(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle
Bureau international

(43) Date de la publication internationale
12 mai 2011 (12.05.2011)

PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 2011/055055 A1

(51) Classification internationale des brevets :
F02B 23/06 (2006.01)

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/FR2010/052251

(22) Date de dépôt international :
21 octobre 2010 (21.10.2010)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
0957753 3 novembre 2009 (03.11.2009) FR

(71) Déposant *(pour tous les États désignés sauf US)* : **PEUGEOT CITROËN AUTOMOBILES SA** [FR/FR]; Route de Gisy, F-78140 Vélizy Villacoublay (FR).

(72) Inventeur; et

(75) Inventeur/Déposant *(pour US seulement)* : **THOBOIS, Ludovic** [FR/FR]; 46 avenue du Bois de Verrières, F-92160 Antony (FR).

(74) Mandataire : **BOURGUIGNON, Eric**; Peugeot Citroën Automobiles SA, Propriété Industrielle, 18 rue des fauvelles, F-92250 La Garenne Colombes (FR).

(81) États désignés *(sauf indication contraire, pour tout titre de protection nationale disponible)* : AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, 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, 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, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, 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) États désignés *(sauf indication contraire, pour tout titre de protection régionale disponible)* : ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), européen (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).

Déclarations en vertu de la règle 4.17 :

— *relative à la qualité d'inventeur (règle 4.17.iv))*

Publiée :

— *avec rapport de recherche internationale (Art. 21(3))*

— *avant l'expiration du délai prévu pour la modification des revendications, sera republiée si des modifications sont reçues (règle 48.2.h))*

(54) **Title** : INTERNAL COMBUSTION ENGINE PISTON AND ENGINE INCLUDING SUCH A PISTON

(54) **Titre** : PISTON POUR MOTEUR A COMBUSTION INTERNE ET MOTEUR COMPRENANT UN TEL PISTON

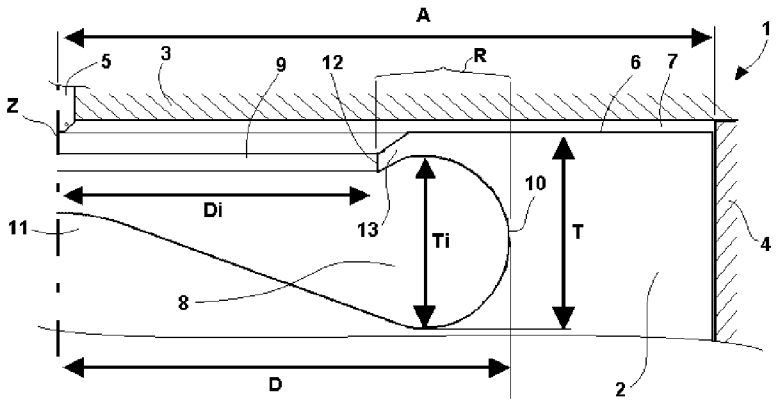


Figure 1

(57) **Abstract** : The invention relates to a direct-injection internal combustion engine piston, in particular a diesel engine, said piston including a top so-called "caster" surface (6) and a bowl (8) that forms, on the periphery thereof, a torus (10), the connection between the torus (10) and the top surface (6) forming a lip (12), said lip (12) including a circumferential end portion (13) angled toward the bottom of the bowl. Said piston is characterized in that the piston (2) has a torus diameter D and an opening diameter D_i for the lip (12) such that the ratio $(D-D_i)/D$ is between 0.18 and 0.3. Said piston is moreover characterized in that the piston has a maximum depth T for the bowl (8) and a height T_i for the torus (10) such that the ratio T_i/T is greater than 0.8. The invention also relates to a direct-injection internal combustion engine including at least one such piston.

(57) **Abrégé** :

[Suite sur la page suivante]

WO 2011/055055 A1

L'invention concerne un piston pour moteur à combustion interne à injection directe, notamment de type Diesel, ledit piston comprenant une face supérieure (6) appelée chasse, un bol (8) formant à sa périphérie un tore (10), la liaison entre le tore (10) et la face supérieure (6) formant une lèvre (12), ladite lèvre (12) comprenant une partie terminale (13) circonférentielle inclinée vers le fond du bol, caractérisé en ce que le piston (2) présente un diamètre de tore D et un diamètre d'ouverture D_i de la lèvre (12) tels que le ratio $(D-D_i)/D$ est compris entre 0,18 et 0,3 et en ce qu'il présente une profondeur maximale T de bol (8) et une hauteur T_i de tore (10) tels que le ratio T_i/T est supérieur à 0,8. L'invention concerne aussi un moteur à combustion interne à injection directe comprenant au moins un tel piston.

Piston pour moteur à combustion interne et moteur comprenant un tel piston.

Domaine technique de l'invention

La présente invention revendique la priorité de la demande française 0957753 déposée le 03 Novembre 2009 dont le contenu (texte, dessins et revendications) est ici incorporé par référence.

La présente invention se rapporte à un piston pour une chambre à combustion de moteur à combustion interne à injection directe et plus particulièrement pour un moteur à combustion à allumage par compression, selon le cycle Diesel.

Arrière-plan technologique

La conception du système de combustion selon le cycle Diesel et en particulier celle de la géométrie du piston consiste à assurer les prestations moteur spécifiques à savoir des performances sur les points de fonctionnement de pleine charge et des émissions polluantes et une consommation réduites sur les points de fonctionnement de cycle d'homologation dits de charge partielle.

Pour assurer ces prestations une fois la base du moteur (la cylindrée ou la ligne d'air figée), un des éléments du système de combustion les plus influents sur le rendement de combustion et sur les émissions polluantes reste la géométrie du piston.

La problématique de conception de la géométrie du piston pour moteur Diesel réside dans le fait que l'on ne dispose que d'une seule géométrie pour assurer les prestations de performances à pleine charge d'une part et les prestations de consommation et/ou d'émissions polluantes à charge partielle d'autre part. Or ces prestations sont antagonistes d'un point de vue de la combustion sauf pour la performance et la consommation.

Ainsi la plupart des pistons Diesel comprennent une cavité formant un bol. Le bol contient l'air pour faire brûler le carburant lorsque le piston est à sa position la plus haute, autrement dit au point mort haut. Le bord du bol comprend une lèvre qui relie le bol à la zone de chasse du piston c'est-à-dire la zone située entre la culasse et le haut du piston.

Ainsi des concepteurs vont d'abord optimiser la géométrie du piston à pleine charge pour garantir la performance moteur demandée et réduire la consommation à charge partielle,

d'autres vont optimiser la géométrie du piston à charge partielle pour garantir le niveau le plus bas d'émissions polluantes.

Il est connu, en fonction du type de motorisation Diesel, plusieurs familles de géométries de pistons Diesel. Pour les poids lourds notamment, les géométries de piston sont optimisées d'un point de vue performance et consommation ce qui a conduit à des bols ouverts à savoir des bols avec de grands diamètres. Pour les moteurs d'automobiles, de nombreux types de géométries de piston existent et dépendent des exigences des constructeurs qui aboutissent à des compromis pleine charge / charge partielle plus ou moins différents.

La forme du piston Diesel a ainsi été beaucoup travaillée afin d'augmenter le rendement de combustion c'est-à-dire réduire la consommation spécifique à charge partielle et augmenter les performances à pleine charge. Pour augmenter ce rendement de combustion, la forme du piston Diesel va être optimisée pour favoriser le plus possible le mélange entre l'air et le carburant liquide injecté.

Il est bien connu, à l'exemple du document EP0945602, que le carburant liquide impacte directement la lèvre et elle assure la séparation de l'injection de carburant liquide entre le bol et la zone de chasse. Ainsi on utilise l'air dans le bol en bénéficiant de mouvement d'air généré par l'injection liquide et on envoie une faible quantité de carburant dans la zone de chasse qui brûlera en fin de combustion lorsque le piston descend. Cependant, avec un tel concept de combustion Diesel, à pleine charge, la fin de combustion est lente car elle dépend directement de la vitesse de descente du piston qui libère de l'espace et donc de l'air pour faire brûler le carburant injecté dans la zone de chasse. De ce fait, la quantité de carburant maximale à injecter qui détermine la puissance maximale du moteur est directement limitée par la rapidité de la fin de combustion. En effet plus la combustion est lente et plus la fin de combustion aura lieue tardivement dans la détente. Ceci va entraîner une température d'échappement plus grande ce qui constitue une contrainte majeure, par exemple pour une turbine de turbocompresseur. A charge partielle, l'injection impactant la lèvre dans une zone très petite vu que la vitesse de déplacement du piston est faible, les richesses locales sont élevées ce qui favorisent la formation des suies.

Il est connu par ailleurs du document JP4330328 un piston pour moteur à combustion interne fonctionnant sur un cycle à quatre temps comprenant une face supérieure appelée chasse, qui concoure à délimiter avec la culasse du moteur, une zone de chasse. Le

piston comprend par ailleurs une cavité sensiblement torique encore nommé bol, ledit bol étant doté d'une lèvre comprenant une partie terminale en forme de crochet dont la forme est adaptée pour générer un effet Coanda. Cet effet favorise des mouvements aérodynamiques de type « squish » c'est-à-dire des mouvements aérodynamiques de la zone de chasse vers le bol prenant naissance en particulier pendant la phase de compression, lorsque le piston se rapproche de la culasse. Cependant une telle forme de piston ne permet pas créer un mouvement aérodynamique intense de « squish » dans le sens inverse, c'est-à-dire du bol vers la zone de chasse en particulier pendant la phase de détente.

Un objet de la présente invention est de proposer un nouveau piston pour moteur à combustion interne à injection directe Diesel qui permet de résoudre les inconvénients de l'art antérieur.

Ce but est atteint par un piston pour moteur à combustion interne à injection directe, notamment de type Diesel, ledit piston comprenant une face supérieure appelée chasse, un bol formant à sa périphérie un tore, la liaison entre le tore et la face supérieure formant une lèvre, ladite lèvre comprenant une partie terminale circonférentielle inclinée vers le fond du bol, caractérisé en ce que le piston présente un diamètre de tore D et un diamètre d'ouverture Di de la lèvre tels que le ratio (D-Di)/D est compris entre 0,18 et 0,3 et en ce qu'il présente une profondeur maximale T de bol et une hauteur Ti de tore tels que le ratio Ti/T est supérieur à 0,8.

Avec une telle forme de piston, l'air disponible dans le bol est suffisant pour créer des mouvements aérodynamiques intenses de type « squish » du bol vers la zone de chasse, en particulier lors de la phase de détente. De plus, le volume d'air dans le bol favorise la combustion sans suies à faible charge partielle. Ainsi une telle forme de piston est autant adaptée pour les charges partielles que pour les charges élevées : d'une part il génère beaucoup de « squish » à charge élevée pour aller chercher l'air dans la chasse et dans le bol et d'autre part il dispose d'un important volume d'air dans le bol pour les plus faibles charges là où la combustion a lieu à ces régimes.

Par ailleurs, l'invention peut comporter l'une ou plusieurs des caractéristiques suivantes :

- la partie terminale de la lèvre comprend une face externe comportant une longueur externe L_u comprise entre 0,25 mm et $D-D_i$ mm et une hauteur externe h_u comprise entre 0,25 mm et $3(T-T_i)$ mm.

- la partie terminale de la lèvre comprend une face d'entrée comportant une largeur H inférieure à $3(T-T_i)$ mm et de préférence inférieure à 2 mm.
- la partie terminale de la lèvre comprend une face interne comportant une longueur interne L_d comprise entre 0,25 mm et D-Di mm et une hauteur interne h_d égale à $H+h_u+T_i-T$.

- la lèvre comprend un épaulement de forme concave raccordant la partie terminale à la face supérieure.

- le piston a un alésage compris entre 75 et 88 mm.

- le diamètre D de tore est compris entre 48 et 60 mm.

- la profondeur maximale T de bol est comprise entre 10 et 20 mm.

Par ailleurs, l'invention a aussi pour objet un moteur à combustion interne à injection directe caractérisé en ce qu'il comprend au moins un piston selon l'invention.

Brève description des dessins

D'autres particularités et avantages apparaîtront à la lecture de la description ci-après d'un mode particulier de réalisation, non limitatif de l'invention, faite en référence aux figures dans lesquelles :

- La figure 1 est une représentation schématique d'une coupe partielle d'un moteur à combustion interne comprenant un piston selon l'invention.
- La figure 2 présente un premier mode de réalisation d'une lèvre pour un piston selon l'invention.
- La figure 3 présente un second mode de réalisation de la lèvre pour un piston selon l'invention.
- La figure 4 présente un troisième mode de réalisation de la lèvre pour un piston selon l'invention.

Description détaillée

La figure 1 présente une coupe partielle d'un moteur à combustion interne 1 à injection directe, en particulier de type Diesel. Le moteur 1 comprend un piston 2, une culasse 3, et un cylindre 4. Le piston 2 et le cylindre 4 ont un axe de révolution Z. De préférence, le cylindre 4 a un diamètre, encore nommé alésage A compris entre 75 mm et 88 mm. Par ailleurs, le moteur 1 comprend un injecteur 5 implanté dans la culasse 3 pour injecter directement du carburant dans la chambre de combustion délimitée par le piston 2, le cylindre 4 et la culasse 3.

Le piston 2 comprend une face supérieure 6 encore appelée chasse qui concoure à délimiter avec la culasse une zone de chasse 7 annulaire. Le piston comprend de plus une cavité ou bol 8 comportant à sa périphérie un tore 10. Les dimensions principales de la cavité torique formant la périphérie du bol 8 sont définies principalement par un diamètre D de tore, dans le sens perpendiculaire à l'axe de révolution Z, et une hauteur T_i maximum du tore 10, dans le sens sensiblement parallèle à l'axe de révolution Z. Dans ce mode de réalisation, de préférence, le diamètre D de tore est compris entre 48 et 60 mm.

Par ailleurs, le bol 8 est centré par rapport à l'axe de révolution Z et est ouvert du coté de la culasse 3 par une entrée 9 de bol 8 délimitée par une lèvre 12 qui raccorde la face supérieure 6 du piston 2 au tore 10.

Le bol 8 peut comprendre un bossage central 11 formant une élévation dans le bol 8, vers l'entrée 9 de bol. L'entrée 9 du bol 8 délimitée par la lèvre 12 a un diamètre d'ouverture D_i inférieur ou égal au diamètre majeur D du bol 8.

La région supérieure du piston 2 s'étendant vers l'axe de révolution Z et comprise entre le diamètre d'ouverture Di et le diamètre D forme un réentrant R. Le réentrant R peut être quantifié par le ratio (D-Di)/D. le réentrant R peut avoir un ratio (D-Di)/D compris entre 0 et 0,3. Cependant, conformément à l'invention, de préférence, le ratio (D-Di)/D est compris entre 0,18 et 0,3.

De préférence, la profondeur maximale T du bol est comprise entre 10 mm et 20 mm. De préférence, le ratio Ti/T entre la hauteur de tore T_i et la profondeur maximale T est supérieur à 0,8.

La lèvre 12 comprend une partie terminale 13 qui s'avance vers le centre du bol 8, et est inclinée vers le fond du bol 8. De par son orientation vers le fond du bol 8, cette partie terminale 13 referme en partie le tore 10.

Nous désignerons dans la suite du mémoire une telle lèvre 12 par l'expression lèvre crochetée car, vue en section, la forme d'une telle lèvre 12 évoque un crochet. La lèvre crochetée 12 est courbée dans le même sens que le bol 8 et elle délimite un volume de bol 8 plus important que sur un bol conventionnel.

La forme crochetée de la lèvre 12 a deux effets bénéfiques principaux :

D'une part, elle permet d'accentuer les mouvements aérodynamiques dit de « squish » c'est-à-dire des mouvements d'air entre le bol 8 et la zone de chasse 7 prenant naissance en particulier pendant la phase de compression, lorsque le piston 2 se rapproche de la culasse 3. Ce mouvement aérodynamique de « squish » s'intensifie avec l'augmentation du régime moteur, ce qui permet :

-Lorsque le piston 2 remonte, notamment en phase de compression, le mouvement de l'air est orienté de la zone de chasse 7 vers le bol 8. Ce mouvement dévie l'injection de carburant liquide vers le bol 8, ce qui permet de mieux répartir le carburant dans le bol 8 et ainsi de mieux utiliser l'air qui y est présent.

-Lorsque le piston 2 descend, le mouvement d'air est orienté du bol 8 vers la zone de chasse 7. Ceci permet de ramener plus rapidement de l'air provenant du bol 8 dans la zone de chasse 7 pour y être mélangé avec du carburant, ce qui se traduit par une accélération très significative de la fin de combustion.

D'autre part la présence de la lèvre 12 crochetée permet de mieux répartir l'impact de l'injection de carburant liquide au niveau de ladite lèvre 12, ce qui permet à charge partielle de limiter les fortes richesses locales et donc les émissions polluantes de suies. La vitesse du piston 2 étant faible à charge partielle, la combustion a lieu totalement dans le bol 8. La lèvre 12 crochetée permet d'augmenter le volume d'air contenu dans le bol et d'augmenter la zone dans laquelle l'injection de carburant liquide va s'évaporer et se mélanger avec l'air. Avec la faible hauteur de la lèvre, une partie importante de l'injection de carburant ne va pas être déviée vers la zone de chasse 7 et va se propager vers le bol 8 de manière à éviter les fortes concentrations de carburant. Cet effet est particulièrement bénéfique à charge partielle pour réduire la formation d'imbrûlés et de suies du fait des richesses locales plus faibles et accélérer leur oxydation du fait d'une plus grande disponibilité d'air. A charge partielle le mouvement de squish dont l'intensité est liée à la vitesse de déplacement du piston est faible comparativement à la vitesse d'injection du

carburant liquide. La lèvre 12 crochetée est donc bénéfique car elle permet de contrôler l'aérodynamique du spray à charge partielle.

La figure 2 présente un premier mode de réalisation de lèvre 12 crochetée de piston 2, avec des éléments dimensionnels. Dans ce premier mode de réalisation, la partie terminale 13 de la lèvre crochetée 12 présente des arêtes M, N, O, P vives telles qu'elles pourraient être obtenues par usinage. La figure 3 présente un second mode de réalisation, pour lequel la partie terminale 13 de la lèvre crochetée 12 présente des arêtes arrondies M', N', O', P'. De telles arêtes arrondies peuvent être obtenues par moulage.

Comme l'illustre la figure 2, d'une part, la partie terminale 13 de la lèvre crochetée 12 comprend une face externe 14 comprise entre les arêtes M et N dont les dimensions sont déterminées dans le sens perpendiculaire à l'axe de révolution Z par une longueur externe L_u entre l'arête M et l'arête N et dans le sens parallèle à l'axe de révolution Z par une hauteur externe h_u entre l'arête M et l'arête N.

D'autre part, la partie terminale 13 de la lèvre crochetée 12 comprend une face interne 15 comprise entre les arêtes O et P dont les dimensions sont déterminées dans le sens perpendiculaire à l'axe de révolution Z par une longueur interne L_d entre l'arête P et l'arête O et dans le sens parallèle à l'axe de révolution Z par une hauteur interne h_d entre l'arête P et l'arête O.

Enfin, la lèvre crochetée 12 a une face d'entrée 16 comprise entre les arêtes N et O dont la dimension est déterminée dans le sens parallèle à l'axe de révolution Z par une largeur H.

De préférence, la longueur externe L_u est comprise entre 0,25 mm et la différence entre le diamètre D de tore et le diamètre d'ouverture Di, c'est-à-dire (D-Di).

De préférence, la hauteur externe h_u est comprise entre 0,25 mm et 3(T-Ti) mm,

Avantageusement, la largeur H est inférieure à 3.(T-Ti) mm et de préférence la largeur H de la lèvre crochetée 12 est inférieure à 2 mm.

De préférence, la longueur interne L_d est comprise entre 0,25 mm et la différence entre le diamètre D de tore et le diamètre d'ouverture Di, (D-Di) mm.

De préférence, la hauteur interne h_d est comprise entre 0,25 mm et la différence entre la somme de la hauteur de tore T_i, de la largeur de lèvre, H et de la hauteur interne, h_u et la profondeur de bol T, soit $H+h_u+T_i-T$.

La figure 4 présente un troisième mode de réalisation de lèvre 12 crochetée de piston 2. Dans ce mode de réalisation particulier, la lèvre 12 comprend de préférence un épaulement 17 de forme concave raccordant la partie terminale 13 à la face supérieure 6. L'épaulement 17 se prolonge en direction du centre du bol 8 par une zone externe sensiblement plate 18. Dans ce mode de réalisation, la partie terminale 13 de la lèvre crochetée 12 présente des arêtes M'', N'', O'', P'', avec M'', l'arête raccordant la partie plate 18 à la surface externe 14. La longueur externe L_u ainsi que la hauteur externe h_u détermine la surface externe 14 comprise entre les arêtes M'' et N''. Dans une variante, le tore 10 peut se prolonger par une zone interne 19 sensiblement plate et parallèle à la face supérieure 6.

Les modes de réalisation décrits en figure 2 à 4 ne sont aucunement limitatifs. Une variante admissible comprend toute forme de lèvre 12 prolongeant le bol dans le centre du piston, permettant de séparer un volume d'air important dans le bol 8 du reste de la chambre et renforçant les mouvements aérodynamiques de type « squish » entre le bol et la zone de chasse non seulement selon le sens de la zone de chasse 7 vers le bol 8 mais aussi selon le sens du bol 8 vers la zone de chasse 7.

Des modélisations de combustion on montré qu'un piston selon l'invention permet un gain en consommation de quelques pourcent à charge partielle ainsi qu'une réduction importante en émissions de suies par rapport à un bol conventionnel.

Revendications

1. Piston pour moteur à combustion interne à injection directe, notamment de type Diesel, ledit piston comprenant une face supérieure (6) appelée chasse, un bol (8) formant à sa périphérie un tore (10), la liaison entre le tore (10) et la face supérieure (6) formant une lèvre (12), ladite lèvre (12) comprenant une partie terminale (13) circonférentielle inclinée vers le fond du bol, caractérisé en ce que le piston (2) présente un diamètre de tore D et un diamètre d'ouverture D_i de la lèvre (12) tels que le ratio $(D-D_i)/D$ est compris entre 0,18 et 0,3 et en ce qu'il présente une profondeur maximale T de bol (8) et une hauteur T_i de tore (10) tels que le ratio T_i/T est supérieur à 0,8.

2. Piston selon la revendication 1, caractérisé en ce que la partie terminale (13) de la lèvre (12) comprend une face d'entrée (16) comportant une largeur (H) inférieure à $3(T-T_i)$ mm et de préférence inférieure à 2 mm.

3. Piston selon la revendication 1 ou la revendication 2, caractérisé en ce que la partie terminale (13) de la lèvre (12) comprend une face externe (14) comportant une longueur externe (L_u) comprise entre 0,25 mm et $D-D_i$ mm et une hauteur externe (h_u) comprise entre 0,25 mm et $3(T-T_i)$ mm.

4. Piston selon la revendication 3, caractérisé en ce que la partie terminale (13) de la lèvre (12) comprend une face interne (15) comportant une longueur interne (L_d) comprise entre 0,25 mm et $D-D_i$ mm et une hauteur interne (h_d) égale à $H+h_u+T_i-T$.

5. Piston selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que la lèvre (12) comprend un épaulement (17) de forme concave raccordant la partie terminale (13) à la face supérieure (6).

6. Piston selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que ledit piston a un alésage (A) compris entre 75 et 88 mm.

7. Piston selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que le diamètre D de tore (10) est compris entre 48 et 60 mm.

8. Piston selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que la profondeur maximale T de bol (8) est comprise entre 10 et 20 mm.

9. Moteur à combustion interne à injection directe caractérisé en ce qu'il comprend au moins un piston selon l'une quelconque des revendications précédentes.

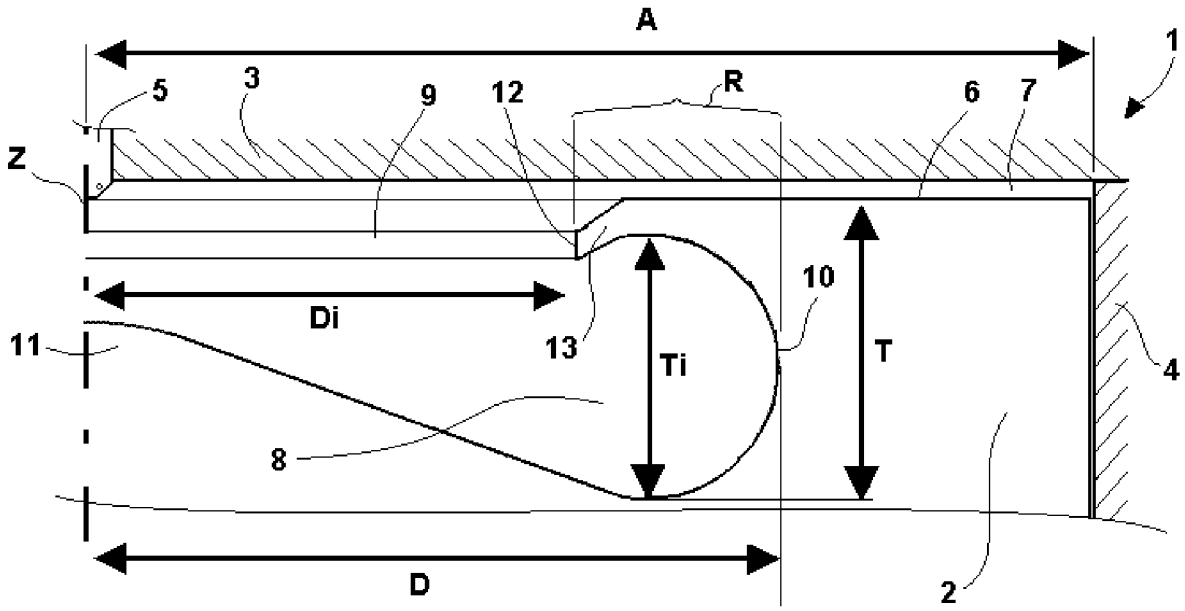


Figure 1

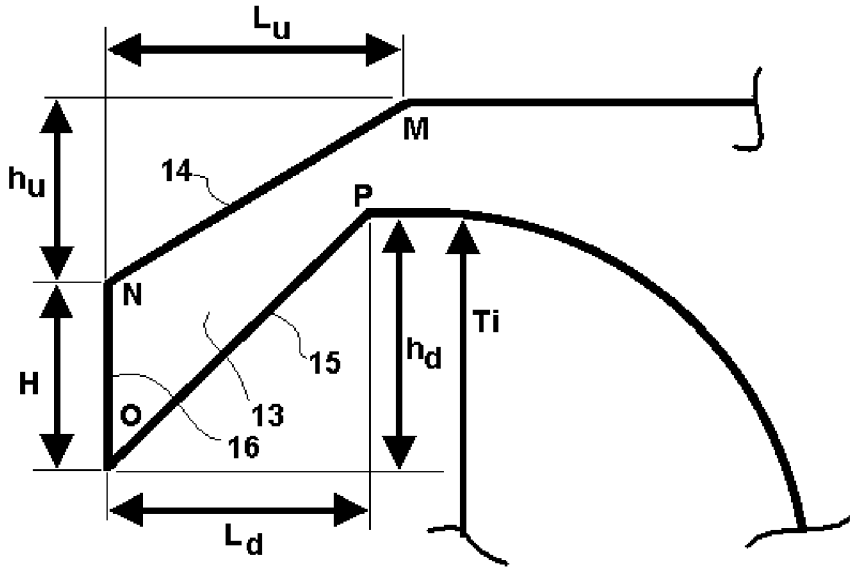


Figure 2

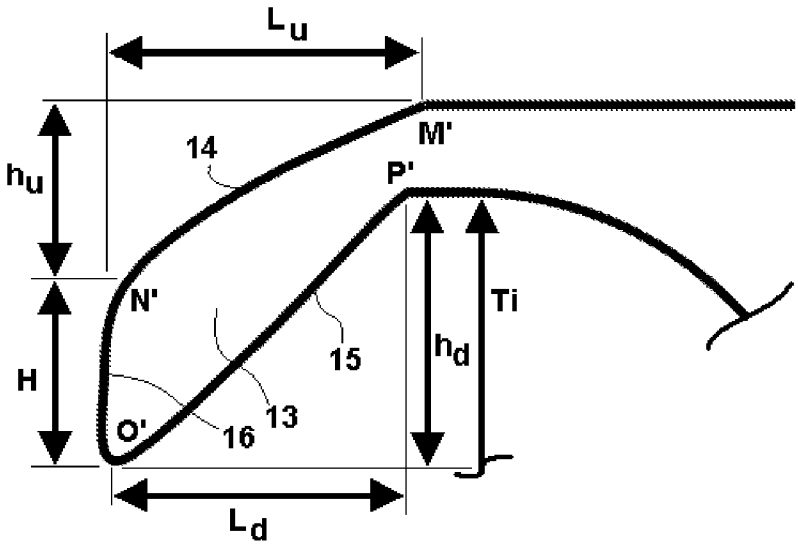


Figure 3

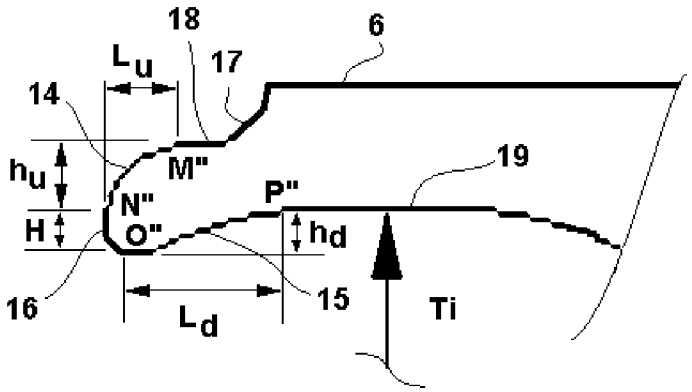


Figure 4

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/FR2010/052251

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. F02B23/06
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)
F02B

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 practical, search terms used)
EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 5 179956 A (HINO MOTORS LTD) 20 July 1993 (1993-07-20) * abstract; figure 2	1
A	EP 0 656 466 A1 (TOYOTA MOTOR CO LTD [JP]) 7 June 1995 (1995-06-07) figure 12	1
A	FR 70 518 E (KRUG HANS [DE]) 29 May 1959 (1959-05-29) figure 3	1
A	JP 5 141309 A (HINO MOTORS LTD) 8 June 1993 (1993-06-08) * abstract; figure 1	1

-/--

[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 document 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
10 March 2011	17/03/2011

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	de Mateo Garcia, I

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/FR2010/052251

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 2 870 754 A (JORGE MORRIS ALBERTO) 27 January 1959 (1959-01-27) the whole document	1
A	US 4 898 135 A (FAILLA CHARLES C [US] ET AL) 6 February 1990 (1990-02-06) figure 1	1
A	GB 715 524 A (LISTER & CO LTD R A) 15 September 1954 (1954-09-15) figure 3	1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No
PCT/FR2010/052251

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
JP 5179956 A	20-07-1993	NONE	
EP 0656466 A1	07-06-1995	DE 69400175 D1	13-06-1996
		DE 69400175 T2	28-11-1996
		JP 7150944 A	13-06-1995
FR 70518 E	29-05-1959	NONE	
JP 5141309 A	08-06-1993	NONE	
US 2870754 A	27-01-1959	NONE	
US 4898135 A	06-02-1990	AT 113342 T	15-11-1994
		AU 4958990 A	05-09-1990
		CA 2046602 A1	17-08-1990
		DE 69013677 D1	01-12-1994
		DE 69013677 T2	02-03-1995
		EP 0458809 A1	04-12-1991
		ES 2062510 T3	16-12-1994
		JP 4505198 T	10-09-1992
		JP 3181908 B2	03-07-2001
		WO 9009519 A1	23-08-1990
GB 715524 A	15-09-1954	NONE	

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°
PCT/FR2010/052251

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE
INV. F02B23/06
ADD.

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)
F02B

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si cela est réalisable, termes de recherche utilisés)
EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	JP 5 179956 A (HINO MOTORS LTD) 20 juillet 1993 (1993-07-20) * abrégé; figure 2	1
A	EP 0 656 466 A1 (TOYOTA MOTOR CO LTD [JP]) 7 juin 1995 (1995-06-07) figure 12	1
A	FR 70 518 E (KRUG HANS [DE]) 29 mai 1959 (1959-05-29) figure 3	1
A	JP 5 141309 A (HINO MOTORS LTD) 8 juin 1993 (1993-06-08) * abrégé; figure 1	1

-/--

[X] Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents

[X] Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

* Catégories spéciales de documents cités:

"A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent

"E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date

"L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)

"O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens

"P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

"T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention

"X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément

"Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier

"&" document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée	Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale
10 mars 2011	17/03/2011

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale	Fonctionnaire autorisé
Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	de Mateo Garcia, I

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°
PCT/FR2010/052251

C(suite). DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	US 2 870 754 A (JORGE MORRIS ALBERTO) 27 janvier 1959 (1959-01-27) le document en entier	1
A	US 4 898 135 A (FAILLA CHARLES C [US] ET AL) 6 février 1990 (1990-02-06) figure 1	1
A	GB 715 524 A (LISTER & CO LTD R A) 15 septembre 1954 (1954-09-15) figure 3	1

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°
PCT/FR2010/052251

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
JP 5179956 A	20-07-1993	AUCUN	
EP 0656466 A1	07-06-1995	DE 69400175 D1	13-06-1996
		DE 69400175 T2	28-11-1996
		JP 7150944 A	13-06-1995
FR 70518 E	29-05-1959	AUCUN	
JP 5141309 A	08-06-1993	AUCUN	
US 2870754 A	27-01-1959	AUCUN	
US 4898135 A	06-02-1990	AT 113342 T	15-11-1994
		AU 4958990 A	05-09-1990
		CA 2046602 A1	17-08-1990
		DE 69013677 D1	01-12-1994
		DE 69013677 T2	02-03-1995
		EP 0458809 A1	04-12-1991
		ES 2062510 T3	16-12-1994
		JP 4505198 T	10-09-1992
		JP 3181908 B2	03-07-2001
		WO 9009519 A1	23-08-1990
GB 715524 A	15-09-1954	AUCUN	