

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

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
16. November 2017 (16.11.2017)

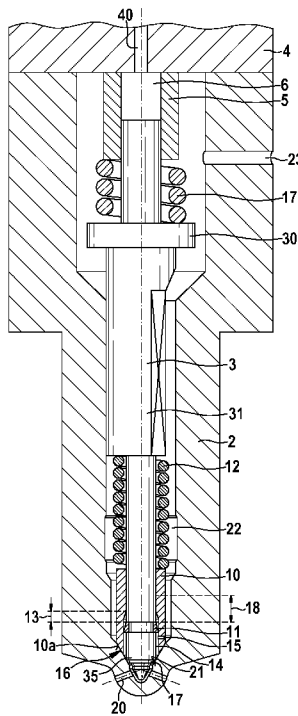


(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2017/194260 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation: *F02M 61/12* (2006.01) *F02M 45/08* (2006.01) (72) Erfinder: WERGER, Heinrich; Garnei 198d, 5431 Kuchl (AT).
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2017/058787 (81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (22) Internationales Anmeldedatum: 12. April 2017 (12.04.2017) (25) Einreichungssprache: Deutsch (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch (30) Angaben zur Priorität: 10 2016 208 055.5 11. Mai 2016 (11.05.2016) DE (71) Anmelder: ROBERT BOSCH GMBH [DE/DE]; Postfach 30 02 20, 70442 Stuttgart (DE). (84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST,

(54) Title: FUEL INJECTION VALVE FOR INTERNAL COMBUSTION ENGINES

(54) Bezeichnung: KRAFTSTOFFEINSPRITZVENTIL FÜR BRENNKRAFTMASCHINEN



(57) Abstract: The invention relates to a fuel injection valve (1) for internal combustion engines for injecting fuel under high pressure into the combustion chamber of an internal combustion engine. The fuel injection valve has a nozzle body (2) having a nozzle chamber (22) formed therein. A nozzle needle (3) is arranged in a longitudinally movable manner in the nozzle chamber (22), wherein a nozzle needle tip (35) of the nozzle needle (3) interacts with a nozzle needle seat (21) formed on the nozzle body (2) by means of the longitudinal movement and thereby opens and closes at least one injection opening (20). A sleeve (10) is arranged in a longitudinally movable manner on the nozzle needle (3). A pressure chamber (14) is formed between the sleeve (10), the nozzle needle tip (35), and the nozzle needle seat (21). A throttle point (15) formed in the sleeve (10) connects the nozzle chamber (22) to the pressure chamber (14) hydraulically. The sleeve (10) is guided in a longitudinally movable manner on the nozzle needle (3), wherein a closing surface (10a) of the sleeve (10) interacts with the nozzle needle seat (21). When the nozzle needle tip (35) lies against the nozzle needle seat (21), the closing surface (10a) is loaded against the nozzle needle seat (21). A driver (11) is arranged on the nozzle needle (3). During the opening stroke motion of the nozzle needle (3), the driver (11) can be brought into engagement with the sleeve (10) such that the closing surface (10a) lifts off from the nozzle needle seat (21) and thereby opens a gap throttle (16) between the closing surface (10a) and the nozzle needle seat (21). The gap throttle (16) connects the nozzle chamber (22) to the pressure chamber (14) hydraulically.

(57) Zusammenfassung: Kraftstoffeinspritzventil (1) für Brennkraftmaschinen zur Einspritzung von Kraftstoff unter hohem Druck in den Brennraum einer Brennkraftmaschine. Das Kraftstoffeinspritzventil weist einen Düsenkörper (2) mit einem darin ausgebildeten Düsenraum (22) auf. In dem Düsenraum (22) ist eine Düsennadel (3) längsverschiebbar angeordnet, wobei eine Düsennadelspitze (35) der Düsennadel (3) durch die Längsbewegung mit einem an dem Düsenkörper (2) ausgebildeten Düsennadelsitz (21) zusammenwirkt und dadurch wenigstens eine Einspritzöffnung (20) öffnet und schließt. Eine Hülse (10) ist auf der Düsennadel

Fig. 1



WO 2017/194260 A1

SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

- mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

(3) längsverschiebbar angeordnet. Zwischen der Hülse (10), der Düsennadelspitze (35) und dem Düsennadelsitz (21) ist ein Druckraum (14) ausgebildet. Eine in der Hülse (10) ausgebildete Drosselstelle (15) verbindet den Düsenraum (22) mit dem Druckraum (14) hydraulisch. Die Hülse (10) ist auf der Düsennadel (3) längsverschiebbar geführt, wobei eine Schließfläche (10a) der Hülse (10) mit dem Düsennadelsitz (21) zusammenwirkt. Bei Anlage der Düsennadelspitze (35) an den Düsennadelsitz (21) ist die Schließfläche (10a) gegen den Düsennadelsitz (21) verspannt. Auf der Düsennadel (3) ist ein Mitnehmer (11) angeordnet. Bei der Öffnungshubbewegung der Düsennadel (3) ist der Mitnehmer (11) mit der Hülse (10) in Eingriff bringbar, so dass die Schließfläche (10a) von dem Düsennadelsitz (21) abhebt und dadurch eine Spaltdrossel (16) zwischen der Schließfläche (10a) und dem Düsennadelsitz (21) aufsteuert. Die Spaltdrossel (16) verbindet den Düsenraum (22) mit dem Druckraum (14) hydraulisch.

5 Beschreibung

Titel

Kraftstoffeinspritzventil für Brennkraftmaschinen

10

Die Erfindung betrifft ein Kraftstoffeinspritzventil für Brennkraftmaschinen, wie es zur Kraftstoffeinspritzung in einen Brennraum einer Brennkraftmaschine verwendet wird.

15 Stand der Technik

Kraftstoffeinspritzventile, wie sie vorzugsweise zur Kraftstoffeinspritzung in einen Brennraum einer Brennkraftmaschine verwendet werden, sind aus dem Stand der Technik bekannt. Bei Einspritzsystemen, die nach dem sogenannten Common-Rail-Prinzip arbeiten, wird mittels einer Hochdruckpumpe verdichteter Kraftstoff in einem Rail zur Verfügung gestellt und mittels Injektoren bzw.
20 Kraftstoffeinspritzventilen in die jeweiligen Brennräume einer Brennkraftmaschine eingespritzt. Die Einspritzung wird mittels einer in einem Druckraum des Kraftstoffeinspritzventils angeordneten Düsennadel gesteuert, die eine Längsbewegung ausführt und dadurch eine oder mehrere Einspritzöffnungen
25 öffnet und schließt, die in den Brennraum der Brennkraftmaschine münden.

Aus der Offenlegungsschrift DE 10 2004 060 552 A1 ist bekannt, dass der Einspritzverlauf von Kraftstoffeinspritzventilen abhängig vom Düsennadelhub im Hinblick auf eine optimale Verbrennung durch die Verwendung von zwei
30 Drosselverbindungen geformt werden kann, die beide in einer düsennadelsitznahen Hülse ausgebildet sind. Dazu wird eine erste Drosselverbindung verwendet, deren Wirkung dauerhaft über den

Düsennadelhub konstant bleibt. Zusätzlich wird eine zweite Drosselverbindung verwendet, deren Wirkung abhängig vom Hub der Düsennadel ist, so dass sie bei der Öffnungshubbewegung der Düsennadel erst ab einem bestimmten Hub der Düsennadel zugeschaltet wird.

5

Die hubabhängige Drosselwirkung des bekannten Kraftstoffeinspritzventils ist vergleichsweise anfällig gegenüber Fertigungstoleranzen innerhalb der Toleranzkette von Düsenkörper, Düsennadel, Hülse und zweiter Drosselverbindung.

10

Vorteile der Erfindung

Das erfindungsgemäße Kraftstoffeinspritzventil zum Einspritzen von unter Hochdruck stehendem Kraftstoff in den Brennraum einer Brennkraftmaschine weist demgegenüber die Vorteile auf, dass es ein robustes Einspritzverhalten gegenüber Fertigungstoleranzen besitzt.

15

Weiterhin wird durch Reduktion der Strömungsgeschwindigkeit im Bereich des Düsennadelsitzes und damit einhergehend der Dampfbildung der wichtigste Verschleißmechanismus, nämlich Kavitationsschäden im Bereich des Düsennadelsitzes und der Einspritzöffnungen, reduziert bzw. unterbunden und damit die Lebensdauer signifikant erhöht.

20

Dazu weist das Kraftstoffeinspritzventil einen Düsenkörper mit einem darin ausgebildeten Düsenraum auf. In dem Düsenraum ist eine Düsennadel längsverschiebbar angeordnet, wobei eine Düsennadelspitze der Düsennadel durch die Längsbewegung mit einem an dem Düsenkörper ausgebildeten Düsennadelsitz zusammenwirkt und dadurch wenigstens eine Einspritzöffnung öffnet und schließt. Eine Hülse ist auf der Düsennadel längsverschiebbar angeordnet. Zwischen der Hülse, der Düsennadelspitze und dem Düsennadelsitz

25

ist ein Druckraum ausgebildet. Eine in der Hülse ausgebildete Drosselstelle verbindet den Düsenraum mit dem Druckraum hydraulisch. Die Hülse ist auf der Düsennadel längsverschiebbar geführt, wobei eine Schließfläche der Hülse mit dem Düsennadelsitz zusammenwirkt. Bei Anlage der Düsennadelspitze an den Düsennadelsitz ist die Schließfläche gegen den Düsennadelsitz verspannt. Auf der Düsennadel ist ein Mitnehmer angeordnet. Bei der Öffnungshubbewegung der Düsennadel ist der Mitnehmer mit der Hülse in Eingriff bringbar, so dass die Schließfläche von dem Düsennadelsitz abhebt und dadurch eine Spaltdrossel zwischen der Schließfläche und dem Düsennadelsitz aufsteuert. Die Spaltdrossel verbindet den Düsenraum mit dem Druckraum hydraulisch.

Durch diese Ausführung kann der Strömungsquerschnitt an der Spaltdrossel während der Öffnungshubbewegung der Düsennadel ab dem Zeitpunkt des Eingriffs von Mitnehmer zu Hülse stark vergrößert werden. Der Düsennadelsitz und die Einspritzöffnungen sind stromabwärts der Drosselstelle und der Spaltdrossel angeordnet. Die Strömungsgeschwindigkeit des Kraftstoffs zu den Einspritzöffnungen kann damit so gedrosselt werden, dass eine Dampfbildung des Kraftstoffs verringert oder sogar unterbunden wird. Damit werden auch potenzielle Kavitationsschäden verringert bzw. vermieden. Gleichzeitig können trotzdem Einspritzverlaufsformungen mit großen Durchflussmengen am Ende des Öffnungsvorgangs der Düsennadel erzielt werden.

In vorteilhaften Ausführungen weist die Drosselstelle einen konstanten Durchflussquerschnitt auf. Dadurch wird, insbesondere bei kleinen Hüben der Düsennadel, ein vorteilhafter Einspritzverlauf erzielt.

In einer vorteilhaften Weiterbildung ist das Kraftstoffeinspritzventil so ausgebildet, dass ab einem Öffnungshub h_1 der Düsennadel die Hülse mit dem Mitnehmer in einem formschlüssigen Eingriff steht. Ab Hüben größer oder gleich dem Öffnungshub h_1 weist die Hülse also die gleiche Axialbewegung auf wie die Düsennadel. Bis zu dem Öffnungshub h_1 dagegen liegt eine axiale Relativbewegung zwischen der an dem Düsennadelsitz anliegenden Hülse und

5 der Düsenadel vor. So wird ab dem Öffnungshub h_1 eine zweite zusätzliche Drossel realisiert, welche einen hubabhängigen Durchflussquerschnitt aufweist. Die Einspritzcharakteristik kann dadurch sehr flexibel und vorteilhaft gestaltet werden. Durch die hubabhängige Drosselung der Kraftstoffströmung in Richtung des Düsenadelsitzes wird die Strömungsgeschwindigkeit des Kraftstoffs im Bereich des Düsenadelsitzes so weit abgesenkt, dass eine Dampfbildung des Kraftstoffs verringert oder sogar unterbunden wird.

10 Vorteilhafterweise ist bis zu dem Öffnungshub h_1 die Hülse von einer Haltefeder gegen den Düsenadelsitz verspannt. Dadurch erfolgt die Verspannung der Hülse auf kostengünstige und einfache Weise. Vorteilhafterweise kann der Öffnungshub h_1 der Düsenadel während der Öffnungshubbewegung, zu dem der Mitnehmer in Eingriff mit der Hülse kommen soll, während der Montage des Kraftstoffeinspritzventils eingestellt werden. Dazu wird der Mitnehmer exakt auf
15 der Düsenadel positioniert. Etwaige Fertigungstoleranzen können so bereits während der Montage ausgeglichen werden.

20 In vorteilhaften Weiterbildungen ist ab dem Öffnungshub h_1 die Hülse von der Haltefeder gegen den Mitnehmer verspannt. Dadurch ist bei Hüben größer dem Öffnungshub h_1 die Hülse quasi fest mit dem Mitnehmer verbunden und damit auch fest mit der Düsenadel. Hülse und Düsenadel führen also in diesen Zuständen die gleiche Bewegung aus. Der Durchflussquerschnitt der Spaltdrossel ändert sich damit proportional mit dem Hub der Düsenadel.

25 Durch die Verspannung der Hülse mit dem Düsenadelsitz bzw. mit dem Mitnehmer ist zu jedem Zeitpunkt der Hubbewegung der Düsenadel eine definierte und fixierte Lage der Hülse gewährleistet.

In vorteilhaften Ausführungen ist die Haltefeder in dem Düsenraum angeordnet. Dadurch ist die Ausführung bauraumschonend und leicht montierbar. Vorzugsweise wird die Haltefeder dabei so angeordnet, dass sie die Düsennadel umgibt. Dadurch wird eine besonders bauraumsparende Anordnung der Feder erzielt.

5

In vorteilhaften Ausführungen beträgt bei einem maximalen Öffnungshub h_2 der Düsennadel der Durchflussquerschnitt der Spaltdrossel ein Vielfaches des Durchflussquerschnitts der Drosselstelle. Dadurch kann eine sehr gute Einspritzcharakteristik des Kraftstoffeinspritzventils erzielt werden. Insbesondere können dadurch sowohl sehr kleine als auch sehr große Einspritzmengen realisiert werden, ohne gleichzeitig Kavitationsschäden hervorzurufen.

10

In vorteilhaften Ausführungen weist der Düsennadelsitz eine konische Form auf. So wird zum einen bei Anlage der Düsennadel und der Schließfläche an dem Düsennadelsitz eine gute Dichtwirkung erzielt, zum anderen ergibt sich bei abgehobener Schließfläche eine vorteilhafte Strömungsgeometrie durch die Spaltdrossel. Die entsprechende Kontaktfläche an der Hülse, also die Schließfläche, ist vorzugsweise mit einem geringfügig abweichenden Öffnungswinkel von ca. $\pm 0,5^\circ$ ausgeführt, so dass sich bei Anlage ohne Krafteinwirkung eine umlaufende Dichtkante zwischen Hülse bzw. Schließfläche und Düsennadelsitz ergibt.

15

20

In vorteilhaften Ausführungen ist der Mitnehmer in einer Nut der Düsennadel angeordnet. Auf einfach Art und Weise ist der Mitnehmer dadurch sehr stabil mit der Düsennadel verbunden.

25

In vorteilhaften Weiterbildungen weist der Mitnehmer eine konische Form auf. Dadurch kann der formschlüssige Eingriff zwischen Mitnehmer und Hülse als

eine Art Kegelpressverband ausgeführt werden, wodurch vergleichsweise hohe Kräfte übertragen werden können.

5 Zeichnung

Fig. 1 zeigt einen Längsschnitt durch ein erfindungsgemäßes Kraftstoffeinspritzventil, wobei nur die wesentlichen Bereiche schematisch gezeigt sind.

10 Beschreibung

Fig. 1 zeigt schematisch ein erfindungsgemäßes Kraftstoffeinspritzventil 1 im Längsschnitt. Das Kraftstoffeinspritzventil 1 weist einen in einem Düsenkörper 2 ausgebildeten Düsenraum 22 auf, in dem eine kolbenförmige Düsennadel 3 längsverschiebbar angeordnet ist. Die Düsennadel 3 wirkt an ihrem dem Brennraum zugewandten Ende, der Düsennadelspitze 35, mit einem an dem Düsenkörper 2 ausgebildeten Düsennadelsitz 21 zusammen und kann dadurch eine oder mehrere Einspritzöffnungen 20 im Düsenkörper 2 öffnen oder verschließen, über die Kraftstoff in den Brennraum einer nicht dargestellten Brennkraftmaschine eingespritzt werden kann. Der Düsenraum 22 ist über einen im Düsenkörper 2 ausgebildeten Hochdruckkanal 23 mit einer nicht dargestellten Kraftstoffhochdruckquelle, üblicherweise einem Common Rail, verbunden, die unter Hochdruck stehenden Kraftstoff zur Verfügung stellt.

An dem Brennraum entgegengesetzten Ende der Düsennadel 3 ist ein Steuerraum 6 ausgebildet, über dessen Druck die Öffnungs- und Schließbewegung der Düsennadel 3 gesteuert wird in der Weise, dass bei Druckabsenkung im Steuerraum 6 die Düsennadel 3 vom Düsennadelsitz 21 abhebt und so die Einspritzöffnungen 20 freigibt und bei Druckanstieg im Steuerraum 6 die Düsennadel 3 gegen den Düsennadelsitz 21 gedrückt wird und

die Einspritzöffnungen 20 verschließt. Die Druckänderung des Steuerraums 6 erfolgt durch eine in einer Ventilplatte 4 ausgebildete Steuerbohrung 40, über die, gesteuert von einem nicht dargestellten Steuerventil, unter Hochdruck stehender Kraftstoff zu- oder abgeführt werden kann.

5

Der Steuerraum 6 wird radial durch eine Steuerraumhülse 5 begrenzt, sowie axial durch die Ventilplatte 4 und die Düsennadel 3. Die Steuerraumhülse 5 führt weiterhin die Längsbewegung der Düsennadel 3. Die Steuerraumhülse 5 ist von einer Düsenfeder 17 gegen die Ventilplatte 4 gespannt. Die Düsenfeder 17 wirkt

10 weiterhin mit einer Schulter 30 der Düsennadel 3 zusammen; dadurch wird die Düsennadel 3 von der Düsenfeder 17 gegen den Düsennadelsitz 21 gedrückt.

10

Im dem Brenraum nahen Bereich des Düsenraums 22 ist ein Drosselverbund angeordnet. Der Drosselverbund umfasst eine Hülse 10, einen Mitnehmer 11 und eine Haltefeder 12. Der Mitnehmer 11 ist dabei fest auf der Düsennadel 3 bzw. der Düsennadelspitze 35 angeordnet; der Mitnehmer 11 kann dabei auch

15 einstückig mit der Düsennadel 3 ausgeführt sein. In Abhängigkeit des Hubs der Düsennadel 3 kommt der Mitnehmer in einen formschlüssigen Eingriff mit der Hülse 10. Dieser Eingriff geschieht in Öffnungsrichtung der Düsennadel 3, also in

20 der Darstellung der Fig.1 nach oben, ab einem Öffnungshub h_1 13. Die Hülse 10 ist längsverschiebbar auf der Düsennadel 3 angeordnet, bildet mit dieser bis zum Öffnungshub h_1 13 also eine Art axiales Gleitlager aus.

15

20

25

30

Die Haltefeder 12 ist die Düsennadel 3 radial umgebend angeordnet. Die Haltefeder 12 stützt sich an einem Absatz 31 der Düsennadel 3 ab und spannt die Hülse 10 gegen den Düsennadelsitz 21, so dass eine an der Hülse 10 ausgebildete Schließfläche 10a mit dem Düsennadelsitz 21 zusammenwirkt. Ist der Hub der Düsennadel 3 größer bzw. gleich dem Öffnungshub h_1 13, dann spannt die Haltefeder 12 die Hülse 10 gegen den Mitnehmer 11, da ab diesem

Hub der formschlüssige Eingriff zwischen dem Mitnehmer 11 und der Hülse 10 ausgebildet ist, beispielsweise über konische Kontaktflächen von Mitnehmer 11

und Hülse 10. Ist der Hub der Düsennadel 3 größer als der Öffnungshub h_1 13, dann ist die Schließfläche 10a und somit die Hülse 10 von dem Düsennadelsitz 21 abgehoben.

5 Zwischen der Hülse 10, der Düsennadelspitze 35 und dem Düsennadelsitz 21 ist ein Druckraum 14 ausgebildet. Der Druckraum 14 ist durch eine in der Hülse 10 ausgebildete Drosselstelle 15 hydraulisch mit dem Düsenraum 22 verbunden. Die Drosselstelle 15 ist bevorzugt eine oder mehrere radiale Bohrungen in der Hülse 10. Ist die Schließfläche 10a von dem Düsennadelsitz 21 abgehoben, dann
10 ist zwischen der Schließfläche 10a und dem Düsennadelsitz 21 eine hubvariable Spaltdrossel 16 ausgebildet, welche ebenfalls den Düsenraum 22 mit dem Druckraum 14 hydraulisch verbindet.

Bei geöffneter Düsennadel 3 ist zwischen der Düsennadelspitze 35 und dem
15 Düsennadelsitz 21 eine weitere Drossel ausgebildet, die Ringdrossel 17. Diese spielt für die Einspritzcharakteristik des Kraftstoffeinspritzventils 1 jedoch nur eine untergeordnete Rolle, da ihr Strömungsquerschnitt schon bei kleinen Hübten der Düsennadel 3 größer als diejenigen von Drosselstelle 15, Spaltdrossel 16 und Einspritzöffnungen 20 ist.

20

Die Funktionsweise des Kraftstoffeinspritzventils 1 ist wie folgt:

Wird der Druck im Steuerraum 6 durch das Steuerventil abgesenkt, beginnt die Düsennadel 3 mit ihrer Öffnungshubbewegung, hebt vom Düsennadelsitz 21 ab und gibt die Einspritzöffnungen 20 frei; der Einspritzprozess von Kraftstoff in den Brennräum der Brennkraftmaschine beginnt. Bis zu einem Öffnungshub h_1 13 der Düsennadel 3 wird die Hülse 10 durch die Vorspannkraft der Düsenfeder 17 gegen den Düsennadelsitz 21 gedrückt. Der Druck im Druckraum 14, also
25 zwischen der Drosselstelle 15 und dem Düsennadelsitz 12 bzw. der Ringdrossel 17 wird somit unmittelbar nach dem Öffnen der Düsennadel 3 abgesenkt. Der
30

Zuströmquerschnitt zur Ringdrossel 17 bleibt konstant, nämlich definiert durch den Durchflussquerschnitt der Drosselstelle 15, bis der Öffnungshub h_1 13 der Düsennadel 3 überschritten ist, also bis der Mitnehmer 11 vom Düsennadelsitz 21 abhebt und so zusätzlich die hubvariable Spaltdrossel 16 freigibt. Nun ändert sich der Druck im Druckraum 14 einer Funktion folgend, welche durch den stetig zunehmenden Zuströmquerschnitt in den Druckraum 14 durch die beiden Drosseln Drosselstelle 15 und Spaltdrossel 16 definiert ist.

Vor Beginn der Schließbewegung am Ende des Einspritzprozesses ist die Hülse 10 durch den Mitnehmer 11 und die Haltefeder 12 fixiert; zwischen der Schließfläche 10a und dem Düsennadelsitz 21 befindet sich die geöffnete Spaltdrossel 16. Die Spaltdrossel 16 weist bei einem maximalen Öffnungshub h_2 18 einen gegenüber der Drosselstelle 15 vergleichsweise großen Durchfluss- bzw. Strömungsquerschnitt auf. In dieser Stellung strömt vom Düsenraum 22 mehr Kraftstoff über die Spaltdrossel 16 in den Druckraum 14 als über die Drosselstelle 15.

Die Schließbewegung der Düsennadel 3 wird eingeleitet, indem das Steuerventil den Druck im Steuerraum 6 erhöht. Aufgrund der daraus ansteigenden resultierenden hydraulischen Kraft bewegt sich die Düsennadel 3 daraufhin in Richtung des Düsennadelsitzes 21. Damit verringert sich auch wieder der Strömungsquerschnitt durch die Spaltdrossel 16. Bis zum Öffnungshub h_1 13 steht der Mitnehmer 11 in Eingriff mit der Hülse 10. Beim Öffnungshub h_1 13 kommt es zum Kontakt zwischen der Schließfläche 10a und dem Düsennadelsitz 21. Die Spaltdrossel 16 wird dadurch geschlossen, so dass nur noch der Strömungsquerschnitt durch die Drosselstelle 15 bestehen bleibt. Gleichzeitig wird der Eingriff zwischen Mitnehmer 11 und Hülse 10 aufgehoben, so dass die Hülse 10 zwischen dem Düsennadelsitz 21 und der Haltefeder 12 verspannt ist. Am Ende der Schließbewegung wird die Düsennadel 3 mit ihrer Düsennadelspitze 35 gegen den Düsennadelsitz 21 gedrückt und verschließt so die Einspritzöffnungen 20 wieder. Es gelangt kein Kraftstoff mehr in den Brennraum.

Erfindungsgemäß sind die Anordnungen der Drosselstelle 15 und der Spaltdrossel 16 benachbart zum Düsenadelsitz 21, stromaufwärts der Einspritzöffnungen 20. Dort steht im Druckraum 14 bei geschlossener Düsenadel 3 der Systemdruck, also der Druck des Düsenraums 22, an und wird von der Düsenadelspitze 35 zum Brennraum abgedichtet. Der volle Systemdruck wird beim Öffnen und Schließen der Düsenadel 3 in Geschwindigkeit umgesetzt. Diese hohe Geschwindigkeit im Bereich des Druckraums 14 verursacht ein Absinken des lokalen Absolutdruckes unter den Dampfdruck in diesem Bereich. Dadurch kommt es zu Dampfbildung des Kraftstoffs, welcher in weiterer Folge in Gebieten mit höheren Drücken (bzw. geringeren lokalen Geschwindigkeiten) kondensiert und Kavitationsschäden verursacht. Diese Kavitationsschäden sind in der Regel lebensdauerbestimmend für Kraftstoffeinspritzventile 1 bzw. Düsenkörper 2.

Unmittelbar nach Beginn der Düsenadelöffnung fällt der Druck im Druckraum 14 proportional zum Durchfluss- bzw. Zuströmquerschnitt an der Drosselstelle 15 bzw. zum Abströmquerschnitt durch die Einspritzöffnungen 20 ab. Die Spaltdrossel 16 ist in diesem Zustand noch geschlossen. Bei weiterem Öffnen der Düsenadel 3 wird nun auch die Spaltdrossel 16 geöffnet. Zunächst ist der summierte Zuströmquerschnitt durch Drosselstelle 15 und Spaltdrossel 16 jedoch immer noch geringer als der Abströmquerschnitt durch die Einspritzöffnungen 20. Durch das hubabhängige Androsseln der Zuströmung zu den Einspritzöffnungen 20 wird nun die Strömungsgeschwindigkeit im Druckraum 14, insbesondere im Bereich des Düsenadelsitzes 21, so weit abgesenkt, dass die Dampfbildung des Kraftstoffs reduziert bzw. unterbunden wird. Kavitationsschäden werden dadurch vermieden und die Lebensdauer von Düsenkörper 2, Düsenadel 3 etc. erhöht.

Zusammenfassend beschreibt die dargestellte Ausführungsform eine hubvariable Spaltdrossel 16 zwischen Schließfläche 10a und Düsenadelsitz 21, die folgende Bereiche aufweist:

- 11 -

5 - Bereich 1: Öffnungshubbewegung der Düsennadel 3 von ihrer Anlage am Düsennadelsitz 21 bis zu einem definierten Öffnungshub h_1 13: die Hülse 10 steht mit ihrer Schließfläche 10a in Anlage zum Düsennadelsitz 21. Die Hülse 10 wird dabei durch die Haltefeder 12 mit dem Düsennadelsitz 21 verspannt. Es findet kein Kraftstofffluss durch die Spaltdrossel 16 statt.

10 - Bereich 2: Öffnungshubbewegung der Düsennadel 3 vom Öffnungshub h_1 13 bis zu ihrem maximalen Öffnungshub h_2 18: der Spalt der Spaltdrossel 16 wird aufgesteuert und definiert so den Strömungsquerschnitt durch die Spaltdrossel 16, welcher mit zunehmenden Hub größer wird. Die Haltefeder 12 verspannt die Hülse 10 gegen den Mitnehmer 11. Kraftstoff fließt durch die Spaltdrossel 16.

15 Zu beiden Bereichen ist eine konstante zweite Drosselfunktion parallel geschaltet, nämlich die der Drosselstelle 15, welche bei Hüben der Düsennadel 3, die kleiner als der Öffnungshub h_1 13 sind, ein Leerlaufen des Druckraums 14 verhindert.

5 Patentansprüche

1. Kraftstoffeinspritzventil (1) für Brennkraftmaschinen zur Einspritzung von Kraftstoff unter hohem Druck mit einem in einem Düsenkörper (2) ausgebildeten Düsenraum (22), in dem eine Düsennadel (3) längsverschiebbar angeordnet ist, wobei eine Düsennadelspitze (35) der Düsennadel (3) durch die Längsbewegung mit einem an dem Düsenkörper (2) ausgebildeten Düsennadelsitz (21) zusammenwirkt und dadurch wenigstens eine Einspritzöffnung (20) öffnet und schließt, wobei eine Hülse (10) auf der Düsennadel (3) längsverschiebbar angeordnet ist, wobei zwischen der Hülse (10), der Düsennadelspitze (35) und dem Düsennadelsitz (21) ein Druckraum (14) ausgebildet ist, wobei eine in der Hülse (10) ausgebildete Drosselstelle (15) den Düsenraum (22) mit dem Druckraum (14) hydraulisch verbindet,

dadurch gekennzeichnet,

20 dass die Hülse (10) auf der Düsennadel (3) längsverschiebbar geführt ist, wobei eine Schließfläche (10a) der Hülse (10) mit dem Düsennadelsitz (21) zusammenwirkt, wobei bei Anlage der Düsennadelspitze (35) an den Düsennadelsitz (21) die Schließfläche (10a) gegen den Düsennadelsitz (21) verspannt ist, wobei auf der Düsennadel (3) ein Mitnehmer (11) angeordnet ist, und der Mitnehmer (11) bei der Öffnungshubbewegung der Düsennadel (3) mit der Hülse (10) in Eingriff bringbar ist, so dass die Schließfläche (10a) von dem Düsennadelsitz (21) abhebt und dadurch eine Spaltdrossel (16) zwischen der Schließfläche (10a) und dem Düsennadelsitz (21) aufsteuert, wobei die Spaltdrossel (16) den Düsenraum (22) mit dem Druckraum (14) hydraulisch verbindet.

30 2. Kraftstoffeinspritzventil (1) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Drosselstelle (15) einen konstanten Durchflussquerschnitt aufweist.

3. Kraftstoffeinspritzventil (1) nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass ab einem Öffnungshub h_1 (13) der Düsennadel (3) die Hülse (10) mit dem Mitnehmer (11) in einem formschlüssigen Eingriff steht.
4. Kraftstoffeinspritzventil (1) nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass bis zu dem Öffnungshub h_1 (13) die Hülse (10) von einer Haltefeder (12) gegen den Düsennadelsitz (21) gespannt ist.
5. Kraftstoffeinspritzventil (1) nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass ab dem Öffnungshub h_1 (13) die Hülse (10) von der Haltefeder (12) gegen den Mitnehmer (11) gespannt ist.
6. Kraftstoffeinspritzventil (1) nach Anspruch 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Haltefeder (12) in dem Düsenraum (22) angeordnet ist.
7. Kraftstoffeinspritzventil (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass bei einem maximalen Öffnungshub h_2 (18) der Düsennadel (3) der Durchflussquerschnitt der Spaltdrossel (16) ein Vielfaches des Durchflussquerschnitts der Drosselstelle (15) beträgt.
8. Kraftstoffeinspritzventil (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Düsennadelsitz (21) eine konische Form aufweist.
9. Kraftstoffeinspritzventil (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Mitnehmer (11) in einer Nut der Düsennadel (3) angeordnet ist.
10. Kraftstoffeinspritzventil (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Mitnehmer (11) eine konische Form aufweist.

1 / 1

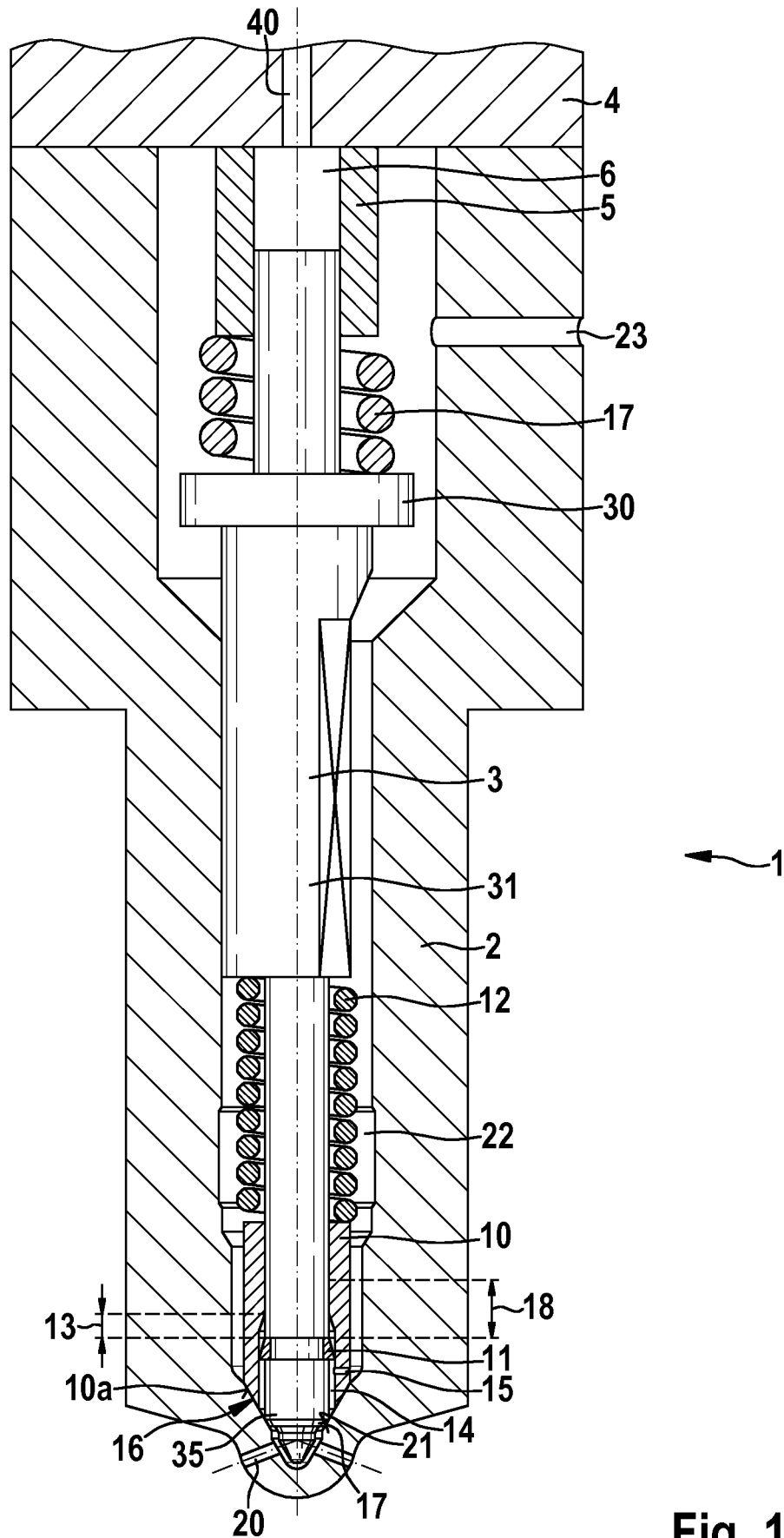


Fig. 1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2017/058787

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. F02M61/12 F02M45/08
ADD.
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 practicable, search terms used)
EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 2007/038811 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]; BERNHAUPT MARTIN [AT]; WERGER HEINRICH [AT]) 12 April 2007 (2007-04-12)	1-8,10
A	page 9, line 4 - line 12 page 8, line 18 - page 9, line 2 claims 1,4,5,6,7,12 abstract; figure 3	9
X	DE 197 55 057 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 17 June 1999 (1999-06-17) abstract; figure 5 claims 1,7,8,10,11 column 6, line 36 - line 52	1,3,7-9
	----- -/--	

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 application or patent but published on or after the international filing date

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

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

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

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

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

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

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search 20 June 2017	Date of mailing of the international search report 27/06/2017
---	--

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 Barunovic, Robert
--	---

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2017/058787

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 10 2005 030868 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 11 January 2007 (2007-01-11) paragraph [0024] - paragraph [0025] abstract; figure 8 claims 1,7,13,14	1-9
A	----- US 4 202 500 A (KEICZEK HUBERT [DE]) 13 May 1980 (1980-05-13) abstract; figure 8 column 5, line 7 - line 40 claims 1,18,22 -----	9

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No PCT/EP2017/058787

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 2007038811 A1	12-04-2007	AT 501914 A4	15-12-2006
		EP 1931874 A1	18-06-2008
		JP 2009509079 A	05-03-2009
		US 2009114744 A1	07-05-2009
		WO 2007038811 A1	12-04-2007

DE 19755057 A1	17-06-1999	DE 19755057 A1	17-06-1999
		EP 0980474 A1	23-02-2000
		JP 4223077 B2	12-02-2009
		JP 2001511231 A	07-08-2001
		US 6257506 B1	10-07-2001
		WO 9930028 A1	17-06-1999

DE 102005030868 A1	11-01-2007	DE 102005030868 A1	11-01-2007
		EP 1902212 A1	26-03-2008
		WO 2007003458 A1	11-01-2007

US 4202500 A	13-05-1980	CH 629873 A5	14-05-1982
		DD 134129 A1	07-02-1979
		DE 2710138 A1	14-09-1978
		FR 2383322 A1	06-10-1978
		GB 1588050 A	15-04-1981
		HU 176699 B	28-04-1981
		IN 148585 B	11-04-1981
		IT 1112254 B	13-01-1986
		JP S53110722 A	27-09-1978
		RO 75846 A	28-02-1981
		SE 417857 B	13-04-1981
		SU 873893 A3	15-10-1981
		US 4202500 A	13-05-1980

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 INV. F02M61/12 F02M45/08
 ADD.

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

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, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	WO 2007/038811 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]; BERNHaupt MARTIN [AT]; WERGER HEINRICH [AT]) 12. April 2007 (2007-04-12)	1-8,10
A	Seite 9, Zeile 4 - Zeile 12 Seite 8, Zeile 18 - Seite 9, Zeile 2 Ansprüche 1,4,5,6,7,12 Zusammenfassung; Abbildung 3	9
X	DE 197 55 057 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 17. Juni 1999 (1999-06-17) Zusammenfassung; Abbildung 5 Ansprüche 1,7,8,10,11 Spalte 6, Zeile 36 - Zeile 52	1,3,7-9
	----- -/--	



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

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

"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. 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 Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

20. Juni 2017

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

27/06/2017

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
 NL - 2280 HV Rijswijk
 Tel. (+31-70) 340-2040,
 Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Barunovic, Robert

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 10 2005 030868 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 11. Januar 2007 (2007-01-11) Absatz [0024] - Absatz [0025] Zusammenfassung; Abbildung 8 Ansprüche 1,7,13,14	1-9
A	----- US 4 202 500 A (KEICZEK HUBERT [DE]) 13. Mai 1980 (1980-05-13) Zusammenfassung; Abbildung 8 Spalte 5, Zeile 7 - Zeile 40 Ansprüche 1,18,22 -----	9

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2017/058787

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 2007038811 A1	12-04-2007	AT 501914 A4	15-12-2006
		EP 1931874 A1	18-06-2008
		JP 2009509079 A	05-03-2009
		US 2009114744 A1	07-05-2009
		WO 2007038811 A1	12-04-2007

DE 19755057 A1	17-06-1999	DE 19755057 A1	17-06-1999
		EP 0980474 A1	23-02-2000
		JP 4223077 B2	12-02-2009
		JP 2001511231 A	07-08-2001
		US 6257506 B1	10-07-2001
		WO 9930028 A1	17-06-1999

DE 102005030868 A1	11-01-2007	DE 102005030868 A1	11-01-2007
		EP 1902212 A1	26-03-2008
		WO 2007003458 A1	11-01-2007

US 4202500 A	13-05-1980	CH 629873 A5	14-05-1982
		DD 134129 A1	07-02-1979
		DE 2710138 A1	14-09-1978
		FR 2383322 A1	06-10-1978
		GB 1588050 A	15-04-1981
		HU 176699 B	28-04-1981
		IN 148585 B	11-04-1981
		IT 1112254 B	13-01-1986
		JP S53110722 A	27-09-1978
		RO 75846 A	28-02-1981
		SE 417857 B	13-04-1981
		SU 873893 A3	15-10-1981
		US 4202500 A	13-05-1980
