(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

COURBEVOIE

(11) **N° de publication :** ***3 086 006***

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

(21) **N° d'enregistrement national :** **19 09934**

(51) Int Cl[8] : ***F 02 F 3/00*** *(2019.01), F 02 F 3/10, F 16 J 1/08*

(12) DEMANDE DE BREVET D'INVENTION A1

(22) **Date de dépôt :** 10.09.19.

(30) **Priorité :** 18.09.18 JP 2018-173794.

(43) **Date de mise à la disposition du public de la demande :** 20.03.20 Bulletin 20/12.

(56) **Liste des documents cités dans le rapport de recherche préliminaire :** *Ce dernier n'a pas été établi à la date de publication de la demande.*

(60) **Références à d'autres documents nationaux apparentés :**

( ) **Demande(s) d'extension :**

(71) **Demandeur(s) :** *SUZUKI MOTOR CORPORATION NA* — JP.

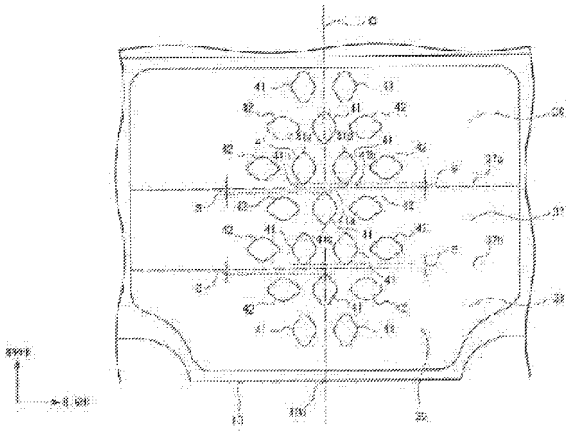
(72) **Inventeur(s) :** SUDA Naoyuki.

(73) **Titulaire(s) :** SUZUKI MOTOR CORPORATION NA.

(74) **Mandataire(s) :** PLASSERAUD IP.

(54) PISTON POUR MOTEUR A COMBUSTION INTERNE.

(57) Un piston (7) pour un moteur à combustion interne est prévu, le piston (7) présentant une pluralité d'évidements (41) formés dans une jupe (10, 11) de celui-ci. La jupe (10, 11) comprend une partie de jupe supérieure (36), une partie de jupe inférieure (38) et une partie de jupe centrale (37). Les évidements (41) agencés dans la partie de jupe supérieure (36) à proximité d'une limite supérieure (37a) de la partie de jupe centrale (37) ont des extrémités inférieures (41b) situées au-dessus de la limite supérieure (37a) à une distance donnée de la limite supérieure (37a). Les évidements (41) agencés dans la partie de jupe centrale (37) à proximité de la limite supérieure (37a) ont des extrémités supérieures situées au-dessous de la limite supérieure (37a) à la distance donnée de la limite supérieure (37a). Les évidements (41) agencés dans la partie de jupe inférieure (38) à proximité de la limite inférieure (37b) ont des extrémités supérieures situées au-dessous de la limite inférieure (37b) à la distance donnée de la limite inférieure (37b). Les évidements (41) agencés dans la partie de jupe centrale (37) à proximité de la limite inférieure (37b) ont des extrémités inférieures situées au-dessus de la limite inférieure (37b) à la distance donnée de la limite inférieure (37b). Ceci améliore la lubrification entre le piston (7) et une paroi interne (6a) d'un alésage de cylindre (6) et réduit les pertes par friction du piston (7).Figure pour l'abrégé : Figure 8



FR 3 086 006 - A1

Description

Titre de l'invention : PISTON POUR MOTEUR A COMBUSTION INTERNE

Domaine technique

[0001] La présente invention concerne de manière générale un piston pour un moteur à combustion interne.

Technique antérieure

[0002] Le brevet japonais n° 4749398 décrit un piston qui est mobile selon un mouvement alternatif dans un alésage de cylindre d'un moteur à combustion interne. Le piston comprend une paire de jupes s'étendant vers le bas à partir d'un corps de piston, une paire de parois latérales reliant les jupes ensemble, et une paire de bossages d'axe de piston formée dans les parois latérales pour retenir le piston.

[0003] Les jupes sont chacune formées en forme de fût dont le centre dans une direction axiale du piston présente le plus grand diamètre pour minimiser les effets thermiques adverses sur celui-ci. Chacune des jupes comprend un corps de fût de jupe avec une surface s'étendant parallèlement à l'axe central du corps de piston et une première partie de petit diamètre formée pour présenter une distance entre elle-même et l'axe central du corps de piston qui diminue de manière continue dans une direction vers le bas à partir d'une première ligne limite qui est une extrémité inférieure du corps de fût de jupe.

[0004] Chaque jupe comprend également une deuxième partie de petit diamètre formée pour présenter une distance entre elle-même et l'axe central du corps de piston qui diminue de manière continue dans une direction vers le haut à partir d'une deuxième ligne limite qui est une extrémité supérieure du corps de fût de jupe.

[0005] Chacune des jupes présente une surface extérieure avec une couche revêtue de résine. La couche revêtue de résine présente une pluralité de puisards d'huile formés dans toute sa surface extérieure sous la forme d'évidements. Les puisards d'huile sont disposés à intervalles réguliers les uns des autres. Le piston retient de l'huile dans les puisards d'huile afin de réduire la résistance par friction à laquelle le piston est soumis.

[0006] Le piston ci-dessus pour le moteur à combustion interne présente toutefois un inconvénient en ce que certains des puisards situés sur la première ligne limite et la deuxième ligne limite peuvent retenir une quantité insuffisante d'huile.

[0007] Les jupes doivent avoir une surface plane autour des puisards pour permettre à une pression dynamique de créer un film d'huile. La pression dynamique dans les puisards situés sur les lignes limites fuit à l'extérieur des puisards dans une direction circonférentielle du piston, de sorte qu'elle ne contribue pas à la croissance du film d'huile, en-

traînant ainsi une diminution du degré de lubrification entre la paroi interne de l'alésage de cylindre et le piston, ce qui peut augmenter la perte de mouvement résultant du frottement.

Problème technique

[0008] L'invention a été réalisée au vu du problème ci-dessus. Un objet de l'invention est de fournir un piston pour un moteur à combustion interne qui soit capable d'améliorer le degré de lubrification et de diminuer une perte par friction de l'énergie cinétique du piston.

Solution technique

[0009] Selon un aspect de l'invention, il est proposé un piston pour un moteur à combustion interne qui comprend : (a) un corps de piston qui est mobile selon un mouvement alternatif relativement à une paroi interne d'un alésage de cylindre ; (b) une paire de jupes qui s'étend vers le bas à partir du corps de piston ; (c) une paire de bossages d'axe de piston qui retiennent un axe de piston ; (d) une paire de parois latérales qui relient les jupes ensemble ; et (e) des couches revêtues de résine disposées sur les surfaces des jupes qui font face à la paroi interne de l'alésage de cylindre. Chacune des jupes comprend une partie de jupe centrale, une partie de jupe supérieure et une partie de jupe inférieure. La partie centrale de jupe est une partie centrale de la jupe dans une direction axiale centrale du corps de piston, a un diamètre le plus grand et présente également une zone de surface s'étendant parallèlement à un axe central du corps de piston. La partie supérieure de jupe est incurvée pour avoir un diamètre extérieur qui diminue progressivement à partir d'une limite supérieure de la partie centrale de jupe en direction de l'axe central du corps de piston au-dessus de la limite supérieure. La partie inférieure de jupe est incurvée pour avoir un diamètre extérieur qui diminue progressivement à partir d'une limite inférieure de la partie centrale de jupe en direction de l'axe central du corps de piston en dessous de la limite inférieure. Chacune des couches revêtues de résine présente, formée en elle, une pluralité d'évidements dans lesquels de l'huile est retenue. Certains des évidements qui sont agencés à proximité de la limite supérieure ou de la limite inférieure sont situés à une distance donnée de la limite supérieure ou de la limite inférieure.

Avantages apportés

[0010] L'invention ci-dessus améliore la lubrification entre le piston et la paroi interne de l'alésage de cylindre et réduit les pertes par friction du piston.

Brève description des dessins

[0011] D'autres caractéristiques, détails et avantages de l'invention apparaîtront à la lecture de la description détaillée ci-après, et à l'analyse des dessins annexés, sur lesquels :

Fig. 1

[0012] [fig.1] est une vue structurelle qui illustre un mode de réalisation d'un piston pour le moteur à combustion interne de l'invention et montre également un moteur à combustion interne ;

Fig. 2

[0013] [fig.2] est une vue qui illustre un mode de réalisation d'un piston pour le moteur à combustion interne de l'invention et montre également un alésage de cylindre du piston ;

Fig. 3

[0014] [fig.3] est une vue qui illustre un mode de réalisation d'un piston pour le moteur à combustion interne de l'invention et une illustration, en vue depuis une surface du piston en contact avec une paroi interne d'un alésage de cylindre ;

Fig. 4

[0015] [fig.4] est une vue qui illustre un mode de réalisation d'un piston pour le moteur à combustion interne de l'invention et une illustration du piston, en vue de dessous d'un véhicule ;

Fig. 5

[0016] [fig.5] est une vue qui illustre un mode de réalisation d'un piston pour le moteur à combustion interne de l'invention et une vue en coupe selon la ligne IV-IV de la Fig. 3 ;

Fig. 6

[0017] [fig.6] est une vue qui illustre un mode de réalisation d'un piston pour le moteur à combustion interne de l'invention et montre également une relation de positionnement entre le piston et une surface incurvée d'une jupe du piston ;

Fig. 7

[0018] [fig.7] est une vue qui illustre un mode de réalisation d'un piston pour le moteur à combustion interne de l'invention et une vue structurelle d'un évidement ;

Fig. 8

[0019] [fig.8] est une vue qui illustre une relation de positionnement entre une limite supérieure, une limite inférieure et des évidements d'un piston pour un moteur à combustion interne selon un mode de réalisation de l'invention ;

Fig. 9

[0020] [fig.9] est une vue qui représente un changement de courbure d'une partie de jupe centrale dans une direction circonférentielle d'un piston pour un moteur à combustion interne selon un mode de réalisation de l'invention ;

Fig. 10

[0021] [fig.10] est une vue qui illustre un profil d'une jupe d'un piston pour un moteur à combustion interne selon un mode de réalisation de l'invention ;

Fig. 11

[0022] [fig.11] est une vue qui représente une relation entre un angle d'inclinaison d'un piston pour un moteur à combustion interne selon un mode de réalisation de l'invention et un angle de vilebrequin et une relation entre un angle d'inclinaison d'un piston de l'art antérieur et l'angle de vilebrequin ;

Fig. 12

[0023] [fig.12] est une vue qui illustre un piston pour un moteur à combustion interne selon un mode de réalisation de l'invention et une relation de positionnement entre le piston et une pression de surface agissant sur une jupe du piston ;

Fig. 13

[0024] [fig.13] est une vue qui représente une relation entre une limite supérieure, une distance depuis une limite inférieure jusqu'à des extrémités d'évidements, et un coefficient de frottement d'une jupe d'un piston pour un moteur à combustion interne selon un mode de réalisation de l'invention ;

Fig. 14

[0025] [fig.14] est une vue qui représente une relation entre un jeu entre une jupe et une paroi interne d'un alésage de cylindre et une pression dynamique dans un piston pour un moteur à combustion interne selon un mode de réalisation de l'invention ;

Fig. 15

[0026] [fig.15] est une vue qui représente des résultats de mesure des pertes par friction d'un piston pour un moteur à combustion interne selon un mode de réalisation de l'invention et un piston de l'art antérieur.

Description des modes de réalisation

[0027] Un piston pour un moteur à combustion interne selon un mode de réalisation de l'invention comprend : (a) un corps de piston qui est mobile selon un mouvement alternatif relativement à une paroi interne d'un alésage de cylindre ; (b) une paire de jupes qui s'étend vers le bas à partir du corps de piston ; (c) une paire de bossages d'axe de piston qui retiennent un axe de piston ; (d) une paire de parois latérales qui relient les jupes ensemble ; et (e) des couches revêtues de résine disposées sur les surfaces des jupes qui font face à la paroi interne de l'alésage de cylindre. Chacune des jupes comprend une partie de jupe centrale, une partie de jupe supérieure et une partie de jupe inférieure. La partie centrale de jupe est une partie centrale de la jupe dans une direction axiale centrale du corps de piston, a un diamètre le plus grand et présente également une zone de surface s'étendant parallèlement à un axe central du corps de piston. La partie supérieure de jupe est incurvée pour avoir un diamètre extérieur qui diminue progressivement à partir d'une limite supérieure de la partie centrale de jupe en direction de l'axe central du corps de piston au-dessus de la limite supérieure. La

partie inférieure de jupe est incurvée pour avoir un diamètre extérieur qui diminue progressivement à partir d'une limite inférieure de la partie centrale de jupe en direction de l'axe central du corps de piston en dessous de la limite inférieure. Chacune des couches revêtues de résine présente, formée en elle, une pluralité d'évidements dans lesquels de l'huile est retenue. Certains des évidements qui sont agencés à proximité de la limite supérieure ou de la limite inférieure sont situés à une distance donnée de la limite supérieure ou de la limite inférieure.

[0028] La structure ci-dessus du piston améliore la lubrification entre le piston et la paroi interne de l'alésage de cylindre et réduit les pertes par friction du piston.

[0029] En variante, chacune des jupes est formée pour avoir une courbure qui augmente depuis une partie centrale circonférentielle de celle-ci en direction des jonctions avec les parois latérales dans une direction circonférentielle du piston, et chacun des évidements comprend un évidement allongé verticalement, allongé dans la direction axiale centrale du corps de piston et un évidement allongé horizontalement, allongé dans la direction circonférentielle de la jupe, et les évidements allongés verticalement sont agencés dans la partie centrale circonférentielle de chacune des jupes, et les évidements allongés horizontalement sont agencés plus près des parois latérales que la partie centrale circonférentielle ne l'est.

[0030] En variante, une diminution de rayon de chacune des parties de jupes inférieures à partir de la limite inférieure en direction d'un axe central du corps de piston est définie plus importante que celle de chacune des parties de jupes supérieures à partir de la limite supérieure en direction de l'axe central du corps de piston.

[0031] En variante, la partie de jupe supérieure et la partie de jupe inférieure sont configurées pour avoir une première distance et une deuxième distance, la première distance étant une distance depuis la limite supérieure jusqu'à une partie de la partie de jupe supérieure où une valeur donnée de diminution de rayon est créée sur un plan imaginaire, le plan imaginaire étant défini pour s'étendre parallèlement à la direction axiale centrale du corps du piston et traverser la jupe, et dans lesquelles la première distance est choisie pour être plus longue que la deuxième distance qui est une distance depuis la limite inférieure jusqu'à une partie de la partie de jupe inférieure où la valeur donnée de diminution de rayon est créée sur le plan imaginaire.

[0032] En variante, l'axe de piston a un axe central s'étendant perpendiculairement à l'axe central du corps de piston, et dans lequel l'axe de piston est agencé pour avoir son axe central situé dans une plage où les parties de jupes supérieures se situent dans la direction axiale centrale du corps de piston.

[0033] Un piston pour un moteur à combustion interne selon un mode de réalisation de l'invention est décrit ci-dessous en référence aux dessins.

[0034] Les Fig. 1 à 15 sont des vues illustrant le piston du moteur à combustion interne

selon le mode de réalisation de l'invention. En Fig. 1 à 9 et 12, une direction verticale, une direction longitudinale et une direction latérale sont basées sur le moteur à combustion interne monté dans un véhicule. Une direction perpendiculaire à la direction longitudinale est la direction latérale. Une direction selon la hauteur du moteur à combustion interne est la direction verticale.

[0035] La structure est tout d'abord décrite.

[0036] En Fig. 1, le moteur 1 qui est un moteur à combustion interne monté dans un véhicule comprend le bloc-cylindres 3 équipé de corps du carter moteur 2 et de la culasse 4 attachée à une extrémité supérieure du bloc-cylindres 3.

[0037] Les pistons 7 sont disposés dans les alésages de cylindre 6 du bloc-cylindres 3. Chacun des pistons 7 est fait, par exemple, d'un alliage d'aluminium. Chacun des pistons 7 effectue un mouvement de va-et-vient vertical à l'intérieur de l'un des alésages de cylindre 6 correspondant.

[0038] Le piston 7 est relié au vilebrequin 5 via la bielle 8. Le mouvement alternatif du piston 7 est converti par la bielle 8 en un mouvement de rotation du vilebrequin 5. Le moteur 1 de ce mode de réalisation est mis en œuvre par un moteur transversal avec le vilebrequin 5 s'étendant dans la direction de la largeur (c'est-à-dire une direction latérale) du véhicule.

[0039] Les alésages de cylindre 6 sont prévus à raison d'un pour chaque cylindre du moteur 1. En présence de quatre cylindres, les quatre alésages de cylindre 6 sont formés dans le moteur 1. Ce mode de réalisation se réfère au moteur à quatre cylindres 1, mais cependant, le nombre de cylindres est limité à quatre. Le moteur 1 peut être mis en œuvre par un moteur à essence ou un moteur diesel, mais ne se limite pas aux moteurs à essence et diesel.

[0040] En Fig. 2, le piston 7 comprend la tête de piston 9 (voir Fig. 3 et 4) qui est mobile selon un mouvement alternatif par rapport à la paroi interne 6a de l'alésage de cylindre 6 et à une paire de jupes 10 et 11 qui s'étendent vers le bas depuis la tête de piston. 9 La tête de piston 9 de ce mode de réalisation constitue un corps de piston dans l'invention.

[0041] Le piston 7 comprend également une paire de parois latérales 12 et 13 et une paire de bossages d'axe de piston 14 et 15. Les parois latérales 12 et 13 sont reliées aux côtés gauches 10a et 11a et aux côtés droits 10b et 11b des jupes respectives 10 et 11. Les bossages d'axe de piston 14 et 15 sont formés sur les parois latérales 12 et 13 et maintiennent l'axe de piston 16 (voir Fig. 1) pour qu'il soit mobile en rotation.

[0042] L'axe de piston 16 est fait d'une goupille cylindrique dont l'axe central C1 (voir Fig. 3) s'étend perpendiculairement à l'axe central C de la tête de piston 9. Les côtés gauches 10a et 11a et les côtés droits 10b et 11b ont chacun une largeur donnée depuis les extrémités droite et gauche des jupes 10 et 11 dans la direction circonférentielle du

piston 7, respectivement.

[0043] Les bossages d'axe de piston 14 et 15 présentent les orifices d'insertion d'axe de piston 14A et 15A, respectivement, dans lesquels l'axe de piston 16 est inséré. L'axe de piston 16 est disposé à l'intérieur des orifices d'insertion d'axe de piston 14A et 15A et retenu par les bossages d'axe de piston 14 et 15.

[0044] Sur la Fig. 1, la bielle 8 présente la partie de petit diamètre 8A reliée à l'axe de piston 16. La bielle 8 présente également la partie de grand diamètre 8B reliée au vilebrequin 5. Avec ces agencements, le mouvement alternatif du piston 7 est converti par la bielle 8 en un mouvement de rotation du vilebrequin 5.

[0045] La culasse 4 présente, formé en elle, l'orifice d'admission 21 à partir duquel de l'air est aspiré et envoyé dans la chambre de combustion 18 formée dans l'alésage de cylindre 6 au-dessus du piston 7.

[0046] La culasse 4 présente également, formé en elle, l'orifice d'échappement 22 à partir duquel les émissions ou gaz d'échappement, tels que générés par la combustion du mélange air-carburant dans la chambre de combustion 18, sont évacués.

[0047] La culasse 4 présente l'arbre à cames d'admission 23, l'arbre à cames d'échappement 24, la soupape d'admission 25 et la soupape d'échappement 26 montés en elle. L'arbre à cames d'admission 23 est équipé de la came d'admission 23A. L'arbre à cames d'échappement 24 est équipé de la came d'échappement 24A. La soupape d'admission 25 est entraînée par la came d'admission 23A pour établir ou bloquer sélectivement la communication entre l'orifice d'admission 21 et la chambre de combustion 18. La soupape d'échappement 26 est entraînée par la came d'échappement 24A pour établir ou bloquer sélectivement la communication entre l'orifice d'échappement 22 et la chambre de combustion 18.

[0048] En Fig. 2 et 3, la tête de piston 9 a, formé en une périphérie extérieure de celle-ci, la première gorge de bague de compression 31, la deuxième gorge de bague de compression 32 et la gorge de bague d'huile 33 qui sont agencées dans cet ordre à partir d'une partie supérieure de la tête de piston 9.

[0049] La première gorge de bague de compression 31 et la deuxième gorge de bague de compression 32 ont une première bague de compression et une deuxième bague de compression, non représentées, insérées en elles, respectivement. La gorge de bague d'huile 33 a une bague d'huile, non représentée, servant de bague de piston insérée en elle.

[0050] La première gorge de bague de compression 31 et la deuxième gorge de bague de compression 32 présentent chacune une caractéristique qui scelle hermétiquement la chambre de combustion 18 en contact avec la paroi interne 6a de l'alésage de cylindre 6.

[0051] La bague d'huile est en contact avec la paroi interne 6a de l'alésage de cylindre 6

suivant le mouvement alternatif du piston 7, raclant ainsi l'huile adhérant à la paroi interne 6a de l'alésage de cylindre 6.

[0052] La gorge de bague d'huile 33 a, formé en une partie inférieure de celle-ci, une pluralité d'orifices de retour d'huile 34 situés près d'un côté de poussée et d'un côté d'anti-poussée. Les orifices de retour d'huile 34 ont des ouvertures orientées depuis le fond de la gorge de bague d'huile 33 en direction d'une surface périphérique intérieure de la tête de piston 9.

[0053] Le côté de poussée, auquel il est fait référence ici, est une partie de la surface du piston 7 où une poussée, générée par une force de rotation du vilebrequin 5 lors d'une course du piston 7 vers le bas dans l'alésage de cylindre 6 et orientée perpendiculairement à l'axe central du vilebrequin 5, agit sur la paroi interne 6a de l'alésage de cylindre 6.

[0054] Le côté d'anti-poussée est une partie de la surface du piston 7 où une poussée qui est générée lors d'une course du piston 7 vers le haut dans l'alésage de cylindre 6 et orientée dans une direction opposée à celle de la poussée ci-dessus agit sur la paroi interne 6a de l'alésage de cylindre 6.

[0055] De l'huile est distribuée depuis l'orifice de jet d'huile 8a (voir Fig. 1) formé dans la partie de grand diamètre 8B de la bielle 8 jusqu'entre le piston 7 et l'alésage de cylindre 6, formant ainsi, comme cela est clairement illustré en Fig. 2, un film d'huile formé par l'huile 35 entre le piston 7 et la paroi interne 6a de l'alésage de cylindre 6.

[0056] L'huile 35 sert donc à refroidir le piston 7 et également à lubrifier entre la périphérie extérieure du piston 7 et la paroi interne 6a de l'alésage de cylindre 6. L'élément d'induction d'huile n'est pas limité à l'orifice de jet d'huile 8a.

[0057] Le carter moteur 2 présente un carter d'huile, non représenté, disposé dans une partie inférieure de celui-ci. L'alésage de cylindre 6 communique avec le carter d'huile. Lorsque de l'huile adhérant à la paroi interne 6a de l'alésage de cylindre 6 est raclée par la bague d'huile insérée dans la gorge de bague d'huile 33 suivant le mouvement vertical du piston 7 dans l'alésage de cylindre 6, elle est évacuée de la gorge de bague d'huile 33 vers la surface périphérique intérieure de la tête de piston 9 à travers l'orifice de retour d'huile 34 puis retournée dans le carter d'huile à travers un espace entre les jupes 10 et 11.

[0058] Les jupes 10 et 11 entrent en contact avec le côté de poussée ou le côté d'anti-poussée pendant le mouvement alternatif du piston 7, contrôlant ainsi l'oscillation du piston 7.

[0059] Comme illustré en Fig. 3, la jupe 10 est formée pour avoir un côté long s'étendant parallèlement à l'axe central C de la tête de piston 9 et un côté court s'étendant perpendiculairement à l'axe central C de la tête de piston 9. La jupe 11, comme la jupe 10, a des côtés long et court.

[0060] En Fig. 5 et 6, chacune des jupes 10 et 11 comprend une partie centrale dans une direction dans laquelle l'axe central C de la tête de piston 9 s'étend. La partie centrale de chacune des jupes 10 et 11 a le plus grand diamètre et définit la partie de jupe centrale 37. Les parties de jupes centrales 37 sont définies par des zones de surfaces plates des jupes 10 et 11, s'étendant parallèlement à l'axe central C de la tête de piston 9. L'axe central C de la tête de piston 9 est aligné coaxialement avec l'axe central des jupes 10 et 11.

[0061] Chacune des jupes 10 et 11 comprend également la partie de jupe supérieure 36 située au-dessus de la limite supérieure 37a de la partie de jupe centrale 37. La partie de jupe supérieure 36 est incurvée pour avoir un diamètre extérieur qui diminue progressivement depuis la limite supérieure 37a en direction de l'axe central C de la tête de piston 9 au-dessus de la limite supérieure 37a.

[0062] La limite supérieure 37a est définie en chacune des jupes 10 et 11 et située en dessous de l'axe central C1 de l'axe de piston 16 dans la direction de l'axe central C de la tête de piston 9. En d'autres termes, l'axe de piston 16 est agencé pour présenter l'axe central C1 situé dans une plage où les parties de jupes supérieures 36 sont dans la direction de l'axe central C de la tête de piston 9.

[0063] Chacune des jupes 10 et 11 comprend également la partie de jupe inférieure 38 située sous la limite inférieure 37b de la partie de jupe centrale 37. La partie de jupe inférieure 38 est incurvée pour avoir un diamètre extérieur qui diminue progressivement depuis la limite inférieure 37b en direction de l'axe central C de la tête de piston 9 en dessous de la limite inférieure 37b. En d'autres termes, chacune des jupes 10 et 11 est formée en forme de fût.

[0064] Une diminution de rayon (appelée aussi ci-après diminution du rayon) de chacune des parties de jupes inférieures 38 depuis la limite inférieure 37b en direction de l'axe central C de la tête de piston 9 est définie supérieure à celle de chacune des parties de jupes supérieures 36 depuis la limite supérieure 37a en direction de l'axe central C de la tête de piston 9.

[0065] Les Fig. 5 et 6 illustrent les jupes 10 et 11 comme étant largement incurvées pour des raisons de commodité, mais elles sont en réalité incurvées selon une courbure inférieure à celle illustrée.

[0066] En Fig. 4, chacune des jupes 10 et 11 sont formées pour avoir une courbure qui augmente depuis l'une correspondante des parties centrales circonférentielles 10c et 11c en direction des jonctions avec les parois latérales 12 et 13, c'est-à-dire en direction des côtés gauche 10a et 11a ou des côtés droits 10b et 11b dans une direction circonférentielle du piston 7.

[0067] Chacune des parties centrales circonférentielles 10c et 11c est définie comme étant un sommet d'un pourtour d'une des jupes 10 et 11 correspondante entre les parois

latérales 12 et 13 dans la direction circonférentielle du piston 7. Un jeu entre chacune des jupes 10 et 11 et la paroi interne 6a de l'alésage de cylindre 6 dans la direction radiale du piston 7 est le plus petit entre chacune des parties centrales circonférentielles 10c et 11c et la paroi interne 6a de l'alésage de cylindre. 6

[0068] Comme illustré en Fig. 9, le plan imaginaire L1 est défini pour traverser la partie centrale circonférentielle 11c de la partie de jupe centrale 37 et l'axe central C de la tête de piston 9. Le plan imaginaire L2 est défini pour s'étendre à partir de l'axe central C de la tête de piston 9 et est incliné de 5 ° par rapport au plan imaginaire L1.

[0069] L'importance par laquelle le rayon de la partie de jupe centrale 37 (c.-à-d. une distance entre l'axe central C de la tête de piston 9 et la partie centrale circonférentielle 11c de la jupe 11) diminue depuis la partie centrale circonférentielle 11c jusqu'à une partie de la partie de jupe centrale 37 à travers laquelle passe le plan imaginaire L2 (que nous appellerons également ci-après diminution de rayon SS) est de préférence choisie de 0,005 mm ou moins et de 0,002 mm ou plus. En d'autres termes, une différence de rayon entre des parties de la partie de jupe centrale 37 reposant sur les plans imaginaires L1 et L2.

[0070] En Fig. 2 et 4, chacune des jupes 10 et 11 a, disposée sur une surface extérieure de celle-ci, la couche revêtue de résine 39 qui est réalisée en utilisant, par exemple, des techniques de sérigraphie afin de réduire une perte par friction ou de favoriser une résistance thermique élevée de celle-ci. La couche revêtue de résine 39 présente une épaisseur constante. La couche revêtue de résine 39 occupe des surfaces de la partie de jupe centrale 37, de la partie de jupe supérieure 36 et de la partie de jupe inférieure 38 qui font face à la paroi interne 6a de l'alésage de cylindre 6.

[0071] En Fig. 3, la couche revêtue de résine 39 présente une pluralité d'évidements 41 et 42 formés en elle. Chacun des évidements 41 et 42 est formé pour avoir une profondeur égale à une épaisseur de la couche revêtue de résine 39 et choisi pour être, par exemple, de 5 μm ou plus et de 20 μm ou moins. Chacun des évidements 41 et 42, comme illustré en Fig. 7, est constitué de la partie circulaire de grand diamètre 43A avec des bords extérieurs en forme d'arc et des parties circulaires de petit diamètre 43B et 43C avec des bords extérieurs en forme d'arc. En d'autres termes, chacun des évidements 41 et 42 est configuré pour avoir un pourtour défini par une combinaison de la partie circulaire de grand diamètre 43A et des parties circulaires de petit diamètre 43B et 43C.

[0072] La partie circulaire de grand diamètre 43A est formée pour avoir un rayon R. Les parties circulaires de petit diamètre 43B et 43C sont formés pour avoir un rayon inférieur au rayon R et plus petites en surface que la partie circulaire de grand diamètre 43A. Les parties circulaires de petit diamètre 43B et 43C chevauchent partiellement la partie circulaire de grand diamètre 43A. Les parties circulaires de petit diamètre 43B et

43C sont diamétralement opposées l'une à l'autre par la partie circulaire de grand diamètre 43A dans la direction axiale centrale C de la tête de piston 9 ou dans une direction perpendiculaire à la direction axiale centrale C. Les parties circulaires de petit diamètre 43B et 43C communiquent avec la partie circulaire de grand diamètre 43A.

[0073] En Fig. 8, les évidements 42 sont agencés au-dessus ou en dessous de la limite supérieure 37a ou de la limite inférieure 37b dans la direction axiale centrale C de la tête de piston 9 (c'est-à-dire la direction verticale) et alignés avec le ou les évidement(s) 41 dans une direction perpendiculaire à la direction axiale centrale C de la tête de piston 9. En d'autres termes, les évidements 42 qui sont alignés les uns avec les autres dans la direction perpendiculaire à la direction axiale centrale C de la tête de piston 9 sont situés à la même hauteur que les évidements 42 dans la direction axiale centrale C. Chacun des évidements 42 aligné avec le ou les évidement(s) 41 dans la direction perpendiculaire à la direction axiale centrale C est agencé en dessous de l'extrémité supérieure 41a et au-dessus de l'extrémité inférieure 41b de l'évidement 41 qui est alignée avec cet évidement 42 dans la direction perpendiculaire à la direction axiale centrale C. Par conséquent, chacun des évidements 41 est situé plus près de la limite supérieure 37a ou de la limite inférieure 37b que les évidements 42 ne le sont dans la direction axiale centrale C de la tête de piston 9.

[0074] Les évidements 41 qui sont agencés à proximité de la limite supérieure 37a ou de la limite inférieure 37b sont situés à distance de la limite supérieure 37a ou de la limite inférieure 37b.

[0075] Spécifiquement, parmi les évidements 41 agencés dans la partie de jupe supérieure 36, ceux situés près de la limite supérieure 37a ont les extrémités inférieures 41b situées au-dessus à une distance S de la limite supérieure 37a.

[0076] Parmi les évidements 41 agencés dans la partie de jupe centrale 37, l'un situé près de la limite supérieure 37a a l'extrémité supérieure 41a située en dessous à la distance S de la limite supérieure 37a. Parmi les évidements 41 agencés dans la partie de jupe inférieure 38, l'un situé près de la limite inférieure 37b a l'extrémité supérieure 41a située en dessous à la distance S de la limite inférieure 37b.

[0077] Parmi les évidements 41 agencés dans la partie de jupe centrale 37, ceux situés près de la limite inférieure 37b ont les extrémités inférieures 41b situées au-dessus de la distance S de la limite inférieure 37b. La distance S est de préférence choisie entre 0,05 mm ou plus et 0,5 mm ou moins.

[0078] Comme clairement illustré en Fig. 3, les évidements 41 sont agencés dans la partie centrale circonférentielle 10c de la jupe 10 et sensiblement alignés dans la direction axiale centrale C de la tête de piston 9.

[0079] Chacun des évidements 41 est orienté de manière à avoir une ligne centrale longitudinale s'étendant parallèlement à la direction axiale centrale C de la tête de piston 9.

La ligne centrale longitudinale de chacun des évidements 41, tel que mentionnée ici, est définie comme une ligne avec laquelle la partie circulaire de grand diamètre 43A et les parties circulaires de petit diamètre 43B et 43C sont alignées. En d'autres termes, chacun des évidements 41 est formé pour avoir une longueur s'étendant parallèlement à la direction axiale centrale C de la tête de piston 9 et une largeur s'étendant dans la direction circonférentielle des jupes 10 et 11. La longueur de chacun des évidements 41 est plus longue que la largeur de ceux-ci. Les évidements 41 de ce mode de réalisation constituent des évidements allongés verticalement dans l'invention.

[0080] Chacun des évidements 42 est orienté de manière à avoir une ligne centrale longitudinale s'étendant perpendiculairement à la direction axiale centrale C de la tête de piston 9. La ligne centrale longitudinale de chacun des évidements 42, tel que mentionnée ici, est définie comme une ligne avec laquelle la partie circulaire de grand diamètre 43A et les parties circulaires de petit diamètre 43B et 43C sont alignées. En d'autres termes, chacun des évidements 42 est conformé pour avoir une longueur s'étendant dans la direction circonférentielle des jupes 10 et 11 (c.-à-d. dans une direction horizontale) et une largeur s'étendant parallèlement à la direction axiale centrale C de la tête de piston 9. (c.-à-d. une direction verticale). La longueur de chacun des évidements 42 est plus longue que la largeur de ceux-ci. Les évidements 42 de ce mode de réalisation constituent des évidements allongés horizontalement dans l'invention.

[0081] Les évidements 41 sont formés dans la partie centrale circonférentielle 10c de la jupe 10. Les évidements 42 sont situés plus près de la paroi latérale 12 ou 13 que ne l'est la partie centrale circonférentielle 10c de la jupe 10.

[0082] La Fig. 7 illustre simplement la configuration des évidements 41 et 42 quelle que soit leur orientation. Les évidements 41 et 42 sont formés dans la couche revêtue de résine 39 comme évidements allongés verticalement 41 et évidements allongés horizontalement 42.

[0083] La jupe 11, comme la jupe 10, a les évidements 41 et 42 formée en elle. La discussion qui suit réfère seulement aux évidements 41 et 42 de la jupe 10 au bénéfice de la concision de l'exposé. Les évidements 41 et 42 formés dans la jupe 10 sont symétriques par rapport aux évidements 41 et 42 formés dans la jupe 11 par rapport à l'axe médian C de la tête de piston 9.

[0084] La densité de la jupe 10 qui est définie par le nombre d'évidements 41 et 42 par unité de surface est la plus élevée dans la partie centrale circonférentielle 10c de la jupe 10. La densité des évidements 41 et 42 diminue progressivement à partir du centre circonférentiel de la jupe 10 en direction de la paroi latérale 12 ou 13.

[0085] La couche revêtue de résine 39 est faite en appliquant un matériau de résine lubrifiant en mettant en contact principalement, par exemple, du graphite, du polyamide-imide

(PAI) et du polytétrafluoroéthylène avec chacune des jupes 10 et 11 à l'aide d'une machine de sérigraphie. Plus particulièrement, chacun des évidements 10 et 11 est couvert de masques, chacun desquels étant de forme identique à une combinaison de la partie circulaire de grand diamètre 43A et des parties circulaires de petit diamètre 43B et 43C. Le matériau de résine lubrifiant est ensuite appliqué aux jupes 10 et 11 pour former les évidements 41 et 42 sur les surfaces des jupes 10 et 11.

[0086] Spécifiquement, chacun des évidements 41 et 42 sert de puisard d'huile et est formé pour avoir un bord extérieur fait de la couche revêtue de résine et un fond non revêtu de la couche revêtue de résine (à laquelle il sera également fait référence comme zone ou partie non revêtue). La couche revêtue de résine 39 peut être réalisée d'une autre manière. Le matériau de la couche revêtue de résine 39 n'est pas limité au matériau ci-dessus.

[0087] La partie de jupe supérieure 36 et la partie de jupe inférieure 38 ont, comme visible en Fig. 6, une forme qui présente la première distance H1 et la deuxième distance H2. La première distance H1 est une distance depuis la limite supérieure 37a jusqu'à une partie de la partie de jupe supérieure 36 où la diminution de rayon donnée SS est créée sur le plan imaginaire L3. Le plan imaginaire L3 est défini pour s'étendre parallèlement à la direction axiale centrale C de la tête de piston 9 et traverser la jupe 10. La première distance H1 est choisie pour être plus longue que la deuxième distance H2 qui est une distance depuis la limite inférieure 37b jusqu'à une partie de la partie de jupe inférieure 38 où la diminution de rayon SS est créée sur le plan imaginaire L3.

[0088] Le fonctionnement est maintenant décrit.

[0089] La raison pour laquelle la pression agissant sur un contact entre une zone circonférentielle de chacune des jupes 10 et 11 et la paroi interne 6a de l'alésage de cylindre 6 devient élevée sera discutée ci-dessous.

[0090] Lorsque la jupe 10 ou 11 est en contact avec la paroi interne 6a de l'alésage de cylindre 6 pendant le mouvement alternatif du piston 7 dans l'alésage de cylindre 6, une partie de la pression, produite par la combustion du carburant, est exercée par la bielle 8 et axe de piston 16 sur le piston 7 puis introduite dans un contact de chacun des bossages d'axe de piston 14 et 15 avec l'axe de piston 16 (qui sera également appelé point d'entrée de pression) afin d'appuyer les jupes 10 et 11 contre la paroi interne 6a de l'alésage de cylindre 6.

[0091] Le frottement, tel qu'exercé entre chacune des jupes 10 et 11 et la paroi interne 6a de l'alésage de cylindre 6 pendant le mouvement alternatif du piston 7, est créée par la pression produite par la combustion de carburant et s'oppose au mouvement vertical des jupes 10 et 11.

[0092] Le piston 7 est autorisé à s'incliner ou à pivoter par rapport à l'alésage de cylindre 6 autour de l'axe central C1 de l'axe de piston 16 selon un degré correspondant à la

différence entre un diamètre intérieur de l'alésage de cylindre 6 et un diamètre extérieur du piston 7, c'est-à-dire à l'intérieur d'un jeu entre la paroi interne 6a de l'alésage de cylindre 6 et le piston 7.

[0093] Dans le piston 7, lorsque la diminution de rayon de la partie de jupe supérieure 36 est choisie pour être supérieure à celle de la partie de jupe inférieure 38, le degré d'inclinaison du piston 7 est amener à augmenter avec une augmentation du jeu entre les la partie de jupe supérieure 36 et la paroi interne 6a de l'alésage de cylindre 6, de sorte que la partie de jupe inférieure 38 soit en contact de friction avec l'alésage de cylindre 6 à une pression élevée.

[0094] En particulier, lors de la course d'expansion du piston 7, une pression de combustion élevée est exercée sur le piston 7, résultant ainsi en une augmentation du moment d'inclinaison du piston 7. Le moment est proportionnel à une distance par rapport à l'axe central C1 de l'axe de piston 16, de sorte qu'un moment agissant sur l'extrémité inférieure de la partie de jupe inférieure 38 est maximisé sur la jupe 10 ou la jupe 11. Il en résulte une augmentation du frottement du piston 7 par rapport à l'alésage de cylindre 6, ce qui entraîne une augmentation de la consommation de carburant du moteur 1.

[0095] Le piston 7 de ce mode de réalisation est, comme décrit ci-dessus, muni des jupes 10 et 11 dont chacune a le diamètre extérieur maximum sur la partie centrale dans la direction axiale centrale C de la tête de piston 9. Le piston 7 comprend également les parties de jupes centrales 37 dont chacune a une surface s'étendant parallèlement à l'axe central C de la tête de piston 9.

[0096] Comme décrit ci-dessus, chacune des jupes 10 et 11 comprend la partie de jupe supérieure 36 et la partie de jupe inférieure 38. La partie de jupe supérieure 36 est située au-dessus de la limite supérieure 37a de la partie de jupe centrale 37 et est incurvée de manière à avoir un diamètre extérieur diminuant progressivement depuis la limite supérieure 37a en direction de l'axe central C de la tête de piston 9. La partie de jupe inférieure 38 est située en dessous de la limite inférieure 37b de la partie de jupe centrale 37 et est incurvée de manière à avoir un diamètre extérieur diminuant progressivement depuis la limite inférieure 37b en direction de l'axe central C de la tête de piston 9.

[0097] La configuration ci-dessus crée un jeu entre la partie de jupe centrale 37 et la paroi interne 6a de l'alésage de cylindre 6 qui est maintenu constant dans la direction axiale centrale C de la tête de piston 9, garantissant ainsi la stabilité du comportement du piston 7 au niveau de la partie de jupe centrale 37.

[0098] Dans le piston 7, la diminution de rayon de la partie de jupe inférieure 38, qui est une valeur de laquelle le rayon de la partie de jupe inférieure 38 diminue depuis la limite inférieure 37b en direction de l'axe central C de la tête de piston 9, est choisie pour être supérieure à celle de la partie de jupe supérieure 36 qui est une valeur par laquelle le

rayon de la partie de jupe supérieure 36 diminue à partir de la limite supérieure 37a en direction de l'axe central C de la tête de piston 9.

[0099] La diminution de rayon de la partie de jupe supérieure 36 amène le piston 7 à s'incliner de manière forcée selon un angle qui répond aux conditions de jeu, comme démontré en Fig. 14. De plus, l'interférence physique entre l'extrémité inférieure de la partie de jupe inférieure 38 et la paroi interne 6a de l'alésage de cylindre 6 qui découle habituellement de l'inclinaison du piston 7 est également minimisée, diminuant ainsi les pertes par frottement de la partie de jupe inférieure 38 relativement à l'alésage de cylindre 6. Cela améliore l'économie de carburant du moteur 1.

[0100] L'interférence physique entre l'extrémité inférieure de la partie de jupe inférieure 38 et la paroi interne 6a de l'alésage de cylindre 6 est également évitée, éliminant ainsi un risque de bruit mécanique résultant d'une telle interférence qui provoque habituellement une gêne chez les occupants de véhicules.

[0101] La Fig. 10 montre un profil de jupe du piston 7. Le côté positif représente une extrémité inférieure de la partie de jupe inférieure 38. Le côté négatif représente une extrémité supérieure de la partie de jupe inférieure 38, c'est-à-dire la limite inférieure 37b. Une ligne brisée indique un piston conventionnel. Un trait plein indique le piston 7 de ce mode de réalisation. La partie de jupe inférieure 38 de ce mode de réalisation est conçue pour présenter une diminution de rayon supérieure à celle d'une partie de jupe inférieure du piston classique. La partie de jupe supérieure 36 de ce mode de réalisation est conçue pour présenter une diminution de rayon inférieure à celle d'une partie de jupe supérieure du piston classique.

[0102] La Fig. 11 montre les angles d'inclinaison du piston 7 de ce mode de réalisation et du piston classique monté dans un moteur lorsque le moteur est en marche.

[0103] Le graphique de la Fig. 11 montre que l'angle d'inclinaison du piston 7 de ce mode de réalisation est inférieur à celui du piston classique sur l'étendue d'un cycle du moteur à quatre temps (c'est-à-dire deux révolutions du vilebrequin, autrement dit 720°), c'est-à-dire que le piston 7 se déplace verticalement droit pendant une période plus longue que le piston classique.

[0104] En d'autres termes, la structure du piston 7 de ce mode de réalisation minimise le contact physique de l'extrémité inférieure de la partie de jupe inférieure 38 avec la paroi interne 6a de l'alésage de cylindre 6, réduisant ainsi la perte par frottement par rapport au piston classique.

[0105] Le piston 7 est conçu pour avoir l'axe de piston 16 dont l'axe central C1 se situe dans une plage entre les extrémités supérieure et inférieure de la partie de jupe supérieure 36 dans la direction axiale centrale C de la tête de piston 9, ce qui force le piston 7 à s'incliner autour de l'axe central C1 de l'axe de piston 16 à un angle satisfaisant aux conditions de jeu de la Fig. 14.

[0106] Ci-après, la lubrification du piston 7 et de la paroi interne 6a de l'alésage de cylindre 6 est décrite.

[0107] La Fig. 12 illustre une répartition de la pression de surface entre chacune des jupes 10 et 11 et la paroi interne 6a de l'alésage de cylindre 6. La Fig. 12 montre que les régions où l'espacement entre les lignes diagonales est faible (c'est-à-dire que la densité des lignes diagonales est élevée) est proportionnelle au degré de pression de surface, et que la région où l'espacement entre les lignes diagonales est plus petit est soumis à un plus grand degré de pression de surface.

[0108] Les jupes 10 et 11 sont formées en forme de cylindre pour que les parties centrales circonférentielles 10c et 11c soient bombées vers l'extérieur dans une direction perpendiculaire à l'axe central C1 de l'axe de piston 16 et présentent également une courbure augmentant depuis les parties centrales circonférentielles 10c et 11c en direction des parois latérales 12 et 13 dans la direction circonférentielle.

[0109] La forme ci-dessus des jupes 10 et 11 résulte en un jeu minimal entre la partie de jupe centrale 37 et la paroi interne 6a de l'alésage de cylindre 6, de sorte que la pression sur les contacts des jupes 10 et 11 avec la paroi interne 6a de l'alésage de cylindre 6 décroît à partir de la partie de jupe centrale 37 vers l'extérieur dans la direction axiale centrale C de la tête de piston 9 et à partir des parties centrales circonférentielles 10c et 11c vers l'extérieur dans la direction circonférentielle.

[0110] Par conséquent, des conditions pour lubrifier les parties des jupes 10 et 11 qui ont un faible jeu entre elles et la paroi interne 6a de l'alésage de cylindre 6 et sont également soumises à un fort degré de pression agissant sur leurs contacts avec la paroi interne 6a de l'alésage de cylindre 6 sont plus sévères que celles pour lubrifier les parties des jupes 10 et 11 qui présentent un jeu important entre elles et la paroi interne 6a de l'alésage de cylindre 6 et qui sont également soumises à un faible degré de pression agissant sur leurs contacts avec la paroi interne 6a de l'alésage de cylindre 6.

[0111] Le piston 7 de ce mode de réalisation est conçu pour faciliter un degré de lubrification requis dans les conditions extrêmes décrites ci-dessus. La manière de lubrifier le piston 7 sera décrite ci-dessous en détail.

[0112] Les jupes 10 et 11 fonctionnent de manière identique l'une à l'autre. La discussion suivante ne fera donc que se référer à la jupe 10 pour des raisons de concision. Dans la discussion suivante, les côtés amont et aval du piston 7 désignent respectivement les sens vers l'avant et vers l'arrière dans lesquels le piston 7 se déplace.

[0113] Le piston 7 dans ce mode de réalisation est conçu pour que les évidements allongés verticalement 41 et les évidements allongés horizontalement 42 soient formés dans une partie de la jupe 10 qui présente un faible jeu entre elle-même et la paroi interne 6a de l'alésage de cylindre 6 et est soumise à un fort degré de pression agissant sur son contact avec la paroi interne 6a de l'alésage de cylindre 6.

[0114] Comme décrit ci-dessus, chacun des évidements 41 et 42 est défini par la partie circulaire de grand diamètre 43A et les parties circulaires de petit diamètre 43B et 43C. Les parties circulaires de petit diamètre 43B et 43C sont définies chacune par un cercle dont la surface est inférieure à celle de la partie circulaire de grand diamètre 43A. Les parties circulaires de petit diamètre 43B et 43C sont diamétralement opposées à travers partie circulaire de grand diamètre 43A dans la direction axiale centrale C de la tête de piston 9.

[0115] Les évidements 41 et 42 travaillent pour générer une pression d'huile dynamique lorsque le piston 7 se déplace verticalement.

[0116] Lorsque le piston 7 se déplace vers le haut, de l'huile est acheminée depuis le côté amont (c'est-à-dire la chambre de combustion 18) dans un espace libre situé entre la partie de jupe supérieure 36 et la paroi interne 6a de l'alésage de cylindre 6. L'huile s'écoule ensuite dans l'une des parties circulaires de petit diamètre 43B située en aval, à partir de la partie circulaire de grand diamètre 43A de chacun des évidements 41. Lorsque l'huile pénètre dans la partie circulaire de petit diamètre 43B située en aval, un écoulement d'huile est étranglé, créant ainsi une pression dynamique élevée.

[0117] De plus, l'huile est également introduite à partir de la partie circulaire de grand diamètre 43A de l'un des évidements 42 dans la partie circulaire de grand diamètre 43A et les parties circulaires de petit diamètre 43B et 43C d'un des évidements 42 situé en aval. Une fois que le volume de l'huile dans l'évidement 42 situé en aval a augmenté, l'huile s'écoule alors de la partie circulaire de grand diamètre 43A et des parties circulaires de petit diamètre 43B et 43C dans la partie circulaire de grand diamètre 43A d'un autre évidement 42 situé plus en aval, amenant ainsi le flux d'huile à être étranglé pour générer une pression dynamique élevée.

[0118] En particulier, la magnitude de la pression dynamique apparaissant sur une interface de friction (c'est-à-dire une surface de contact entre deux objets) dépend du rayon de courbure du pourtour de l'objet. Plus la pression dynamique est élevée, plus l'épaisseur d'un film d'huile est importante.

[0119] Une quantité par laquelle le flux d'huile circule d'un des évidements 42 amont à un évidement aval est plus faible, de sorte que l'amplitude de la pression dynamique générée dans les évidements 42 est inférieure à celle générée dans les évidements 41.

[0120] Par conséquent, lorsque le piston 7 se déplace vers le haut, la pression agit sur la jupe 10 pour l'éloigner de la paroi interne 6a de l'alésage de cylindre 6, entraînant ainsi une augmentation de l'épaisseur d'une couche d'huile entre la partie de jupe centrale 37 et la paroi interne 6a de l'alésage de cylindre 6 qui présentent un faible jeu entre elles et une grande surface de contact entre elles.

[0121] Lorsque le piston 7 se déplace vers le bas, de l'huile est acheminée depuis le côté amont (c'est-à-dire le vilebrequin 5) dans un espace entre la partie de jupe inférieure 38

et la paroi interne 6a de l'alésage de cylindre 6. L'huile est ensuite introduite depuis l'une des parties circulaires de petit diamètre 43C située en amont dans la partie circulaire de grand diamètre 43A de chacun des évidements 41, de sorte qu'elle est accumulée dans la partie circulaire de grand diamètre 43A. L'huile s'écoule ensuite dans l'une des parties circulaires de petit diamètre 43B située en aval depuis la partie circulaire de grand diamètre 43A. Lorsque l'huile pénètre dans la partie circulaire de petit diamètre 43B située en aval, un écoulement d'huile est étranglé, créant ainsi une pression dynamique élevée.

[0122] De plus, l'huile est également introduite à partir de la partie circulaire de grand diamètre 43A de l'un des évidements 42 dans la partie circulaire de grand diamètre 43A et les parties circulaires de petit diamètre 43B et 43C d'un des évidements 42 situé en aval. Une fois que le volume de l'huile dans l'évidement 42 situé en aval a augmenté, l'huile s'écoule de la partie circulaire de grand diamètre 43A et des parties circulaires de petit diamètre 43B et 43C dans la partie circulaire de grand diamètre 43A d'un autre évidement 42 situé plus en aval, amenant ainsi le flux d'huile à s'étrangler pour générer une pression dynamique élevée.

[0123] Par conséquent, lorsque le piston 7 se déplace vers le bas, une épaisseur accrue d'une couche d'huile est créée entre la partie de jupe centrale 37 et la paroi interne 6a de l'alésage de cylindre 6.

[0124] Comme il ressort de la discussion ci-dessus, chacun des évidements 41 et 42 a pour fonction de retenir en lui une quantité donnée d'huile et d'exercer également une pression sur l'huile retenue pour éloigner le piston 7 de l'alésage de cylindre 6.

[0125] Le piston 7 de ce mode de réalisation est, comme cela a déjà été décrit, équipé des jupes 10 et 11 qui sont formées pour avoir une courbure qui augmente depuis les parties centrales circonférentielles 10c et 11c jusqu'aux parois latérales 12 et 13 dans la direction circonférentielle du piston 7. La partie centrale circonférentielle 10c de la jupe 10 présente, formés en elle, les évidements allongés verticalement 41 allongés dans la direction axiale du piston 7 et les évidements allongés horizontalement 42 qui sont situés à l'extérieur des évidements allongés verticalement 41 dans la direction circonférentielle du piston 7. La jupe 11, de même que la jupe 10, présente les évidements 41 et 42 formée en elle.

[0126] Par conséquent, les évidements 41 contribuent à améliorer la pression dynamique dans une région où un jeu entre chacune des parties centrales circonférentielles 10c et 11c de la jupe 10 et la paroi interne 6a de l'alésage de cylindre 6 est faible.

[0127] Il est également possible d'augmenter un débit d'huile dans une région de jeu faible où le jeu entre chacune des parties centrales circonférentielles 10c et 11c de la jupe 10 et la paroi interne 6a de l'alésage de cylindre 6 est faible pour qu'il soit supérieur à celui dans une région de jeu important où un jeu entre une partie de chacune des jupes

10 et 11 qui est située à l'écart de la partie centrale circonférentielle 10c ou 11c de la jupe 10 ou 11 en direction de la paroi latérale 12 ou 13 et la paroi interne 6a de l'alésage de cylindre 6 est important.

[0128] Le débit d'huile plus élevé sert à attirer le débit d'huile plus faible vers la région de faible jeu, recueillant ainsi une grande quantité d'huile dans un espace entre la partie de jupe centrale 37 et la paroi interne 6a de l'alésage de cylindre 6 qui présentent un faible jeu, mais une grande surface de contact entre elle et la paroi interne 6a de l'alésage de cylindre 6, améliorant ainsi la lubrification entre le piston 7 et la paroi interne 6a de l'alésage de cylindre 6 lorsque le piston 7 se déplace verticalement et réduisant également la perte par frottement du piston 7.

[0129] La quantité d'huile dans la région de jeu important où le jeu entre chacune des jupes 10 et 11 et la paroi interne 6a de l'alésage de cylindre 6 est important est plus grande que celle dans la zone de jeu faible. Une épaisseur trop importante d'un film d'huile dans la région de jeu important amènera donc le piston à subir une résistance visqueuse de l'huile. Il est donc conseillé de générer un niveau de pression dynamique inférieur dans la région de jeu important par rapport à la région de jeu faible.

[0130] Le piston 7 de ce mode de réalisation est conçu pour avoir des évidements allongés horizontalement 42 dans la région de jeu important où le jeu entre la jupe 10 et la paroi interne 6a de l'alésage de cylindre 6 est important, générant ainsi un niveau de pression dynamique requis pour éviter une épaisseur excessive du film d'huile bien que les évidements 41 et 42 aient la même configuration.

[0131] Les évidements 41 qui sont situés près de la limite supérieure 37a dans la partie de jupe supérieure 36 du piston 7 ont les extrémités inférieures 41b agencées au-dessus de la limite supérieure 37a à la distance S de la limite supérieure 37a. Les évidements 41 qui sont situés plus près de la limite supérieure 37a dans la partie de jupe centrale 37 ont les extrémités inférieures 41a agencées en dessous de la limite supérieure 37a à la distance S de la limite supérieure 37a.

[0132] Les évidements 41 qui sont situés près de la limite inférieure 37b dans la partie de jupe inférieure 38 du piston 7 ont les extrémités supérieures 41a agencées sous la limite inférieure 37b à la distance S de la limite inférieure 37b. Les évidements 41 qui sont situés plus près de la limite inférieure 37b dans la partie de jupe centrale 37 ont les extrémités inférieures 41b agencées au-dessus de la limite inférieure 37b à la distance S de la limite inférieure 37b.

[0133] La structure ci-dessus améliore la lubrification entre le piston 7 et la paroi interne 6a de l'alésage de cylindre 6 et réduit les pertes par frottement du piston 7.

[0134] Spécifiquement, une zone donnée de surface plate est requise autour des évidements 41 pour convertir la pression dynamique en un film d'huile. Si les évidements 41 sont agencés sur la limite supérieure 37a ou la limite inférieure 37b, l'huile coulerait hors

des évidements 41 sur la limite supérieure 37a ou la limite inférieure 37b dans la direction circonférentielle des jupes 10 et 11, ne contribuant ainsi pas à la croissance d'un film d'huile, ce qui peut augmenter la perte par frottement du piston 7 avec la paroi interne 6a de l'alésage de cylindre 6.

[0135] La Fig. 13 représente une relation entre la distance S entre la limite supérieure 37a ou la limite inférieure 37b et les évidements 41 et le coefficient de frottement.

[0136] Le graphique de la Fig. 13 montre que lorsque la distance S entre l'évidement 41 et la limite supérieure 37a ou la limite inférieure 37b est inférieure ou égale à 0,05 mm, le coefficient de frottement augmente avec une diminution du volume du film d'huile et lorsque Si la distance S est égale à 0,05 mm, le coefficient de frottement est minimisé, tandis que lorsque la distance S est supérieure à 0,5 mm, le coefficient de frottement converge vers une valeur constante.

[0137] Dans le piston 7 de ce mode de réalisation, les évidements 41 agencés près de la limite supérieure 37a ou de la limite inférieure 37b sont situés à une distance supérieure à 0,05 mm ou plus et inférieure à 0,5 mm ou moins de la limite supérieure 37a ou de la limite inférieure 37b.

[0138] Il est donc possible que les évidements 41 disposent d'une capacité de rétention d'huile et d'une capacité de génération de pression dynamique. Ceci améliore la lubrification entre le piston 7 et la paroi interne 6a de l'alésage de cylindre 6 et réduit les pertes par frottement du piston 7.

[0139] La partie de jupe supérieure 36 et la partie de jupe inférieure 38 sont, comme décrit ci-dessus en référence à la Fig. 6, formés pour présenter la première distance H1 et la deuxième distance H2. La première distance H1 est une distance depuis la limite supérieure 37a jusqu'à une partie de la partie de jupe supérieure 36 où la diminution de rayon donnée SS est créée sur le plan imaginaire L3. Le plan imaginaire L3 est défini pour s'étendre parallèlement à la direction axiale centrale C de la tête de piston 9 et traverser la jupe 10. La première distance H1 est choisie pour être plus longue que la deuxième distance H2 qui est une distance depuis la limite inférieure 37b jusqu'à une partie de la partie de jupe inférieure 38 où la diminution de rayon SS est créée sur le plan imaginaire L3. Ceci améliore la lubrification entre le piston 7 et la paroi interne 6a de l'alésage de cylindre 6 et réduit les pertes par frottement du piston 7.

[0140] Plus précisément, lorsque le piston 7 se déplace verticalement, le volume d'un film d'huile de lubrification est augmenté par la pression dynamique résultant de l'effet de coin, à la fois dans l'espace entre la partie de la partie de jupe supérieure 36 située à la première distance H1 de la limite supérieure 37a et la paroi interne 6a de l'alésage de cylindre 6 et dans l'espace entre la partie de jupe inférieure 38 située à la deuxième distance H2 de la limite inférieure 37b et la paroi interne 6a de l'alésage de cylindre 6. Ceci améliore encore la lubrification entre le piston 7 et la paroi interne 6a de l'alésage

de cylindre 6 et réduit les pertes par frottement du piston 7.

[0141] La Fig. 14 représente une relation entre la diminution de rayon SS (c'est-à-dire la taille du jeu entre la paroi interne 6a de l'alésage de cylindre 6 et chacune des jupes 10 et 11) et la pression dynamique.

[0142] Le graphique de la Fig. 14 montre que la pression dynamique est maximisée lorsque la diminution de rayon SS est de 0,002 mm, minimisée lorsque la diminution de rayon SS est de 0,005 mm et s'annule lorsque la diminution de rayon SS est de 0,006 mm. Il est donc préférable que la diminution de rayon SS soit choisie inférieure ou égale à 0,005 mm et supérieure ou égale à 0,002 mm.

[0143] Comme décrit ci-dessus, la première distance H1 est choisie pour être plus longue que la deuxième distance H2, renforçant ainsi les effets de coin du film d'huile lubrifiante entre la partie de jupe supérieure 36 et la paroi interne 6a de l'alésage de cylindre 6, même lorsque la diminution de rayon de la partie de jupe inférieure 38 est définie supérieure à celle de la partie de jupe supérieure 36.

[0144] Il est donc possible de minimiser un risque d'interférence physique entre l'extrémité inférieure de la partie de jupe inférieure 38 et la paroi interne 6a de l'alésage de cylindre 6 découlant de l'inclinaison du piston 7.

[0145] Le piston 7 est conçu pour que la diminution de rayon SS d'une partie de la partie de jupe centrale 37 située sur le plan imaginaire L2 à partir de celle de la partie centrale circonférentielle 10c de la partie de jupe centrale 37 dans la direction circonférentielle des jupes 10 et 11 soit, comme décrit en référence à la Fig. 14, dans une plage inférieure ou égale à 0,005 mm et supérieure ou égale à 0,002 mm.

[0146] Cela renforce les effets de coin du film d'huile de lubrification entre chacune des jupes 10 et 11 et la paroi interne 6a de l'alésage de cylindre 6 dans la direction circonférentielle des jupes 10 et 11. Ceci améliore la lubrification entre le piston 7 et la paroi interne 6a de l'alésage de cylindre 6 et réduit les pertes par frottement du piston 7.

[0147] La Fig. 15 représente les résultats des tests d'évaluation de la perte par frottement du piston fabriqué en aluminium 7 de ce mode de réalisation et d'un piston de l'art antérieur lorsqu'il est monté dans un moteur à essence trois cylindres de 660 cm3.

[0148] Les résultats des tests d'évaluation montrent que le piston 7 de ce mode de réalisation présente une perte par frottement réduite à des vitesses de rotation de 1 000, 1 500 et 2 000 tours par minute par rapport au piston de l'art antérieur.

[0149] Chacun des évidements 41 et 42 est constitué de la partie circulaire de grand diamètre 43A et des parties circulaires de petit diamètre 43B et 43C dont les bords extérieurs sont en forme d'arc, mais peuvent cependant en variante avoir une autre forme, telle qu'une forme allongée verticalement ou horizontalement.

[0150] Le moteur 1 de ce mode de réalisation est, comme décrit ci-dessus, un moteur transversal avec le vilebrequin 5 s'étendant dans la direction de la largeur du véhicule,

mais peut toutefois être mis en œuvre par un moteur monté longitudinalement avec le vilebrequin 5 s'étendant dans la direction longitudinale du véhicule.

[0151] Bien que la présente invention ait été décrite selon les termes du mode de réalisation préféré afin de faciliter sa compréhension, il convient de noter que l'invention peut être mise en œuvre de différentes manières sans s'écarter du principe de l'invention. Par conséquent, l'invention doit être comprise comme incluant toutes les modifications possibles du mode de réalisation montré qui peuvent être mises en œuvre sans s'écarter du principe de l'invention tel qu'énoncé dans les revendications annexées.

Liste des documents cités

Documents brevets

[0152] À toute fin utile, le document brevet suivant est cité :

- brevet japonais n° 4749398.

Revendications

[Revendication 1] Piston (7) pour un moteur à combustion interne comprenant :
un corps de piston (9) qui est mobile selon un mouvement alternatif par rapport à une paroi interne (6a) d'un alésage de cylindre (6) ;
une paire de jupes (10, 11) qui s'étendent vers le bas depuis le corps de piston (9) ;
une paire de bossages d'axe de piston (14, 15) qui retiennent un axe de piston (16) ;
une paire de parois latérales (12, 13) qui relient les jupes (10, 11) ensemble ; et
des couches revêtues de résine (39) disposées sur des surfaces des jupes (10, 11) qui font face à la paroi interne (6a) de l'alésage de cylindre (6),
dans lequel chacune des jupes (10, 11) comprend une partie de jupe centrale (37), une partie de jupe supérieure (36) et une partie de jupe inférieure (38), la partie de jupe centrale (37) étant une partie centrale de la jupe (10, 11) dans une direction axiale centrale du corps de piston (9), ayant un diamètre le plus grand et ayant également une zone de surface s'étendant parallèlement à un axe central du corps de piston (9), la partie de jupe supérieure (36) étant incurvée pour avoir un diamètre extérieur qui diminue progressivement à partir d'une limite supérieure (37a) de la partie de jupe centrale (37) en direction de l'axe central du corps de piston (9) au-dessus de la limite supérieure (37a), la partie de jupe inférieure (38) étant incurvée pour avoir un diamètre extérieur qui diminue progressivement à partir d'une limite inférieure (37b) de la partie de jupe centrale (37) en direction de l'axe central (C) du corps de piston (9) au-dessous de la limite inférieure (37b),
dans lequel chacune des couches revêtues de résine (39) présente, formée en elle, une pluralité d'évidements (41, 42) qui retiennent de l'huile en eux, et
dans lequel certains des évidements (41) qui sont agencés à proximité de la limite supérieure (37a) ou de la limite inférieure (37b) sont situés à une distance donnée de la limite supérieure (37a) ou de la limite inférieure (37b).

[Revendication 2] Piston (7) pour un moteur à combustion interne selon la revendication 1, dans lequel chacune des jupes (10, 11) est formée pour avoir une courbure qui augmente depuis une partie centrale circonférentielle (10c) de celle-ci en direction des jonctions avec les parois latérales (12, 13)

dans une direction circonférentielle du piston (7), dans lequel chacun des évidements (41, 42) comprend un évidement allongé verticalement, allongé dans la direction axiale centrale (C) du corps de piston (9) et un évidement allongé horizontalement, allongé dans la direction circonférentielle de la jupe, et dans lequel les évidements allongés verticalement sont agencés dans la partie centrale circonférentielle de chacune des jupes (41, 11), et les évidements allongés horizontalement sont agencés plus près des parois latérales (12, 13) que la partie centrale circonférentielle (10c) ne l'est.

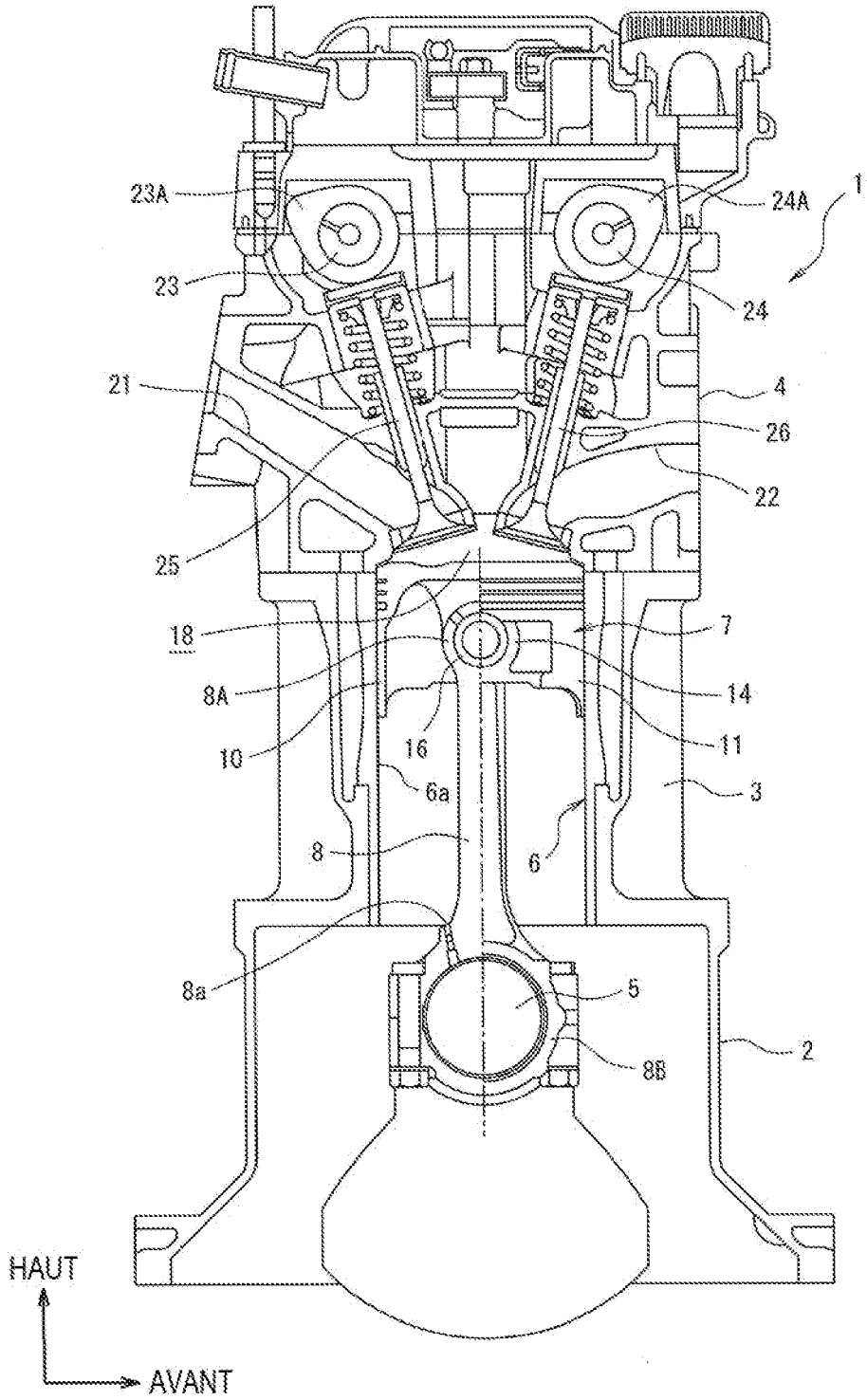
[Revendication 3] Piston (7) pour un moteur à combustion interne selon la revendication 1 ou 2, dans lequel une diminution de rayon (SS) de chacune des parties de jupes inférieures (38) à partir de la limite inférieure (37b) en direction d'un axe central du corps de piston (9) est définie plus importante que celle de chacune des parties de jupes supérieures (36) à partir de la limite supérieure (37a) en direction de l'axe central (C) du corps de piston (9).

[Revendication 4] Piston (7) pour un moteur à combustion interne selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, dans lequel la partie de jupe supérieure (36) et la partie de jupe inférieure (38) sont formées pour avoir une première distance (H1) et une deuxième distance (H2), la première distance (H1) étant une distance depuis la limite supérieure (37a) jusqu'à une partie de la partie de jupe supérieure (36) où une valeur donnée de diminution du rayon (SS) est créée sur un plan imaginaire (L3), le plan imaginaire (L3) étant défini pour s'étendre parallèlement à la direction axiale centrale (C) du corps du piston (9) et traverser la jupe (10), et dans lequel la première distance (H1) est choisie pour être plus longue que la deuxième distance (H2) qui est une distance depuis la limite inférieure (37b) jusqu'à une partie de la partie de jupe inférieure (38) où la valeur donnée de diminution du rayon (SS) est créée sur le plan imaginaire (L3).

[Revendication 5] Piston (7) pour moteur à combustion interne selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, dans lequel l'axe de piston (16) a un axe central (C1) s'étendant perpendiculairement à l'axe central (C) du corps de piston (9), et dans lequel l'axe de piston (16) est agencé pour avoir son axe central (C1) situé dans une plage où les parties de jupes supérieures (36) s'étendent dans la direction axiale centrale (C) du corps de piston (9).

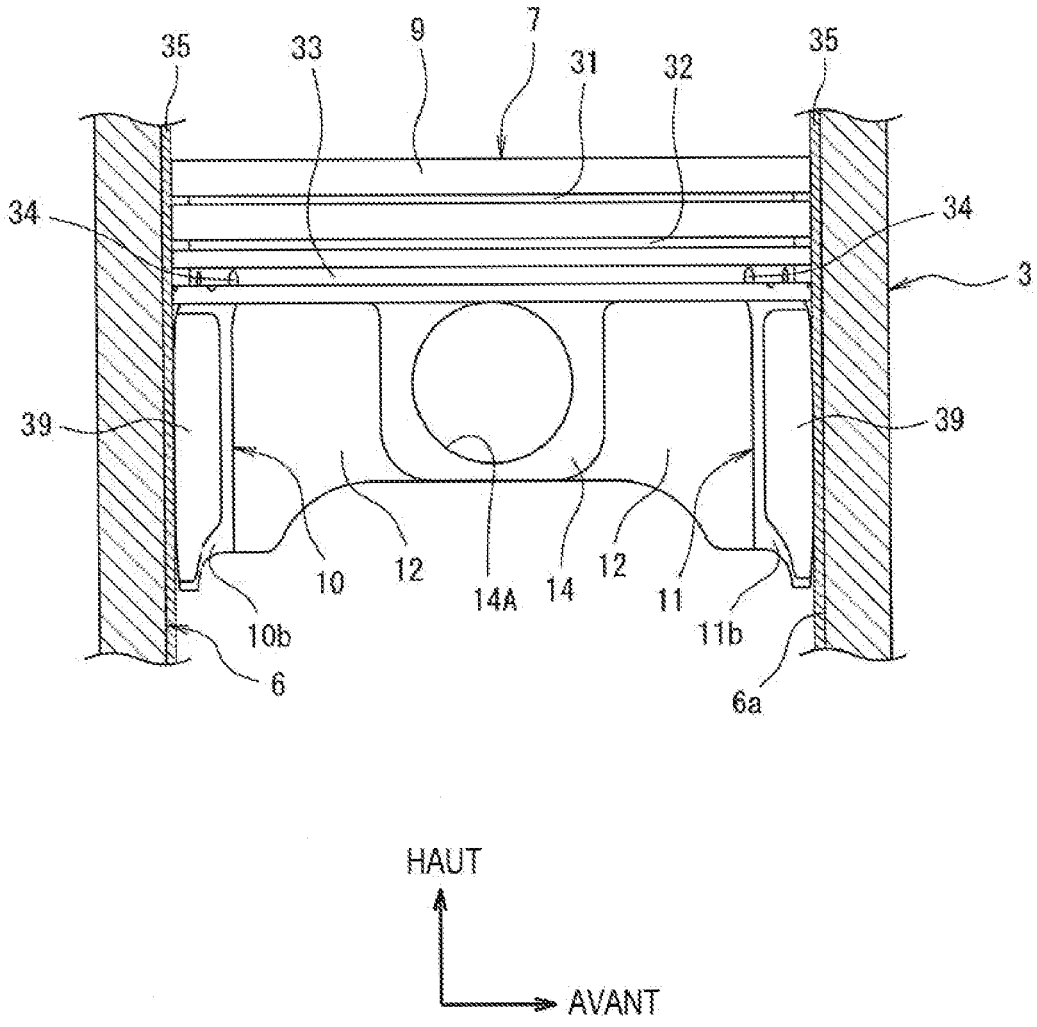
[Fig. 1]

FIG. 1


23A
24A
1
23
24
21
4
26
22
25
18
7
8A
14
10
16
11
6a
3
8
6
8a
5
8B
2
HAUT
AVANT

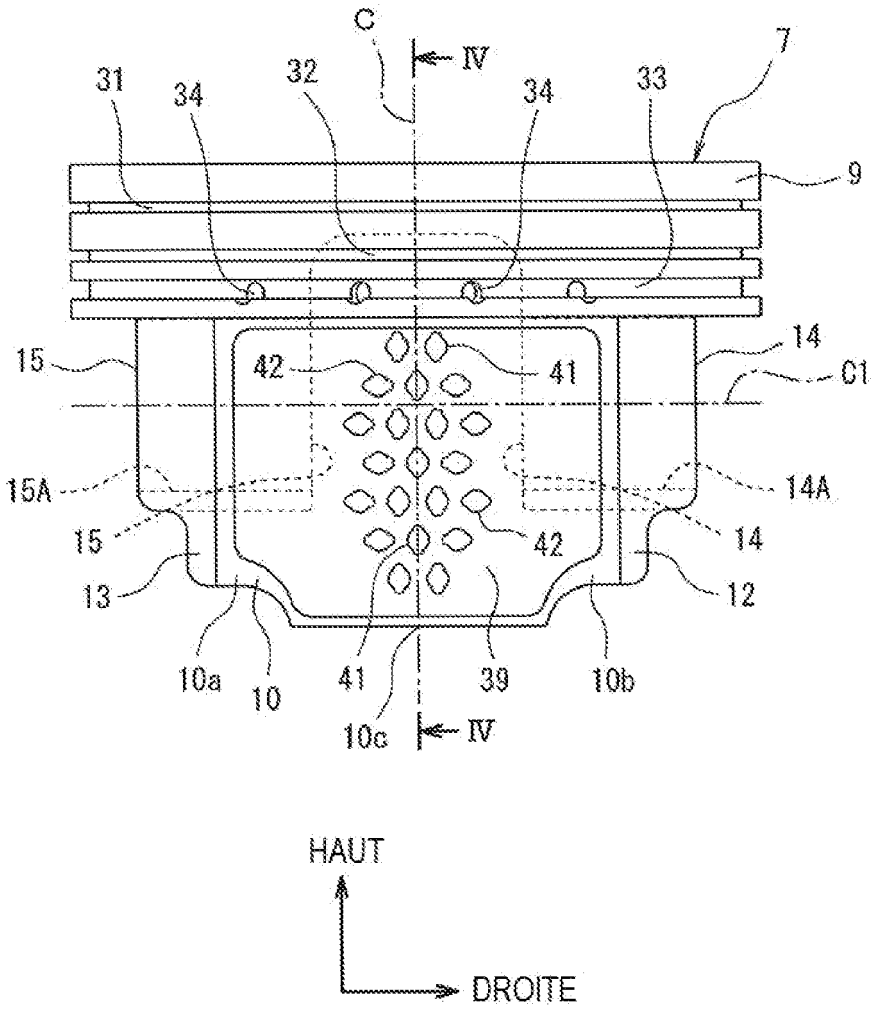
[Fig. 2]

FIG. 2


35
33
9
7
31
32
35
34
34
3
39
39
10
12
14A
14
12
11
10b
11b
6
6a
HAUT
AVANT

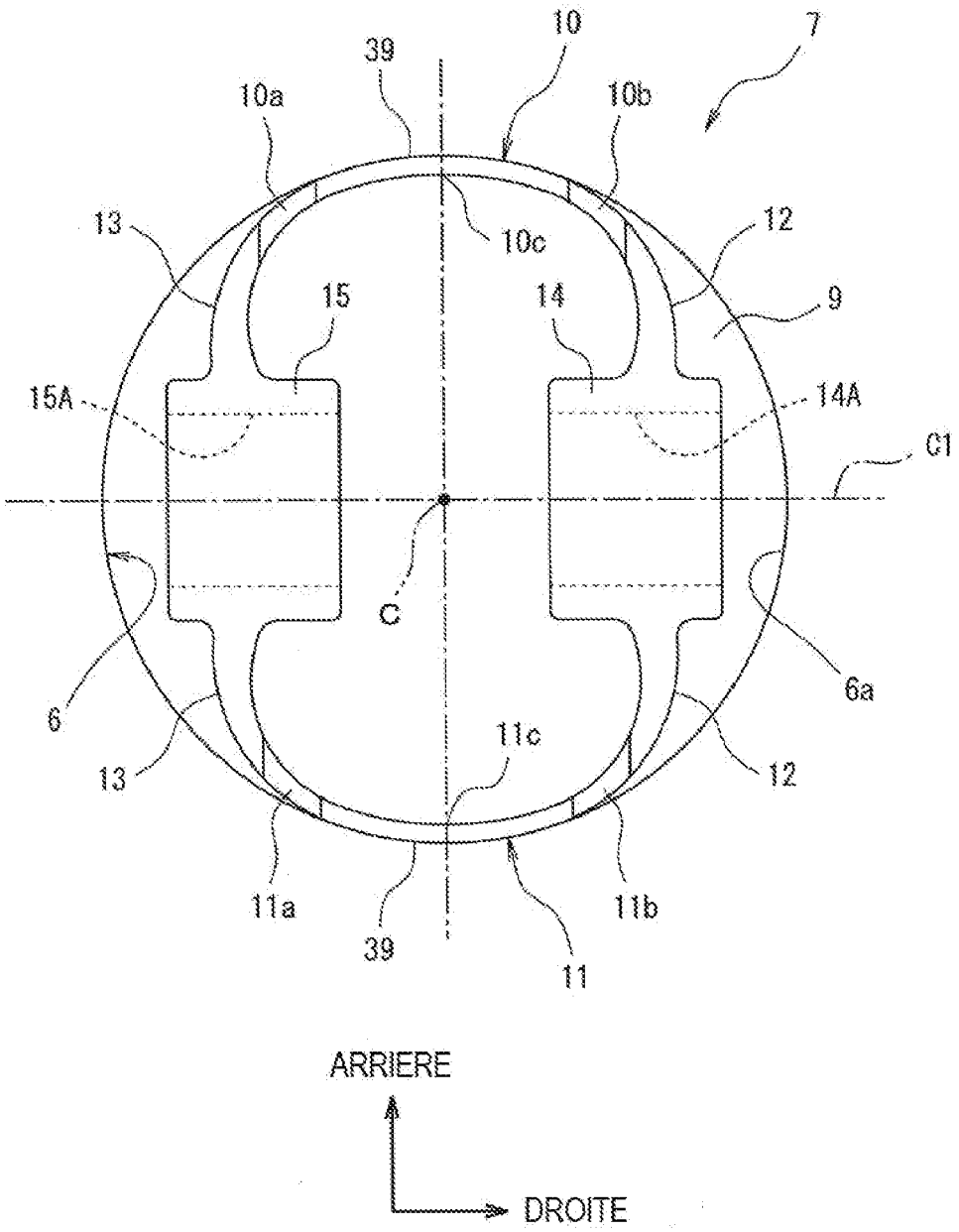
[Fig. 3]

FIG. 3


C
IV
7
31
34
32
34
33
9
14
15
42
41
C1
15A
14A
15
42
14
13
12
10a
10
41
39
10b
10c
IV
HAUT
DROITE

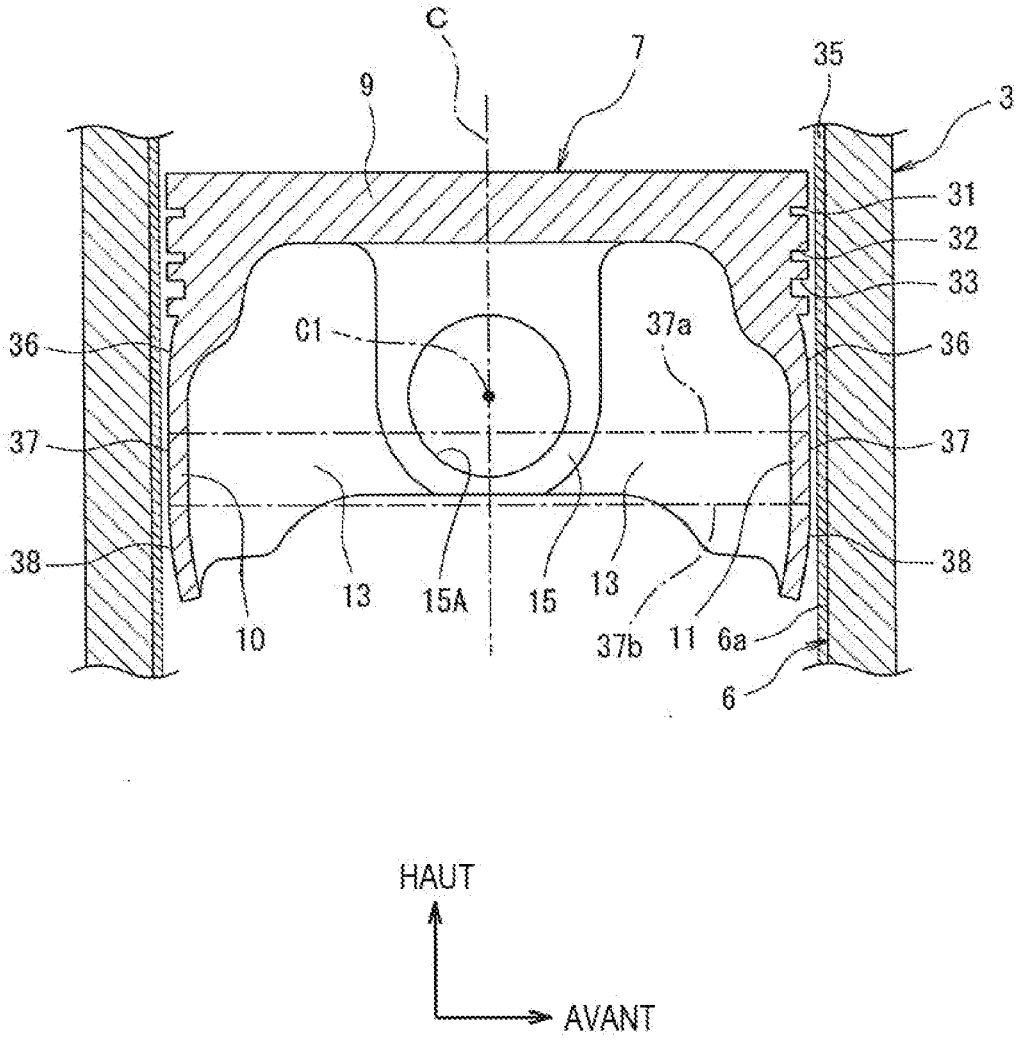
[Fig. 4]

FIG. 4


10
7
39
10a
10b
13
10c
12
15
14
9
15A
14A
C1
C
6
6a
13
11c
12
11a
39
11b
11
ARRIERE
DROITE

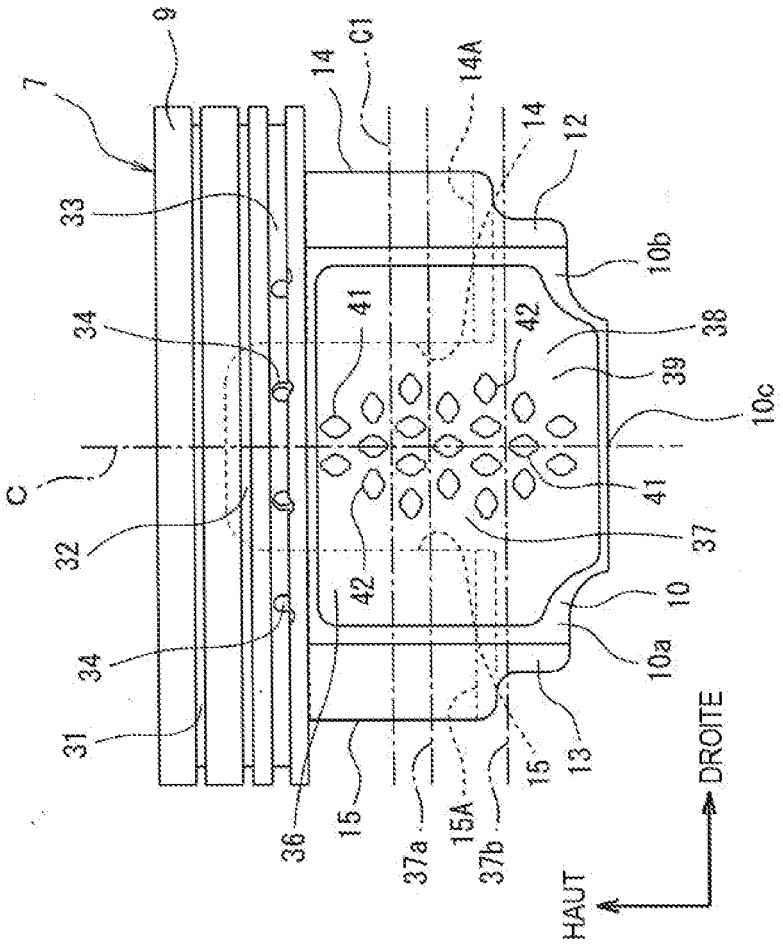
[Fig. 5]

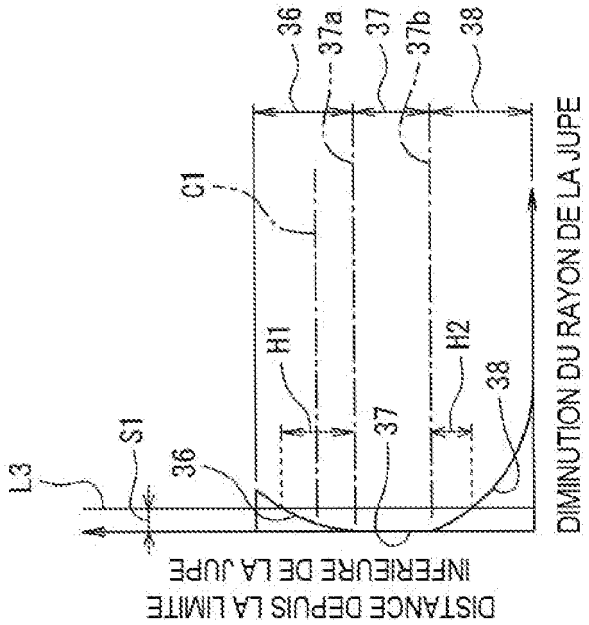
FIG. 5


C
7
9
35
3
31
32
33
C1
37a
36
36
37
37
38
38
13
15A
15
13
10
37b
11
6a
6
HAUT
AVANT

[Fig. 6]

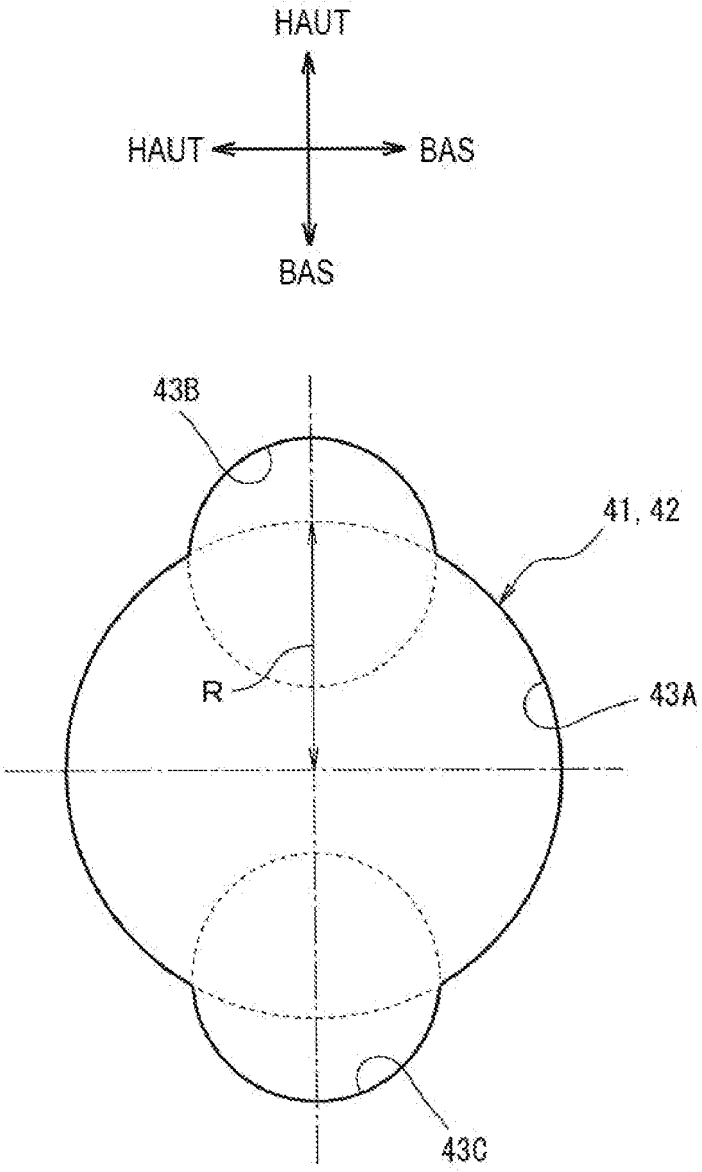
FIG. 6


DROITE
HAUT
C
C1
C2
C3
7
9
10
10a
10b
10c
12
13
14
14A
15
15A
31
32
33
34
36
37
37a
37b
38
39
41
42


DISTANCE DEPUIS LA LIMITE INFERIEURE DE LA JUPE
DIMINUTION DU RAYON DE LA JUPE
L3
S1
H1
H2
C1
36
37
37a
37b
38

[Fig. 7]

FIG. 7



[Fig. 8]

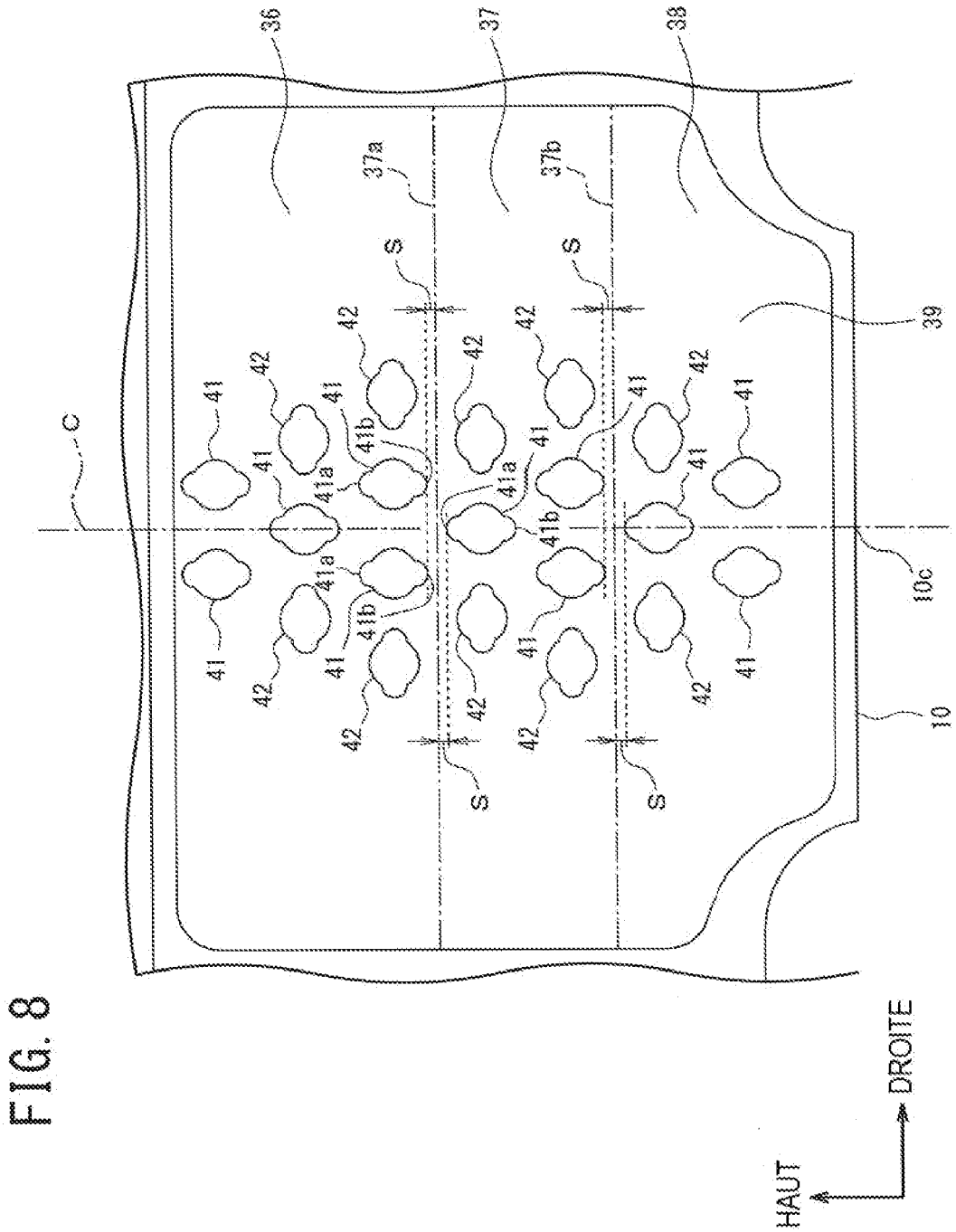
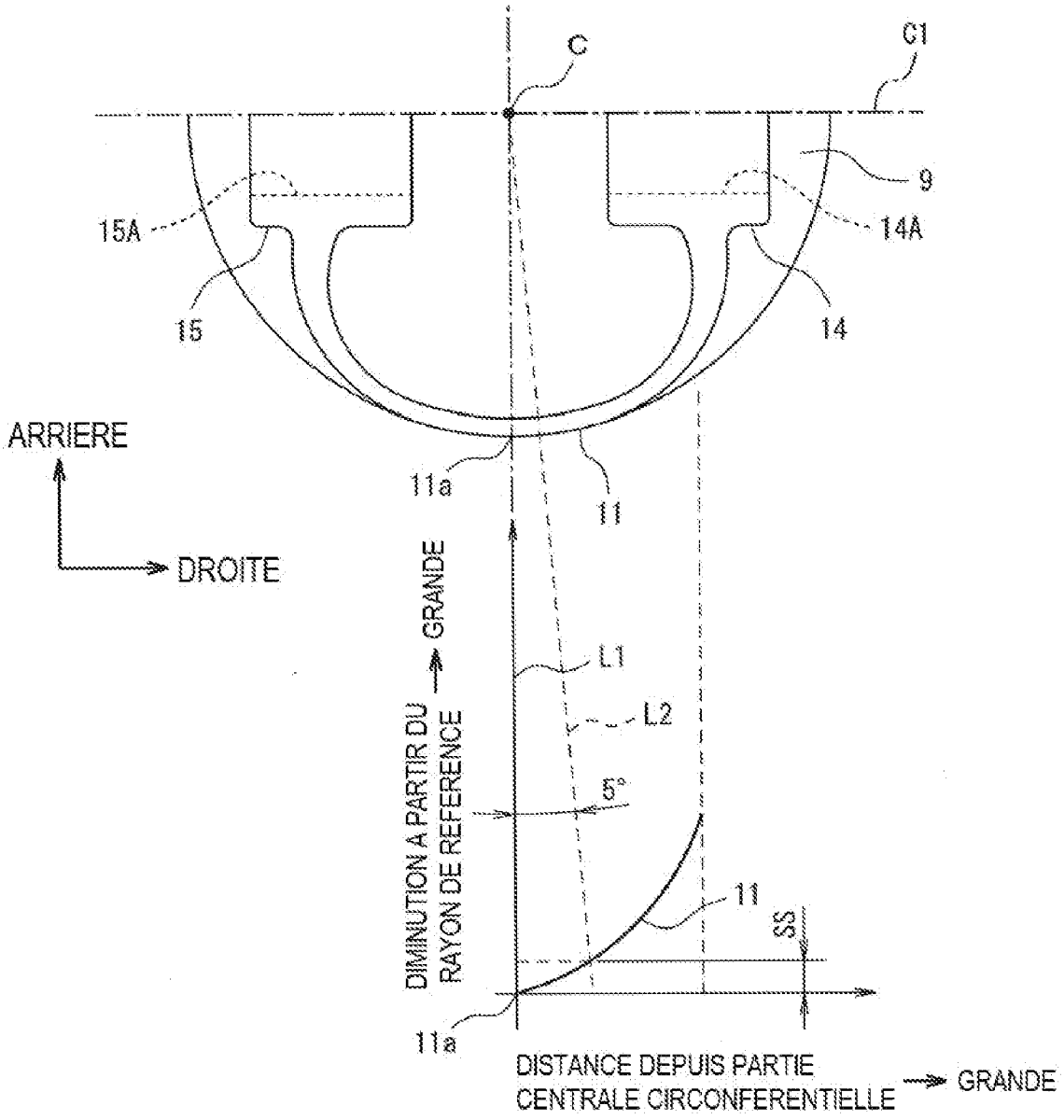


FIG. 8

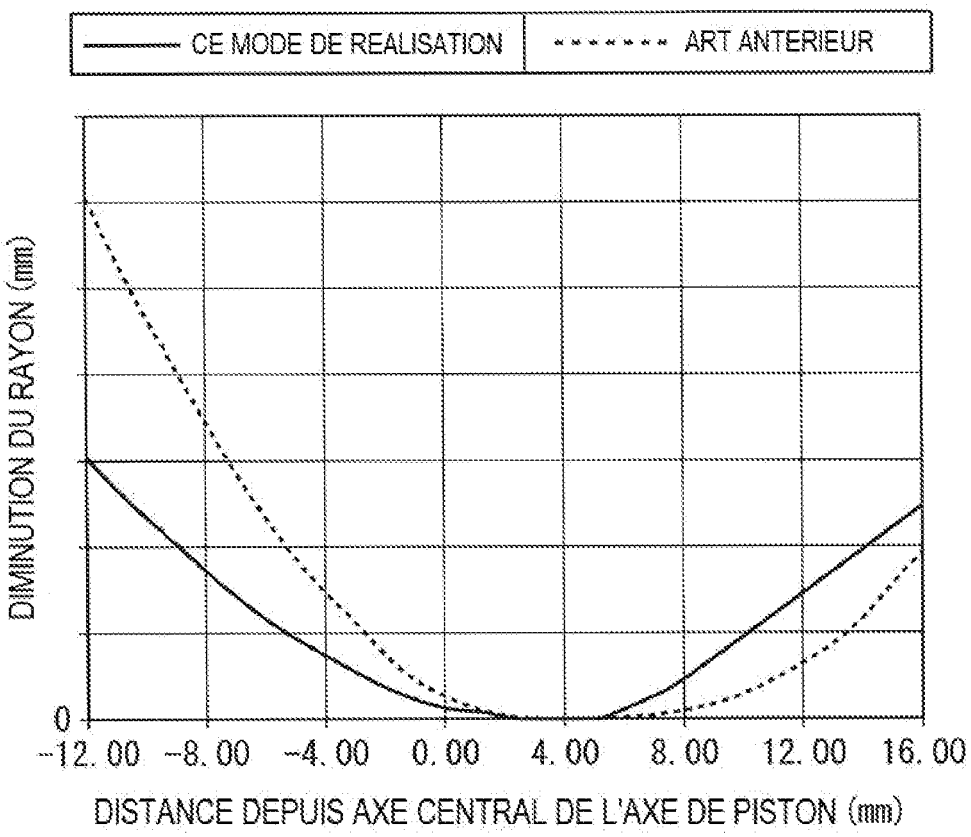
[Fig. 9]

FIG. 9


C
C1
9
15A
14A
15
14
ARRIERE
DROITE
11a
11
DIMINUTION A PARTIR DU RAYON DE REFERENCE
GRANDE
L1
L2
5°
11
SS
11a
DISTANCE DEPUIS PARTIE CENTRALE CIRCONFERENTIELLE
GRANDE

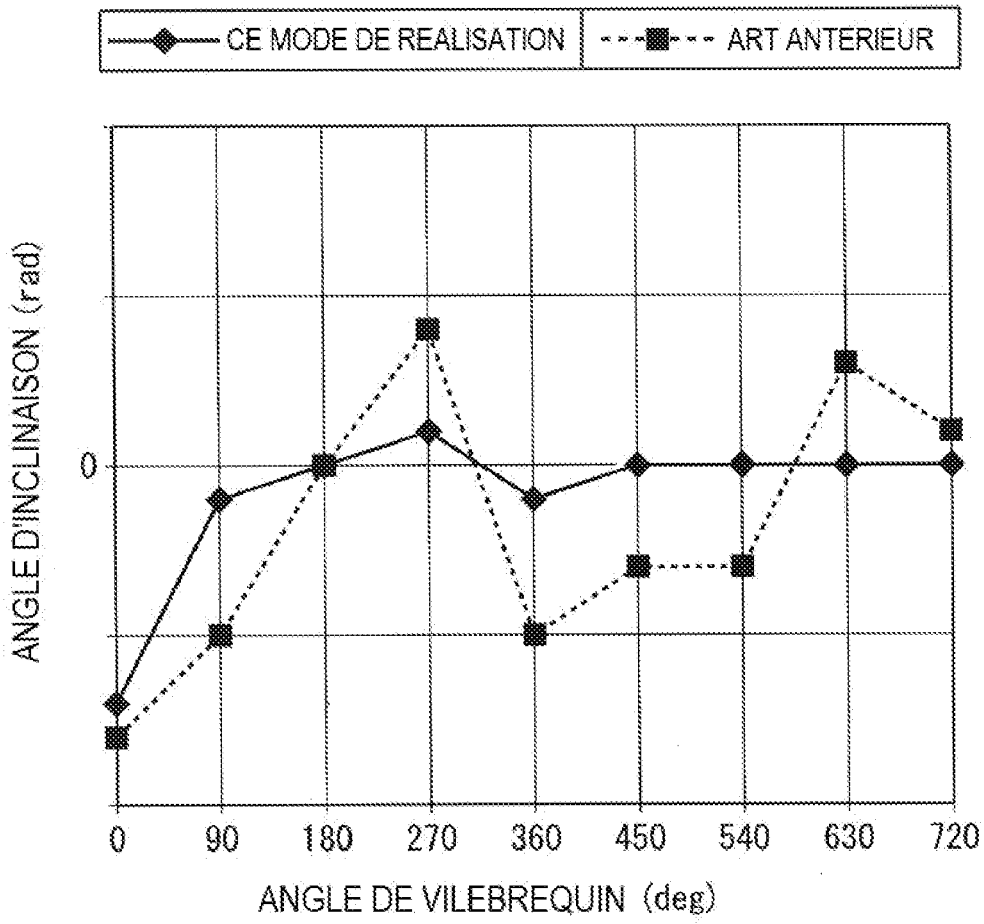
[Fig. 10]

FIG. 10


CE MODE DE REALISATION
ART ANTERIEUR
DIMINUTION DU RAYON (mm)
0
-12.00
-8.00
-4.00
0.00
4.00
8.00
12.00
16.00
DISTANCE DEPUIS AXE CENTRAL DE L'AXE DE PISTON (mm)

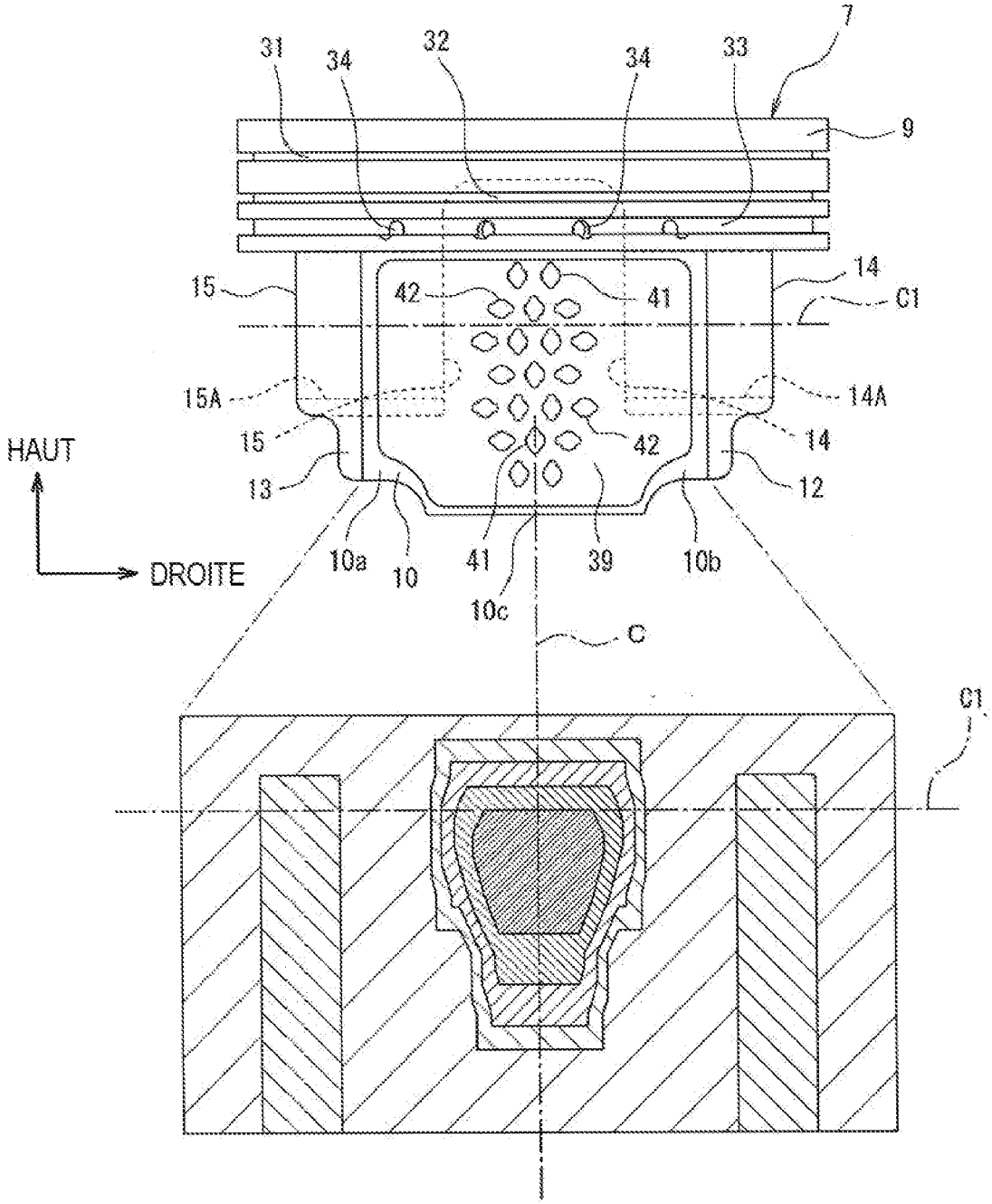
[Fig. 11]

FIG. 11


CE MODE DE REALISATION
ART ANTERIEUR
ANGLE D'INCLINAISON (rad)
0
0
90
180
270
360
450
540
630
720
ANGLE DE VILEBREQUIN (deg)

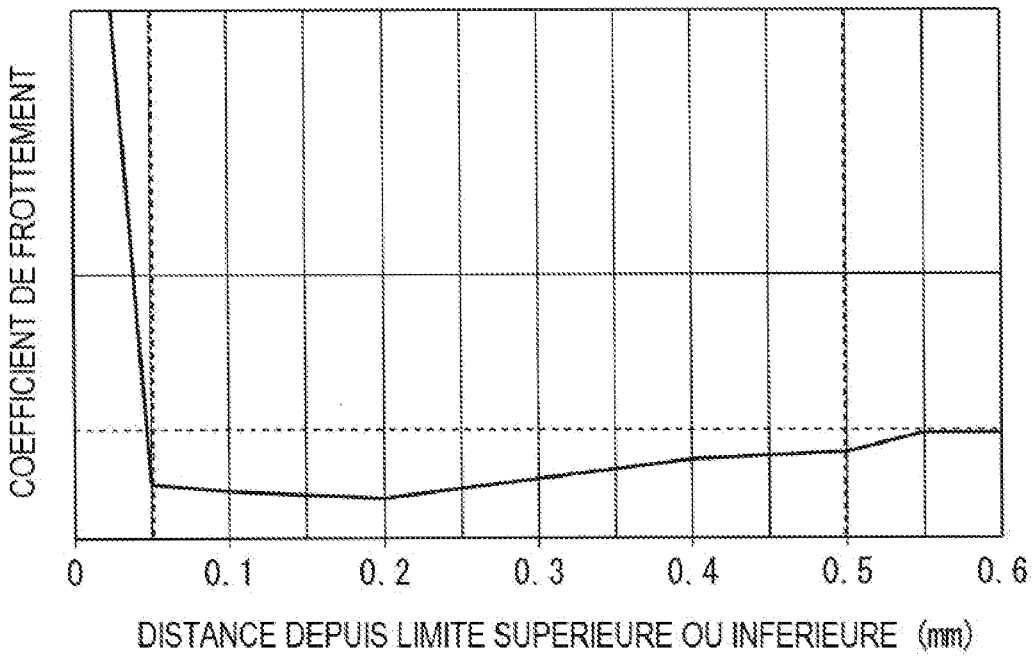
[Fig. 12]

FIG. 12


7
31
34
32
34
33
9
14
15
42
41
C1
15A
14A
15
42
14
13
12
HAUT
DROITE
10a
10
41
39
10b
10c
C
C1

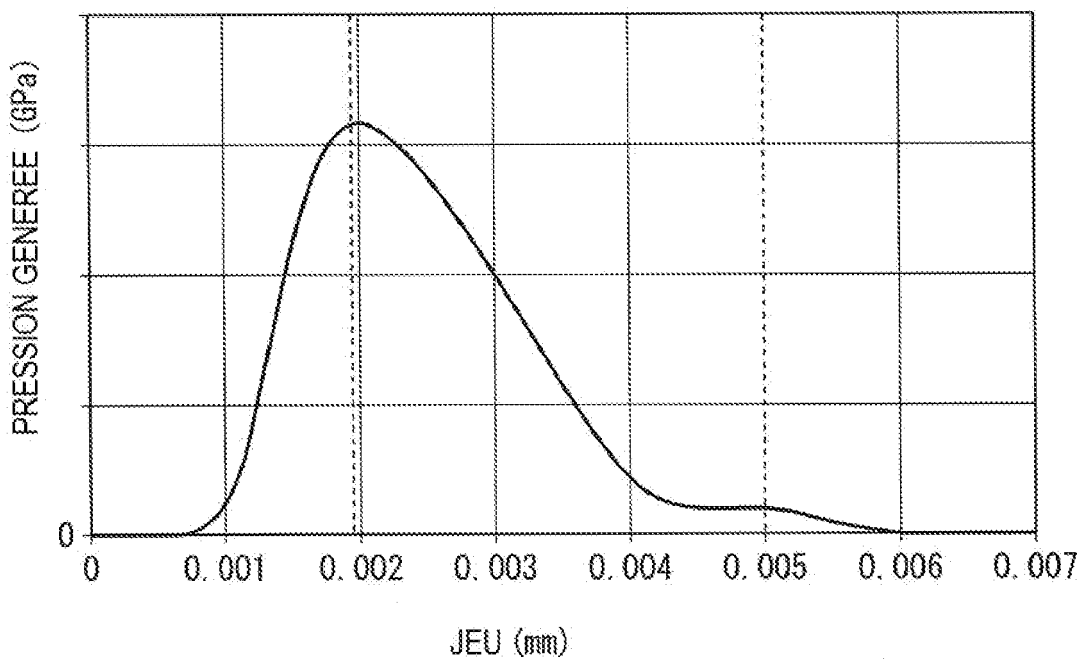
[Fig. 13]

FIG. 13


COEFFICIENT DE FROTTEMENT
0
0.1
0.2
0.3
0.4
0.5
0.6
DISTANCE DEPUIS LIMITE SUPERIEURE OU INFERIEURE (mm)

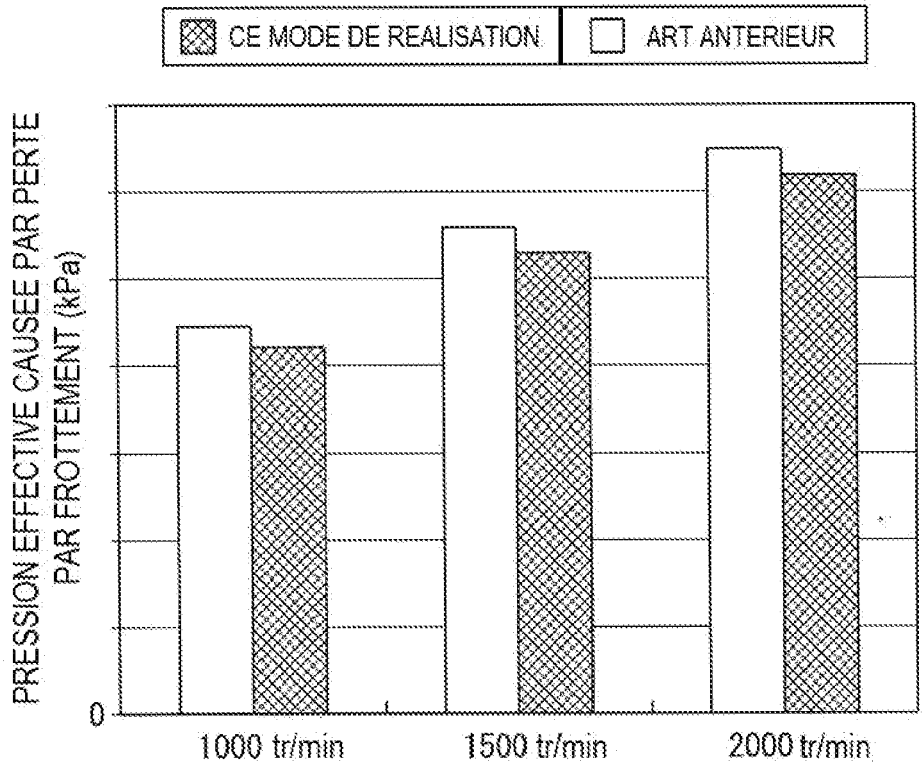
[Fig. 14]

FIG. 14


PRESSION GENEREE (GPa)
0
0
0.001
0.002
0.003
0.004
0.005
0.006
0.007
JEU (mm)

[Fig. 15]

FIG. 15


CE MODE DE REALISATION
ART ANTERIEUR
PRESSION EFFECTIVE CAUSEE PAR PERTE PAR FROTTEMENT (kPa)
0
1000 tr/min
1500 tr/min
2000 tr/min