(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

COURBEVOIE

(11) **N° de publication :** **3 091 332**
(à n'utiliser que pour les commandes de reproduction)

(21) **N° d'enregistrement national :** **18 74259**

(51) Int Cl[8] : ***F 23 R 3/28*** *(2019.01), F 02 C 7/22*

(12) **BREVET D'INVENTION** **B1**

(54) Nez d'injecteur pour turbomachine comprenant une vrille secondaire de carburant à section évolutive.

(22) **Date de dépôt :** 27.12.18.

(30) **Priorité :**

(43) **Date de mise à la disposition du public de la demande :** 03.07.20 Bulletin 20/27.

(45) **Date de la mise à disposition du public du brevet d'invention :** 29.01.21 Bulletin 21/04.

(56) **Liste des documents cités dans le rapport de recherche :**

Se reporter à la fin du présent fascicule

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

(○) **Demande(s) d'extension :**

(71) **Demandeur(s) :** *SAFRAN AIRCRAFT ENGINES Société par Actions Simplifiée* — FR.

(72) **Inventeur(s) :** CHABAILLE Christophe, BERNARD Clément, Yves, Emile et LOVAL Sébastien, Christophe.

(73) **Titulaire(s) :** SAFRAN AIRCRAFT ENGINES Société par Actions Simplifiée.

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

FR 3 091 332 - B1

Description

Titre de l'invention : Nez d'injecteur pour turbomachine comprenant une vrille secondaire de carburant à section évolutive

Domaine technique

[0001] L'invention se rapporte au domaine général des injecteurs de carburant qui équipent la chambre de combustion d'une turbomachine, en particulier une turbomachine du type destinée à la propulsion des aéronefs.

Technique antérieure

[0002] Les chambres de combustion des turbomachines sont en général équipées d'injecteurs de carburant associés à des systèmes de prémélange, couramment dénommés « systèmes d'injection », comportant en général une ou plusieurs vrilles (axiales et/ou radiales), également dénommées « tourbillonneurs », qui utilisent l'air provenant d'un compresseur agencé en amont de la chambre de combustion pour pulvériser le carburant dans la chambre de combustion.

[0003] Deux catégories d'injecteurs sont couramment utilisées : les injecteurs aérodynamiques, qui utilisent principalement la pression et la vitesse de l'air en sortie de compresseur pour mettre en rotation le carburant en sortie du nez de l'injecteur, et les injecteurs aéromécaniques qui utilisent principalement la pression du carburant à l'intérieur du nez de l'injecteur pour mettre en rotation et pulvériser le carburant.

[0004] Par ailleurs, les nez des injecteurs à double circuit de carburant comprennent un circuit primaire de carburant, également appelé circuit pilote, comportant une vrille primaire de carburant alimentant un injecteur primaire (également appelé injecteur pilote) agencé sur un axe du nez d'injecteur, et un circuit secondaire de carburant, également appelé circuit principal, comportant une vrille secondaire de carburant alimentant un injecteur secondaire (également appelé injecteur principal) agencé autour de l'injecteur primaire. Il peut s'agir d'injecteurs aéromécaniques ou d'une combinaison d'un injecteur primaire aéromécanique et d'un injecteur secondaire aérodynamique.

[0005] L'utilisation de ce type d'injecteurs s'est développée pour satisfaire des normes toujours plus contraignantes en matière d'émission de polluants.

[0006] Le circuit primaire est en général destiné à alimenter la chambre de combustion en carburant à tous les régimes, en particulier lors des phases d'allumage et d'enroulement, c'est-à-dire de propagation de la flamme aux secteurs voisins.

[0007] Le circuit secondaire est destiné à alimenter le moteur aux régimes allant du vol croisière jusqu'au décollage.

[0008] Les vrilles de carburant sont des pièces prépondérantes dans la capacité de l'injecteur

à garantir une bonne pulvérisation du jet de carburant et une caractéristique hydraulique adéquate.

[0009] Ces considérations rendent souhaitable la mise au point d'un nouveau nez d'injecteur de carburant ayant des performances améliorées, notamment en matière de pluviométrie et de granulométrie, et capable de débits de pulvérisation plus faibles.

Exposé de l'invention

[0010] L'invention propose à cet effet un nez d'injecteur pour turbomachine, comprenant un circuit primaire de carburant terminé par une buse d'éjection centrée selon un axe d'injection, et un circuit secondaire de carburant comportant une vrille secondaire de carburant formée de canaux de vrille débouchant dans une partie terminale d'éjection de forme annulaire centrée selon l'axe d'injection et agencée autour de la buse d'éjection centrale.

[0011] Selon l'invention, chacun des canaux de vrille présente une section de passage qui se réduit dans une direction allant d'une extrémité amont vers une extrémité aval du canal.

[0012] La réduction de la section de passage de chacun des canaux de vrille permet d'augmenter la perte de charge entre l'entrée et la sortie de la vrille secondaire de carburant et notamment d'accélérer ainsi le carburant au sein de la vrille secondaire de carburant, tout en autorisant des débits de carburant plus faibles.

[0013] De préférence, chaque canal de vrille s'étend selon un plan respectif formant, avec l'axe d'injection, un angle compris entre 40 degrés et 60 degrés.

[0014] De préférence, chaque canal de vrille est incurvé dans le plan correspondant.

[0015] De préférence, le circuit secondaire de carburant comporte une chambre de tranquillisation secondaire de forme annulaire raccordée aux extrémités amont respectives des canaux de vrille.

[0016] De préférence, le circuit secondaire de carburant comporte des canaux de raccordement secondaires reliant un canal tubulaire, centré selon l'axe d'injection, à la chambre de tranquillisation secondaire.

[0017] De préférence, le nez d'injecteur comprend en outre une vrille d'entrée d'air alimentant un canal annulaire d'injection d'air agencé radialement vers l'intérieur par rapport à la partie terminale d'éjection de carburant et coopérant avec la partie terminale d'éjection de carburant pour former un injecteur secondaire aérodynamique.

[0018] De préférence, la partie terminale d'éjection de carburant est délimitée extérieurement par une lèvre externe, et est délimitée intérieurement par une lèvre interne qui sépare la partie terminale d'éjection de carburant du canal annulaire d'injection d'air.

[0019] De préférence, la vrille d'entrée d'air est formée de canaux d'entrée d'air présentant

des entrées respectives s'ouvrant dans une paroi radialement externe du nez d'injecteur, et des sorties respectives débouchant dans le canal annulaire d'injection d'air.

[0020] L'invention concerne également un module d'injection pour turbomachine, comprenant un système d'injection, et un nez d'injecteur du type décrit ci-dessus dans lequel le système d'injection comporte, de l'amont vers l'aval, une douille dans laquelle est monté le nez d'injecteur, au moins une vrille d'admission d'air débouchant en aval du nez d'injecteur, et un bol.

[0021] L'invention concerne aussi une turbomachine, comprenant au moins un nez d'injecteur du type décrit ci-dessus, ou au moins un module d'injection du type décrit ci-dessus.

Brève description des dessins

[0022] L'invention sera mieux comprise, et d'autres détails, avantages et caractéristiques de celle-ci apparaîtront à la lecture de la description suivante faite à titre d'exemple non limitatif et en référence aux dessins annexés dans lesquels :

[0023] [fig.1]
est une vue schématique en coupe axiale d'une turbomachine selon un mode de réalisation préféré de l'invention ;

[0024] [fig.2]
une vue schématique en section axiale d'une chambre de combustion de la turbomachine de la figure 1 ;

[0025] [fig.3]
est une vue schématique en perspective et en coupe axiale d'un nez d'injecteur équipant la chambre de combustion de la figure 2 ;

[0026] [fig.4]
est une vue schématique en perspective et en coupe axiale du nez d'injecteur de la figure 3 privé d'un embout terminal d'un circuit primaire de carburant, et vu sous un angle différent ;

[0027] [fig.5]
est une vue schématique en perspective et en coupe oblique du nez d'injecteur de la figure 3 ;

[0028] [fig.6]
est une vue schématique du nez d'injecteur de la figure 3, vu de face depuis l'aval ;

[0029] [fig.7]
est une vue schématique en perspective du nez d'injecteur de la figure 3 ;

[0030] [fig.8]
est une vue schématique partielle en perspective du circuit primaire de carburant du

nez d'injecteur de la figure 3 ;

[0031] [fig.9]

est une vue schématique partielle en perspective d'un circuit secondaire de carburant du nez d'injecteur de la figure 3 ;

[0032] [fig.9A]

est une vue à plus grande échelle d'une partie de la figure 9.

EXPOSÉ DÉTAILLÉ DE MODES DE RÉALISATION PRÉFÉRÉS

[0033] La figure 1 illustre une turbomachine 10 pour aéronef d'un type connu, comportant de manière générale une soufflante 12 destinée à l'aspiration d'un flux d'air se divisant en aval de la soufflante en un flux primaire circulant dans un canal d'écoulement de flux primaire, ci-après dénommé veine primaire PF, au sein d'un cœur de la turbomachine, et un flux secondaire contournant ce cœur dans un canal d'écoulement de flux secondaire, ci-après dénommé veine secondaire SF.

[0034] La turbomachine est par exemple du type à double flux et à double corps. Le cœur de la turbomachine comporte ainsi, de manière générale, un compresseur basse pression 14, un compresseur haute pression 16, une chambre de combustion 18, une turbine haute pression 20 et une turbine basse pression 22.

[0035] Les rotors respectifs du compresseur haute pression et de la turbine haute pression sont reliés par un arbre dit « arbre haute pression », tandis que les rotors respectifs du compresseur basse pression et de la turbine basse pression sont reliés par un arbre dit « arbre basse pression », d'une manière bien connue.

[0036] La turbomachine est carénée par une nacelle 24 entourant la veine secondaire SF. Par ailleurs, les rotors de la turbomachine sont montés rotatifs autour d'un axe longitudinal 28 de la turbomachine.

[0037] Dans l'ensemble de cette description, la direction longitudinale X est la direction de l'axe longitudinal 28.

[0038] De plus, dans une première partie de cette description, la direction radiale R est en tout point une direction orthogonale à l'axe longitudinal 28 et passant par ce dernier, et la direction circonférentielle ou tangentielle C est en tout point une direction orthogonale à la direction radiale R et à l'axe longitudinal 28. Les termes « interne » et « externe » font respectivement référence à une relative proximité, et un relatif éloignement, d'un élément par rapport à l'axe longitudinal 28. Par ailleurs, les directions « amont » et « aval » sont définies par référence à la direction générale de l'écoulement des gaz dans les veines primaire PF et secondaire SF de la turbomachine.

[0039] La figure 2 représente la chambre de combustion 18 de la turbomachine 10 de la figure 1 et son environnement immédiat.

[0040] De manière classique, cette chambre de combustion, qui est par exemple de type annulaire, comprend deux parois annulaires coaxiales, respectivement radialement

interne 32 et radialement externe 34, qui s'étendent de l'amont vers l'aval, selon le sens 36 d'écoulement du flux primaire de gaz dans la turbomachine, autour de l'axe longitudinal 28 de la turbomachine. Ces parois annulaires interne 32 et externe 34 sont reliées entre elles à leur extrémité amont par une paroi annulaire de fond de chambre 40 qui s'étend sensiblement radialement autour de l'axe longitudinal 28. Cette paroi annulaire de fond de chambre 40 est équipée de systèmes d'injection 42 répartis autour de l'axe longitudinal 28, dont l'un est visible sur la figure 2, recevant chacun un nez d'injecteur 43 monté à l'extrémité d'une canne d'injecteur 45, pour permettre l'injection d'un prémélange d'air et de carburant centré selon un axe d'injection 44 respectif.

[0041] Plus précisément, chaque système d'injection 42 comporte une douille 46, couramment dénommée « traversée coulissante », dans laquelle le nez d'injecteur 43 correspondant est monté avec une faculté de coulissement pour permettre des dilatations thermiques différentielles en fonctionnement.

[0042] Dans l'exemple illustré, la douille 46 délimite intérieurement une unique vrille d'admission d'air 48, par exemple du type axial, formée au sein du système d'injection 42.

[0043] Chaque système d'injection 42 comporte en outre un bol 49 divergent agencé en sortie de la vrille d'admission d'air 48 et débouchant dans la chambre de combustion 18.

[0044] L'ensemble formé d'un système d'injection 42 et du nez d'injecteur 43 correspondant constitue un module d'injection, dans la terminologie de la présente invention.

[0045] En fonctionnement, une partie 50 d'un flux d'air 52 issu d'un diffuseur 54 et provenant du compresseur haute pression 16 alimente les systèmes d'injection 42, tandis qu'une autre partie 56 du flux d'air 52 alimente des orifices d'entrée d'air 58 ménagés dans les parois 32 et 34 de la chambre de combustion, d'une manière bien connue.

[0046] Dans la suite de la présente description, en référence aux figures 3 à 9, la direction radiale R' est en tout point une direction orthogonale à l'axe d'injection 44 et passant par ce dernier, et la direction circonférentielle ou tangentielle C' est en tout point une direction orthogonale à la direction radiale R' et à l'axe d'injection 44. Les termes « interne » et « externe » font respectivement référence à une relative proximité, et un relatif éloignement, d'un élément par rapport à l'axe d'injection 44. Par ailleurs, les directions « amont » et « aval » sont définies par référence à la direction générale de l'écoulement de l'air et du carburant dans le nez d'injecteur 43. De plus, un plan transversal est défini en tant que plan orthogonal à l'axe d'injection 44, tandis qu'un plan axial est défini en tant que plan contenant l'axe d'injection 44.

[0047] Les figures 3 à 9 illustrent plus en détail un nez d'injecteur 43 selon un mode de réa-

lisation préféré de l'invention.

[0048] Le nez d'injecteur 43 comporte un corps 60, de préférence monobloc, comprenant un embout 61 (figures 3 et 5) par lequel le nez d'injecteur 43 est destiné à être raccordé à une canne d'injecteur 45 comme sur la figure 2.

[0049] Au sein du corps 60 sont ménagés deux circuits de carburant, à savoir un circuit primaire 62 et un circuit secondaire 64 (figure 3).

[0050] Le circuit primaire 62 se termine par une buse d'éjection de carburant 66 centrale de type aéromécanique, tandis que le circuit secondaire 64 présente une partie terminale d'éjection de carburant 68 de type aérodynamique agencée autour de la buse d'éjection de carburant 66 (figures 3-6), comme cela apparaîtra plus clairement dans ce qui suit.

[0051] Le circuit primaire 62 comporte un canal annulaire 70 défini entre une paroi radialement externe 72, de forme globalement annulaire, du corps 60 (figures 3-7), qui délimite extérieurement ce dernier, et une enveloppe interne 74 globalement annulaire et de forme complexe, représentée isolée sur la figure 8.

[0052] Le circuit primaire 62 comporte en outre des canaux de raccordement primaires 76 (figures 3, 4 et 8) qui raccordent le canal annulaire 70 à une chambre d'entrée 78 (figures 3 et 4) de la buse d'éjection de carburant 66. Les canaux de raccordement primaires 76 sont par exemple au nombre de quatre et sont de préférence régulièrement répartis autour de l'axe d'injection 44.

[0053] La chambre d'entrée 78 est agencée dans l'axe d'injection 44, radialement vers l'intérieur par rapport au canal annulaire 70.

[0054] Les canaux de raccordement primaires 76 présentent ainsi des entrées respectives raccordées au canal annulaire 70, et des sorties respectives raccordées à la chambre d'entrée 78. Les entrées respectives des canaux de raccordement primaires 76 sont agencées radialement vers l'extérieur par rapport à leurs sorties respectives. Dans l'exemple illustré, les canaux de raccordement primaires 76 s'étendent selon des directions respectives sensiblement orthogonales à l'axe d'injection 44, par exemple sensiblement radiales.

[0055] Le canal annulaire 70 se prolonge vers l'aval au-delà des canaux de raccordement primaires 76 de manière à former une chambre annulaire terminale 79.

[0056] La buse d'éjection de carburant 66 comporte un noyau 80 qui fait partie du corps 60 et qui est centré sur l'axe d'injection 44 et agencé à une extrémité aval de la chambre d'entrée 78 (figures 3 à 6). Le noyau 80 présente une partie amont 82 qui se prolonge vers l'aval en une surface annulaire 84 qui délimite intérieurement une chambre de tranquillisation primaire 86 de forme annulaire au sein de la buse d'éjection de carburant 66. Des canaux d'amenée 87 inclinés par rapport à l'axe d'injection 44 et par rapport à la direction radiale R' raccordent la chambre d'entrée 78 à la chambre de tranquillisation primaire 86. Des canaux d'injection 88 ortho-radiaux (figures 4 et 6),

c'est-à-dire orthogonaux à l'axe d'injection 44 et non sécants avec ce dernier, raccordent une extrémité aval de la chambre de tranquillisation primaire 86 à une chambre de tourbillonnement 90 convergente (figure 3). L'orientation des canaux d'injection 88 permet de favoriser la giration du carburant au sein de la chambre de tourbillonnement 90.

[0057] Le circuit primaire 62, et plus particulièrement la buse d'éjection de carburant 66, comporte un embout terminal 92 (figures 3 et 5) qui est monté sur une extrémité aval du corps 60 et qui délimite extérieurement la chambre de tranquillisation primaire 86 et la chambre de tourbillonnement 90. Cet embout terminal 92 comporte une partie amont de forme cylindrique de révolution délimitant extérieurement la chambre de tranquillisation primaire 86, et une partie aval de forme tronconique délimitant extérieurement la chambre de tourbillonnement 90 et terminée par un orifice d'éjection de carburant 93 (figure 3) destiné à diffuser sous forme de spray le carburant issu de la chambre de tourbillonnement 90.

[0058] Le circuit secondaire 64 va maintenant être décrit en référence aux figures 3-6 et 9. La figure 9 montre le volume intérieur du circuit secondaire 64, c'est-à-dire l'espace occupé par le carburant en fonctionnement. Les parois délimitant les différentes parties du circuit secondaire 64 qui vont être décrites sont visibles en tant que reliefs au sein de l'enveloppe interne 74 du circuit primaire 62, visible sur la figure 8.

[0059] Le circuit secondaire 64 comporte un canal tubulaire 100 (dont seule une partie terminale est représentée sur les figures), centré sur l'axe d'injection 44, et délimité extérieurement par une paroi cylindrique 102 (dont seule une partie terminale est représentée sur les figures), qui délimite intérieurement une partie amont du canal annulaire 70 du circuit primaire (et qui forme donc une partie amont de l'enveloppe interne 74 précitée).

[0060] Comme cela apparaît plus clairement sur la figure 9 qui représente le circuit secondaire 64 isolé du reste du nez d'injecteur, le canal tubulaire 100 se divise, à son extrémité aval, en quatre canaux de raccordement secondaires 104 régulièrement répartis autour de l'axe d'injection 44 et conformés chacun pour s'éloigner de l'axe d'injection 44 dans la direction allant de l'amont vers l'aval.

[0061] Chacun des canaux de raccordement secondaires 104 est par exemple inscrit dans un plan axial respectif. Les canaux de raccordement secondaires 104 présentent des extrémités aval respectives débouchant sur une surface d'extrémité amont 106 d'une chambre de tranquillisation secondaire 108 de forme annulaire, centrée sur l'axe d'injection 44. Cette chambre de tranquillisation secondaire 108 est délimitée en aval par une surface d'extrémité aval 110 dans laquelle s'ouvrent des extrémités amont 111 respectives de canaux de vrille 112 formant une vrille secondaire de carburant 114.

[0062] Les canaux de vrille 112 présentent des extrémités aval 115 respectives (figures 4, 6

et 9) débouchant dans un espace annulaire constituant la partie terminale d'éjection 68 du circuit secondaire 64. Comme le montrent les figures 3, 4 et 6, cet espace annulaire est délimité extérieurement par une lèvre externe 116 annulaire du corps 60 présentant une extrémité libre 117, et est délimité intérieurement par une lèvre interne 118 annulaire du corps 60 présentant une extrémité libre 119.

[0063] Comme le montre la figure 4, la chambre de tranquillisation secondaire 108 et les canaux de vrille 112 s'étendent autour d'une paroi annulaire 120 qui se prolonge vers l'aval en formant la lèvre interne 118, et qui présente un rayon intérieur R1 qui est par exemple supérieur à un rayon extérieur R2 de la paroi cylindrique 102 qui délimite intérieurement la partie amont du canal annulaire 70 du circuit primaire.

[0064] Les canaux de raccordement secondaires 104 forment chacun, avec l'axe d'injection 44, un angle Ω qui est préférentiellement compris entre 30 degrés et 60 degrés, et qui est par exemple égal à 45 degrés (figure 4).

[0065] Comme cela apparaît sur la figure 8, les canaux de raccordement secondaires 104 délimitent entre eux, deux-à-deux, des espaces formant respectivement les canaux de raccordement primaires 76 appartenant au circuit primaire 62.

[0066] Par ailleurs, comme le montrent plus clairement les figures 3 et 8, la vrille secondaire de carburant 114 est entourée par la chambre annulaire terminale 79 qui prolonge le canal annulaire 70 du circuit primaire 62.

[0067] Le nez d'injecteur 43 intègre en outre une vrille d'entrée d'air 122 (figures 4, 5 et 8) et un canal annulaire d'injection d'air 124 coopérant avec la partie terminale d'éjection 68 du circuit secondaire 64 pour former un injecteur secondaire aérodynamique.

[0068] La vrille d'entrée d'air 122 est formée de canaux d'entrée d'air 126, par exemple au nombre de quatre, présentant des entrées respectives 128 (figure 7) s'ouvrant dans la paroi externe 72 du corps 60, et des sorties respectives 130 (figures 4-6) débouchant dans le canal annulaire d'injection d'air 124, préférentiellement de manière sensiblement orthoradiale afin de favoriser la giration de l'air autour de l'axe d'injection 44.

[0069] Les canaux d'entrée d'air 126 s'étendent au travers du canal annulaire 70 du circuit primaire 62, entre les canaux de raccordement secondaires 104 (figure 8).

[0070] Le canal annulaire d'injection d'air 124 est délimité extérieurement par la paroi annulaire 120, et intérieurement par la buse d'éjection de carburant 66, notamment par l'embout terminal 92 (figures 3 et 4).

[0071] Il ressort en particulier de ce qui précède qu'une partie amont du circuit primaire 62 logée dans le nez d'injecteur 43, et formée en l'occurrence par le canal annulaire 70 et la chambre annulaire terminale 79, s'étend autour du circuit secondaire 64. Cette partie amont du circuit primaire 62 est délimitée extérieurement par la paroi externe 72 du corps 60 du nez d'injecteur, de sorte que la partie amont du circuit primaire 62 s'étend

en périphérie du nez d'injecteur.

[0072] Du fait que du carburant circule dans la partie amont du circuit primaire 62 quel que soit le régime de fonctionnement de la turbomachine, la partie amont du circuit primaire 62 permet ainsi d'assurer la protection thermique et le refroidissement du nez d'injecteur 43.

[0073] En particulier, la chambre annulaire terminale 79 permet d'assurer l'effet de protection thermique et de refroidissement du nez d'injecteur 43 au-delà des canaux de raccordement primaires 76, en direction de l'aval, et permet en particulier d'assurer la protection thermique et le refroidissement de la vrille secondaire de carburant 114.

[0074] En référence aux figures 9 et 9A, les canaux de vrille 112 s'étendent chacun selon un plan P respectif formant un angle aigu θ avec la direction D de l'axe d'injection, préférentiellement compris entre 40 degrés et 60 degrés, et par exemple égal à 50 degrés.

[0075] Selon une particularité de l'invention, chacun des canaux de vrille 112, formant la vrille secondaire de carburant 114, présente une section de passage évolutive, qui se réduit dans la direction allant de l'extrémité amont 111 vers l'extrémité aval 115 du canal. La réduction de la section de passage entre l'extrémité amont et l'extrémité aval de chacun des canaux de vrille 112 est de préférence comprise entre 10 et 50 pourcents de la section de passage au niveau de l'extrémité amont du canal.

[0076] La réduction de la section de passage de chacun des canaux de vrille 112 permet d'augmenter la perte de charge entre l'entrée et la sortie de la vrille secondaire de carburant 114 et notamment d'accélérer ainsi le carburant au sein de la vrille secondaire de carburant 114, tout en autorisant des débits de carburant plus faibles à pression égale en entrée de la vrille secondaire.

[0077] La section de passage en entrée de chacun des canaux de vrille 112 est par exemple égale à 0,2 mm^2.

[0078] De plus, chacun des canaux de vrille 112 est incurvé dans le plan P correspondant, de sorte qu'une direction D1 tangente à une ligne moyenne L du canal au niveau de l'extrémité aval 115 de ce dernier fasse un angle α avec une direction D2 tangente à la ligne moyenne L du canal au niveau de l'extrémité amont 111 de ce dernier. L'angle α est préférentiellement compris entre 5 degrés et 15 degrés, et est par exemple égal à 8 degrés. Du fait de sa courbure, chacun des canaux de vrille 112 s'étend sensiblement à une distance constante de l'axe d'injection 44, depuis l'extrémité amont jusqu'à l'extrémité aval du canal 112.

[0079] Il est à noter que le corps 60 est de préférence réalisé par fabrication additive. Dans l'exemple illustré, ce corps 60 forme l'intégralité du nez d'injecteur 43 à l'exception de l'embout terminal 92. Les techniques de fabrication additive sont en effet particulièrement avantageuses pour réaliser le corps 60 du fait de la géométrie complexe de ce dernier.

[0080] En fonctionnement, du carburant circule dans le circuit primaire 62 et est éjecté sous la forme d'un jet en sortie de la buse d'éjection de carburant 66, quel que soit le régime de la turbomachine.

[0081] Aux régimes allant du vol de croisière jusqu'au décollage, du carburant circule également dans le circuit secondaire 64. Ce carburant est mis en rotation et accéléré en traversant les canaux de vrille 112 formant la vrille secondaire de carburant 114, et forme, en sortie de celle-ci, un film de carburant tourbillonnant au sein de la partie terminale d'éjection 68 du circuit secondaire 64.

[0082] À ces régimes de fonctionnement, le flux d'air mis en rotation par la vrille d'entrée d'air 122, et introduit dans le canal annulaire d'injection d'air 124, présente un débit suffisant pour cisailler le film de carburant au niveau de l'extrémité libre 119 de la lèvre interne 118 et de l'extrémité libre 117 de la lèvre externe 116.

Revendications

[Revendication 1] Nez d'injecteur (43) pour turbomachine, comprenant un circuit primaire de carburant (62) terminé par une buse d'éjection de carburant (66) débouchant sur un axe d'injection (44), et un circuit secondaire de carburant (64) comportant une vrille secondaire de carburant (114) formée de canaux de vrille (112) débouchant dans une partie terminale d'éjection de carburant (68) de forme annulaire agencée autour de la buse d'éjection de carburant (66), caractérisé en ce que chaque canal de vrille (112) présente une section de passage qui se réduit dans une direction allant d'une extrémité amont (111) vers une extrémité aval (115) du canal de vrille (112).

[Revendication 2] Nez d'injecteur selon la revendication 1, dans lequel chaque canal de vrille (112) s'étend selon un plan (P) respectif formant, avec l'axe d'injection (44), un angle compris entre 40 degrés et 60 degrés.

[Revendication 3] Nez d'injecteur selon la revendication 2, dans lequel chaque canal de vrille (112) est incurvé dans le plan (P) correspondant.

[Revendication 4] Nez d'injecteur selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, dans lequel le circuit secondaire de carburant (64) comporte une chambre de tranquillisation secondaire (108) de forme annulaire raccordée aux extrémités amont (111) respectives des canaux de vrille (112).

[Revendication 5] Nez d'injecteur selon la revendication 4, dans lequel le circuit secondaire de carburant (64) comporte des canaux de raccordement secondaires (104) reliant un canal tubulaire (100), centré selon l'axe d'injection (44), à la chambre de tranquillisation secondaire (108).

[Revendication 6] Nez d'injecteur selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, comprenant en outre une vrille d'entrée d'air (122) alimentant un canal annulaire d'injection d'air (124) agencé radialement vers l'intérieur par rapport à la partie terminale d'éjection de carburant (68) et coopérant avec la partie terminale d'éjection de carburant (68) pour former un injecteur secondaire aérodynamique.

[Revendication 7] Nez d'injecteur selon la revendication 6, dans lequel la partie terminale d'éjection de carburant (68) est délimitée extérieurement par une lèvre externe (116), et est délimitée intérieurement par une lèvre interne (118) qui sépare la partie terminale d'éjection de carburant (68) du canal annulaire d'injection d'air (124).

[Revendication 8] Nez d'injecteur selon la revendication 6 ou 7, dans lequel la vrille d'entrée d'air (122) est formée de canaux d'entrée d'air (126) présentant

des entrées respectives (128) s'ouvrant dans une paroi radialement externe (72) du nez d'injecteur, et des sorties respectives (130) débouchant dans le canal annulaire d'injection d'air (124).

[Revendication 9] Module d'injection pour turbomachine, comprenant un système d'injection (42), et un nez d'injecteur (43) selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, dans lequel le système d'injection (42) comporte, de l'amont vers l'aval, une douille (46) dans laquelle est monté le nez d'injecteur (43), au moins une vrille d'admission d'air (48) débouchant en aval du nez d'injecteur (43), et un bol (49).

[Revendication 10] Turbomachine, comprenant au moins un nez d'injecteur (43) selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, ou au moins un module d'injection selon la revendication 9.

[Fig. 1]

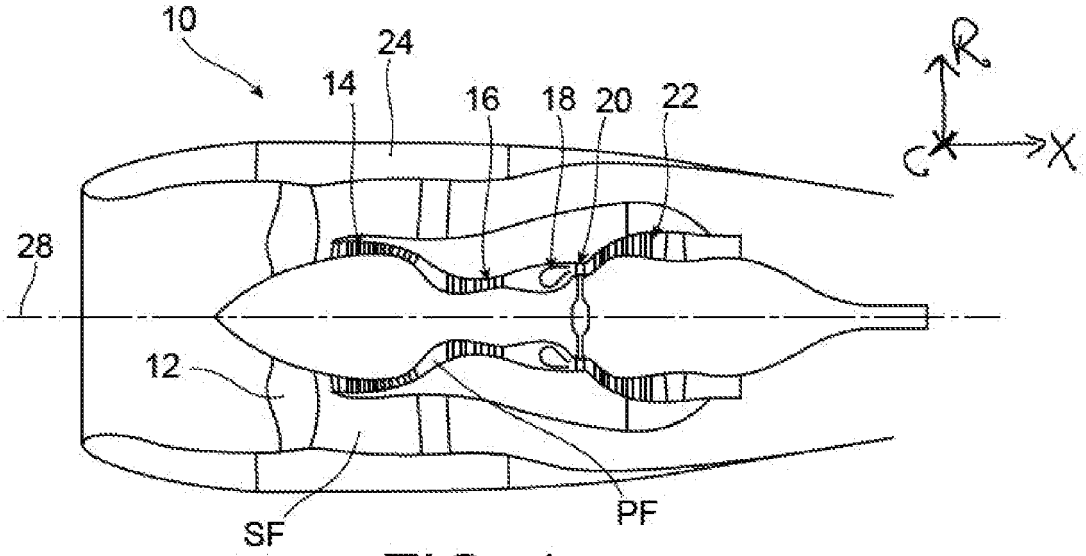

FIG. 1

[Fig. 2]

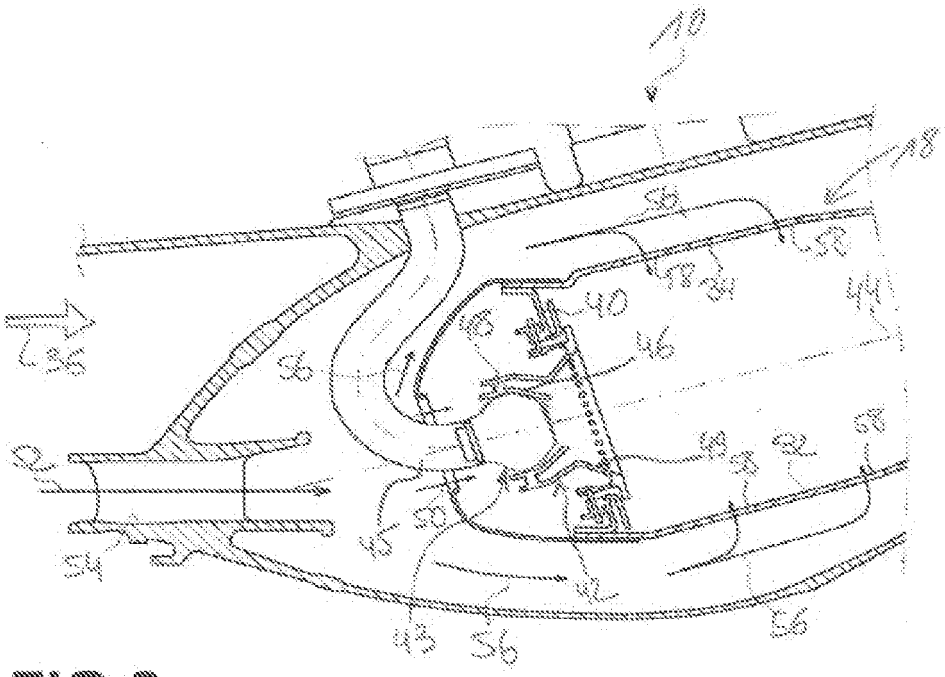

FIG 2

[Fig. 3]

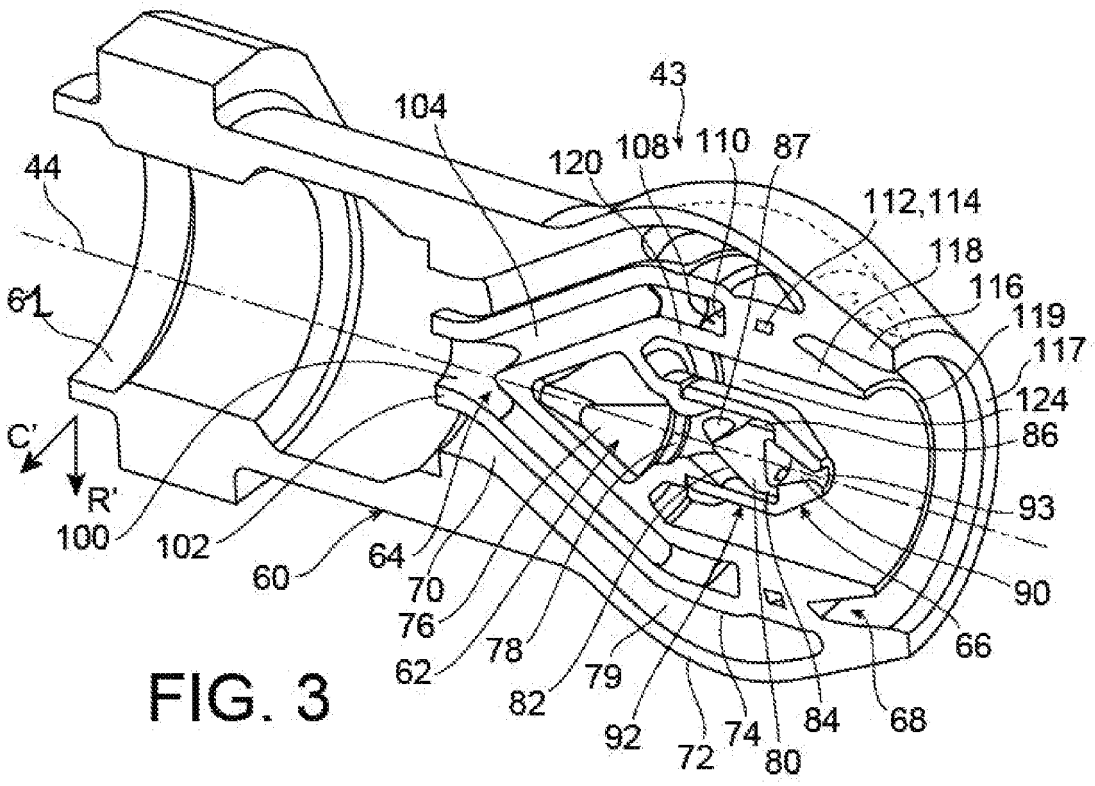

FIG. 3

[Fig. 4]

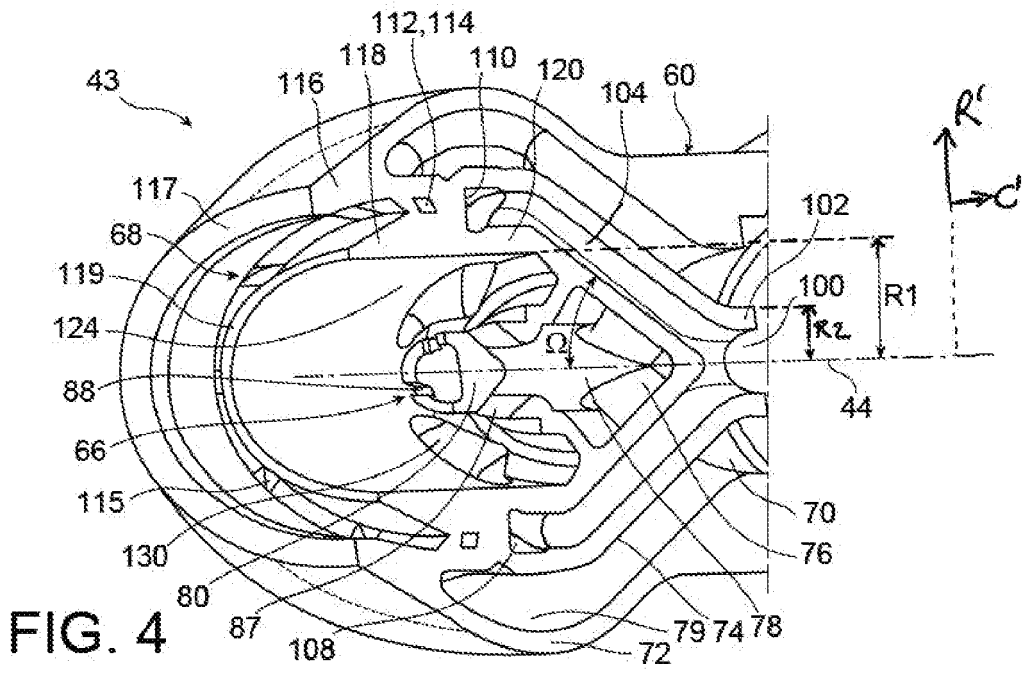

FIG. 4

[Fig. 5]

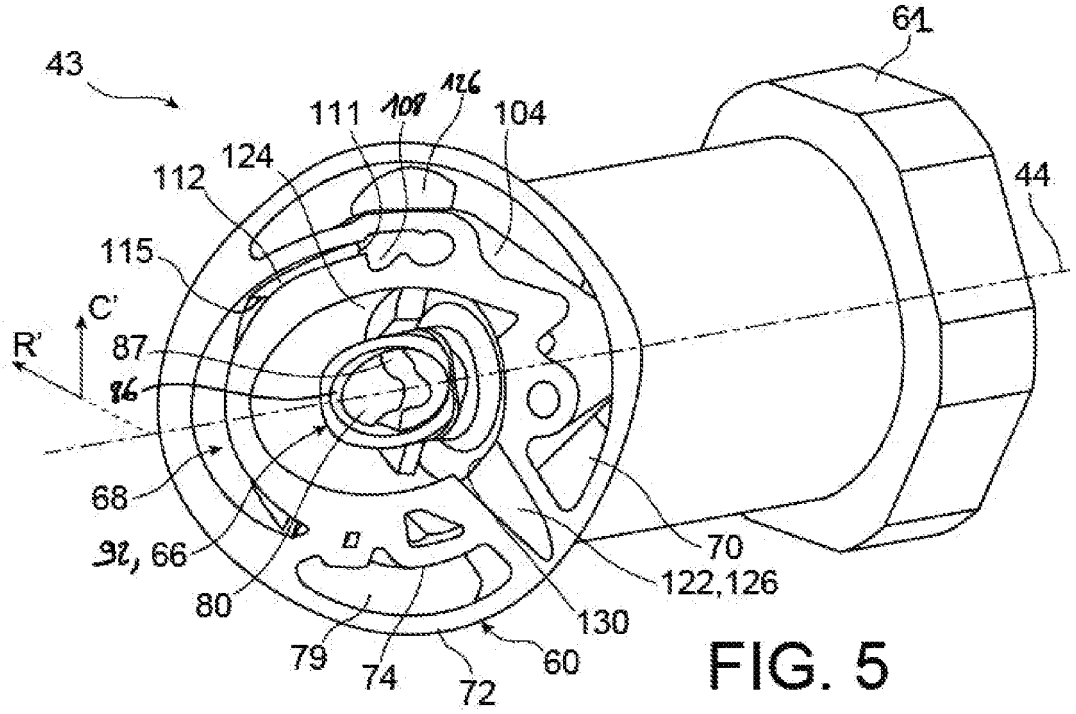

FIG. 5

[Fig. 6]

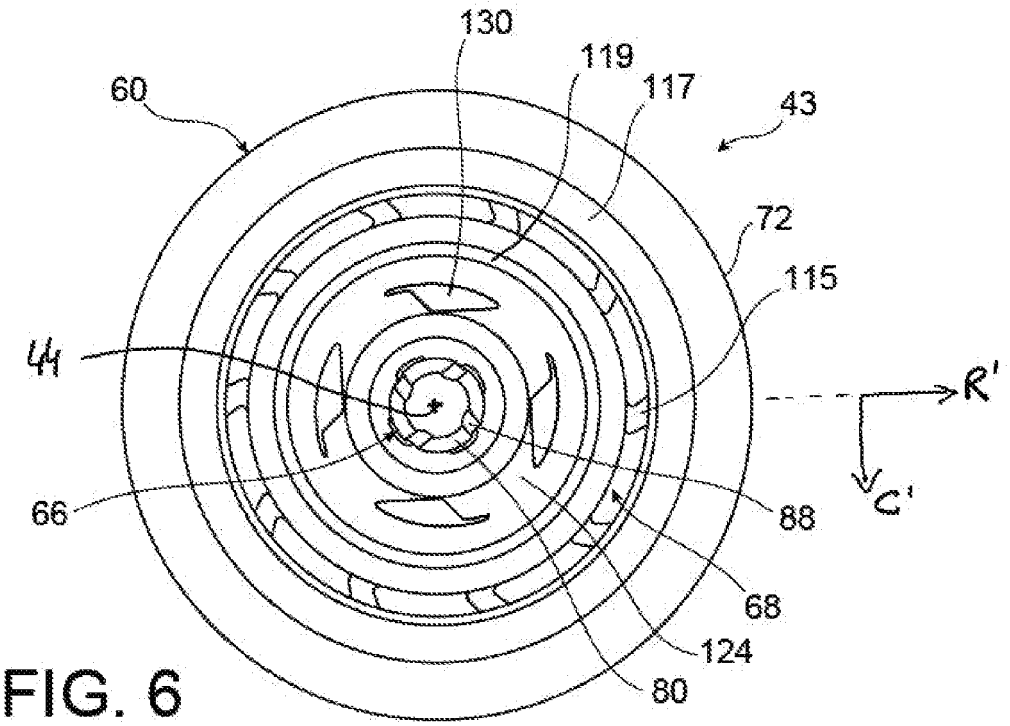

FIG. 6

[Fig. 7]

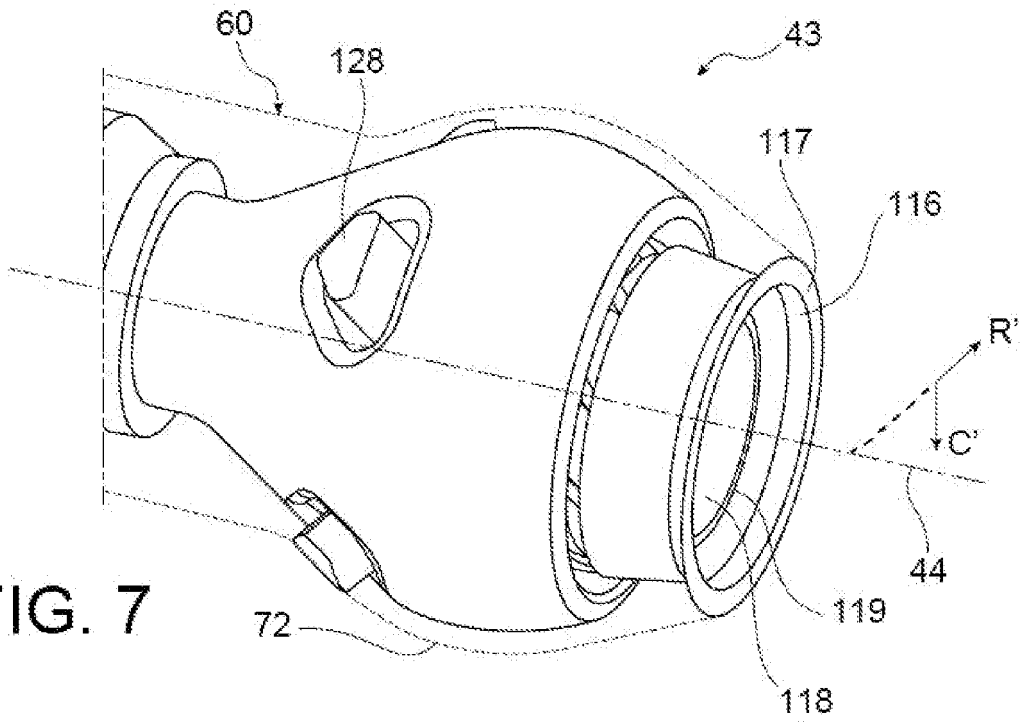

FIG. 7

[Fig. 8]

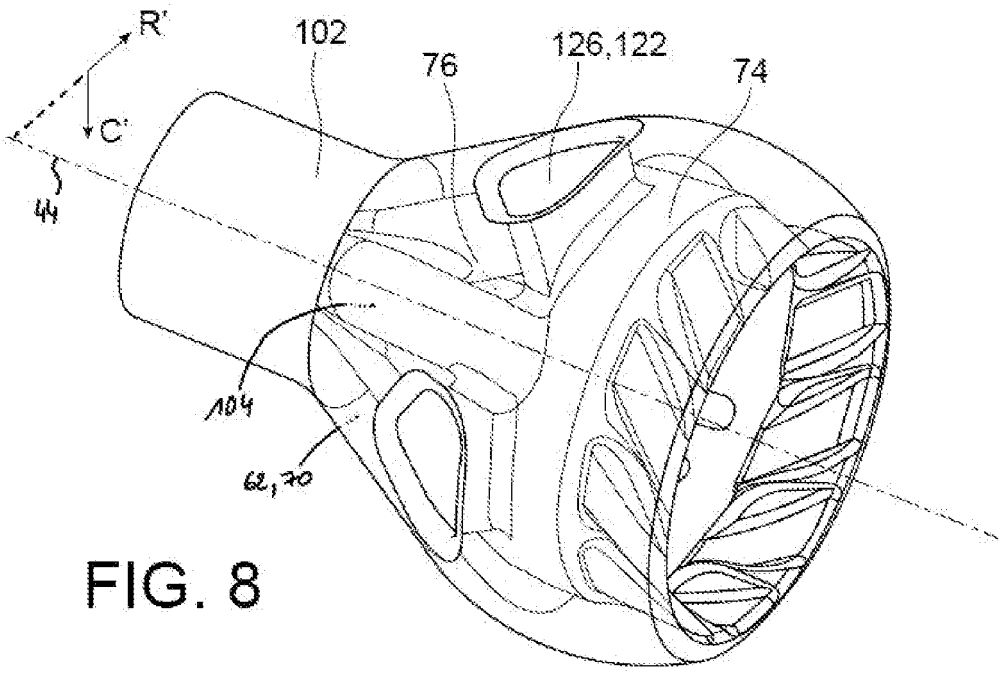

FIG. 8

[Fig. 9]

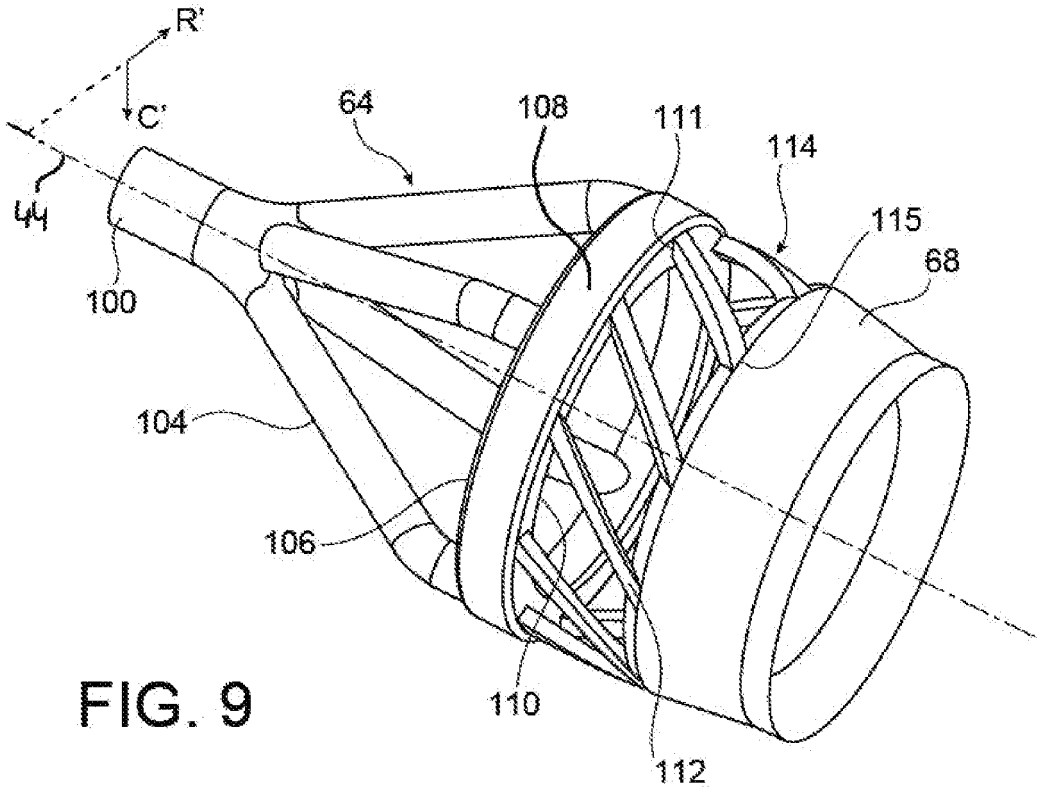

FIG. 9

[Fig. 9A]

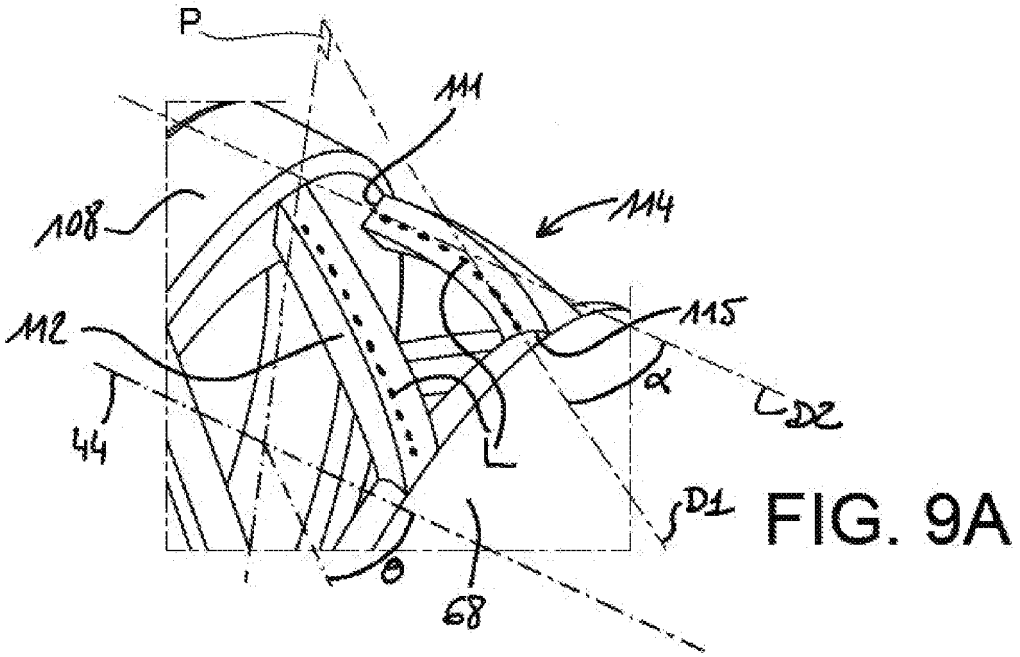

FIG. 9A

RAPPORT DE RECHERCHE

articles L.612-14, L.612-53 à 69 du code de la propriété intellectuelle

OBJET DU RAPPORT DE RECHERCHE

L'I.N.P.I. annexe à chaque brevet un "RAPPORT DE RECHERCHE" citant les éléments de l'état de la technique qui peuvent être pris en considération pour apprécier la brevetabilité de l'invention, au sens des articles L. 611-11 (nouveauté) et L. 611-14 (activité inventive) du code de la propriété intellectuelle. Ce rapport porte sur les revendications du brevet qui définissent l'objet de l'invention et délimitent l'étendue de la protection.
Après délivrance, l'I.N.P.I. peut, à la requête de toute personne intéressée, formuler un "AVIS DOCUMENTAIRE" sur la base des documents cités dans ce rapport de recherche et de tout autre document que le requérant souhaite voir prendre en considération.

CONDITIONS D'ETABLISSEMENT DU PRESENT RAPPORT DE RECHERCHE

[x] Le demandeur a présenté des observations en réponse au rapport de recherche préliminaire.

[x] Le demandeur a maintenu les revendications.

☐ Le demandeur a modifié les revendications.

☐ Le demandeur a modifié la description pour en éliminer les éléments qui n'étaient plus en concordance avec les nouvelles revendications.

☐ Les tiers ont présenté des observations après publication du rapport de recherche préliminaire.

☐ Un rapport de recherche préliminaire complémentaire a été établi.

DOCUMENTS CITES DANS LE PRESENT RAPPORT DE RECHERCHE

La répartition des documents entre les rubriques 1, 2 et 3 tient compte, le cas échéant, des revendications déposées en dernier lieu et/ou des observations présentées.

[x] Les documents énumérés à la rubrique 1 ci-après sont susceptibles d'être pris en considération pour apprécier la brevetabilité de l'invention.

☐ Les documents énumérés à la rubrique 2 ci-après illustrent l'arrière-plan technologique général.

☐ Les documents énumérés à la rubrique 3 ci-après ont été cités en cours de procédure, mais leur pertinence dépend de la validité des priorités revendiquées.

☐ Aucun document n'a été cité en cours de procédure.

1. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE SUSCEPTIBLES D'ETRE PRIS EN CONSIDERATION POUR APPRECIER LA BREVETABILITE DE L'INVENTION

US 2017/184307 A1 (PATEL BHAWAN B [CA] ET AL) 29 juin 2017 (2017-06-29)

WO 00/19146 A2 (PRATT & WHITNEY CANADA [CA]) 6 avril 2000 (2000-04-06)

FR 3 011 318 A1 (SNECMA [FR]) 3 avril 2015 (2015-04-03)

EP 1 770 333 A1 (SNECMA [FR]) 4 avril 2007 (2007-04-04)

2. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE ILLUSTRANT L'ARRIERE-PLAN TECHNOLOGIQUE GENERAL

NEANT

3. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE DONT LA PERTINENCE DEPEND DE LA VALIDITE DES PRIORITES

NEANT