



(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(43) Date de publication:  
**15.11.2023 Bulletin 2023/46**

(51) Classification Internationale des Brevets (IPC):  
**H01T 13/22** <sup>(2006.01)</sup> **H01T 13/32** <sup>(2006.01)</sup>  
**H01T 13/46** <sup>(2006.01)</sup> **H01T 13/54** <sup>(2006.01)</sup>

(21) Numéro de dépôt: **23172353.7**

(52) Classification Coopérative des Brevets (CPC):  
**H01T 13/22; H01T 13/32; H01T 13/465;**  
**H01T 13/54**

(22) Date de dépôt: **09.05.2023**

(84) Etats contractants désignés:  
**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB**  
**GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC ME MK MT NL**  
**NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR**  
Etats d'extension désignés:  
**BA**  
Etats de validation désignés:  
**KH MA MD TN**

(71) Demandeur: **Renault s.a.s**  
**92100 Boulogne Billancourt (FR)**

(72) Inventeurs:  
• **GENCARELLI, Antonio**  
**78084 Guyancourt (FR)**  
• **Prunier, Thierry**  
**78084 Guyancourt (FR)**

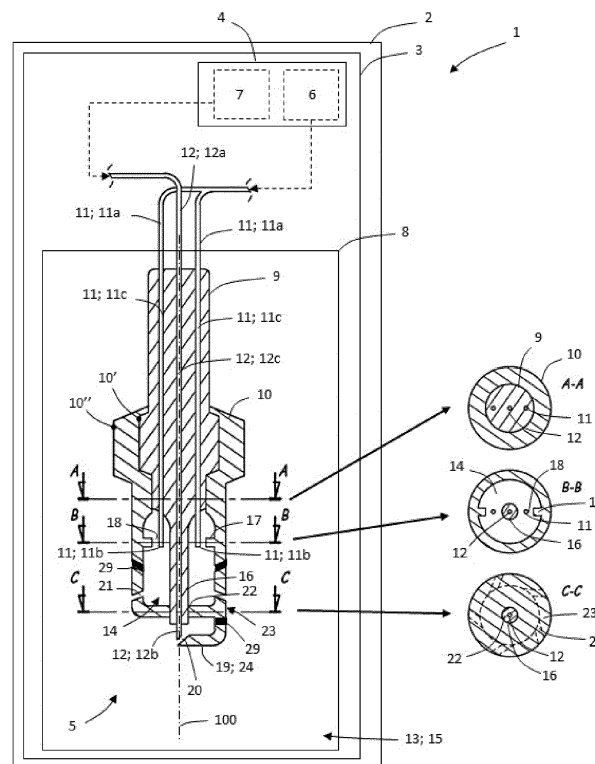
(30) Priorité: **11.05.2022 FR 2204478**

(54) **BOUGIE D'ALLUMAGE POUR MOTEUR À ALLUMAGE COMMANDÉ**

(57) Bougie d'allumage (5) pour moteur (2) à allumage commandé comprenant un corps (9) électriquement isolant s'étendant le long d'un axe principal (100) et un culot (10) électriquement conducteur, délimitant au moins en partie une préchambre (14) d'allumage, la bougie comprenant au moins une électrode primaire (11)

s'étendant au travers du corps (9) et dont une extrémité libre est disposée dans la préchambre (14) et au moins une électrode secondaire (12) s'étendant au travers du corps (9) et de la préchambre (14) et dont une extrémité libre, apte à générer des étincelles, est disposée dans un environnement extérieur (15) à la préchambre (14).

[Fig. 1]



## Description

**[0001]** L'invention concerne une bougie d'allumage pour moteur à allumage commandé ainsi qu'un système d'allumage commandé et une culasse de moteur à allumage commandé comprenant une telle bougie. L'invention concerne, en outre, un moteur équipé d'au moins l'un parmi ladite bougie d'allumage, ledit système d'allumage et/ou ladite culasse et un procédé de fonctionnement d'un tel moteur. L'invention porte enfin sur un véhicule comprenant un tel moteur.

**[0002]** Dans l'industrie automobile, l'un des enjeux actuels majeurs vise à augmenter le rendement des moteurs thermiques à allumage commandé. A cette fin, l'augmentation du rapport volumétrique des moteurs à allumage commandé constitue l'un des axes de progrès privilégié dans ce domaine.

**[0003]** Les solutions techniques envisagées jusqu'ici pour augmenter le rapport volumétrique d'un moteur thermique se heurtent à des difficultés de mise en oeuvre. En effet, une augmentation du rapport volumétrique tend à induire des phénomènes d'autoallumage du carburant, autrement nommés cliquetis, susceptibles d'endommager le moteur.

**[0004]** Classiquement, l'utilisation de bougies à préchambre permet de réduire un tel phénomène de cliquetis. Ce type de bougies, utilisé sur des moteurs stationnaires au gaz et sur des moteurs de Formule 1, permet avantageusement d'obtenir une combustion du carburant plus rapide qu'avec une bougie standard, repoussant ainsi, à volume égal de chambre de combustion, l'apparition de cliquetis. Les bougies à préchambre connues présentent cependant le désavantage d'être moins performantes que des bougies standards dans certaines conditions d'usage d'un moteur de véhicule dit particulier, telles que le démarrage du moteur à froid ou les phases de chauffe de post-traitement.

**[0005]** L'invention s'inscrit dans ce contexte et vise à fournir une bougie d'allumage pour moteur à allumage commandé remédiant aux inconvénients ci-dessus. En particulier, l'invention vise à proposer une bougie d'allumage compacte pour moteur à allumage commandé qui permette d'augmenter le rapport volumétrique du moteur tout en limitant le phénomène de cliquetis et qui soit adapté aux conditions d'usage d'un moteur de véhicule particulier en maîtrisant l'encombrement généré par l'agencement de la bougie.

**[0006]** L'invention concerne une bougie d'allumage pour moteur à allumage commandé comprenant un corps électriquement isolant s'étendant le long d'une d'un axe principal et un culot électriquement conducteur, ledit culot étant relié au corps de sorte à délimiter au moins en partie une préchambre d'allumage, la bougie comprenant, en outre :

- au moins une électrode primaire s'étendant au travers du corps et dont une extrémité libre est disposée dans la préchambre ;

- au moins une électrode secondaire s'étendant au travers du corps et de la préchambre et dont une extrémité libre est disposée dans un environnement extérieur à la préchambre, notamment une chambre de combustion d'un moteur, le corps comprenant une portion extrême configurée pour entourer au moins en partie un segment de l'électrode secondaire disposé dans la préchambre;
- au moins une électrode primaire de masse définissant un espace inter-électrodes primaire relativement à l'au moins une électrode primaire et au moins une électrode secondaire de masse définissant un espace inter-électrodes secondaire relativement à l'au moins une électrode secondaire
- une pluralité d'orifices configurés pour relier fluidiquement un volume intérieur de la préchambre à l'environnement extérieur et au moins une ouverture configurée pour permettre le passage de l'au moins une électrode secondaire vers l'environnement extérieur.

**[0007]** Notamment, la bougie d'allumage peut comprendre un organe extrême électriquement conducteur, relié au culot et configuré pour délimiter au moins en partie la préchambre, l'organe extrême comprenant l'au moins une ouverture et la pluralité d'orifices.

**[0008]** Notamment, la portion extrême du corps peut entourer, le long de la direction définie par l'axe principal, au moins un segment de l'au moins une électrode secondaire s'étendant dans la préchambre et en regard de bords de l'ouverture de la préchambre.

**[0009]** Egalement :

- la portion extrême du corps peut entourer, le long de la direction définie par l'axe principal, au moins un premier segment de l'au moins une électrode secondaire s'étendant en regard de l'extrémité libre de l'au moins une électrode primaire,
- la bougie peut comprendre un élément isolant rapporté, bordant et/ou délimitant l'ouverture de la préchambre de sorte à entourer au moins en partie l'électrode secondaire;
- un deuxième segment, interposé entre le premier segment et l'ouverture le long de l'axe principal, peut être dépourvu de corps et d'élément électriquement isolant.

**[0010]** Optionnellement, l'élément isolant peut être maintenu le long de la direction définie par l'axe principal par l'intermédiaire d'au moins un élément de fixation.

**[0011]** En outre, de manière optionnelle :

- l'électrode secondaire de masse peut être directement ou indirectement reliée au culot et être configurée pour s'étendre, le long de l'axe principal et dans l'environnement extérieur à la préchambre, en regard de l'extrémité libre de l'au moins une électrode secondaire ; ou

- l'électrode secondaire de masse peut être directement ou indirectement reliée au culot et être configurée pour délimiter au moins en partie la préchambre, l'électrode secondaire de masse s'étendant en regard de l'extrémité libre de l'au moins une électrode secondaire le long d'au moins une direction orthogonale à l'axe principal.

**[0012]** Selon encore d'autres options, la bougie d'allumage peut comprendre :

- une pluralité d'électrodes primaires ; et/ou
- au moins une électrode primaire présentant une section transversale courbée, en arc de cercle ou annulaire.

**[0013]** L'invention concerne également une culasse pour moteur à allumage commandé comprenant au moins une bougie d'allumage telle qu'exposée plus haut :

- ladite bougie d'allumage pouvant être disposée dans un emplacement de la culasse prévu pour une bougie d'allumage) standard, et
- une extrémité libre de l'au moins une électrode secondaire de ladite bougie d'allumage étant disposée dans un environnement extérieur à ladite bougie compris dans la culasse.

**[0014]** L'invention porte encore sur un système d'allumage commandé comprenant une unité de commande d'allumage, une bougie d'allumage selon l'invention, un premier circuit électrique haute tension, configuré pour être relié à l'au moins une électrode primaire et un deuxième circuit électrique haute tension configuré pour être relié à l'au moins une électrode secondaire.

**[0015]** L'invention s'étend également à un moteur à allumage commandé comprenant une culasse et/ou au moins une bougie d'allumage selon l'invention.

**[0016]** L'invention peut, en outre, s'étendre à un véhicule automobile comprenant un moteur à allumage commandé et/ou un système d'allumage commandé et/ou une culasse et/ou au moins une bougie tels qu'exposés précédemment.

**[0017]** L'invention porte enfin sur un procédé de fonctionnement d'un moteur à allumage commandé ou d'un système d'allumage commandé selon l'invention, comprenant :

- une étape de production d'une étincelle par cycle moteur et par bougie dans la préchambre par l'intermédiaire de l'au moins une électrode primaire, et/ou
- une étape de production d'une étincelle par cycle moteur et par bougie dans un environnement extérieur à la préchambre par l'intermédiaire de l'au moins une électrode primaire, et/ou
- une étape de production de deux étincelles par cycle moteur et par bougie, respectivement dans les espaces inter-électrodes primaire et secondaire, l'une

dans la préchambre par l'intermédiaire de l'au moins une électrode primaire et l'autre dans un environnement extérieur à la préchambre par l'intermédiaire de l'au moins une électrode secondaire, lesdites étincelles étant décalées ou non dans le temps l'une par rapport à l'autre.

**[0018]** 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 :

La figure 1 est une représentation schématique d'un mode de réalisation d'un véhicule équipé d'une bougie d'allumage selon un premier mode de réalisation de l'invention, illustrée en coupe longitudinale.

La figure 2 est une représentation schématique d'une variante de réalisation du premier mode de réalisation de la bougie.

La figure 3 est une représentation schématique d'un deuxième mode de réalisation de la bougie d'allumage.

La figure 4 est une représentation schématique d'une variante de réalisation du deuxième mode de réalisation de la bougie.

La figure 5 est une représentation schématique d'un troisième mode de réalisation de la bougie d'allumage.

La figure 6 est une représentation schématique d'une variante du troisième mode de réalisation de la bougie d'allumage.

**[0019]** La figure 1 illustre schématiquement un exemple de réalisation d'un véhicule 1 automobile selon l'invention. 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]** 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 essence de tout type.

**[0021]** Le véhicule 1 peut, en outre, être équipé d'un système d'allumage 3 commandé comprenant une unité de commande 4 d'allumage, au moins une bougie d'allumage 5 selon l'invention, un premier circuit 6 électrique haute tension, configuré pour alimenter en énergie électrique au moins une électrode de ladite bougie et un deuxième circuit 7 électrique haute tension, distinct du premier, configuré pour alimenter en énergie électrique au moins une électrode distincte.

**[0022]** Le moteur 2 à allumage commandé notamment une culasse 8 équipée d'au moins une bougie d'allumage 5 selon l'invention.

**[0023]** Les figures 1 à 6 illustrent différentes variantes de différents modes de réalisation d'une bougie d'allumage 5 pour moteur 2 à allumage commandé selon l'in-

vention. Dans l'ensemble de la description ci-après, les termes « premier », « deuxième », « primaire », « secondaire » ont vocation à distinguer des composants similaires et non à définir une hiérarchie au sein de l'objet.

**[0024]** De manière générale, la bougie d'allumage 5 selon l'invention comprend au moins un corps 9 électriquement isolant, un culot 10 électriquement conducteur, au moins une électrode primaire 11 et au moins une électrode secondaire 12. Sur l'exemple non limitatif de la figure 1, on a représenté deux électrodes primaires 11 et une seule électrode secondaire 12 qui est en position centrale.

**[0025]** Le corps 9 présente une forme allongée, notamment s'étendant le long d'un axe principal 100 d'extension définissant une direction longitudinale de la bougie d'allumage 5. Le corps 9 présente, le long de la direction longitudinale, des portions extrêmes opposées qualifiées de « supérieure » et « inférieure » de par leur positionnement au sein de la bougie d'allumage lorsque celle-ci est arrangée au sein d'un moteur 2. Le corps comprend ainsi une portion supérieure, au niveau de laquelle la connexion électrique de la bougie d'allumage 5 peut être réalisée de manière classique, et une portion inférieure, opposée, configurée pour s'étendre dans, ou aux abords, d'une chambre de combustion 13 du moteur. Le corps 9 est réalisé dans un matériau électriquement isolant, tel que de la céramique, notamment de la céramique à base d'alumine.

**[0026]** Le culot 10 est réalisé dans un matériau électriquement conducteur, notamment un matériau métallique. Le culot 10 comprend une ou plusieurs paroi(s) et présente une forme creuse configurée pour entourer au moins partiellement le corps 9 de la bougie d'allumage 5. Autrement dit, le culot 10 délimite un volume apte à recevoir le corps 9 électriquement isolant.

**[0027]** Par exemple, le culot 10 présente une forme au moins en partie cylindrique, ou sensiblement cylindrique, et qui est creuse.

**[0028]** Le culot 10 et le corps 9 s'étendent le long d'un même axe, ici l'axe principal 100. Notamment, le culot 10 et le corps 9 sont centrés sur un tel axe. Le culot 10 recouvre partiellement le corps 9. Particulièrement, le culot 10 recouvre au moins la portion inférieure du corps 9. Selon un exemple de réalisation préféré, le culot 10 recouvre au moins une moitié d'une dimension, notamment d'une longueur définie le long de l'axe principal 100, du corps 9 définie le long de l'axe principal 100. Au niveau de l'autre moitié d'une telle dimension, le corps 9 est apparent.

**[0029]** Particulièrement, le culot 10 est conformé et dimensionné de sorte que, au sein de la bougie d'allumage 5 assemblée, une surface intérieure 10' du culot 10 s'étende au moins partiellement au contact du corps 9. Optionnellement et de manière classique, la bougie d'allumage 5 peut être équipée d'au moins un organe d'étanchéité, notamment un joint, non représenté, disposé au niveau d'une zone de contact entre le culot 10 et le corps 9 de sorte à réaliser une liaison étanche et prévenir la

remontée de carburant.

**[0030]** De manière optionnelle mais préférentielle, une surface extérieure 10' du culot 10 présente un filetage. Un tel filetage est configuré pour coopérer avec un trou taraudé de la culasse 8 du moteur 2 afin de permettre la fixation par vissage de la bougie d'allumage 5.

**[0031]** Le culot 10 et le corps 9 participent à délimiter au moins en partie une préchambre 14 d'allumage. On entend, de manière classique, par « préchambre » une chambre de combustion comprise dans la bougie d'allumage 5 au niveau de laquelle un mélange air-gaz comprimé peut être injecté, via des orifices 21 tels que davantage exposés ci-après, de manière à permettre l'allumage d'une charge confinée d'un mélange pauvre de carburant et d'air à l'aide d'une étincelle émise par au moins l'une des électrodes de la bougie d'allumage 5. Un jet de gaz de combustion chauds est alors produit et est délivré à un environnement extérieur 15 à la bougie d'allumage 5, particulièrement extérieur à la préchambre 14, par l'intermédiaire de la pluralité d'orifices 21. Particulièrement, lorsque la bougie d'allumage 5 considérée est équipée dans un moteur 2, l'environnement extérieur 15 considéré est une chambre de combustion 13 du moteur 2. La préchambre 14 s'étend autour de l'axe principal 100 et peut notamment être centrée sur un tel axe.

**[0032]** Selon l'invention, l'au moins une électrode primaire 11 s'étend au travers du corps 9 et comprend une extrémité libre disposée dans la préchambre 14. En d'autres termes, l'au moins une électrode primaire 11 comprend une première extrémité 11a et une deuxième extrémité 11b, opposées, lesdites extrémités étant disposées de part et d'autre du corps 9 le long de l'axe principal 100. En l'espèce, l'au moins une électrode primaire 11 est reliée à un circuit d'alimentation électrique haute tension, notamment le premier circuit 6, au niveau de la première extrémité 11a. Une partie intermédiaire 11c de l'électrode primaire 11, comprise entre la première et la deuxième extrémité 11b, est entourée par le corps 9. La deuxième extrémité 11b débouche dans un volume de la préchambre 14.

**[0033]** Par exemple, la première extrémité 11a de l'électrode primaire 11 peut s'étendre en saillie du corps 9 ou être disposé dans un renforcement compris dans le corps 9, non représenté. De manière particulière, un tel renforcement peut participer à définir un connecteur de la bougie d'allumage 5, par exemple destiné à constituer une connexion galvanique de la première extrémité 11a de l'électrode considérée à un circuit électrique haute tension et/ou à une unité de commande 4 d'allumage apte à commander au moins une électrode de la bougie d'allumage 5.

**[0034]** L'électrode secondaire 12 s'étend au travers du corps 9 et de la préchambre 14. On entend par « s'étendre au travers » que l'électrode secondaire 12 traverse le corps 9 de part en part le long de la direction définie par l'axe principal 100, et s'étend sur l'ensemble d'une longueur de la préchambre 14, définie le long de ce même axe, de sorte à déboucher vers l'environnement

extérieur 15 à la préchambre 14 au niveau d'un côté de la préchambre 14 opposé au corps 9. Sur l'exemple particulier illustré à la figure 1, l'électrode secondaire 12 s'étend le long d'un axe qui est confondu avec l'axe principal 100 sur lequel le corps 9 et le culot 10 sont centrés, l'électrode secondaire 12 présente ainsi une position centrale au sein de la bougie d'allumage 5.

**[0035]** Similairement à l'électrode primaire 11, l'électrode secondaire 12 comprend une première extrémité 12a et une deuxième extrémité 12b, opposées, lesdites extrémités étant disposées de part et d'autre du corps 9 le long de l'axe principal 100. La première extrémité 12a est reliée à un circuit d'alimentation électrique haute tension, notamment un circuit distinct de celui alimentant l'électrode primaire 11, tel que le deuxième circuit 7. Une partie intermédiaire 12c de l'électrode secondaire 12, comprise entre la première et la deuxième extrémité 12a, 12b, est entourée par le corps 9 et traverse l'ensemble de la préchambre 14 le long de l'axe principal 100. La deuxième extrémité 12b libre de l'au moins une électrode secondaire 12, apte à générer des étincelles, est disposée dans l'environnement extérieur 15 à la préchambre 14, c'est à dire notamment dans la chambre de combustion 13 du moteur 2 lorsque la bougie d'allumage 5 considérée est équipée sur un tel moteur 2.

**[0036]** Selon différents exemples de réalisation, la première extrémité 12a de l'électrode secondaire 12 peut s'étendre en saillie du corps 9 ou être disposée dans un renforcement compris dans le corps 9, non représenté, tel que décrit plus haut.

**[0037]** La bougie d'allumage 5 peut comprendre une pluralité d'électrodes primaires 11 et/ou une pluralité d'électrodes secondaires 12. De manière préférentielle, la bougie d'allumage 5 comprend une unique électrode secondaire 12 et une pluralité d'électrodes primaires 11. Selon un mode de réalisation particulier, illustré par les figures, la pluralité d'électrodes primaires 11 est disposée de manière à entourer au moins en partie l'électrode secondaire 12. En d'autres termes, et tel que représenté dans les coupes des figures 1 à 4, au sein d'une section transversale de la bougie d'allumage, correspondant à une coupe réalisée orthogonalement à l'axe principal 100 ou à la direction longitudinale la coupe de bougie d'allumage 5, la pluralité d'électrodes primaires 11 présente une position plus extérieure relativement à l'au moins une électrode secondaire 12, c'est-à-dire, une position qui est plus éloignée de l'axe principal 100 que la position de l'électrode secondaire 12. Par exemple, l'électrode secondaire 12 peut présenter une position centrale, au sein de la bougie d'allumage 5, le long d'au moins une direction orthogonale à l'axe principal 100.

**[0038]** L'au moins une électrode primaire 11 et/ou l'au moins une électrode secondaire 12 peut présenter une forme au moins en partie rectiligne ou sensiblement rectiligne. Alternativement, l'au moins une électrode primaire 11 et/ou l'au moins une électrode secondaire 12 peut comprendre, le long de l'axe principal 100, une partie courbée ou sensiblement courbée, par exemple afin que

la deuxième extrémité 11b de l'au moins une électrode primaire 11 converge vers le culot 10, autrement dit « s'en rapproche ».

**[0039]** Dans l'exemple illustré, et décrit ci-après, la bougie d'allumage 5 comprend, de manière non limitative, une électrode secondaire 12 et deux électrodes primaires 11. Il est entendu que la description ci-après, relative aux caractéristiques propres aux différentes électrodes, peut s'étendre mutatis mutandis à une bougie d'allumage 5 comprenant un nombre différent d'électrodes primaires ou secondaires. Aussi, sauf mention contraire, la description faite en référence à une électrode primaire s'étend à une pluralité d'électrodes primaires et il en va de même pour une électrode secondaire.

**[0040]** Les différentes électrodes sont disposées à distance non nulle les unes des autres aussi bien au niveau de leurs extrémités 11a, 11b, 12a, 12b que de leur partie intermédiaire 11c, 12c respectives. Il en résulte que, au sein du corps 9, elles sont séparées les unes des autres par au moins une partie du corps 9 électriquement isolant.

**[0041]** Selon différentes alternatives de réalisation, la ou les électrode(s) primaire(s) 11 peu(ven)t présenter une section transversale circulaire, tel qu'illustré à la figure 1, polygonale ou, de manière avantageuse, présenter une section transversale courbée, tel que représenté à la figure 2, en arc de cercle ou annulaire de sorte à optimiser l'espacement entre les électrodes primaires 11 et l'électrode secondaire 12 adjacente. Notamment, des électrodes primaires 11 courbées peuvent être disposées autour de l'électrode secondaire 12 de manière à s'inscrire dans une forme circulaire ou sensiblement circulaire entourant l'électrode secondaire 12.

**[0042]** Le corps 9 de la bougie d'allumage 5 selon l'invention est particulièrement configuré de sorte à permettre d'isoler électriquement l'électrode secondaire 12 relativement aux électrodes primaires 11. En ce sens, le corps 9, et plus particulièrement la portion inférieure du corps 9, comprend une portion extrême 16, électriquement isolante, configurée pour entourer au moins en partie un segment de l'électrode secondaire 12 disposé dans la préchambre 14. En d'autres termes, la portion extrême 16 forme un manchon s'étendant autour de l'électrode secondaire 12.

**[0043]** De manière générale, au moins un premier segment de la partie intermédiaire 12c de l'électrode secondaire 12, s'étendant en regard de la deuxième extrémité 11b des deux électrodes primaires 11 le long d'au moins une direction orthogonale à la direction longitudinale, est entourée par la portion extrême 16 électriquement isolante. On entend ici par « segment » une partie d'un tout, en l'espèce une partie de la partie intermédiaire 12c de l'électrode secondaire 12. La portion inférieure du corps 9 présente ainsi une forme convexe, la portion extrême 16 s'étendant en saillie du reste du corps 9 au sein de la préchambre 14 de sorte à entourer au moins en partie l'électrode secondaire 12 tout en s'étendant à distance non nulle de la deuxième extrémité 11b de chaque élec-

trode primaire 11 comprise dans la bougie d'allumage 5. La portion extrême 16 entoure ainsi l'au moins une électrode secondaire 12, mais elle n'entoure pas l'au moins une électrode primaire 11.

**[0044]** Notamment, la portion extrême 16 entoure tout ou partie d'une périphérie de la section transversale du segment de l'au moins une électrode secondaire 12 s'étendant en regard de la deuxième extrémité 11b libre propre à la, ou les, électrode(s) primaire(s). Particulièrement, la portion extrême 16 entoure au moins une partie de ladite périphérie disposée en regard de la deuxième extrémité 11b libre propre à chacune des électrodes primaires 11. Notamment, dans l'exemple illustré, la portion extrême 16 entoure au moins une partie de la périphérie circulaire de la section transversale de l'électrode secondaire 12 disposé en regard de chacune des deux électrodes primaires 11. De manière préférentielle, la portion extrême 16 entoure l'essentiel, c'est-à-dire au moins 50%, voire l'intégralité, de la périphérie considérée.

**[0045]** Les figures 1 à 6, représentatives des différents modes de réalisation de l'invention, illustrent différents exemples de réalisation de la portion extrême 16, davantage détaillés ci-après.

**[0046]** La bougie d'allumage 5 selon l'invention comprend, en outre, au moins une électrode primaire de masse 17 définissant un espace inter-électrodes primaire 18 relativement à l'au moins une électrode primaire 11. Par espace inter-électrodes on désigne un interstice, ou espace, séparant deux électrodes n'étant pas en contact, cet interstice étant destiné à être le siège d'étincelles entre les deux électrodes.

**[0047]** L'au moins une électrode primaire de masse 17 est portée et/ou comprise dans le culot 10 et s'étend dans la préchambre 14. Notamment, l'au moins une électrode primaire de masse 17 s'étend en saillie de la surface intérieure 10' du culot 10, tournée vers la préchambre 14. Au moins une partie de l'électrode primaire de masse 17 s'étend transversalement, voire perpendiculairement, à la paroi formant le culot 10.

**[0048]** Selon l'exemple de réalisation illustré, la bougie d'allumage 5 peut comprendre autant d'électrodes primaire de masse 17 que d'électrodes primaires 11, chaque électrode primaire de masse 17 s'étendant alors à proximité de l'une des électrodes primaires 11 de sorte à définir un espace inter-électrodes primaire 18 qui lui est propre relativement à la deuxième extrémité 11b de celle-ci. Selon un mode de réalisation alternatif, non représenté par les figures, la bougie d'allumage 5 peut comprendre une unique électrode primaire de masse 17 s'étendant radialement de manière continue sur au moins une partie de la surface intérieure 10' du culot 10 de sorte à définir une pluralité d'espaces inter-électrodes primaires 11 relativement à des électrodes primaires 11 distinctes.

**[0049]** Similairement, la bougie d'allumage 5 comprend au moins une électrode secondaire de masse 19 définissant un espace inter-électrodes secondaire 20 relativement à l'électrode secondaire 12. L'au moins une

électrode secondaire de masse 19 est directement ou indirectement reliée au culot 10, ou éventuellement comprise dans le culot 10, et s'étend dans l'environnement extérieur 15 à la préchambre 14, en regard de la deuxième extrémité 11b de l'électrode secondaire 12 le long d'au moins une direction. Les figures illustrent différentes possibilités de mise en oeuvre de l'électrode secondaire de masse 19, davantage détaillées ci-après, pouvant être appliquées aux différents modes de réalisation.

**[0050]** La bougie d'allumage 5 comprend encore une pluralité d'orifices 21 configurés pour relier fluidiquement le volume de la préchambre 14 à l'environnement extérieur 15, et au moins une ouverture 22 configurée pour permettre le passage de l'au moins une électrode secondaire 12, notamment d'au moins la deuxième extrémité 11b, depuis la préchambre vers l'environnement extérieur 15.

**[0051]** Lesdits orifices 21 peuvent être inclinés, c'est à dire orienté selon un angle relativement à l'axe principal 100 de la bougie d'allumage 5 de sorte que des gaz entrant dans la préchambre 14 de la bougie d'allumage se déplacent selon un motif de tourbillon circonférentiel autour de l'axe principal 100. Les figures illustrent différents exemples de mises en oeuvre des orifices 21 et de l'ouverture 22 selon différents exemples de modes de réalisation de la présente invention. Des possibilités de réalisation desdits orifices 21 sont illustrés, à titre informatif, en lignes pointillées dans les coupes des représentations des différents modes de réalisation. Par exemple, dans le cas de la bougie d'allumage 5 illustrée à la figure 1, les orifices 21 s'étendent au-dessus, le long de l'axe principal 100, du plan de coupe C-C.

**[0052]** Les figures 1 et 2 illustrent un premier mode de réalisation de la bougie d'allumage 5 selon l'invention. La description précédente, décrivant de manière générale la bougie selon l'invention, s'applique mutatis mutandis.

**[0053]** Selon le premier mode de réalisation, la bougie d'allumage 5 comprend, en outre, un organe extrême 23 électriquement conducteur, relié au culot 10 et configuré pour délimiter au moins en partie la préchambre 14. Particulièrement, l'organe extrême 23 est configuré pour coopérer avec la culot 10 afin de fermer et/ou délimiter le volume de la préchambre 14. L'organe extrême 23 est disposé au niveau d'une partie inférieure du culot 10 de sorte à délimiter au moins une zone inférieure de la préchambre 14.

**[0054]** En d'autres termes, à l'échelle de la bougie d'allumage 5, l'organe extrême 23 est opposé, le long de l'axe principal 100 et de la direction longitudinale, à l'extrémité supérieure du corps 9.

**[0055]** De manière préférentielle, l'organe extrême 23 est une pièce électriquement conductrice, notamment comprenant un matériau métallique, rapportée et fixée sur le culot 10. Notamment, l'organe extrême 23 est avantageusement fixé par soudage au culot 10, par exemple au moyen d'un ou plusieurs points de soudure 29. L'ajout d'une pièce rapportée permet, d'une part, un

assemblage plus simple de la bougie d'allumage 5 et, d'autre part, d'utiliser des culots 10 préexistants, par exemple adaptés au moins aux différents modes de réalisation exposés ci-après. Selon une alternative non représentée, l'organe extrême 23 et le culot 10 peuvent former un ensemble monobloc électriquement conducteur, c'est-à-dire qu'ils ne peuvent être dissociés l'un de l'autre sans résulter en la dégradation, voire la destruction, dudit ensemble.

**[0056]** Selon une première variante du premier mode de réalisation, l'organe extrême 23 présente un profil en « U » s'étendant, le long de la direction longitudinale, dans le prolongement du culot 10. Selon la forme du culot 10, l'organe extrême 23 peut ainsi comprendre une ou plusieurs parois latérales reliées entre elles par une paroi intermédiaire. Par exemple, lorsque l'organe primaire 23, présente une forme cylindrique à base circulaire, tel qu'illustré, il comprend une seule paroi. A l'inverse, lorsqu'il présente une forme cylindrique à base polygonale, il comprend une pluralité de parois. Selon un exemple non limitatif, l'organe extrême 23 peut ainsi présenter la forme d'un capuchon. La description ci-après est faite en référence à l'exemple de réalisation illustré d'organe extrême 23, comprenant une seule paroi, il est néanmoins entendu qu'elle s'étend mutatis mutandis à un organe extrême comprenant une pluralité de parois latérales.

**[0057]** L'organe extrême 23 comprend ici les orifices 21 et l'ouverture 22 tels qu'exposés précédemment.

**[0058]** Notamment, la paroi latérale de l'organe extrême 23 comprend la pluralité d'orifices 21 tandis que la paroi intermédiaire comprend l'ouverture 22 apte à permettre le passage de l'au moins une électrode secondaire 12. De manière optionnelle mais préférentielle, la pluralité d'orifices 21 est disposée, le long de la direction longitudinale, dans une partie inférieure, notamment une moitié inférieure, de la paroi latérale.

**[0059]** L'ouverture 22 est disposée dans la paroi intermédiaire de sorte à s'étendre en regard de l'au moins une électrode secondaire 12 le long de la direction longitudinale. Par exemple, dans le cas d'une unique électrode secondaire 12 en position centrale, l'ouverture 22 et l'électrode secondaire sont centrées sur l'axe principal 100 de la bougie d'allumage 5.

**[0060]** Selon cette première variante du premier mode de réalisation, la portion extrême 16 du corps 9 entoure, le long de la direction définie par l'axe principal 100, au moins un segment de l'au moins une électrode secondaire 12 s'étendant dans la préchambre 14 et en regard de bords de l'ouverture 22. La portion extrême 16 forme ainsi un manchon continu entourant l'au moins une électrode secondaire 12 au travers de l'ensemble de la préchambre 14 et au travers de la paroi intermédiaire de l'organe extrême 23, c'est-à-dire aussi bien au niveau du segment de l'électrode secondaire disposé en regard des deuxième extrémités 11b des électrodes primaires 11 qu'au niveau du passage au travers de l'organe extrême 23.

**[0061]** L'ouverture 22 est alors dimensionnée de sorte

à permettre le passage de l'au moins une électrode secondaire 12 et de la portion extrême 16 du corps 9 réalisée dans un matériau électriquement isolant. La portion extrême 16 permet ainsi d'isoler électriquement l'au moins une électrode secondaire 12 relativement aux électrodes primaires 11 d'une part et relativement au culot 10 et à l'organe extrême 23, électriquement conducteurs, d'autre part.

**[0062]** La paroi intermédiaire peut alors être au contact, et notamment en prise, de la portion extrême 16 électriquement isolante de sorte à maintenir l'électrode secondaire 12 le long d'au moins une direction, notamment d'une direction orthogonale à l'axe principal 100.

**[0063]** L'électrode secondaire de masse 19 est également comprise dans l'organe extrême 23. Selon une première alternative de réalisation, illustrée à la figure 1, l'électrode secondaire de masse 19 peut présenter la forme d'une pièce métallique courbée 24 reliée à au moins l'une des parois de l'organe extrême 23, par exemple la paroi latérale et/ou la paroi intermédiaire. L'électrode secondaire de masse 19 s'étend en saillie de la paroi intermédiaire, par exemple au moins en partie dans la continuité de la paroi latérale, et comprend un retour s'étendant, le long de la direction longitudinale, en regard de la deuxième extrémité 11b de l'au moins une électrode secondaire 12. L'espace inter-électrodes secondaire 20 est alors au moins partiellement défini le long de la direction longitudinale. La pièce métallique courbée 24 formant l'électrode secondaire de masse 19 est de préférence une pièce rapportée soudée sur l'organe extrême 23, par exemple par un ou plusieurs points de soudure 29.

**[0064]** Selon une deuxième variante du premier mode de réalisation, illustrée à la figure 2, l'électrode secondaire de masse 19 est directement ou indirectement reliée au culot 10, et elle est configurée pour délimiter au moins en partie la préchambre 14. L'électrode secondaire de masse 19 est confondue avec au moins une partie de l'organe extrême 23. En l'espèce, l'électrode secondaire de masse 19 est confondue avec la paroi intermédiaire. Elle participe ainsi à délimiter la préchambre 14 et s'étend en regard de la deuxième extrémité 11b, libre, de l'au moins une électrode secondaire 12 le long d'au moins une direction orthogonale à l'axe principal 100. A la différence de la pièce métallique courbée 24 précédemment décrite, s'étendant ponctuellement en regard de la deuxième extrémité 11b de l'au moins une électrode secondaire 12, la paroi intermédiaire entoure de manière continue l'au moins une électrode secondaire 12. En ce sens, au niveau de l'ouverture 22, au moins une partie de la deuxième extrémité libre 12b de l'électrode secondaire 12 qui est dépourvue de la portion extrême 16 électriquement isolante s'étend en regard de l'organe extrême 23, notamment de la paroi intermédiaire, le long d'au moins une direction orthogonale à l'axe principal 100. Autrement dit, le positionnement relatif de la deuxième extrémité libre 12b de l'électrode secondaire 12 et de l'organe extrême 23 forme un renforcement dans

lequel s'étend au moins une partie de l'électrode secondaire 12 qui n'est pas entourée de l'organe extrême 16 et qui est disposée en regard de l'organe extrême 23. Une telle alternative permet avantageusement de limiter l'encombrement généré par la bougie d'allumage 5 le long de la direction longitudinale, autrement dit, l'encombrement généré au sein de la chambre de combustion 13 lorsque la bougie d'allumage 5 est disposée dans le moteur 2.

**[0065]** L'ensemble formé par le culot 10, le corps 9 et l'organe extrême délimite ainsi la préchambre 14 de combustion 13 de la bougie d'allumage 5. Particulièrement, la bougie d'allumage 5 peut être équipée d'éléments d'étanchéité, tels que des joints, de sorte à assurer l'étanchéité de la préchambre 14 au niveau de zones de contact entre le culot 10 et le corps 9 par exemple, ou encore entre la paroi intermédiaire et l'organe extrême 23. De la sorte, la circulation de fluide est limitée à la pluralité d'orifices 21. Selon un exemple non limitatif, un joint circulaire peut être placé entre le corps 9 et le culot 10, au niveau d'une zone supérieure de la préchambre 14, par exemple au niveau d'un épaulement, non représenté, réalisé dans le corps 9 et/ou le culot 10. Similairement, un joint circulaire peut être disposé dans et/ou aux abords de l'ouverture 22 de manière à entourer l'organe extrême 23.

**[0066]** Pour rappel également, tel qu'exposé plus haut, selon différentes alternatives de réalisation, la bougie d'allumage 5 peut comprendre :

- une ou plusieurs électrodes primaires 11 ; et/ou
- au moins une électrode primaire 11 présentant une section transversale courbée, en arc de cercle ou annulaire disposée de manière à entourer l'électrode secondaire 12 par exemple.

**[0067]** Selon un deuxième mode de réalisation, illustré aux figures 3 et 4, et un troisième mode de réalisation, illustré aux figures 5 et 6, la portion extrême 16 du corps 9 entoure, le long de la direction définie par l'axe principal 100, au moins un premier segment de la partie intermédiaire 11c de l'électrode secondaire 12 s'étendant en regard de la deuxième extrémité 11b de chacune des électrodes primaires 11 tandis qu'un deuxième segment de l'au moins une électrode secondaire 12, interposé entre le premier segment et la deuxième extrémité 11b de l'au moins une électrode le long de l'axe principal 100, en est dépourvue. De la sorte, la portion extrême 16 n'entoure, le long de la direction longitudinale, qu'une partie de l'au moins une électrode secondaire 12 et le volume de la préchambre 14 en est augmenté relativement au premier mode de réalisation exposé ci-dessus.

**[0068]** La bougie d'allumage 5 comprend alors, en outre, au moins un élément isolant 25, particulièrement électriquement isolant, rapporté et configuré pour coopérer avec l'électrode secondaire 12 de sorte à l'isoler électriquement relativement à l'organe extrême 23 et/ou au culot 10. L'élément isolant 25 borde et/ou délimite

l'ouverture 22 de la préchambre 14 de sorte à entourer au moins en partie l'électrode secondaire 12. Le deuxième segment, interposé entre le premier segment et l'ouverture 22 le long de l'axe principal 100, est dépourvu de corps 9 et d'élément isolant 25 électriquement. Similairement au corps 9, ledit élément 25 est réalisé dans un matériau électriquement isolant tel que de la céramique, notamment de la céramique à base d'alumine.

**[0069]** Dans le cas d'une première variante du deuxième mode de réalisation illustré à la figure 3, l'élément isolant 25 comprend une pastille 25' configurée pour coopérer avec l'organe extrême 23 tel qu'exposé précédemment en référence au premier mode de réalisation. La description ci-dessus, relative à l'organe extrême 23, s'applique mutatis mutandis au présent mode de réalisation.

**[0070]** Similairement à la portion extrême 16, ladite pastille 25' entoure l'au moins une électrode secondaire 12 de sorte à l'isoler électriquement relativement à l'organe extrême 23 au niveau de son passage au travers de l'ouverture 22. En outre, une telle pastille 25' a fonction de fixation de l'au moins une électrode secondaire 12 relativement à l'organe extrême 23 et, par extension, relativement au culot 10.

**[0071]** L'ouverture 22 de l'organe extrême 23 est ainsi dimensionnée pour recevoir l'au moins une électrode secondaire 12 ainsi que la pastille 25'. La pastille 25' électriquement isolante peut présenter, par exemple deux faces planes, opposées l'une à l'autre le long de la direction longitudinale de la bougie d'allumage 5. La pastille 25' comprend un trou 26 traversant, s'étendant de l'une desdites faces à l'autre, apte à recevoir l'électrode secondaire 12.

**[0072]** De manière optionnelle mais préférentielle, la pastille 25' est maintenue le long d'au moins un sens de la direction définie par l'axe principal 100 par l'intermédiaire d'au moins un élément de fixation 27. Par exemple, la pastille 25' comprend un rebord configuré pour s'étendre au contact d'au moins une face intérieure de l'organe extrême 23, notamment de la paroi intermédiaire. L'organe extrême 23 forme ainsi butée dudit rebord de sorte à limiter le déplacement de la pastille 25' le long d'au moins d'un sens de la direction longitudinale relativement à l'électrode secondaire 12 et à l'organe extrême 23. Afin de prévenir le déplacement de la pastille 25' le long du sens opposé de cette même direction, la bougie extrême peut avantageusement comprendre une collette de blocage 27', par exemple soudée, disposée à la liaison entre l'électrode secondaire 12 et la pastille 25', par exemple au niveau de la face de la pastille 25' tournée vers la préchambre 14.

**[0073]** La pastille 25' présente une épaisseur adaptée de sorte que la deuxième extrémité 11b de l'au moins une électrode secondaire 12 est libre et s'étend au moins en partie à nu dans l'environnement extérieur 15.

**[0074]** De manière préférentielle, pour la première variante du deuxième mode de réalisation, l'électrode secondaire de masse 19 comprend une pièce métallique

courbée 24 telle que décrite précédemment. La pastille 25' est alors dimensionnée et conformée de sorte à s'étendre, le long de la direction longitudinale, à distance non nulle du retour formé par ladite pièce métallique courbée 24.

**[0075]** Dans une deuxième variante du deuxième mode de réalisation, représentée à la figure 4, l'élément isolant 25 comprend une pastille 25' configurée pour coopérer avec une électrode secondaire de masse 19 qui est directement ou indirectement reliée au culot 10, de manière similaire à la deuxième variante du premier mode de réalisation décrite précédemment en référence à la figure 2. L'électrode secondaire de masse 19 est confondue avec au moins une partie de l'organe extrémal 23.

**[0076]** L'électrode secondaire de masse 19 peut être formée par un couvercle 28 électriquement conducteur, par exemple métallique, directement relié au culot 10 de sorte à fermer le volume de la préchambre 14. Le couvercle 28 peut former un ensemble monobloc avec le culot 10 ou, de manière préférentielle, être rapporté et fixé sur le culot 10, par exemple par soudage. Le couvercle 28 peut alors présenter une forme plane, ou sensiblement plane ou peut présenter un profil en « U » similaire à ce qui a été exposé précédemment en référence à l'organe extrémal 23 dans le premier mode de réalisation.

**[0077]** La pastille 25' telle que décrite précédemment est alors dimensionnée de sorte à pouvoir être insérée dans le culot 10, par exemple de manière à s'étendre au moins en partie au contact de la surface intérieure 10' du culot 10. Une partie de la préchambre 14 est alors délimitée par un empilement, le long des directions orthogonales à l'axe principal 100, de la pastille 25' et de la ou les paroi(s) du culot 10.

**[0078]** La pluralité d'orifices 21 tels qu'exposés précédemment s'étend au travers de la paroi du culot 10 de sorte à relier fluidiquement la préchambre 14 à l'environnement extérieur 15.

**[0079]** Le couvercle 28 comprend l'ouverture 22, laquelle est longitudinalement disposée en regard d'un trou 26 compris dans la pastille 25' et configuré pour permettre le passage d'au moins la deuxième extrémité 12b de l'au moins une électrode secondaire 12 vers l'environnement extérieur 15. Le couvercle 28 entoure de manière continue l'électrode secondaire 12 et forme l'électrode secondaire de masse 19. Une telle alternative permet avantageusement de limiter l'encombrement généré par la bougie d'allumage 5 le long de la direction longitudinale.

**[0080]** Selon le troisième mode de réalisation, illustré aux figures 5 et 6, la bougie d'allumage 5 comprend un élément isolant 25 électriquement se distinguant du deuxième mode de réalisation en ce que ledit élément présente une forme similaire à celle de l'organe extrémal 23 tel que décrit précédemment en référence au premier mode de réalisation.

**[0081]** Dans un tel mode de réalisation, l'élément isolant 25 présente une forme de capuchon telle que décrite

précédemment, dont un profil en « U » peut s'étendre, le long de la direction longitudinale, au moins en partie dans le prolongement du culot 10. Selon la forme du culot 10, l'élément isolant 25 peut ainsi comprendre un ou flancs latéraux reliés entre eux par un flanc intermédiaire.

**[0082]** L'élément isolant 25 peut être réalisé en céramique, notamment à base d'alumine, et comprend les orifices 21 et l'ouverture 22 tels qu'exposés plus haut. Notamment, les flancs latéraux de l'élément isolant 25 comprennent la pluralité d'orifices 21 tandis que le flanc intermédiaire comprend l'ouverture 22 apte à permettre le passage de l'au moins une électrode secondaire 12. De manière optionnelle mais préférentielle, la pluralité d'orifices 21 est disposée, le long de la direction longitudinale, dans une partie inférieure, notamment une moitié inférieure, des flancs latéraux.

**[0083]** L'ouverture 22 est disposée dans le flanc intermédiaire de sorte à s'étendre en regard de l'électrode secondaire 12 le long de la direction longitudinale. Par exemple, l'ouverture 22 et l'électrode secondaire 12 peuvent être centrées sur l'axe principal 100 de la bougie d'allumage 5.

**[0084]** Similairement à ce qui a été décrit en référence au deuxième mode de réalisation, le premier segment de l'au moins une électrode secondaire 12 est entourée par la portion extrémale 16 du corps 9 tandis que le deuxième segment en est dépourvu. L'ouverture 22 comprise dans l'élément isolant 25 est dimensionnée de sorte à permettre le passage de l'au moins une électrode secondaire 12. A titre d'exemple non limitatif, des bords de l'ouverture 22 peuvent s'étendre aux abords ou en prise de l'au moins une électrode secondaire 12. L'élément isolant 25, permet d'isoler électriquement l'électrode secondaire 12 relativement au culot 10 et participe à maintenir l'électrode secondaire 12 le long d'au moins une direction, notamment d'une direction orthogonale à l'axe principal 100.

**[0085]** La préchambre 14 est alors délimitée par l'élément isolant 25, le culot 10 et le corps 9 de la bougie d'allumage 5.

**[0086]** De manière optionnelle mais préférentielle, l'élément isolant 25 peut être maintenu relativement à l'électrode secondaire 12 et/ou relativement au culot 10 le long d'au moins un sens de la direction définie par l'axe principal 100 par l'intermédiaire d'au moins un élément de fixation 27, tel qu'une rondelle de blocage 27" disposée dans l'environnement extérieur 15, au contact d'une face du flanc intermédiaire opposée à la préchambre 14 et tournée vers l'environnement extérieur 15.

**[0087]** Selon le troisième mode de réalisation, lorsque l'électrode secondaire de masse 19 présente la forme d'une pièce métallique courbée 24, tel qu'illustré à la figure 4 et décrit précédemment, ladite pièce métallique courbée 24 est reliée au culot 10. L'électrode secondaire de masse 19 s'étend en saillie de la paroi du culot 10, par exemple au moins en partie dans la continuité de ladite paroi et/ou au contact de l'élément isolant 25 électriquement, par exemple du flanc latéral. Elle comprend

un retour s'étendant longitudinalement en regard de la deuxième extrémité 11b de l'au moins une électrode secondaire 12. L'espace inter-électrodes secondaire 20 est alors au moins partiellement défini le long de la direction longitudinale. La pièce métallique courbée 24 formant l'électrode secondaire de masse 19 est, de préférence, rapportée soudée avec le culot 10, notamment par un ou plusieurs points de soudure 29.

**[0088]** L'élément isolant 25 est maintenu sur le culot 10 par l'intermédiaire de l'électrode secondaire 12.

**[0089]** Selon une deuxième variante du troisième mode de réalisation, illustrée à la figure 6, l'électrode secondaire de masse 19 peut être formée par un couvercle 28 électriquement conducteur, par exemple métallique, directement relié au culot 10 de sorte à fermer le volume de la préchambre 14. Le couvercle 28 peut former un ensemble monobloc avec le culot 10 ou, de manière préférentielle, être rapporté et fixé sur le culot 10, par exemple par soudage. Le couvercle 28 peut alors présenter une forme plane, ou sensiblement plane ou peut présenter un profil en « U » similaire à ce qui a été exposé précédemment en référence à l'organe extrémal 23 dans le premier mode de réalisation.

**[0090]** L'élément isolant 25 tel que décrit précédemment est alors dimensionné de sorte à pouvoir être inséré dans le culot 10, par exemple de manière à s'étendre au moins en partie au contact de la surface intérieure 10' du culot 10. Une partie de la préchambre 14 est alors délimitée par un empilement, le long des directions orthogonales à l'axe principal 100, de l'élément isolant 25 et de la ou les paroi(s) du culot 10.

**[0091]** En ce sens, la pluralité d'orifices 21 tels qu'exposés précédemment s'étend au travers de l'élément isolant 25 et de la paroi du culot 10 de sorte à relier fluidiquement la préchambre 14 à l'environnement extérieur 15.

**[0092]** De même, le couvercle 28 comprend l'ouverture 22, laquelle est longitudinalement disposée en regard d'un trou 26 compris dans l'élément isolant 25 et configuré pour permettre le passage d'au moins la deuxième extrémité 12b de l'au moins une électrode secondaire 12 vers l'environnement extérieur 15. Le couvercle 28 entoure de manière continue l'électrode secondaire 12 et forme l'électrode secondaire de masse 19. Une telle alternative permet avantageusement de limiter l'encombrement généré par la bougie d'allumage 5 le long de la direction longitudinale.

**[0093]** Selon des alternatives des deuxième et troisième modes de réalisation, tel que décrit précédemment, la bougie d'allumage 5 peut comprendre :

- une ou plusieurs électrodes primaires 11 ; et/ou
- au moins une électrode primaire 11 présentant une section transversale courbée, en arc de cercle ou annulaire ; et/ou
- un ou plusieurs organes d'étanchéité.

**[0094]** La bougie d'allumage 5 selon l'invention permet

ainsi avantageusement de commander indépendamment ou simultanément l'au moins une électrode primaire 11 et l'au moins une électrode secondaire 12, électriquement isolées l'une de l'autre, de manière à entraîner un allumage du combustible indépendant ou simultané à partir de deux espaces distincts, à savoir la préchambre 14 de combustion de la bougie d'allumage 5 et/ou la chambre de combustion 13 du moteur 2 sur lequel est équipé ladite bougie.

**[0095]** L'allumage du combustible à partir de la préchambre 14 de combustion s'effectue en appliquant une haute tension entre la deuxième extrémité 11b de l'au moins une électrode primaire 11 et l'électrode primaire de masse 17. Un arc électrique, ou étincelle, se forme alors dans l'espace inter-électrodes primaire 18, propre à chaque électrode primaire 11, situé dans la préchambre 14 de combustion 13. La préchambre 14 étant remplie d'un mélange inflammable, la survenue de cette étincelle provoque l'inflammation du combustible.

**[0096]** L'allumage du combustible directement dans la chambre de combustion 13 délimitée par la culasse 8 du moteur 2 s'effectue en appliquant une haute tension entre la deuxième extrémité 12b de l'électrode secondaire 12 et l'électrode secondaire de masse 19. Un arc électrique se forme alors dans l'espace inter-électrodes secondaire 20 situé dans la chambre de combustion 13, créant l'inflammation du combustible à partir de cette étincelle.

**[0097]** L'invention concerne, en outre, un procédé de fonctionnement d'un moteur 2 à allumage commandé ou d'un système d'allumage 3 commandé selon l'invention comprenant, les modes, autrement dit « étapes », suivants :

- un premier mode de fonctionnement avec production d'une étincelle par bougie et par cycle moteur 2 dans la préchambre 14 par l'intermédiaire de l'au moins une électrode primaire 11, et/ou
- un deuxième mode de fonctionnement avec production d'une étincelle par bougie et par cycle moteur 2 dans un environnement extérieur 15 à la préchambre 14 par l'intermédiaire de l'au moins une électrode secondaire 12, et/ou
- un troisième mode de fonctionnement avec production de deux étincelles par bougie et par cycle moteur 2 respectivement dans les espaces inter-électrodes primaire 18 et secondaire 20, l'une dans la préchambre 14 par l'intermédiaire de l'au moins une électrode primaire 11 et l'autre dans un environnement extérieur 15 à la préchambre 14 par l'intermédiaire de l'au moins une électrode secondaire 12, lesdites étincelles pouvant être décalées ou non dans le temps l'une par rapport à l'autre.

**[0098]** Notamment, dans le cas du troisième mode de fonctionnement, les deux étincelles peuvent être décalées dans le temps d'une durée correspondant à un degré de rotation donné de vilebrequin du moteur 2.

[0099] L'allumage du combustible peut donc être commandé de façon sélective à partir de l'espace le plus adéquat parmi la préchambre 14 de combustion 13 et/ou la chambre de combustion 13, selon les conditions d'utilisation du moteur 2.

[0100] Par exemple, dans des conditions courantes d'utilisation du moteur 2 ne risquant pas d'altérer la préchambre 14 de combustion 13, la commande de l'allumage peut être réalisée à partir de l'électrode primaire 11 débouchant dans la préchambre 14 de combustion 13. La bougie d'allumage 5 permet alors avantageusement d'augmenter le rendement volumétrique du moteur 2 tout en limitant l'apparition de cliquetis.

[0101] Lors de phases spécifiques d'utilisation du moteur 2, telles qu'un démarrage à froid du moteur 2 ou une phase de chauffe du post-traitement, la commande de l'allumage peut être réalisée à partir de l'électrode secondaire 12, traversant la préchambre 14 pour déboucher dans la chambre de combustion 13. La bougie d'allumage 5 bénéficie ainsi de meilleures performances dans des cas d'utilisation où une bougie à préchambre 14 s'avérerait peu performante.

[0102] Ainsi, en combinant le fonctionnement d'une bougie à préchambre 14 et d'une bougie standard, la bougie d'allumage 5 permet d'augmenter le rendement volumétrique d'un moteur 2 thermique. L'agencement et les dimensions de la préchambre 14 rendent la bougie d'allumage 5 adaptées à une utilisation dans différentes conditions de fonctionnement du moteur 2.

[0103] 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

1. Bougie d'allumage (5) pour moteur (2) à allumage commandé comprenant un corps (9) électriquement isolant s'étendant le long d'une d'un axe principal (100) et un culot (10) électriquement conducteur, ledit culot (10) étant relié au corps (9) de sorte à délimiter au moins en partie une préchambre (14) d'allumage, **caractérisé en ce que** la bougie comprend, en outre :

- au moins une électrode primaire (11) s'étendant au travers du corps (9) et dont une extrémité libre est disposée dans la préchambre (14) ;
- au moins une électrode secondaire (12) s'étendant au travers du corps (9) et de la préchambre (14) et dont une extrémité libre est disposée dans un environnement extérieur (15) à la préchambre (14), notamment une chambre de

combustion (13) d'un moteur (2), le corps (9) comprenant une portion extrême (16) configurée pour entourer au moins en partie un segment de l'électrode secondaire (12) disposé dans la préchambre (14) ;

- au moins une électrode primaire de masse (17) définissant un espace inter-électrodes primaire (18) relativement à l'au moins une électrode primaire (11) et au moins une électrode secondaire de masse (19) définissant un espace inter-électrodes secondaire (20) relativement à l'au moins une électrode secondaire (12) ;

- une pluralité d'orifices (21) configurés pour relier fluidiquement un volume intérieur de la préchambre (14) à l'environnement extérieur (15) et au moins une ouverture (22) configurée pour permettre le passage de l'au moins une électrode secondaire (12) vers l'environnement extérieur (15).

2. Bougie d'allumage (5) selon la revendication précédente, comprenant un organe extrême (23) électriquement conducteur, relié au culot (10) et configuré pour délimiter au moins en partie la préchambre (14), l'organe extrême (23) comprenant l'au moins une ouverture (22) et la pluralité d'orifices (21).

3. Bougie d'allumage (5) selon l'une des revendications précédentes, dans laquelle la portion extrême (16) du corps (9) entoure, le long de la direction définie par l'axe principal (100), au moins un segment de l'au moins une électrode secondaire (12) s'étendant dans la préchambre (14) et en regard de bords de l'ouverture (22) de la préchambre (14).

4. Bougie d'allumage (5) selon la revendication 1 ou 2, dans laquelle :

- la portion extrême (16) du corps (9) entoure, le long de la direction définie par l'axe principal (100), au moins un premier segment de l'au moins une électrode secondaire (12) s'étendant en regard de l'extrémité libre de l'au moins une électrode primaire (11),

- la bougie comprend un élément isolant (25) rapporté, bordant et/ou délimitant l'ouverture (22) de la préchambre (14) de sorte à entourer au moins en partie l'électrode secondaire (12) ;
- un deuxième segment, interposé entre le premier segment et l'ouverture (22) le long de l'axe principal (100), est dépourvu de corps (9) et d'élément électriquement isolant.

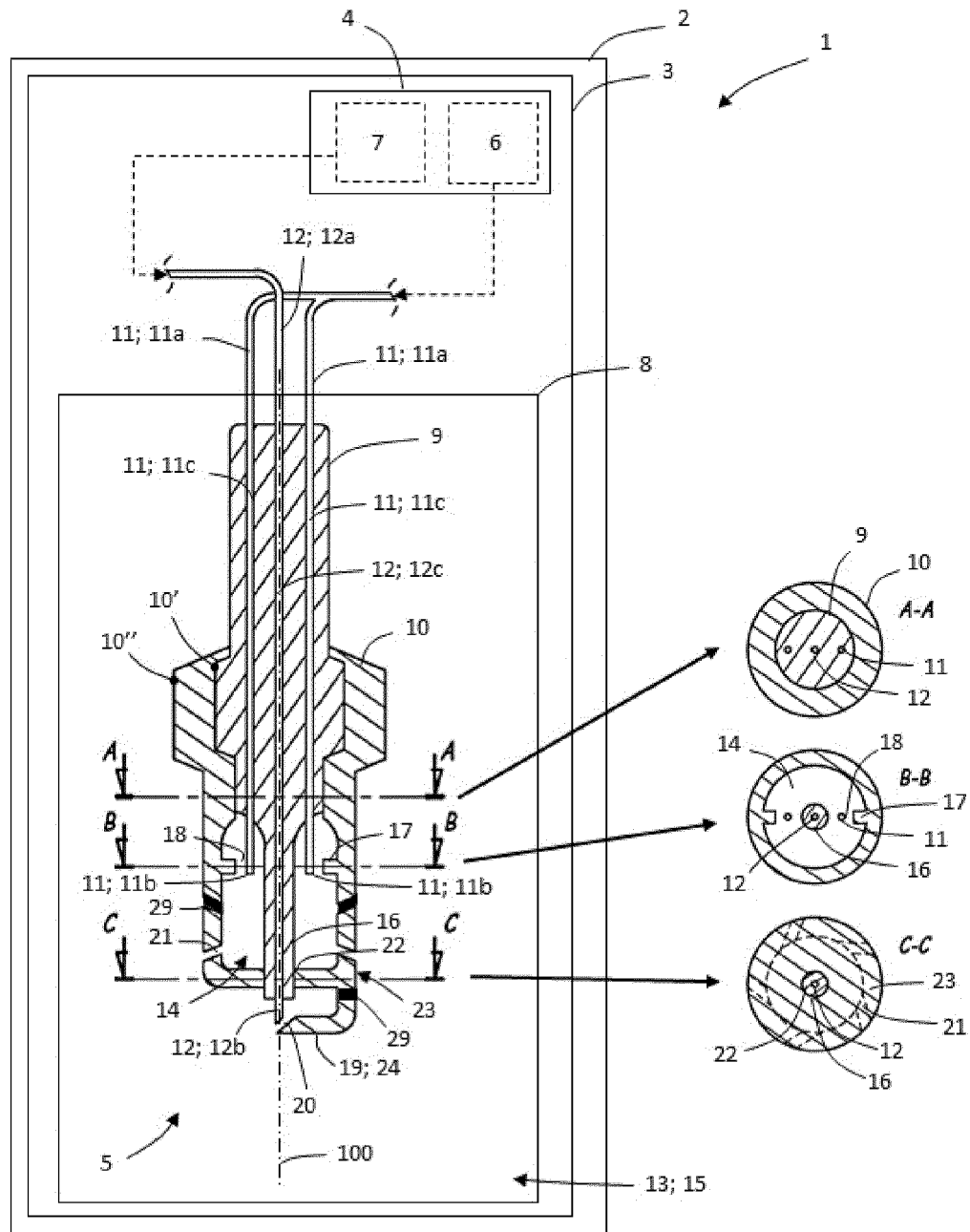
5. Bougie d'allumage (5) selon l'une des revendications précédentes, dans laquelle :

- l'électrode secondaire de masse (19) est directement ou indirectement reliée au culot (10)

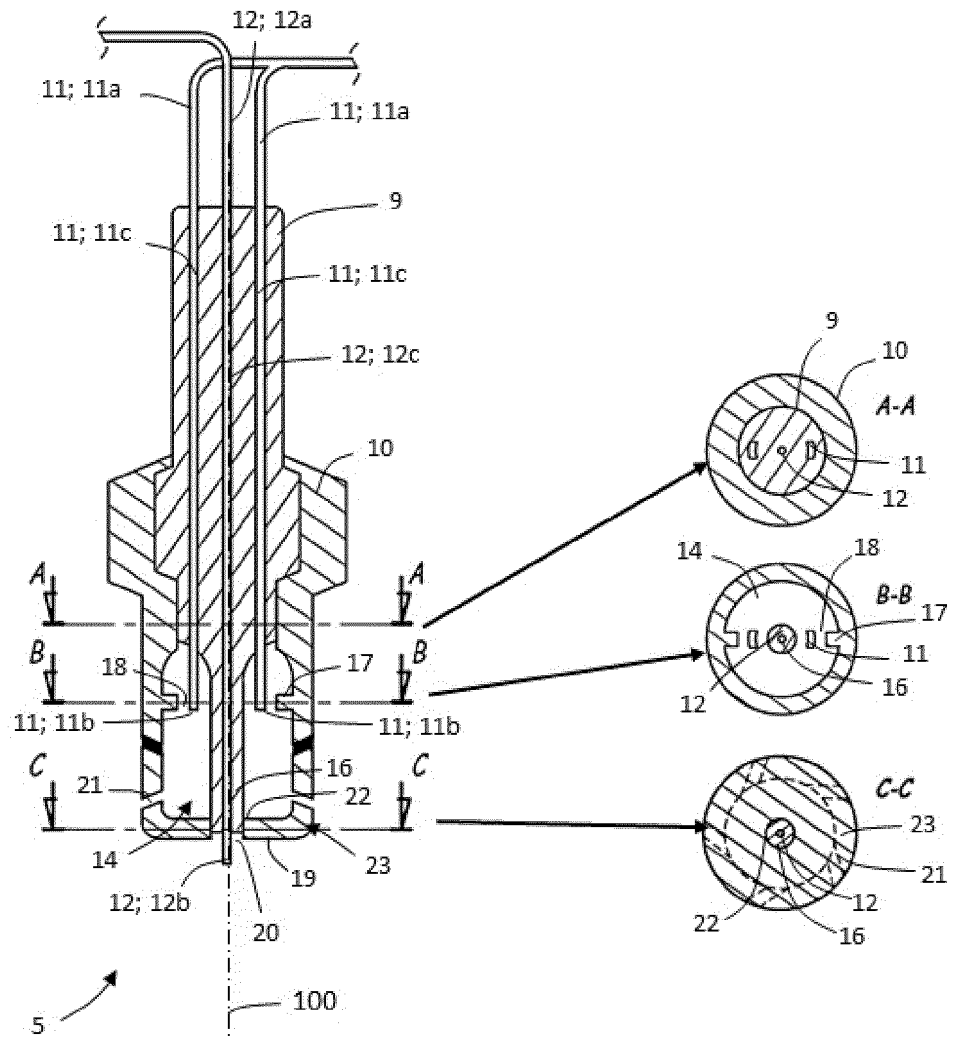
- et configurée pour s'étendre, le long de l'axe principal (100) et dans l'environnement extérieur (15) à la préchambre (14), en regard de l'extrémité libre de l'au moins une électrode secondaire (12) ; ou 5
- l'électrode secondaire de masse (19) est directement ou indirectement reliée au culot (10) et configurée pour délimiter au moins en partie la préchambre (14), l'électrode secondaire de masse (19) s'étendant en regard de l'extrémité libre de l'au moins une électrode secondaire (12) le long d'au moins une direction orthogonale à l'axe principal (100). 10
6. Bougie d'allumage (5) selon l'une des revendications précédentes, comprenant : 15
- une pluralité d'électrodes primaires (11) ; et/ou
  - au moins une électrode primaire (11) présentant une section transversale courbée, en arc de cercle ou annulaire. 20
7. Culasse (8) pour moteur (2) à allumage commandé comprenant au moins une bougie d'allumage (5) selon l'une des revendications précédentes, **caracté-** 25  
**risée en ce que :**
- ladite bougie d'allumage (5) est disposée dans un emplacement de la culasse (8) prévu pour une bougie d'allumage (5) standard, et 30
  - une extrémité libre de l'au moins une électrode secondaire (12) de ladite bougie d'allumage (5) est disposée dans un environnement extérieur (15) à ladite bougie compris dans la culasse (8). 35
8. Système d'allumage (3) commandé comprenant une unité de commande (4) d'allumage, une bougie d'allumage (5) selon l'une des revendications 1 à 6, un premier circuit (6) électrique haute tension, configuré pour être relié à l'au moins une électrode primaire (11) et un deuxième circuit (7) électrique haute tension configuré pour être relié à l'au moins une électrode secondaire (12). 40
9. Moteur (2) à allumage commandé comprenant une culasse (8) selon la revendication (7) et/ou au moins une bougie d'allumage (5) selon l'une des revendications 1 à 6. 45
10. Procédé de fonctionnement d'un moteur (2) à allumage commandé selon la revendication 9 ou d'un système d'allumage (3) commandé selon la revendication 8, comprenant : 50
- une étape de production d'une étincelle par cycle moteur (2) et par bougie dans la préchambre (14) par l'intermédiaire de l'au moins une électrode primaire (11), et/ou 55

- une étape de production d'une étincelle par cycle moteur (2) et par bougie dans un environnement extérieur (15) à la préchambre (14) par l'intermédiaire de l'au moins une électrode primaire (11), et/ou
- une étape de production de deux étincelles par cycle moteur (2) et par bougie, respectivement dans les espaces inter-électrodes primaire et secondaire, l'une dans la préchambre (14) par l'intermédiaire de l'au moins une électrode primaire (11) et l'autre dans un environnement extérieur (15) à la préchambre (14) par l'intermédiaire de l'au moins une électrode secondaire (12), lesdites étincelles étant décalées ou non dans le temps l'une par rapport à l'autre.

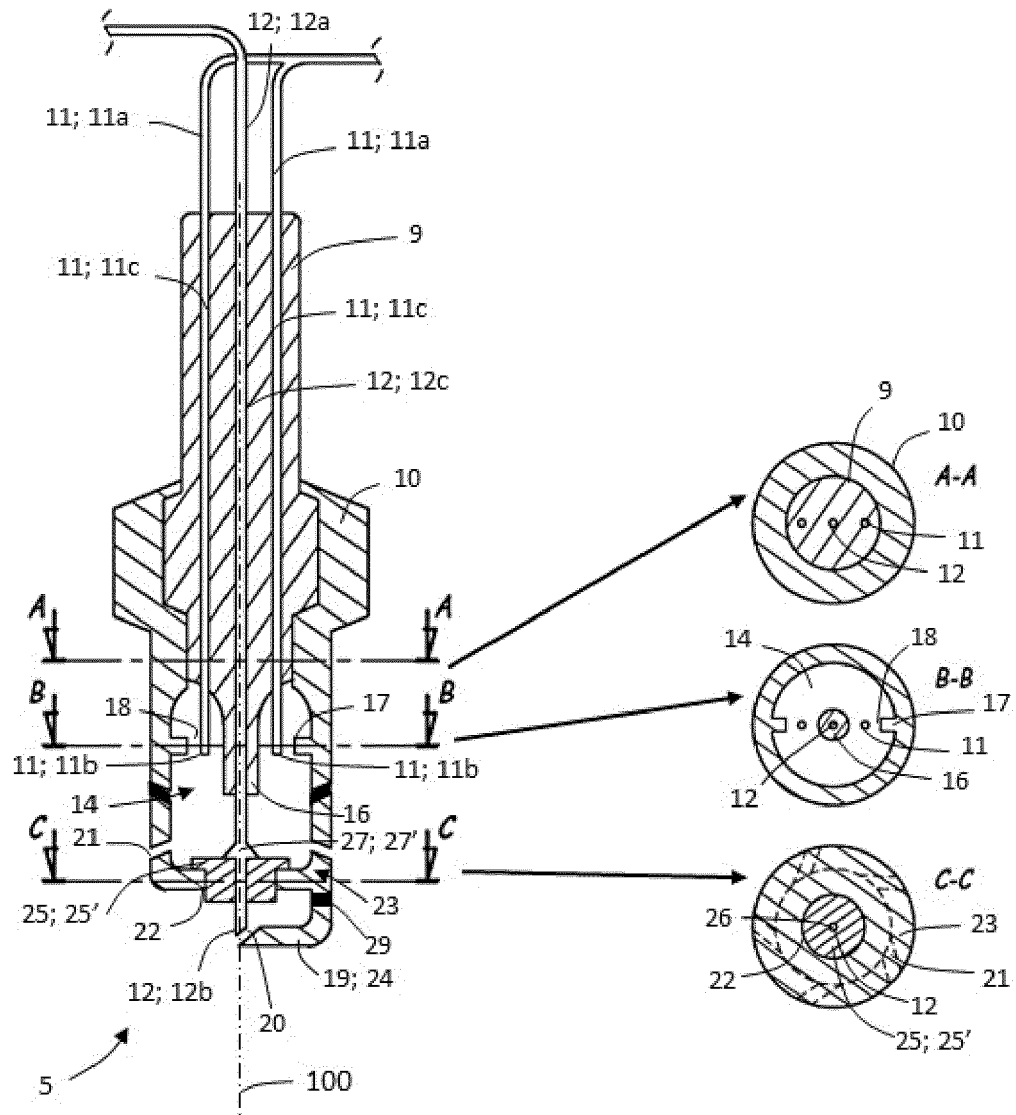
[Fig. 1]



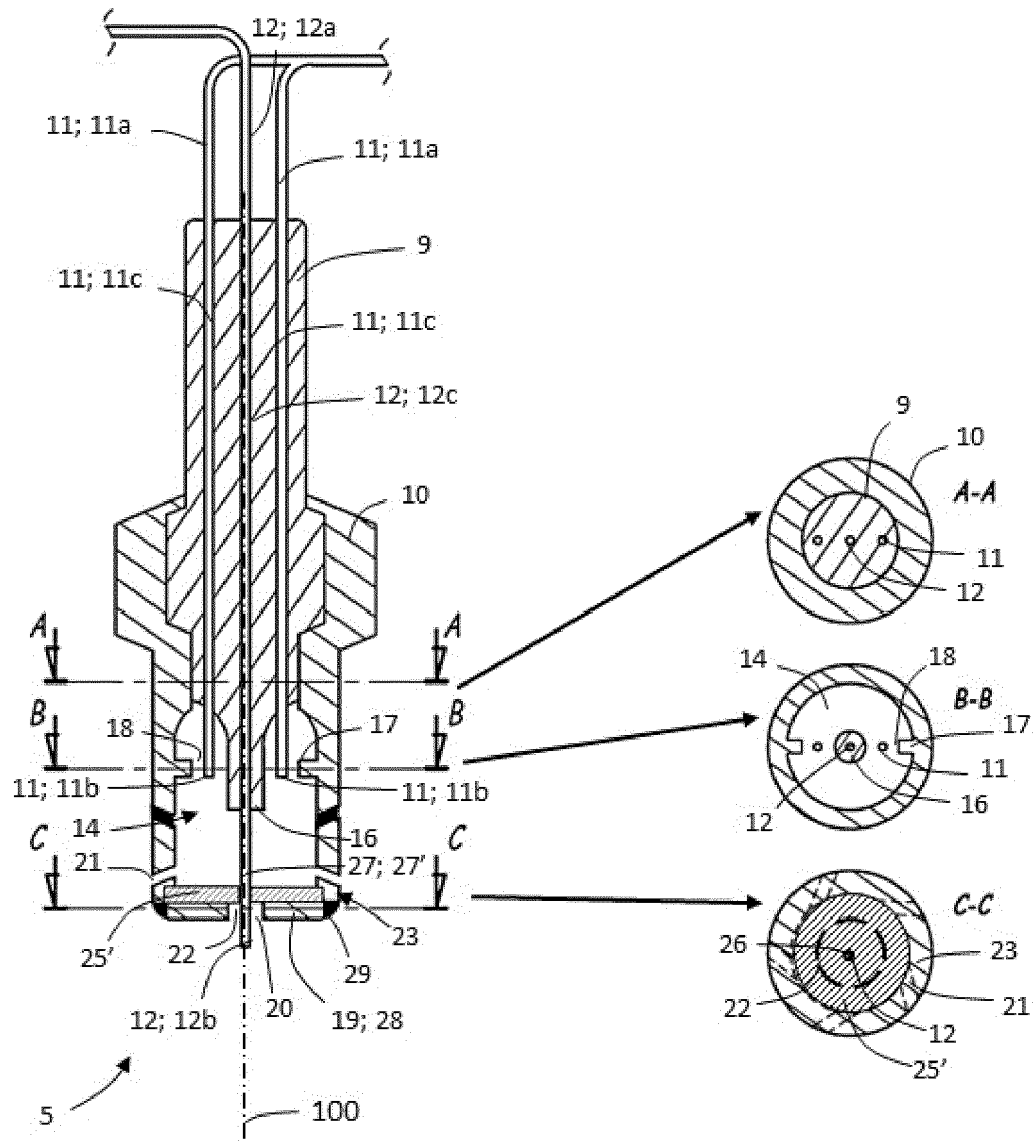
[Fig. 2]



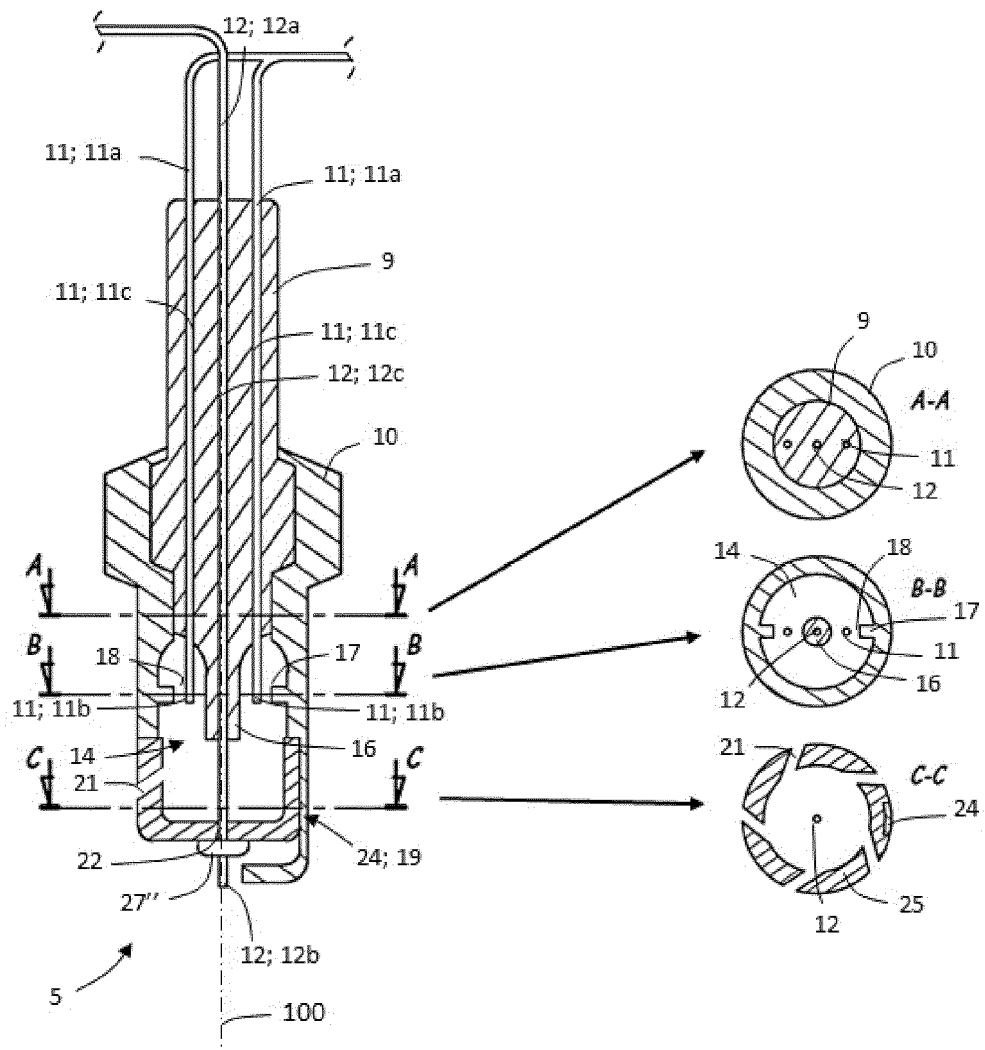
[Fig. 3]



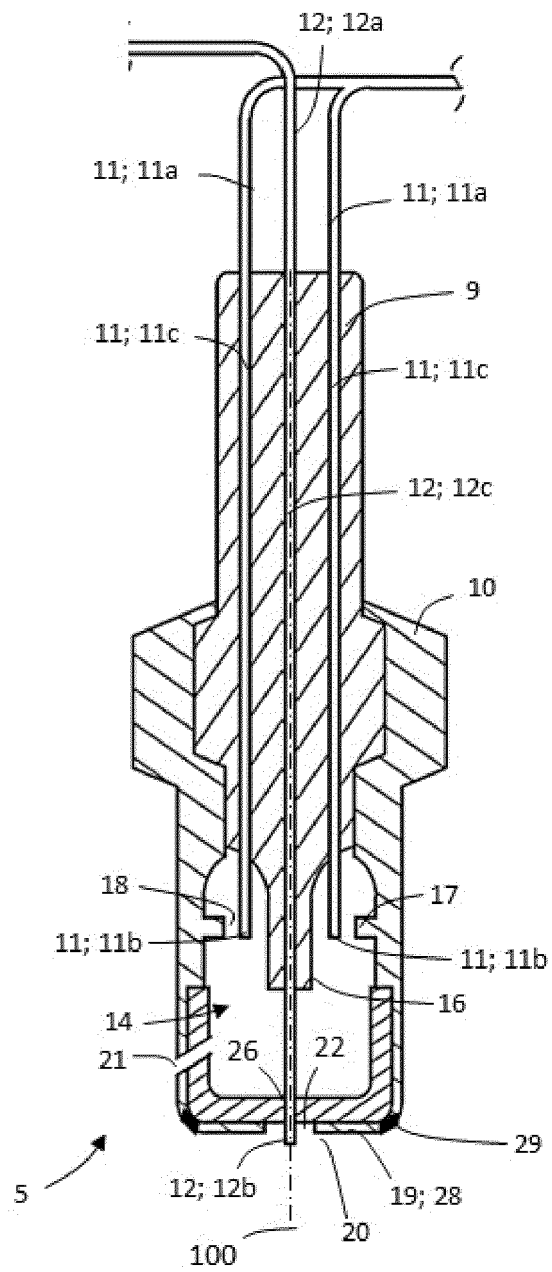
[Fig. 4]



[Fig. 5]



[Fig. 6]





## RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande

EP 23 17 2353

## DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

| Catégorie                                                                                                                                                                                                                           | Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes                                           | Revendication concernée                                                                                                                                                                                                                                                  | CLASSEMENT DE LA DEMANDE (IPC)                           |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|
| X                                                                                                                                                                                                                                   | US 2022/140576 A1 (NIESSNER WERNER [DE] ET AL) 5 mai 2022 (2022-05-05)<br>* alinéas [0090] - [0096]; figure 14 *<br>----- | 1-10                                                                                                                                                                                                                                                                     | INV.<br>H01T13/22<br>H01T13/32<br>H01T13/46<br>H01T13/54 |
| A                                                                                                                                                                                                                                   | JP S49 117842 A (BOKUYU AUTOMOBILE INDUSTRY) 11 novembre 1974 (1974-11-11)<br>* revendication 1; figures 1-3 *<br>-----   | 1,10                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                          |
| A                                                                                                                                                                                                                                   | US 889 338 A (SCHULTZ GEORGE J [US]) 2 juin 1908 (1908-06-02)<br>* revendication 1; figure 1 *<br>-----                   | 1,10                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                          |
| A                                                                                                                                                                                                                                   | EP 3 985 813 A1 (RENAULT SAS [FR]) 20 avril 2022 (2022-04-20)<br>* abrégé; figures 1-3 *<br>-----                         | 1,10                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                          |
| A                                                                                                                                                                                                                                   | DE 103 29 269 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 27 janvier 2005 (2005-01-27)<br>* abrégé; figures 1,2 *<br>-----                | 1,10                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                          |
| A                                                                                                                                                                                                                                   | EP 3 493 340 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 5 juin 2019 (2019-06-05)<br>* abrégé; figure 1 *<br>-----                        | 1,10                                                                                                                                                                                                                                                                     | DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC)<br><br>H01T<br>H05C |
| Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications                                                                                                                                                                      |                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                          |
| Lieu de la recherche                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                           | Date d'achèvement de la recherche                                                                                                                                                                                                                                        | Examineur                                                |
| La Haye                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                           | 30 août 2023                                                                                                                                                                                                                                                             | Jiménez, Jesús                                           |
| CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                          |
| X : particulièrement pertinent à lui seul<br>Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie<br>A : arrière-plan technologique<br>O : divulgation non-écrite<br>P : document intercalaire |                                                                                                                           | T : théorie ou principe à la base de l'invention<br>E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date<br>D : cité dans la demande<br>L : cité pour d'autres raisons<br>.....<br>& : membre de la même famille, document correspondant |                                                          |

EPO FORM 1503 03.82 (P04C02)

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE  
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET EUROPEEN NO.**

EP 23 17 2353

5 La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche européenne visé ci-dessus.  
Lesdits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du  
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets.

30-08-2023

| Document brevet cité<br>au rapport de recherche | Date de<br>publication | Membre(s) de la<br>famille de brevet(s) | Date de<br>publication |
|-------------------------------------------------|------------------------|-----------------------------------------|------------------------|
| <b>US 2022140576 A1</b>                         | <b>05-05-2022</b>      | <b>AUCUN</b>                            |                        |
| <b>JP S49117842 A</b>                           | <b>11-11-1974</b>      | <b>JP S5238179 B2</b>                   | <b>27-09-1977</b>      |
|                                                 |                        | <b>JP S49117842 A</b>                   | <b>11-11-1974</b>      |
| <b>US 889338 A</b>                              | <b>02-06-1908</b>      | <b>AUCUN</b>                            |                        |
| <b>EP 3985813 A1</b>                            | <b>20-04-2022</b>      | <b>EP 3985813 A1</b>                    | <b>20-04-2022</b>      |
|                                                 |                        | <b>FR 3115073 A1</b>                    | <b>15-04-2022</b>      |
| <b>DE 10329269 A1</b>                           | <b>27-01-2005</b>      | <b>AUCUN</b>                            |                        |
| <b>EP 3493340 A1</b>                            | <b>05-06-2019</b>      | <b>DE 102017221517 A1</b>               | <b>06-06-2019</b>      |
|                                                 |                        | <b>EP 3493340 A1</b>                    | <b>05-06-2019</b>      |
|                                                 |                        | <b>ES 2864399 T3</b>                    | <b>13-10-2021</b>      |

EPO FORM P0460

Pour tout renseignement concernant cette annexe : voir Journal Officiel de l'Office européen des brevets, No.12/82