventilhülse 35 vorzugsweise an der Innenkontur ausgerichtet, um eine lagegerechte Montage der Ventilhülse 35 am Brennstoffeinspritzventil zu ermöglichen.

[0033] Durch entsprechende Prägeprozesse in einer geeigneten Ziehstufe kann eine lokale Anpassung der Wandstärke erreicht werden, die eine wirtschaftliche Herstellung der Gemischaufbereitung ermöglicht. Die Herstellung der Abspritzöffnungen 30 kann durch alle gängigen Verfahren, wie Bohren, Stanzen, Laserbohren, EDM, ECM, EDCM, Ionenstrahl, Elektronenstrahl erfolgen.

Patentansprüche

1. Brennstoffeinspritzventil für Brennstoffeinspritzanlagen von Brennkraftmaschinen, mit einer Ventillängsachse (2), mit einem festen Ventilsitz (29), mit einem mit dem Ventilsitz (29) zusammenwirkenden Ventilschließkörper (7), der entlang der Ventillängsachse (2) axial bewegbar ist, und mit stromabwärts des Ventilsitzes (29) angeordneten Abspritzöffnungen (30), wobei das Brennstoffeinspritzventil eine Ventilhülse (35) umfasst, die an ihrem stromabwärtigen Ende mit einer Wölbung (37) versehen ist, in der die Abspritzöffnungen (30) unmittelbar eingebracht sind, wobei der Ventilsitz (29) an der inneren Wandung der Ventilhülse (35) mitausgeformt ist, und wobei die Ventilhülse (35) mit mehreren über den Umfang beabstandeten und radial nach innen gerichteten Führungsbereichen (36) ausgeformt ist, die der Führung einer Ventilnadel (5) dienen, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Führungsbereiche (36) stegförmig ausgebildet sind, dass sich am Außenumfang der Ventilhülse (35) in den Bereichen der nach innengerichteten Führungsbereiche (36) Vertiefungen (41) ergeben, die damit die Abmaße von auf der Innenseite entstehenden Strömungskanälen (40) festlegen und dass die Abspritzöffnungen (30) schlitzförmig ausgeformt sind.
2. Brennstoffeinspritzventil nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet,** dass die Wölbung (37) rotationssymmetrisch kalottenförmig oder paraboloidförmig ausgebildet ist.
3. Brennstoffeinspritzventil nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet,** dass die Schlitzwandungen der Abspritzöffnungen (30), die in Schlitzlängsrichtung verlaufen, in Abspritzrichtung auseinander divergieren.

4. Brennstoffeinspritzventil nach Anspruch 1 oder 3, **dadurch gekennzeichnet,** dass die Abspritzöffnungen (30) senkrecht oder schräg zur Oberflächennormalen der Wölbung (37) der Ventilhülse (35) eingeformt sind.
5. Brennstoffeinspritzventil nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet,** dass die Ventilhülse (35) mittels Tiefziehen umgeformt ist und erst nach dem Umformen das Einbringen der Abspritzöffnungen (30) erfolgt.
6. Brennstoffeinspritzventil nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet,** dass die Öffnungskonturen der Abspritzöffnungen (30) mittels Ultra-Kurzpuls-Lasertechnik eingebracht sind.
7. Brennstoffeinspritzventil nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet,** dass der Ventilschließkörper (7) an einer Ventilnadel (5) ausgeformt ist, wobei die Ventilnadel (5) durch Tiefziehen hergestellt ist.
8. Brennstoffeinspritzventil nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet,** dass in der Ventilnadel (5) eine schlitzförmige Struktur eingebracht ist, die als Filter (38) dient.
9. Brennstoffeinspritzventil nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet,** dass die Schlitzwandungen der Abspritzöffnungen (30), die in Schlitzlängsrichtung verlaufen, entsprechend einem einzustellenden Fächerstrahl-Auffächerungswinkel in Abspritzrichtung auseinander divergieren.

Claims

1. Fuel injection valve for fuel injection systems of internal combustion engines, having a valve longitudinal axis (2), having a fixed valve seat (29), having a valve closing body (7) which interacts with the valve seat (29) and can be moved axially along the valve longitudinal axis (2), and having ejection openings (30) which are arranged downstream of the valve seat (29), the fuel injection valve comprising a valve sleeve (35) which is provided at its downstream end with a bulge (37), in which the ejection openings (30) are made directly, the valve seat (29) also being formed on the inner wall of the valve sleeve (35), and the valve sleeve (35) being formed with a plurality of guide regions (36) which are spaced apart over the circumference, are directed radially to the inside and

- serve to guide a valve needle (5), **characterized in that** the guide regions (36) are of web-shaped configuration, **in that** depressions (41) result on the outer circumference of the valve sleeve (35) in the regions of the inwardly directed guide regions (36), which depressions (41) in this way fix the dimensions of offflow channels (40) which are produced on the inner side, and **in that** the ejection openings (30) are of slot-shaped formation. 5
2. Fuel injection valve according to Claim 1, **characterized in that** the bulge (37) is of rotationally symmetrical dome-shaped or parabolic configuration. 10
3. Fuel injection valve according to Claim 1, **characterized in that** the slot walls of the ejection openings (30) which run in the slot longitudinal direction diverge from one another in the ejection direction. 15
4. Fuel injection valve according to Claim 1 or 3, **characterized in that** the ejection openings (30) are formed perpendicularly or obliquely with respect to the surface normal of the bulge (37) of the valve sleeve (35). 20
5. Fuel injection valve according to one of the preceding claims, **characterized in that** the valve sleeve (35) is formed by means of deep drawing and the introduction of the ejection openings (30) takes place only after forming. 25
6. Fuel injection valve according to one of the preceding claims, **characterized in that** the opening contours of the ejection openings (30) are introduced by means of ultrashort pulse laser technology. 30
7. Fuel injection valve according to one of the preceding claims, **characterized in that** the valve closing body (7) is formed on a valve needle (5), the valve needle (5) being produced by way of deep drawing. 35
8. Fuel injection valve according to Claim 7, **characterized in that** a slot-shaped structure which serves as a filter (38) is made in the valve needle (5). 40
9. Fuel injection valve according to Claim 1, **characterized in that** the slot walls of the ejection openings (30) which run in the slot longitudinal direction diverge from one another in the ejection direction in accordance with a fan-jet fanning-out angle which is to be set. 45
- (2), comprenant un siège de soupape fixe (29), comprenant un corps de fermeture de soupape (7) coopter avec le siège de soupape (29), lequel corps de fermeture de soupape est déplaçable axialement le long de l'axe longitudinal de soupape (2), et comprenant des ouvertures de pulvérisation (30) disposées en aval du siège de soupape (29), la soupape d'injection de carburant comportant un manchon de soupape (35) qui est pourvu d'un bombement (37) à son extrémité aval, dans lequel bombement les ouvertures de pulvérisation (30) sont ménagées directement, le siège de soupape (29) étant formé conjointement sur la paroi intérieure du manchon de soupape (35), et le manchon de soupape (35) étant formé avec plusieurs régions de guidage (36) espacées sur la périphérie et orientées radialement vers l'intérieur, lesquelles servent au guidage d'une aiguille de soupape (5), **caractérisée** en ce que les régions de guidage (36) sont réalisées en forme de nervures, en ce que des évidements (41) sont produits sur la périphérie extérieure du manchon de soupape (35) dans les zones des régions de guidage (36) orientées vers l'intérieur, lesquels évidements déterminent ainsi les dimensions de canaux d'écoulement (40) produits sur le côté intérieur, et en ce que les ouvertures de pulvérisation (30) sont formées en forme de fentes. 50
2. Soupape d'injection de carburant selon la revendication 1, **caractérisée** en ce que le bombement (37) est réalisé en forme de calotte ou en forme de paraboloïde de manière à présenter une symétrie de révolution.
3. Soupape d'injection de carburant selon la revendication 1, **caractérisée** en ce que les parois de fente des ouvertures de pulvérisation (30) qui s'étendent dans la direction longitudinale de fente divergent les unes des autres dans la direction de pulvérisation.
4. Soupape d'injection de carburant selon la revendication 1 ou 3, **caractérisée** en ce que les ouvertures de pulvérisation (30) sont formées perpendiculairement à la normale à la surface du bombement (37) du manchon de soupape (35) ou de manière oblique par rapport à cette normale de surface.
5. Soupape d'injection de carburant selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisée** en ce que le manchon de soupape (35) est façonné

Revendications

1. Soupape d'injection de carburant pour systèmes d'injection de carburant de moteurs à combustion interne, comprenant un axe longitudinal de soupape

par emboutissage et les ouvertures de pulvérisation (30) sont ménagées seulement après le façonnage.

6. Soupape d'injection de carburant selon l'une quelconque des revendications précédentes, 5
caractérisée
en ce que les contours d'ouverture des ouvertures de pulvérisation (30) sont ménagés au moyen d'une technique de laser à impulsions ultracourtes. 10
7. Soupape d'injection de carburant selon l'une quelconque des revendications précédentes, 15
caractérisée
en ce que le corps de fermeture de soupape (7) est formé sur une aiguille de soupape (5), l'aiguille de soupape (5) étant fabriquée par emboutissage.
8. Soupape d'injection de carburant selon la revendication 7, 20
caractérisée
en ce qu' une structure en forme de fentes est ménagée dans l'aiguille de soupape (5), laquelle structure sert de filtre (38).
9. Soupape d'injection de carburant selon la revendication 1, 25
caractérisée
en ce que les parois de fente des ouvertures de pulvérisation (30) qui s'étendent dans la direction longitudinale de fente divergent les unes des autres 30 dans la direction de pulvérisation, selon un angle d'éventail de jet en éventail à ajuster.

35

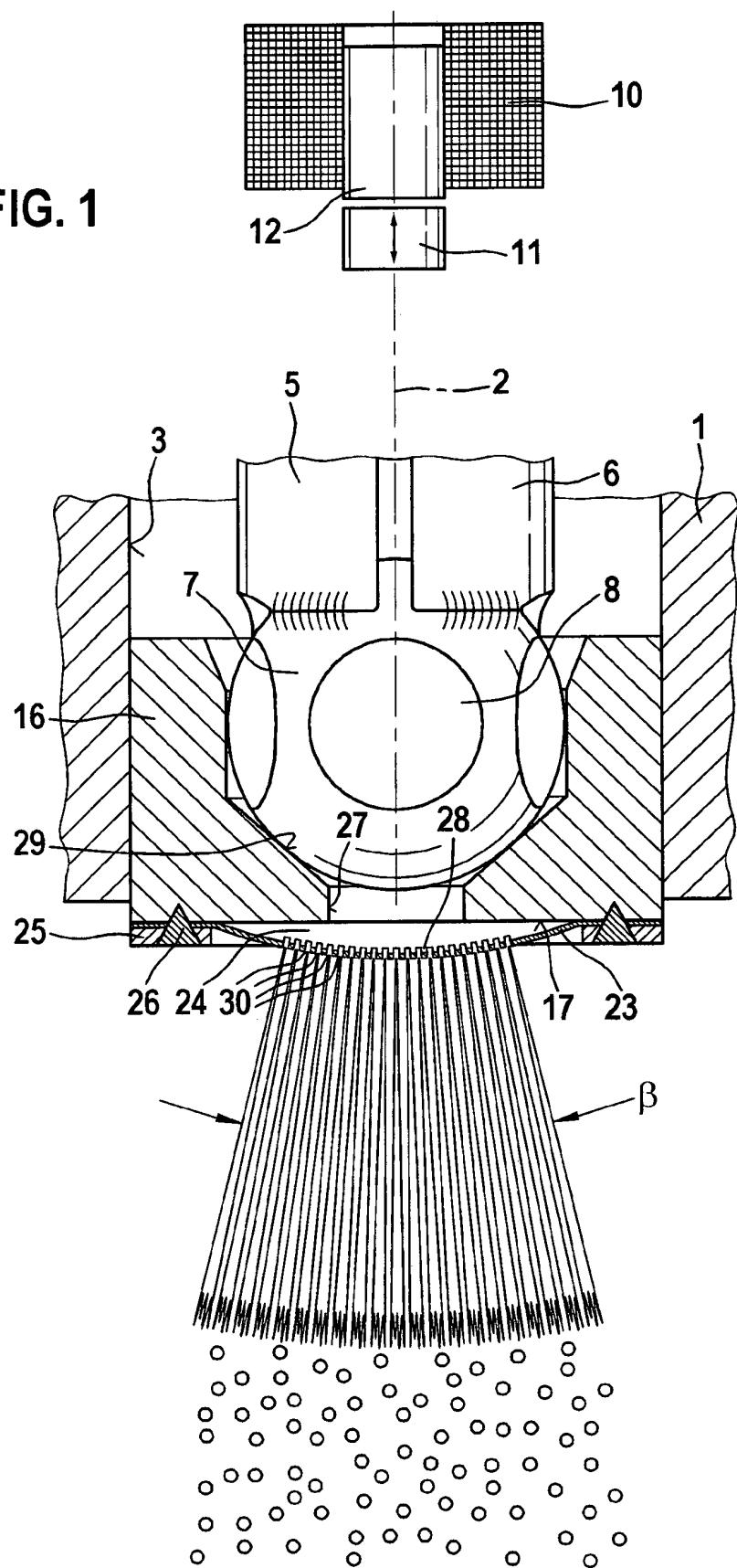
40

45

50

55

FIG. 1



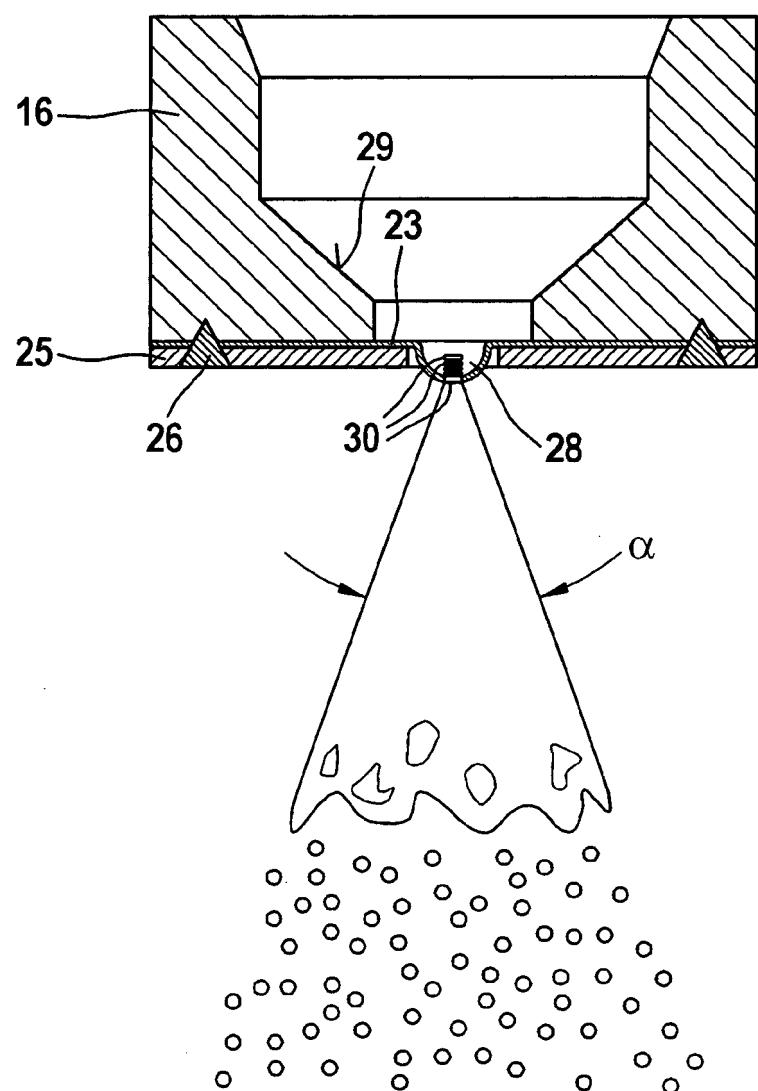
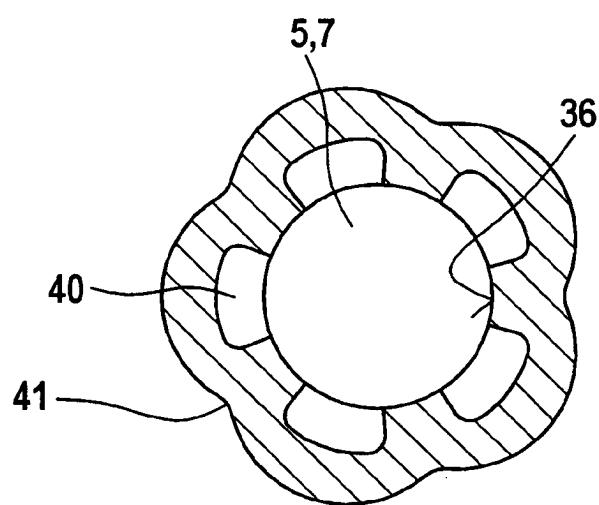
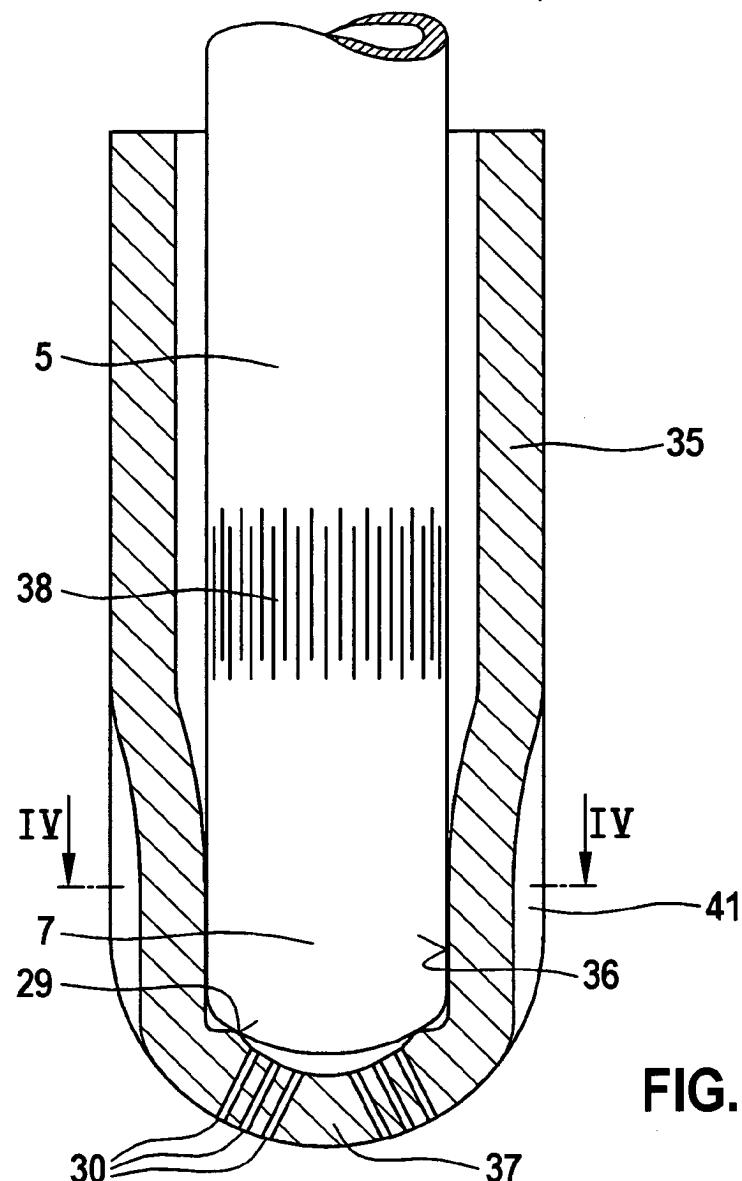


FIG. 2



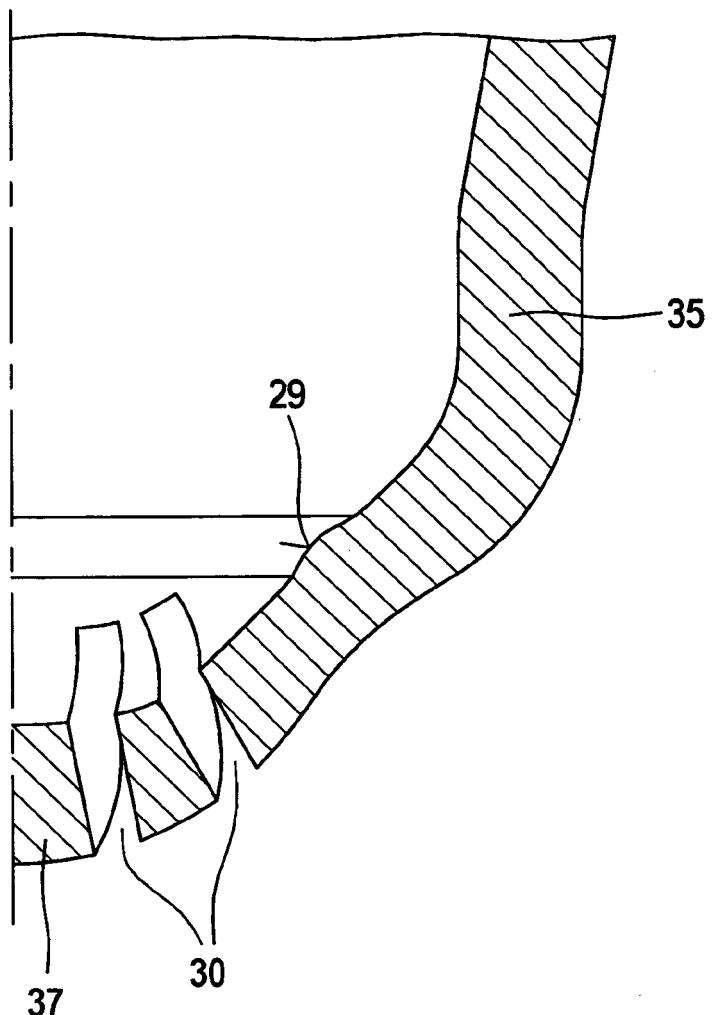


Fig. 5

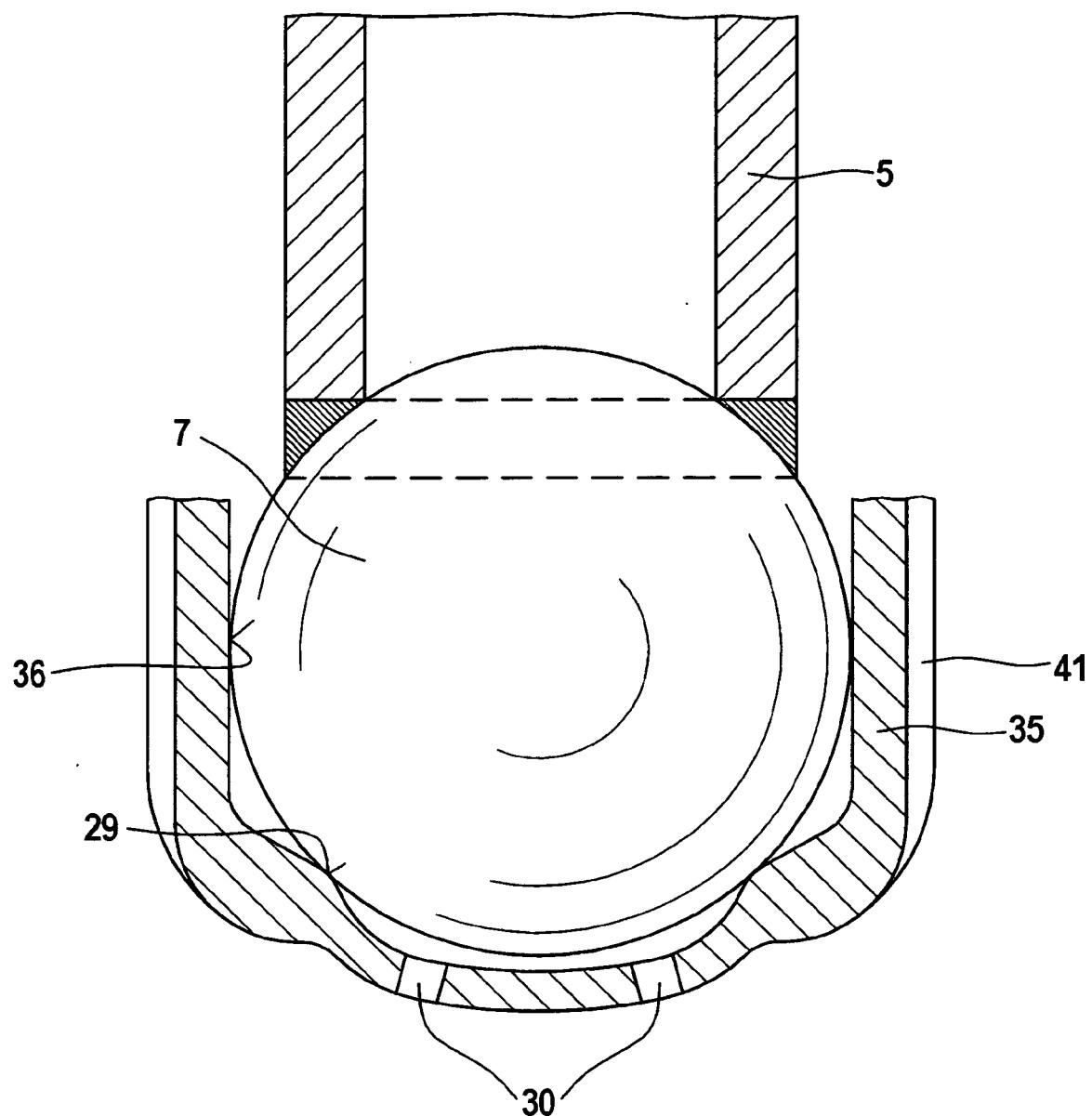


FIG. 6

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 19636396 A1 **[0002]**
- DE 19847625 A1 **[0003]**
- US 6019296 A **[0004]**
- DE 102005000620 A1 **[0005] [0022]**
- DE 19653832 A1 **[0006]**