

(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
31. Dezember 2014 (31.12.2014)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2014/206606 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation:
F02M 47/02 (2006.01) *F02M 63/00* (2006.01)
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2014/058919
- (22) Internationales Anmeldedatum:
30. April 2014 (30.04.2014)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:
10 2013 212 140.7 25. Juni 2013 (25.06.2013) DE
- (71) Anmelder: **ROBERT BOSCH GMBH** [DE/DE];
Postfach 30 02 20, 70442 Stuttgart (DE).
- (72) Erfinder: **KUHNKE, Dominik**; Wattstr. 22, 70435 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, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, 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, 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, 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.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, 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).

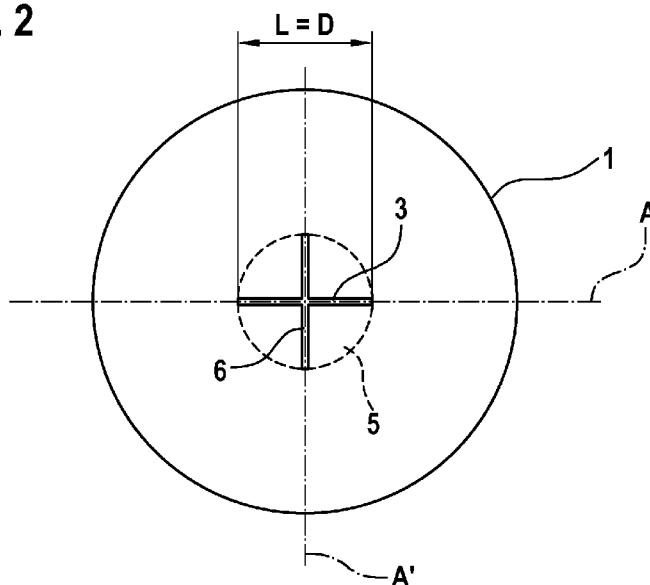
Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

(54) Title: CONTROL VALVE

(54) Bezeichnung : STEUVENTIL

Fig. 2



(57) **Abstract:** The invention relates to a control valve for a fuel injector, in particular a common-rail fuel injector, comprising a valve piece (1) having an outflow opening (3) which is formed inside a valve seat (2) formed as a flat seat, and a reciprocating valve-closing element (4) which interacts in a seal-forming fashion with the valve seat (2). According to the invention, the outflow opening (3) is embodied in a slit shape and has a length (L) which is greater than a width (B), wherein the length (L) corresponds essentially to a diameter (D) or a radius (R) of a circular surface (5), within which the outflow opening (3) and at least one further outflow opening (6, 6') which is connected to the outflow opening (3) and/or separated from the outflow opening (3) are arranged. The invention also relates to a fuel injector having a control valve of said type.

(57) **Zusammenfassung:** Die Erfindung betrifft ein Steuerventil für einen Kraftstoffinjektor, insbesondere einen Common-Rail-Kraftstoffinjektor, umfassend ein Ventilstück (1) mit einer innerhalb eines als Flachsitz ausgebildeten Ventilsitzes (2) ausgebildeten

Abströmöffnung (3) sowie ein mit dem Ventilsitz (2) dichtend zusammenwirkendes hubbewegliches

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2014/206606 A1

Ventilschließelement (4). Erfindungsgemäß ist die Abströmöffnung (3) schlitzförmig ausgebildet und besitzt eine Länge (L), die größer als eine Breite (B) ist, wobei die Länge (L) im Wesentlichen einem Durchmesser (D) oder einem Radius (R) einer Kreisfläche (5) entspricht, innerhalb welcher die Abströmöffnung (3) und wenigstens eine weitere mit der Abströmöffnung (3) verbundene und/oder von der Abströmöffnung (3) getrennte Abströmöffnung (6, 6') angeordnet sind. Des Weiteren betrifft die Erfindung einen Kraftstoffinjektor mit einem solchen Steuerventil.

5 Beschreibung

Titel

Steuerventil

10 Die Erfindung betrifft ein Steuerventil für einen Kraftstoffinjektor, insbesondere einen Common-Rail-Kraftstoffinjektor, mit den Merkmalen des Oberbegriffs des Anspruchs 1. Ferner betrifft die Erfindung einen Kraftstoffinjektor mit einem solchen Steuerventil.

Stand der Technik

15

Steuerventile der vorstehend genannten Art finden regelmäßig in Kraftstoffinjektoren Einsatz, die eine hubbewegliche Düsennadel zum Freigeben und Verschließen wenigstens einer Einspritzöffnung besitzen. Das Steuerventil dient dabei der Steuerung der Hubbewegung der Düsennadel. Öffnet das Steuerventil, wird ein Steuerraum entlastet, so dass ein in Schließrichtung auf die Düsennadel wirkender Steuerdruck im Steuer-
20 raum abnimmt und die Düsennadel öffnet. Die Betätigung des Steuerventils erfolgt in der Regel mittels eines Aktors, beispielsweise eines Magnetaktors oder eines Piezoaktors.

25

Aus der Offenlegungsschrift DE 10 2006 049 050 A1 geht beispielhaft ein Kraftstoffinjektor mit einem Steuerventil zur Ansteuerung eines mindestens eine Einspritzöffnung freigebenden oder verschließenden Einspritzventilgliedes hervor. Hierzu umfasst das Steuerventil einen hubbeweglichen Ventilkolben, der mit einem als Flachsitz ausgebildeten Ventilsitz dichtend zusammenwirkt. Liegt der Ventilkolben am Flachsitz dichtend an, baut sich im Steuerraum ein das Einspritzventilglied in Schließrichtung beaufschlagender Steuerdruck auf. Bei Betätigung des Steuerventils mittels eines Elektromagneten hebt der Ventilkolben vom Ventilsitz ab und es wird eine Verbindung des Steuer-
30 raums mit einem Niederruckbereich hergestellt. In der Folge sinkt der Steuerdruck im Steuerraum und damit die das Einspritzventilglied in Schließrichtung beaufschlagende

Kraft. Das Einspritzventilglied öffnet und gibt auf diese Weise die wenigstens eine Einspritzöffnung frei. Die Rückstellung des Ventilkolbens erfolgt mittels der Federkraft einer Feder nach Beendigung der Bestromung des Elektromagneten. Dies hat wiederum den Anstieg des Steuerdrucks im Steuerraum zur Folge, so dass auch das Einspritzventilglied in seinen Dichtsitz zurückgestellt wird und die wenigstens eine Einspritzöffnung wieder verschließt.

Zur Darstellung von Teileinspritzungen ist ein schnellschaltendes Steuerventil von Vorteil, um eine schnelle Entlastung des Steuerraums zu bewirken. Von Vorteil ist dabei ein reduzierter Hub des hubbeweglichen Schließelements des Steuerventils. Zugleich muss jedoch ein ausreichend großer Abströmquerschnitt sichergestellt sein. Um dies zu gewährleisten, kann der Durchmesser einer innerhalb des Ventilsitzes liegenden Abströmöffnung vergrößert werden. Damit vergrößert sich jedoch auch die am Ventilschließelement ausgebildete Fläche, welche innerhalb des Durchmessers des Ventilsitzes zu legen kommt, und in Schließstellung des Steuerventils vom Steuerdruck des Steuerraums beaufschlagt wird. Die Folge ist eine Vergrößerung der auf das Ventilschließelement in Öffnungsrichtung wirkenden hydraulischen Kraft. Dem kann entgegengewirkt werden, indem die Federkraft einer Feder erhöht wird, die das Ventilschließelement in Schließrichtung beaufschlagt. Zum Öffnen des Ventils sind dann jedoch größere Magnetkräfte erforderlich, was sich wiederum ungünstig auf die Schaltzeit des Steuerventils auswirkt.

Ausgehend von dem vorstehend genannten Stand der Technik liegt der vorliegenden Erfindung die Aufgabe zugrunde, ein schnell schaltendes Steuerventil für einen Kraftstoffinjektor anzugeben, das wenigstens eine im Hinblick auf reduzierte Schaltkräfte und/oder geringe Hübe optimierte Abströmöffnung besitzt. Ferner soll ein Steuerventil mit einer erhöhten Lebensdauer bereit gestellt werden.

Zur Lösung der Aufgabe wird das Steuerventil mit den Merkmalen des Anspruchs 1 vorgeschlagen. Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind den Unteransprüchen zu entnehmen. Ferner wird ein Kraftstoffinjektor mit einem solchen Steuerventil angegeben.

Offenbarung der Erfindung

Das vorgeschlagene Steuerventil umfasst ein Ventilstück mit einer innerhalb eines als
5 Flachsitz ausgebildeten Ventilsitzes ausgebildeten Abströmöffnung sowie ein mit dem
Ventilsitz dichtend zusammenwirkendes hubbewegliches Ventilschließelement. Erfin-
dungsgemäß ist die Abströmöffnung schlitzförmig ausgebildet und besitzt eine Län-
ge L, die größer als eine Breite B ist. Die Länge L entspricht dabei im Wesentlichen ei-
nem Durchmesser D oder einem Radius R einer Kreisfläche, innerhalb welcher die
10 Abströmöffnung und wenigstens eine weitere mit der Abströmöffnung verbundene
und/oder von der Abströmöffnung getrennte Abströmöffnung angeordnet sind.

Die schlitzförmige Abströmöffnung weist im Vergleich zu einer kreisförmigen
Abströmöffnung den Vorteil auf, dass sie einen großen Abströmumfang bei zugleich
15 kleiner Fläche besitzt. Über die schlitzförmige Abströmöffnung wird demnach - bei glei-
chem Abströmumfang - das Ventilschließelement mit einer geringeren hydraulischen
Kraft beaufschlagt, so dass die Schaltkräfte reduziert werden können. Alternativ oder
ergänzend kann der Hub des Ventilschließelementes verringert werden, da über den
Abströmumfang weiterhin eine schnelle Entlastung des Steuerraums sichergestellt ist.

Ein ungünstiges Länge/Breite Verhältnis ($L/B \gg 1$) der schlitzförmigen Abströmöffnung
kann jedoch zu Spannungen im Ventilstück führen, die insbesondere an den Enden in
Längsrichtung der Abströmöffnung auftreten (Kerbspannung). Zur Verminderung der
Spannungen wird daher vorgeschlagen, innerhalb einer die schlitzförmige
25 Abströmöffnung aufnehmenden Kreisfläche wenigstens eine weitere Abströmöffnung
auszubilden. Die wenigstens eine weitere Abströmöffnung kann dabei mit der schlitzar-
tigen Abströmöffnung verbunden oder als separate Abströmöffnung ausgebildet sein.
Es hat sich gezeigt, dass durch diese Maßnahme die Belastungen des Ventilstücks
verringert werden. Dies wiederum führt zu einer Erhöhung der Lebensdauer des Steu-
30 erventils.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist die wenigstens eine wei-
tere Abströmöffnung ebenfalls schlitzförmig und besitzt eine Längsachse A', die ge-
genüber einer Längsachse A der ersten schlitzförmigen Abströmöffnung geneigt ist. In

einer besonders bevorzugten Ausgestaltung sind mehrere schlitzartige Abströmöffnungen kreuz- oder sternförmig angeordnet. Die Anordnung kann derart erfolgen, dass sich zwei oder mehr schlitzartige Abströmöffnungen schneiden.

5 Die festigkeitssteigernde Wirkung wird durch Vermeidung einer spannungserzeugenden Aufweitung der schlitzförmigen Abströmöffnungen erzielt, da in der Nähe von anderen druckbelasteten Schlitzten durch deren Aufweitung eine Stützwirkung am hochbelasteten Kerbradius erzielt wird. Die Wirkung ist bereits bei Anordnung einer weiteren schlitzartigen Abströmöffnung innerhalb der durch die erste Abströmöffnung vorgegebenen Kreisfläche nachweisbar.

Alternativ oder ergänzend wird vorgeschlagen, dass die wenigstens eine weitere Abströmöffnung an einem Ende der schlitzartigen Abströmöffnung innerhalb der Kreisfläche angeordnet ist. Die weitere endseitig angeordnete Abströmöffnung führt zu einer Vergrößerung des Kerbradius, so dass eine Spannungsentlastung erreicht wird.

Die an einem Ende der schlitzförmigen Abströmöffnung angeordnete weitere Abströmöffnung kann beispielsweise kreisförmig sein und einen Durchmesser d besitzen, der größer als die Breite B der schlitzartigen Abströmöffnung ist. Bei der Festlegung des Durchmessers d sollte jedoch beachtet werden, dass das Verhältnis Fläche/Abströmumfang nicht wesentlich verschlechtert wird, um die eingangs genannten Vorteile einer schlitzförmigen Abströmöffnung gegenüber einer kreisförmigen Abströmöffnung zu erhalten.

25 Alternativ kann die an einem Ende der schlitzförmigen Abströmöffnung angeordnete weitere Abströmöffnung schlitzförmig sein und einen bogenförmigen Verlauf besitzen. Auch durch diese Maßnahme wird eine Spannungsentlastung mittels einer Vergrößerung des Kerbradius erreicht. Zugleich weist die weitere Abströmöffnung eine optimierte Geometrie auf. Der bogenförmige Verlauf gewährleistet die Anordnung der weiteren schlitzförmigen Abströmöffnung innerhalb der angegebenen Kreisfläche. Der Effekt der Spannungsreduktion liegt hier im Besonderen in der Annäherung an die in Bezug auf Spannung ideale Kreisform mit Innendruck.

Als besonders vorteilhaft im Hinblick auf die Vermeidung von Kerbspannungen erweist sich ein bogenförmiger Verlauf der weiteren Abströmöffnung, der gegenüber der Kreisform geringfügig nach innen versetzt ist. Bevorzugt folgt daher der bogenförmige Verlauf der weiteren Abströmöffnung der Form einer Ellipse mit zwei Halbachsen a , b , wobei die kürzere Halbachse a mit der Länge L der die Kreisfläche definierenden schlitzenartigen Abströmöffnung zusammenfällt. Innerhalb der angenäherten Kreisform stellt sich damit ein näherungsweise hydrostatischer Spannungszustand ein, so dass Spannungen im Wesentlichen nur radial außen des bogenförmigen Verlaufs auftreten, wo sie aufgrund des großen Radius deutlich geringer sind.

Vorzugsweise ist die Halbachse a kleiner als ein Viertel der Länge L der schlitzenartigen Abströmöffnung, an deren Ende sie angeordnet ist. Durch diese Maßnahme ist weiterhin eine ausreichende mechanische Festigkeit des Ventilstücks gewährleistet.

Weiterhin vorzugsweise beträgt das Halbachsenverhältnis a/b 0,8 bis 0,9. Dadurch ist sichergestellt, dass bei mehreren schlitzenförmigen Abströmöffnungen, die jeweils an einem Ende einer schlitzenförmigen radial verlaufenden Abströmöffnung angeordnet sind und einen bogenförmigen Verlauf aufweisen, eine ausreichende Stegbreite verbleibt, um die mechanische Festigkeit des Ventilstücks nicht zu gefährden.

In Weiterbildung der Erfindung wird vorgeschlagen, dass der als Flachsitz ausgebildete Ventilsitz freigestellt ist und durch wenigstens einen Steg ausgebildet wird, der einer Außenkontur einer Abströmöffnung folgt. Die Abströmöffnung wird demnach durch den Steg begrenzt. Durch die Freistellung kann das über die Abströmöffnungen austretende Fluid nahezu drucklos abströmen. Dadurch wird eine zusätzliche auf das Ventilschließelement wirkende Öffnungskraft vermieden. In Abhängigkeit von der jeweils gewählten Stegbreite wird zudem die Dichtfläche des Ventilsitzes reduziert, so dass eine verbesserte Dichtwirkung erzielt wird.

Da die Vorteile des angegebenen Steuerventils insbesondere bei Einsatz in einem Kraftstoffinjektor zum Tragen kommen, wird ferner ein Kraftstoffinjektor mit einem erfindungsgemäßen Steuerventil vorgeschlagen. Das Steuerventil dient vorzugsweise der Steuerung der Hubbewegung einer Düsenadel des Kraftstoffinjektors.

Bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung werden nachfolgend anhand der beige-fügten Zeichnungen näher erläutert. Diese zeigen:

- 5 Figur 1 einen Längsschnitt durch einen Kraftstoffinjektor mit einem erfindungsgemäßen Steuerventil,
- Figur 2 eine Draufsicht auf ein Ventilstück eines erfindungsgemäßen Steuerventils gemäß einer ersten bevorzugten Ausführungsform der Erfindung,
- 10 Figur 3 eine Draufsicht auf ein Ventilstück eines erfindungsgemäßen Steuerventils gemäß einer zweiten bevorzugten Ausführungsform der Erfindung,
- Figur 4 eine Draufsicht auf ein Ventilstück eines erfindungsgemäßen Steuerventils gemäß einer dritten bevorzugten Ausführungsform der Erfindung,
- 15 Figur 5 eine Draufsicht auf ein Ventilstück eines erfindungsgemäßen Steuerventils gemäß einer vierten bevorzugten Ausführungsform der Erfindung,
- Figur 6 eine Draufsicht auf ein Ventilstück eines erfindungsgemäßen Steuerventils gemäß einer fünften bevorzugten Ausführungsform der Erfindung,
- 20 Figur 7 eine Draufsicht auf ein Ventilstück eines erfindungsgemäßen Steuerventils gemäß einer sechsten bevorzugten Ausführungsform der Erfindung,
- Figur 8 eine vergrößerte Darstellung der Geometrie der Abströmöffnungen der Ausführungsform der Figur 6,
- 25 Figur 9 eine weitere Draufsicht auf das Ventilstück der Figur 6 mit Darstellung der im Ventilstück auftretenden Spannungen,
- 30 Figur 10 eine perspektivische Schnittansicht des Ventilstücks der Figur 6,
- Figur 11 einen Längsschnitt durch ein Ventilstück eines erfindungsgemäßen Steuerventils und

Figur 12 eine partielle Draufsicht auf ein Ventilstück eines erfindungsgemäßen Steuerventils.

5 Ausführliche Beschreibung der Zeichnungen

Der in der Figur 1 dargestellte Kraftstoffinjektor weist einen Düsenkörper 25 und einen Haltekörper 26 auf, die mittels einer nicht dargestellten Spannmutter axial verspannt sind. Der Düsenkörper 25 und der Haltekörper 26 werden von einer Hochdruckbohrung 24 durchsetzt, in der eine Düsennadel 20 zum Freigeben oder Verschließen von Einspritzöffnungen 27 hubbeweglich aufgenommen ist. Die Hochdruckbohrung 24 ist über eine Zulaufleitung 28 mit einem Hochdruckspeicher 29 verbunden, über welchen der Hochdruckbohrung 24 unter hohem Druck stehender Kraftstoff zugeführt wird.

10 In axialer Richtung wird die Hochdruckbohrung 24 von einem in den Haltekörper 26 eingesetzten Ventilstück 1 eines Steuerventils zur Steuerung der Hubbewegung der Düsennadel 20 begrenzt. Das Ventilstück 1 dichtet die Hochdruckbohrung 24 gegenüber einem Niederdruckraum 10 ab, der innerhalb eines Ventilkörpers 11 des Steuerventils ausgebildet ist. Über eine Bohrung 15 des Ventilkörpers 11, in welcher ein Ventilschließelement 4 des Steuerventils hubbeweglich aufgenommen ist, und einen Aufnahmeraum 19, in der ein mit einem Elektromagneten 13 zur Betätigung des Steuerventils zusammenwirkender Anker 12 angeordnet ist, ist der Niederdruckraum 10 mit einer Rücklaufleitung 30 verbunden.

25 Am Ventilstück 1 des Steuerventils ist eine Dichthülse 22 abgestützt, in der ein Ende der Düsennadel 20 in der Weise aufgenommen ist, dass ein Steuerraum 16 ausgebildet wird, der über eine Zulaufdrossel 18 mit der Hochdruckbohrung 24 verbunden ist. In Schließstellung des Steuerventils herrscht demnach im Steuerraum 16 ebenfalls Hochdruck, der eine auf eine Stirnfläche 21 der Düsennadel 20 in Schließrichtung wirkende Druckkraft ausübt. Ferner wird die Düsennadel 20 von der Federkraft einer Feder 23 in Schließrichtung beaufschlagt. Die Feder 23, die einerseits an der Düsennadel 20 und andererseits an der Dichthülse 22 abgestützt ist, dient der Rückstellung der Düsennadel 20 und hält zugleich die Dichthülse 22 in dichtender Anlage mit dem Ventilstück 1 des Steuerventils.

Über das Steuerventil ist eine Entlastung des Steuerraums 16 bewirkbar, so dass der auf die Stirnfläche 21 der Düsennadel 20 wirkende Schließdruck reduziert wird und die Düsennadel 20 aus ihrem Sitz abhebt. Die Düsennadel 20 gibt auf diese Weise die Einspritzöffnungen 27 frei. Die Entlastung des Steuerraums 16 wird durch Öffnen des Steuerventils bewirkt, so dass der Steuerraum 16 mit dem Niederdruckraum 10 verbunden ist.

Zum Öffnen des Steuerventils wird der Elektromagnet 13 bestromt. Über die Magnetkraft des Elektromagneten 13 wird der im Aufnahmeraum 19 angeordnete Anker 12, der mit dem Ventilschließelement 4 des Steuerventils fest verbunden ist, in Richtung des Elektromagneten 13 gezogen, so dass das Ventilschließelement 4 von einem im Ventilstück 1 ausgebildeten Ventilsitz 2 abhebt und eine Abströmöffnung 3 freigibt, über welche die zur Entlastung des Steuerraums 16 erforderliche Verbindung mit dem Niederdruckraum 10 hergestellt wird. Zum Schließen des Steuerventils wird die Bestromung des Elektromagneten 13 beendet. Der Anker 12 und das Ventilschließelement 4 werden dann über die Federkraft einer Feder 14 in ihre Ausgangslage zurück gestellt. In Schließstellung des Steuerventils wird der Steuerraum 16 über die Zulaufdrossel 18 erneut mit Kraftstoff befüllt, so dass der Druck im Steuerraum 16 wieder ansteigt.

Die Abströmöffnung 3 ist vorliegend schlitzförmig ausgebildet und dient zugleich als Ablaufdrossel 17. Sie liegt innerhalb des als Flachsitz ausgebildeten Ventilsitzes 2. Zum Verschließen der Abströmöffnung 3 weist das Ventilschließelement 4 eine kreisförmige Dichtfläche 8 auf, die entsprechend dem Ventilsitz 2 flach ausgebildet ist.

Neben der schlitzförmigen Abströmöffnung 3 ist erfindungsgemäß wenigstens eine weitere Abströmöffnung 6, 6' vorgesehen, die innerhalb einer Kreisfläche 5 ausgebildet ist, welche durch die schlitzförmige Abströmöffnung 3 definiert ist und somit ebenfalls innerhalb der Dichtfläche 8 des Ventilschließelements 4 zu liegen kommt. Durch die wenigstens eine weitere Abströmöffnung 6, 6' werden Spannungen im Ventilstück 1 entgegen gewirkt, so dass die Belastbarkeit des Ventilstücks 1 steigt. Nachfolgend werden bevorzugte Ausgestaltungen der weiteren Abströmöffnungen 6, 6' jeweils in Kombination mit einer schlitzförmigen Abströmöffnung 3 aufgezeigt.

Eine erste bevorzugte Ausgestaltung ist in der Figur 2 dargestellt. Sie zeigt ein in den Kraftstoffinjektor gemäß der Figur 1 einsetzbares Ventilstück 1 eines erfindungsgemä-
Ben Steuerventils in der Draufsicht. Die weitere Abströmöffnung 6 ist hier ebenfalls
5 schlitzförmig ausgebildet und bildet mit der Abströmöffnung 3 ein Kreuz aus, das inner-
halb der Kreisfläche 5 zu liegen kommt, welche durch die Länge L der
Abströmöffnung 3 definiert ist. Denn die Länge L entspricht dem Durchmesser D der
Kreisfläche 5. Die Längsachsen A und A' der beiden schlitzförmigen
Abströmöffnungen 3, 6 liegen orthogonal zueinander, so dass sich die beiden
10 Abströmöffnungen 3, 6 jeweils in der Mitte schneiden.

Eine Abwandlung der Ausgestaltung der Figur 2 ist in der Figur 3 dargestellt. Hier ist
jeweils an den Enden der beiden schlitzförmigen Abströmöffnungen 3, 6 eine kreisfö-
rmige Abströmöffnung 6 angeordnet, deren Durchmesser d größer als die Breite B der
15 schlitzförmigen Abströmöffnungen 3, 6 gewählt ist. Die kreisförmigen
Abströmöffnungen 6 bewirken eine Entlastung des Ventilstücks 1, da Kerbspannungen
entgegen gewirkt wird.

Weitere Abwandlungen der Ausgestaltungen der Figuren 2 und 3 sind möglich, wenn
20 - wie in den Figuren 4 und 5 dargestellt - mehrere schlitzförmige Abströmöffnungen 3, 6
6' sternförmig angeordnet werden. Dabei können die sternförmig angeordneten schlitz-
förmigen Abströmöffnungen 3, 6, 6' über einen Verschneidungsbereich verbunden oder
gegenüber einer Mitte der Kreisfläche 5 beabstandet angeordnet sein, so dass es zu
keiner Verschneidung kommt. Hieraus ergibt sich eine Vielzahl möglicher Ausgestal-
25 tungen, die vorliegend nicht alle dargestellt werden können. Ferner kann die Anzahl der
schlitzförmigen Abströmöffnungen 3, 6, 6' variiert werden und/oder es können kreisfö-
rmige Abströmöffnungen 6 an den jeweiligen Enden der schlitzförmigen
Abströmöffnungen 3, 6, 6' entsprechend der Ausführungsform der Figur 3 vorgesehen
werden.

Eine weitere, besonders bevorzugte Ausgestaltung ist in der Figur 6 dargestellt. Hier
wird die schlitzförmige Abströmöffnung 3 mit jeweils endseitig angeordneten C-
förmigen Abströmöffnungen 6 kombiniert. Die C-förmigen Abströmöffnungen 6 bilden
ebenfalls Schlitze aus, die zudem bogenförmig verlaufen. Die Bogenform folgt dabei
30

der Form einer Ellipse, welche durch die Halbachsen a , b definiert ist (siehe Figur 8). Die kürzere Halbachse a fällt mit der Länge L der schlitzförmigen Abströmöffnung 3 zusammen, wobei a kleiner als ein Viertel der Länge L ist. Das Verhältnis der Halbachsen a/b beträgt vorliegend 0,8. Dies hat zur Folge, dass der bogenförmige Verlauf der C-förmigen Abströmöffnungen 6 gegenüber einer die Kreisfläche 5 begrenzenden Kreislinie nach innen versetzt ist. Diese Maßnahme wirkt sich festigkeitssteigernd aus, denn Spannungen treten im Wesentlichen an der Außenseite der C-förmigen Abströmöffnungen 6 auf und somit an den großen Radien, die bezüglich Spannungen weniger kritisch sind (siehe Figur 9).

Eine Abwandlung der Ausgestaltung der Figur 6 ist in der Figur 7 dargestellt. Die Länge L der schlitzförmigen Abströmöffnung 3 entspricht hier dem Radius R der Kreisfläche 5. Jeweils im gleichen Winkelabstand zueinander sind zwei weitere schlitzförmige Abströmöffnungen 6 angeordnet, so dass die Abströmöffnungen 3, 6 eine Sternform ergeben. Jede der Abströmöffnungen 3, 6 weist an ihrem Ende eine C-förmige Abströmöffnung 6 zur Entlastung des Ventilstücks 1 auf. Die Enden der C-förmigen Abströmöffnungen 6 sind gegenüber der die Kreisfläche 5 begrenzenden Kreislinie nach innen um das Maß i versetzt, um die Festigkeit des Ventilstücks 1 zu erhöhen. Ferner verbleiben zwischen den schlitzförmigen Abströmöffnungen 3, 6 Materialstege, die im Bereich zwischen den Enden der C-förmigen Abströmöffnungen 6 das Maß ii und in radialer Richtung das Maß iii aufweisen. Die Materialstege sind damit derart bemessen, dass das Ventilstück 1 eine ausreichende Festigkeit besitzt.

In der Figur 10 ist eine vorteilhafte Ausgestaltung des Ventilsitzes 2 dargestellt, der mit allen vorstehend beschriebenen Ausgestaltungen der Abströmöffnungen 3, 6, 6' kombinierbar ist, gleichwohl sich die Darstellung auf eine Ausgestaltung gemäß der Figur 6 bezieht. Der Ventilsitz 2 wird hier durch Stege 7 gebildet, welche die Abströmöffnungen 3, 6, 6' begrenzen. Die Stege 7 folgen somit den Außenkonturen der Abströmöffnungen 3, 6, 6'. Die Stege 7 sind über einen abgesenkten Bereich 9 des Ventilstücks 1 freigestellt. Über den abgesenkten Bereich 9 kann der über die Abströmöffnungen 3, 6, 6' austretende Kraftstoff nahezu druckfrei abströmen. Hierzu ist die Fläche des abgesenkten Bereichs 9 größer als eine mit dem Ventilsitz 2 zusammenwirkende Dichtfläche 8 eines Ventilschließelementes 4 gewählt (in der Figur 10 nicht dargestellt).

Die Wirkung der Freistellung des Ventilsitzes 2 wird anhand der Figuren 11 und 12 näher erläutert. Der Ventilsitz 2, der durch Stege 7 ausgebildet wird, weist eine die Abströmöffnung 3 begrenzende Stegfläche mit einer Stegbreite s auf. Hieran schließt sich der abgesenkte Bereich 9 des Ventilstücks 1 an, wodurch die Stege 7 freigestellt werden. Der über den Abströmumfang der Abströmöffnung 3 austretende Kraftstoff (siehe Pfeile 31 in der Figur 11), kann über den abgesenkten Bereich 9 weitgehend druckfrei abströmen. Die Dichtfläche 8 des Ventilschließelements 4 wird demzufolge nicht mit einer zusätzlichen in Öffnungsrichtung wirkenden Druckkraft beaufschlagt, wenn es mit einem reduzierten Hub h vom Ventilsitz 2, 7 abhebt. Die zum Schließen des Steuerventils erforderliche Schließkraft F kann demnach verringert werden.

In der Figur 12 sind die im Bereich des Ventilsitzes 2 anliegenden Drücke dargestellt. Im Strömungsquerschnitt der Abströmöffnungen 3, 6 herrscht der Druck p_1 vor. Im Bereich des Steges 7 fällt der Druck von p_1 auf p_3 , wobei im Mittel der Druck p_2 herrscht ($p_2 = (p_1 + p_3)/2$). Außerhalb des abgesenkten Bereichs 9 herrscht ein Druck p_4 , der gleich dem im Niederdruckraum 10 herrschenden Druck ist. Die Absenkung im Bereich 9 stellt sicher, dass der Druck p_3 annähernd dem Druck p_4 entspricht.

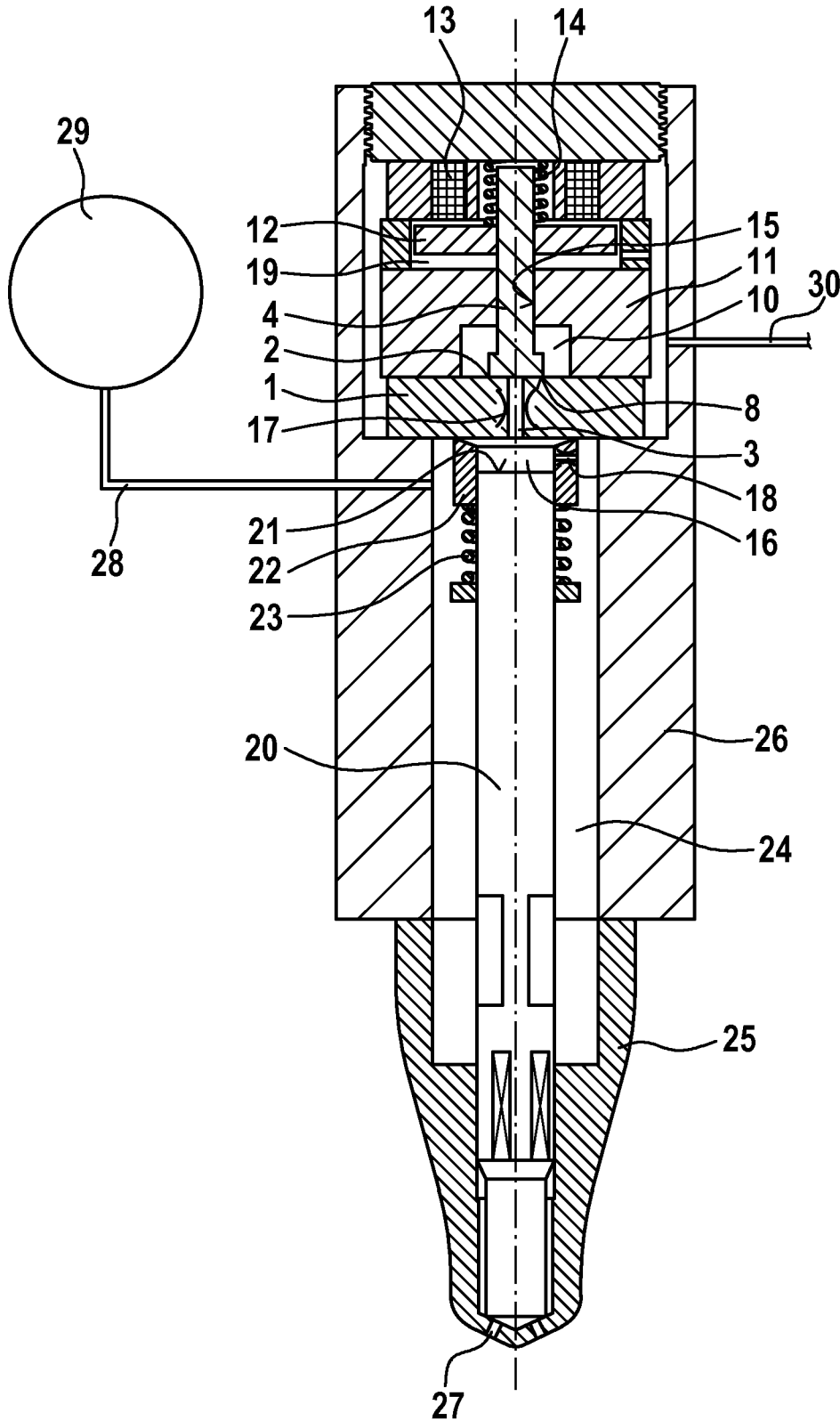
Die vorstehend anhand der dargestellten bevorzugten Ausführungsformen aufgezeigten Merkmale eines erfindungsgemäßen Steuerventils können jeweils einzeln oder in unterschiedlichen Kombinationen umgesetzt werden. Die Erfindung ist demnach nicht auf die dargestellten Ausführungsformen begrenzt.

5 Patentansprüche

1. Steuerventil für einen Kraftstoffinjektor, insbesondere einen Common-Rail-Kraftstoffinjektor, umfassend ein Ventilstück (1) mit einer innerhalb eines als Flachsitz ausgebildeten Ventilsitzes (2) ausgebildeten Abströmöffnung (3) sowie
10 ein mit dem Ventilsitz (2) dichtend zusammenwirkendes hubbewegliches Ventilschließelement (4),
dadurch gekennzeichnet, dass die Abströmöffnung (3) schlitzförmig ausgebildet ist und eine Länge (L) besitzt, die größer als eine Breite (B) ist, wobei die Länge (L) im Wesentlichen einem Durchmesser (D) oder einem Radius (R) einer
15 Kreisfläche (5) entspricht, innerhalb welcher die Abströmöffnung (3) und wenigstens eine weitere mit der Abströmöffnung (3) verbundene und/oder von der Abströmöffnung (3) getrennte Abströmöffnung (6, 6') angeordnet sind.
2. Steuerventil nach Anspruch 1,
20 **dadurch gekennzeichnet**, dass die wenigstens eine weitere Abströmöffnung (6, 6') schlitzförmig ist und eine Längsachse (A') besitzt, die gegenüber einer Längsachse (A) der Abströmöffnung (3) geneigt ist.
3. Steuerventil nach Anspruch 1 oder 2,
25 **dadurch gekennzeichnet**, dass die schlitzartigen Abströmöffnungen (3, 6, 6') kreuz- oder sternförmig angeordnet sind.
4. Steuerventil nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
30 **dadurch gekennzeichnet**, dass die wenigstens eine weitere Abströmöffnung (6) an einem Ende der schlitzartigen Abströmöffnung (3) angeordnet ist.

5. Steuerventil nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass die wenigstens eine weitere Abströmöffnung (6) kreisförmig ist und einen Durchmesser (d) besitzt, der größer als die Breite (B) der schlitzzartigen Abströmöffnung (3) ist.
- 5
6. Steuerventil nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass die wenigstens eine weitere Abströmöffnung (6) schlitzzförmig ist und einen bogenförmigen Verlauf besitzt.
- 10
7. Steuerventil nach Anspruch 6,
dadurch gekennzeichnet, dass der bogenförmige Verlauf der weiteren Abströmöffnung (6) der Form einer Ellipse mit zwei Halbachsen (a, b) folgt, wobei die kürzere Halbachse (a) mit der Länge (L) der schlitzzartigen Abströmöffnung (3) zusammenfällt.
- 15
8. Steuerventil nach Anspruch 7,
dadurch gekennzeichnet, dass die Halbachse (a) kleiner als ein Viertel der Länge (L) der schlitzzartigen Abströmöffnung (3) ist.
- 20
9. Steuerventil nach Anspruch 7 oder 8,
dadurch gekennzeichnet, dass das Halbachsenverhältnis (a/b) 0,8 bis 0,9 beträgt.
- 25
10. Steuerventil nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass der als Flachsitz ausgebildete Ventilsitz (2) freigestellt ist und durch wenigstens einen Steg (7) ausgebildet wird, der einer Außenkontur einer Abströmöffnung (3, 6, 6') folgt.
- 30
11. Kraftstoffinjektor mit einem Steuerventil nach einem der vorhergehenden Ansprüche.

Fig. 1



2 / 8

Fig. 2

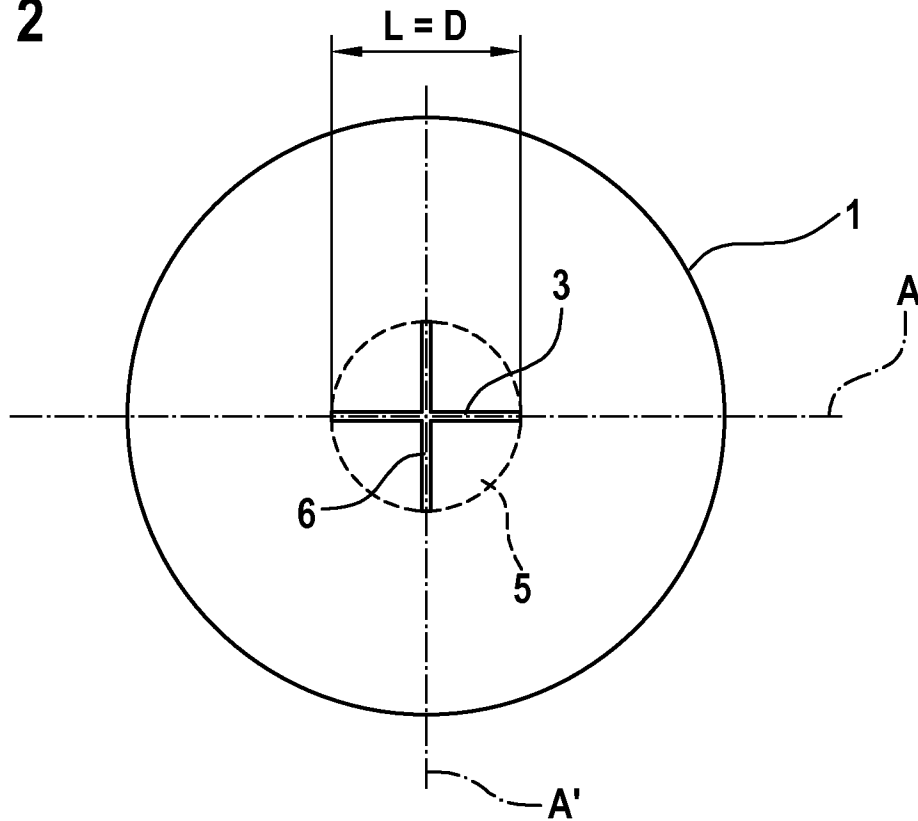
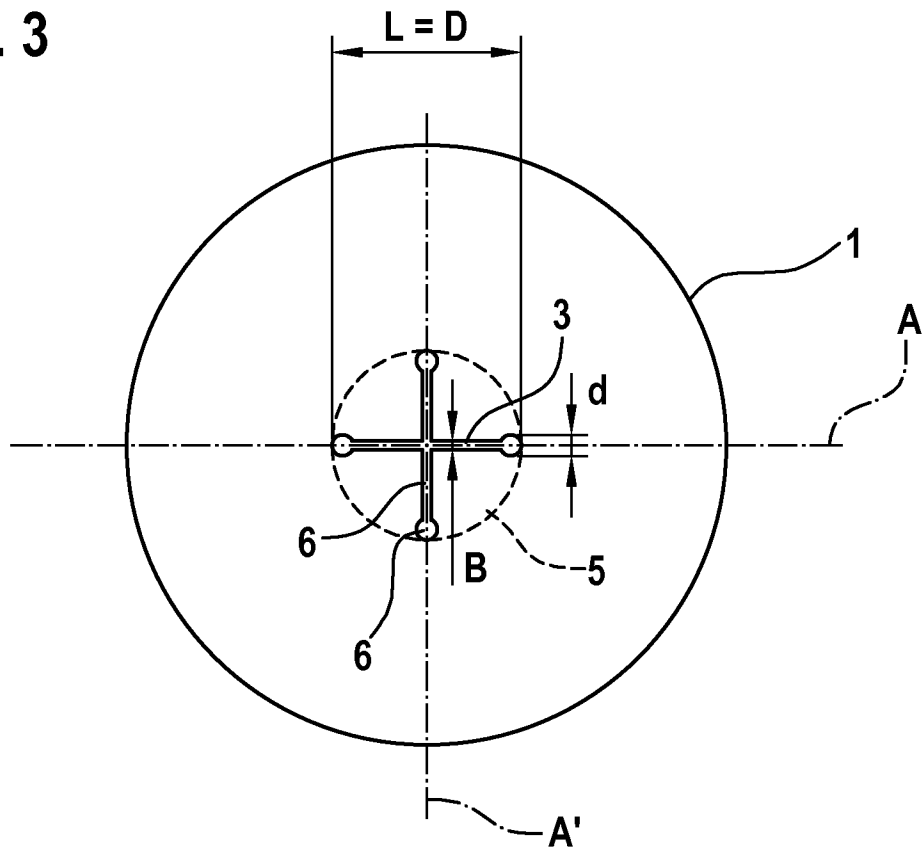


Fig. 3



3 / 8

Fig. 4

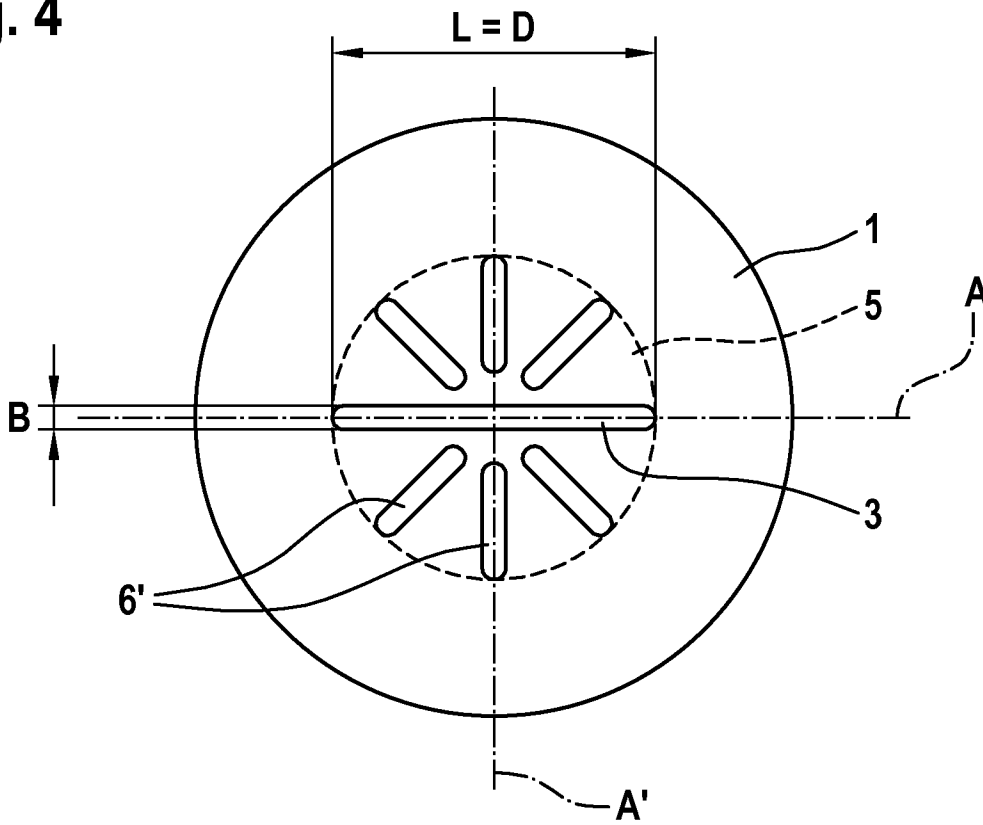


Fig. 5

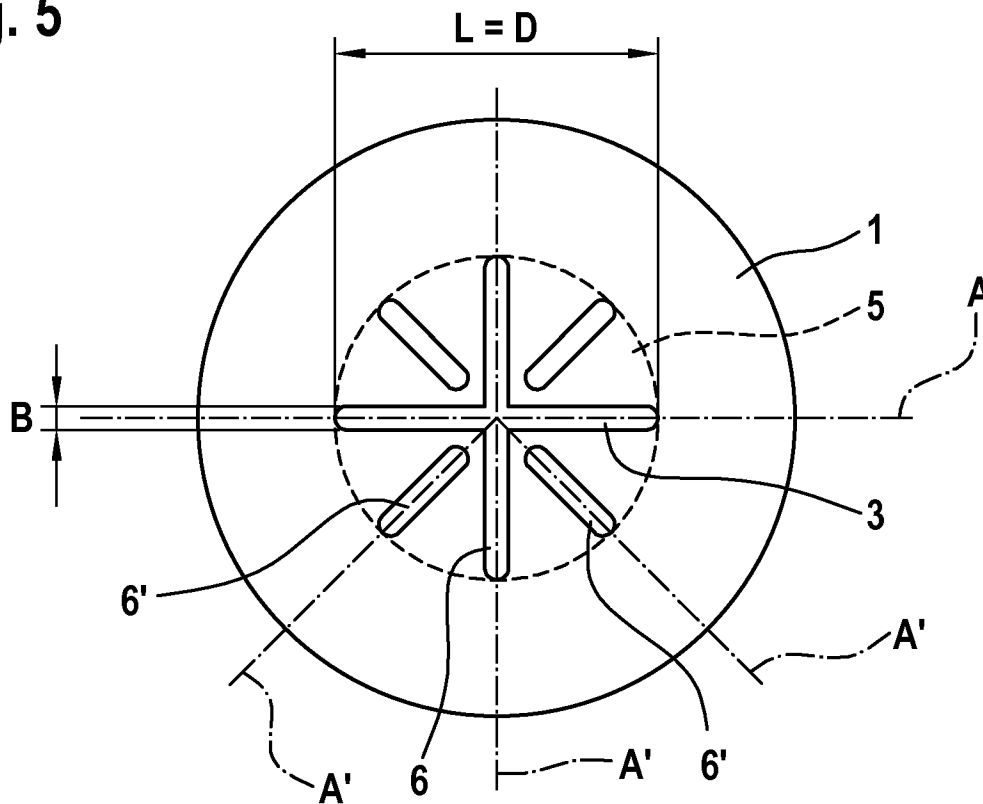


Fig. 6

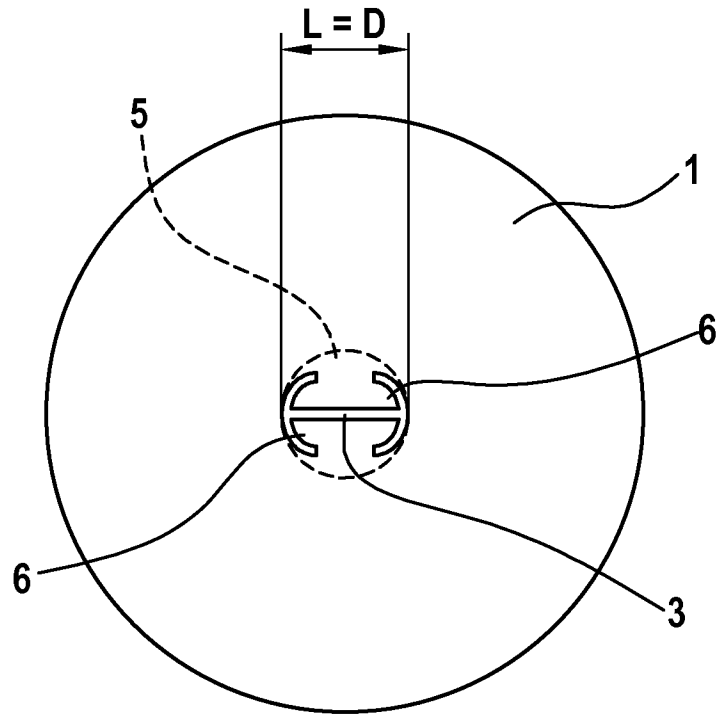


Fig. 7

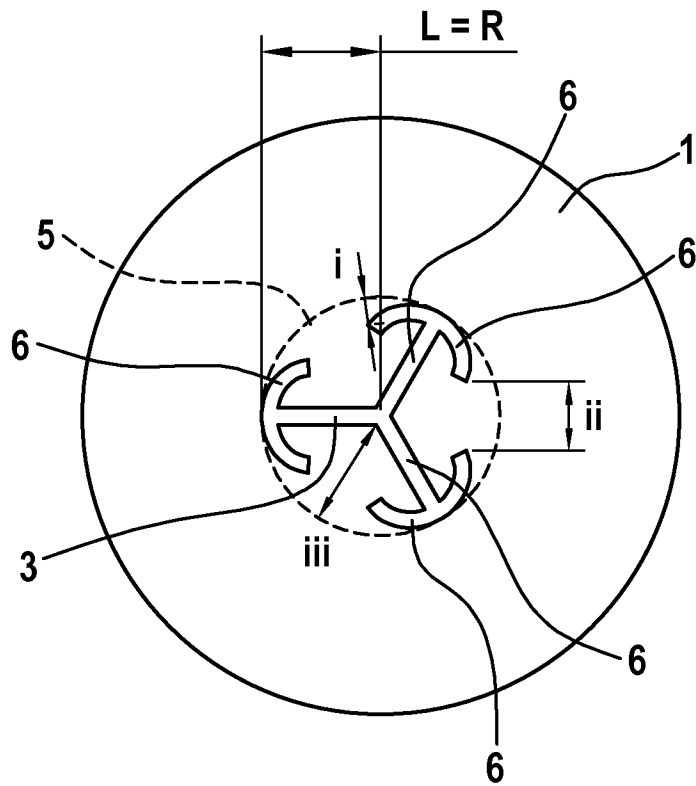


Fig. 8

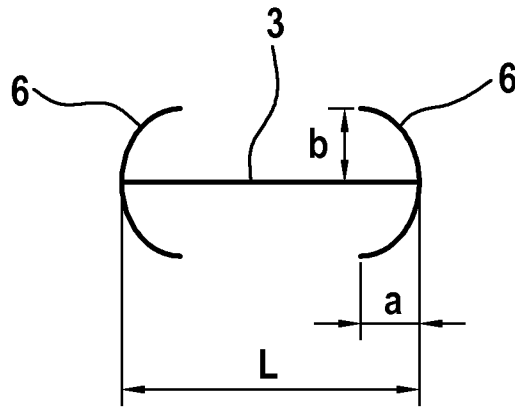


Fig. 9

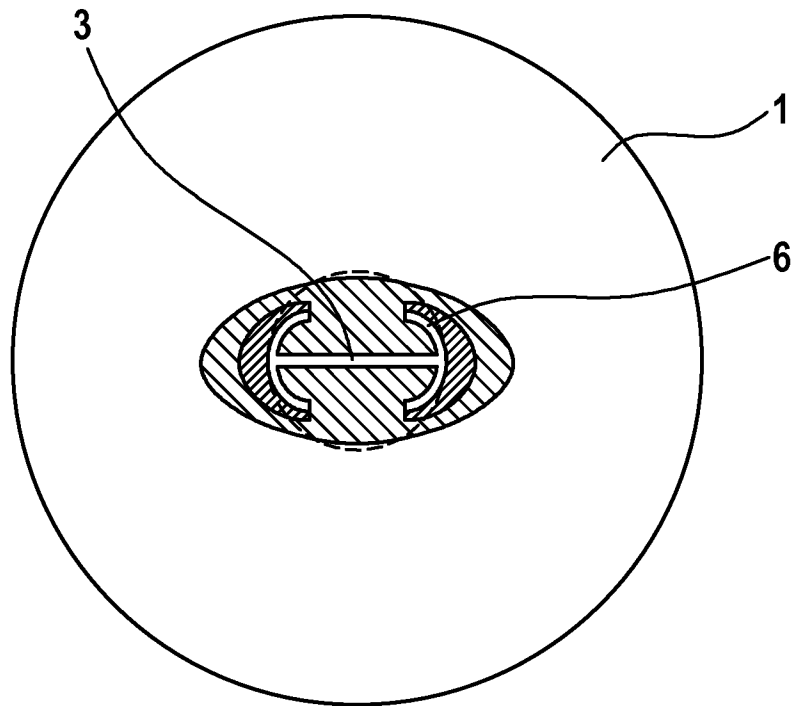


Fig. 10

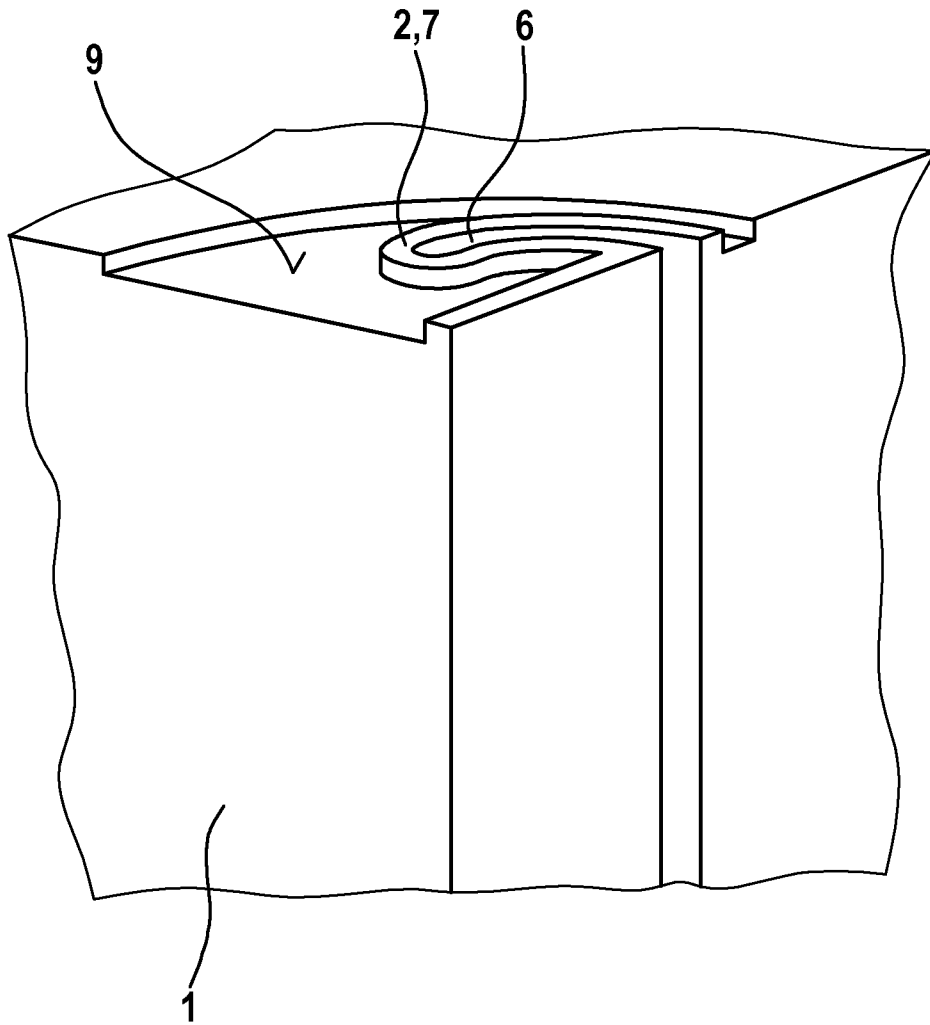


Fig. 11

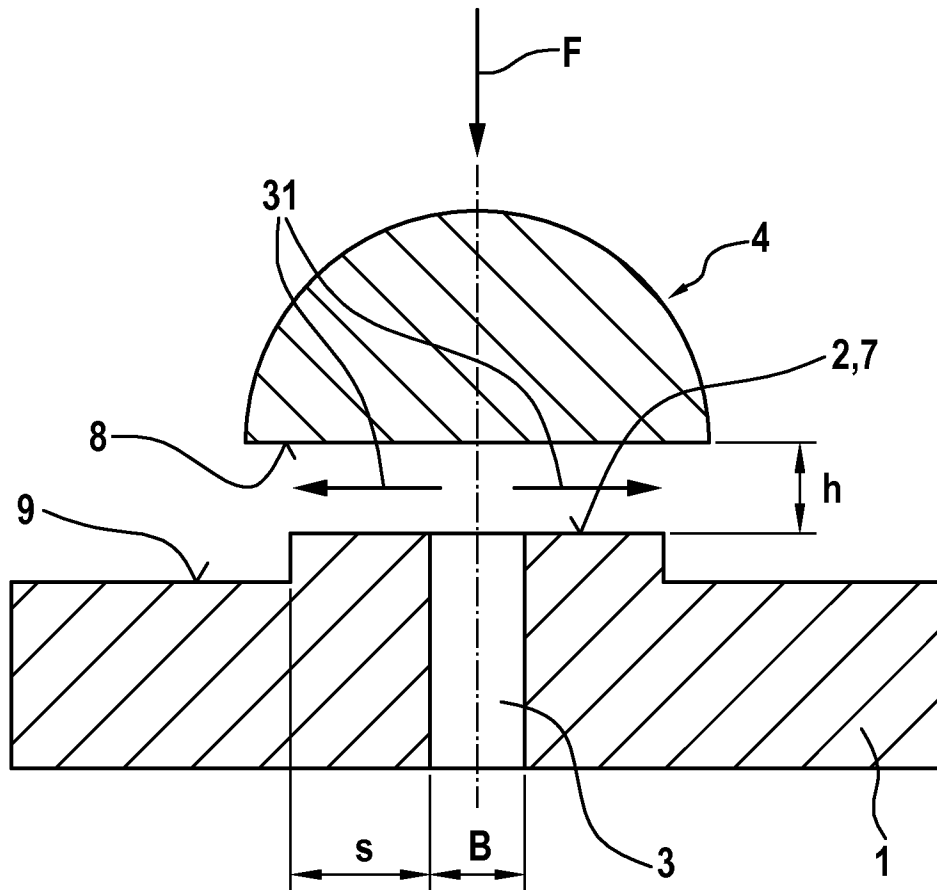
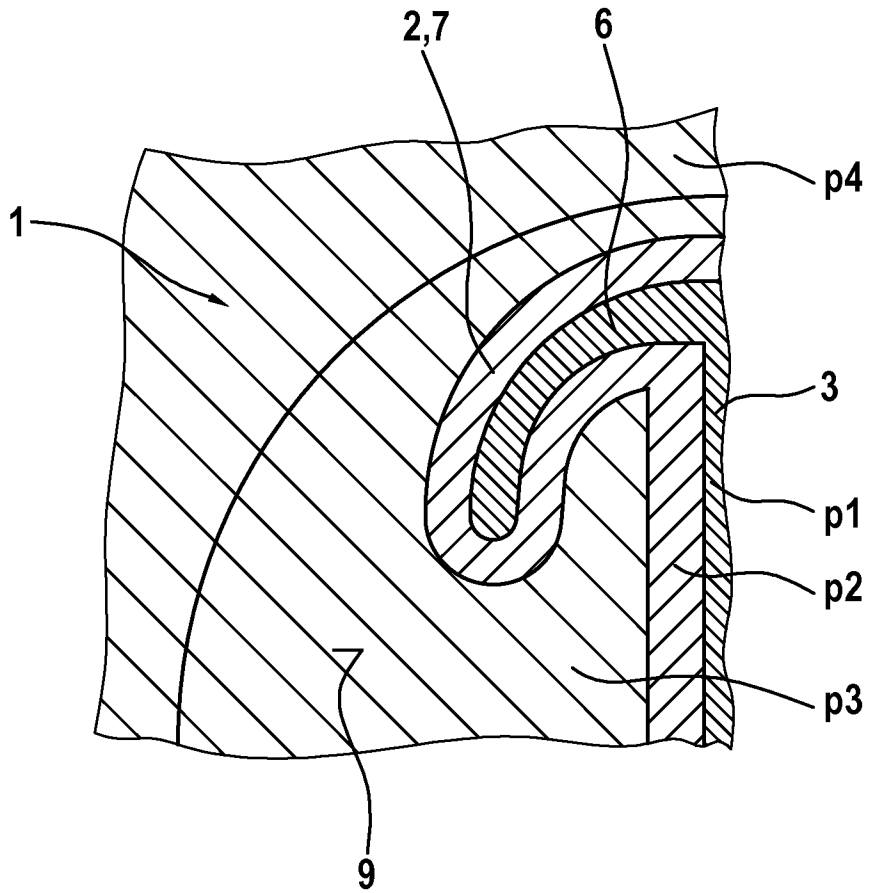


Fig. 12



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2014/058919

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. F02M47/02 F02M63/00
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.
A	DE 197 38 351 A1 (DENSO CORP [JP]) 5 March 1998 (1998-03-05) column 1, lines 38-51; figures 1-4 -----	1,10,11
A	EP 1 302 654 A2 (FIAT RICERCHE [IT]) 16 April 2003 (2003-04-16) figures -----	1,10,11
A	DE 10 2008 005532 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 23 July 2009 (2009-07-23) figure 1 -----	1,11

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	"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
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"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
"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)	"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
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	"&" document member of the same patent family
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search 23 July 2014	Date of mailing of the international search report 08/08/2014
--	---

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 Landriscina, V
--	---

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2014/058919

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 19738351	A1	05-03-1998	DE 19738351 A1 05-03-1998
			FR 2752883 A1 06-03-1998
			JP 3719468 B2 24-11-2005
			JP H10122082 A 12-05-1998

EP 1302654	A2	16-04-2003	AT 350574 T 15-01-2007
			DE 60217252 T2 10-05-2007
			EP 1302654 A2 16-04-2003
			ES 2276880 T3 01-07-2007
			IT T020010970 A1 14-04-2003
			US 2003111547 A1 19-06-2003
			US 2004217214 A1 04-11-2004

DE 102008005532	A1	23-07-2009	CN 101925733 A 22-12-2010
			DE 102008005532 A1 23-07-2009
			EP 2235354 A1 06-10-2010
			JP 5264934 B2 14-08-2013
			JP 2011510221 A 31-03-2011
			RU 2010134798 A 27-02-2012
			US 2010294241 A1 25-11-2010
			WO 2009092507 A1 30-07-2009

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2014/058919

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 INV. F02M47/02 F02M63/00
 ADD.
 Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTER 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.
A	DE 197 38 351 A1 (DENSO CORP [JP]) 5. März 1998 (1998-03-05) Spalte 1, Zeilen 38-51; Abbildungen 1-4 -----	1,10,11
A	EP 1 302 654 A2 (FIAT RICERCHE [IT]) 16. April 2003 (2003-04-16) Abbildungen -----	1,10,11
A	DE 10 2008 005532 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 23. Juli 2009 (2009-07-23) Abbildung 1 -----	1,11

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	Absenddatum des internationalen Recherchenberichts
23. Juli 2014	08/08/2014

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 Landriscina, V
--	---

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2014/058919

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 19738351	A1	05-03-1998	DE 19738351 A1 05-03-1998
			FR 2752883 A1 06-03-1998
			JP 3719468 B2 24-11-2005
			JP H10122082 A 12-05-1998

EP 1302654	A2	16-04-2003	AT 350574 T 15-01-2007
			DE 60217252 T2 10-05-2007
			EP 1302654 A2 16-04-2003
			ES 2276880 T3 01-07-2007
			IT T020010970 A1 14-04-2003
			US 2003111547 A1 19-06-2003
			US 2004217214 A1 04-11-2004

DE 102008005532	A1	23-07-2009	CN 101925733 A 22-12-2010
			DE 102008005532 A1 23-07-2009
			EP 2235354 A1 06-10-2010
			JP 5264934 B2 14-08-2013
			JP 2011510221 A 31-03-2011
			RU 2010134798 A 27-02-2012
			US 2010294241 A1 25-11-2010
			WO 2009092507 A1 30-07-2009
