

①⑨ RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
COURBEVOIE

①① N° de publication :

3 112 817

(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

②① N° d'enregistrement national :

21 07901

⑤① Int Cl⁸ : **F 02 M 59/44** (2020.12), **F 02 M 59/02**, **F 04 B 53/00**

⑫

DEMANDE DE CERTIFICAT D'UTILITE

A3

②② Date de dépôt : 22.07.21.

③③ Priorité : 22.07.20 IT 102020000017767.

④③ Date de mise à la disposition du public de la
demande : 28.01.22 Bulletin 22/04.

⑤⑥ Les certificats d'utilité ne sont pas soumis à la
procédure de rapport de recherche.

⑥③ Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

○ Demande(s) d'extension :

⑦① Demandeur(s) : **MARELLI EUROPE S.p.A. Société de
droit italienne — IT.**

⑦② Inventeur(s) : **SPIZZIRRI Armando, PETRONE
Michele et PETRECCHIA Stefano.**

⑦③ Titulaire(s) : **MARELLI EUROPE S.p.A. Société de
droit italienne.**

⑦④ Mandataire(s) : **REGIMBEAU.**

⑤④ Pompe à carburant pour un système d'injection directe.

⑤⑦ Pompe (1) à carburant pour un système d'injection di-
recte et présentant : un corps (2) principal ; une chambre de
pompage (4) définie dans le corps (12) principal ; un piston
(5) qui est monté, de manière coulissante, à l'intérieur de la
chambre de pompage (4) pour modifier, de manière cy-
clique, le volume de la chambre de pompage (4) ; un siège
(6) de confinement qui est défini dans le corps (2) principal
au-dessous de la chambre de pompage (4) ; une douille (7)
de guidage, laquelle est logée dans le siège (6) de confine-
ment et est dotée d'un trou central (8) dans lequel est dispo-
sé, de manière coulissante, le piston (5) ; et un joint (9)
d'étanchéité intercalé entre le piston (5) et le trou central (8)
de la douille (7) de guidage. Un jeu mécanique existant
entre le trou central (8) de la douille (7) de guidage et le pis-
ton (5) est inférieur à 12 microns.

Figure principale : figure 1

FR 3 112 817 - A3



Description

Titre de l'invention : Pompe à carburant pour un système d'injection directe

Domaine de la technique

- [0001] La présente invention concerne une pompe à carburant pour un système d'injection directe ; de préférence, le système d'injection directe est utilisé dans un moteur à combustion interne à allumage commandé et donc alimenté par essence ou carburants similaires.

Art antérieur

- [0002] Un système d'injection directe comprend une pluralité d'injecteurs, un canal commun (« common rail ») qui fournit le carburant sous pression aux injecteurs, une pompe à carburant à haute pression, laquelle amène le carburant au canal commun au moyen d'un conduit d'alimentation à haute pression et est dotée d'un dispositif de réglage du débit, et d'une unité de contrôle qui pilote le dispositif de réglage du débit pour maintenir la pression du carburant à l'intérieur du canal commun égale à une valeur souhaitée généralement variable dans le temps en fonction des conditions de fonctionnement du moteur.
- [0003] La pompe à carburant à haute pression décrite dans la demande de brevet EP2236809A1 comprend : une chambre de pompage à l'intérieur de laquelle coulisse, avec un mouvement alternatif, un piston, un conduit d'aspiration réglé par une valve d'aspiration pour amener le carburant à basse pression à l'intérieur de la chambre de pompage, et un conduit de refoulement réglé par une valve de refoulement pour amener le carburant à haute pression à l'extérieur de la chambre de pompage et vers le canal commun.
- [0004] Pour guider le coulisement alternatif du piston, on prévoit une douille de guidage qui est disposée au-dessous de la chambre de pompage et à l'intérieur de laquelle, coulisse le piston. Le trou central de la douille de guidage (dans lequel est disposé le piston) et le piston doivent être usinés avec une très grande précision afin de minimiser le jeu mécanique (c'est-à-dire la distance) existant entre le trou central de la douille de guidage et le piston (afin de limiter la fuite du carburant le long du piston) sans toutefois arriver à annuler complètement ce jeu mécanique (qui est bien entendu indispensable pour permettre le coulisement du piston dans la douille de guidage). Dans les pompes à carburant à haute pression actuellement distribuées dans le commerce, le jeu mécanique (c'est-à-dire la distance) existant entre le trou central de la douille de guidage et le piston est inférieur à 12 microns et est généralement compris entre 7 et 10 microns ; en effet un tel intervalle de valeurs permet de limiter considérablement la

fuite du carburant le long du piston sans toutefois compromettre la fonctionnalité du piston lui-même (c'est-à-dire le coulisement du piston dans la douille de guidage).

[0005] Récemment, les fabricants d'automobiles ont commencé à concevoir de nouveaux moteurs à combustion interne alimentés par essence qui fonctionnent avec des pressions d'injection de l'essence supérieures à 400-500 bar (jusqu'à 800-1000 bar) et par conséquent ont besoin de pompes à carburant à haute pression en mesure de pomper le carburant à de telles pressions.

[0006] Certaines simulations ont mis en évidence que la structure décrite dans la demande de brevet EP2236809A1 permet, bien entendu avec certains ajustements, d'augmenter la pression nominale du carburant jusqu'à 800 – 1000 bar ; toutefois, les mêmes simulations ont également montré qu'en montant beaucoup dans la pression nominale du carburant, on pourrait constater des grippages prématurés du piston dans la douille de guidage.

Description de l'invention

[0007] Le but de la présente invention est de réaliser une pompe à carburant pour un système d'injection directe, laquelle pompe à carburant est en mesure de pomper le carburant à une pression élevée et en même temps est exempte de problèmes de fiabilité.

[0008] Selon la présente invention, on réalise une pompe à carburant pour un système d'injection directe et comprenant :

[0009] un corps principal ;

[0010] une chambre de pompage définie dans le corps principal ;

[0011] un piston qui est monté de manière coulissante à l'intérieur de la chambre de pompage pour modifier, de manière cyclique, le volume de la chambre de pompage ;

[0012] un siège de confinement qui est défini dans le corps principal au-dessous de la chambre de pompage ; et

[0013] une douille de guidage, laquelle est logée dans le siège de confinement et est dotée d'un trou central dans lequel est disposé, de manière coulissante, le piston ;

[0014] dans laquelle un jeu mécanique existant entre le trou central de la douille de guidage et le piston est inférieur à 12 microns ;

[0015] la pompe à carburant comprenant un joint d'étanchéité intercalé entre le piston et le trou central de la douille de guidage.

[0016] Dans des modes de réalisation préférés, la présente invention pourra présenter au moins l'une des caractéristiques suivantes :

[0017] - le joint d'étanchéité est monté sur le piston ;

[0018] - le piston présente une première gorge annulaire qui loge le joint d'étanchéité ;

[0019] - le piston présente une seconde gorge annulaire qui est disposée à une certaine distance axiale du joint d'étanchéité et est libre, c'est-à-dire qu'elle n'est pas mise en

- prise par d'autres éléments ;
- [0020] - le joint d'étanchéité est disposé entre la chambre de pompage et la seconde gorge annulaire ;
 - [0021] - la seconde gorge annulaire est disposée entre la chambre de pompage et le joint d'étanchéité ;
 - [0022] - le joint d'étanchéité présente une forme annulaire fermée sur elle-même, c'est-à-dire que le joint d'étanchéité est un anneau continu dépourvu d'interruptions ;
 - [0023] - le joint d'étanchéité présente une forme annulaire ouverte par l'effet d'une interruption de la continuité et donc présente un début et une fin, séparés l'un de l'autre et se faisant face ;
 - [0024] - l'interruption forme un angle aigu avec un axe longitudinal du piston ;
 - [0025] - le joint d'étanchéité est réalisé avec un matériau à base de PTFE ;
 - [0026] - le piston et/ou le trou central de la douille de guidage sont recouverts au moyen d'un revêtement antifriction ;
 - [0027] - le revêtement antifriction est du type DLC à base de carbone ; et
 - [0028] - le jeu mécanique existant entre le trou central de la douille de guidage et le piston est compris entre 7 et 10 microns.

Brève description des dessins

- [0029] La présente invention est maintenant décrite en référence aux dessins joints, qui illustrent certains exemples de mode de réalisation non limitatifs, dans lesquels :
- [0030] [Fig.1] La [Fig.1] est une vue en coupe longitudinale d'une pompe à carburant réalisée selon la présente invention ;
- [0031] [Fig.2] La [Fig.2] est une vue à plus grande échelle d'un détail de la [Fig.1] qui illustre partiellement une douille de guidage et un piston de la pompe à carburant ;
- [0032] [Fig.3] La [Fig.3] est une autre vue en coupe longitudinale de la pompe à carburant de la [Fig.1] ;
- [0033] [Fig.4] La [Fig.4] est une vue en perspective du piston de la pompe à carburant de la [Fig.1] ; et
- [0034] [Fig.5] La [Fig.5] est une vue à plus grande échelle du détail de la [Fig.2] selon un mode de réalisation en variante.

Modes de réalisation préférés de l'invention

- [0035] Sur la [Fig.1], avec le numéro de référence 1, on indique dans son ensemble, une pompe à carburant à haute pression pour un système d'injection directe du carburant de type common rail dans un moteur à combustion interne ; de préférence, le système d'injection directe est utilisé dans un moteur à combustion interne à allumage commandé et donc alimenté par essence ou carburants similaires.
- [0036] La pompe 1 à haute pression comprend un corps 2 principal qui présente un axe 3

longitudinal et définit, dans son intérieur, une chambre de pompage 4 de forme cylindrique. A l'intérieur de la chambre de pompage 4, on monte, de manière coulissante, un piston 5 qui, en se déplaçant avec un mouvement alternatif le long de l'axe 3 longitudinal, détermine une variation cyclique du volume de la chambre de pompage 4. Une partie inférieure du piston 5 est, d'un côté, couplée à un ressort (non illustré) qui a tendance à pousser le piston 5 vers une position de volume maximum de la chambre de pompage 4 et d'un autre côté, est couplée à un excentrique (non illustré) qui est amené en rotation par un arbre moteur du moteur à combustion interne pour déplacer, de manière cyclique, le piston 5 vers le haut en comprimant le ressort.

[0037] A partir d'une paroi latérale de la chambre de pompage 4, prend naissance un conduit d'aspiration (non illustré) qui est réglé par une valve d'aspiration (non illustrée) disposée en correspondance avec la chambre de pompage 4. A partir d'une paroi latérale de la chambre de pompage 4 et du côté opposé par rapport au conduit d'aspiration, prend naissance un conduit de refoulement (non illustré) qui est réglé par une valve de refoulement (non illustrée) unidirectionnelle qui est disposée en correspondance avec la chambre de pompage 4 et permet uniquement un flux de carburant en sortie de la chambre de pompage 4.

[0038] Dans le corps principal 2 et au-dessous de la chambre de pompage 4, est agencé un siège 6 de confinement de forme cylindrique qui présente un diamètre majeur par rapport au diamètre de la chambre de pompage 4 et loge une douille 7 de guidage du piston 5 ; la douille 7 de guidage a essentiellement la fonction de guider le coulisement axial alternatif du piston 5. La douille 7 de guidage est réalisée avec un matériau de dureté appropriée et avec une finition superficielle telle qu'elle facilite le coulisement axial du piston 5.

[0039] La douille 7 de guidage a une forme tubulaire et présente intérieurement un trou central 8 passant qui loge de manière coulissante, le piston 5 ; le trou central 8 de la douille 7 de guidage (dans laquelle est disposé le piston 5) et le piston 5 sont usinés avec une grande précision afin de minimiser le jeu mécanique (c'est-à-dire la distance) existant entre le trou central 8 de la douille 7 de guidage et le piston 5 (afin de limiter le plus possible la fuite du carburant le long du piston 5) sans toutefois arriver à annuler complètement un tel jeu mécanique (qui est bien entendu indispensable pour permettre le coulisement du piston 5 dans la douille 7 de guidage).

[0040] Le jeu mécanique (c'est-à-dire la distance) existant entre le trou central 8 de la douille 7 de guidage et le piston 5 est inférieur à 12 microns et généralement compris entre 7 et 10 microns ; en effet, un tel intervalle de valeurs permet de limiter la fuite du carburant le long du piston 5 sans toutefois compromettre la fonctionnalité du piston 5 lui-même (c'est-à-dire le coulisement libre du piston 5 dans la douille 7 de guidage).

[0041] Pour améliorer la capacité de coulisement du piston 5 dans le trou central de la

douille 7 de guidage, le piston 5 est extérieurement recouvert avec une couche externe antifriction (c'est-à-dire à faible friction) ; de préférence, on utilise un revêtement antifriction du type DLC (« diamond like carbon » - carbone sous forme de diamant amorphe) à base de carbone. En variante, le revêtement antifriction peut être appliqué uniquement sur le trou central 8 de la douille 7 de guidage, ou bien le revêtement antifriction peut être appliqué soit sur le piston 5, soit sur le trou central 8 de la douille 7 de guidage.

- [0042] Selon ce qui est mieux illustré sur la [Fig.2], entre le piston 5 et le trou central 8 de la douille 7 de guidage, on intercale un joint 9 d'étanchéité qui a la fonction de limiter ultérieurement la fuite du carburant le long du piston 5. Le joint 9 d'étanchéité présente une certaine élasticité pour pouvoir se déformer élastiquement (en particulier, pour se comprimer radialement contre la surface interne du trou central 8 de la douille 7 de guidage). Le joint 9 d'étanchéité est de préférence réalisé avec un matériau à faible coefficient de friction ; par exemple, le joint 9 d'étanchéité peut être réalisé avec un matériau à base de PTFE (polytétrafluoroéthylène, connu, dans le commerce, également sous le nom de Teflon®) éventuellement chargé en verre ou en graphite.
- [0043] Selon un mode de réalisation préféré illustré sur les figures jointes, le piston 5 présente une gorge 10 annulaire (mieux illustrée sur la [Fig.3]) qui loge le joint 9 d'étanchéité ; c'est-à-dire que la gorge 10 annulaire constitue un siège dans lequel est accueilli le joint 9 d'étanchéité pour éviter que le joint 9 d'étanchéité puisse entreprendre des déplacements axiaux par rapport au piston 5.
- [0044] Bien entendu, la gorge 10 annulaire est positionnée sur le piston 5 à une hauteur axiale telle que la gorge 10 annulaire (et donc le joint 9 d'étanchéité qui est logé dans la gorge 10 annulaire) se trouve toujours à l'intérieur du trou central 8 de la douille 7 de guidage pendant la course du piston 5.
- [0045] Selon un mode de réalisation préféré illustré sur les figures jointes, le piston 5 comprend également (au moins) une autre gorge 11 annulaire qui est disposée à une certaine distance axiale de la gorge 10 annulaire qui loge le joint 9 d'étanchéité, est libre (c'est-à-dire qu'elle n'est pas mise en prise par d'autres éléments), et est positionnée sur le piston 5 à une hauteur axiale telle que la gorge 11 annulaire se trouve toujours à l'intérieur du trou central 8 de la douille 7 de guidage pendant la course du piston 5. Une première fonction de la gorge 11 annulaire est de recueillir en son sein une certaine quantité de carburant qui fuit le long du piston 5 pour créer un « joint hydraulique » qui est en mesure de limiter la fuite du carburant ; en d'autres termes, dans la gorge 11 annulaire, se forme un anneau de carburant sous pression qui réalise un « joint hydraulique » qui est en mesure de limiter la fuite du carburant. Une autre fonction (mais pas moins importante) de la gorge 11 annulaire est de stabiliser l'alignement du piston 5 dans le trou central 8 de la douille 7 de guidage en ce qu'elle

aide à récupérer (compenser) un éventuel décentrage du piston 5.

[0046] Dans le mode de réalisation illustré sur les figures jointes, la gorge 10 annulaire (donc le joint 9 d'étanchéité) est disposée entre la chambre de pompage 4 et la gorge 11 annulaire ; c'est-à-dire que la gorge 11 annulaire est disposée plus loin de la chambre de pompage 4 par rapport à la gorge 10 annulaire (donc par rapport au joint 9 d'étanchéité). Dans ce mode de réalisation, le carburant qui fuit le long du cylindre 5 rencontre dans un premier temps la gorge 10 annulaire (donc le joint 9 d'étanchéité) et ensuite la gorge 11 annulaire.

[0047] Selon un autre mode de réalisation non illustré, la gorge 11 annulaire est disposée entre la chambre de pompage 4 et la gorge 10 annulaire (donc le joint 9 d'étanchéité) ; c'est-à-dire que la gorge 10 annulaire (donc le joint 9 d'étanchéité) est disposée plus loin dans la chambre de pompage 4 par rapport à la gorge 11 annulaire. Dans ce mode de réalisation, le carburant qui fuit le long du cylindre 5 rencontre dans un premier temps la gorge 11 annulaire et ensuite la gorge 10 annulaire (donc le joint 9 d'étanchéité).

[0048] Dans le mode de réalisation illustré sur les figures 1 à 4, le joint 9 d'étanchéité présente une forme annulaire fermée sur elle-même, c'est-à-dire sans aucune solution de continuité ; en d'autres termes, le joint 9 d'étanchéité est un anneau continu dépourvu d'interruptions et donc sans début ni fin. Ce mode de réalisation permet d'obtenir une meilleure étanchéité hydraulique du joint 9 d'étanchéité, mais par contre complique le montage du joint 9 d'étanchéité dans la gorge 10 annulaire, en ce que la déformation élastique du joint 9 d'étanchéité pour coulisser le long du piston 5 jusqu'à atteindre la gorge 10 annulaire, nécessite l'application d'une force élevée (qui peut également amener à endommager le joint 9 d'étanchéité et/ou rayer la surface externe du piston 5).

[0049] Dans un mode de réalisation en variante illustré sur la [Fig.5], le joint 9 d'étanchéité présente une forme annulaire ouverte (donc qui n'est pas fermée sur elle-même) à cause d'une interruption 12 de la continuité ; par conséquent, le joint 9 d'étanchéité présente un début et une fin séparés l'un de l'autre (par l'interruption 12) et se faisant face.

[0050] De préférence, mais pas obligatoirement, l'interruption 12 forme un angle aigu avec l'axe 3 longitudinal du piston 5, c'est-à-dire qu'elle est inclinée et non parallèle à l'axe 3 longitudinal du piston 5 (dans le mode de réalisation illustré sur la [Fig.5], l'interruption 12 forme un angle de 45° avec l'axe 3 longitudinal du piston 5) ; l'inclinaison de l'interruption 12 par rapport à l'axe 3 longitudinal du piston 5 (c'est-à-dire par rapport à la direction de poussée de la pression du carburant) fait en sorte que la pression du carburant a tendance à fermer le joint 9 d'étanchéité, c'est-à-dire qu'elle a tendance à comprimer l'une contre l'autre les deux extrémités se

faisant face du joint 9 d'étanchéité. Ce mode de réalisation présente une étanchéité hydraulique moindre du joint 9 d'étanchéité, mais présente l'avantage de simplifier le montage du joint 9 d'étanchéité dans la gorge 10 annulaire, en ce que la déformation élastique du joint 9 d'étanchéité pour coulisser le long du piston 5 jusqu'à atteindre la gorge 10 annulaire nécessite l'application d'une force relativement modeste.

- [0051] Selon un mode de réalisation non illustré en variante, le piston 5 peut comprendre deux ou trois joints 9 d'étanchéité disposés en série à une certaine distance l'un de l'autre et logés dans les gorges 10 respectives.
- [0052] Selon un autre mode de réalisation non illustré, le piston 5 peut comprendre deux ou trois gorges 11 annulaires disposées à une certaine distance l'une de l'autre ; normalement au moins une gorge 11 annulaire est disposée en amont de la gorge 10 annulaire (c'est-à-dire en amont du joint 9 d'étanchéité) et au moins une gorge 11 annulaire est disposée en aval de la gorge 10 annulaire (c'est-à-dire en aval du joint 9 d'étanchéité).
- [0053] Les modes de réalisation décrits ici peuvent se combiner entre eux sans pour autant sortir du cadre de protection de la présente invention.
- [0054] La pompe 1 à carburant décrite ci-dessus présente de nombreux avantages.
- [0055] En premier lieu, la pompe 1 à carburant décrite ci-dessus est en mesure de pomper le carburant à une pression nominale jusqu'à 900 – 1000 bar sans aucun problème de fiabilité (c'est-à-dire sans présenter de grippages prématurés du piston 5).
- [0056] Ce résultat est obtenu en combinant l'utilisation d'un jeu mécanique très faible (inférieur à 12 microns) entre le trou central 8 de la douille 7 de guidage et le piston 5 (afin de limiter le plus possible la fuite du carburant le long du piston 5) avec la présence du joint 9 d'étanchéité ; l'action synergique de ces deux solutions permet de supprimer presque en totalité la fuite du carburant le long du piston 5, supprimer une surchauffe conséquente du piston 5 qui, si elle n'est pas supprimée, peut provoquer un endommagement thermique du revêtement antifriction du piston 5.
- [0057] En d'autres termes, en augmentant la pression nominale du carburant, la fuite du carburant le long du piston 5 n'est pas vraiment un problème d'efficacité énergétique (en ce que le carburant qui fuit représente une « perte de puissance »), mais c'est surtout un problème de surchauffe du piston 5 (qui n'abîme pas le piston 5 en acier, mais peut abîmer le revêtement antifriction du piston 5) en ce que le carburant qui fuit entre le trou 8 de la douille 7 de guidage et le piston 5 se réchauffe beaucoup, arrivant aussi à atteindre des températures critiques pour le revêtement antifriction du piston 5.
- [0058] En outre, la pompe 1 à carburant décrite ci-dessus présente un actionnement simple et économique, en ce que les modifications par rapport à une pompe à carburant analogue connue sont limitées et consistent en l'ajout du joint 9 d'étanchéité.

Liste des numéros de référence des figures

- [0059] 1 Pompe à carburant 2 Corps principal
3 Axe longitudinal
4 Chambre de pompage
5 Piston
6 Siège de confinement
7 Douille de guidage
8 Trou central
9 Joint d'étanchéité
10 Gorge annulaire
11 Gorge annulaire
12 Interruption

Revendications

- [Revendication 1] Pompe (1) à carburant pour un système d'injection directe et comprenant :
- un corps (2) principal ; une chambre de pompage (4) définie dans le corps (12) principal ;
 - un piston (5) qui est monté de manière coulissante à l'intérieur de la chambre de pompage (4) pour modifier, de manière cyclique, le volume de la chambre de pompage (4) ;
 - un siège (6) de confinement qui est défini dans le corps (2) principal au-dessous de la chambre de pompage (4) ;
 - une douille (7) de guidage, laquelle est logée dans le siège (6) de confinement et est dotée d'un trou central (8) dans lequel est disposé, de manière coulissante, le piston (5) ;
 - dans laquelle un jeu mécanique existant entre le trou central (8) de la douille (7) de guidage et le piston (5) est inférieur à 12 microns ;
 - la pompe (4) à carburant est caractérisée en ce qu'elle comprend un joint (9) d'étanchéité intercalé entre le piston (5) et le trou central (8) de la douille (7) de guidage.
- [Revendication 2] Pompe (1) à carburant selon la revendication 1, dans laquelle le joint (9) d'étanchéité est monté sur le piston (5).
- [Revendication 3] Pompe (1) à carburant selon la revendication 1 ou 2, dans laquelle le piston (5) présente une première gorge (10) annulaire qui loge le joint (9) d'étanchéité.
- [Revendication 4] Pompe (1) à carburant selon la revendication 3, dans laquelle le piston (5) présente une seconde gorge (11) annulaire qui est disposée à une certaine distance axiale du joint (9) d'étanchéité et est libre, c'est-à-dire qu'elle n'est pas mise en prise par d'autres éléments.
- [Revendication 5] Pompe (1) à carburant selon la revendication 4, dans laquelle le joint (9) d'étanchéité est disposé entre la chambre de pompage (4) et la seconde gorge (11) annulaire.
- [Revendication 6] Pompe (1) à carburant selon la revendication 4, dans laquelle la seconde gorge (11) annulaire est disposée entre la chambre de pompage (4) et le joint (9) d'étanchéité.
- [Revendication 7] Pompe (1) à carburant selon l'une des revendications 1 à 6, dans laquelle le joint (9) d'étanchéité présente une forme annulaire fermée sur elle-même, c'est-à-dire que le joint (9) d'étanchéité est un anneau continu dépourvu d'interruptions.

- [Revendication 8] Pompe (1) à carburant selon l'une des revendications 1 à 6, dans laquelle le joint (9) d'étanchéité présente une forme annulaire ouverte par l'effet d'une interruption (12) de la continuité et donc présente un début et une fin, séparés l'un de l'autre et se faisant face.
- [Revendication 9] Pompe (1) à carburant selon la revendication 8, dans laquelle l'interruption (12) forme un angle aigu avec un axe (3) longitudinal du piston (5).
- [Revendication 10] Pompe (1) à carburant selon l'une des revendications 1 à 9, dans laquelle le joint (9) d'étanchéité est réalisé avec un matériau à base de PTFE.
- [Revendication 11] Pompe (1) à carburant selon l'une des revendications 1 à 10, dans laquelle le piston (5) et/ou le trou central (8) de la douille (7) de guidage sont recouverts au moyen d'un revêtement antifriction.
- [Revendication 12] Pompe (1) à carburant selon la revendication 11, dans laquelle le revêtement antifriction est du type DLC à base de carbone.
- [Revendication 13] Pompe (1) à carburant selon l'une des revendications 1 à 12, dans laquelle le jeu mécanique existant entre le trou central (8) de la douille (7) de guidage et le piston (5) est compris entre 7 et 10 microns.

[Fig. 1]

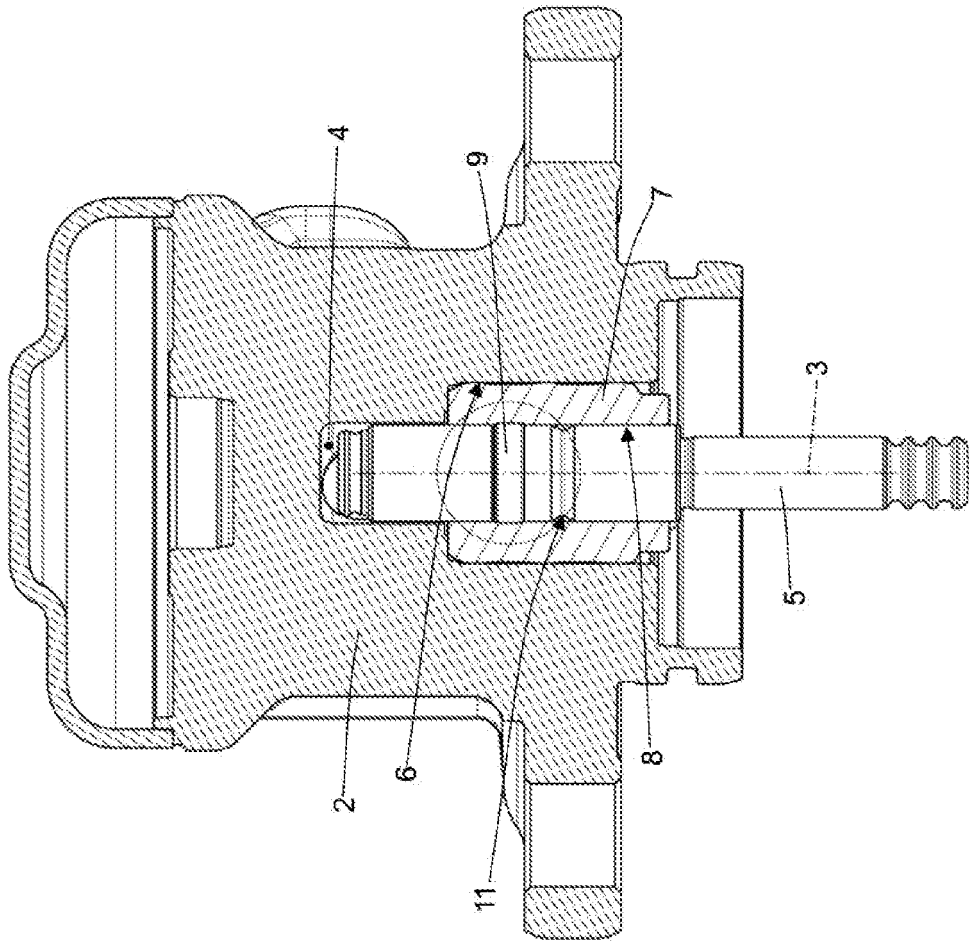


Fig. 1

[Fig. 2]

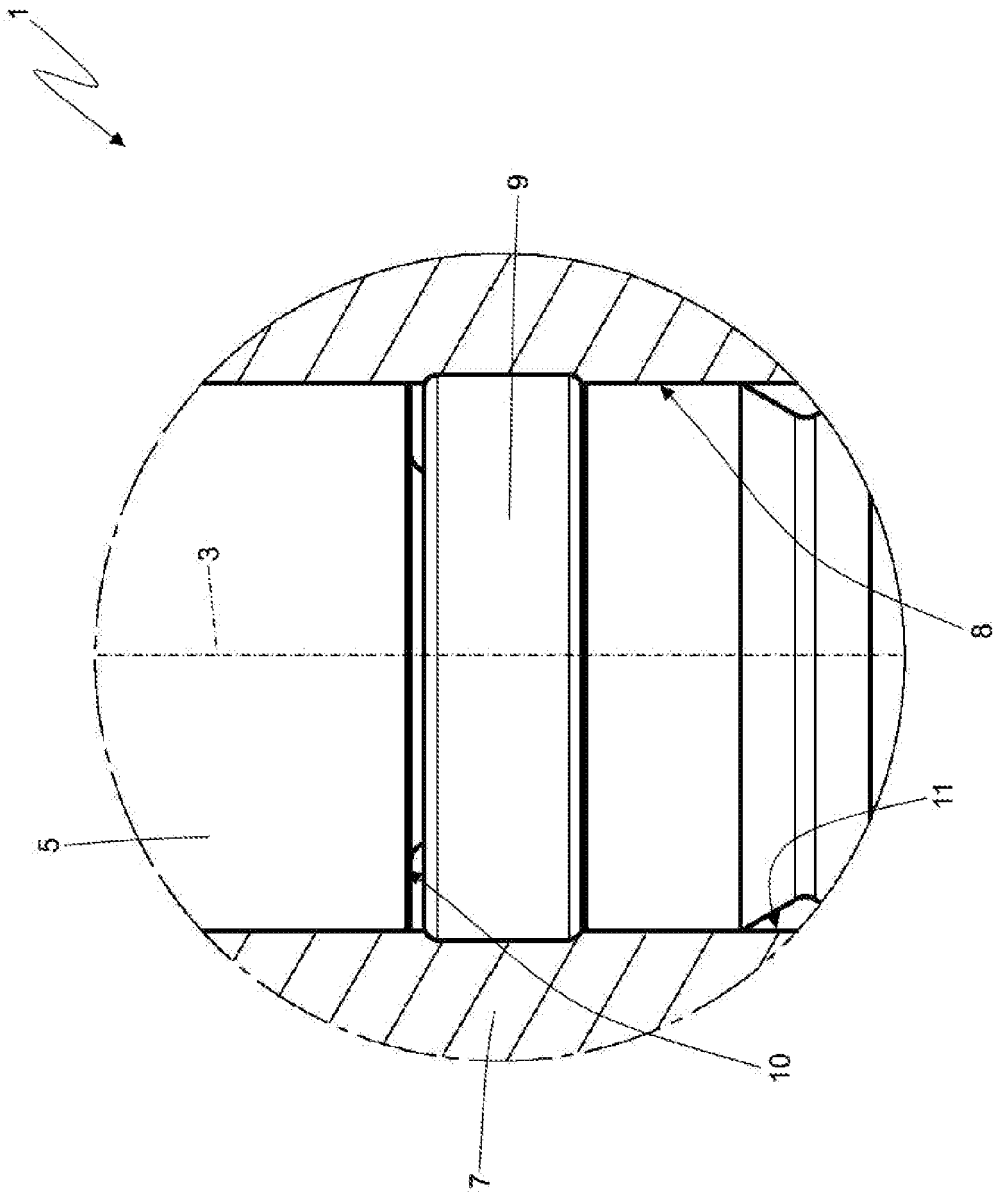


Fig. 2

[Fig. 3]

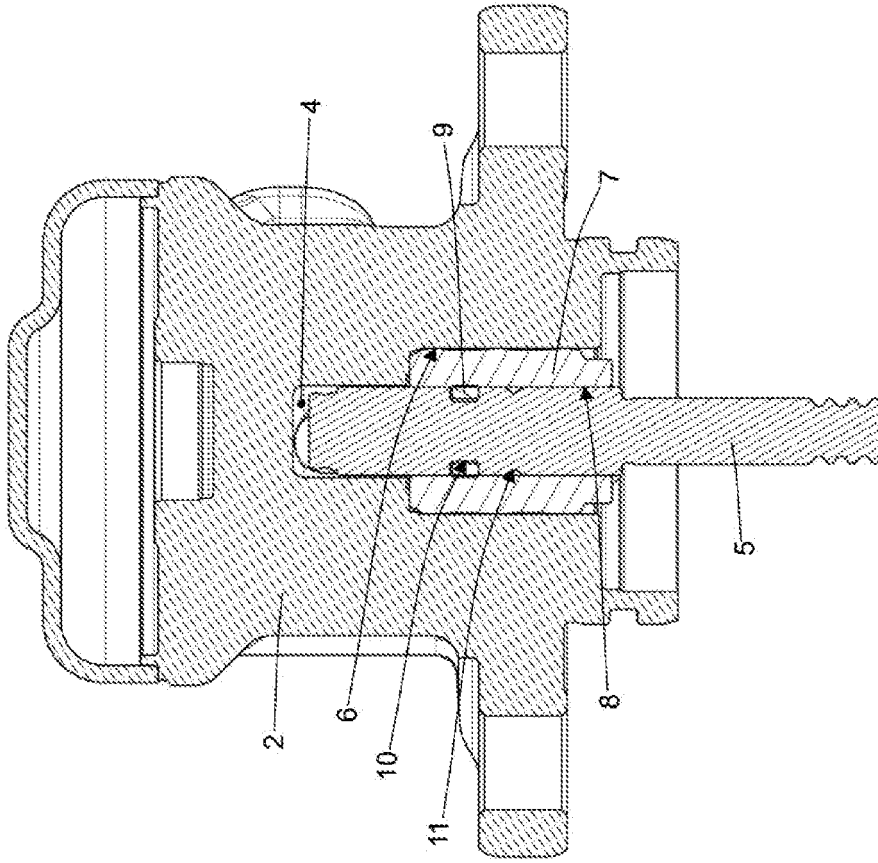


Fig. 3

[Fig. 4]

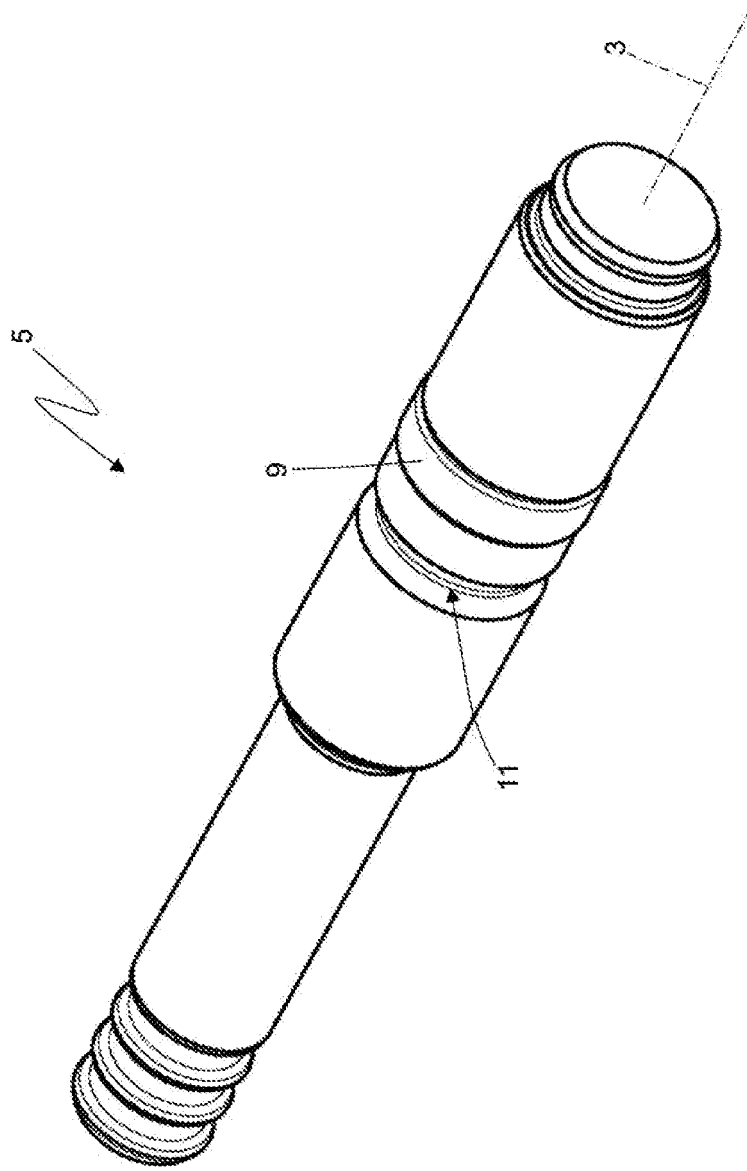


Fig. 4

[Fig. 5]

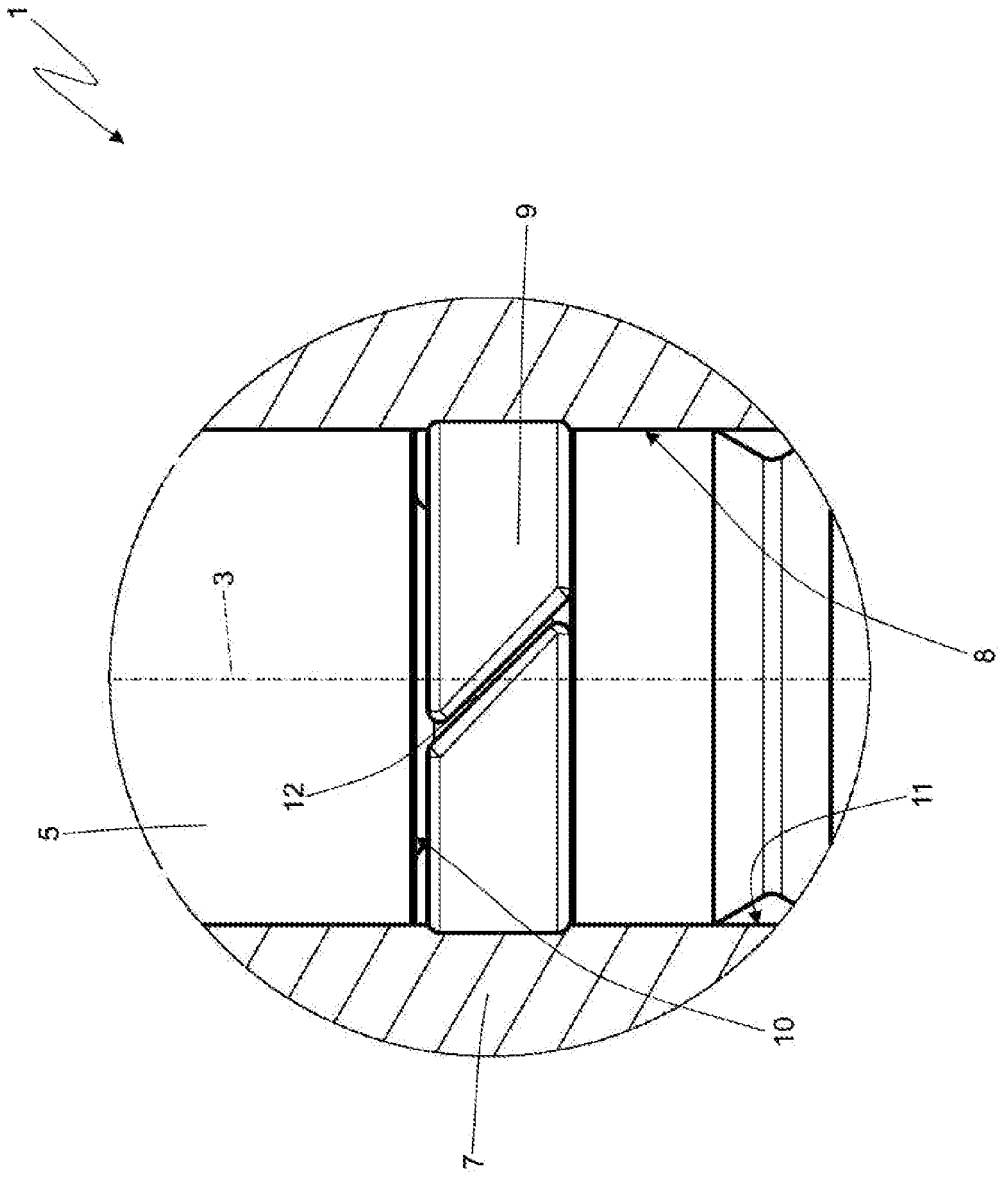


Fig. 5