



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2008 054 840 A1** 2009.06.25

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2008 054 840.5**

(22) Anmeldetag: **17.12.2008**

(43) Offenlegungstag: **25.06.2009**

(51) Int Cl.⁸: **F02M 61/18** (2006.01)

(66) Innere Priorität:

10 2007 062 188.6 21.12.2007

(71) Anmelder:

Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

(72) Erfinder:

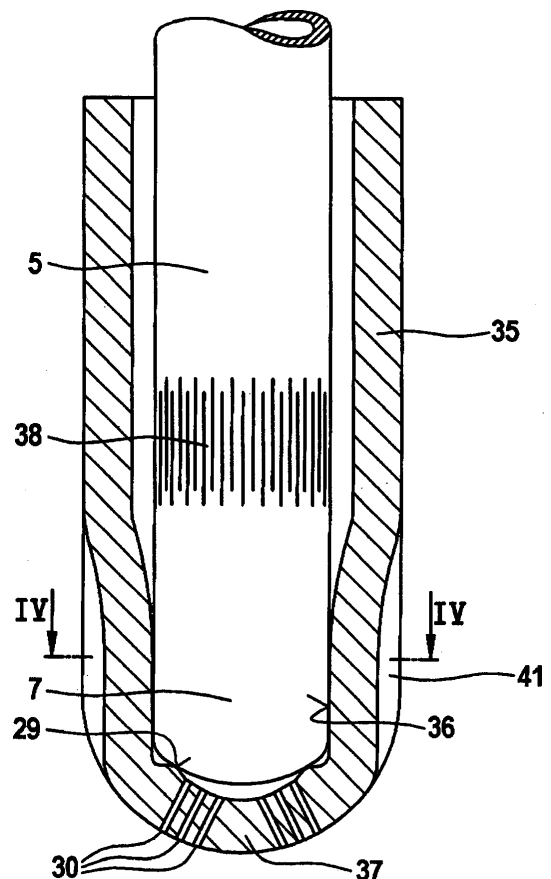
Heyse, Joerg, 74354 Besigheim, DE; Hopf, Wilhelm, 74343 Sachsenheim, DE; Lander, Juergen, 70563 Stuttgart, DE; Holz, Dieter, 71563 Affalterbach, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Brennstoffeinspritzventil**

(57) Zusammenfassung: Das erfindungsgemäße Brennstoffeinspritzventil zeichnet sich dadurch aus, dass stromabwärts eines festen Ventilsitzes (29), der an der inneren Wandung einer Ventilhülse (35) vorgesehen ist, unmittelbar in der Ventilhülse (35) selbst eine Multi-Fächerstrahl-Düse ausgeformt ist. Die Multi-Fächerstrahl-Düse ist dabei im Bereich einer am stromabwärtigen Ende der Ventilhülse (35) gebildeten Wölbung (37) unmittelbar integriert. Die als Zerstäubereinrichtung dienende Multi-Fächerstrahl-Düse besitzt eine Mehrzahl von schlitzförmigen Abspritzöffnungen (30), so dass aus den Abspritzöffnungen (30) austretende Flüssigkeitslamellen Lamellenpakete bilden, in denen die einzelnen Flüssigkeitslamellen divergent zueinander verlaufen. Das Einbringen der Abspritzöffnungen (30) in die tiefgezogene Ventilhülse (35) erfolgt mittels Ultra-Kurzpuls-Lasertechnik.

Das Brennstoffeinspritzventil eignet sich besonders für den Einsatz in Brennstoffeinspritzanlagen von gemischverdichtenden fremdgezündeten Brennkraftmaschinen.



Beschreibung**Vorteile der Erfindung****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 stromabwärtigen 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 stromabwärtigen 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 [Fig. 1](#) und [Fig. 2](#) wird diese bekannte Fächerstrahl-Düse nachfolgend erläutert.

[0006] 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 Ventilsitzfläche 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 präzisionstiefgezogenen 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.

[0007] 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 stromabwärtigen 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 Lufternsaugung zwischen die 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 Brennkraftmaschine deutlich reduziert werden.

[0008] Durch die in den Unteransprüchen aufgeführten Maßnahmen sind vorteilhafte Weiterbildungen und Verbesserungen des im Anspruch 1 angegebene Brennstoffeinspritzventils möglich.

[0009] Das Design der erfindungsgemäßen Ventilhülse bietet die nötigen geometrischen Freiheitsgrade zur variantenabhängigen Richtungs- und Auffächerungs-Steuerung der einzelnen Fächerstrahlen.

Mit den vorhandenen Geometrieparametern lässt sich die Strahlsteuerung sehr gut beherrschen.

[0010] 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, Widerstandserwärmung, 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.

[0011] 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 wulstförmig nach innen hervorsteht, muss nur die dem Dichtsitz dienende Wulstspitze exakt bearbeitet werden.

[0012] 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.

[0013] 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

[0014] Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in der Zeichnung vereinfacht dargestellt und in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Es zeigen

[0015] [Fig. 1](#) ein teilweise dargestelltes Ventil in der Form eines Brennstoffeinspritzventils mit einem Ausführungsbeispiel einer bekannten Multi-Fächerstrahl-Düse in einer Seitenansicht,

[0016] [Fig. 2](#) das Ventilende mit der Multi-Fächerstrahl-Düse gemäß [Fig. 1](#) in einer um 90° gedrehten Seitenansicht,

[0017] [Fig. 3](#) ein Ventilende eines ersten erfindungsgemäßen Brennstoffeinspritzventils,

[0018] [Fig. 4](#) einen Schnitt durch das stromabwärtige Ende des Brennstoffeinspritzventils entlang der Linie IV-IV in [Fig. 3](#),

[0019] [Fig. 5](#) eine vergrößerte Darstellung von geschlitzten Abspritzöffnungen in einer Ventilhülse und

[0020] [Fig. 6](#) ein Ventilende eines zweiten erfindungsgemäßen Brennstoffeinspritzventils.

Beschreibung der Ausführungsbeispiele

[0021] In der [Fig. 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.

[0022] Die Betätigung des Brennstoffeinspritzventils erfolgt in bekannter Weise, beispielsweise elektromagnetisch. Eine Betätigung des Brennstoffeinspritzventils mit einem piezoelektrischen oder magnetostruktiven 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.

[0023] 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 Loch-

scheibe **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.

[0024] In dem Ventilsitzkörper **16** ist stromabwärts einer Ventilsitzfläche **29** eine Austrittsöffnung **27** vorgesehen, von der aus der abzuspitzende 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.

[0025] 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.

[0026] [Fig. 2](#) zeigt das stromabwärtige Ventilende des Brennstoffeinspritzventils mit der Lochscheibe **23** gemäß [Fig. 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 [Fig. 1](#) z. B. einen Außenwinkel β mit ca. 15° besitzt, ist ein Außenwinkel α des Brennstoffsprays in seiner Querausrichtung gemäß [Fig. 2](#) ca. 30° groß.

[0027] Die [Fig. 1](#) und [Fig. 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 Prägwerkzeuge zur Herstellung des Düsenbereichs **28** der Lochscheibe **23** zum Einsatz kommen, die entweder kreisringförmig bzw. teilkreisringförmig oder elliptisch bzw. teilelliptisch ausgeführt sind ([Fig. 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 gewünschten 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.

[0028] [Fig. 3](#) zeigt ein Ventilende eines erfindungsgemäßen Brennstoffeinspritzventils, bei dem auf eine Lochscheibe **23** ganz verzichtet wird. Bei dieser erfindungsgemäßen Ausführung ist die Rissbildungsgefahr 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 [Fig. 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.

[0029] Die Ventilhülse **35** ist insofern als Multifunktionshülse ausgeführt, da sie sowohl den Ventilsitz **29** trägt als auch die Ventilmadel **5** während ihrer Axialbewegung an der inneren Wandung führt. Die Ventilmadel **5** ist an ihrem stromabwärtigen Ende, das als Ventilschließkörper **7** fungiert, ohne die an sich bekannten Abflachungen **8** ([Fig. 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 Ventilmadel **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 [Fig. 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** hin dienen. Die Ventilmadel **5** ist z. B. eben-

so wie die Ventilhülse **35** mittels Tiefziehen hergestellt.

[0030] 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 Abspritzöffnungen **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 [Fig. 1](#)) erforderlich ist. Die schlitzförmigen Abspritzöffnungen **30** können mittels der Lasertechnik senkrecht oder schräg zur Oberflächennormalen der gewölbten Ventilhülse **35** eingeformt 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.

[0031] In [Fig. 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.

[0032] 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.

[0033] 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.

[0034] [Fig. 6](#) zeigt ein Ventilende eines zweiten erfindungsgemäßen Brennstoffeinspritzventils, bei

dem auf eine Lochscheibe **23** ganz verzichtet wird. Gegenüber dem in [Fig. 3](#) gezeigten Ausführungsbeispiel unterscheidet sich diese Ausführung insbesondere in der Ausgestaltung der Ventilnadel **5** bzw. des Ventilschließkörpers **7** sowie in der Ausgestaltung der Abspritzöffnungen **30**. Es soll mit dem in [Fig. 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, hochelastischen 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.

[0035] 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 präzisionstiefgezogenen 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.

[0036] Um eine hohe Präzision der Tiefziehteile sicherzustellen, ist der Tiefziehprozess dahingehend angepasst, dass in Nachbarmbereichen 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, Widerstandserwärmung, 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 Zusatzwerkstoffs, eines höherwertigen Werkstoffs auf den Werkstoff der Ventilhülse **35** können lokale Eigenschaftsverbesserungen bzgl. Härte, Festigkeit, Härbarkeit, Verschleiß, Elastizität usw. erreicht werden.

[0037] Für höchste Dichtheiten 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 Nadelführungsbereich 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, Lappen, 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 [Fig. 3](#) bis [Fig. 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 werden, 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.

[0038] 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.

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- DE 19636396 A1 [\[0002\]](#)
- DE 19847625 A1 [\[0003\]](#)
- US 6019296 A [\[0004\]](#)
- DE 102005000620 A1 [\[0005, 0027, 0027\]](#)

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), **dadurch gekennzeichnet**, dass 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.

2. Brennstoffeinspritzventil nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Ventilsitz (29) an der inneren Wandung der Ventilhülse (35) mitausgeformt ist.

3. Brennstoffeinspritzventil nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Wölbung (37) rotationssymmetrisch kalottenförmig oder paraboloidförmig ausgebildet ist.

4. Brennstoffeinspritzventil nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Abspritzöffnungen (30) schlitzförmig ausgeformt sind.

5. Brennstoffeinspritzventil nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Schlitzwandungen der Abspritzöffnungen (30), die in Schlitzlängsrichtung verlaufen, in Abspritzrichtung auseinander divergieren.

6. Brennstoffeinspritzventil nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Abspritzöffnungen (30) senkrecht oder schräg zur Oberflächennormalen der Wölbung (37) der Ventilhülse (35) eingeeformt sind.

7. 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.

8. Brennstoffeinspritzventil nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Öffnungskonturen der Abspritzöffnungen (30) mittels Ultra-Kurzpuls-Lasertechnik eingebracht sind.

9. Brennstoffeinspritzventil nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Ventilschließkörper (7) an einer Ventalnadel (5) ausgeformt ist, wobei die Ventalnadel (5) durch Tiefziehen hergestellt ist.

10. Brennstoffeinspritzventil nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Ventilhülse (35) mit mehreren über den Umfang beabstandeten und radial nach innen gerichteten Führungsbereichen (36) ausgeformt ist, die der Führung einer Ventalnadel (5) dienen.

11. Brennstoffeinspritzventil nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Führungsbereiche (36) in einer ungeraden Anzahl vorgesehen sind.

12. Brennstoffeinspritzventil nach Anspruch 10 oder 11, dadurch gekennzeichnet, dass sich am Außenumfang der Ventilhülse (35) in den Bereichen der nach innen gerichteten Führungsbereiche (36) Vertiefungen (41) ergeben, die damit die Abmaße von auf der Innenseite entstehenden Strömungskanälen (40) festlegen.

13. Brennstoffeinspritzventil nach Anspruch 9 oder 10, dadurch gekennzeichnet, dass in der Ventalnadel (5) eine schlitzförmige Struktur eingebracht ist, die als Filter (38) dient.

Es folgen 5 Blatt Zeichnungen

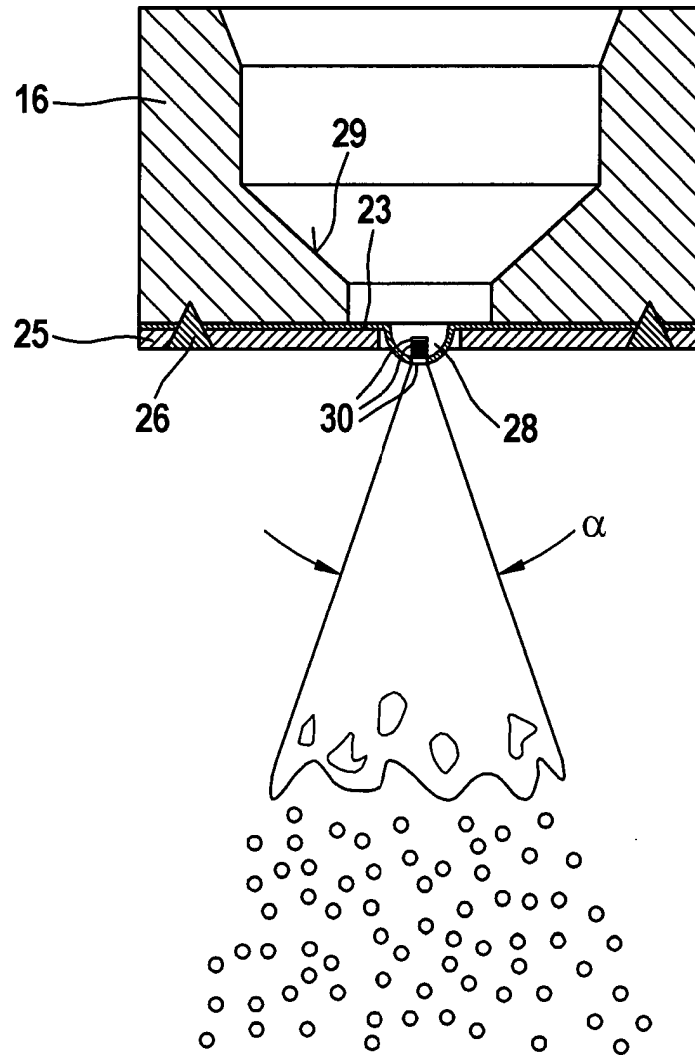
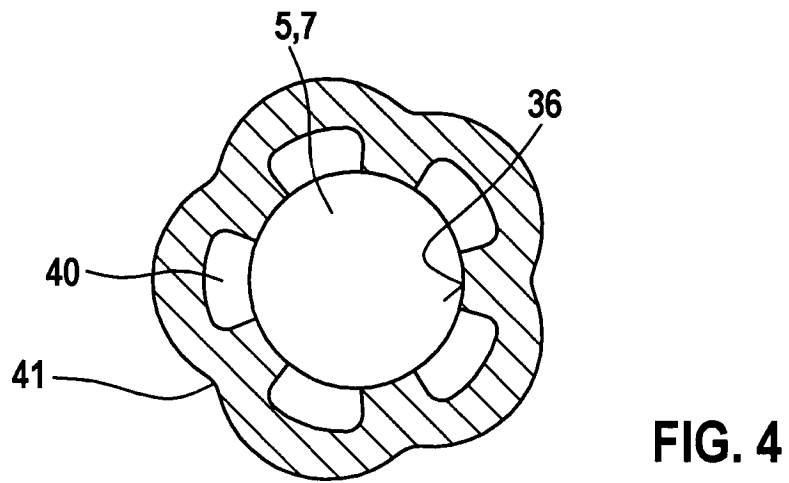
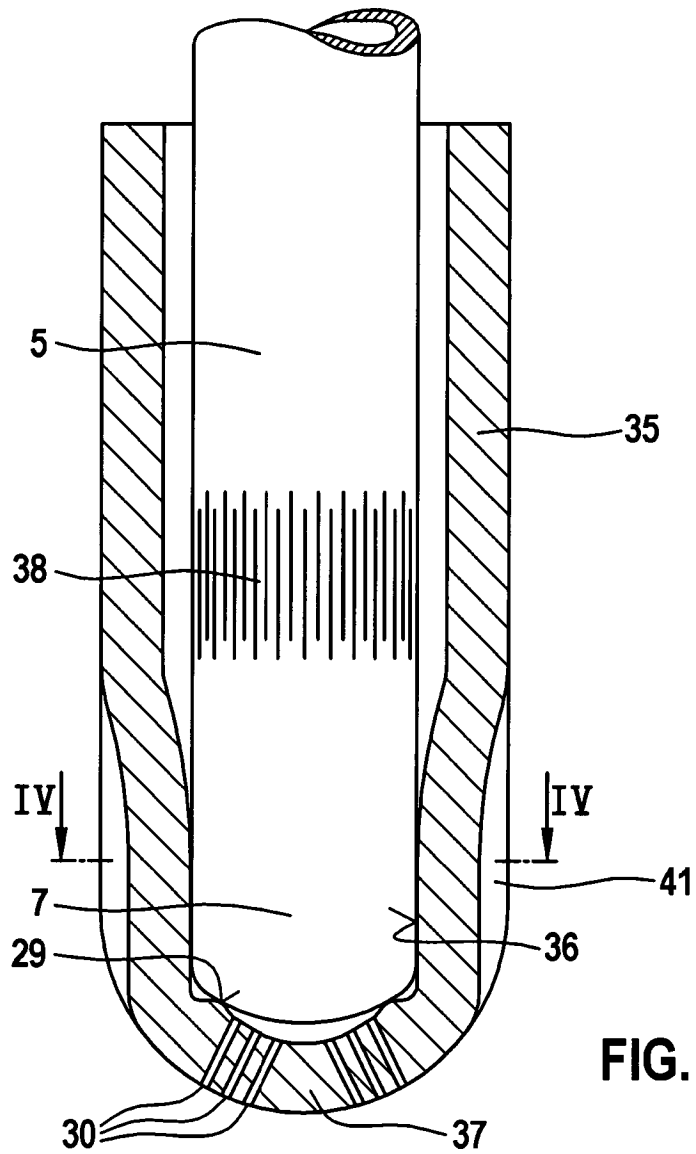


FIG. 2



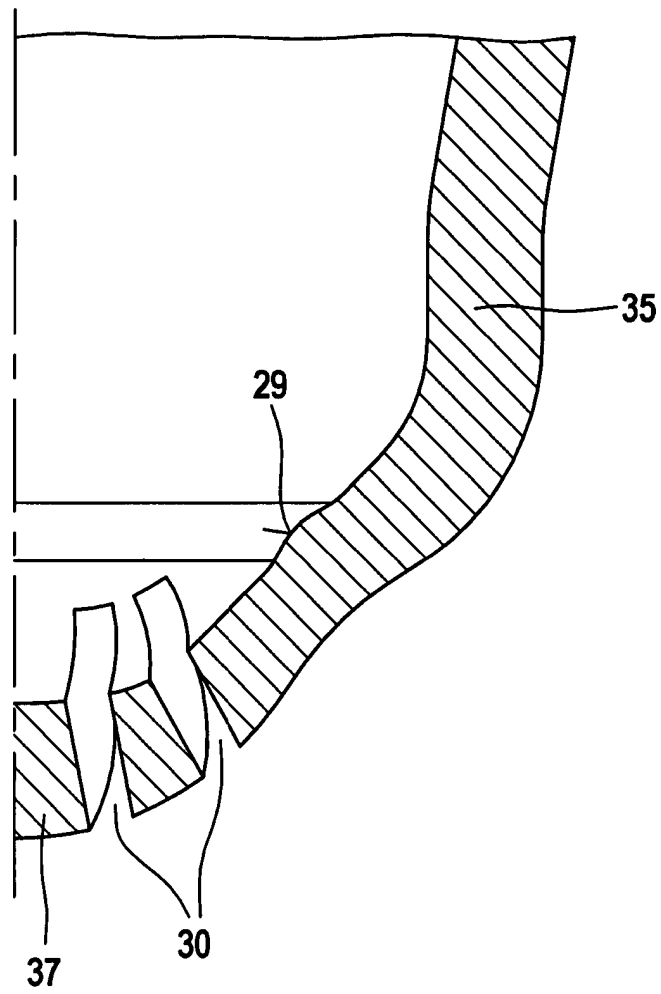


Fig. 5

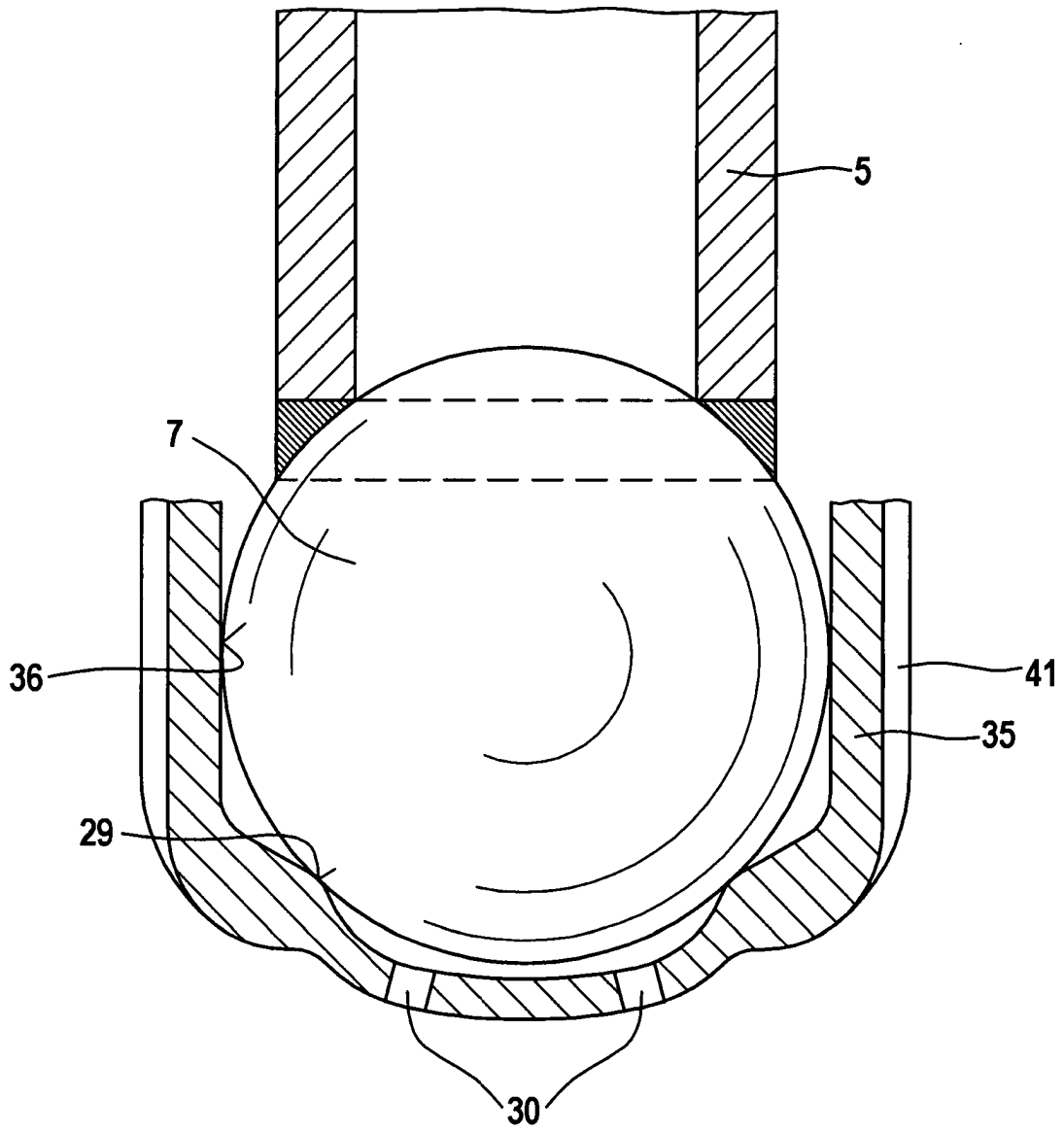


FIG. 6