



DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(43) Date de publication:
03.02.2021 Bulletin 2021/05

(51) Int Cl.:
F23D 11/38 ^(2006.01) **F23R 3/28** ^(2006.01)
F23R 3/34 ^(2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **20187953.3**

(22) Date de dépôt: **27.07.2020**

(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 MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Etats d'extension désignés:
BA ME
Etats de validation désignés:
KH MA MD TN

(72) Inventeurs:
• **PORA, Loïc**
77550 MOISSY-CRAMAYEL (FR)
• **CHABAILLE, Christophe**
77550 MOISSY-CRAMAYEL (FR)
• **LE NORMAND, Kevin, Didier, Pierre**
77550 MOISSY-CRAMAYEL (FR)
• **LOVAL, Sébastien, Christophe**
77550 MOISSY-CRAMAYEL (FR)

(30) Priorité: **29.07.2019 FR 1908615**

(71) Demandeur: **SAFRAN AIRCRAFT ENGINES**
75015 Paris (FR)

(74) Mandataire: **Brevalex**
95, rue d'Amsterdam
75378 Paris Cedex 8 (FR)

(54) **NEZ D'INJECTEUR DE CARBURANT POUR TURBOMACHINE COMPRENANT UNE CHAMBRE DE MISE EN ROTATION INTÉRIEUREMENT DÉLIMITÉE PAR UN PION**

(57) Un nez d'injecteur de carburant (243) pour turbomachine comprend un circuit de carburant comportant une chambre de mise en rotation (252) qui comprend une portion amont (270) dans laquelle débouche au moins un canal d'entrée (250), et une portion aval (266) dans laquelle débouche une extrémité aval de la portion amont et qui se termine par une buse d'éjection de carburant (188). Le nez comporte un pion (254) qui s'étend

en direction de la buse d'éjection de carburant à partir d'une surface délimitant une extrémité amont de la portion amont, de sorte que le pion délimite intérieurement la portion amont. La portion amont comprend au moins une entrée circonférentielle (274) avec une section (S2) et au moins une sortie circonférentielle (276) avec une section (S1) plus petite que la section (S2) de l'entrée circonférentielle (274).

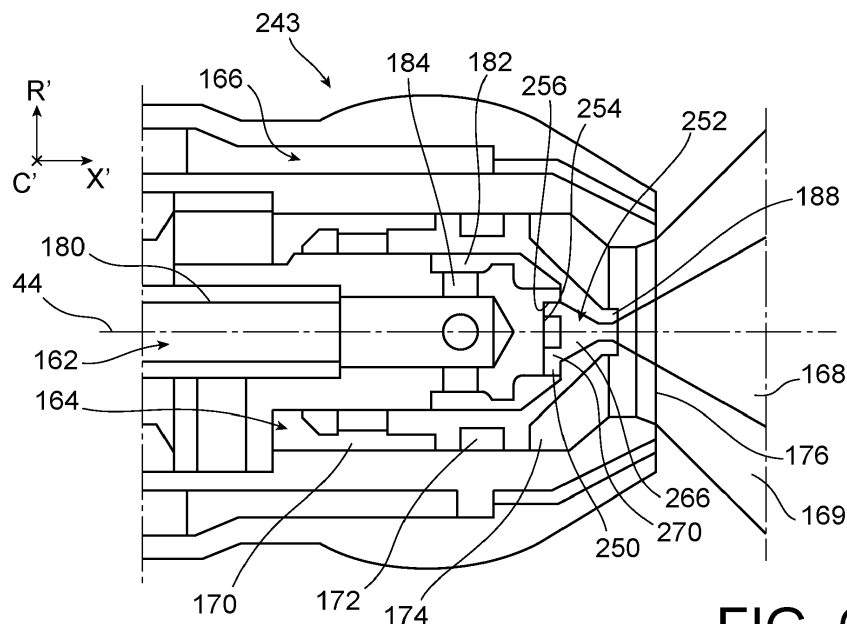


FIG. 6

Description

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.

ÉTAT DE LA 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] La technologie des injecteurs met en œuvre des jeux de fonctionnement faibles, que cela soit au niveau des vrilles primaires ou des vrilles secondaires, qui équipent le nez des injecteurs. Ces vrilles de carburant sont des pièces prépondérantes dans la capacité de l'injecteur à garantir une bonne pulvérisation du jet de carbu-

rant et une caractéristique hydraulique conforme aux spécifications.

[0009] Les nez des injecteurs doivent en particulier pouvoir allumer localement la chambre de combustion, dans des conditions aérodynamiques et thermodynamiques variées, via claquage d'une ou plusieurs bougies puis propagation du noyau de gaz chauds proche de la bougie puis dans les différents secteurs de chambre de combustion.

[0010] La qualité du jet de carburant dans cette phase transitoire est un aspect critique. En situation d'allumage, le moteur fonctionne sur le débit primaire seul, car il est souhaitable de limiter au maximum la quantité de carburant injectée, et donc brûlée, dans le but de limiter l'échauffement de la ou des turbines, notamment dans les séquences de redémarrage en vol.

[0011] Le développement de certains moteurs impose des contraintes importantes en termes d'encombrement, de réduction de masse et de durée de vie des équipements.

[0012] Ces considérations rendent souhaitable la mise au point d'un nouveau nez d'injecteur de carburant ayant de bonnes performances, notamment en matière de pluviométrie et de granulométrie, et capable de débits de pulvérisation faibles.

EXPOSÉ DE L'INVENTION

[0013] L'invention propose à cet effet un nez d'injecteur de carburant pour turbomachine, comprenant un circuit de carburant comportant une chambre de mise en rotation qui comprend une portion amont dans laquelle débouche au moins un canal d'entrée, et une portion aval dans laquelle débouche une extrémité aval de la portion amont et qui se termine par une buse d'injection de carburant.

[0014] Selon l'invention, le nez d'injecteur de carburant comporte un pion qui s'étend en direction de la buse d'éjection de carburant à partir d'une surface délimitant une extrémité amont de la portion amont de la chambre de mise en rotation, de sorte que le pion délimite intérieurement la portion amont de la chambre de mise en rotation.

[0015] Dans des modes de réalisation de l'invention, ledit au moins un canal d'entrée consiste en un seul canal d'entrée, et la portion amont de la chambre de mise en rotation comporte une entrée circonférentielle et une sortie circonférentielle, une section de la sortie circonférentielle étant plus petite qu'une section de l'entrée circonférentielle, le canal d'entrée et la sortie circonférentielle débouchant conjointement dans l'entrée circonférentielle de sorte que la portion amont de la chambre de mise en rotation forme une boucle autour du pion.

[0016] Dans d'autres modes de réalisation de l'invention, ledit au moins un canal d'entrée consiste en un nombre N de canaux d'entrée au moins égal à 2, les canaux d'entrée étant répartis autour d'un axe de la buse d'éjection de carburant, et la portion amont de la chambre de

mise en rotation comprend N portions angulaires comportant des entrées circonférentielles respectives et des sorties circonférentielles respectives par lesquelles les N portions angulaires sont raccordées bout-à-bout circonférentiellement de sorte que la portion amont de la chambre de mise en rotation forme une boucle autour du pion, une section de la sortie circonférentielle de chacune des N portions angulaires étant plus petite qu'une section de l'entrée circonférentielle de celle-ci, chacun des N canaux d'entrée débouchant dans l'entrée circonférentielle respective d'une portion angulaire correspondante parmi les N portions angulaires, conjointement avec la sortie circonférentielle respective d'une autre portion angulaire parmi les N portions angulaires.

[0017] La configuration de la chambre de mise en rotation permet une bonne homogénéité du champ de vitesse du carburant dans la chambre de mise en rotation, et peut donc avantageusement jouer le rôle conventionnellement joué par une vrille de carburant, tout en offrant des avantages spécifiques.

[0018] Le pion permet de favoriser la mise en rotation et l'homogénéisation du carburant au sein de la chambre de mise en rotation. L'invention permet ainsi, à débit de carburant constant, de réduire le nombre de canaux d'entrée nécessaires à l'obtention d'une mise en rotation et d'une homogénéité satisfaisantes du carburant.

[0019] D'une manière générale, l'invention permet d'atteindre des débits de pulvérisation faibles, tout en assurant la fabricabilité du nez d'injecteur, voire en simplifiant la fabrication de ce dernier. En effet, du fait de la réduction du nombre de canaux d'entrée nécessaires pour un fonctionnement satisfaisant du nez d'injecteur de carburant, le canal d'entrée ou chaque canal d'entrée peut être de section plus grande que chacun des canaux formant les vrilles dans les nez d'injecteur de type connu, tout en étant, le cas échéant cumulativement, de section inférieure ou égale à la section cumulée des canaux formant les vrilles dans les nez d'injecteur de type connu.

[0020] De plus, l'invention permet d'améliorer la performance du nez d'injecteur de carburant en termes d'atomisation et de granulométrie (taille de goutte en μm), et donc d'augmenter les capacités de la chambre de combustion en matière d'allumage et de rallumage en vol.

[0021] De préférence, pour le canal d'entrée ou pour chaque canal d'entrée, le nez d'injecteur de carburant comporte une première surface agencée autour et à distance du pion, de sorte que la première surface comporte une partie d'entrée délimitant extérieurement le canal d'entrée, et une partie principale délimitant extérieurement la portion amont de la chambre de mise en rotation ou, le cas échéant, délimitant extérieurement une portion angulaire correspondante de la portion amont de la chambre de mise en rotation. De préférence, la partie principale s'étend à partir de la partie d'entrée en se rapprochant du pion et/ou s'étend en s'éloignant du pion à partir d'une extrémité de la partie principale opposée à la partie d'entrée.

[0022] De préférence, le canal d'entrée ou chaque canal d'entrée débouche tangentiellement dans la portion amont de la chambre de mise en rotation.

[0023] De préférence, le pion présente une forme cylindrique de révolution.

[0024] De préférence, ledit circuit de carburant est un circuit primaire de carburant, le nez d'injecteur de carburant comportant en outre un circuit secondaire de carburant agencé autour du circuit primaire de carburant et comportant une partie terminale d'éjection de carburant agencée autour de la buse d'éjection de carburant du circuit primaire de carburant.

[0025] L'invention concerne également un module d'injection pour turbomachine, comprenant un système d'injection et un nez d'injecteur de carburant 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 de carburant, au moins une vrille d'admission d'air débouchant en aval du nez d'injecteur de carburant, et un bol.

[0026] L'invention concerne aussi une turbomachine, comprenant au moins un nez d'injecteur de carburant du type décrit ci-dessus, ou au moins un module d'injection du type décrit ci-dessus.

BRÈVE DESCRIPTION DES DESSINS

[0027] 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 :

- la figure 1 est une vue schématique en coupe axiale d'une turbomachine selon un mode de réalisation préféré de l'invention ;
- la figure 2 une vue schématique en section axiale d'une chambre de combustion de la turbomachine de la figure 1 ;
- la figure 3 est une vue schématique partielle en coupe axiale d'un nez d'injecteur de carburant de type connu ;
- la figure 4 est une vue schématique en perspective et à plus grande échelle d'une vrille primaire de carburant du nez d'injecteur de carburant de la figure 3 ;
- la figure 5 est une vue schématique en section transversale de la vrille primaire de carburant de la figure 4 ;
- la figure 6 est une vue semblable à la figure 3, illustrant un nez d'injecteur de carburant selon un mode de réalisation préféré de l'invention, équipant la chambre de combustion de la figure 2 ;
- la figure 7 est une vue schématique partielle en perspective et en coupe transversale du nez d'injecteur de la figure 6 ;
- les figures 8 et 9 sont des vues schématiques partielles en perspective du nez d'injecteur de la figure 6, illustrant l'écoulement de carburant en

fonctionnement ;

- la figure 10 est une vue schématique partielle en section transversale du nez d'injecteur de la figure 6 ;
- les figures 11 à 13 sont des vues semblables à la figure 10, illustrant d'autres modes de réalisation de l'invention ;
- les figures 14 à 16 sont des vues schématiques en section axiale de nez d'injecteurs de carburant selon d'autres modes de réalisation de l'invention.

[0028] Dans l'ensemble de ces figures, des références identiques peuvent désigner des éléments identiques ou analogues.

EXPOSÉ DÉTAILLÉ DE MODES DE RÉALISATION PRÉFÉRÉS

[0029] 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.

[0030] 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.

[0031] 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.

[0032] 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.

[0033] Dans une première partie de cette description, la direction longitudinale X est la direction de l'axe longitudinal 28, 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.

[0034] La figure 2 représente la chambre de combustion 18 de la turbomachine de la figure 1 et son environ-

nement immédiat.

[0035] 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.

[0036] 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.

[0037] 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.

[0038] 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.

[0039] 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.

[0040] En fonctionnement, une partie 50 d'un flux d'air 52 issu d'un diffuseur 54 et provenant du compresseur 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.

[0041] Dans la suite de la présente description, en référence aux figures 3 à 16, la direction longitudinale X' est la direction de l'axe d'injection 44, 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.

[0042] La figure 3 illustre plus en détail un nez d'injecteur de carburant 143 d'un type connu.

[0043] Celui-ci comporte un circuit primaire de carburant 162 qui occupe une position centrale par rapport à l'axe d'injection 44, un circuit secondaire de carburant 164 agencé autour du circuit primaire de carburant 162, ainsi qu'un circuit de refroidissement périphérique 166 agencé autour du circuit secondaire de carburant 164.

[0044] En fonctionnement, le circuit primaire 162 est destiné à l'émission d'un cône primaire de carburant 168, tandis que le circuit secondaire 164 est destiné à l'émission d'une nappe secondaire de carburant 169 de forme annulaire tronconique, entourant le cône primaire de carburant 168.

[0045] Le circuit secondaire de carburant 164 comporte un canal annulaire d'amenée de carburant 170 débouchant dans une vrille secondaire de carburant 172 qui débouche elle-même dans une chambre secondaire de mise en rotation 174, de forme annulaire, qui forme une partie terminale d'éjection de carburant débouchant à l'extrémité libre 176 du nez d'injecteur 143.

[0046] Le circuit primaire de carburant 162 comprend un canal central d'amenée de carburant 180, une chambre annulaire de répartition 182 raccordée au canal central 180 par des canaux radiaux 184, une vrille primaire de carburant 186 raccordée à la chambre annulaire de répartition 182 et débouchant dans une chambre primaire de mise en rotation 187 aboutissant à une buse d'éjection de carburant 188, c'est-à-dire un étranglement à partir duquel le carburant est éjecté sous la forme d'un spray divergent, c'est-à-dire en général sous la forme d'une nappe conique creuse. Cette buse d'éjection de carburant 188 présente un axe qui se confond avec l'axe d'injection 44.

[0047] La figure 4 montre l'espace occupé, en fonctionnement, par le carburant au sein d'une partie terminale du circuit primaire 162, correspondant à la vrille primaire de carburant 186, la chambre primaire de mise en rotation 187 et la buse d'éjection de carburant 188, et par le cône primaire 168.

[0048] La figure 5 est une vue en section selon le plan V-V de la figure 3, montrant la circulation du carburant au sein de la vrille primaire 186.

[0049] Comme cela apparaît sur les figures 4 et 5, la vrille primaire 186 est formée de canaux 190 débouchant dans la chambre primaire de mise en rotation 187. Ces canaux 190 sont orthogonaux à l'axe d'injection 44 mais non sécants avec ce dernier, et donc non parallèles à la direction radiale R'. De ce fait, le carburant C1 issu de ces canaux 90 est mis naturellement en rotation C2 dans la chambre primaire de mise en rotation 187.

[0050] Toutefois, une vrille primaire de ce type requiert plusieurs canaux 190 répartis autour de l'axe d'injection 44, typiquement trois ou quatre canaux pour des nez d'injecteur de carburant de dimensions courantes, sans quoi la mise en rotation du carburant ne s'accomplit pas de manière satisfaisante et l'homogénéité du champ de

vitesse du carburant au niveau de la buse d'éjection de carburant 188 risque d'être insuffisante. Les canaux doivent de plus présenter une section de passage suffisamment grande pour permettre un écoulement correct du carburant, et également en raison de contraintes inhérentes aux procédés de fabrication. Or, cela va à l'encontre du besoin de pouvoir disposer de débits de carburant très faibles dans certaines phases de fonctionnement, en particulier à l'allumage de la chambre de combustion.

[0051] L'invention propose d'une manière générale de remédier à ces inconvénients au moyen d'un pion délimitant intérieurement une portion amont de la chambre de mise en rotation, comme cela apparaîtra plus clairement dans ce qui suit.

[0052] Il est à noter que l'invention n'est pas limitée à son application au circuit primaire d'un injecteur à double circuit, le principe de l'invention étant également applicable dans d'autres contextes, par exemple dans le cas d'un injecteur à simple circuit. L'application de l'invention n'est en outre pas limitée aux exemples particuliers de système d'injection, de chambre de combustion, et de turbomachine, décrits ci-dessus en référence aux figures 1 et 2.

[0053] La figure 6 illustre un nez d'injecteur de carburant 243 apte à équiper la turbomachine des figures 1 et 2 et conforme à un mode de réalisation préféré de l'invention. Ce nez d'injecteur 243 présente une configuration semblable à celle du nez d'injecteur 143 de type connu décrit ci-dessus, sauf en ce qu'il comporte un pion 254 délimitant intérieurement une portion amont 270 de la chambre de mise en rotation 252.

[0054] Les figures 7 à 10 illustrent plus particulièrement le pion 254 et son environnement proche. La figure 8 montre en particulier la circulation de carburant C3 en fonctionnement.

[0055] Comme le montrent plus clairement les figures 7 et 9, le pion 254, qui est de préférence centré sur l'axe d'injection 44, s'étend en direction de la buse d'éjection de carburant 188 à partir d'une surface 272 délimitant une extrémité amont de la portion amont 270 de la chambre de mise en rotation 252.

[0056] De plus, dans le mode de réalisation des figures 6 à 10, le nez d'injecteur de carburant 243 comporte un seul canal d'entrée 250, et la portion amont 270 de la chambre de mise en rotation 252 forme sensiblement une boucle autour du pion 254.

[0057] En référence aux figures 7 à 10, le canal d'entrée 250 débouche dans une partie de la portion amont 270, ci-après dénommée entrée circonférentielle 274, conjointement avec une autre partie de la portion amont 270, ci-après dénommée sortie circonférentielle 276.

[0058] La sortie circonférentielle 276 présente une section S1 qui est plus petite qu'une section S2 de l'entrée circonférentielle 274 (figure 10). Par commodité, les sections S1 et S2, et toute autre section de la portion amont 270 définie entre les sections S1 et S2, sont définies selon la direction radiale par rapport à l'axe 44.

[0059] La portion amont 270 présente de préférence une section qui décroît progressivement depuis l'entrée circonférentielle 274 jusqu'à la sortie circonférentielle 276.

[0060] Plus précisément, dans le mode de réalisation des figures 6 à 10, le nez d'injecteur de carburant 243 comporte une première surface 256 agencée autour et à distance du pion 254, de sorte que la première surface 256 comporte une partie principale 256A délimitant extérieurement la portion amont 270 de la chambre de mise en rotation 252, et une partie d'entrée 256B délimitant extérieurement le canal d'entrée 250 (figures 7, 8 et 10).

[0061] La première surface 256 est par exemple en forme de colimaçon. Il faut comprendre, par « forme de colimaçon », que la première surface 256 présente, dans sa partie principale 256A, une première extrémité, dite extrémité de sortie 258, directement en regard du pion 254, et que la première surface 256 se prolonge à partir de son extrémité de sortie 258 en tournant autour de l'axe d'injection 44, tout en s'éloignant dudit axe (figures 7 et 10), jusqu'à une deuxième extrémité opposée, dite extrémité d'entrée 262, formée à l'extrémité de la partie d'entrée 256B. Dans l'exemple illustré, l'éloignement est continu depuis l'extrémité de sortie 258 jusqu'à l'extrémité d'entrée 262. En variante, l'éloignement peut ne concerner qu'une ou plusieurs parties de la première surface 256 tandis qu'une ou plusieurs autres parties de cette première surface 256 s'étendent à distance constante de l'axe d'injection 44. L'entrée circonférentielle 274 et la sortie circonférentielle 276 sont définies dans un plan radial interceptant l'extrémité de sortie 258 de la première surface 256.

[0062] La partie principale 256A de la première surface 256 s'étend directement en regard du pion 254 de sorte que le pion 254 et la partie principale 256A définissent entre eux la portion amont 270 de la chambre de mise en rotation 252.

[0063] La partie d'entrée 256B de la première surface 256 est masquée par la partie principale 256A à l'égard du pion 254. Ainsi, l'extrémité de sortie 258 de la première surface 256 est agencée radialement entre la partie d'entrée 256B et le pion 254.

[0064] Le nez d'injecteur de carburant 243 comporte en outre une deuxième surface 278 agencée en regard de la partie d'entrée 256B de la première surface 256 et délimitant intérieurement le canal d'entrée 250. La deuxième surface 278 est agencée entre la partie d'entrée 256B de la première surface 256 et une partie d'extrémité 256AA de la partie principale 256A de la première surface 256 définie à partir de l'extrémité de sortie 258 de celle-ci.

[0065] Dans l'exemple préférentiel illustré, le canal d'entrée 250 débouche tangentiellement dans la portion amont 270 de la chambre de mise en rotation 252. Il faut comprendre par-là que, dans une vue en section transversale à l'axe d'injection 44 (figure 10), un axe de sortie 280 du canal d'entrée 250 (figure 10), tangent à une ligne moyenne 282 du canal d'entrée 250 au niveau de l'entrée

circonférentielle 274 de la portion amont 270 de la chambre de mise en rotation 252, n'intercepte pas le pion 254.

[0066] À cet effet, la partie d'entrée 256B de la première surface 256 est par exemple à section transversale rectiligne tangente à l'extrémité de la partie principale 256A à partir de laquelle la partie d'entrée 256B s'étend, et la deuxième surface 278 est par exemple à section transversale rectiligne parallèle à la partie d'entrée 256B et raccordée à l'extrémité de sortie 258 de la première surface 256.

[0067] La figure 11 illustre une variante dans laquelle la partie d'entrée 256B de la première surface 256 et la deuxième surface 278 sont incurvées.

[0068] Par ailleurs, comme le montrent les figures 6, 8 et 9, la chambre de mise en rotation 252 se prolonge axialement à partir de la portion amont 270 de celle-ci, en présentant une portion aval 266 qui aboutit à la buse d'éjection 188.

[0069] Dans des modes de réalisation préférés de l'invention, la portion aval 266 est de forme convergente jusqu'à la buse d'éjection 188 (figures 8 et 9).

[0070] Dans l'exemple illustré, le pion 254 est de forme cylindrique de révolution et présente une surface d'extrémité aval 268 pleine orientée transversalement à l'axe d'injection 44 (figures 7 et 9).

[0071] D'une manière générale, la présence du pion 254 au sein du nez d'injecteur de carburant 243 selon l'invention permet de favoriser la mise en rotation et l'homogénéisation du carburant au sein de la chambre de mise en rotation 252. L'invention permet ainsi, à débit de carburant constant, de réduire le nombre de canaux d'entrée nécessaires à l'obtention d'une mise en rotation et d'une homogénéité satisfaisantes du carburant. L'invention permet, de manière générale, d'améliorer la performance du nez d'injecteur en termes d'atomisation et de granulométrie (taille de goutte en μm), et donc d'augmenter les capacités de la chambre de combustion en matière d'allumage et de rallumage en vol.

[0072] En particulier, comme décrit ci-dessus, l'invention rend possible une configuration de nez d'injecteur de carburant ne comportant qu'un seul canal d'entrée 250.

[0073] Dans d'autres modes de réalisation de l'invention, lorsque les dimensions du nez d'injecteur de carburant et les débits de carburants le nécessitent, le nez d'injecteur de carburant 243 comprend plusieurs canaux d'entrée, par exemple au nombre de deux (figure 12) ou trois (figure 13), ou plus généralement N canaux d'entrée 250-i, N étant un nombre entier supérieur ou égal à 2 et i étant un nombre entier prenant les valeurs allant de 1 à N.

[0074] De plus, la portion amont 270 de la chambre de mise en rotation 252 est formée de N portions angulaires 270-i comportant des entrées circonférentielles respectives 274-i et des sorties circonférentielles respectives 276-i par lesquelles les N portions angulaires 270-i sont raccordées bout-à-bout circonférentiellement de sorte que la portion amont 270 de la chambre de mise en ro-

tation 252 forme une boucle autour du pion 254.

[0075] Dans un tel nez d'injecteur de carburant, les canaux d'entrée 250-i sont répartis, de préférence de manière régulière, autour de l'axe de la buse d'éjection de carburant 188, c'est-à-dire l'axe d'injection 44. Par convention, les canaux d'entrées 250-1 à 250-N et les portions angulaires 270-1 à 270-N sont agencés dans cet ordre autour de l'axe d'injection 44, par exemple dans le sens horaire sur les figures.

[0076] En outre, chacune des N portions angulaires 270-i présente une section S1-i au niveau de sa sortie circonférentielle 276-i qui est plus petite qu'une section S2-i au niveau de son entrée circonférentielle 274-i.

[0077] Enfin, chacun des N canaux d'entrée 250-i débouche dans l'entrée circonférentielle respective 274-i d'une portion angulaire correspondante 270-i parmi les N portions angulaires, conjointement avec la sortie circonférentielle respective 276-k d'une autre portion angulaire 270-k parmi les N portions angulaires qui précède la portion angulaire 270-i, k étant donc un nombre entier égal à $(i+N-2) \bmod(N)+1$, où « mod » désigne l'opération mathématique modulo.

[0078] Chacun des N canaux d'entrée 250-i est de préférence l'image d'un canal d'entrée 250-k qui précède ce dernier, par une rotation d'angle $2\pi/N$ radians. De manière analogue, chacune des N portions angulaires 270-i est de préférence l'image d'une portion angulaire 270-k qui précède cette dernière, par une rotation d'angle $2\pi/N$ radians.

[0079] Plus précisément, dans de tels modes de réalisation (figures 12 et 13), le nez d'injecteur de carburant 243 comporte N premières surfaces 256-i agencées à distance du pion 254, de sorte que chaque première surface 256-i comporte une partie principale 256A-i délimitant extérieurement une portion angulaire 270-i correspondante, et une partie d'entrée 256B-i délimitant extérieurement un canal d'entrée 250-i correspondant. Chaque partie principale 256A-i est par exemple à section transversale en forme d'arc de cercle excentré par rapport à l'axe d'injection 44 de manière à se rapprocher du pion 254 depuis l'entrée circonférentielle 274-i jusqu'à la sortie circonférentielle 276-i de la portion angulaire 270-i correspondante. Chaque partie d'entrée 256B-i est par exemple à section transversale rectiligne tangente à l'extrémité de la partie principale 256A-i à partir de laquelle la partie d'entrée 256B-i s'étend.

[0080] Le nez d'injecteur de carburant 243 comporte en outre une N deuxièmes surfaces 278-i agencées respectivement en regard des parties d'entrée 256B-i respectives des premières surfaces 256-i et délimitant intérieurement les canaux d'entrée 250-i respectivement. Chaque deuxième surface 278-i est avantageusement tangente à la partie principale 256A-k de la première surface 256-k délimitant la partie angulaire 270-k précitée.

[0081] Ainsi, dans l'exemple illustré, chaque canal d'entrée 250-i débouche tangentiellement dans la portion angulaire 270-i correspondante. Il faut comprendre par là que, dans une vue en section transversale à l'axe d'in-

jection 44, un axe de sortie 280-i du canal d'entrée 250-i, tangent à une ligne moyenne 282-i du canal d'entrée 250-i au niveau de l'entrée circonférentielle 274-i de la portion angulaire 270-i, n'intercepte pas le pion 254.

[0082] Dans de tels nez d'injecteurs de carburant, comme expliqué ci-dessus, l'invention permet de limiter le nombre de canaux d'entrée nécessaires à l'obtention d'une mise en rotation et d'une homogénéité satisfaisantes du carburant.

[0083] Par ailleurs, dans les modes de réalisation décrits ci-dessus, le pion 254 présente une forme pleine.

[0084] En variante, le pion 254 peut présenter un évidement central 284 (figure 14) débouchant dans la surface d'extrémité aval 268 du pion 254. Dans certains cas, il est en effet souhaitable de prévoir un tel évidement central de manière à réduire la vitesse tangentielle du carburant à proximité de la surface d'extrémité aval 268.

[0085] Par ailleurs, la portion aval 266 de la chambre de mise en rotation 252 peut ne pas converger vers l'aval mais être à section constante (figure 15), de sorte qu'un changement brutal de section s'opère entre la portion aval 266 et la buse d'éjection de carburant 188.

[0086] Dans les modes de réalisation décrits ci-dessus, la surface d'extrémité aval 268 du pion 254 s'étend transversalement au niveau d'une surface aval 286 (figures 14 et 15) délimitant le canal d'entrée 250 ou chaque canal d'entrée 250-i du côté aval.

[0087] En variante, le pion 254 peut s'étendre vers l'aval au-delà de la surface aval 286 (figure 16).

Revendications

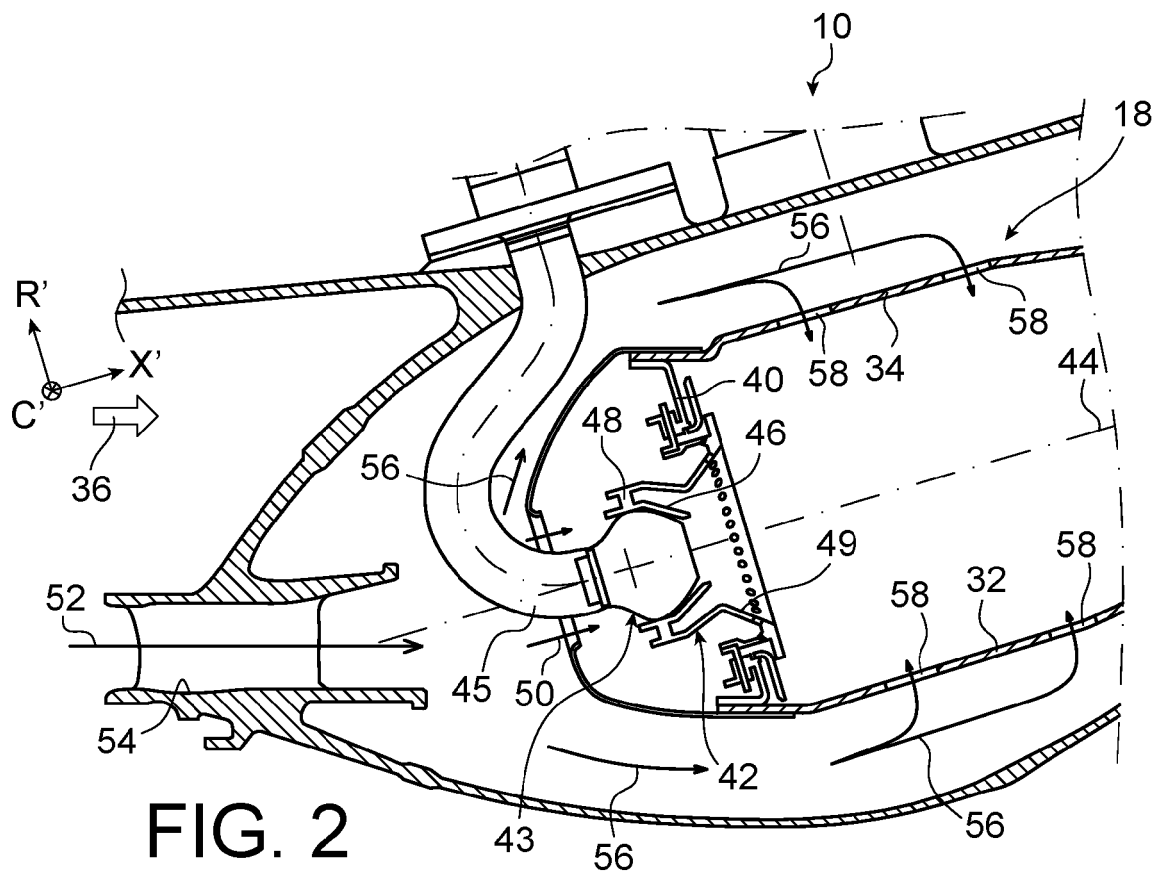
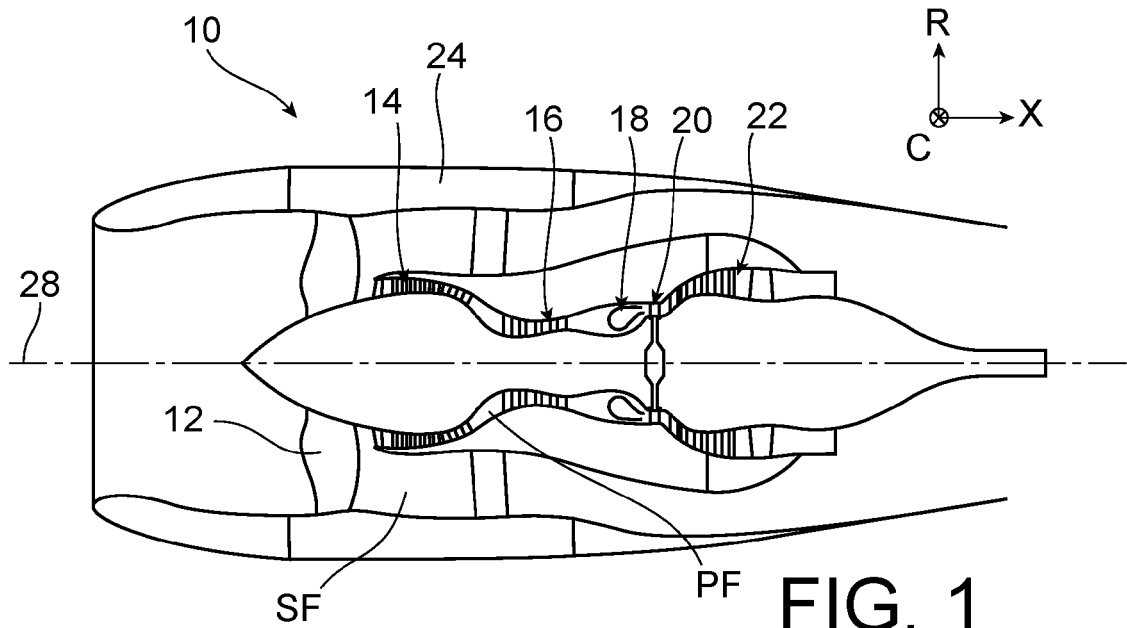
1. Nez d'injecteur de carburant (243) pour turbomachine, comprenant un circuit de carburant (162) comportant une chambre de mise en rotation (252) qui comprend une portion amont (270) dans laquelle débouche au moins un canal d'entrée (250), et une portion aval (266) dans laquelle débouche une extrémité aval de la portion amont (270) et qui se termine par une buse d'éjection de carburant (188), **caractérisé en ce qu'il** comporte un pion (254) qui s'étend en direction de la buse d'éjection de carburant (188) à partir d'une surface (272) délimitant une extrémité amont de la portion amont (270) de la chambre de mise en rotation (252), de sorte que le pion (254) délimite intérieurement la portion amont (270) de la chambre de mise en rotation (252), et **en ce que** ledit au moins un canal d'entrée consiste en un seul canal d'entrée (250), et la portion amont (270) de la chambre de mise en rotation (252) comporte une entrée circonférentielle (274) et une sortie circonférentielle (276), une section (S1) de la sortie circonférentielle (276) étant plus petite qu'une section (S2) de l'entrée circonférentielle (274), le canal d'entrée (250) et la sortie circonférentielle (276) débouchant conjointement dans l'entrée circonférentielle (274) de sorte que la portion amont (270) de la

chambre de mise en rotation (252) forme une boucle autour du pion (254).

2. Nez d'injecteur de carburant (243) pour turbomachine, comprenant un circuit de carburant (162) comportant une chambre de mise en rotation (252) qui comprend une portion amont (270) dans laquelle débouche au moins un canal d'entrée (250), et une portion aval (266) dans laquelle débouche une extrémité aval de la portion amont (270) et qui se termine par une buse d'éjection de carburant (188), **caractérisé en ce qu'il** comporte un pion (254) qui s'étend en direction de la buse d'éjection de carburant (188) à partir d'une surface (272) délimitant une extrémité amont de la portion amont (270) de la chambre de mise en rotation (252), de sorte que le pion (254) délimite intérieurement la portion amont (270) de la chambre de mise en rotation (252), et **en ce que** ledit au moins un canal d'entrée consiste en un nombre N de canaux d'entrée (250-i) au moins égal à 2, les canaux d'entrée (250-i) étant répartis autour d'un axe (44) de la buse d'éjection de carburant (188), et la portion amont (270) de la chambre de mise en rotation (252) comprend N portions angulaires (270-i) comportant des entrées circonférentielles respectives (274-i) et des sorties circonférentielles respectives (276-i) par lesquelles les N portions angulaires (270-i) sont raccordées bout-à-bout circonférentiellement de sorte que la portion amont (270) de la chambre de mise en rotation (252) forme une boucle autour du pion (254), une section (S1-i) de la sortie circonférentielle (276-i) de chacune des N portions angulaires (270-i) étant plus petite qu'une section (S2-i) de l'entrée circonférentielle (274-i) de celle-ci, chacun des N canaux d'entrée (250-i) débouchant dans l'entrée circonférentielle respective (274-i) d'une portion angulaire correspondante (270-i) parmi les N portions angulaires, conjointement avec la sortie circonférentielle respective (276-k) d'une autre portion angulaire (270-k) parmi les N portions angulaires.
3. Nez d'injecteur de carburant selon la revendication 1 ou 2, dans lequel le canal d'entrée (250) ou chaque canal d'entrée (250-i) débouche tangentiellement dans la portion amont (270) de la chambre de mise en rotation (252).
4. Nez d'injecteur de carburant selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, dans lequel le pion (254) présente une forme cylindrique de révolution.
5. Nez d'injecteur de carburant selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, dans lequel ledit circuit de carburant est un circuit primaire de carburant (162), le nez d'injecteur de carburant (243) comportant en outre un circuit secondaire de carburant (164) agencé autour du circuit primaire de carburant (162) et

comportant une partie terminale d'éjection de carburant (174) agencée autour de la buse d'éjection de carburant (188) du circuit primaire de carburant (162).

6. Module d'injection pour turbomachine, comprenant un système d'injection (42) et un nez d'injecteur de carburant (243) selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, dans lequel le système d'injection comporte, de l'amont vers l'aval, une douille (46) dans laquelle est monté le nez d'injecteur de carburant (243), au moins une vrille d'admission d'air (48) débouchant en aval du nez d'injecteur de carburant, et un bol (49).
7. Turbomachine, comprenant au moins un nez d'injecteur de carburant (243) selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, ou au moins un module d'injection selon la revendication 6.



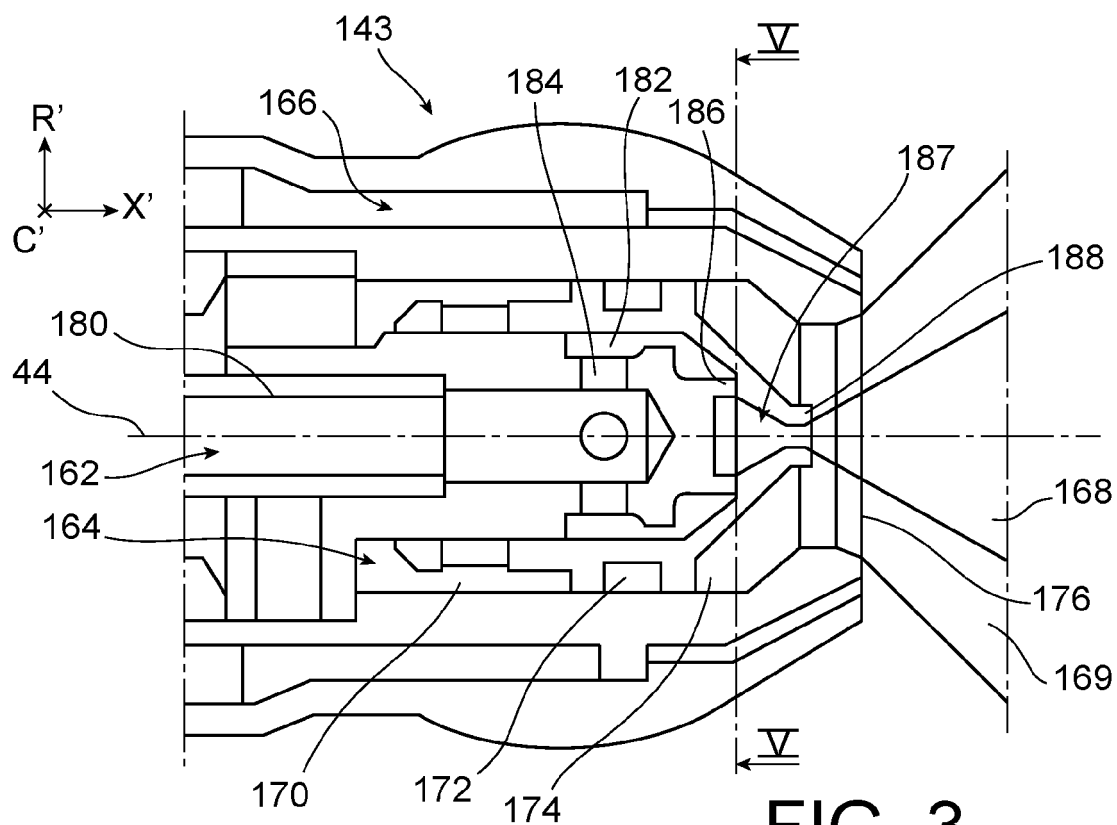


FIG. 3
ART ANTERIEUR

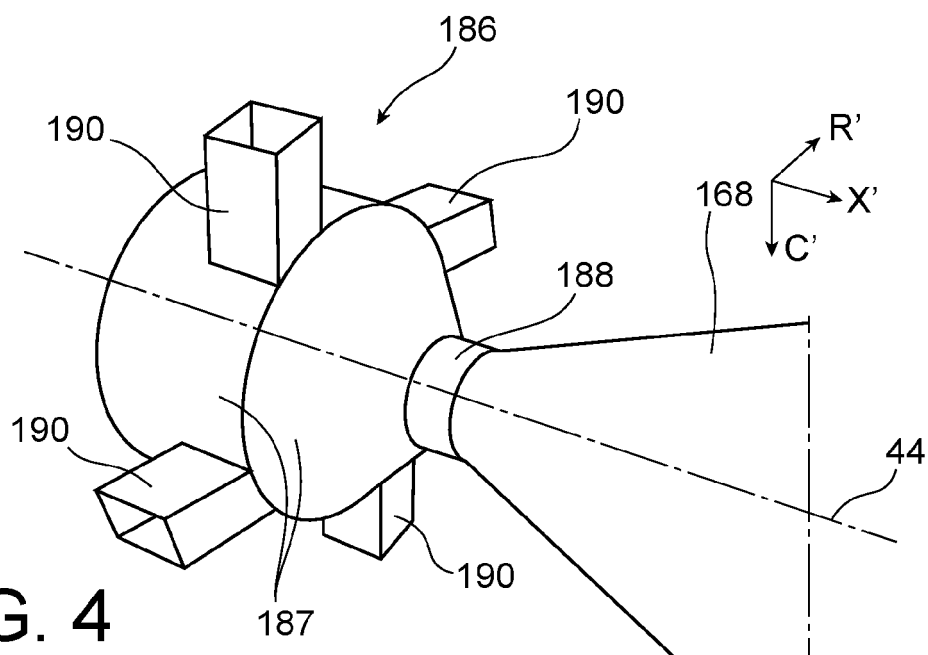
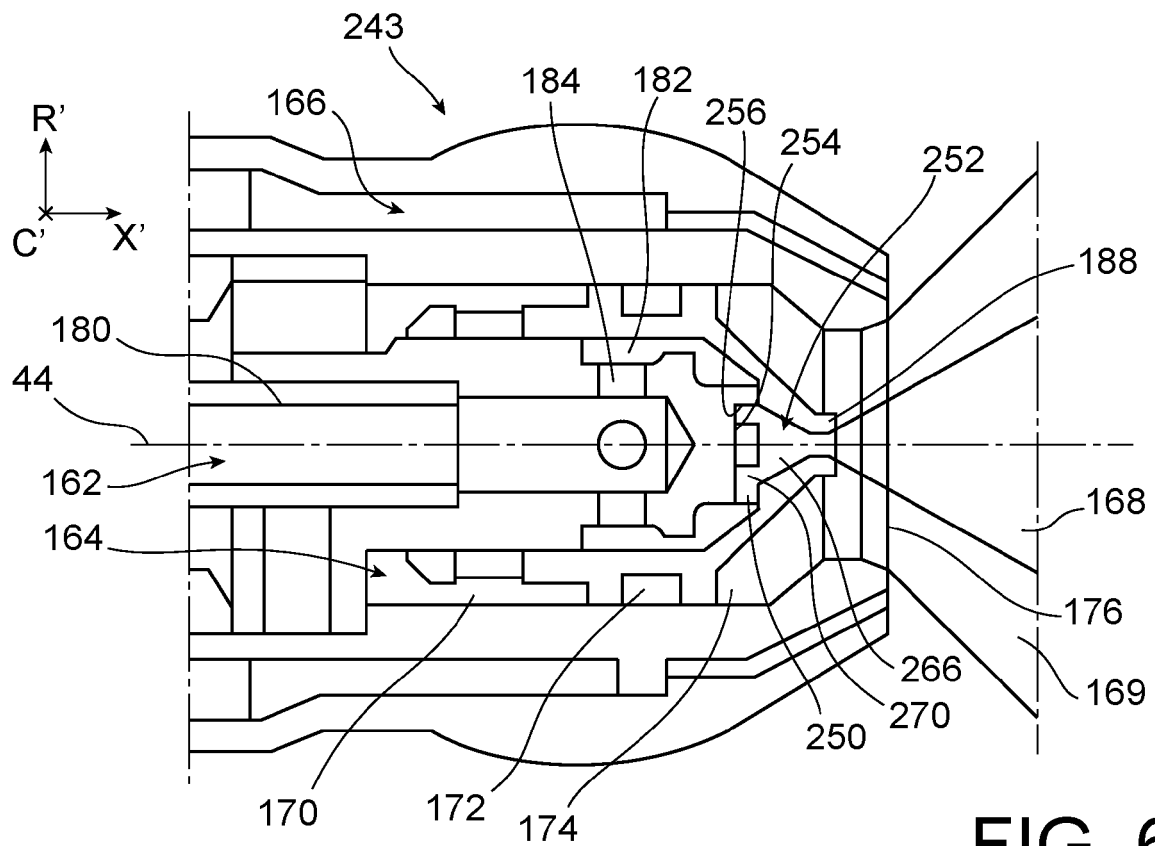
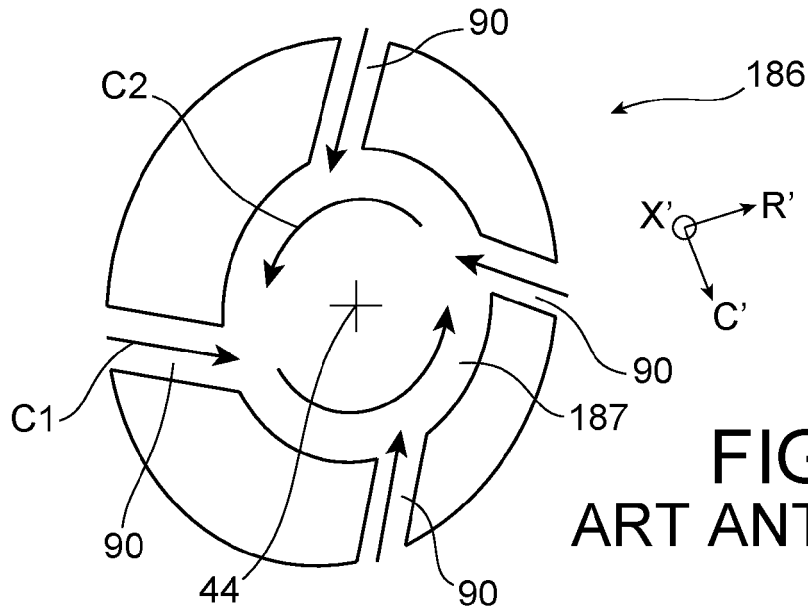
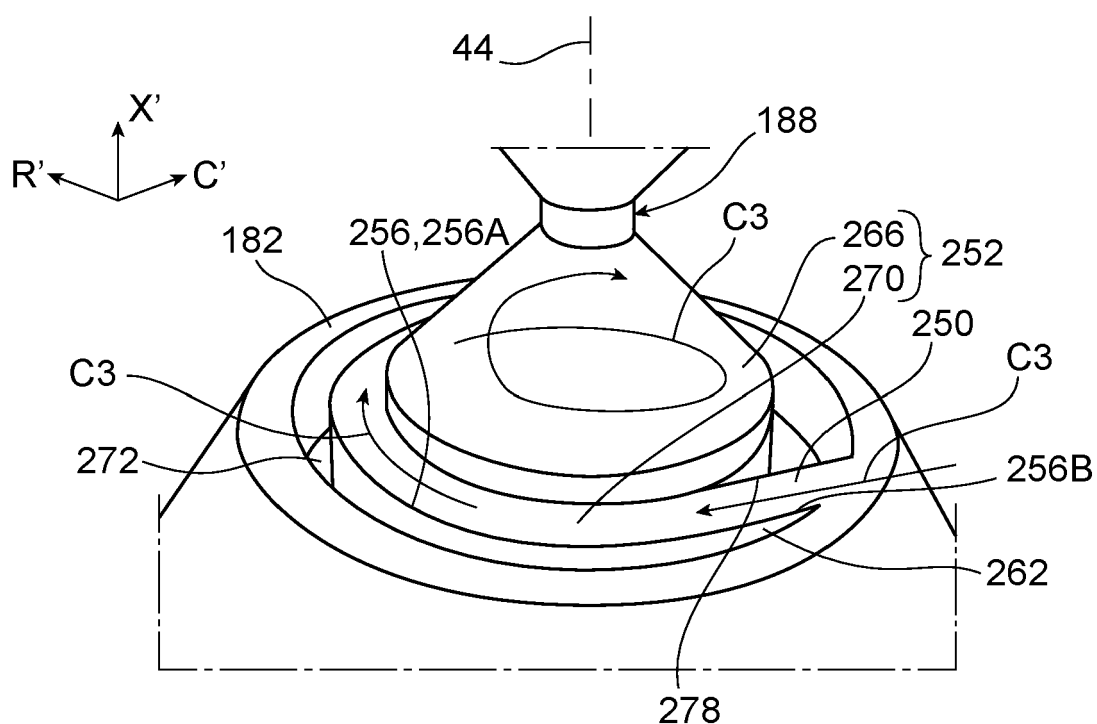
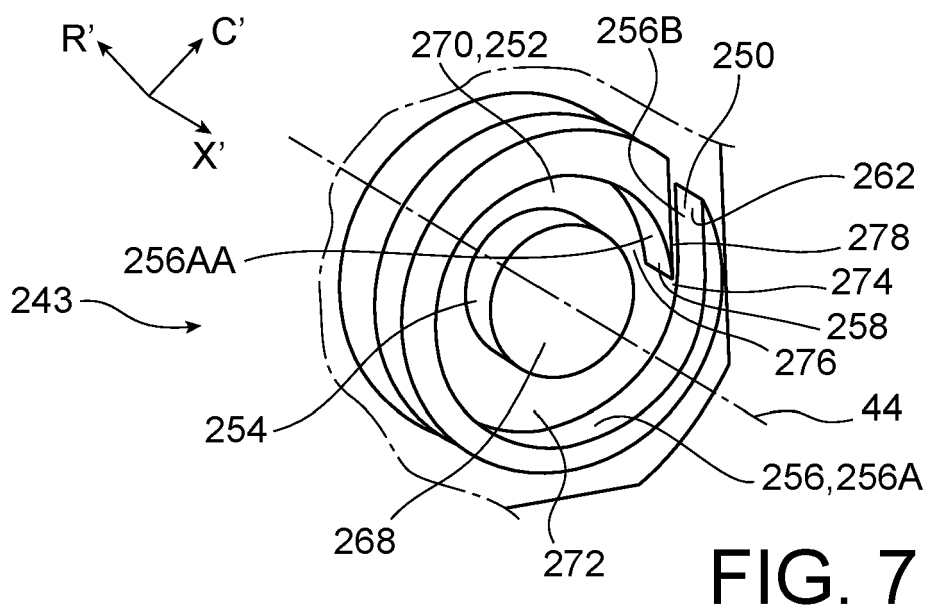
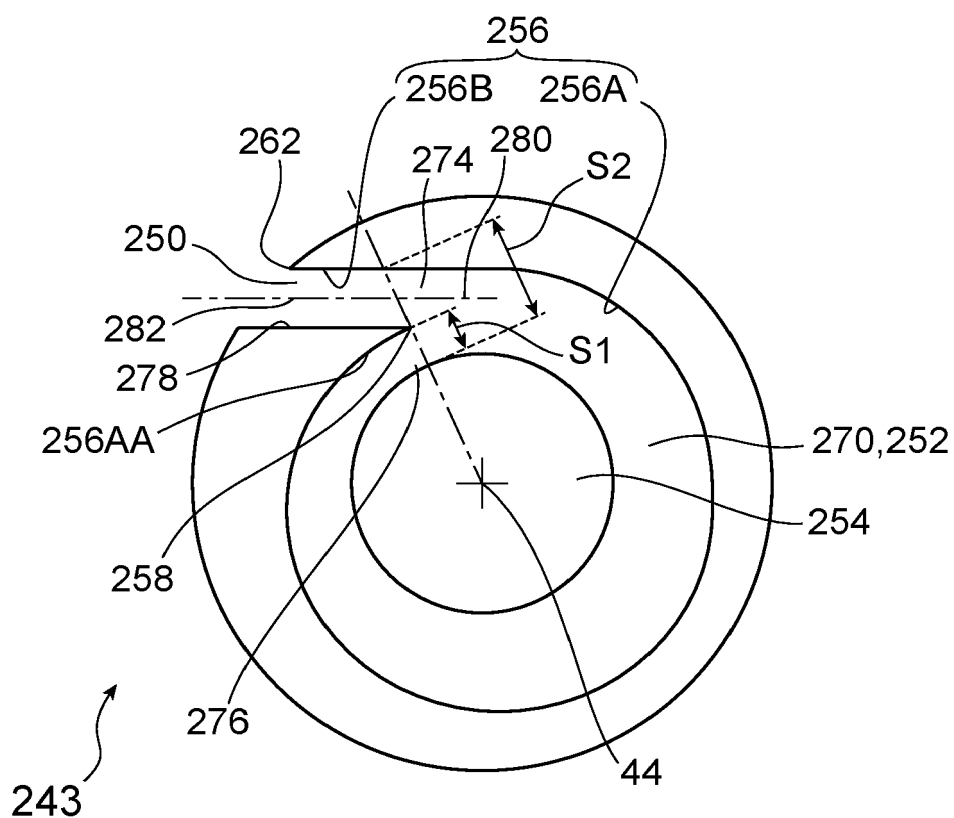
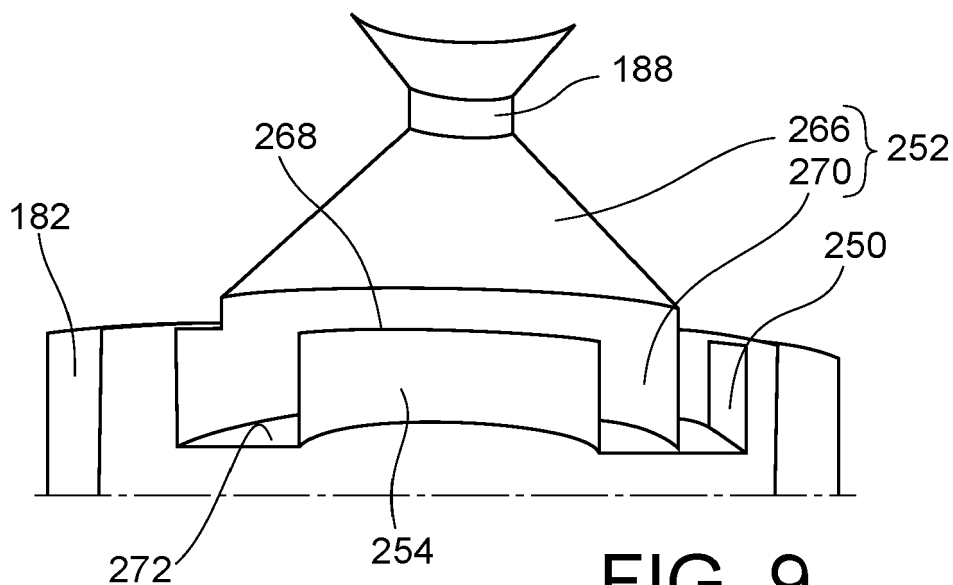
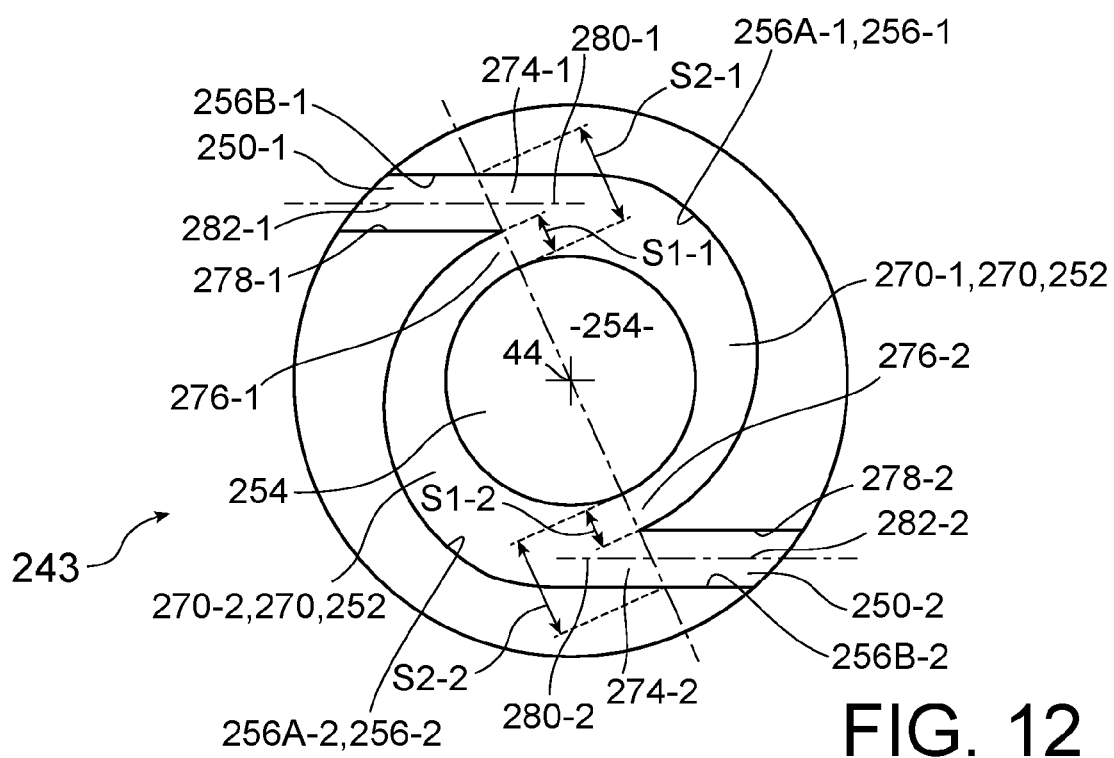
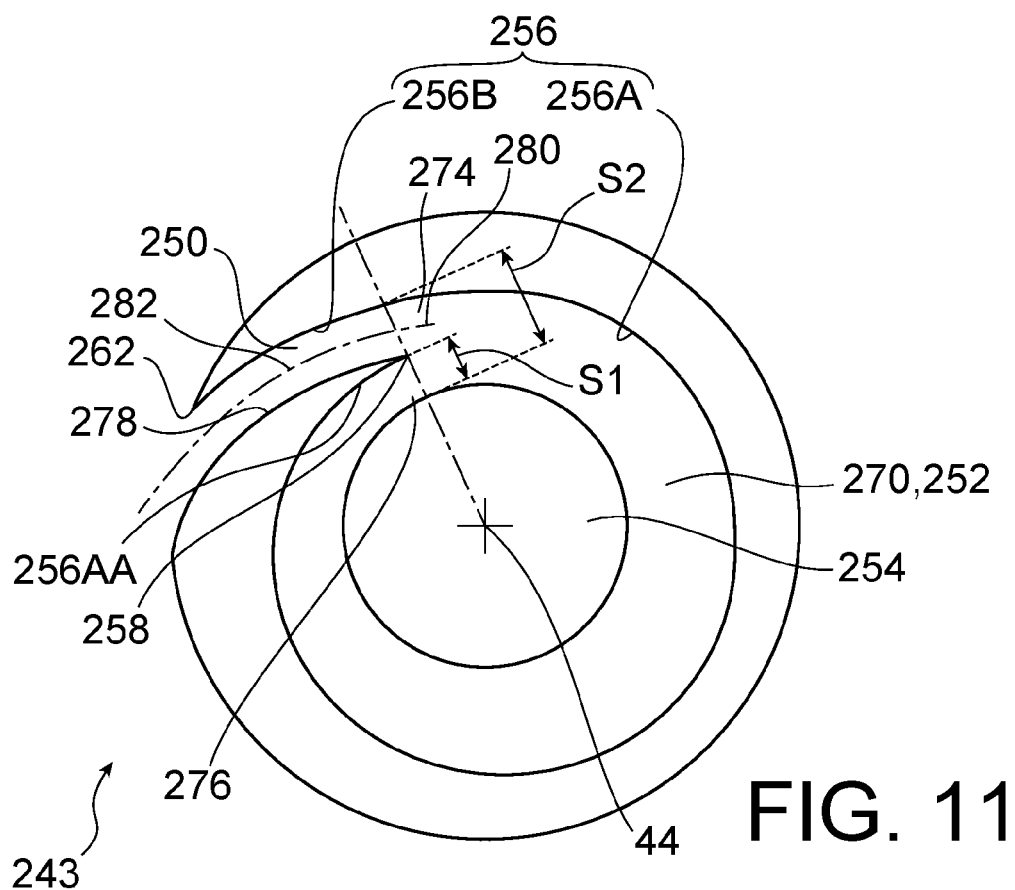


FIG. 4
ART ANTERIEUR









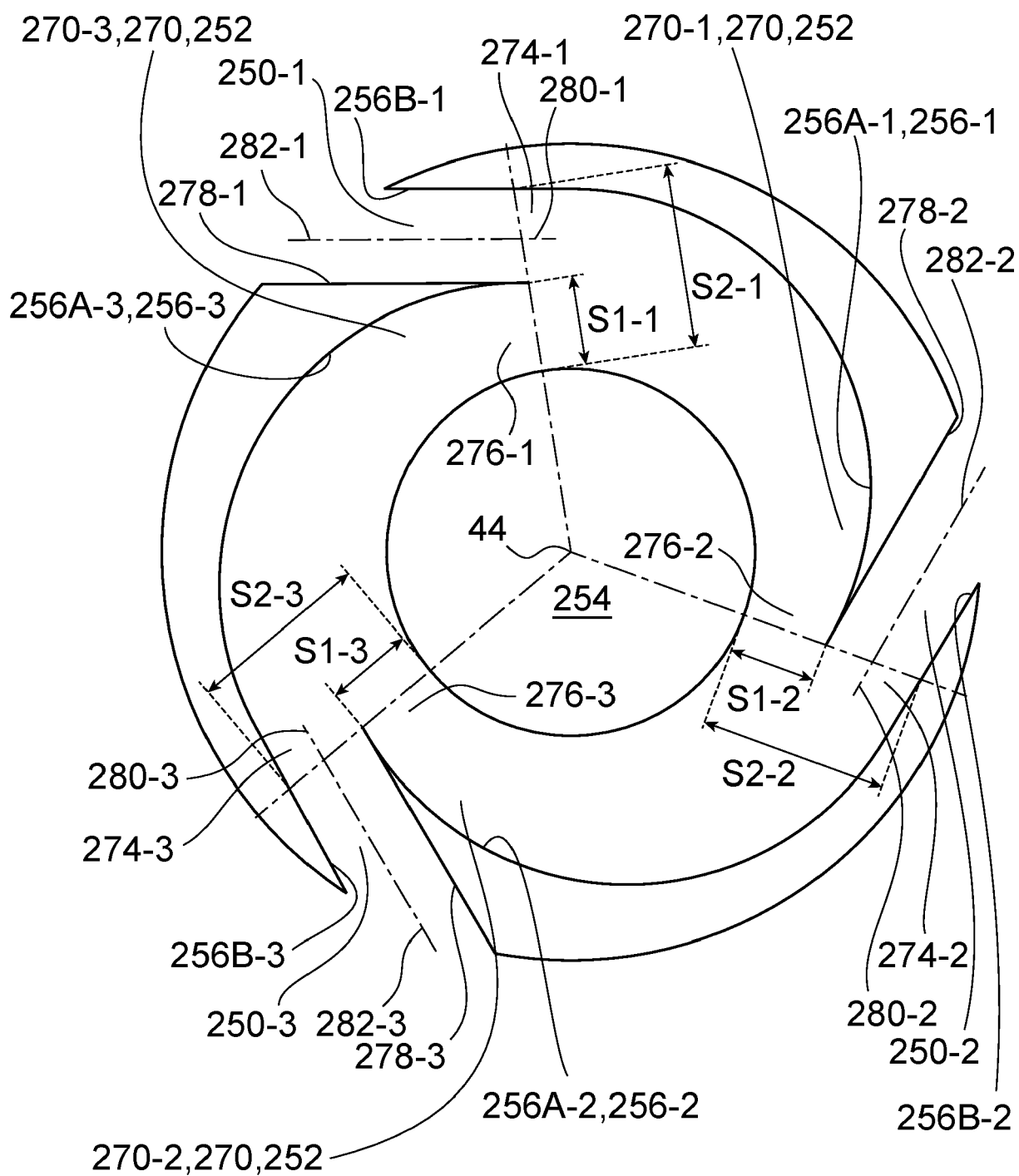


FIG. 13

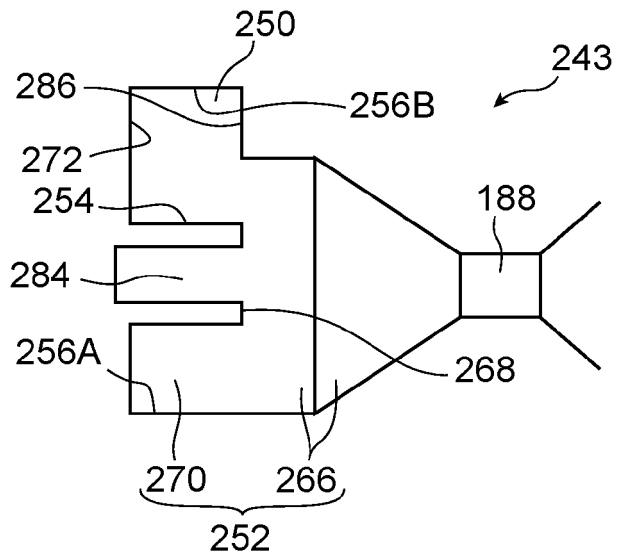


FIG. 14

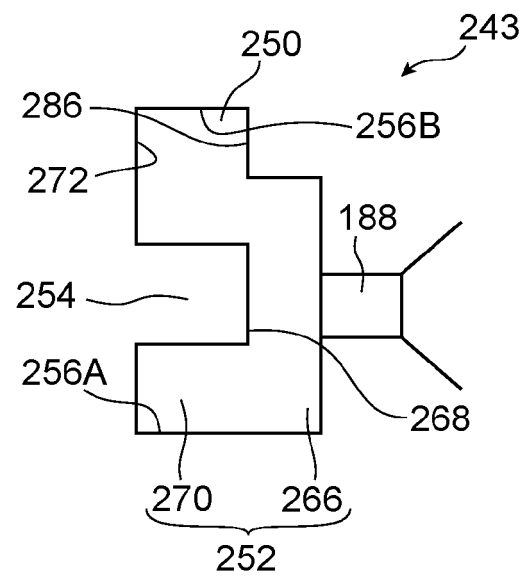


FIG. 15

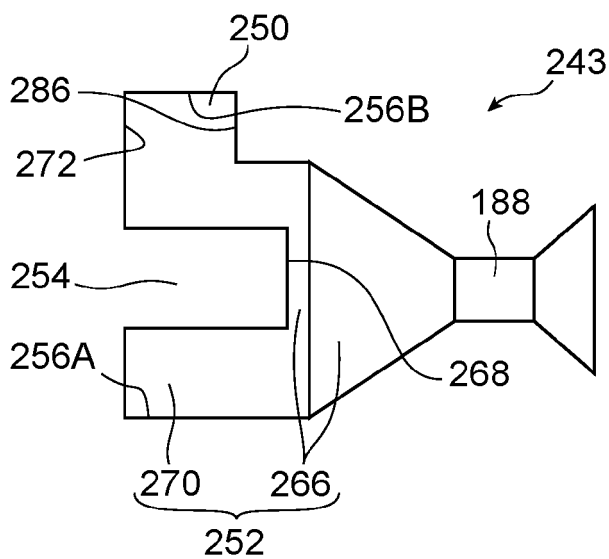


FIG. 16



RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande

EP 20 18 7953

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (IPC)
Y	US 8 567 198 B2 (MAGNI FULVIO [CH]; NOWAK DARIUSZ [CH] ET AL.) 29 octobre 2013 (2013-10-29) * colonne 4, ligne 26 - ligne 52; figures 2,4 * * colonne 5, ligne 8 - ligne 15 *	1-7	INV. F23D11/38 F23R3/28 F23R3/34
Y	DE 14 51 350 A1 (VERSUCHSANSTALT FUER LUFTFAHRT) 23 janvier 1969 (1969-01-23) * page 3, alinéas 2,3; figures 2,3 *	1,3-7	
Y	CH 373 846 A (GEN CHAUFFAGE IND PILLARD FRER [FR]) 15 décembre 1963 (1963-12-15) * page 1, ligne 42 - ligne 62; figure 2 *	2	
Y	US 2 703 260 A (OLSON EUGENE O ET AL) 1 mars 1955 (1955-03-01) * colonne 2, ligne 42 - ligne 67; figures 2-5 * * colonne 1, lignes 15,16 *	5	
A		1,2	
Y	FR 3 015 638 A1 (SNECMA [FR]) 26 juin 2015 (2015-06-26) * page 7, ligne 8 - ligne 29; figure 2 *	6	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC)
A		1	F23D F23R
A	DE 195 30 446 A1 (ABB PATENT GMBH [DE]) 20 février 1997 (1997-02-20) * page 1, alinéa 1; figures 5,6 *	1-7	
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche		Date d'achèvement de la recherche	Examineur
La Haye		18 novembre 2020	Mougey, Maurice
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : 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 20 18 7953

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.

18-11-2020

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 8567198 B2	29-10-2013	CH 702598 A1 CN 102141245 A EG 27175 A HR P20110066 A2 US 2011185741 A1	29-07-2011 03-08-2011 31-08-2015 31-12-2011 04-08-2011
DE 1451350 A1	23-01-1969	AUCUN	
CH 373846 A	15-12-1963	CH 373846 A FR 1245741 A	15-12-1963 03-10-1960
US 2703260 A	01-03-1955	AUCUN	
FR 3015638 A1	26-06-2015	AUCUN	
DE 19530446 A1	20-02-1997	AUCUN	

EPO FORM P0460

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