(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

COURBEVOIE

(11) **N° de publication :** ***3 149 728***

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

(21) **N° d'enregistrement national :** **23 05903**

(51) Int Cl[8] : ***H 01 T 13/40*** *(2023.01), H 01 T 13/02*

(12) DEMANDE DE BREVET D'INVENTION A1

(22) **Date de dépôt :** 12.06.23.

(30) **Priorité :**

(43) **Date de mise à la disposition du public de la demande :** 13.12.24 Bulletin 24/50.

(56) **Liste des documents cités dans le rapport de recherche préliminaire :** *Se reporter à la fin du présent fascicule*

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

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

(71) **Demandeur(s) :** *RENAULT s.a.s Société par actions simplifiée* — FR.

(72) **Inventeur(s) :** GENCARELLI Antonio, PRUNIER Thierry et SANCHES Laurent.

(73) **Titulaire(s) :** RENAULT s.a.s Société par actions simplifiée.

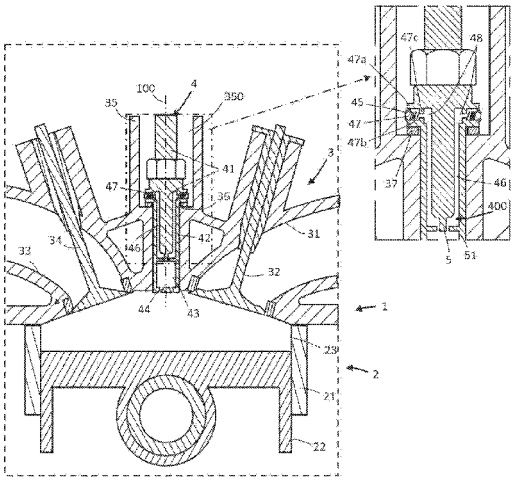
(74) **Mandataire(s) :** NOVAIMO.

(54) Bougie d'allumage pour moteur à allumage commandé.

(57) Titre : Bougie d'allumage pour moteur à allumage commandé

Bougie d'allumage (4) pour moteur (2) à allumage commandé comprenant un corps (41) électriquement isolant, un culot (42) délimitant une préchambre (43) d'allumage passive, la bougie d'allumage (4) comprenant, en outre, au moins un orifice (45) disposé dans le culot (42) et au moins un canal (46) configurés pour permettre la circulation d'un flux d'air de vidange (FV) au travers d'au moins une partie de la bougie d'allumage (4) et au moins un moyen de régulation (47) de la circulation du flux d'air de vidange (FV) disposé au niveau de l'au moins un orifice (45) et apte à contrôler de manière passive la circulation dudit flux.

Figure de l'abrégé : Figure 1



FR 3 149 728 - A1

Description

Titre de l'invention : Bougie d'allumage pour moteur à allumage commandé

[0001] L'invention concerne une bougie d'allumage, particulièrement à préchambre passive, pour moteur à allumage commandé ainsi qu'une culasse de moteur à allumage commandé comprenant une telle bougie. L'invention concerne, en outre, un moteur équipé de ladite bougie d'allumage et/ou ladite culasse. L'invention porte enfin sur un procédé de fonctionnement d'un tel moteur

[0002] L'amélioration du rendement des moteurs thermiques à allumage commandé est l'un des enjeux de l'évolution de l'industrie automobile et l'augmentation du rapport volumétrique constitue un axe de progrès dans ce domaine. L'augmentation du rapport volumétrique d'un moteur thermique s'accompagne néanmoins de difficultés telles que des phénomènes d'autoallumage du carburant, aussi qualifiés de cliquetis, susceptibles d'endommager le moteur.

[0003] L'une des solutions à ces difficultés consiste à utiliser des bougies à préchambre, plus particulièrement des bougies dont la préchambre est de type passif, c'est-à-dire qui ne comporte pas de dispositif d'injection de carburant directement dans la préchambre. Un inconvénient de telles bougies réside dans le fait que des gaz brûlés résiduels, ou GBR, s'accumulent graduellement dans la préchambre jusqu'à des taux suffisamment élevés pour impacter la combustion du mélange carburé, voire la rendre impossible.

[0004] L'invention s'inscrit dans ce contexte et vise à proposer une alternative aux bougies à préchambre, notamment passive, apte à évacuer des gaz brûles résiduels présents dans la préchambre à l'issu de cycles de combustion de sorte à garantir une bonne qualité de mélange carburé dans la préchambre avant l'allumage de la bougie.

[0005] L'invention concerne une bougie d'allumage pour moteur à allumage commandé comprenant un corps électriquement isolant et un culot électriquement conducteur, ledit culot délimitant une préchambre d'allumage comprenant au moins un trou apte à permettre au moins le passage d'un mélange carburé entre une chambre de combustion d'un cylindre et la préchambre. La bougie d'allumage comprend, en outre au moins un orifice et au moins un canal, l'au moins un orifice traversant une paroi du culot et étant apte à être en connexion fluidique avec la préchambre par l'intermédiaire de l'au moins un canal de sorte à permettre la circulation d'un flux d'air de vidange au moins au travers de la préchambre. La bougie d'allumage comprend également au moins un moyen de régulation de la circulation du flux d'air de vidange disposé au niveau de l'au moins un orifice et apte à contrôler de manière passive la circulation dudit flux.

[0006] Notamment, l'au moins un canal peut être délimité par le culot et/ou le corps électriquement isolant.

[0007] Notamment, le culot et/ou le corps peuvent s'étendre le long d'une première direction, la bougie d'allumage comprenant, en outre, au moins une électrode primaire et au moins une électrode de masse, l'au moins un orifice et l'au moins un moyen de régulation étant disposés de sorte que, le long de la première direction, l'au moins une électrode de masse est interposée entre l'au moins un orifice d'une part et l'au moins un trou de la préchambre d'autre part.

[0008] Optionnellement, la bougie d'allumage comprend, en outre, au moins un volume intermédiaire interposé entre l'au moins un orifice et tout ou partie de l'au moins un canal, le volume intermédiaire étant délimité par le culot et/ou le corps électriquement isolant et le volume intermédiaire étant relié à l'au moins un canal et à la préchambre par une connexion fluidique.

[0009] Selon un exemple de réalisation, l'au moins un moyen de régulation de la circulation du flux d'air de vidange est un clapet anti-retour comprenant au moins une bille et un ressort.

[0010] L'invention concerne également une culasse pour moteur à allumage commandé comprenant au moins une soupape d'admission, une soupape d'échappement et au moins un puits délimitant un premier volume, une première extrémité dudit puits comprenant une ouverture configurée pour déboucher dans une chambre de combustion d'un cylindre, la culasse comprenant, en outre, au moins une bougie d'allumage selon l'invention disposée dans le premier volume au niveau de ladite ouverture de sorte que l'au moins un orifice s'étende dans le premier volume et de sorte que la préchambre est configurée pour mettre en œuvre une connexion fluidique avec la chambre de combustion du cylindre.

[0011] Notamment, une deuxième extrémité, opposée à la première extrémité, de l'au moins un puits de bougie est au moins partiellement ouverte de sorte à permettre l'entrée d'un flux d'air de vidange dans le premier volume, ladite deuxième extrémité étant configurée pour limiter, voire empêcher, l'entrée de liquide et/ou de particules.

[0012] L'invention concerne encore un moteur à allumage commandé comprenant une culasse selon l'invention, au moins un cylindre délimitant une chambre de combustion et un piston mobile disposé dans l'au moins un cylindre, l'ouverture de la culasse et la préchambre de l'au moins une bougie d'allumage débouchant dans la chambre de combustion.

[0013] Optionnellement, le moteur comprend, en outre, un dispositif de commande de la soupape d'admission apte à contrôler une ouverture, notamment un retard d'ouverture, de ladite soupape.

[0014] L'invention concerne enfin un procédé de fonctionnement d'un moteur à allumage

commandé tel qu'exposé plus haut, comprenant :
- une phase d'admission d'un flux d'air d'admission dans le cylindre comprenant une étape de génération d'une dépression dans le cylindre de sorte à permettre la circulation d'un flux d'air de vidange depuis le premier volume vers la chambre de combustion en passant par la préchambre de la bougie d'allumage, le flux d'air de vidange étant apte à expulser des gaz brulés résiduels accumulés dans la préchambre et/ou dans la bougie d'allumage ;
- une phase de compression comprenant une augmentation de la pression dans le cylindre de sorte qu'une partie d'un mélange carburé est envoyée dans la préchambre et comprenant l'allumage dudit mélange dans la préchambre ; puis
- une phase de détente dans laquelle le mélange carburé compris dans le cylindre s'enflamme ; puis
- une phase d'échappement comprenant la remontée du piston en position haute de sorte à déplacer des gaz brulés résiduels présents dans la chambre de combustion du cylindre au moins vers la préchambre de la bougie d'allumage.

[0015] D'autres détails, caractéristiques et avantages ressortiront plus clairement à la lecture de la description détaillée donnée ci-après, à titre indicatif et non limitatif, en relation avec les différents exemples de réalisation illustrés sur les figures suivantes :

[0016] La [Fig.1] est une représentation schématique d'un mode de réalisation d'un véhicule équipé d'un moteur à allumage commandé et d'une bougie d'allumage à préchambre.

[0017] La [Fig.2] est une représentation schématique d'un fonctionnement du moteur lors d'une phase d'admission.

[0018] La [Fig.3] est une représentation schématique d'un fonctionnement du moteur lors d'une phase d'échappement.

[0019] La [Fig.1] illustre schématiquement un exemple de réalisation d'un véhicule 1 automobile selon l'invention. Le véhicule 1 automobile est notamment équipé d'un moteur 2 à allumage commandé selon l'invention. Le moteur 2 à allumage commandé est un moteur thermique de tout type. De même, le véhicule 1 peut être de tout type, par exemple, un véhicule particulier, un véhicule utilitaire, un camion ou un bus. Notamment, le véhicule 1 considéré peut être un véhicule connecté et/ou autonome.

[0020] De manière classique, le moteur 2 à allumage commandé comprend au moins un cylindre 21 dans lequel est disposé un piston 22 mobile. L'au moins un cylindre 21 délimite une chambre de combustion 23 dans laquelle est déplacé le piston 22 et dans laquelle est injecté un mélange air-carburant.

[0021] Le moteur 2 comprend également une culasse 3. Selon un exemple de réalisation, la culasse 3 comprend, de manière connue, un conduit d'admission 31 équipé d'une soupape d'admission 32 et un conduit d'échappement 33 équipé d'une soupape d'échappement 34. La culasse 3 est montée dans le moteur 2 de sorte à permettre la

mise en œuvre d'une connexion fluidique entre le conduit d'admission 31 et le conduit d'échappement 33 d'une part, et la chambre de combustion 23 de l'au moins un cylindre 21 d'autre part. De manière classique, la soupape d'admission 32 et la soupape d'échappement 34 sont montées mobiles et sont aptes à permettre ou entraver la connexion fluidique entre le conduit dans lequel elles sont équipées et la chambre de combustion 23.

[0022] Également, la culasse 3 comprend au moins une bougie d'allumage 4 selon l'invention et un puits 35 configuré pour loger une telle bougie. Le puits 35 délimite un premier volume 350 ouvert sur un côté et apte à recevoir tout ou partie de la bougie d'allumage 4. Particulièrement, une première extrémité du puits 35 comprend une ouverture 36 configurée pour déboucher sur la chambre de combustion 23 de l'au moins un cylindre 21 lorsque la culasse 3 est équipée dans le moteur 2.

[0023] Une deuxième extrémité du puits 35, non représentée, opposée à la première extrémité, est optionnellement mais préférentiellement au moins en partie obturée de sorte à prévenir l'entrée de liquides et de particules, susceptibles d'affecter le fonctionnement de la bougie d'allumage 4, au sein dudit puits 35. En outre, le puits 35 est configuré de sorte à permettre l'entrée d'un flux d'air, dit flux d'air de vidange FV, tel que davantage détaillé ci-après dans le premier volume 350 du puits 35. A cet fin, la deuxième extrémité du puits 35 est au moins en partie ouverte et comprend, de manière optionnelle, au moins un passage de flux d'air de vidange FV adapté pour permettre le passage du flux d'air de vidange FV tout en limitant le risque de passage de liquides et de particules.

[0024] Il est entendu que la description ci-après est faite en référence à une bougie d'allumage 4 du moteur 2, disposée dans un puits 35 de bougie en regard d'un cylindre 21 considéré. Elle s'étend néanmoins à un moteur 2 à allumage commandé comprenant une pluralité de cylindres 21 chacun équipé d'un piston 22 et, par voie d'extension, à une culasse 3 comprenant une pluralité de puits 35, de bougies d'allumage 4, de soupapes d'admission 32 et soupapes d'échappement 34.

[0025] De manière générale, la bougie d'allumage 4 selon l'invention comprend au moins un corps 41 électriquement isolant et un culot 42 électriquement conducteur s'étendant le long d'une première direction 100, ledit culot 42 délimitant une préchambre 43 d'allumage. La préchambre 43 d'allumage comprend au moins un trou 44 apte à permettre, d'une part, au moins le passage d'un mélange air-carburant entre la chambre de combustion 23 du cylindre 21 et la préchambre 43 et, d'autre part, le passage du flux d'air de vidange FV vers la chambre de combustion 23.

[0026] La bougie est disposée dans le puits 35 de la culasse 3 de sorte à s'étendre au moins en partie dans le premier volume 350. Particulièrement, la bougie est disposée au niveau de l'ouverture 36 de manière telle que, au sein du moteur 2, la préchambre 43

est en connexion fluidique avec la chambre de combustion 23 du cylindre 21 par l'intermédiaire de l'au moins un trou 44. Optionnellement mais préférentiellement, la culasse 3 comprend au moins un organe d'étanchéité 37, disposé à l'interface entre la bougie d'allumage 4 et la culasse 3, par exemple autour de la bougie d'allumage 4 et/ ou au niveau de l'ouverture 36, de sorte à prévenir la circulation d'un flux de gaz de combustion de la chambre de combustion 23 vers le puits 35 de la bougie d'allumage 4, ou autrement dit le premier volume 350, lors des phases de compression, de détente et d'échappement, dans lesquelles la pression dans le cylindre est supérieure à la pression atmosphérique, et inversement, la circulation d'un flux d'air frais circulant du puits 35, ou premier volume 350, vers la chambre de combustion 23 lors d'une phase du cycle moteur dans laquelle le cylindre 21 peut être en dépression, par exemple lors de la phase d'admission.

[0027] Le corps 41 présente une forme allongée s'étendant le long de la première direction 100. Lorsque la bougie d'allumage 4 est disposée dans la culasse 3 et le moteur 2, le corps 41 comprend, par exemple, une extrémité supérieure au niveau de laquelle la connexion électrique de la bougie d'allumage 4 peut être réalisée et une extrémité inférieure, opposée. Le corps 41 est réalisé dans un matériau électriquement isolant, tel que de la céramique, notamment à base d'alumine.

[0028] Le culot 42 est réalisé dans un matériau électriquement conducteur, notamment un matériau métallique. Le culot 42 comprend une paroi ou plusieurs parois s'inscrivant dans une forme au moins en partie creuse configurée pour entourer tout ou partie du corps 41. Par exemple, le culot 42 présente une forme au moins en partie cylindrique, ou sensiblement cylindrique. Le culot 42 et le corps 41 s'étendent par exemple le long d'une même direction, ici la première direction, et sont par exemple concentriques.

[0029] Le culot 42 délimite notamment un volume interne 400 de la bougie d'allumage 4 comprenant notamment la préchambre 43 d'allumage de la bougie. De manière classique, on entend par « préchambre » une chambre comprise dans la bougie d'allumage 4 au niveau de laquelle un mélange carburé, aussi qualifié de mélange air-carburant, est introduit par l'intermédiaire de l'au moins un trou 44 puis allumé à l'aide d'une étincelle. Un jet de gaz de combustion chauds est alors produit et est ensuite délivré à un environnement extérieur, à savoir ici la chambre de combustion 23 du cylindre 21, par l'intermédiaire de l'au moins un trou 44. En particulier, selon l'invention, la préchambre 43 est une chambre passive c'est-à-dire une préchambre 43 dépourvue de dispositif d'alimentation de carburant, ou injecteur, permettant d'injecter le carburant directement dans la préchambre 43.

[0030] La bougie d'allumage 4 comprend, en outre, au moins un orifice 45 et au moins un canal 46 fluidiquement reliés l'un à l'autre et à la préchambre 43. Autrement dit, l'au moins un orifice traverse de part en part une paroi du culot 42 et est apte à être en

connexion fluidique avec la préchambre 43 par l'intermédiaire de l'au moins un canal 46. L'au moins un orifice 45 et l'au moins un canal 46 sont configurés pour permettre la circulation du flux d'air de vidange FV au travers du volume interne 400 de la bougie, particulièrement au travers de la préchambre 43 et de l'au moins un trou 44. On qualifie de « flux d'air de vidange » le flux d'air issu du premier volume 350 circulant au travers de la bougie d'allumage 4, particulièrement au travers de la préchambre 43, afin d'évacuer vers la chambre de combustion 23 tout gaz brulés résiduels susceptibles d'être accumulés dans la bougie d'allumage 4, particulièrement dans la préchambre 43. Le flux d'air de vidange FV circule ainsi du premier volume 350 du puits 35 de bougie à la chambre de combustion 23 en passant par le volume interne 400 de la bougie d'allumage 4, et non dans l'environnement extérieur à celle-ci, de sorte à permettre le nettoyage de la préchambre 43. L'au moins un canal 46 permet ainsi la circulation du flux de vidange FV du puits 35 de la bougie 4 vers la chambre de combustion 23 en balayant des gaz brûlés accumulés dans la préchambre 43 lors d'une combustion précédente vers la chambre de combustion 23.

[0031] Notamment, l'au moins un orifice 45 est disposé dans l'une des parois du culot 42 de sorte que, lorsque la bougie d'allumage 4 est équipée dans le véhicule 1, l'au moins un orifice 45 s'étend dans le premier volume 350 de l'au moins un puits 35 de la culasse 3.

[0032] Selon un exemple de réalisation particulier, l'au moins un canal 46 est délimité par le culot 42 et/ou le corps 41 électriquement isolant. Par exemple, l'au moins un canal 46 s'étend en partie le long de la première direction 100. L'au moins un canal 46 et l'au moins un orifice 45 sont directement ou indirectement reliés et sont configurés pour mettre en œuvre une connexion fluidique entre le premier volume 350 et la préchambre 43 de sorte à permettre le passage du flux d'air de vidange FV. Par voie de conséquence, l'au moins un orifice 45 et l'au moins un canal 46 sont apte à réaliser la connexion fluidique entre le premier volume 350 de la culasse 3 et la chambre de combustion 23 de l'au moins un cylindre 21.

[0033] Tel qu'illustré, la bougie d'allumage 4 comprend, optionnellement, une pluralité d'orifices 45 et de canaux 46 tels qu'exposés ci-dessus. Selon un exemple de réalisation non limitatif, la bougie d'allumage 4 comprend deux orifices 45 et deux canaux 46. Les orifices 45 sont, par exemple, répartis sur une périphérie du culot 42.

[0034] La bougie d'allumage 4 selon l'invention comprend, en outre, au moins un moyen de régulation 47 de la circulation du flux d'air de vidange FV. Le moyen de régulation 47 est disposé sur le passage du flux d'air de vidange FV, au sein de la bougie d'allumage 4, notamment du volume interne 400 de la bougie d'allumage 4, de sorte à contrôler de manière passive la circulation dudit flux. On entend ici par « contrôler » la possibilité d'entraver la circulation dudit flux de sorte à interrompre la connexion fluidique entre

le premier volume 350 et la chambre de combustion 23 ou la possibilité de permettre la circulation dudit flux depuis le premier volume 350 vers la chambre de combustion 23. On entend par un contrôle « passif » qu'il ne requiert pas un actionnement motorisé.

[0035] L'au moins un moyen de régulation 47 est notamment disposé au niveau de l'au moins un orifice 45, par exemple en regard et/ou aux abords de celui-ci. Par exemple, l'au moins un moyen de régulation 47 est configuré pour fermer l'au moins un orifice 45 de sorte à interrompre la circulation du flux d'air de vidange FV. L'au moins un moyen de régulation 47 est alors en contact de bords de l'au moins un orifice 45. Aussi, de manière préférentielle, la bougie d'allumage 4 comprend autant de moyens de régulation 47 que d'orifice 45, chacun desdits moyen de régulation 47 étant disposé au niveau de l'un des orifices 45.

[0036] Selon un exemple de réalisation préférentiel, illustré, l'au moins un moyen de régulation 47 est un clapet anti-retour comprenant au moins une bille 47a et un ressort 47b. Le ressort 47b est notamment disposé en appui sur une surface intermédiaire 47c, formée par une paroi du culot 42 et/ou par le corps 41, afin de maintenir le ressort 47b. La bille 47a est d'une part disposée en appui des bords de l'au moins un orifice 45 et, d'autre part, en appui du ressort 47b de sorte à maintenir la bille 47a dans le volume interne 400 de la bougie d'allumage 4. La bille 47a est ainsi configurée pour être déplacée entre une configuration « fermée », dans laquelle la bille 47a est en appui des bords de l'au moins un orifice 45 afin de fermer celui-ci et interrompre la circulation du flux d'air de vidange FV dans le volume interne 400, et une configuration « ouverte », dans laquelle la bille 47a exerce un effort contre le ressort 47b et s'étend à distance non nulle de l'au moins un orifice 45 de sorte à permettre le passage du flux d'air de vidange FV dans le volume interne 400.

[0037] Tel que davantage exposé ci-après, en référence au procédé selon l'invention, le moyen de régulation 47 est actionné de manière passive, ici par déplacement de la bille 47a, en fonction d'une pression différentielle définie entre une pression mesurée dans le premier volume 350 et une pression mesurée dans la chambre de combustion 23. Par exemple, le ressort 47b est au préalable taré afin de permettre d'actionner le moyen de régulation 47 lorsqu'une dépression est générée dans la chambre de combustion 23, et par extension dans le volume interne 400 et la préchambre 43 de la bougie d'allumage 4, au moment d'une phase d'admission du cycle moteur 2. On entend ici par « dépression » l'abaissement de la pression à une valeur strictement inférieure à la pression atmosphérique. Ainsi, le ressort 47b est très faiblement taré et sert à maintenir la bille 47a en place au sein de la bougie d'allumage 4. La bille 47a est soumise à la pression atmosphérique du côté du puits 35, ou premier volume 350, et à la pression du cylindre 21 du côté de la préchambre 43. De la sorte, dès que la pression dans le cylindre 21 devient inférieure à la pression atmosphérique, la bille 47a est aspirée vers

celui-ci et libère le passage au flux d'air de vidange FV. Particulièrement, lorsqu'une dépression est générée dans la chambre de combustion 23, la bille 47a est aspirée vers la chambre de combustion 23 par l'intermédiaire des passages existant dans le volume interne 400 de la bougie d'allumage 4, à savoir notamment par l'intermédiaire de l'au moins un canal 46 et la préchambre 43. La bille 47a est alors délacée contre le ressort 47b et comprime celui-ci contre la surface intermédiaire 47c.

[0038] A noter que, dans le cas d'un moteur 2 suralimenté, l'admission se fait à une pression qui peut être supérieure à la pression atmosphérique selon les conditions de fonctionnement. Il est alors nécessaire, tel que davantage exposé ci-après, de retarder l'ouverture de la soupape d'admission 32 pour générer une pression, dans le cylindre 21, adaptée qui soit inférieure à la pression atmosphérique du fait de la descente du piston 22.

[0039] De manière classique, la bougie d'allumage 4 comprend, en outre, au moins une électrode primaire 5 et au moins une électrode de masse 51. L'électrode primaire 5 s'étend, par exemple, au travers du corps 41. L'au moins une électrode de masse 51 est comprise dans le culot 42 et définit, relativement à l'au moins une électrode primaire 5, un espace inter-électrodes primaire, c'est-à-dire un interstice, ou espace, séparant deux électrodes n'étant pas en contact destiné à être le siège d'étincelles entre lesdites électrodes. Par exemple, l'au moins une électrode de masse 51 est issue d'une surface interne du culot 42, tournée vers le volume interne 400, et s'étend dans ledit volume. Il est entendu que la bougie d'allumage 4 peut comprendre une pluralité d'électrodes primaires 5 et/ou d'électrodes de masse 51.

[0040] Le véhicule 1 est, optionnellement, équipé d'un système d'allumage commandé comprenant une unité de commande d'allumage et un circuit électrique haute tension configuré pour alimenter en énergie électrique l'au moins une électrode primaire 5 de la bougie d'allumage 4.

[0041] Selon le mode de réalisation préférentiel illustré, l'au moins un orifice 45 et l'au moins un moyen de régulation 47 sont disposés de sorte que, le long de la première direction 100, l'au moins une électrode de masse 51 est interposée entre l'au moins un orifice 45 d'une part et l'au moins un trou 44 de la préchambre 43 d'autre part. Notamment, l'au moins un orifice 45 et l'au moins un moyen de régulation 47 s'étendent à distance non nulle de la préchambre 43 de la bougie d'allumage 4. Par exemple, l'au moins un orifice 45 est disposé dans une portion supérieure, par exemple dans une moitié supérieure, de la bougie d'allumage 4, configurée pour être disposée dans l'au moins un puits 35 de la culasse 3.

[0042] Optionnellement, la bougie d'allumage 4 comprend, en outre, au moins un volume intermédiaire 48 interposé entre l'au moins un orifice 45 et tout ou partie de l'au moins un canal 46. Le volume intermédiaire 48 est compris dans le volume interne 400 de la

bougie d'allumage 4 et distinct d'un volume de la préchambre 43. Le volume intermédiaire 48 est également fluidiquement relié à l'au moins un orifice 45, à l'au moins un canal 46 et à la préchambre 43. Le volume intermédiaire 48 est délimité par le culot 42 et/ou le corps 41 électriquement isolant. Il s'inscrit, par exemple, dans une forme annulaire entourant au moins en partie le corps 41. Le volume intermédiaire 48 permet d'assurer la connexion fluidique entre l'au moins un orifice et l'au moins un canal 46, ou encore entre différents canaux 46. Il est entendu que les formes du volume intermédiaire 48 et de l'au moins un canal 46 illustrées ne sont en rien limitatives et que d'autres variantes pourront être envisagées.

[0043] L'invention concerne également un procédé de fonctionnement du moteur 2 à allumage commandé selon l'invention. Ledit procédé est mis en œuvre lors d'un cycle moteur 2 comprenant, de manière classique, des phases d'admission, de compression, de détente et d'échappement.

[0044] Lors de la phase d'admission, tel qu'illustré à la [Fig.2], d'un flux d'air d'admission FA dans l'au moins un cylindre 21, le procédé comprend une étape de génération d'une dépression dans le cylindre 21, particulièrement dans la chambre de combustion 23. Tel qu'indiqué plus haut, la dépression consiste ici en l'abaissement de la pression dans le cylindre, et par voie de conséquence dans le volume interne 400 et la préchambre 43 de la bougie d'allumage 4, à une valeur strictement inférieure à la pression atmosphérique. La dépression générée permet l'activation de l'au moins un moyen de régulation 47, par exemple ici le déplacement de la bille en configuration « ouverte », de sorte à permettre la circulation du flux d'air de vidange FV depuis le premier volume 350 vers la chambre de combustion 23 en passant par le volume interne 400 de la bougie.

[0045] La dépression peut être obtenue de différentes manières selon le mode et moment de fonctionnement du moteur 2. Une première stratégie d'obtention de la dépression dans l'au moins un cylindre 21 peut être mise en œuvre lorsque le moteur fonctionne à faible charge. La pression dans le conduit d'admission 31, et plus généralement dans le collecteur d'admission, du moteur 2 descend alors en dessous de la pression atmosphérique. Le moteur 2 fonctionne en zone atmosphérique et une dépression est naturellement générée au niveau de l'au moins un cylindre 21 et du conduit d'admission 31. Les conditions observées dans le moteur 2 sont alors favorables à l'actionnement du moyen de régulation 47 sans qu'aucune intervention mécanique ne soit requise. Le moyen de régulation 47, par exemple ici le ressort 47b du clapet anti-retour, est au préalable taré afin de permettre l'actionnement du moyen de régulation 47 de manière passive lorsqu'une telle dépression est naturellement générée.

[0046] A l'inverse, le moteur 2 peut fonctionner à forte charge, c'est-à-dire en surcharge ou suralimentation. La pression dans le conduit d'admission 31, et par extension dans le

collecteur d'admission, du moteur 2 est alors supérieure à la pression atmosphérique au début de la phase d'admission. La pression dans l'au moins un cylindre 21 et dans le conduit d'admission 31 étant supérieure à la pression atmosphérique, la dépression doit être mécaniquement générée. En l'espèce, la dépression est générée par la mise en œuvre d'un retard d'ouverture de l'admission, ou ROA, consistant à maintenir la soupape d'admission 32 fermée tandis que la descente du piston 22 est initiée. Le retard d'ouverture de l'admission est, par exemple, mis en œuvre par un dispositif de commande, non représenté, de la soupape d'admission 32, apte à déclencher un décalage d'une loi d'ouverture de ladite soupape dans le cycle moteur. Un tel retard génère, similairement à ce qui a été indiqué plus haut, une dépression dans le cylindre 21, particulièrement dans la chambre de combustion 23, et dans le volume interne 400 de la bougie, notamment dans la préchambre 43, suffisante pour provoquer l'ouverture 36 passive de l'au moins un moyen de régulation 47. Lorsque le moyen de régulation 47 comprend un clapet anti-retour, le ressort 47b des clapets est avantageusement taré au préalable afin de permettre l'ouverture 36 du clapet du fait de la dépression qui règne alors dans le cylindre 21.

[0047] Le procédé selon l'invention propose ainsi avantageusement différentes stratégies de génération d'une dépression au sein de l'au moins un cylindre 21, adaptées à différents points de fonctionnement du moteur 2. A noter que, de manière préférentielle, le procédé selon l'invention peut être configuré pour n'être exécuté que lors d'un fonctionnement du moteur à faible charge de sorte à effectuer la vidange de la bougie d'allumage 4 sans intervenir sur le fonctionnement du cycle moteur. Le procédé selon l'invention peut alors être inactif et aucune vidange n'est exécutée, lorsque le moteur 2 fonctionne en surcharge.

[0048] Du fait de la dépression, naturelle ou générée, présente dans le cylindre 21 et dans la préchambre 43, l'air frais contenue dans le premier volume 350 du puits 35 de bougie est aspiré dans le volume interne 400 et vers la chambre de combustion 23 du cylindre 21, le flux d'air de vidange FV passant ainsi au travers de la préchambre 43 puis au travers de l'au moins un trou 44. Par exemple le flux d'air de vidange FV passe successivement à travers l'au moins un orifice 45, le volume intermédiaire 48, l'au moins un canal 46 puis la préchambre 43, ce qui permet de balayer tous gaz brûlés résiduels accumulés lors d'une combustion précédente d'un cycle moteur 2 antérieur. La circulation du flux d'air de vidange FV au travers du volume interne 400 de la bougie d'allumage 4 permet un soufflage passif apte à expulser des gaz brulés résiduels situés dans le volume interne 400 de la bougie d'allumage 4 à la suite d'un cycle moteur précédent. Par exemple, le flux d'air de vidange FV expulse des gaz brulés résiduels situés dans la préchambre 43, l'au moins un canal 46 et/ou le volume intermédiaire 48.

[0049] Ensuite, de manière classique, la soupape d'admission 32 est ouverte, le cylindre 21

est rempli d'un flux d'air d'admission FA, issu du conduit d'admission 33, et l'injection de carburant est initiée. Le carburant pulvérisé est mélangé avec le flux d'air d'admission FA en mouvement afin de former un mélange carburé, aussi qualifié de mélange air-carburant, dans la chambre de combustion 23.

[0050] Également, de manière connue, le cycle moteur 2 se poursuit avec la phase de compression. L'injection de carburant se poursuit et le mélange carburé est homogénéisé du fait de la turbulence qui règne dans la chambre de combustion 23 du cylindre 21. Le piston 22 remonte dans le cylindre 21 et la soupape d'admission 32 est fermée, augmentant de ce fait la pression dans chambre de combustion 23 et dans le volume interne 400 de la bougie, particulièrement dans la préchambre 43. La pression de la chambre de combustion 23, et par extension dans le volume interne 400 de la bougie, est alors supérieure ou égale à la pression dans le premier volume 350 et tous les moyens de régulation 47 sont fermés, entravant la circulation du flux d'air de vidange FV. Une partie du mélange carburé est alors envoyée dans la préchambre 43 et, en fin de phase de compression, le système d'allumage commandé déclenche une étincelle au niveau de la bougie d'allumage 4, ce qui provoque la combustion du mélange carburé comprimé dans la préchambre 43.

[0051] Ensuite, le cycle moteur 2 comprend la phase de détente. Le front de flamme se propage dans la préchambre 43. La pression monte dans la préchambre 43, les gaz enflammés pénètrent dans la chambre de combustion 23 sous forme de jets de feu qui constituent une multitude de points d'allumage permettant ainsi d'optimiser le calage de la loi de dégagement de chaleur et le rendement de combustion. La soupape d'admission 32, la soupape d'échappement 34 et tous les moyens de régulation 47 sont alors fermés et l'étanchéité est assuré entre la chambre de combustion 23 et le premier volume 350 du puits 35 de la bougie d'allumage 4.

[0052] Enfin, lors de la phase d'échappement, illustrée à la [Fig.3], la soupape d'échappement 34 s'ouvre. La remonté du piston 22 déplace simultanément des gaz brûlés résiduels présents dans la chambre de combustion 23 du cylindre 21 vers le conduit d'échappement 33 et vers le volume interne 400 de la bougie d'allumage 4, notamment au moins vers la préchambre 43. Par exemple, une partie des gaz brûlés résiduels sont envoyés vers l'au moins un canal 46 et dans toute la préchambre d'allumage 43, notamment dans le volume intermédiaire 48. En parallèle, une partie des gaz résiduels d'échappement est évacuée hors du moteur 2 par l'intermédiaire du conduit d'échappement 33. Les gaz brûlés résiduels accumulés dans le volume interne 400 pourront être évacués de la bougie d'allumage 4 lors de l'exécution de la phase d'admission d'un cycle moteur 2 ultérieur, tel que décrit plus haut.

[0053] La bougie d'allumage 4 et le procédé selon l'invention permettent ainsi la mise en œuvre d'une vidange passive de la bougie d'allumage 4 limitant une accumulation des

gaz brulés résiduels dans la préchambre 43 à une concentration trop importante susceptible d'empêcher l'initiation de la combustion du mélange carburé. La vidange des gaz brulés résiduels générés lors de combustions antérieures, évacués vers le cylindre 21 pendant la phase d'admission, permet ainsi un nettoyage de la préchambre 43 avant que celle-ci ne soit à nouveau remplie avec un mélange carburé.

[0054] L'invention propose ainsi une alternative aux bougies d'allumage à préchambre apte à prévenir l'accumulation de gaz résiduels brûlés dans la bougie d'allumage. La solution proposée est avantageusement simple de mise en œuvre et peu coûteuse puisqu'elle est directement intégrée à la bougie d'allumage et peut être appliquée à divers culasses et moteurs thermiques. Par ailleurs, l'invention n'affecte pas l'architecture ou le fonctionnement de la préchambre.

[0055] La présente invention ne saurait toutefois se limiter aux moyens et configurations décrits et illustrés ici et elle s'étend également à tout moyen ou configuration équivalents et à toute combinaison techniquement opérante de tels moyens dans la mesure où ils remplissent in fine les fonctionnalités décrites et illustrées dans le présent document.

Revendications

[Revendication 1] Bougie d'allumage (4) pour moteur (2) à allumage commandé comprenant un corps (41) électriquement isolant et un culot (42) électriquement conducteur, ledit culot (42) délimitant une préchambre (43) d'allumage comprenant au moins un trou (44) apte à permettre au moins le passage d'un mélange carburé entre une chambre de combustion (23) d'un cylindre (21) et la préchambre (43), la bougie d'allumage (4) comprenant, en outre :
- au moins un orifice (45) et au moins un canal (46), l'au moins un orifice (45) traversant une paroi du culot (42) et étant apte à être en connexion fluidique avec la préchambre (43) par l'intermédiaire de l'au moins un canal (46) de sorte à permettre la circulation d'un flux d'air de vidange (FV) au moins au travers de la préchambre (43) ;
- au moins un moyen de régulation (47) de la circulation du flux d'air de vidange (FV) disposé au niveau de l'au moins un orifice (45) et apte à contrôler de manière passive la circulation dudit flux.

[Revendication 2] Bougie d'allumage (4) selon la revendication précédente, dans laquelle l'au moins un canal (46) est délimité par le culot (42) et/ou le corps (41) électriquement isolant.

[Revendication 3] Bougie d'allumage (4) selon l'une des revendications précédentes, dans laquelle le culot (42) et/ou le corps (41) s'étendent le long d'une première direction (100), la bougie d'allumage (4) comprenant, en outre, au moins une électrode primaire (5) et au moins une électrode de masse (51), l'au moins un orifice (45) et l'au moins un moyen de régulation (47) étant disposés de sorte que, le long de la première direction (100), l'au moins une électrode de masse (51) est interposée entre l'au moins un orifice (45) d'une part et l'au moins un trou (44) de la préchambre (43) d'autre part.

[Revendication 4] Bougie d'allumage (4) selon l'une des revendications précédentes, comprenant, en outre, au moins un volume intermédiaire (48) interposé entre l'au moins un orifice (45) et tout ou partie de l'au moins un canal (46), le volume intermédiaire (48) étant délimité par le culot (42) et/ou le corps (41) électriquement isolant et le volume intermédiaire (48) étant relié à l'au moins un canal (46) et à la préchambre (43) par une connexion fluidique.

[Revendication 5] Bougie d'allumage (4) selon l'une des revendications précédentes, dans laquelle l'au moins un moyen de régulation (47) de la circulation du flux

d'air de vidange (FV) est un clapet anti-retour comprenant au moins une bille (47a) et un ressort (47b).

[Revendication 6] Culasse (3) pour moteur (2) à allumage commandé comprenant au moins une soupape d'admission (32), une soupape d'échappement (34) et au moins un puits (35) délimitant un premier volume (350), une première extrémité dudit puits (35) comprenant une ouverture (36) configurée pour déboucher dans une chambre de combustion (23) d'un cylindre (21), la culasse (3) comprenant, en outre, au moins une bougie d'allumage (4) selon l'une des revendications précédentes disposée dans le premier volume (350) au niveau de ladite ouverture (36) de sorte que l'au moins un orifice (45) s'étende dans le premier volume (350) et de sorte que la préchambre (43) est configurée pour mettre en œuvre une connexion fluidique avec la chambre de combustion (23) du cylindre (21).

[Revendication 7] Culasse (3) selon la revendication précédente, dans laquelle une deuxième extrémité, opposée à la première extrémité, de l'au moins un puits (35) de bougie est au moins partiellement ouverte de sorte à permettre l'entrée d'un flux d'air de vidange (FV) dans le premier volume (350), ladite deuxième extrémité étant configurée pour limiter, voire empêcher, l'entrée de liquide et/ou de particules.

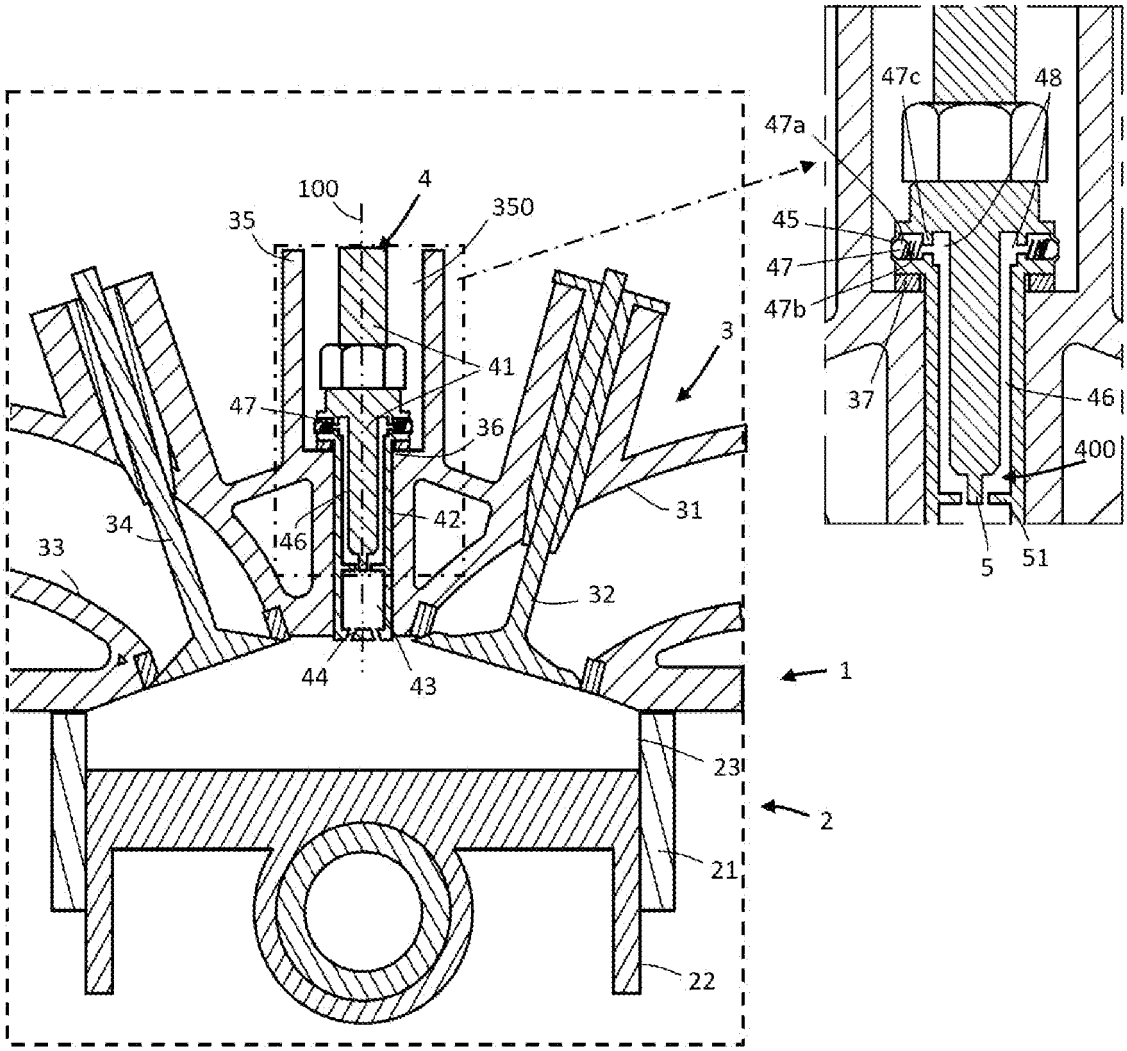
[Revendication 8] Moteur (2) à allumage commandé comprenant une culasse (3) selon la revendication 6 ou 7, au moins un cylindre (21) délimitant une chambre de combustion (23) et un piston (22) mobile disposé dans l'au moins un cylindre (21), l'ouverture (36) de la culasse (3) et la préchambre (43) de l'au moins une bougie d'allumage (4) débouchant dans la chambre de combustion (23).

[Revendication 9] Moteur (2) à allumage commandé selon la revendication précédente, comprenant, en outre, un dispositif de commande de la soupape d'admission (32), apte à contrôler une ouverture, notamment un retard d'ouverture, de ladite soupape.

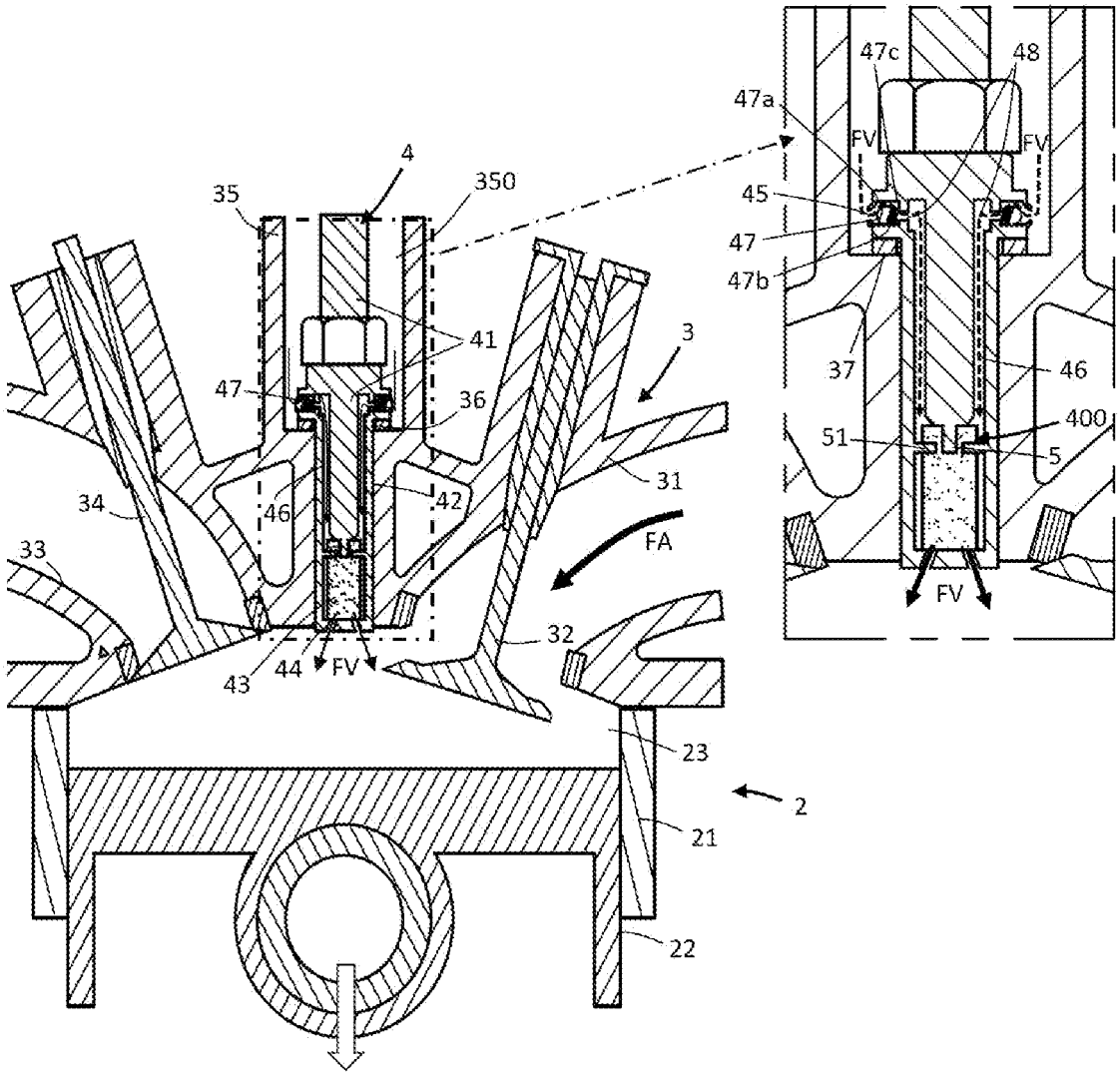
[Revendication 10] Procédé de fonctionnement d'un moteur (2) à allumage commandé selon la revendication 8 ou 9, comprenant :
- une phase d'admission d'un flux d'air d'admission (FA) dans le cylindre (21) comprenant une étape de génération d'une dépression dans le cylindre (21) de sorte à permettre la circulation d'un flux d'air de vidange (FV) depuis le premier volume (350) vers la chambre de combustion (23) en passant par la préchambre (43) de la bougie d'allumage (4), le flux d'air de vidange (FV) étant apte à expulser des

gaz brulés résiduels accumulés dans la préchambre (43) et/ou dans la bougie d'allumage (4) ;
- une phase de compression comprenant une augmentation de la pression dans le cylindre de sorte qu'une partie d'un mélange carburé est envoyée dans la préchambre (43) et comprenant l'allumage dudit mélange dans la préchambre (43) ; puis
- une phase de détente dans laquelle le mélange carburé compris dans le cylindre (21) s'enflamme ; puis
- une phase d'échappement comprenant la remontée du piston (22) en position haute de sorte à déplacer des gaz brulés résiduels présents dans la chambre de combustion (23) du cylindre (21) au moins vers la préchambre (43) de la bougie d'allumage (4).

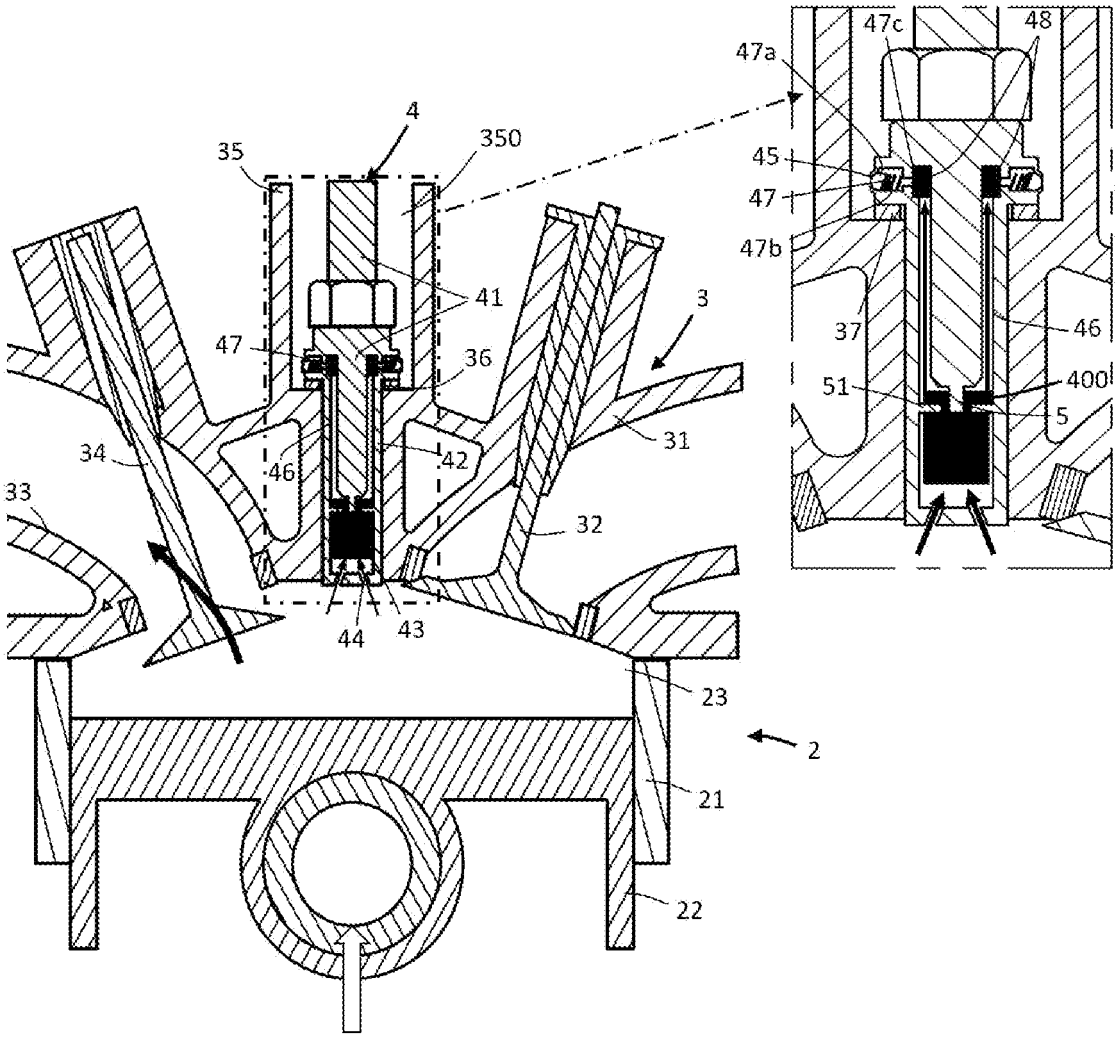
[Fig. 1]


100
4
350
35
41
47
36
3
34
46
42
31
33
32
44
43
1
23
2
21
22
47a
47c
48
45
47
47b
37
46
400
5
51

[Fig. 2]


4
350
35
41
47
36
3
31
34
46
42
FA
33
32
43
44
FV
23
2
21
22
47a
47c
48
FV
FV
45
47
47b
37
46
400
51
5
FV

[Fig. 3]


4
350
35
41
47
36
3
34
46
42
31
33
32
44
43
23
2
21
22
47a
47c
48
45
47
47b
37
46
51
400
5

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE

établi sur la base des dernières revendications déposées avant le commencement de la recherche

N° d'enregistrement national

FA 920385
FR 2305903

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
X	DE 10 2022 101693 B3 (AUDI AG [DE]) 25 mai 2023 (2023-05-25)	1-5,10	H01T 13/02 H01T 13/40
Y	* alinéas [0043] - [0044], [0047] - [0049]; figures 1,2 *	6-9	

X	WO 2023/086413 A1 (M2X ENERGY INC [US]) 19 mai 2023 (2023-05-19)	1-10	
Y	* alinéas [0089] - [0090]; figures 4,6 *	3,4,6-9	

X	US 2021/003066 A1 (KRAEMER FRANK [DE] ET AL) 7 janvier 2021 (2021-01-07)	1-4	
Y	* alinéas [0037] - [0038]; figure 1 *	3,4	
A		5-10	

X	WO 2022/226553 A1 (INNIO JENBACHER GMBH & CO OG [AT]) 3 novembre 2022 (2022-11-03)	1,2,5-10	
Y	* page 11, ligne 1 - ligne 23; figures 1,2 *	3,4,6-9	

DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)

F02P
H05C
H01T

Date d'achèvement de la recherche	Examinateur
4 décembre 2023	Ulivieri, Enrico

CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS

X : particulièrement pertinent à lui seul
Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie
A : arrière-plan technologique
O : divulgation non-écrite
P : document intercalaire

T : théorie ou principe à la base de l'invention
E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure.
D : cité dans la demande
L : cité pour d'autres raisons
.....
& : membre de la même famille, document correspondant

EPO FORM 1503 12.99 (P04C14)

ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 2305903 FA 920385

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche préliminaire visé ci-dessus.
Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du **04-12-2023**
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
DE 102022101693 B3	25-05-2023	AUCUN	
WO 2023086413 A1	19-05-2023	AUCUN	
US 2021003066 A1	07-01-2021	CN 112177765 A	05-01-2021
		DE 102019209753 A1	07-01-2021
		US 2021003066 A1	07-01-2021
WO 2022226553 A1	03-11-2022	CA 3213693 A1	03-11-2022
		WO 2022226553 A1	03-11-2022

EPO FORM P0465