

(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  
5. Januar 2017 (05.01.2017)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2017/001093 A1**

- (51) **Internationale Patentklassifikation:**  
*F02M 59/36* (2006.01) *F02M 63/00* (2006.01)
- (21) **Internationales Aktenzeichen:** PCT/EP2016/060278
- (22) **Internationales Anmeldedatum:**  
9. Mai 2016 (09.05.2016)
- (25) **Einreichungssprache:** Deutsch
- (26) **Veröffentlichungssprache:** Deutsch
- (30) **Angaben zur Priorität:**  
10 2015 212 390.1 2. Juli 2015 (02.07.2015) DE
- (71) **Anmelder:** **ROBERT BOSCH GMBH** [DE/DE];  
Postfach 30 02 20, 70442 Stuttgart (DE).
- (72) **Erfinder:** **MEISIEK, Achim**; Friedrich-Ebert Str. 40,  
73635 Rudersberg (DE). **KOLB, Stefan**; Bismarckstrasse  
42, 71116 Gaertringen (DE). **LAIBACHER, Bjoern**;  
Dorfweg 25, 71711 Murr (DE). **HEBER, Hans**; Bebelstr.  
25, 70193 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, 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, ST,  
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).

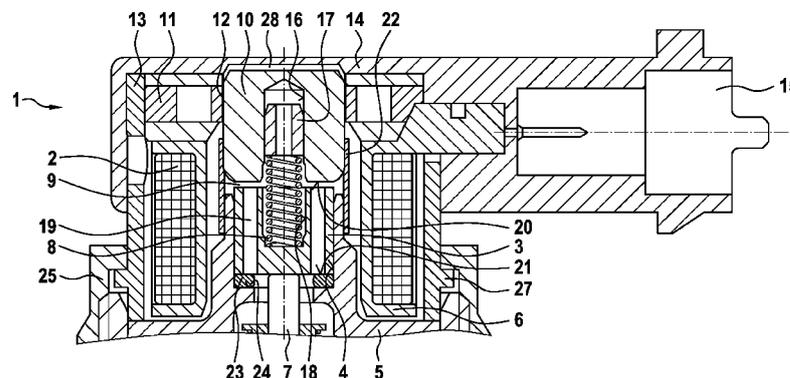
**Veröffentlicht:**

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz  
3)

(54) **Title:** ELECTROMAGNETICALLY ACTUATED SUCTION VALVE FOR A HIGH-PRESSURE PUMP, AND HIGH-PRESSURE PUMP

(54) **Bezeichnung :** ELEKTROMAGNETISCH BETÄTIGBARES SAUGVENTIL FÜR EINE HOCHDRUCKPUMPE SOWIE HOCHDRUCKPUMPE

Fig. 1



(57) **Abstract:** The invention relates to an electromagnetically actuated suction valve for a high-pressure pump of a fuel injection system, in particular a common rail injection system, comprising a magnetic subassembly (1) that includes an annular electromagnetic coil (2) for acting on an armature (3) which is accommodated in a cavity (4) of a valve body (5) so as to be liftable and to which the spring force of an armature spring (8) is applied in the direction of a liftable valve-closing element (7) cooperating with a valve seat; a pole core (10) lies across from the armature (3) at an operational air gap (9). The invention is characterized in that the pole core (10) penetrates a pole disk (11) and is decoupled from the pole disk (11) by a circumferential radial gap (12). The invention further relates to a high-pressure pump comprising a suction valve of said type.

(57) **Zusammenfassung:**

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2017/001093 A1



---

Die Erfindung betrifft ein elektromagnetisch betätigbares Saugventil für eine Hochdruckpumpe eines Kraftstoffeinspritzsystems, insbesondere eines Common-Rail-Einspritzsystems, umfassend eine Magnetbaugruppe (1) mit einer ringförmigen Magnetspule (2) zur Einwirkung auf einen Anker (3), der in einer Ausnehmung (4) eines Ventilkörpers (5) hubbeweglich aufgenommen und in Richtung eines mit einem Ventilsitz zusammenwirkenden hubbeweglichen Ventilschließelements (7) von der Federkraft einer Ankerfeder (8) beaufschlagt ist, wobei dem Anker (3) an einem Arbeitsluftspalt (9) ein Polkern (10) gegenüberliegt, dadurch gekennzeichnet, dass der Polkern (10) eine Polscheibe (11) durchsetzt und über einen umlaufenden Radialspalt (12) von der Polscheibe (11) entkoppelt ist. Ferner betrifft die Erfindung eine Hochdruckpumpe mit einem solchen Saugventil.

5 Beschreibung

Titel

Elektromagnetisch betätigbares Saugventil für eine Hochdruckpumpe sowie Hoch-  
druckpumpe

10

Die Erfindung betrifft ein elektromagnetisch betätigbares Saugventil für eine Hochdruckpumpe eines Kraftstoffeinspritzsystems, insbesondere eines Common-Rail-Einspritzsystems, mit den Merkmalen des Oberbegriffs des Anspruchs 1. Ferner betrifft die Erfindung eine Hochdruckpumpe für ein Kraftstoffeinspritzsystem, insbesondere ein

15 Common-Rail-Einspritzsystem, mit einem solchen Saugventil.

15

Stand der Technik

20

Aus der Offenlegungsschrift DE 10 2013 220 593 A1 ist ein elektromagnetisch ansteuerbares Saugventil für eine Hochdruckpumpe eines Kraftstoffeinspritzsystems bekannt, das ein in einer Axialbohrung eines Ventilkörpers hubbewegliches Ventilschließelement umfasst, das in Schließrichtung von der Federkraft einer Feder beaufschlagt ist. Ferner umfasst das bekannte Saugventil eine Magnetbaugruppe mit einer Magnetspule zur Einwirkung auf einen hubbeweglichen Anker, der mit dem Ventilschließelement koppelbar ist. Um eine besonders kompakt bauende Anordnung zu schaffen, sind zwei Endlagen des Ankers durch Hubanschläge festgelegt, die durch einen die Magnetspule aufnehmenden Magnettopf und einen mit dem Magnettopf verbundenen Magnetdeckel ausgebildet werden. Der Magnettopf und der Magnetdeckel definieren damit den Ankerbewegungsraum. Das heißt, dass der Magnettopf als unterer Hubanschlag und der Magnetdeckel als oberer Hubanschlag für den Anker dienen.

25

30

25

30

Beim Anschlagen des Ankers an einem Hubanschlag wird ein Impuls  $i$  erzeugt, der das Produkt der bewegten Masse  $m$  und deren Geschwindigkeit  $v$  ist ( $i = m \cdot v$ ). Der Impuls

- 2 -

erzeugt eine Anregung, die als Körperschall auf angrenzende Bauteile und als Luftschall auf die Umgebungsluft übertragen wird. Damit verbunden ist eine Geräuschkentwicklung, die als unangenehm empfunden wird.

5 Ausgehend von dem vorstehend genannten Stand der Technik liegt der vorliegenden Erfindung die Aufgabe zugrunde, ein elektromagnetisch betätigbares Saugventil für eine Hochdruckpumpe anzugeben, das möglichst geräuscharm betätigbar ist. Zugleich soll das Saugventil einfach und kostengünstig herstellbar sein.

10 Zur Lösung der Aufgabe wird das elektromagnetisch betätigbare Saugventil für eine Hochdruckpumpe eines Kraftstoffeinspritzsystems, insbesondere eines Common-Rail-Einspritzsystems, mit den Merkmalen des Anspruchs 1 angegeben. Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind den Unteransprüchen zu entnehmen. Ferner wird eine Hochdruckpumpe für ein Kraftstoffeinspritzsystem, insbesondere ein Common-Rail-Einspritzsystem, mit einem solchen Saugventil vorgeschlagen.

#### Offenbarung der Erfindung

20 Das für eine Hochdruckpumpe eines Kraftstoffeinspritzsystems, insbesondere eines Common-Rail-Einspritzsystems, vorgeschlagene elektromagnetisch betätigbare Saugventil umfasst eine Magnetbaugruppe mit einer ringförmigen Magnetspule zur Einwirkung auf einen Anker, der in einer Ausnehmung eines Ventilkörpers hubbeweglich aufgenommen und in Richtung eines mit einem Ventilsitz zusammenwirkenden hubbeweglichen Ventilschließelements von der Federkraft einer Ankerfeder beaufschlagt ist.

25 Dem Anker liegt dabei an einem Arbeitsluftspalt ein Polkern gegenüber, der erfindungsgemäß eine Polscheibe durchsetzt und über einen umlaufenden Radialspalt von der Polscheibe entkoppelt ist.

30 Bei dem erfindungsgemäßen Saugventil bildet demnach der Polkern den oberen Hubanschlag für den Anker aus. Dies ergibt sich aus der Anordnung des Polkerns in Bezug auf den Anker. Mit Anschlagen des Ankers am oberen Hubanschlag wird der Polkern durch den Anschlagimpuls angeregt. Die Anregung wird jedoch nicht auf die den Polkern umgebende Polscheibe übertragen, da diese über einen umlaufenden Radial-

spalt vom Polkern entkoppelt ist. Die Entkopplung bewirkt, dass weniger Bauteile durch den Anschlagimpuls angeregt werden, die in der Lage sind, die Anregung auf die Umgebungsluft zu übertragen. Insofern wird die Geräuschentwicklung zumindest in Form von Luftschall deutlich gemindert.

5

Durch die Entkopplung von Polkern und Polscheibe wird insbesondere verhindert, dass die Polscheibe in Schwingung versetzt wird. Da die Polscheibe eine vergleichsweise große Übertragungsfläche besitzt, kann auf diese Weise die Geräuschentwicklung deutlich reduziert werden. Der Radialspalt zwischen dem Polkern und der Polscheibe ist dabei derart dimensioniert, dass einerseits die gewünschte akustische Entkopplung, andererseits der zum Aufbau eines Magnetfelds erforderliche magnetische Übergang gewährleistet ist. Das heißt, dass der magnetische Übergang über den umlaufenden Radialspalt erfolgt.

10

15

Bevorzugt ist die Polscheibe zumindest bereichsweise von einer Magnethülse umgeben, in welcher die Magnetspule aufgenommen ist. Die Magnethülse erweitert den Magnetkreis, so dass hohe Magnetkräfte erreichbar sind. Zugleich kann über die vorgeschlagene Anordnung von Polscheibe und/oder Magnetspule eine in axialer Richtung besonders kompakt bauende Anordnung erzielt werden.

20

Des Weiteren bevorzugt ist bzw. sind die Polscheibe, die Magnethülse und/oder der Polkern zumindest teilweise mit einem Kunststoff umspritzt. Die Kunststoff-Umspritzung bewirkt eine Dämpfung, da sie im Vergleich zu harten metallischen Bauteilen in der Lage ist, zumindest einen Teil der Schwingungen aufzunehmen und zu kompensieren. Die Umgebungsluft wird auf diese Weise weniger zum Schwingen angeregt.

25

Sofern der Polkern mit Kunststoff umspritzt ist, ist vorzugsweise zwischen der Kunststoff-Umspritzung und dem Polkern ein Luftspalt ausgebildet. Der Luftspalt optimiert die Dämpfung, da die Kunststoff-Umspritzung über den Luftspalt vom Polkern entkoppelt ist. Ein Luftspalt kann darüber hinaus zwischen der Kunststoff-Umspritzung und der Polscheibe ausgebildet werden. Da diese jedoch bereits erfindungsgemäß vom Polkern entkoppelt ist, wird sie weniger stark in Schwingungen versetzt, so dass ein

30

Luftspalt zwischen der Kunststoff-Umspritzung und dem Polkern am wirkungsvollsten ist.

5 Vorzugsweise formt die Kunststoff-Umspritzung ein Anschlussstück aus. Das Anschlussstück kann dem Anschluss der Magnetbaugruppe, insbesondere der Magnetspule, an eine Stromversorgung dienen. Die Anschlussdrähte der Magnetspule sind hierzu bevorzugt bis in das Anschlussstück geführt. Zur Aufnahme eines Steckers kann das Anschlussstück eine Ausnehmung aufweisen, in welcher dann vorzugsweise auch die Anschlussdrähte der Magnetspule enden.

10 Vorteilhafterweise ist im Polkern eine zentrale Ausnehmung zur Aufnahme eines stift- oder hülsenförmigen Einstellelements ausgebildet, an dem die Ankerfeder axial abgestützt ist. Das Einstellelement erlaubt eine genaue Einstellung der Federkraft der Ankerfeder, so dass diese als Dämpfer zwischen dem Anker und dem oberen Hubanschlag auslegbar ist. Die Bewegung des Ankers wird dann vor Erreichen des oberen Hubanschlags abgebremst, wobei - entsprechend der eingangs genannten Formel - mit der Reduzierung der Geschwindigkeit  $v$  der bewegten Masse  $m$  eine Reduzierung des Anschlagimpulses  $i$  einhergeht.

20 Vorzugsweise ist das stift- oder hülsenförmige Einstellelement zur Abstützung der Ankerfeder in die Ausnehmung des Polkerns eingepresst. Die Einstellung der Federkraft der Ankerfeder kann dann in einfacher Weise über die Einpresstiefe des Einstellelements vorgenommen werden.

25 Des Weiteren wird vorgeschlagen, dass im Anker eine zentrale Ausnehmung ausgebildet ist, in welcher die Ankerfeder abschnittsweise aufgenommen ist. Durch diese Maßnahme ist die Ankerfeder in radialer Richtung lagefixiert. Die Ausnehmung verringert zudem die bewegte Masse des Ankers, so dass - entsprechend der eingangs genannten Formel - der Anschlagimpuls  $i$  weiter reduziert wird.

30 In Weiterbildung der Erfindung wird vorgeschlagen, dass im Anker mindestens eine als Durchströmöffnung dienende, dezentral angeordnete Axialbohrung ausgebildet ist. Die Durchströmöffnung dient dem Druckausgleich zwischen zwei Druckräumen, die durch

den Anker getrennt werden. Vorzugsweise weist der Anker mehrere dezentral angeordnete Axialbohrungen auf, die im gleichen Winkelabstand zueinander angeordnet sind. Dadurch kann zum Einen der Druckausgleich beschleunigt, zum Anderen die bewegte Masse des Ankers weiter verringert werden.

5

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung sind der Ventilkörper und der Polkern zur Festlegung eines oberen Hubanschlags und eines unteren Hubanschlags für den Anker über eine Hülse verbunden. Die Hülse ist vorzugsweise aus einem nichtmagnetischen bzw. nichtmagnetisierbaren Material gefertigt, um zugleich eine magnetische Trennung zwischen dem Polkern und dem Ventilkörper zu bewirken.

10

Um den Polkern und den Ventilkörper über die Hülse zu verbinden, kann zumindest ein Abschnitt des Ventilkörpers und/oder des Polkerns in die Hülse eingepresst und mit der Hülse verschweißt sein. Die Pressverbindung ermöglicht eine genaue Einstellung des Ankerbewegungsraums zwischen dem unteren und dem oberen Hubanschlag über die Einpresstiefe. Die Schweißverbindung dient der dauerhaften Fixierung der Lage der Bauteile zueinander.

15

Wie bereits erwähnt, wird der obere Hubanschlag durch den Polkern ausgebildet. Demgegenüber wird der untere Hubanschlag vorteilhafterweise durch ein ring- oder scheibenförmiges Anschlagelement ausgebildet, das in die Ausnehmung des Ventilkörpers, in welcher der Anker aufgenommen ist, eingesetzt und an einem ringförmigen Absatz des Ventilkörpers abgestützt ist. Über die Bauhöhe des Anschlagelements kann der Hub des Ankers voreingestellt werden.

20

25

Um einer Schwingungsübertragung vom Saugventil auf die Hochdruckpumpe entgegen zu wirken, wird vorgeschlagen, dass das Saugventil eine Überwurfmutter zur Befestigung an einem Gehäuseteil der Hochdruckpumpe umfasst. Die Überwurfmutter ermöglicht eine Befestigung unter einer axialen Vorspannung, so dass eine hohe Steifigkeit erreicht wird, die einer Schwingungsübertragung entgegen wirkt. Zur Abstützung der Überwurfmutter am Saugventil ist vorzugsweise an der Magnethülse ein sich nach radial außen erstreckender Ringbund ausgebildet.

30

- 6 -

Ferner wird eine Hochdruckpumpe für ein Kraftstoffeinspritzsystem, insbesondere ein Common-Rail-Einspritzsystem, vorgeschlagen, die ein erfindungsgemäßes elektromagnetisch betätigbares Saugventil zur Befüllung eines Hochdruck-Elementraums der Hochdruckpumpe mit Kraftstoff umfasst. Die Befestigung des Saugventils an der Hochdruckpumpe erfolgt vorzugsweise mittels einer Überwurfmutter, die mit einem am Gehäuse-  
5 teil der Hochdruckpumpe ausgebildeten Außengewinde verschraubt wird.

Eine bevorzugte Ausführungsform der Erfindung wird nachfolgend anhand der beige-  
10 fügten Zeichnungen näher erläutert. Diese zeigen:

Fig. 1 einen schematischen Längsschnitt durch ein erfindungsgemäßes elektromagnetisch betätigbares Saugventil und

Fig. 2 einen schematischen Längsschnitt durch die vormontierten Baugruppen des Saugventils der Fig. 1.

#### Ausführliche Beschreibung der Zeichnungen

Das in den Figuren 1 und 2 dargestellte Saugventil umfasst eine Magnetbaugruppe 1 mit einer ringförmigen Magnetspule 2, die auf einem Magnetspulenträger 6 angeordnet und von einer Magnethülse 13 umgeben ist. Auf dem Magnetspulenträger 6 liegt eine Polscheibe 11 auf, die ebenfalls von der Magnethülse 13 umgeben ist. Zur Fixierung der Polscheibe 11 in der Magnethülse 13 sind beide mit einem Kunststoff umspritzt, wobei die Kunststoff-Umspritzung 14 zugleich ein Anschluss-  
20 teil 15 ausformt, das mit einem elektrischen Steckerteil einer externen Stromversorgung verbindbar ist (siehe Fig. 2, obere Darstellung, welche die Magnetbaugruppe als vormontierte Einheit zeigt).

Das Saugventil der Figuren 1 und 2 umfasst ferner einen Anker 3, der in einer Ausnehmung 4 eines Ventilkörpers 5 hubbeweglich aufgenommen und in Richtung eines stößelartigen Ventilschließelements 7 von der Federkraft einer Ankerfeder 8 beaufschlagt ist. Die Ankerfeder 8 ist hierzu einerseits in einer zentralen Ausnehmung 18 des Ankers 3 und andererseits in einer zentralen Ausnehmung 16 eines Polkerns 10 aufgenommen, der dem Anker 3 an einem Arbeitsluftspalt 9 gegenüber liegt. Der  
30

- 7 -

Polkern 10 bildet demnach einen oberen Hubanschlag 20 für den Anker 3 aus. Ein unterer Hubanschlag 21 wird durch ein ringförmiges Anschlagelement 23 ausgebildet, das in die Ausnehmung 4 des Ventilkörpers 5 eingesetzt und an einem ringförmigen Absatz 24 des Ventilkörpers 5 abgestützt ist (siehe Fig. 2, untere Darstellung, welche die Hydraulikbaugruppe als vormontierte Einheit zeigt).

Zur Festlegung der Hubanschläge 20, 21 des Ankers 3 sind der Polkern 10 und der Ventilkörper 5 über eine Hülse 22 fest verbunden. Die Einstellung der Federkraft der Ankerfeder 8 erfolgt über ein hülsenförmiges Einstellelement 17, das in die zentrale Ausnehmung 16 des Polkerns 10 eingepresst ist.

Bei der Endmontage des Saugventils werden die in der Fig. 2 dargestellten Einheiten derart ineinander gesetzt, dass der Polkern 10 unter Ausbildung eines umlaufenden Radialspalts 12 die Polscheibe 11 durchsetzt (siehe Fig. 1). Der Radialspalt 12 bewirkt eine Entkopplung der Polscheibe 11 vom Polkern 10, so dass die beim Anschlagen des Ankers 3 am Polkern 10 erzeugten Schwingungen nicht auf die Polscheibe 11 übertragen werden. Zugleich wird über die Kunststoff-Umspritzung 14 eine Dämpfung bewirkt, die einer Übertragung des Anschlagimpulses an die Umgebungsluft entgegenwirkt. Zwischen der Kunststoff-Umspritzung 14 und dem Polkern 10 ist zudem ein Luftspalt 28 ausgebildet.

Der Anker 3 des Saugventils der Fig. 1 weist eine reduzierte Bauhöhe auf, wodurch die bewegte Masse und in der Folge der Anschlagimpuls reduziert wird. Durch im Anker 3 vorgesehene dezentral angeordnete Axialbohrungen 19, die vorrangig dem Druckausgleich dienen, kann die bewegte Masse weiter reduziert werden.

Die Befestigung an einer Hochdruckpumpe erfolgt mittels einer Überwurfmutter 25, die an einem sich nach radial außen erstreckenden Ringbund 27 der Magnethülse 13 abstützbar ist. Andernends wird die Überwurfmutter 25 mit einem Gehäuseteil (nicht dargestellt) der Hochdruckpumpe verschraubt. Dabei kann auf den Ventilkörper 5 eine axiale Vorspannkraft aufgebracht werden, die einer Schwingungsübertragung vom Saugventil auf die Hochdruckpumpe entgegen wirkt. Die erforderliche Abdichtung kann

- 8 -

über einen Dichtring 26 bewirkt werden, der zwischen dem Ventilkörper 5 und der Magnethülse 13 eingelegt ist.

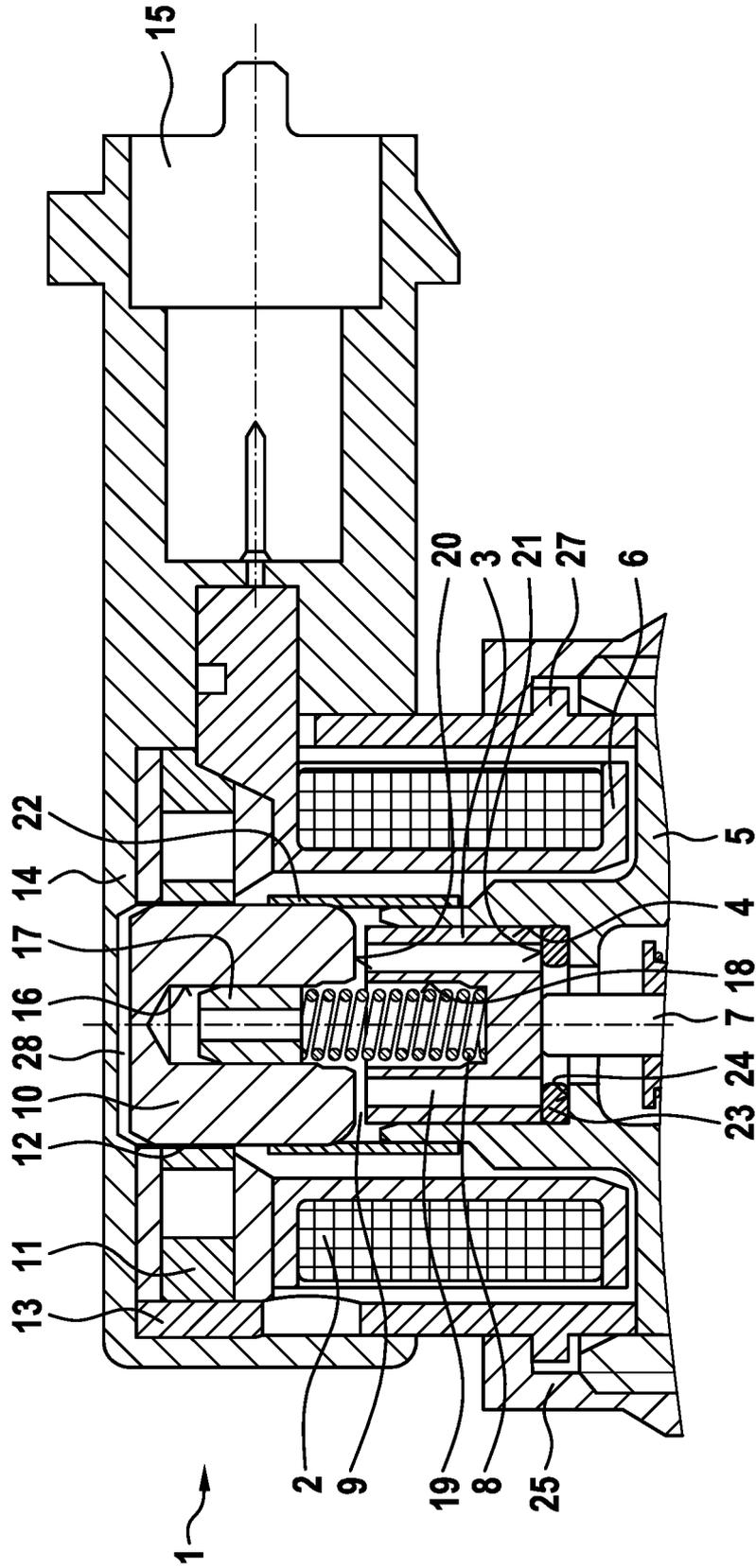
5 Die vorstehend genannten Maßnahmen wirken sich jeweils allein oder in Kombination geräuschkindernd aus. Das in den Figuren 1 und 2 dargestellte Saugventil zeichnet sich demnach durch eine geräuscharme Betätigung aus.

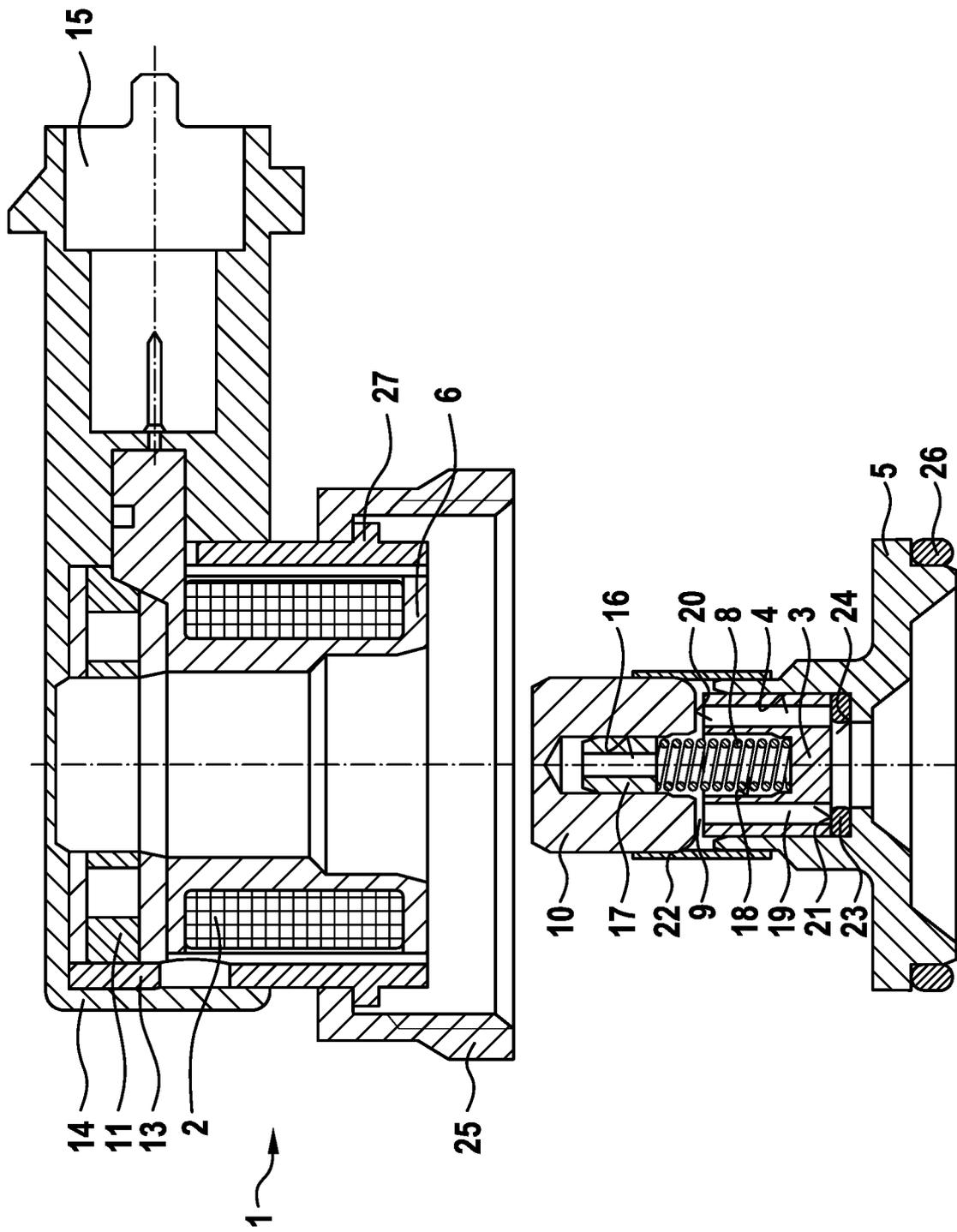
## 5 Ansprüche

1. Elektromagnetisch betätigbares Saugventil für eine Hochdruckpumpe eines Kraftstoffeinspritzsystems, insbesondere eines Common-Rail-Einspritzsystems, umfassend eine Magnetbaugruppe (1) mit einer ringförmigen Magnetspule (2) zur Einwirkung auf einen Anker (3), der in einer Ausnehmung (4) eines Ventilkörpers (5) hubbeweglich aufgenommen und in Richtung eines mit einem Ventilsitz zusammenwirkenden hubbeweglichen Ventilschließelements (7) von der Federkraft einer Ankerfeder (8) beaufschlagt ist, wobei dem Anker (3) an einem Arbeitsluftspalt (9) ein Polkern (10) gegenüberliegt,
- 10 **dadurch gekennzeichnet**, dass der Polkern (10) eine Polscheibe (11) durchsetzt und über einen umlaufenden Radialspalt (12) von der Polscheibe (11) entkoppelt ist.
- 15 2. Saugventil nach Anspruch 1,  
**dadurch gekennzeichnet**, dass die Polscheibe (11) zumindest bereichsweise von einer Magnethülse (13) umgeben ist, in welcher die Magnetspule (2) aufgenommen ist.
- 20 3. Saugventil nach Anspruch 1 oder 2,  
**dadurch gekennzeichnet**, dass die Polscheibe (11), die Magnethülse (13) und/oder der Polkern (10) zumindest teilweise mit einem Kunststoff umspritzt ist bzw. sind, wobei vorzugsweise zwischen der Kunststoff-Umspritzung (14) und dem Polkern (10) ein Luftspalt (28) ausgebildet ist.
- 25 4. Saugventil nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
**dadurch gekennzeichnet**, dass im Polkern (10) eine zentrale Ausnehmung (16) zur Aufnahme eines stift- oder hülsenförmigen Einstellelements (17) ausgebildet ist, an dem die Ankerfeder (8) axial abgestützt ist, wobei vorzugsweise das Einstellelement (17) in die Ausnehmung (16) des Polkerns (10) eingepresst ist.
- 30

5. Saugventil nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
**dadurch gekennzeichnet**, dass im Anker (3) eine zentrale Ausnehmung (18) ausgebildet ist, in welcher die Ankerfeder (8) abschnittsweise aufgenommen ist.
- 5
6. Saugventil nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
**dadurch gekennzeichnet**, dass im Anker (3) mindestens eine als Durchströmöffnung dienende, dezentral angeordnete Axialbohrung (19) ausgebildet ist.
- 10
7. Saugventil nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
**dadurch gekennzeichnet**, dass der Ventilkörper (5) und der Polkern (10) zur Festlegung eines oberen Hubanschlags (20) und eines unteren Hubanschlags (21) für den Anker (3) über eine Hülse (22) verbunden sind, wobei vorzugsweise ein Abschnitt des Ventilkörpers (5) und/oder ein Abschnitt des Polkerns (10) in die Hülse (22) eingepresst und mit der Hülse (22) verschweißt ist bzw. sind.
- 15
8. Saugventil nach Anspruch 7,  
**dadurch gekennzeichnet**, dass der obere Hubanschlag (20) durch den Polkern (10) und der untere Hubanschlag (21) durch ein ring- oder scheibenförmiges Anschlagelement (23) ausgebildet wird, das in die Ausnehmung (4) des Ventilkörpers (5), in welcher der Anker (3) aufgenommen ist, eingesetzt und an einem ringförmigen Absatz (24) des Ventilkörpers (5) abgestützt ist.
- 20
9. Saugventil nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
**dadurch gekennzeichnet**, dass das Saugventil eine Überwurfmutter (25) zur Befestigung an einem Gehäuseteil einer Hochdruckpumpe umfasst, wobei vorzugsweise zur Abstützung der Überwurfmutter (25) ein sich nach radial außen erstreckender Ringbund (27) an der Magnethülse (13) ausgebildet ist.
- 25
10. Hochdruckpumpe für ein Kraftstoffeinspritzsystem, insbesondere ein Common-Rail-Einspritzsystem, mit einem elektromagnetisch betätigbaren Saugventil nach einem der vorhergehenden Ansprüche.
- 30

Fig. 1





INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No  
PCT/EP2016/060278

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
INV. F02M59/36  
ADD. F02M63/00

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	EP 2 716 902 A1 (HITACHI AUTOMOTIVE SYSTEMS LTD [JP]) 9 April 2014 (2014-04-09)	1-3,5,7,10
Y	abstract; figures 2,4,6 claims 1,9 paragraph [0067] paragraph [0069] paragraph [0016] paragraph [0036] paragraph [0039] paragraph [0030] paragraph [0034] paragraph [0035]	4,8
	----- -/--	

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  5 July 2016	Date of mailing of the international search report  15/07/2016
--	--

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/EP2016/060278

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 2011 089594 A1 (CONTINENTAL AUTOMOTIVE GMBH [DE]) 27 June 2013 (2013-06-27) abstract; figures 1,2 claims 1,3,4,7 paragraph [0024] paragraph [0005] paragraph [0030] -----	1,2,10
X	JP 2000 146013 A (TOYOTA MOTOR CORP) 26 May 2000 (2000-05-26) abstract; figures 1,2,3,4 claims 1,3 paragraph [0056] - paragraph [0061] paragraph [0041] paragraph [0044] -----	1,7,9,10
Y	JP 2012 082849 A (HITACHI AUTOMOTIVE SYSTEMS LTD) 26 April 2012 (2012-04-26) abstract; figure 11 paragraph [0051] -----	6
Y	JP 2012 082849 A (HITACHI AUTOMOTIVE SYSTEMS LTD) 26 April 2012 (2012-04-26) abstract; figure 11 paragraph [0051] -----	8
Y	US 2013/306895 A1 (ARIKAWA FUMIAKI [JP] ET AL) 21 November 2013 (2013-11-21) paragraph [0006] paragraph [0043] paragraph [0028] abstract; figure 1 -----	4,6
A	DE 10 2013 211176 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 31 December 2014 (2014-12-31) abstract; figures 1,2 -----	1-10

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2016/060278

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 2716902	A1	09-04-2014	CN 103620208 A
			EP 2716902 A1
			JP 5537498 B2
			JP 2012251447 A
			US 2014099215 A1
			US 2016160826 A1
			WO 2012165555 A1
-----			
DE 102011089594	A1	27-06-2013	NONE
-----			
JP 2000146013	A	26-05-2000	NONE
-----			
JP 2012082849	A	26-04-2012	NONE
-----			
US 2013306895	A1	21-11-2013	CN 103423051 A
			DE 102013104737 A1
			JP 5857878 B2
			JP 2013241952 A
			US 2013306895 A1
-----			
DE 102013211176	A1	31-12-2014	NONE
-----			

## A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

INV. F02M59/36

ADD. F02M63/00

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.
X	EP 2 716 902 A1 (HITACHI AUTOMOTIVE SYSTEMS LTD [JP]) 9. April 2014 (2014-04-09)	1-3,5,7, 10
Y	Zusammenfassung; Abbildungen 2,4,6 Ansprüche 1,9 Absatz [0067] Absatz [0069] Absatz [0016] Absatz [0036] Absatz [0039] Absatz [0030] Absatz [0034] Absatz [0035]	4,8
	----- -/--	



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

"&amp;" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

5. Juli 2016

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

15/07/2016

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 2011 089594 A1 (CONTINENTAL AUTOMOTIVE GMBH [DE]) 27. Juni 2013 (2013-06-27) Zusammenfassung; Abbildungen 1,2 Ansprüche 1,3,4,7 Absatz [0024] Absatz [0005] Absatz [0030] -----	1,2,10
X	JP 2000 146013 A (TOYOTA MOTOR CORP) 26. Mai 2000 (2000-05-26)	1,7,9,10
Y	Zusammenfassung; Abbildungen 1,2,3,4 Ansprüche 1,3 Absatz [0056] - Absatz [0061] Absatz [0041] Absatz [0044] -----	6
Y	JP 2012 082849 A (HITACHI AUTOMOTIVE SYSTEMS LTD) 26. April 2012 (2012-04-26) Zusammenfassung; Abbildung 11 Absatz [0051] -----	8
Y	US 2013/306895 A1 (ARIKAWA FUMIAKI [JP] ET AL) 21. November 2013 (2013-11-21) Absatz [0006] Absatz [0043] Absatz [0028] Zusammenfassung; Abbildung 1 -----	4,6
A	DE 10 2013 211176 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 31. Dezember 2014 (2014-12-31) Zusammenfassung; Abbildungen 1,2 -----	1-10

**INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT**

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2016/060278

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung	
EP 2716902	A1	09-04-2014	CN 103620208 A	05-03-2014
			EP 2716902 A1	09-04-2014
			JP 5537498 B2	02-07-2014
			JP 2012251447 A	20-12-2012
			US 2014099215 A1	10-04-2014
			US 2016160826 A1	09-06-2016
			WO 2012165555 A1	06-12-2012
-----				
DE 102011089594	A1	27-06-2013	KEINE	
-----				
JP 2000146013	A	26-05-2000	KEINE	
-----				
JP 2012082849	A	26-04-2012	KEINE	
-----				
US 2013306895	A1	21-11-2013	CN 103423051 A	04-12-2013
			DE 102013104737 A1	21-11-2013
			JP 5857878 B2	10-02-2016
			JP 2013241952 A	05-12-2013
			US 2013306895 A1	21-11-2013
-----				
DE 102013211176	A1	31-12-2014	KEINE	
-----				