(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
21. November 2013 (21.11.2013)

WIPO | PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2013/170997 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
F04B 1/04 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2013/056859

(22) Internationales Anmeldedatum:
2. April 2013 (02.04.2013)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2012 208 189.5 16. Mai 2012 (16.05.2012) DE

(71) Anmelder: **ROBERT BOSCH GMBH** [DE/DE]; Postfach 30 02 20, 70442 Stuttgart (DE).

(72) Erfinder: **AMBROCK, Sascha**; Xinhua Road, Wuxi, 214028 (CN).

(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, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, 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, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— *mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)*

(54) **Title**: HIGH-PRESSURE PUMP

(54) **Bezeichnung** : HOCHDRUCKPUMPE

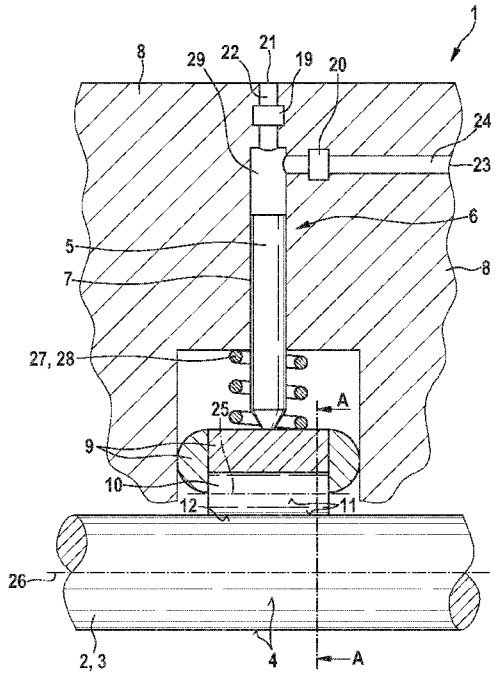


Fig. 1

(57) **Abstract**: The invention relates to a high-pressure pump (1) for conveying a fluid, particularly fuel such as diesel, and comprising: a drive shaft (2) that has at least one cam (3); at least one piston (5); and at least one cylinder (6) for mounting said at least one piston (5), the at least one piston (5) being indirectly supported, by means of at least one running roller (10), on the drive shaft (2) that has the at least one cam (3) such that a translational movement can be carried out by the at least one piston (5) based on a rotational movement of the drive shaft (2), and said at least one drive shaft (2) with the at least one cam (3) being in the form of a hollow shaft (2) comprising at least one cavity so as to reduce the mass of the at least one drive shaft (2).

(57) **Zusammenfassung**: Hochdruckpumpe (1) zum Fördern eines Fluides, insbesondere Kraftstoff, z. B. Diesel, umfassend eine Antriebswelle (2) mit wenigstens einem Nocken (3), wenigstens einen Kolben (5), wenigstens einen Zylinder (6) zur Lagerung des wenigstens einen Kolbens (5), wobei sich der wenigstens eine Kolben (5) mittelbar mittels wenigstens einer Laufrolle (10) auf der Antriebswelle (2) mit dem wenigstens einen Nocken (3) abstützt, so dass von dem wenigstens einen Kolben (5) eine Translationsbewegung aufgrund einer Rotationsbewegung der Antriebswelle (2) ausführbar ist, wobei die wenigstens eine Antriebswelle (2) mit dem wenigstens einen Nocken (3) als eine Hohlwelle (2) mit wenigstens einem Hohlraum ausgebildet ist, um die Masse der wenigstens einen Antriebswelle (2) zu reduzieren.

WO 2013/170997 A1

Beschreibung

Titel

Hochdruckpumpe

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Hochdruckpumpe gemäß dem Oberbegriff des Anspruches 1 und ein Hochdruckeinspritzsystem gemäß dem Oberbegriff des Anspruches 10.

Stand der Technik

In Hochdruckeinspritzsystemen für Verbrennungsmotoren, insbesondere in Common-Rail-Einspritzsystemen von Diesel- oder Benzinmotoren, sorgt eine Hochdruckpumpe dauernd für die Aufrechterhaltung des Druckes in dem Hochdruckspeicher des Common-Rail-Einspritzsystems. Die Hochdruckpumpe kann beispielsweise durch eine Nockenwelle des Verbrennungsmotors mittels einer Antriebswelle angetrieben werden. Für die Förderung des Kraftstoffs zur Hochdruckpumpe werden Vorförderpumpen, z. B. eine Zahnrad- oder Drehschieberpumpe, verwendet, die der Hochdruckpumpe vorgeschaltet sind. Die Vorförderpumpe fördert den Kraftstoff von einem Kraftstofftank durch eine Kraftstoffleitung zu der Hochdruckpumpe.

Als Hochdruckpumpen werden unter anderem Kolbenpumpen eingesetzt. In einem Gehäuse ist eine Antriebswelle gelagert. Radial dazu sind Kolben in einem Zylinder angeordnet. Auf der Antriebswelle mit wenigstens einem Nocken liegt eine Laufrolle mit einer Rollen-Rollfläche auf, die in einem Rollenschuh gelagert ist. Der Rollenschuh ist mit dem Kolben verbunden, so dass der Kolben zu einer oszillierenden Translationsbewegung gezwungen ist. Eine Feder bringt auf den Rollenschuh eine radial zu der Antriebswelle gerichtet Kraft auf, so dass die Laufrolle in ständigen Kontakt zu der Antriebswelle steht. Die Laufrolle steht mit der Rollen-Rollfläche an einer Wellen-Rollfläche als Oberfläche der Antriebswelle

mit dem wenigstens einen Nocken in Kontakt mit der Antriebswelle. Die Laufrolle ist mittels eines Gleitlagers in dem Rollenschuh gelagert.

Die Antriebswelle mit dem wenigstens einen Nocken besteht im Allgemeinen aus Stahl, um einerseits eine ausreichende Steifigkeit aufzuweisen und andererseits den mechanischen Belastungen aufgrund der Laufrolle, welche sich auf der Antriebsrolle abrollt, standhalten zu können. Dadurch weist die Antriebswelle eine große Masse auf und bei einem Einsatz der Hochdruckpumpe in einem Kraftfahrzeug führt eine große Masse der Hochdruckpumpe auch zu einem größeren Kraftstoffverbrauch des Kraftfahrzeuges in nachteiliger Weise.

Die DE 10 2006 045 933 A1 zeigt eine Hochdruckpumpe zur Kraftstoffhochdruckförderung. Die Hochdruckpumpe weist eine Antriebswelle mit Nocken auf. Zylindrische Rollen sind von Rollenschuhen gelagert und liegen auf den Nocken auf. Die Rollenschuhe sind mittels einer Stößelbaugruppe in einer Bohrung eines Teils des Gehäuses gelagert. Die Pumpenelemente sind an der Stößelbaugruppe befestigt. Eine Schraubenfeder drückt die Stößelbaugruppe auf die Nocken.

Aus der DE 103 56 262 A1 ist eine Radialkolbenpumpe zur Kraftstoffhochdruckerzeugung bei Kraftstoffeinspritzsystemen von Brennkraftmaschinen bekannt. In einem Pumpengehäuse ist eine Antriebswelle gelagert. Kolben stützen sich an der Antriebswelle ab, so dass durch Drehen der Antriebswelle die Kolben hin und her bewegt werden. Zwischen den Kolben und der Antriebswelle sind Stößel angeordnet.

Offenbarung der Erfindung

Vorteile der Erfindung

Erfindungsgemäße Hochdruckpumpe, insbesondere für ein Kraftfahrzeug, zum Fördern eines Fluides, insbesondere Kraftstoff, z. B. Diesel, umfassend eine Antriebswelle mit wenigstens einem Nocken, wenigstens einen Kolben, wenigstens einen Zylinder zur Lagerung des wenigstens einen Kolbens, wobei sich der wenigstens eine Kolben mittelbar mittels wenigstens einer Laufrolle auf

der Antriebswelle mit dem wenigstens einen Nocken abstützt, so dass von dem wenigstens einen Kolben eine Translationsbewegung aufgrund einer Rotationsbewegung der Antriebswelle ausführbar ist, wobei die wenigstens eine Antriebswelle mit dem wenigstens einen Nocken als eine Hohlwelle mit wenigstens einem Hohlraum ausgebildet ist, um die Masse der wenigstens einen Antriebswelle zu reduzieren. Die wenigstens eine Antriebswelle weist wenigstens einen Hohlraum auf, der beispielsweise als axiale Bohrung spanabhebend in die wenigstens eine Antriebswelle eingearbeitet ist. Dadurch kann in vorteilhafter Weise die Masse der Antriebswelle reduziert werden und dadurch bei einem Einsatz der Hochdruckpumpe in einem Kraftfahrzeug der Kraftstoffverbrauch des Kraftfahrzeuges verkleinert werden. Dabei wird als wenigstens ein Hohlraum der wenigstens einen Antriebswelle auch ein Raum angesehen, welcher von einem Versteifungsteil und/oder einem Verschlussstopfen wenigstens teilweise ausgefüllt ist.

Insbesondere ist der wenigstens eine Hohlraum mit wenigstens einem Verschlussstopfen im Bereich eines axialen Endes der wenigstens einen Antriebswelle verschlossen. Der Hohlraum ist mit dem wenigstens einem Verschlussstopfen fluiddicht verschlossen, so dass dadurch kein Kraftstoff in den wenigstens einen Hohlraum einströmen kann. Die Hochdruckpumpe weist einen Schmierraum auf durch welchen Kraftstoff strömt und innerhalb dieses Schmierraumes ist die Laufrolle und die Antriebswelle angeordnet. Bei einem Einströmen des Kraftstoffes in den Hohlraum würde dadurch zusätzliche Masse aufgrund des Kraftstoffes in der Antriebswelle angeordnet sein. Um dies zu vermeiden, wird der Verschlussstopfen an einem oder mehreren axialen Enden der einen Antriebswelle angeordnet, so dass dadurch der Hohlraum nicht mit Kraftstoff gefüllt, sondern beispielsweise mit Luft gefüllt ist, so dass dadurch die Antriebswelle eine geringere Masse aufweist.

In einer weiteren Ausgestaltung ist in dem wenigstens einen Hohlraum wenigstens ein Versteifungsteil angeordnet. Bei einer großen Ausbildung des wenigstens einen Hohlraumes, d. h. dass in einem Schnitt senkrecht zu einer Längsachse der Antriebswelle der wenigstens eine Hohlraum einen großen Anteil einnimmt, kann die Antriebswelle eine nicht mehr ausreichende Steifigkeit aufweisen. Um die Steifigkeit der wenigstens einen Antriebswelle zu erhöhen, wird deshalb innerhalb des Hohlraumes ein Versteifungsteil angeordnet, so dass

dadurch die Antriebswelle eine ausreichende Steifigkeit aufweist. Diese ist erforderlich, da auf die Antriebswelle senkrecht zu der Längsachse von der Laufrolle eine Druckkraft aufgebracht wird.

In einer ergänzenden Ausführungsform weist das wenigstens eine Versteifungsteil und/oder der wenigstens eine Verschlussstopfen eine geringere Dichte, vorzugsweise um wenigstens 10%, 30% oder 50% geringere Dichte, auf als die wenigstens eine Antriebswelle. Das Versteifungsteil und/oder der Verschlussstopfen weisen eine geringere Dichte auf als die Antriebswelle, um dadurch Masse an der Antriebswelle zu reduzieren.

Vorzugsweise besteht die wenigstens eine Antriebswelle wenigstens teilweise, insbesondere vollständig, aus Metall, insbesondere Stahl oder Aluminium, und das wenigstens eine Versteifungsteil und/oder der wenigstens eine Verschlussstopfen besteht wenigstens teilweise, insbesondere vollständig, aus Titan und/oder Karbon besteht. Die Antriebswelle ist im Allgemeinen aus Stahl hergestellt, da außenseitig an der Antriebswelle sich die Laufrolle abrollt und dadurch eine erhebliche mechanische Beanspruchung außenseitig an einer Wellen-Rollfläche der Antriebswelle vorhanden ist. Hierzu ist im Allgemeinen Stahl erforderlich. Das Versteifungsteil und/oder der Verschlussstopfen weisen mit Titan eine geringe Dichte und damit Masse auf, um einerseits die Masse der Antriebswelle mit Versteifungsteil und/oder Verschlussstopfen gering zu halten, und andererseits gewährleistet Titan und/oder Karbon auch eine ausreichende Steifigkeit.

In einer Variante ist das wenigstens eine Versteifungsteil und/oder der wenigstens eine Verschlussstopfen kraft- und/oder stoffschlüssig, z. B. mittels eines Presssitzes, mit der wenigstens einen Antriebswelle verbunden. Abweichend hiervon kann das wenigstens eine Versteifungsteil und/oder der wenigstens eine Verschlussstopfen auch mittels einer Schraubverbindung mit der wenigstens einen Antriebswelle verbunden sein.

Zweckmäßig beträgt das Volumen des Hohlraumes oder die Summe der Volumina der Hohlräume einer Antriebswelle wenigstens 10%, 30%, 50% oder 70% des Gesamtvolumens der Antriebswelle mit dem wenigstens einen Hohlraum. Das Volumen des Hohlraumes und/oder die Summe der Volumina der

Hohlräume der Antriebswelle weisen einen wesentlichen Anteil am Gesamtvolumen der Antriebswelle auf, so dass dadurch in einem wesentlichen Umfang die Masse der Antriebswelle mit Hilfe des wenigstens einen Hohlraumes reduziert werden kann.

In einer weiteren Ausgestaltung ist oder sind das Volumen eines Hohlraumes oder die Summe der Volumina der Hohlräume einer Antriebswelle zu wenigstens 10%, 30%, 50%, 70%, 90% oder 98% mit dem wenigstens einen Versteifungsteil ausgefüllt. Ist das Volumen des Hohlraumes in einem wesentlichen Umfang von dem Versteifungsteil ausgefüllt und ist das Versteifungsteil auch ausreichend mit der Antriebswelle verbunden, kann dadurch mit dem Versteifungsteil die Steifigkeit der Antriebswelle in einem signifikanten Umfang erhöht werden.

Insbesondere ist eine Kontaktfläche zwischen der Laufrolle und der Antriebswelle mittels Kraftstoff geschmiert.

Zweckmäßig ist die wenigstens eine Laufrolle mittels wenigstens einen Gleitlagers bzw. einer Gleitlagerung in wenigstens einem Rollenschuh gelagert.

In einer weiteren Ausführungsform umgreift in einem Schnitt senkrecht zu einer Längsachse als Rotationsachse die wenigstens eine Laufrolle das Gleitlager zu mehr als 50 % die wenigstens einen Laufrolle.

Insbesondere ist das Gleitlager mittels Kraftstoff, z. B. Benzin oder Diesel, geschmiert.

In einer weiteren Variante wird eine Exzenterwelle als eine Antriebswelle mit wenigstens einem Nocken betrachtet.

Erfindungsgemäßes Hochdruckeinspritzsystem für einen Verbrennungsmotor, insbesondere für ein Kraftfahrzeug, umfassend eine Hochdruckpumpe, ein Hochdruck-Rail, vorzugsweise eine Vorförderpumpe zum Fördern eines Kraftstoffes von einem Kraftstofftank zu der Hochdruckpumpe, wobei die Hochdruckpumpe als eine in dieser Schutzrechtsanmeldung beschriebene Hochdruckpumpe ausgebildet ist.

In einer weiteren Variante weist das Hochdruckeinspritzsystem eine Zumesseinheit auf, welche die von der Vorförderpumpe zu der Hochdruckpumpe geförderte Menge an Kraftstoff pro Zeiteinheit steuert oder regelt.

Der von der Hochdruckpumpe erzeugbare Druck in dem Hochdruck-Rail liegt beispielsweise im Bereich von 1000 bis 3000 bar z. B. für Dieselmotoren oder zwischen 40 bar und 400 bar z. B. für Benzinmotoren.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

Im Nachfolgenden werden Ausführungsbeispiele der Erfindung unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen näher beschrieben. Es zeigt:

Fig. 1 einen Querschnitt einer Hochdruckpumpe in einem ersten Ausführungsbeispiel

Fig. 2 einen Schnitt A-A gemäß Fig. 1 einer Laufrolle mit Rollenschuh und einer Antriebswelle,

Fig. 3 eine stark schematisierte Ansicht eines Hochdruckeinspritzsystems,

Fig. 4 einen Längsschnitt der Antriebswelle in einem ersten Ausführungsbeispiel,

Fig. 5 einen Längsschnitt der Antriebswelle in einem zweiten Ausführungsbeispiel,

Fig. 6 einen Längsschnitt der Antriebswelle in einem dritten Ausführungsbeispiel und

Fig. 7 einen Längsschnitt der Antriebswelle in einem vierten Ausführungsbeispiel.

Ausführungsformen der Erfindung

In Fig. 1 ist ein Querschnitt einer Hochdruckpumpe 1 für ein Hochdruckeinspritzsystem 36 dargestellt. Die Hochdruckpumpe 1 dient dazu, Kraftstoff, z. B. Benzin oder Diesel, zu einem Verbrennungsmotor 39 unter Hochdruck zu fördern. Der von der Hochdruckpumpe 1 erzeugbare Druck liegt beispielsweise in einem Bereich zwischen 1000 und 3000 bar.

Die Hochdruckpumpe 1 weist eine Antriebswelle 2 mit zwei Nocken 3 auf, die um eine Rotationsachse 26 eine Rotationsbewegung ausführt. Die Rotationsachse 26, welche auch eine Längsachse 26 der Antriebswelle 2 darstellt, liegt in der Zeichenebene von Fig. 1 und steht senkrecht auf der Zeichenebene von Fig. 2. Ein Kolben 5 ist in einem Zylinder 6 als Kolbenführung 7 gelagert, der von einem Gehäuse 8 gebildet ist. Ein Arbeitsraum 29 wird von dem Zylinder 6, dem Gehäuse 8 und dem Kolben 5 begrenzt. In den Arbeitsraum 29 mündet ein Einlasskanal 22 mit einem Einlassventil 19 und ein Auslasskanal 24 mit einem Auslassventil 20. Durch den Einlasskanal 22 strömt der Kraftstoff in den Arbeitsraum 29 ein und durch den Auslasskanal 24 strömt der Kraftstoff unter Hochdruck aus den Arbeitsraum 29 wieder aus. Das Einlassventil 19, z. B. ein Rückschlagventil, ist dahingehend ausgebildet, dass nur Kraftstoff in den Arbeitsraum 29 einströmen kann und das Auslassventil 20, z. B. ein Rückschlagventil, ist dahingehend ausgebildet, dass nur Kraftstoff aus dem Arbeitsraum 29 ausströmen kann. Das Volumen des Arbeitsraumes 29 wird aufgrund einer oszillierenden Hubbewegung des Kolbens 5 verändert. Der Kolben 5 stützt sich mittelbar auf der Antriebswelle 2 ab. Am Ende des Kolbens 5 bzw. Pumpenkolbens 5 ist ein Rollenschuh 9 mit einer Laufrolle 10 befestigt. Die Laufrolle 10 kann dabei eine Rotationsbewegung ausführen, deren Rotationsachse 25 in der Zeichenebene gemäß Fig. 1 liegt und senkrecht auf der Zeichenebene von Fig. 2 steht. Die Antriebswelle 2 mit dem wenigstens einen Nocken 3 weist eine Wellen-Rollfläche 4 und die Laufrolle 10 eine Rollen-Rollfläche 11 auf.

Die Rollen-Lauffläche 11 der Laufrolle 10 rollt sich an einer Kontaktfläche 12 auf der Wellen-Rollfläche 4 der Antriebswelle 2 mit den beiden Nocken 3 ab. Der Rollenschuh 9 ist in einer von dem Gehäuse 8 gebildeten Rollenschuhlagerung als Gleitlager gelagert. Eine Feder 27 bzw. Spiralfeder 27 als elastisches Element 28, die zwischen dem Gehäuse 8 und dem Rollenschuh 9 eingespannt

ist, bringt auf den Rollenschuh 9 eine Druckkraft auf, so dass die Rollen-Rollfläche 11 der Laufrolle 10 in ständigen Kontakt mit der Wellen-Rollfläche 4 der Antriebswelle 2 steht. Der Rollenschuh 9 und der Kolben 5 führen damit gemeinsam eine oszillierende Hubbewegung aus.

In Fig. 4 ist ein erstes Ausführungsbeispiel der Antriebswelle 2 in einem Längsschnitt dargestellt. In die Antriebswelle 2 aus Stahl sind zwei Hohlräume 17 als axiale Bohrung 38 eingearbeitet. Aufgrund dieser beiden Hohlräume 17 weist somit die Antriebswelle 2 eine deutlich reduzierte Masse auf und andererseits ist die Steifigkeit der Antriebswelle 2 aus Stahl noch ausreichend groß, da die Bohrungen 38 im Querschnitt noch einen ausreichend großen Anteil der Antriebswelle 2 aus Stahl belassen. Zwei axiale Enden 40 der Antriebswelle 2 sind dabei außerhalb eines nicht dargestellten Schmierraumes der Hochdruckpumpe 1 angeordnet, so dass dadurch kein innerhalb des Schmierraumes sich befindlicher Kraftstoff in die beiden Bohrungen 38 einströmen kann.

In Fig. 5 ist ein zweites Ausführungsbeispiel der Antriebswelle 2 dargestellt. Die Antriebswelle 2 weist eine axiale Bohrung 38 als Hohlraum 17 auf und an einem in Fig. 5 links dargestellten axialen Ende 40 ist der Hohlraum 17 fluiddicht von einem Verschlussstopfen 16 aus Titan oder Karbon verschlossen. Der Verschlussstopfen 16 bewirkt, dass in den Hohlraum 17 kein Kraftstoff aus einem Schmierraum der Hochdruckpumpe 1 einströmen kann. Dadurch ist innerhalb des Hohlraumes 17 abgesehen von dem Verschlussstopfen 16 Luft angeordnet und die Antriebswelle 2 weist dadurch eine geringe Masse auf.

In Fig. 6 ist ein drittes Ausführungsbeispiel der Antriebswelle 2 dargestellt. Die Antriebswelle 2 aus Stahl weist eine axiale Bohrung 38 als Hohlraum 17 auf und dieser Hohlraum 17 ist im Wesentlichen mit einem Versteifungsteil 15 aus Titan befüllt. Bei der Herstellung der Antriebswelle 2 aus Stahl wird somit zunächst die axiale Bohrung 38 spanabhebend, z. B. mittels Bohren, eingearbeitet und anschließend der Verschlussstopfen 16 in diese Bohrung 38 eingeführt und dabei kraftschlüssig mittels eines Presssitzes mit der Antriebswelle 2 aus Stahl verbunden. Aufgrund der Größe der Bohrung 38 weist die Antriebswelle 2 ohne dem Versteifungsteil 5 aus Titan keine ausreichende Steifigkeit auf. Mittels des Versteifungsteiles 15 aus Titan kann die Steifigkeit der Antriebswelle 2

wesentlich erhöht werden. Titan weist dabei in vorteilhafter Weise einerseits eine geringe Masse auf und andererseits auch eine ausreichend große Steifigkeit, um die Steifigkeit der Antriebswelle 2 zu erhöhen. Außenseitig besteht somit die Antriebswelle 2, insbesondere an der Wellen-Rollfläche 4 zur Auflage der Laufrolle 10, aus Stahl, so dass dadurch die Antriebswelle 2 den mechanischen Beanspruchungen aufgrund des Abrollens der Laufrolle 10 an der Wellen-Rollfläche 4 auf Dauer standhalten kann.

In Fig. 7 ist ein viertes Ausführungsbeispiel der Antriebswelle 2 dargestellt. Im Nachfolgenden werden im Wesentlichen nur die Unterschiede zu dem dritten Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 6 beschrieben. Das Versteifungsteil 15 ist als eine Hülse mit einem Versteifungsteilhohlraum 14 ausgebildet und an einem in Figur links dargestellten axialen Ende 40 der Antriebswelle 2 ist dieser Versteifungsteilhohlraum 14 des Versteifungsteiles 15 von einem Verschlussstopfen 16 verschlossen. Dadurch kann in den Versteifungsteilhohlraum 14 kein Kraftstoff aus dem nicht dargestellten Schmierraum der Hochdruckpumpe 1 einströmen. Das Versteifungsteil 15 aus Titan weist eine geringere Steifigkeit als das Versteifungsteil 15 in Fig. 6 auf, da das Versteifungsteil 15 in Fig. 6 aus einem Vollmaterial besteht und das in Fig. 7 in dem vierten Ausführungsbeispiel eingesetzte Versteifungsteil 15 als eine Hülse mit einem Versteifungsteilhohlraum 14 ausgebildet ist. Das Versteifungsteil 15 in Fig. 7 kann dadurch nur eine geringere Erhöhung der Steifigkeit der Antriebswelle 2 zur Verfügung stellen als das in Fig. 6 dargestellte Versteifungsteil 15. Dies ist ausreichend, da in den in Fig. 7 dargestellten vierten Ausführungsbeispiel der Antriebswelle 2 die Antriebswelle 2 entweder eine geringere Steifigkeit erfordert und/oder aufgrund der Ausbildung der Bohrung 38 mit einem geringeren Durchmesser die Antriebswelle 2 selbst eine ausreichende Steifigkeit aufweist und diese nur geringfügig mit dem Versteifungsteil 15 als Hülse gemäß der Darstellung in Fig. 7 erhöht werden muss, um den Anforderungen hinsichtlich der Steifigkeit der Antriebswelle 2 zu genügen.

In Fig. 3 ist in stark schematisierter Darstellung das Hochdruckeinspritzsystem 36 für ein Kraftfahrzeug (nicht dargestellt) abgebildet mit einem Hochdruck-Rail 30 oder einem Kraftstoffverteilerrohr 31. Von dem Hochdruck-Rail 30 wird der Kraftstoff mittels Ventilen (nicht dargestellt) in den Verbrennungsraum des Verbrennungsmotors 39 eingespritzt. Eine Vorförderpumpe 35 fördert Kraftstoff

von einem Kraftstofftank 32 durch eine Kraftstoffleitung 33 zu der Hochdruckpumpe 1 gemäß dem obigen Ausführungsbeispiel. Die Hochdruckpumpe 1 und die Vorförderpumpe 35 werden dabei von der Antriebswelle 2 angetrieben. Die Antriebswelle 2 ist mit einer Kurbelwelle des Verbrennungsmotors 39 gekoppelt. Das Hochdruck-Rail 30 dient - wie bereits beschrieben - dazu, den Kraftstoff in den Verbrennungsraum des Verbrennungsmotors 39 einzuspritzen. Der von der Vorförderpumpe 35 geförderte Kraftstoff wird durch die Kraftstoffleitung 33 zu der Hochdruckpumpe 1 geleitet. Der von der Hochdruckpumpe 1 nicht benötigte Kraftstoff wird dabei durch eine Kraftstoffrücklaufleitung 34 wieder in den Kraftstofftank 32 zurückgeleitet. Eine Zumesseinheit 37 steuert und/oder regelt die der Hochdruckpumpe 1 zugeleitete Menge an Kraftstoff, so dass in einer weiteren Ausgestaltung auf die Kraftstoffrücklaufleitung 34 verzichtet werden kann (nicht dargestellt).

Die Einzelheiten der verschiedenen Ausführungsbeispiele können miteinander kombiniert werden, sofern nichts Gegenteiliges erwähnt wird.

Insgesamt betrachtet sind mit der erfindungsgemäßen Hochdruckpumpe 1 und dem erfindungsgemäßen Hochdruckeinspritzsystem 36 wesentliche Vorteile verbunden. Die Antriebswelle 2 aus Stahl weist eine Bohrung 38 als Hohlraum 17 auf, so dass dadurch die Antriebswelle 2 eine reduzierte Masse aufweist. Zur Erhöhung der Steifigkeit der Antriebswelle 2 kann innerhalb des Hohlraumes 17 ein Versteifungsteil 15, z. B. aus Titan, angeordnet sein, um dadurch einerseits die Steifigkeit der Antriebswelle 2 zu erhöhen, bei einer geringen Masse der Antriebswelle 2 aufgrund der geringen Dichte des Versteifungsteiles 15, und andererseits an der Wellen-Rollfläche 4 auch eine ausreichende mechanische Verschleißfestigkeit zum Abrollen der Laufrolle 10 zu erhalten.

Ansprüche

1. Hochdruckpumpe (1) zum Fördern eines Fluides, insbesondere Kraftstoff, z. B. Diesel, umfassend
   - eine Antriebswelle (2) mit wenigstens einem Nocken (3),
   - wenigstens einen Kolben (5),
   - wenigstens einen Zylinder (6) zur Lagerung des wenigstens einen Kolbens (5),
   - wobei sich der wenigstens eine Kolben (5) mittelbar mittels wenigstens einer Laufrolle (10) auf der Antriebswelle (2) mit dem wenigstens einen Nocken (3) abstützt, so dass von dem wenigstens einen Kolben (5) eine Translationsbewegung aufgrund einer Rotationsbewegung der Antriebswelle (2) ausführbar ist,

   dadurch gekennzeichnet, dass

   die wenigstens eine Antriebswelle (2) mit dem wenigstens einen Nocken (3) als eine Hohlwelle (2) mit wenigstens einem Hohlraum (17) ausgebildet ist, um die Masse der wenigstens einen Antriebswelle (2) zu reduzieren.

2. Hochdruckpumpe nach Anspruch 1,

   dadurch gekennzeichnet, dass

   der wenigstens eine Hohlraum (17) mit wenigstens einem Verschlussstopfen (16) im Bereich eines axialen Endes (40) der wenigstens einen Antriebswelle (2) verschlossen ist.

3. Hochdruckpumpe nach Anspruch 1 oder 2,

   dadurch gekennzeichnet, dass

in dem wenigstens einen Hohlraum (17) wenigstens ein Versteifungsteil (15) angeordnet ist.

4. Hochdruckpumpe nach Anspruch 2 oder 3,

dadurch gekennzeichnet, dass

das wenigstens eine Versteifungsteil (15) und/oder der wenigstens eine Verschlussstopfen (16) eine geringere Dichte, vorzugsweise um wenigstens 10%, 30% oder 50% geringere Dichte, aufweist als die wenigstens eine Antriebswelle (2).

5. Hochdruckpumpe nach einem oder mehreren der Ansprüche 2 bis 4,

dadurch gekennzeichnet, dass

die wenigstens eine Antriebswelle (2) wenigstens teilweise, insbesondere vollständig, aus Metall, insbesondere Stahl oder Aluminium, besteht und das wenigstens eine Versteifungsteil (15) und/oder der wenigstens eine Verschlussstopfen (16) wenigstens teilweise, insbesondere vollständig, aus Titan und/oder Karbon besteht.

6. Hochdruckpumpe nach einem oder mehreren der Ansprüche 2 bis 5,

dadurch gekennzeichnet, dass

das wenigstens eine Versteifungsteil (15) und/oder der wenigstens eine Verschlussstopfen (16) kraft- und/oder stoffschlüssig, z. B. mittels eines Presssitzes, mit der wenigstens einen Antriebswelle (2) verbunden ist.

7. Hochdruckpumpe nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet, dass

das Volumen des Hohlraumes (17) oder die Summe der Volumina der Hohlräume (17) einer Antriebswelle (2) wenigstens 10%, 30%, 50% oder 70% des Gesamtvolumens der Antriebswelle (2) mit dem wenigstens einen Hohlraum (17) beträgt.

8. Hochdruckpumpe nach einem oder mehreren der Ansprüche 3 bis 7,

dadurch gekennzeichnet, dass

das Volumen eines Hohlraumes (17) oder die Summe der Volumina der Hohlräume (17) einer Antriebswelle (2) zu wenigstens 10%, 30%, 50%, 70%, 90% oder 98% mit dem wenigstens einen Versteifungsteil (15) ausgefüllt ist oder sind.

9. Hochdruckpumpe nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet, dass

eine Kontaktfläche zwischen der Laufrolle (10) und der Antriebswelle (2) mittels Kraftstoff geschmiert ist.

10. Hochdruckeinspritzsystem (36) für einen Verbrennungsmotor (39), umfassend
    - eine Hochdruckpumpe (1),
    - ein Hochdruck-Rail (30),
    - vorzugsweise eine Vorförderpumpe (35) zum Fördern eines Kraftstoffes von einem Kraftstofftank (32) zu der Hochdruckpumpe (1),

dadurch gekennzeichnet, dass

die Hochdruckpumpe (1) als Hochdruckpumpe (1) gemäß einem oder mehrerer der vorhergehenden Ansprüche ausgebildet ist.

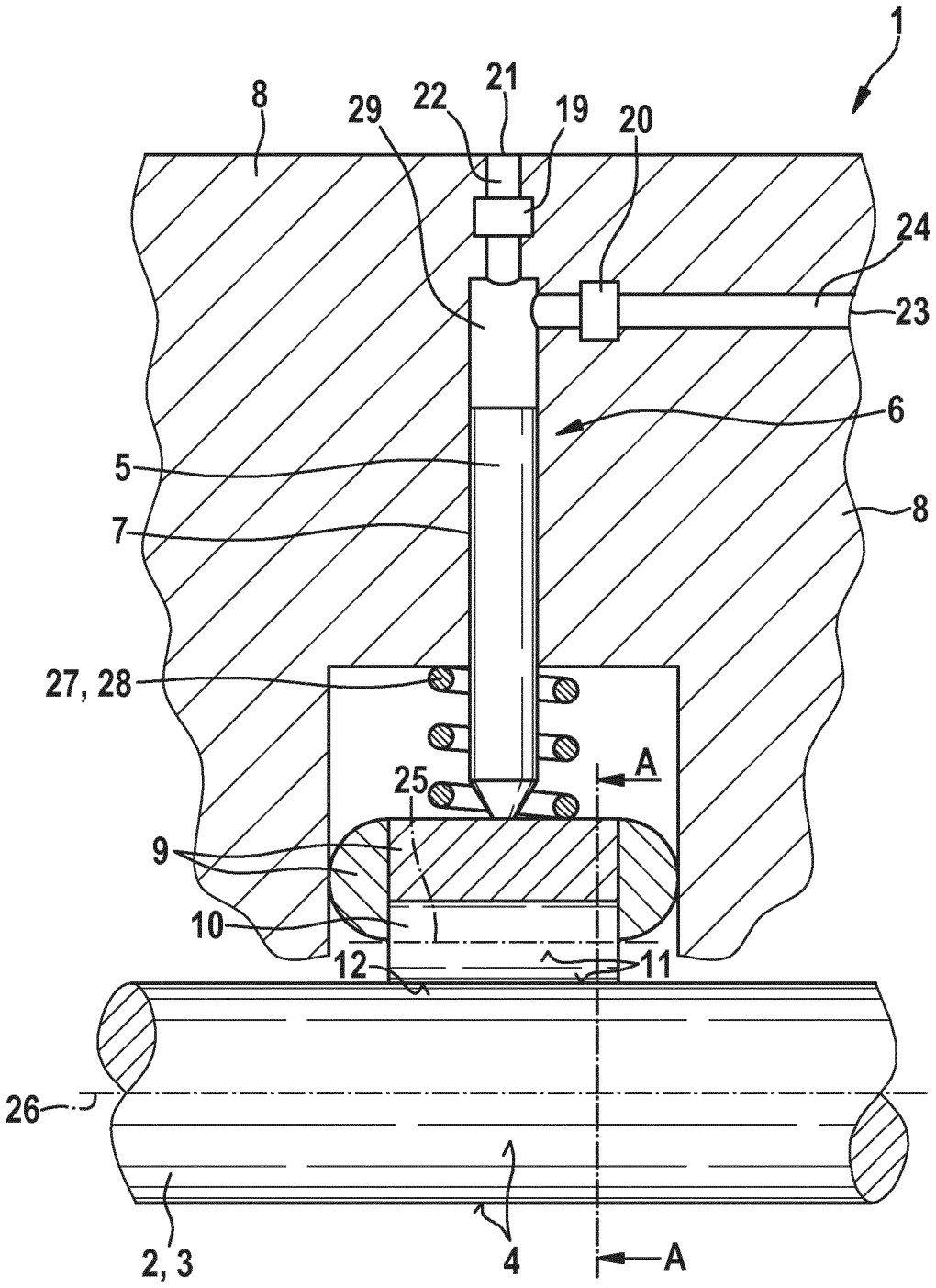


Fig. 1

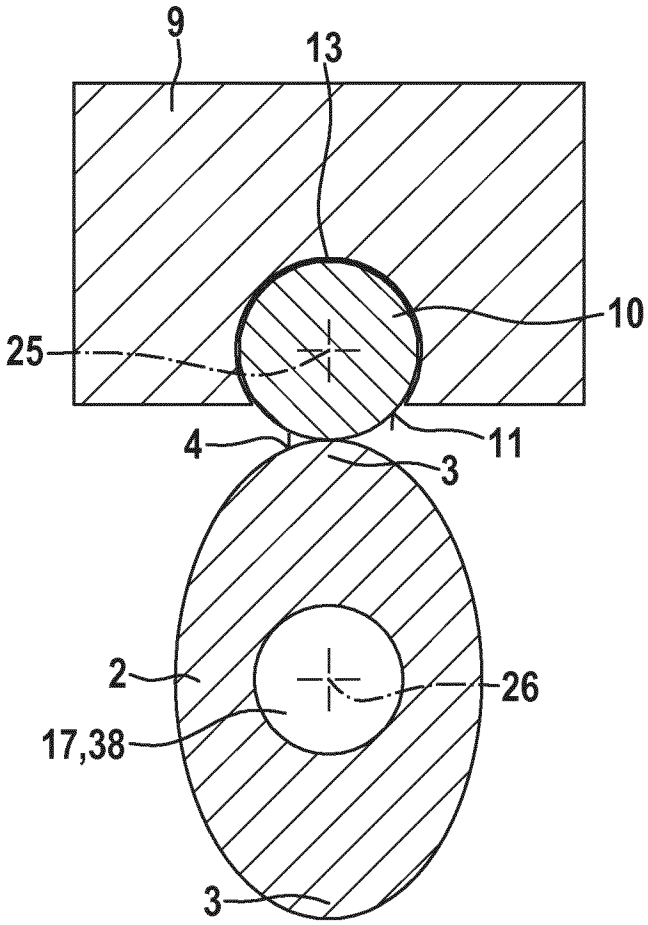


Fig. 2

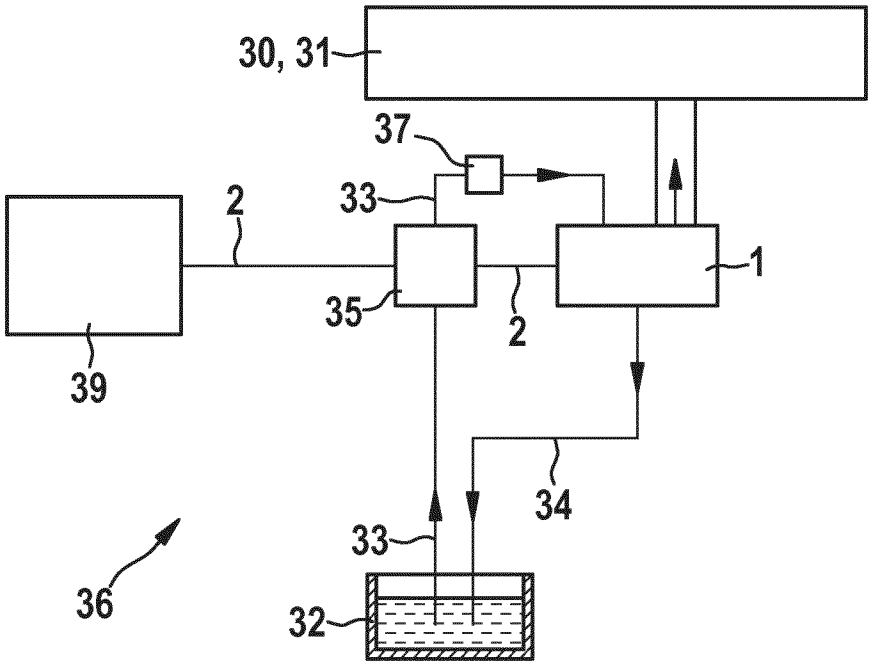


Fig. 3

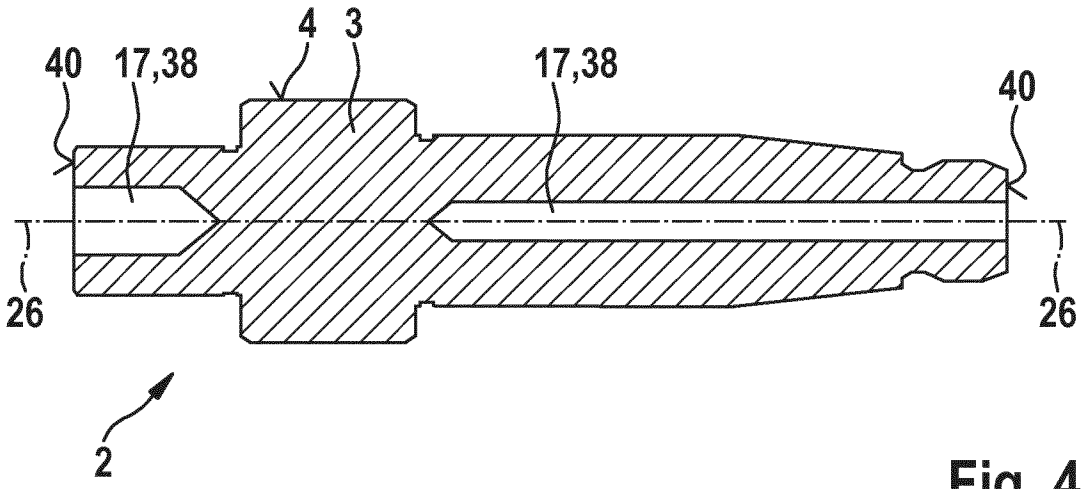


Fig. 4

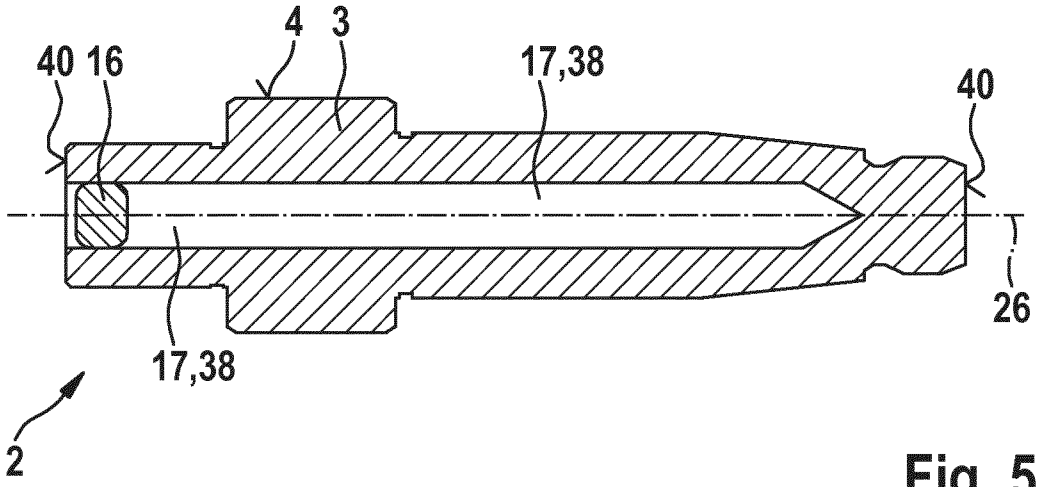


Fig. 5

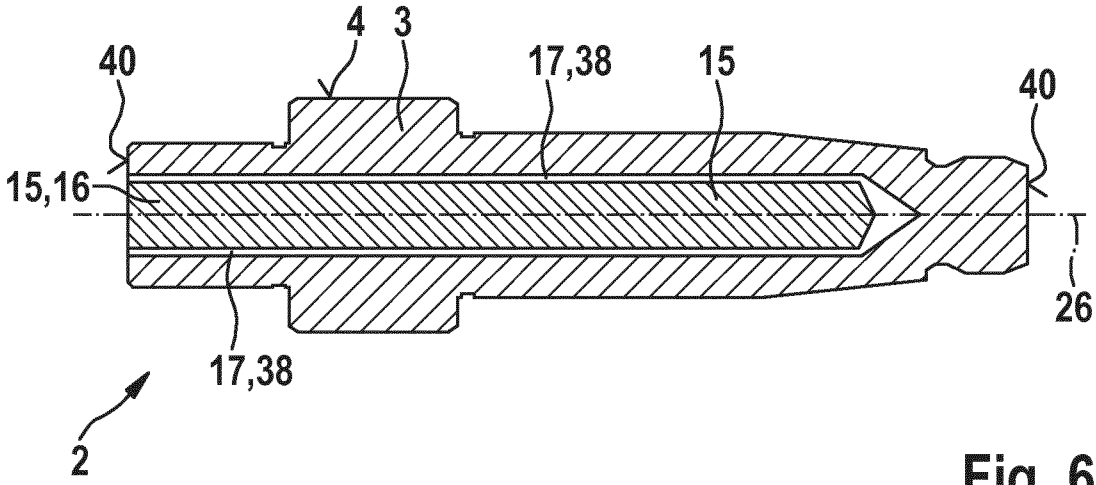


Fig. 6

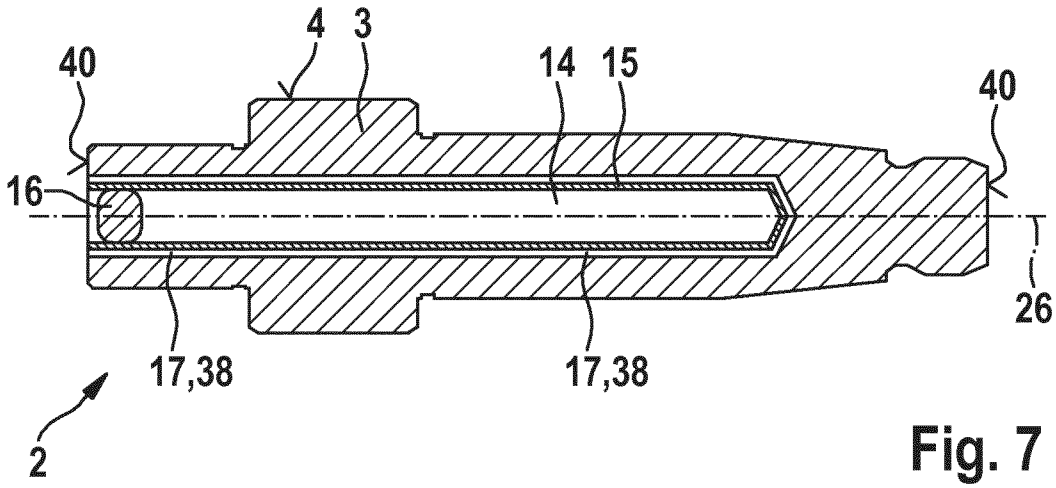


Fig. 7

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2013/056859

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. F04B1/04
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)
F04B

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	DE 10 2006 045933 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 3 April 2008 (2008-04-03) cited in the application the whole document	1-10
Y	DE 103 56 262 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 30 June 2005 (2005-06-30) cited in the application the whole document	1-10
Y	DE 195 29 041 A1 (SCHAEFFLER WAELZLAGER KG [DE] SCHAEFFLER KG [DE]) 13 February 1997 (1997-02-13) column 3, lines 7-9	1-10
Y	AT 236 168 B (FRIEDMANN & MAIER AG) 12 October 1964 (1964-10-12) page 3, lines 7-9	1-10

-/--

[X] Further documents are listed in the continuation of Box C.

[X] 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	Date of mailing of the international search report
24 June 2013	04/07/2013

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

1

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (April 2005)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2013/056859

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	AT 233 903 B (BESSIERE PIERRE ETIENNE [FR]) 10 June 1964 (1964-06-10) page 3, lines 49,50	1-10
Y	DE 10 97 759 B (MONO CAM LTD) 19 January 1961 (1961-01-19) column 1, lines 15-27	1-10

1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No
PCT/EP2013/056859

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 102006045933 A1	03-04-2008	AT 483907 T	15-10-2010
		CN 101523044 A	02-09-2009
		DE 102006045933 A1	03-04-2008
		EP 2076669 A1	08-07-2009
		JP 2010505058 A	18-02-2010
		US 2010037865 A1	18-02-2010
		WO 2008037524 A1	03-04-2008
DE 10356262 A1	30-06-2005	DE 10356262 A1	30-06-2005
		WO 2005054675 A1	16-06-2005
DE 19529041 A1	13-02-1997	NONE	
AT 236168 B	12-10-1964	NONE	
AT 233903 B	10-06-1964	NONE	
DE 1097759 B	19-01-1961	NONE	

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2013/056859

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. F04B1/04
ADD.

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
F04B

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

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	DE 10 2006 045933 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 3. April 2008 (2008-04-03) in der Anmeldung erwähnt das ganze Dokument	1-10
Y	DE 103 56 262 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 30. Juni 2005 (2005-06-30) in der Anmeldung erwähnt das ganze Dokument	1-10
Y	DE 195 29 041 A1 (SCHAEFFLER WAELZLAGER KG [DE] SCHAEFFLER KG [DE]) 13. Februar 1997 (1997-02-13) Spalte 3, Zeilen 7-9	1-10
Y	AT 236 168 B (FRIEDMANN & MAIER AG) 12. Oktober 1964 (1964-10-12) Seite 3, Zeilen 7-9	1-10

-/--

[X] Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen [X] 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	Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
24. Juni 2013	04/07/2013

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde	Bevollmächtigter Bediensteter
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Fistas, Nikolaos

1

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2013/056859

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	AT 233 903 B (BESSIERE PIERRE ETIENNE [FR]) 10. Juni 1964 (1964-06-10) Seite 3, Zeilen 49,50 -----	1-10
Y	DE 10 97 759 B (MONO CAM LTD) 19. Januar 1961 (1961-01-19) Spalte 1, Zeilen 15-27 -----	1-10

1

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2013/056859

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 102006045933 A1	03-04-2008	AT 483907 T	15-10-2010
		CN 101523044 A	02-09-2009
		DE 102006045933 A1	03-04-2008
		EP 2076669 A1	08-07-2009
		JP 2010505058 A	18-02-2010
		US 2010037865 A1	18-02-2010
		WO 2008037524 A1	03-04-2008
DE 10356262 A1	30-06-2005	DE 10356262 A1	30-06-2005
		WO 2005054675 A1	16-06-2005
DE 19529041 A1	13-02-1997	KEINE	
AT 236168 B	12-10-1964	KEINE	
AT 233903 B	10-06-1964	KEINE	
DE 1097759 B	19-01-1961	KEINE	