





**Wilhelm** [DE/DE]; Im Krummenland 32, 74343 Sachsenheim (DE). **LANDER, Juergen** [DE/DE]; Am Feldrand 16, 70563 Stuttgart (DE). **HOLZ, Dieter** [DE/DE]; Talstr. 48, 71563 Affalterbach (DE).

RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(74) **Gemeinsamer Vertreter: ROBERT BOSCH GMBH**, Postfach 30 02 20, 70442 Stuttgart (DE).

(81) **Bestimmungsstaaten** (*soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart*): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT,

(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, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, NO, 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*

## Beschreibung

5 Titel

Brennstoffeinspritzventil

## Stand der Technik

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

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  
15 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  
20 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.

25

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  
30 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.

35

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.

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.

#### 10 Vorteile der Erfindung

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 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.

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 Lufteinsaugung 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.

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

10 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.

15 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  
20 Ventilhülse können lokale Eigenschaftsverbesserungen bzgl. Härte, Festigkeit, Härbarkeit, Verschleiß, Elastizität usw. erreicht werden.

Für höchste Dichtheiten und besondere Festigkeitsanforderungen bzw. aus Verschleißgründen können gezielt angepasste Nachbearbeitungsverfahren angewendet  
25 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.

30 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.

35 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

5

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  
10 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,  
15 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.

20

Beschreibung der Ausführungsbeispiele

- In der Figur 1 ist als ein Ausführungsbeispiel ein Ventil in der Form eines Einspritzventils für  
Brennstoffeinspritzanlagen von gemischverdichtenden fremdgezündeten  
25 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,  
30 an dessen Umfang beispielsweise fünf Abflachungen 8 zum Vorbeiströmen des Brennstoffs  
vorgesehen sind, fest verbunden ist.

- Die Betätigung des Brennstoffeinspritzventils erfolgt in bekannter Weise, beispielsweise  
elektromagnetisch. Eine Betätigung des Brennstoffeinspritzventils mit einem  
35 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.

5

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.

10

15

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.

25

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  $\mu\text{m}$  und eine Schlitzlänge von bis zu 150  $\mu\text{m}$  auf, so dass Brennstoffsprays mit extrem kleinen Brennstofftröpfchen mit einem Sauter Mean Diameter (SMD) von ca. 20  $\mu\text{m}$  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.

30

35

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  $\beta$  mit ca. 15° besitzt, ist ein Außenwinkel  $\alpha$  des Brennstoffsprays in seiner Querausrichtung gemäß Figur 2 ca. 30° groß.

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 Prägwerkzeuge 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 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.

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.

Die Ventilhülse 35 ist insofern als Multifunktionshülse ausgeführt, da sie sowohl den Ventilsitz 29 trägt als auch die Ventalnadel 5 während ihrer Axialbewegung an der inneren Wandung führt. Die Ventalnadel 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 hin dienen. Die Ventilnadel 5 ist z.B. ebenso wie die Ventilhülse 35 mittels Tiefziehen hergestellt.

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 Figur 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.

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.

5

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.

10

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.

15

Figur 6 zeigt ein Ventilende eines zweiten erfindungsgemäßen 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

20

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

25

wiederum die Funktionen eines Ventilsitzträgers und zugleich des Ventilsitzkörpers, wobei die Ventilsitzfläche 29 unmittelbar an der inneren Wandung der Ventilhülse 35 mitausgeformt ist.

30

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

35

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.

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 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.

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, Läppen, Prägen, EDM, ECM, Laserbearbeitung, Elektronenstrahlbearbeitung usw.) möglich. Die Innenkontur der Ventilhülse 35 wird z.B. präzise durch  $\mu$ -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 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.

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.

## Ansprüche

- 5 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),
- 10 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.
- 15 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,
- 20 dadurch gekennzeichnet,  
dass die Wölbung (37) rotationssymmetrisch kalottenförmig oder paraboloidförmig ausgebildet ist.
4. Brennstoffeinspritzventil nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
- 25 dadurch gekennzeichnet,  
dass die Abspritzöffnungen (30) schlitzförmig ausgeformt sind.
5. Brennstoffeinspritzventil nach Anspruch 4,  
dadurch gekennzeichnet,
- 30 dass die Schlitzwandungen der Abspritzöffnungen (30), die in Schlitzlängsrichtung verlaufen, in Abspritzrichtung auseinander divergieren.
6. Brennstoffeinspritzventil nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,
- 35 dass die Abspritzöffnungen (30) senkrecht oder schräg zur Oberflächennormalen der Wölbung (37) der Ventilhülse (35) eingeformt 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.

5

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

10

9. 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.

15

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 Ventilnadel (5) dienen.

20

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

25

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.

30

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

35



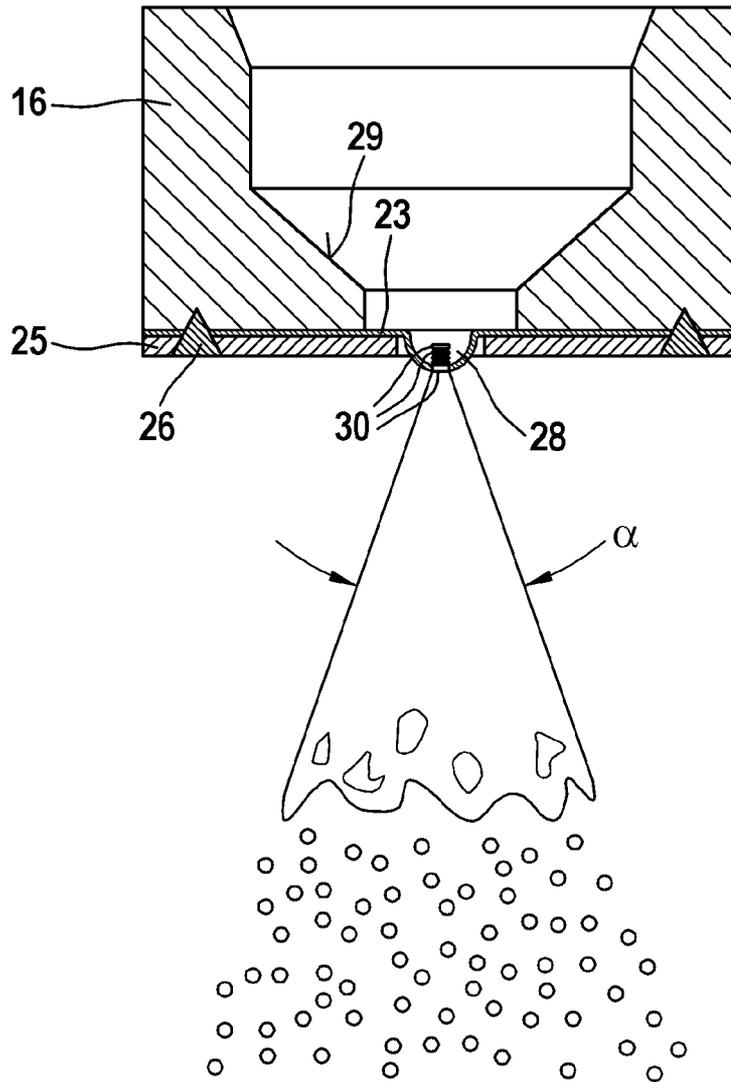


FIG. 2

3 / 5

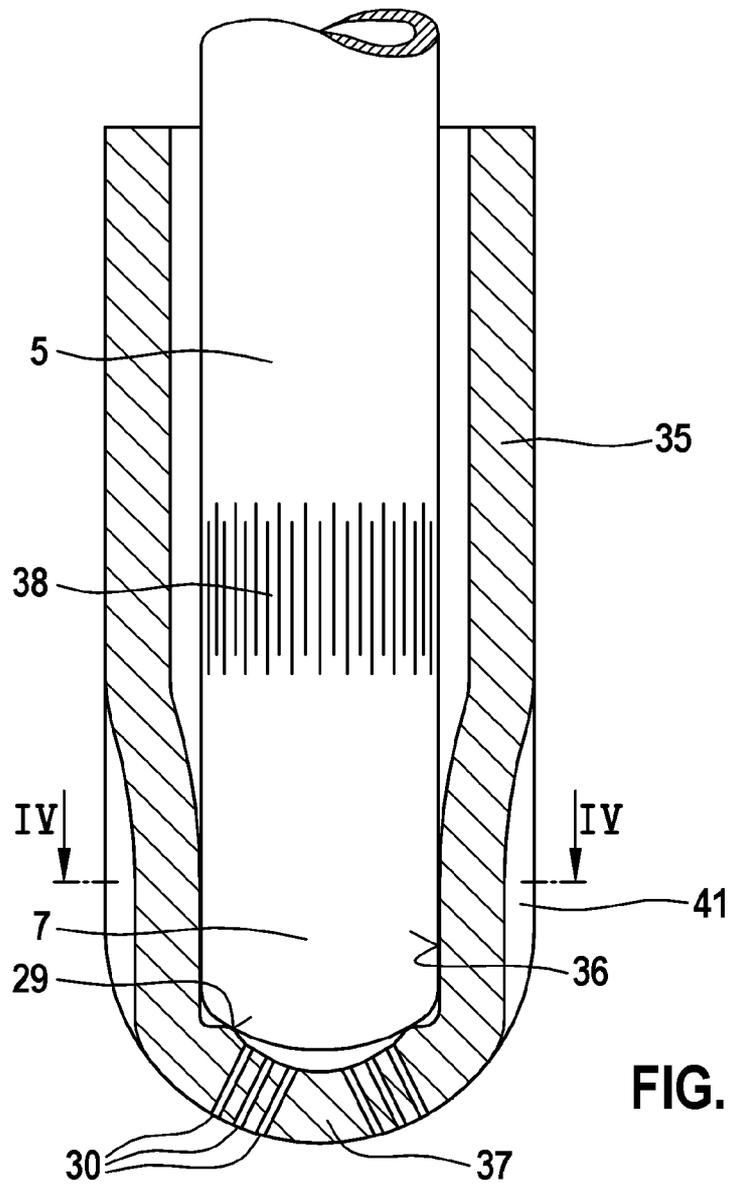


FIG. 3

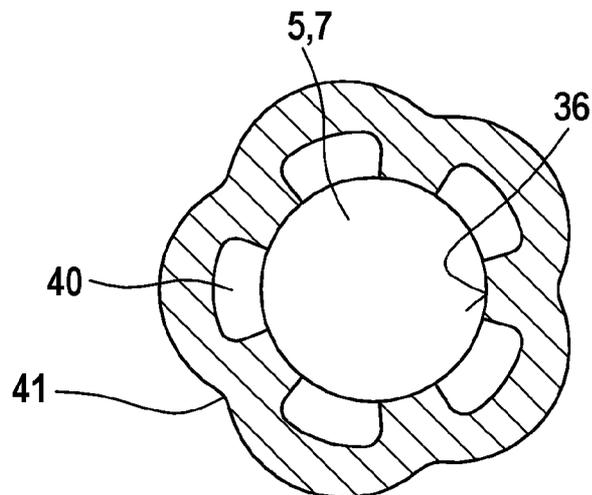


FIG. 4

4 / 5

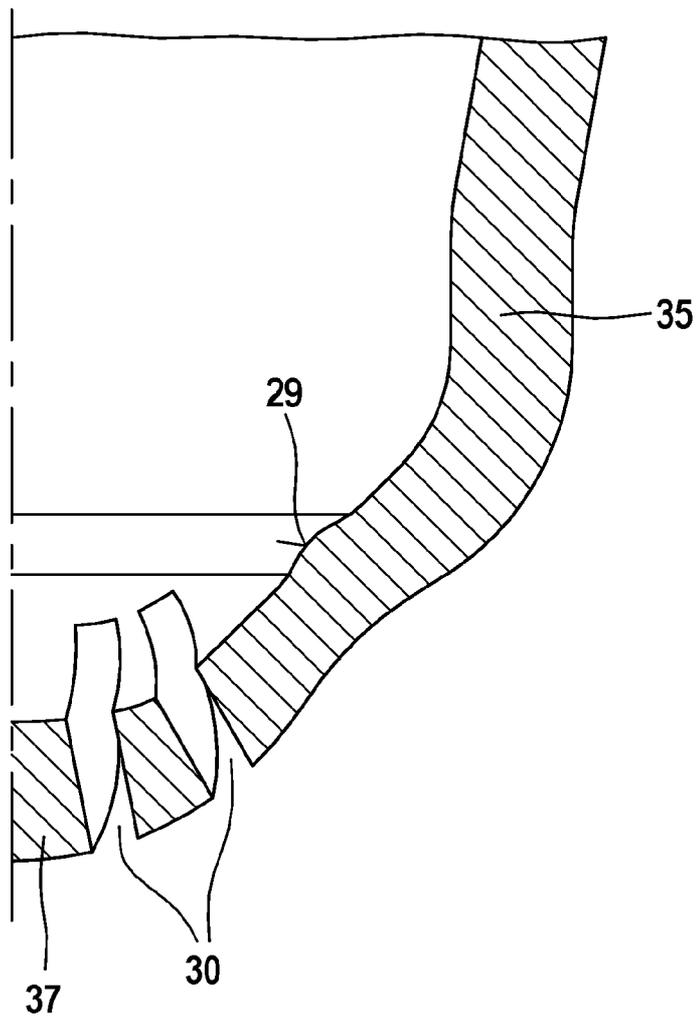


Fig. 5

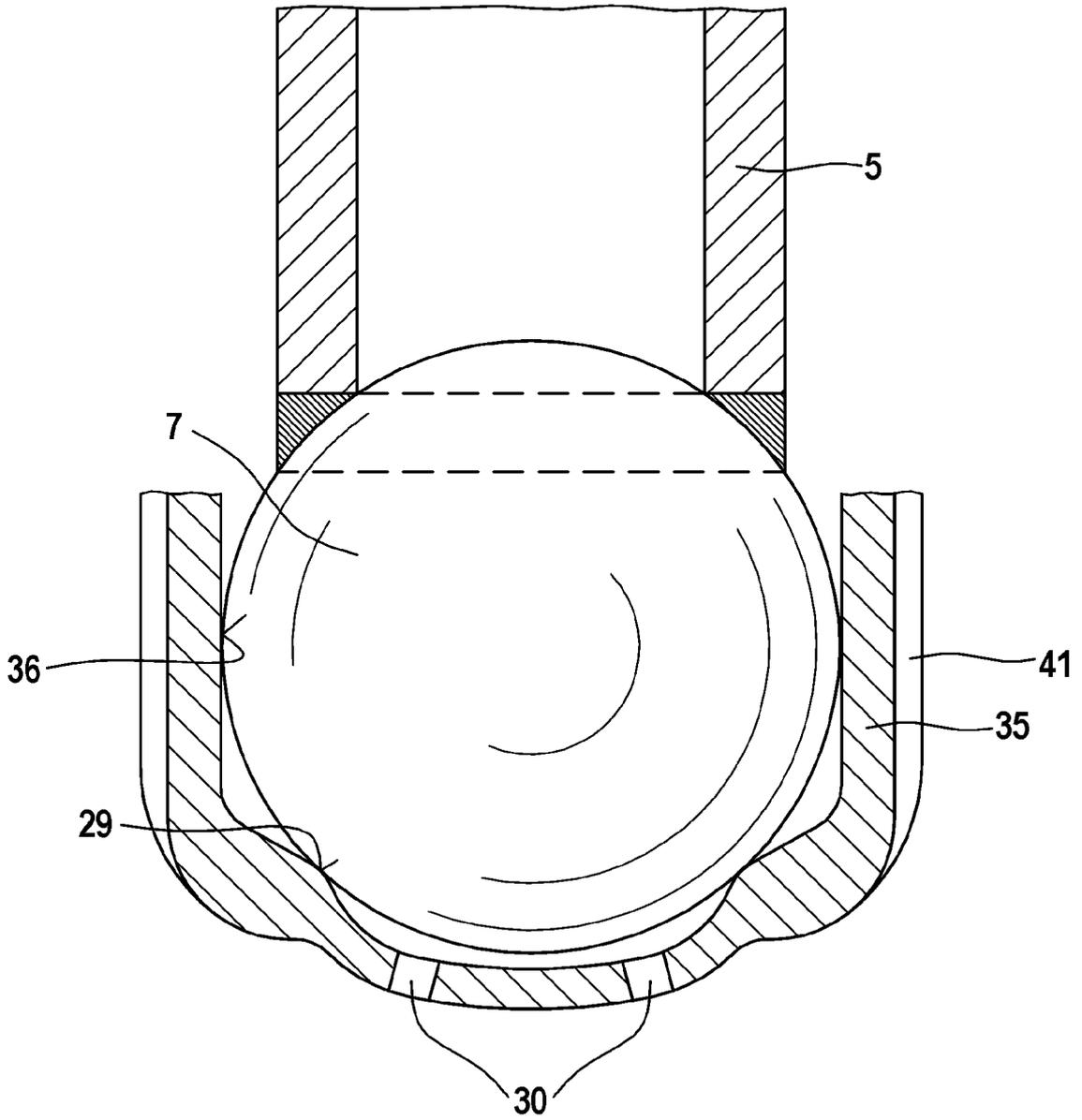


FIG. 6

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No  
PCT/EP2008/067792

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
 INV. F02M61/18  
 ADD. F02M61/10      F02M61/12      F02M61/16      F02M61/04

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)  
 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

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	GB 669 110 A (BURMEISTER & WAINS MOT MASK) 26 March 1952 (1952-03-26) page 3, lines 90-102; figure 4	1-3,6
X	DE 10 2005 052252 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 3 May 2007 (2007-05-03) paragraph [0026]; figure 4	1-3,6
A		10
X	WO 02/06665 A (BOSCH GMBH ROBERT [DE]; ARNDT STEFAN [DE]; HERDEN WERNER [DE]; MAIER M) 24 January 2002 (2002-01-24) figure 3	1-3,6
X	DE 196 53 832 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 25 June 1998 (1998-06-25) column 2, line 64 - column 4, line 20; figures 1,2	1,2,6,7, 10-12 8
A		

Further documents are listed in the continuation of Box C.       See patent family 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.

\*Z\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search  27 März 2009	Date of mailing of the international search report  06/04/2009
---	--

Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Authorized officer  Kolland, Ulrich
--	---

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No  
PCT/EP2008/067792

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 197 26 991 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 7 January 1999 (1999-01-07)	1-3,6, 10,12
A	column 9, lines 6-41; figures 4,9-11 -----	7,8,11
X	DE 195 46 428 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 19 June 1997 (1997-06-19) figure 2 -----	1
A	WO 2007/073975 A (BOSCH GMBH ROBERT [DE]; REITER FERDINAND [DE]) 5 July 2007 (2007-07-05) page 5, line 22 - page 8, line 7; figures 2-4 -----	6,10,12, 13

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2008/067792

Patent document cited in search report	A	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
GB 669110	A	26-03-1952	NONE	
<hr/>				
DE 102005052252	A1	03-05-2007	NONE	
<hr/>				
WO 0206665	A	24-01-2002	DE 10034444 A1	24-01-2002
			EP 1303697 A1	23-04-2003
			JP 2004504533 T	12-02-2004
			US 2003052203 A1	20-03-2003
<hr/>				
DE 19653832	A1	25-06-1998	CN 1240501 A	05-01-2000
			WO 9828538 A1	02-07-1998
			EP 0953108 A1	03-11-1999
			ES 2175482 T3	16-11-2002
			JP 3953530 B2	08-08-2007
			JP 2001507097 T	29-05-2001
			KR 20000052911 A	25-08-2000
			RU 2187687 C2	20-08-2002
			US 6131826 A	17-10-2000
<hr/>				
DE 19726991	A1	07-01-1999	AU 724749 B2	28-09-2000
			AU 8206398 A	19-01-1999
			BR 9806007 A	31-08-1999
			WO 9900201 A1	07-01-1999
			EP 0920359 A1	09-06-1999
			JP 2001500213 T	09-01-2001
			US 6173914 B1	16-01-2001
<hr/>				
DE 19546428	A1	19-06-1997	NONE	
<hr/>				
WO 2007073975	A	05-07-2007	CN 101341330 A	07-01-2009
			DE 102005061424 A1	05-07-2007
			EP 1966484 A1	10-09-2008

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen  
PCT/EP2008/067792

<b>A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES</b> INV. F02M61/18 ADD. F02M61/10      F02M61/12      F02M61/16      F02M61/04		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
<b>B. RECHERCHIERTE GEBIETE</b>		
Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole ) 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		
<b>C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN</b>		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	GB 669 110 A (BURMEISTER & WAINS MOT MASK) 26. März 1952 (1952-03-26) Seite 3, Zeilen 90-102; Abbildung 4	1-3,6
X	DE 10 2005 052252 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 3. Mai 2007 (2007-05-03) Absatz [0026]; Abbildung 4	1-3,6
A		10
X	WO 02/06665 A (BOSCH GMBH ROBERT [DE]; ARNDT STEFAN [DE]; HERDEN WERNER [DE]; MAIER M) 24. Januar 2002 (2002-01-24) Abbildung 3	1-3,6
X	DE 196 53 832 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 25. Juni 1998 (1998-06-25) Spalte 2, Zeile 64 - Spalte 4, Zeile 20; Abbildungen 1,2	1,2,6,7, 10-12 8
A		
	-/--	
<input checked="" type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen <input checked="" type="checkbox"/> 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 nahelegend ist *&* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche 27. März 2009		Absenddatum des internationalen Recherchenberichts 06/04/2009
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5318 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Bevollmächtigter Bediensteter Kolland, Ulrich

## INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2008/067792

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 197 26 991 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 7. Januar 1999 (1999-01-07)	1-3, 6, 10, 12
A	Spalte 9, Zeilen 6-41; Abbildungen 4, 9-11	7, 8, 11
X	DE 195 46 428 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 19. Juni 1997 (1997-06-19) Abbildung 2	1
A	WO 2007/073975 A (BOSCH GMBH ROBERT [DE]; REITER FERDINAND [DE]) 5. Juli 2007 (2007-07-05) Seite 5, Zeile 22 - Seite 8, Zeile 7; Abbildungen 2-4	6, 10, 12, 13

**INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT**

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2008/067792

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
GB 669110	A	26-03-1952	KEINE
DE 102005052252	A1	03-05-2007	KEINE
WO 0206665	A	24-01-2002	DE 10034444 A1 24-01-2002 EP 1303697 A1 23-04-2003 JP 2004504533 T 12-02-2004 US 2003052203 A1 20-03-2003
DE 19653832	A1	25-06-1998	CN 1240501 A 05-01-2000 WO 9828538 A1 02-07-1998 EP 0953108 A1 03-11-1999 ES 2175482 T3 16-11-2002 JP 3953530 B2 08-08-2007 JP 2001507097 T 29-05-2001 KR 20000052911 A 25-08-2000 RU 2187687 C2 20-08-2002 US 6131826 A 17-10-2000
DE 19726991	A1	07-01-1999	AU 724749 B2 28-09-2000 AU 8206398 A 19-01-1999 BR 9806007 A 31-08-1999 WO 9900201 A1 07-01-1999 EP 0920359 A1 09-06-1999 JP 2001500213 T 09-01-2001 US 6173914 B1 16-01-2001
DE 19546428	A1	19-06-1997	KEINE
WO 2007073975	A	05-07-2007	CN 101341330 A 07-01-2009 DE 102005061424 A1 05-07-2007 EP 1966484 A1 10-09-2008