

12

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22 Date de dépôt : 28.11.22.

30 Priorité :

43 Date de mise à la disposition du public de la
demande : 31.05.24 Bulletin 24/22.

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

60 Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

○ Demande(s) d'extension :

71 Demandeur(s) : SAFRAN AIRCRAFT ENGINES
Société par actions simplifiée (SAS) — FR.

72 Inventeur(s) : RAYEL Claire, Christine, Marie,
LUNEL Romain, Nicolas et MALBOIS Pierre, André,
Gabriel.

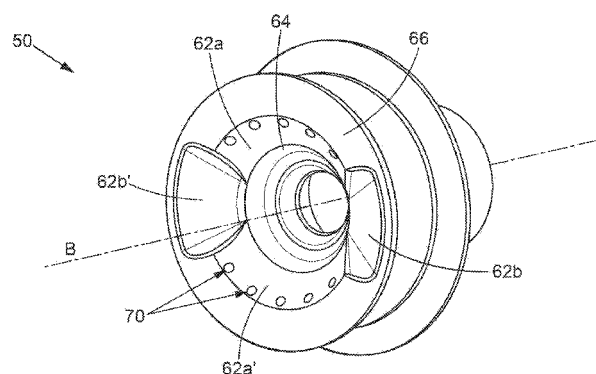
73 Titulaire(s) : SAFRAN AIRCRAFT ENGINES Société
par actions simplifiée (SAS).

74 Mandataire(s) : Ernest GUTMANN - Yves PLASSE-
RAUD SAS.

54 Chambre de combustion pour turbomachine.

57 Chambre de combustion (10) annulaire d'une turbo-
machine d'aéronef d'axe longitudinal (X), comprenant une
rangée annulaire de systèmes d'injection (50) comprenant
au moins un bol (60) situé en aval d'une vrille (52, 54) et
comprenant une paroi évasée (62) vers l'aval et s'étendant
autour d'un axe de bol (B) pour produire une nappe (100) de
mélange d'air et de carburant, la paroi évasée (62) compren-
ant au moins une zone d'un premier type (62a) et d'un se-
cond type (62b) au niveau desquelles la paroi évasée (62)
débouche à l'aval respectivement selon au moins un pre-
mier angle d'ouverture (α_1) et au moins un deuxième angle
d'ouverture (α_2), le deuxième angle d'ouverture étant supé-
rieur au premier angle d'ouverture (α_1) de sorte que la
nappe (100) de mélange air/carburant issue du bol (60) pré-
sente au moins un élargissement local (102) apte à inter-
cepter une nappe (100) de carburant adjacente.

Figure de l'abrégé : Figure 3



Description

Titre de l'invention : Chambre de combustion pour turbomachine

Domaine technique

[0001] La présente description se rapporte à une chambre de combustion pour turbomachine d'aéronef. La présente description se rapporte également à une turbomachine comprenant une telle chambre de combustion.

Technique antérieure

- [0002] De manière connue, une chambre annulaire de combustion d'une turbomachine reçoit en amont un flux d'air d'un compresseur haute pression et délivre en aval un flux de gaz chauds entraînant les rotors des turbines haute pression et basse pression.
- [0003] La chambre annulaire de combustion comprend deux parois de révolution coaxiales qui s'étendent l'une à l'intérieur de l'autre et qui sont reliées entre elles à leurs extrémités amont par une paroi annulaire de fond de chambre, ce fond de chambre comportant des ouvertures de montage de systèmes d'injection de carburant entre les parois annulaires interne et externe.
- [0004] Chaque système d'injection comprend des moyens de support de la tête d'un injecteur de carburant et au moins une vrille qui est disposée en aval de la tête de l'injecteur, coaxialement à celle-ci, et qui délivre un flux d'air en aval de l'injection de carburant afin de former un mélange d'air et de carburant destiné à être brûlé dans la chambre de combustion.
- [0005] Les vrilles des systèmes d'injection sont alimentées par de l'air provenant d'un diffuseur annulaire monté en sortie du compresseur haute-pression agencé en amont de la chambre de combustion. Chaque système d'injection comprend un bol mélangeur dans lequel chaque vrille débouche à aval. Le bol mélangeur comprend une paroi aval sensiblement tronconique évasée vers l'aval et peut comporter une rangée annulaire d'orifices d'injection d'air régulièrement répartis autour de l'axe du bol.
- [0006] La paroi annulaire externe de la chambre de combustion comprend une rangée annulaire d'orifices primaires de dilution et au moins une bougie débouchant à l'intérieur de la chambre de combustion.
- [0007] En fonctionnement, l'air sortant du compresseur haute pression circule à l'intérieur de chacun des systèmes d'injection. Le mélange air/carburant est éjecté de chaque système d'injection en formant une nappe d'air et de carburant sensiblement tronconique s'élargissant vers l'aval. Aussi, plus les orifices du bol mélangeur ont un diamètre important, plus le débit d'air passant par chacun de ces orifices est important et moins la nappe de mélange air/carburant est évasée.
- [0008] Les orifices primaires de dilution permettent de stabiliser la flamme de combustion

dans le fond de chambre et évitent par dilution du mélange air/carburant que la flamme de combustion ne décroche et pénètre dans la turbine haute pression et n'endommage des composants tels qu'en particulier les aubages fixes par formation de points chauds.

- [0009] En pratique, les systèmes d'injection sont configurés de manière à ce que pour chaque système d'injection, la nappe de mélange air/carburant croise ou intercepte circonférentiellement, en amont des orifices de dilution, les nappes de carburant des deux systèmes d'injection adjacents. De cette manière, on assure une continuité circonférentielle du mélange air/carburant entre les systèmes d'injection avant dilution, ce qui permet de garantir que la flamme initiée par la ou les bougies d'allumage se propagera sur toute la circonférence de la chambre de combustion.
- [0010] Dans certaines configurations, telles qu'en particulier dans les chambres de combustion dites convergentes dont les parois annulaires interne et externe de révolution sont des parois tronconiques à section se réduisant vers l'aval, ou lorsque le nombre de systèmes d'injection est réduit, le pas circonférentiel entre les systèmes d'injection adjacents est plus important. Il s'ensuit que les nappes de carburant des systèmes d'injection adjacents ne s'interceptent plus circonférentiellement en amont des orifices primaires de dilution, ce qui conduit à des difficultés pour propager circonférentiellement la flamme entre les injecteurs et réduit les performances de la chambre de combustion.
- [0011] Pour pallier cet inconvénient, l'augmentation du nombre d'injecteurs ne serait pas souhaitable puisque cela conduirait à un alourdissement de la turbomachine. L'augmentation homogène de l'angle d'ouverture des nappes de carburant ne serait pas non plus satisfaisante puisque cela conduirait à projeter une plus grande quantité de carburant en direction des parois annulaires interne et externe et à la formation de points chauds sur les parois annulaires interne et externe.
- [0012] Il est par ailleurs connu le document FR 2 980 554 qui propose une solution palliant ces difficultés. FR 2 980 554 décrit un bol dont les orifices sont répartis et dimensionnés de manière que la nappe de mélange air/carburant présente au moins un élargissement local interceptant circonférentiellement une nappe de carburant adjacente. Toutefois, il a été constaté que le positionnement des orifices sur le bol ne permet pas d'obtenir un recoupement de deux nappes adjacents suffisamment en amont pour optimiser la propagation de la flamme. Aussi, la modification de la répartition et du dimensionnement des orifices nuit à la maîtrise de l'évasement de la nappe de mélange air/carburant pour les différents régimes de fonctionnement de la turbomachine.
- [0013] L'invention a notamment pour but d'apporter une solution simple, économique et efficace aux problèmes mentionnés ci-dessus, permettant d'éviter les inconvénients de la technique connue.

Résumé

- [0014] Il est proposé une chambre de combustion annulaire d'une turbomachine d'aéronef d'axe longitudinal, comprenant une rangée annulaire de systèmes d'injection, chaque système d'injection comprenant :
- un injecteur de carburant ;
 - au moins une vrille configurée pour produire un flux d'air en aval de l'injecteur de carburant ;
 - un bol situé en aval de la vrille, le bol comprenant une paroi évasée vers l'aval s'étendant autour d'un axe de bol pour produire une nappe de mélange d'air et de carburant sensiblement tronconique autour de l'axe de bol, la paroi évasée comprenant au moins une zone d'un premier type au niveau de laquelle la paroi évasée débouche à l'aval selon au moins un premier angle d'ouverture et au moins une zone d'un second type au niveau de laquelle la paroi évasée débouche à l'aval selon au moins un deuxième angle d'ouverture qui est supérieur au premier angle d'ouverture, la zone du second type étant positionnée circonférentiellement autour de l'axe de bol de sorte que la nappe de mélange air/carburant issue du bol présente au moins un élargissement local apte à intercepter circonférentiellement une nappe de carburant adjacente.
- [0015] Une telle chambre de combustion permet de garantir une continuité circonférentielle entre chaque nappe de mélange air/carburant, ce qui assure une bonne propagation circonférentielle de la flamme de combustion sans ajout d'injecteur. En effet, l'angle d'éjection de la nappe est fonction de l'angle d'ouverture de la paroi du bol mélangeur. En outre, contrairement à la solution de FR 2 980 554 où l'élargissement local de la nappe est obtenu par la modification de la répartition et du dimensionnement d'orifices formés à travers la paroi du bol, l'élargissement local de la nappe est ici obtenu par la zone du second type de la paroi évasée du bol qui présente un angle d'ouverture plus important. Il a été constaté que cela permet d'obtenir une augmentation locale de l'angle d'éjection de la nappe plus importante par rapport à la solution de FR 2 980 554. Ainsi, la nappe de mélange air/carburant peut intercepter circonférentiellement la nappe adjacente plus en amont par rapport à la solution de FR 2 980 554. Il en découle que la zone d'interception entre deux nappes circonférentiellement adjacentes est plus grande, ce qui permet une meilleure propagation circonférentielle de la flamme dans la chambre de combustion. Aussi en conséquence, le nombre de système d'injections peut encore être réduit ou le pas entre deux systèmes d'injections circonférentiellement adjacents peut encore être augmenter.
- [0016] Par ailleurs, du fait de l'interception plus en amont des nappes circonférentiellement adjacentes, il a été constaté une meilleure atomisation du carburant dans la chambre de combustion, ce qui permet de meilleures performances de combustion.
- [0017] Selon une autre formulation, la paroi évasée peut déboucher à l'aval au niveau de la

zone du premier type selon un premier angle d'ouverture qui est inférieur ou égal à un angle prédéterminé ou seuil et la paroi évasée peut déboucher à l'aval au niveau de la zone du second type selon un deuxième angle d'ouverture qui est supérieur à l'angle prédéterminé ou seuil.

- [0018] La paroi évasée débouche au niveau de chacune de la zone du premier type et la zone du second type. On comprend que la zone du premier type et la zone du second type s'étendent chacune dans la direction de l'axe de bol jusqu'à une extrémité aval de la paroi évasée. Autrement dit, une extrémité aval de chacune de la zone du premier type et de la zone du second type coïncide avec une extrémité aval de la paroi évasée.
- [0019] En section perpendiculaire à l'axe de bol, la nappe de mélange air/carburant peut présenter une première dimension dans une direction circonférentielle autour de l'axe longitudinal qui est supérieure à une deuxième dimension dans une direction radiale par rapport à l'axe longitudinal.
- [0020] L'axe de bol peut s'étendre selon une direction qui comprend une composante selon la direction longitudinale et une composante selon la direction radiale par rapport à l'axe longitudinal. Dans un cas particulier, l'axe de bol peut être parallèle avec l'axe longitudinal. Autrement dit, l'axe de bol peut s'étendre selon une direction qui comprend uniquement une composante longitudinale.
- [0021] Le deuxième angle d'ouverture peut être compris entre le premier angle d'ouverture et 180° .
- [0022] La chambre de combustion peut comprendre deux parois annulaires coaxiales autour de l'axe longitudinal, respectivement interne et externe, reliées l'une à l'autre à leurs extrémités amont par une paroi annulaire de fond de chambre comportant une rangée annulaire d'ouvertures de montage de système d'injection.
- [0023] La zone du premier type et/ou la zone du second type peuvent former un élément de surface conique.
- [0024] La zone du premier type peut s'étendre selon la direction de l'axe de bol depuis une extrémité amont de la paroi évasée. Autrement dit, une extrémité amont de la zone du premier type peut coïncider avec une extrémité amont de la paroi évasée.
- [0025] La zone du second type peut s'étendre selon la direction de l'axe de bol depuis une extrémité amont de la paroi évasée ou depuis une position intermédiaire entre l'extrémité amont et l'extrémité aval de la paroi évasée. Autrement dit, une extrémité amont de la zone du second type peut coïncider avec une extrémité amont de la paroi évasée ou une position intermédiaire entre l'extrémité amont et l'extrémité aval de la paroi évasée.
- [0026] La zone du premier type et/ou la zone du second type peuvent présenter une forme de section en arc de cercle autour de l'axe de bol. Dans une section donnée de la paroi évasée, la zone du premier type peut s'étendre selon un secteur angulaire supérieur à

celui de la zone du second type.

- [0027] La zone du second type peut être positionnée, angulairement autour de l'axe de bol, au niveau d'une position angulaire à 3H ou au niveau d'une position angulaire à 9H.
- [0028] Le système d'injection peut être adapté pour qu'un flux du mélange air/carburant au sein de la paroi évasée soit tournant autour de l'axe de bol selon un premier sens de rotation dans le sens horaire ou dans le sens anti-horaire. La zone du second type peut être positionnée, angulairement autour de l'axe de bol :
- entre la position angulaire à 12H et la position angulaire à 3H, ou entre la position angulaire à 6H et la position angulaire à 9H, lorsque le sens de rotation est dans le sens horaire, ou
 - entre la position angulaire à 9H et la position angulaire à 12H, ou entre la position angulaire à 3H et la position angulaire à 6H, lorsque le sens de rotation est dans le sens anti-horaire.
- [0029] Une telle paroi évasée permet de former l'élargissement local pour intercepter circonférentiellement une nappe de carburant adjacente en tenant compte du mouvement de rotation du mélange air/carburant.
- [0030] Selon une formulation équivalente, lorsque le premier sens coïncide avec le sens horaire, le flux du mélange air/carburant au sein de la paroi évasée est tournant autour de l'axe de bol en passant par les positions angulaires successives à 12H, 3H, 6H et 9H et lorsque le premier sens coïncide avec le sens anti-horaire, le flux du mélange air/carburant au sein de la paroi évasée est tournant autour de l'axe de bol en passant par les positions angulaires successives à 12H, 9H, 6H et 3H. Le mélange air/carburant peut donc présenter un mouvement hélicoïdal autour de l'axe de bol au sein de la paroi évasée du bol.
- [0031] La zone du second type peut présenter une forme de spirale conique autour de l'axe de bol dont le sens de rotation autour de l'axe de bol coïncide avec le premier sens de rotation. Ainsi, lorsque le sens de rotation du flux de mélange coïncide avec le sens horaire, une extrémité amont de la zone du second type peut être située angulairement autour de l'axe de bol plus proche de la position angulaire à 12H ou à 6H que ne l'est une extrémité aval de ladite zone du second type. Lorsque le sens de rotation du flux de mélange coïncide avec le sens anti-horaire, une extrémité amont de la zone du second type peut être située angulairement autour de l'axe de bol plus proche de la position angulaire à 9H ou à 3H que ne l'est une extrémité aval de ladite zone du second type.
- [0032] La paroi évasée peut comprendre au moins une première zone du second type et une deuxième zone du second type. La paroi évasée peut comprendre au moins une première zone du premier type et une deuxième zone du premier type. La paroi évasée peut comprendre, circonférentiellement autour de l'axe de bol, une succession alternée

de zones du premier type et de zone du second type.

- [0033] La première zone du second type et la deuxième zone du second type peuvent être telles que la paroi évasée présente une symétrie de révolution d'ordre au moins égal à 2 autour de l'axe de bol. En d'autres termes, la paroi évasée est invariante en section perpendiculaire à l'axe de bol pour toute rotation d'un angle de 180° autour de l'axe de bol.
- [0034] La première zone du second type et la deuxième zone du second type peuvent être situées de part et d'autre d'un premier plan médian qui comprend l'axe longitudinal et l'axe de bol. La nappe de mélange air/carburant présente ainsi deux élargissements locaux situés respectivement d'un côté et de l'autre du premier plan médian et chacun adapté pour intercepter circonférentiellement une nappe de carburant adjacente respective. La propagation de la flamme est ainsi améliorée.
- [0035] La première zone du second type et la deuxième zone du second type peuvent être telles que la paroi évasée est symétrique par rapport au premier plan médian. Une telle symétrie permet d'éviter la formation de balourd au niveau de la chambre de combustion.
- [0036] La première zone du second type peut être positionnée (ou centrée), angulairement autour de l'axe de bol, au niveau d'une position angulaire à $3H$ et la première zone du second type peut être positionnée (ou centrée), angulairement autour de l'axe de bol, au niveau d'une position angulaire à $9H$.
- [0037] La paroi évasée peut comprendre au moins une troisième zone du second type et une quatrième zone du second type, la première zone du second type et la deuxième zone du second type étant situées d'un premier côté d'un deuxième plan médian qui comporte l'axe de bol et un axe passant par les positions angulaires à $3H$ et $9H$, la troisième zone du second type et la quatrième zone du second type étant situées d'un deuxième côté d'un deuxième plan médian. Une telle configuration permet une meilleure atomisation du carburant dans une direction préférentielle coïncidant avec la position angulaire de chaque zone du second type. En outre, un orifice de bol peut être prévu circonférentiellement autour de l'axe de bol entre la première zone du second type et la troisième zone du second type et/ou entre la deuxième zone du second type et la quatrième zone du second type. Plus généralement, la paroi évasée peut comprendre n zones du second type avec n un entier supérieur ou égal à 2. La paroi évasée peut être symétrique par rapport au premier plan médian et/ou par rapport au deuxième plan médian.
- [0038] La paroi évasée peut être symétrique par rapport au deuxième plan médian.
- [0039] La zone du premier type et/ou la zone du second type peuvent présenter une forme de section en arc d'ellipse autour de l'axe de bol. La paroi évasée peut présenter une section perpendiculaire à l'axe de bol ayant une forme d'ellipse. La paroi évasée peut

s'évaser vers l'aval selon le premier angle d'ouverture au niveau d'une position angulaire à 12H et au niveau d'une position angulaire à 6H, et selon le deuxième angle d'ouverture au niveau d'une position angulaire à 3H et au niveau d'une position angulaire à 9H. L'angle d'ouverture de la paroi évasée peut varier linéairement entre le premier angle d'ouverture et le second angle d'ouverture entre chaque position angulaire consécutives parmi les positions angulaires à 12, 3H, 6H et 9H.

- [0040] La paroi évasée peut comprendre une pluralité d'orifices de bol. Les orifices de bols peuvent être réparties autour de l'axe de bol. Les orifices de bols peuvent être formés à travers la paroi évasée au niveau de la zone du premier type. Lorsque la paroi évasée comporte une pluralité de zones du premier type, les orifices de bols peuvent être répartis en groupes. Chaque orifice de bol d'un des groupes peut être formé à travers l'une des zones du premier type. Alternativement, les orifices de bols peuvent être régulièrement répartis autour de l'axe de bol. Il peut être prévu une rangée annulaire d'orifices de bols. En particulier, chaque zone du premier type et chaque zone du second type peut comprendre un ou plusieurs orifices de bol.
- [0041] Le bol peut comprendre une paroi radiale annulaire autour de l'axe de bol qui s'étend radialement par rapport à l'axe de bol depuis une extrémité aval de la paroi évasée.
- [0042] Le bol peut comprendre une paroi cylindrique s'étendant selon l'axe de bol, la paroi évasée s'étendant vers l'aval de la paroi cylindrique. La paroi cylindrique peut être à section circulaire.
- [0043] Selon un autre aspect, il est proposé une chambre de combustion (10) annulaire d'une turbomachine d'axe longitudinal (X) d'aéronef, comprenant une rangée annulaire de systèmes d'injection (50), au moins un système d'injection (50) comprenant :
- un injecteur (34) de carburant ;
 - au moins une vrille (52, 54) configurée pour produire un flux d'air en aval de l'injecteur (34) de carburant ;
 - un bol (60) situé en aval de la vrille (52, 54), le bol (60) comprenant une paroi évasée (62) vers l'aval et s'étendant autour d'un axe de bol (B) pour produire une nappe (100) de mélange d'air et de carburant sensiblement tronconique autour de l'axe de bol (B), la paroi évasée (62) comprenant au moins une zone d'un premier type (62a) au niveau de laquelle la paroi évasée (62) débouche à l'aval selon au moins un premier angle d'ouverture (α_1) et au moins une zone d'un second type (62b) au niveau de laquelle la paroi évasée (62) débouche à l'aval selon au moins un deuxième angle d'ouverture (α_2) qui est supérieur au premier angle d'ouverture (α_1), la zone du second type (62b) étant positionnée circonférentiellement autour de l'axe de bol (B) de sorte que la nappe (100) de mélange air/carburant issue du bol (60) présente au moins un élargissement local (102) apte à intercepter circonférentiellement une nappe (100) de carburant adjacente.

- [0044] La zone du premier type (62a) et/ou la zone du second type (62b) peut former un élément de surface conique.
- [0045] La zone du premier type (62a) et/ou la zone du second type (62b) peut présenter une forme de section en arc de cercle autour de l'axe de bol (B).
- [0046] La zone du second type (62b) peut être positionnée, angulairement autour de l'axe de bol (B), au niveau d'une position angulaire à 3H ou au niveau d'une position angulaire à 9H.
- [0047] Le système d'injection (50) peut être adapté pour qu'un flux du mélange air/carburant au sein de la paroi évasée (62) soit tournant autour de l'axe de bol (B) selon un premier sens de rotation (S1) qui coïncide avec un sens horaire ou un sens anti-horaire, et la zone du second type (62b) peut être positionnée, angulairement autour de l'axe de bol (B) :
- entre la position angulaire à 12H et la position angulaire à 3H, ou entre la position angulaire à 6H et la position angulaire à 9H, lorsque le sens de rotation coïncide avec le sens horaire, ou
 - entre la position angulaire à 12H et la position angulaire à 9H, ou entre la position angulaire à 6H et la position angulaire à 3H, lorsque le sens de rotation coïncide avec le sens anti-horaire.
- [0048] La paroi évasée (62) peut comprendre au moins une première zone du second type (62b) et une deuxième zone du second type (62b').
- [0049] La première zone du second type (62b) et la deuxième zone du second type (62b') peuvent être telles que la paroi évasée (62) présente une symétrie de révolution d'ordre 2 autour de l'axe de bol (B).
- [0050] La première zone du second type (62b) et la deuxième zone du second type (62b') peuvent être situées de part et d'autre d'un premier plan médian qui comprend l'axe longitudinal (X) et l'axe de bol (B).
- [0051] La première zone du second type (62b) et la deuxième zone du second type (62b') peuvent être telles que la paroi évasée (6) est symétrique par rapport au premier plan médian.
- [0052] La paroi évasée (62) peut comprendre au moins une troisième zone du second type (62b'') et une quatrième zone du second type (62b'''), la première zone du second type (62b) et la deuxième zone du second type (62b') étant situées d'un premier côté d'un deuxième plan médian qui comporte l'axe de bol (B) et un axe passant par les positions angulaires à 3H et 9H, la troisième zone du second type (62b'') et la quatrième zone du second type (62b''') étant situées d'un deuxième côté d'un deuxième plan médian.
- [0053] La zone du premier type (62a) et/ou la zone du second type (62b) peut présenter une forme de section en arc d'ellipse autour de l'axe de bol.
- [0054] Selon un autre aspect, il est proposé une turbomachine d'aéronef comprenant une

chambre de combustion telle que décrite ci-avant.

Brève description des dessins

- [0055] D'autres caractéristiques, détails et avantages apparaîtront à la lecture de la description détaillée ci-après, et à l'analyse des dessins annexés, sur lesquels :
- [0056] [Fig.1] représente une vue en coupe longitudinale d'une chambre de combustion de turbomachine selon la présente description ;
- [0057] [Fig.2] représente une vue en coupe d'un système d'injection de la chambre de combustion de la [Fig.1] ;
- [0058] [Fig.3] représente une vue en perspective du système d'injection de la [Fig.2] selon un mode de réalisation préféré ;
- [0059] [Fig.4] représente une vue de face du système d'injection de la [Fig.3] ;
- [0060] [Fig.5] représente une vue en coupe du système d'injection de la [Fig.3] ;
- [0061] [Fig.6] comprend les figures 6a et 6b qui représentent respectivement une vue de dessus du système d'injection de la [Fig.2] et de la nappe de mélange air/carburant formée par le système d'injection et une vue en section de la nappe de mélange air/carburant ;
- [0062] [Fig.7] représentent une vue partielle en perspective de la chambre de combustion de la [Fig.1] et notamment deux nappes de mélange air/carburant circonférentiellement adjacentes ;
- [0063] [Fig.8] représente une vue de face du système d'injection de la [Fig.2] selon une variante de réalisation ;
- [0064] [Fig.9] représente une vue de face du système d'injection de la [Fig.2] selon une autre variante de réalisation ;
- [0065] [Fig.10] représente une vue de face du système d'injection de la [Fig.2] selon une autre variante de réalisation ;
- [0066] [Fig.11] représente une vue de face du système d'injection de la [Fig.2] selon une autre variante de réalisation.

Description des modes de réalisation

- [0067] On se réfère d'abord à la [Fig.1] qui représente une chambre de combustion 10 annulaire d'une turbomachine d'axe longitudinal X telle qu'un turboréacteur ou un turbopropulseur d'avion, agencée en sortie d'un diffuseur centrifuge 12 monté en sortie d'un compresseur haute pression (non représenté). La chambre de combustion 10 est suivie d'une turbine haute pression 14 dont seul le distributeur d'entrée est représenté.
- [0068] Dans le présent exposé, la direction longitudinale correspond à la direction de l'axe longitudinal X. L'axe longitudinal X coïncide avec un axe de rotation des parties rotatives de la turbomachine. Les qualificatifs d'orientation, tels que « longitudinal », « radial » ou « circonférentiel » sont définis sauf précisions contraires par référence à

l'axe longitudinal X. Une direction radiale est une direction perpendiculaire à l'axe longitudinal X. Une direction circonférentielle, en un point éloigné de l'axe longitudinal X, correspond à une direction perpendiculaire aux directions axiale et radiale. Par ailleurs, sauf précision contraire, les adjectifs « intérieur », « interne », « extérieur » et « externe » sont utilisés en référence à une direction radiale de sorte que la partie intérieure/interne (i.e. radialement intérieure/interne) d'un élément est plus proche de l'axe longitudinal X que la partie extérieure/externe (i.e. radialement extérieure/externe) du même élément. Enfin, Les qualificatifs relatifs « amont » et « aval » sont définis par rapport au sens d'écoulement normal du fluide (de l'amont vers l'aval) dans la turbomachine.

- [0069] La chambre de combustion 10 comprend deux parois de révolution tronconiques interne 16 et externe 18 coaxiales, agencées l'une à l'intérieur de l'autre et à section se réduisant vers l'aval. Une telle chambre de combustion 10 est dite convergente. Les parois annulaires interne 16 et externe 18 sont reliées à leurs extrémités amont à une paroi annulaire de fond 20 de chambre et fixées en aval par des brides annulaires interne 22 et externe 24. La bride annulaire externe 24 est en appui radialement externe sur un carter externe 26 et en appui axial sur une bride radiale 28 de fixation du distributeur de la turbine haute pression 14 au carter externe 26. La bride annulaire interne 22 de la chambre de combustion 10 est en appui radial et axial sur une pièce annulaire interne 30 de fixation du distributeur à une paroi annulaire interne 32.
- [0070] Le fond 20 de chambre 10 comporte des ouvertures de montage de systèmes d'injection 50 d'un mélange air-carburant dans la chambre, l'air provenant du diffuseur centrifuge 12 et le carburant étant amené par des injecteurs 34.
- [0071] Les injecteurs 34 sont fixés à leurs extrémités radialement externes sur le carter externe 26 et sont régulièrement répartis sur une circonférence autour de l'axe longitudinal X. Chaque injecteur 34 comprend à son extrémité radialement interne une tête d'injection 36 de carburant qui est alignée avec l'axe d'une ouverture correspondante du fond 20 de chambre.
- [0072] Le mélange d'air et de carburant injecté dans la chambre est enflammé au moyen d'au moins une bougie d'allumage 38 qui s'étend radialement à l'extérieur de la chambre. L'extrémité interne de la bougie s'étend dans un orifice de la paroi externe 18 de la chambre, et son extrémité radialement externe est fixée par des moyens appropriés au carter externe 26 et reliée à des moyens d'alimentation électrique (non représentés) situés à l'extérieur du carter.
- [0073] La paroi annulaire externe 18 de la chambre de combustion 10 comprend une rangée annulaire d'orifices primaires 40 de dilution du mélange air/carburant agencés en amont de la bougie d'allumage 38.
- [0074] Chaque système d'injection 50, comme on le voit mieux en [Fig.2], comporte deux

vrilles de turbulence amont 52 et aval 54 coaxiales reliées en amont à des moyens de centrage et de guidage de la tête de l'injecteur 34, et en aval à un bol 60 mélangeur qui est monté axialement dans l'ouverture de la paroi de fond 20 de chambre. Les vrilles 52, 54 peuvent comprendre chacune une pluralité d'aubages s'étendant radialement autour de l'axe de la vrille et régulièrement répartis autour de cet axe pour délivrer un flux d'air en aval de la tête d'injection 36.

- [0075] Les vrilles 52, 54 sont séparées l'une de l'autre par une paroi radiale 56 par rapport à un axe de bol B reliée à son extrémité radialement interne par rapport à l'axe de bol B à un venturi 58 qui s'étend axialement vers l'aval à l'intérieur de la vrille aval 54 et qui sépare les écoulements d'air issus des vrilles amont 52 et aval 54. Une première veine annulaire d'écoulement d'air est formée à l'intérieur du venturi 58 et une seconde veine annulaire d'écoulement d'air est formée à l'extérieur du venturi 58.
- [0076] Comme plus particulièrement visible aux figures 3 à 5, le bol 60 comprend une paroi évasée 62 s'étendant autour de l'axe de bol B et qui s'évase vers l'aval selon au moins un angle d'ouverture α pour produire une nappe 100 de mélange d'air et de carburant sensiblement tronconique autour de l'axe de bol B. L'axe de bol B s'étend ici selon une direction qui comprend une composante selon la direction longitudinale et une composante selon une direction radiale par rapport à l'axe longitudinal X.
- [0077] Le bol 60 comprend une paroi cylindrique 64 s'étendant selon l'axe de bol B, la paroi évasée 62 s'étendant vers l'aval de la paroi cylindrique 64. La paroi cylindrique 64 permet de relier la paroi évasée 62 à la vrille aval 54. La paroi cylindrique 64 est ici à section circulaire. Le bol 60 comprend une paroi radiale 66 annulaire autour de l'axe de bol B qui s'étend radialement par rapport à l'axe de bol B depuis une extrémité aval de la paroi évasée 62.
- [0078] Selon l'exemple représenté, la paroi évasée 62 comprend une première zone d'un premier type 62a et une deuxième zone du premier type 62a' au niveau desquelles la paroi évasée 62 débouche à l'aval selon un premier angle d'ouverture α_1 . La paroi évasée 62 comprend aussi une première zone d'un second type 62b et une deuxième zone du second type 62b' au niveau desquelles la paroi évasée 62 débouche à l'aval selon un deuxième angle d'ouverture. La paroi évasée 62 comprend ici, circonférentiellement autour de l'axe de bol B, une succession alternée de zones du premier type 62a, 62a' et de zones du second type 62b, 62b'. Comme décrit ci-après, il peut être prévu plus de deux zones du premier type et plus de deux zones du second types.
- [0079] De manière remarquable, le second angle d'ouverture α_2 est supérieur au premier angle d'ouverture α_1 . L'angle d'ouverture de la paroi évasée 62 est déterminé par rapport à la direction de l'axe de bol B. Selon une formulation équivalente, la paroi évasée 62 débouche à l'aval au niveau de chaque zone du premier type 62a, 62a' selon un premier angle d'ouverture α_1 qui est inférieur ou égal à un angle prédéterminé ou

seuil et la paroi évasée 62 débouche à l'aval au niveau de chaque zone du second type 62b, 62b' selon un deuxième angle d'ouverture qui est supérieur à l'angle prédéterminé ou seuil. L'angle prédéterminé ou seuil est donc compris entre le premier angle d'ouverture α_1 et le second angle d'ouverture α_2 . Dans un cas particulier, le premier angle d'ouverture α_1 est égal à l'angle prédéterminé ou seuil. Le deuxième angle d'ouverture peut ainsi être compris entre le premier angle d'ouverture α_1 et 180° par exemple.

[0080] De plus, chaque zone du second type 62b, 62b' est positionnée circonférentiellement autour de l'axe de bol B de sorte que la nappe 100 de mélange air/carburant issue de la paroi évasée 62 présente au moins un élargissement local 102 apte à intercepter circonférentiellement une nappe 100 de carburant adjacente.

[0081] La position de chacune des zones du premier type 62a, 62a' et du second type 62b, 62b' autour de l'axe de bol B est exprimée selon une position angulaire autour de l'axe de bol B d'une portion circonférentiellement médiane par rapport à l'axe de bol B de l'extrémité aval de la zone considérée. La position angulaire de chacune des zones du premier type 62a, 62a' et du second type 62b, 62b' est repérée par rapport à un cadran horaire (ici considéré vu de l'aval par exemple) dont les positions angulaires à 12H, 3H, 6H et 9H sont positionnées de manière conventionnelle. Les positions angulaires à 12H et à 6H sont positionnées sur un axe radial par rapport à l'axe longitudinal X. La position à 6H est radialement à l'intérieur par rapport à la position à 12H. Les positions angulaires à 3H et à 9H sont positionnées sur un axe dont la direction coïncide avec une direction circonférentielle au point d'intersection entre l'axe de bol B et l'axe radial des positions à 12H et 6H. L'axe s'étendant radialement en passant par les positions angulaires à 12H et 6H est ainsi perpendiculaire à l'axe passant par les positions angulaires à 3H et 9H.

[0082] En l'occurrence, la première zone du second type 62b est positionnée, angulairement autour de l'axe de bol B, au niveau de la position angulaire à 3H et la deuxième zone du second type 62b' est positionnée, angulairement autour de l'axe de bol B, au niveau de la position angulaire à 9H. Aussi, la première zone du premier type 62a est positionnée, angulairement autour de l'axe de bol B, au niveau de la position angulaire à 12H et la deuxième zone du premier type 62a' est positionnée, angulairement autour de l'axe de bol B, au niveau de la position angulaire à 6H. La première zone du second type 62b et la deuxième zone du second type 62b' sont donc situées de part et d'autre d'un premier plan médian qui est défini par l'axe longitudinal X et l'axe de bol B. En particulier, la première zone du second type 62b et la deuxième zone du second type 62b' sont telles que la paroi évasée 62 est symétrique par rapport au premier plan médian.

[0083] Ainsi, en raison de la dépendance entre l'angle d'éjection de la nappe 100 et l'angle

d'ouverture de la paroi évasée 62, les zones du second type 62b, 62b' de la paroi évasée 62 du bol 60 permettent de former une nappe 100 de mélange air/carburant issue de la paroi évasée 62 qui présente un élargissement local 102 de chaque côté dans la direction circonférentielle comme représentée aux figures 6a et 6b. En section perpendiculaire à l'axe de bol B, la nappe 100 de mélange air/carburant présente donc une première dimension D1 dans une direction circonférentielle autour de l'axe longitudinal X qui est supérieure à une deuxième dimension D2 dans une direction radiale par rapport à l'axe longitudinal X.

[0084] Cela favorise le recouplement entre deux nappes 100 adjacentes de mélange air/carburant comme visible à la [Fig.7], ce qui assure une bonne propagation circonférentielle de la flamme de combustion sans ajout d'injecteur 34. Un tel système d'injection 50 permet aussi à la nappe 100 de mélange air/carburant d'intercepter circonférentiellement la nappe 100 adjacente plus en amont. Il en découle que la zone d'interception entre les deux nappes 100 circonférentiellement adjacentes est plus grande, ce qui permet une meilleure propagation circonférentielle de la flamme dans la chambre de combustion 10. Aussi en conséquence, le nombre de système d'injections 50 peut encore être réduit ou le pas entre deux systèmes d'injections 50 circonférentiellement adjacents peut encore être augmenter. Par ailleurs, du fait de l'interception plus en amont des nappes 100 circonférentiellement adjacentes, il a été constaté une meilleure atomisation du carburant dans la chambre de combustion 10, ce qui permet de meilleures performances de combustion.

[0085] La paroi évasée 62 est débouchant au niveau de chacune de la zone du premier type 62a et la zone du second type 62b. On comprend ici que chaque zone du premier type 62a, 62a' et chaque zone du second type 62b, 62b' s'étend dans la direction de l'axe de bol B jusqu'à une extrémité aval de la paroi évasée 62. Autrement dit, une extrémité aval de chaque zone du premier type 62a, 62a' et chaque zone du second type 62b, 62b' coïncide avec une extrémité aval de la paroi évasée 62. Par ailleurs, chaque zone du premier type 62a, 62a' et chaque zone du second type 62b, 62b' s'étend ici selon la direction de l'axe de bol B depuis une extrémité amont de la paroi évasée 62. Autrement dit, une extrémité amont de chaque zone du premier type 62a, 62a' et chaque zone du second type 62b, 62b' coïncide avec une extrémité amont de la paroi évasée 62. Ainsi, chaque zone du premier type 62a, 62a' et chaque zone du second type 62b, 62b' s'étend selon la direction de l'axe de bol B sur toute l'étendue de la paroi évasée 62 selon la direction de l'axe de bol B.

[0086] Selon l'exemple des figures 3 à 5, chaque zone du premier type 62a, 62a' et chaque zone du second type 62b, 62b' forment un élément de surface conique. En conséquence de quoi, une génératrice de chaque zone du premier type 62a, 62a' présente un unique angle d'ouverture égale au premier angle d'ouverture α_1 et une gé-

nératrice de chaque zone du second type 62b, 62b' présente un unique angle d'ouverture égale au second angle d'ouverture α_2 . Alternativement, il peut être prévu chaque zone du premier type 62a, 62a' et/ou chaque zone du second type 62b, 62b' forment un élément de surface d'une hyperboloïde, i.e. qu'une génératrice de chaque zone du premier type 62a, 62a' et/ou chaque zone du second type 62b, 62b' présente un angle d'ouverture qui varie selon la direction de l'axe de bol B.

[0087] Chaque zone du premier type 62a, 62a' et chaque zone du second type 62b, 62b' présentent aussi une forme de section en arc de cercle autour de l'axe de bol B. De plus, dans une section donnée de la paroi évasée 62 (i.e. perpendiculairement à l'axe de bol B), chaque zone du premier type 62a, 62a' s'étend selon un secteur angulaire supérieur à celui de chaque zone du second type 62b, 62b'. Dans l'exemple illustré, dans une section donnée de la paroi évasée 62, chaque zone du premier type 62a, 62a' s'étend selon un premier secteur angulaire et chaque zone du second type 62b, 62b' s'étend selon un second angulaire.

[0088] Enfin, la paroi évasée 62 comprend une pluralité d'orifices de bol 70 d'injections d'air. Les orifices de bol 70 sont répartis autour de l'axe de bol B. Les orifices de bol 70 sont formés à travers la paroi évasée 62 au niveau de chaque zone du premier type 62a, 62a'. Les orifices de bol 70 sont ainsi répartis en groupes : chaque orifice de bol 70 d'un des groupes est formé à travers l'une des zones du premier type 62a, 62a'. Chaque zone du second type 62b, 62b' est donc dépourvue d'orifices de bol 70. Avantagusement, la dimension ou l'agencement des orifices de bol 70 ne sont pas modifiés pour former l'élargissement local 102 de la nappe 102. Dès lors, la dimension et l'agencement des orifices de bols ne sont donc pas contraints par la nécessité du recouplement circonférentiel des nappes 100. Les orifices de bol 70 peuvent donc être avantagusement dimensionnés et agencés pour mieux contrôler l'évasement de la nappe 100 selon les différents régimes de fonctionnement de la turbomachine.

[0089] Il est maintenant fait référence à la [Fig.8] qui représente une variante de réalisation du système d'injection 50 décrit ci-avant. La paroi évasée 62 comprend ici une troisième zone du second type 62b'' et une quatrième zone du second type 62b'''. La première zone du second type 62b et la deuxième zone du second type 62b' sont situées d'un premier côté d'un deuxième plan médian qui comporte l'axe de bol B et l'axe passant par les positions angulaires à 3H et 9H. La troisième zone du second type 62b'' et la quatrième zone du second type 62b''' sont situées d'un deuxième côté d'un deuxième plan médian. La paroi évasée 62 est ici en outre symétrique par rapport au premier plan médian et par rapport au deuxième plan médian. Une telle configuration permet une meilleure atomisation du carburant dans une direction préférentielle coïncidant avec la position angulaire de chaque zone du second type. En outre, un orifice de bol 70 est ici prévu circonférentiellement autour de l'axe de bol B entre la

première zone du second type 62b et la troisième zone du second type 62b'', en l'occurrence au niveau de la position angulaire à 3H. Un orifice de bol 70 est aussi prévu circonférentiellement autour de l'axe de bol B entre la deuxième zone du second type 62b' et la quatrième zone du second type 62b'', en l'occurrence au niveau de la position angulaire à 9H.

- [0090] En outre de manière remarquable, chaque zone du second type 62b, 62b' s'étend dans la direction de l'axe de bol B depuis une position intermédiaire entre l'extrémité amont et l'extrémité aval de la paroi évasée 62. Autrement dit, une extrémité amont de chaque zone du second type 62b, 62b' coïncide avec la position intermédiaire entre l'extrémité amont et l'extrémité aval de la paroi évasée.
- [0091] Il est maintenant fait référence à la [Fig.9] qui représente une autre variante de réalisation du système d'injection 50 décrit ci-avant. Il peut être prévu que le mélange air/carburant peut présenter un mouvement hélicoïdal (i.e. tournant) autour de l'axe de bol B au sein de la paroi évasée 62 du bol 60. Le système d'injection 50 (en particulier, les vrilles) est donc ici adapté pour qu'un flux du mélange air/carburant au sein de la paroi évasée 62 soit tournant autour de l'axe de bol B selon un premier sens de rotation S1 coïncidant ici avec le sens horaire. La première zone du second type 62b et la deuxième zone du second type 62b' sont respectivement positionnées, angulairement autour de l'axe de bol B entre la position angulaire à 12H et la position angulaire à 3H et entre la position angulaire à 6H et la position angulaire à 9H. Une telle paroi évasée 62 permet de former l'élargissement local 102 circonférentiellement de chaque côté de la nappe 100 en tenant compte du mouvement de rotation du mélange air/carburant. Chaque zone du second type 62b, 62b' présente une forme de spirale conique autour de l'axe de bol B dont le sens de rotation autour de l'axe de bol B coïncide avec le premier sens de rotation S1. Cela permet un meilleur guidage du flux en s'accommodant de son mouvement tournant. Alternativement, le premier sens de rotation S1 peut coïncider avec le sens anti-horaire.
- [0092] Selon l'exemple de la [Fig.9], la paroi évasée 62 présente une symétrie de révolution d'ordre 2 autour de l'axe de bol B. En d'autres termes, la paroi évasée 62 est invariante en section perpendiculaire à l'axe de bol B pour toute rotation d'un angle de 180° autour de l'axe de bol B.
- [0093] La [Fig.10] représente une autre variante de réalisation dans laquelle les orifices de bol 70 sont régulièrement répartis autour de l'axe de bol B selon une rangée annulaire d'orifices de bol 70. En particulier, chaque zone du premier type 62a, 62a' et chaque zone du second type 62b, 62b' comprend plusieurs orifices de bol 70.
- [0094] Enfin, la [Fig.11] représente une autre variante de réalisation dans laquelle chaque zone du premier type 62a, 62a' et chaque zone du second type 62b, 62b' forme un élément de surface conique et présente une forme de section en arc d'ellipse autour de

l'axe de bol B. Ainsi, pour chaque zone du premier type 62a, 62a' ou du second type 62b, 62b', deux génératrices quelconques présentent un angle d'ouverture α différent l'une de l'autre.

- [0095] En outre, la paroi évasée 62 présente une section perpendiculaire à l'axe de bol B ayant une forme d'ellipse. Ainsi, la paroi évasée 62 s'évase vers l'aval selon le premier angle d'ouverture α_1 au niveau de la position angulaire à 12H et au niveau de la position angulaire à 6H, et selon le deuxième angle d'ouverture au niveau d'une position angulaire à 3H et au niveau d'une position angulaire à 9H. L'angle d'ouverture de la paroi évasée 62 varie linéairement entre le premier angle d'ouverture α_1 et le second angle d'ouverture α_2 entre chaque position angulaire consécutives parmi les positions angulaires à 12, 3H, 6H et 9H.
- [0096] Selon les termes utilisés précédemment, dans l'exemple tel qu'illustré à la [Fig.11], la première et la deuxième zone du premier type 62a' sont positionnées, angulairement autour de l'axe de bol B, respectivement au niveau des positions angulaires à 12H et à 6H et s'étendent ici chacune sur un secteur angulaire de 45° . De même, la première et la deuxième zone du premier type 62a' sont positionnées, angulairement autour de l'axe de bol B, respectivement au niveau des positions angulaires à 3H et à 9H et s'étendent ici chacune sur un secteur angulaire de 45° . L'angle seuil correspond ici à l'angle d'ouverture des génératrices de la paroi évasée 62 qui sont positionnées angulairement autour de l'axe de bol B au niveau des positions angulaires à 1H30, 4H30, 7H30 et 10H30. L'angle seuil peut par exemple être égale à la moyenne du premier angle d'ouverture α_1 et du second angle d'ouverture α_2 .

Revendications

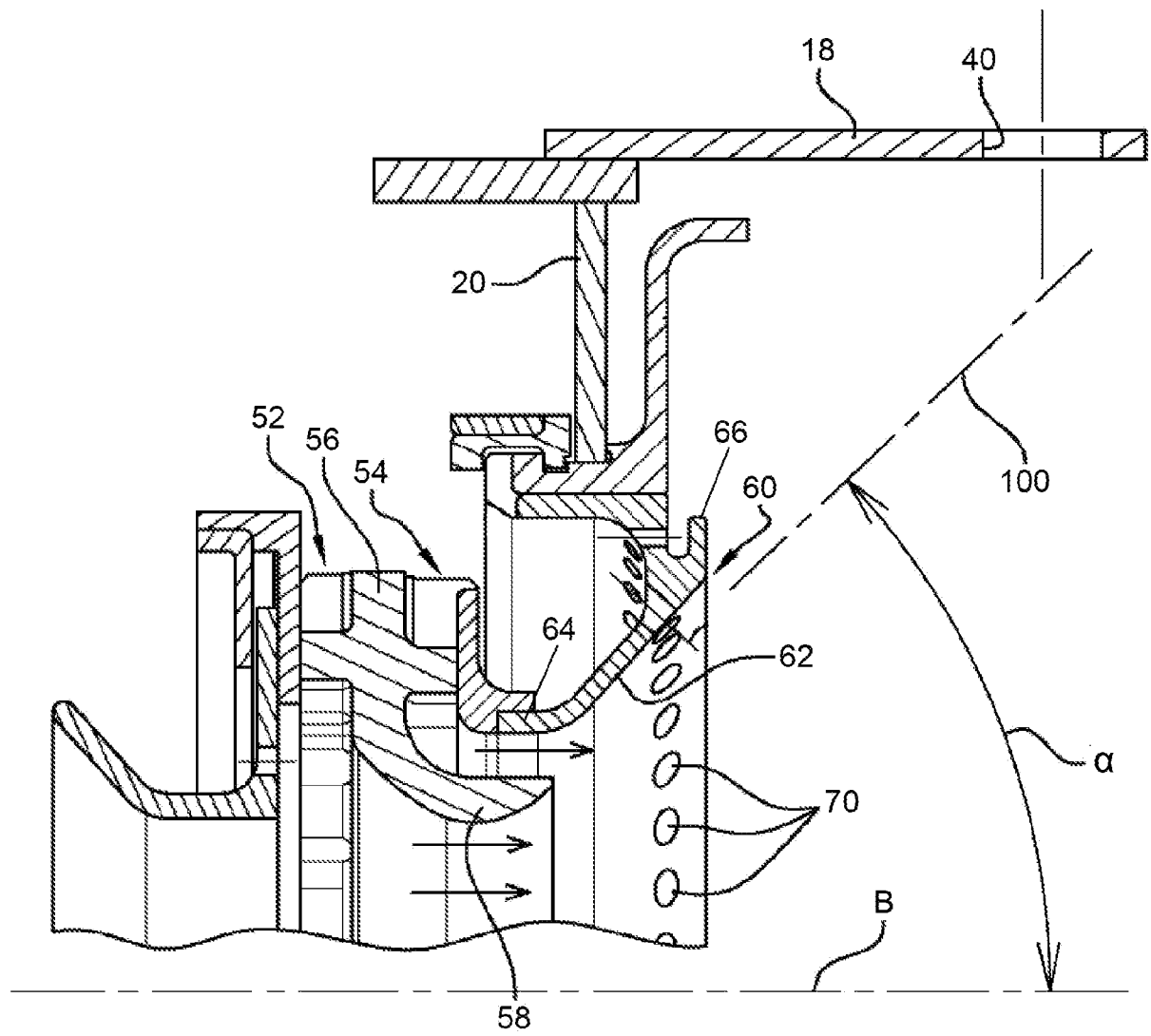
- [Revendication 1] Chambre de combustion (10) annulaire d'une turbomachine d'axe longitudinal (X) d'aéronef, comprenant une rangée annulaire de systèmes d'injection (50), au moins un système d'injection (50) comprenant :
- un injecteur (34) de carburant ;
 - au moins une vrille (52, 54) configurée pour produire un flux d'air en aval de l'injecteur (34) de carburant ;
 - un bol (60) situé en aval de la vrille (52, 54), le bol (60) comprenant une paroi évasée (62) vers l'aval et s'étendant autour d'un axe de bol (B) pour produire une nappe (100) de mélange d'air et de carburant sensiblement tronconique autour de l'axe de bol (B), la paroi évasée (62) comprenant au moins une zone d'un premier type (62a) au niveau de laquelle la paroi évasée (62) débouche à l'aval selon au moins un premier angle d'ouverture (α_1) et au moins une zone d'un second type (62b) au niveau de laquelle la paroi évasée (62) débouche à l'aval selon au moins un deuxième angle d'ouverture (α_2) qui est supérieur au premier angle d'ouverture (α_1), la zone du second type (62b) étant positionnée circonférentiellement autour de l'axe de bol (B) de sorte que la nappe (100) de mélange air/carburant issue du bol (60) présente au moins un élargissement local (102) apte à intercepter circonférentiellement une nappe (100) de carburant adjacente.
- [Revendication 2] Chambre de combustion (10) selon la revendication précédente, dans laquelle la zone du premier type (62a) et/ou la zone du second type (62b) forment un élément de surface conique.
- [Revendication 3] Chambre de combustion (10) selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans laquelle la zone du premier type (62a) et/ou la zone du second type (62b) présentent une forme de section en arc de cercle autour de l'axe de bol (B).
- [Revendication 4] Chambre de combustion (10) selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans laquelle la zone du second type (62b) est positionnée, angulairement autour de l'axe de bol (B), au niveau d'une position angulaire à 3H ou au niveau d'une position angulaire à 9H.
- [Revendication 5] Chambre de combustion (10) selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans laquelle le système d'injection (50) est adapté pour qu'un flux du mélange air/carburant au sein de la paroi évasée (62) soit tournant autour de l'axe de bol (B) selon un premier sens de rotation (S1) qui coïncide avec un sens horaire ou un sens anti-horaire, et dans

laquelle la zone du second type (62b) est positionnée, angulairement autour de l'axe de bol (B) :

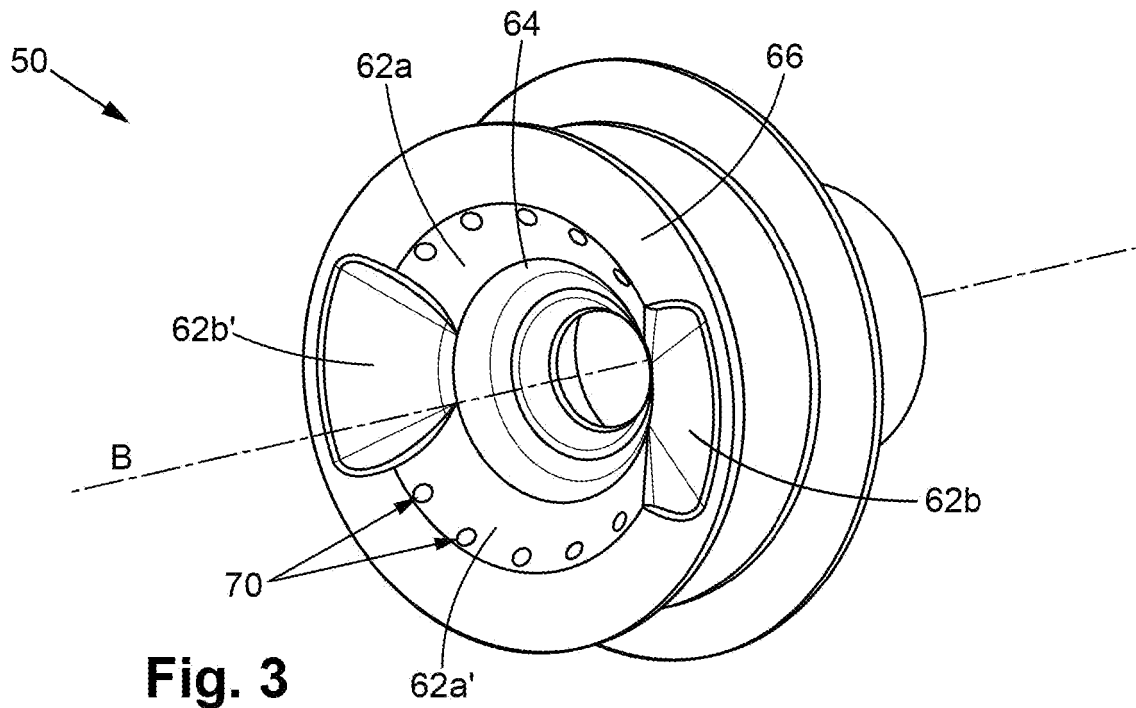
- entre la position angulaire à 12H et la position angulaire à 3H, ou entre la position angulaire à 6H et la position angulaire à 9H, lorsque le sens de rotation coïncide avec le sens horaire, ou
- entre la position angulaire à 12H et la position angulaire à 9H, ou entre la position angulaire à 6H et la position angulaire à 3H, lorsque le sens de rotation coïncide avec le sens anti-horaire.

- [Revendication 6] Chambre de combustion (10) selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans laquelle la paroi évasée (62) comprend au moins une première zone du second type (62b) et une deuxième zone du second type (62b').
- [Revendication 7] Chambre de combustion (10) selon la revendication précédente, dans laquelle la première zone du second type (62b) et la deuxième zone du second type (62b') sont telles que la paroi évasée (62) présente une symétrie de révolution d'ordre 2 autour de l'axe de bol (B).
- [Revendication 8] Chambre de combustion (10) selon la revendication 6 ou 7, dans laquelle la première zone du second type (62b) et la deuxième zone du second type (62b') sont situées de part et d'autre d'un premier plan médian qui comprend l'axe longitudinal (X) et l'axe de bol (B).
- [Revendication 9] Chambre de combustion (10) selon la revendication précédente, dans laquelle la première zone du second type (62b) et la deuxième zone du second type (62b') sont telles que la paroi évasée (6) est symétrique par rapport au premier plan médian.
- [Revendication 10] Chambre de combustion (10) selon la revendication 8 ou 9, dans laquelle la paroi évasée (62) comprend au moins une troisième zone du second type (62b'') et une quatrième zone du second type (62b'''), la première zone du second type (6b) et la deuxième zone du second type (62b') étant situées d'un premier côté d'un deuxième plan médian qui comporte l'axe de bol (B) et un axe passant par les positions angulaires à 3H et 9H, la troisième zone du second type (62b'') et la quatrième zone du second type (62b''') étant situées d'un deuxième côté d'un deuxième plan médian.
- [Revendication 11] Chambre de combustion (10) selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans laquelle la zone du premier type (62a) et/ou la zone du second type (62b) présente une forme de section en arc d'ellipse autour de l'axe de bol.

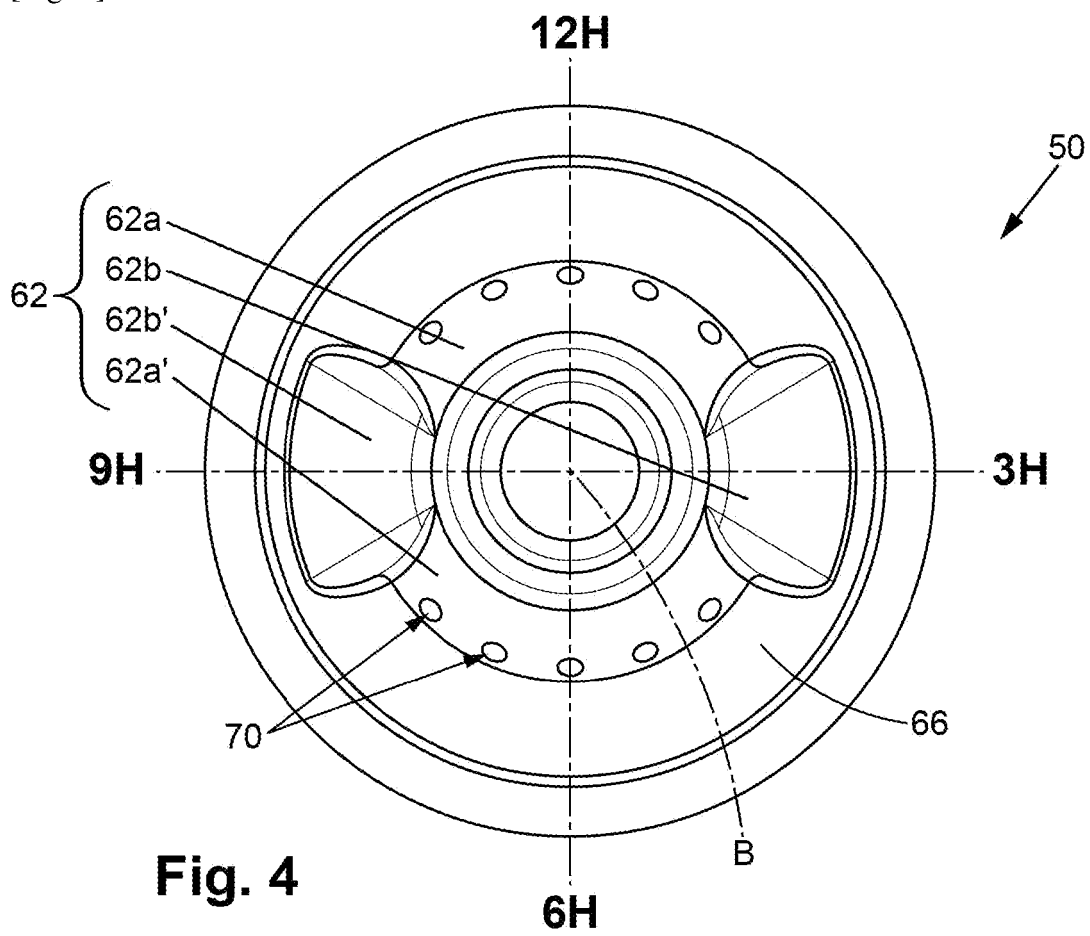
[Fig. 2]

**Fig. 2**

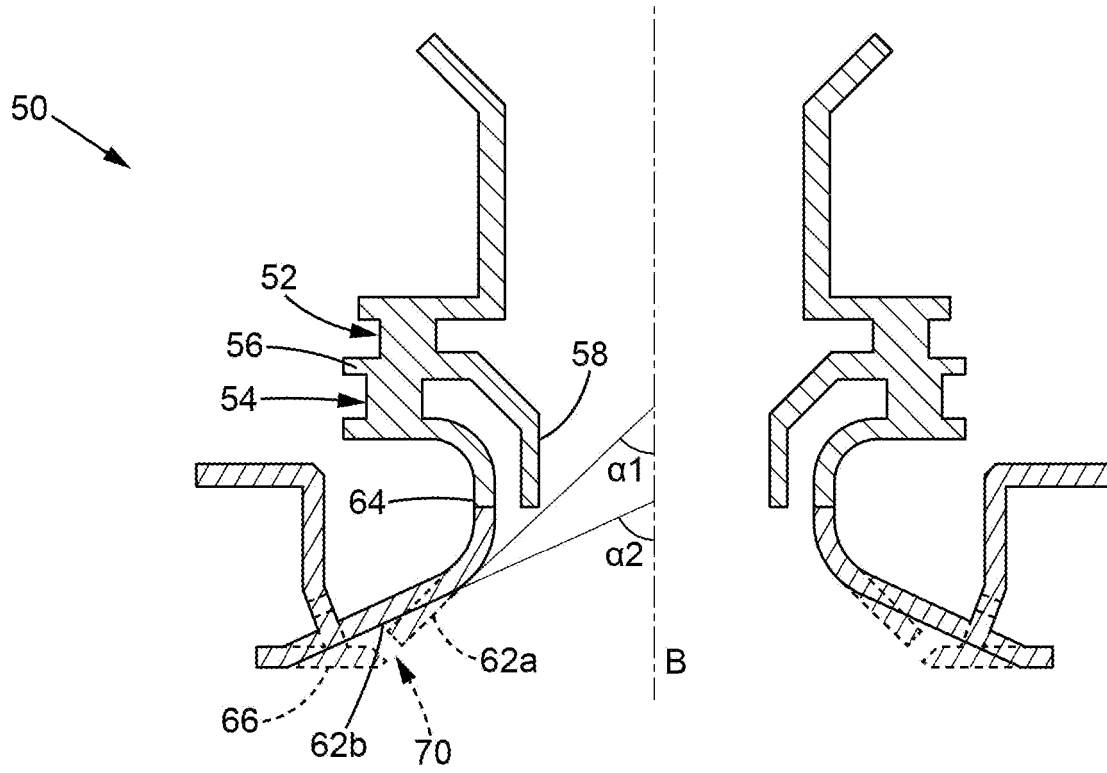
[Fig. 3]



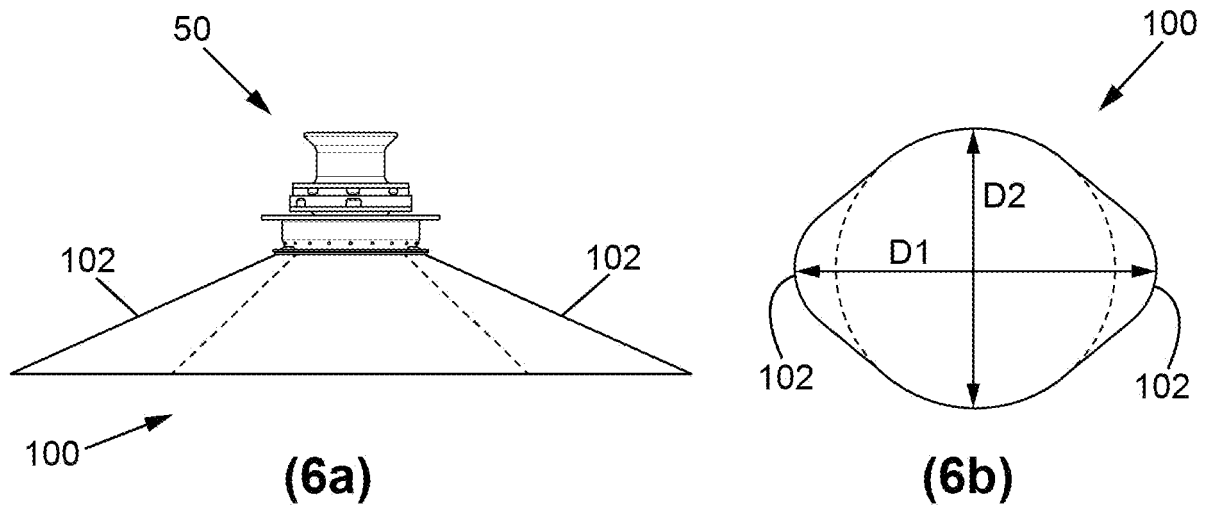
[Fig. 4]



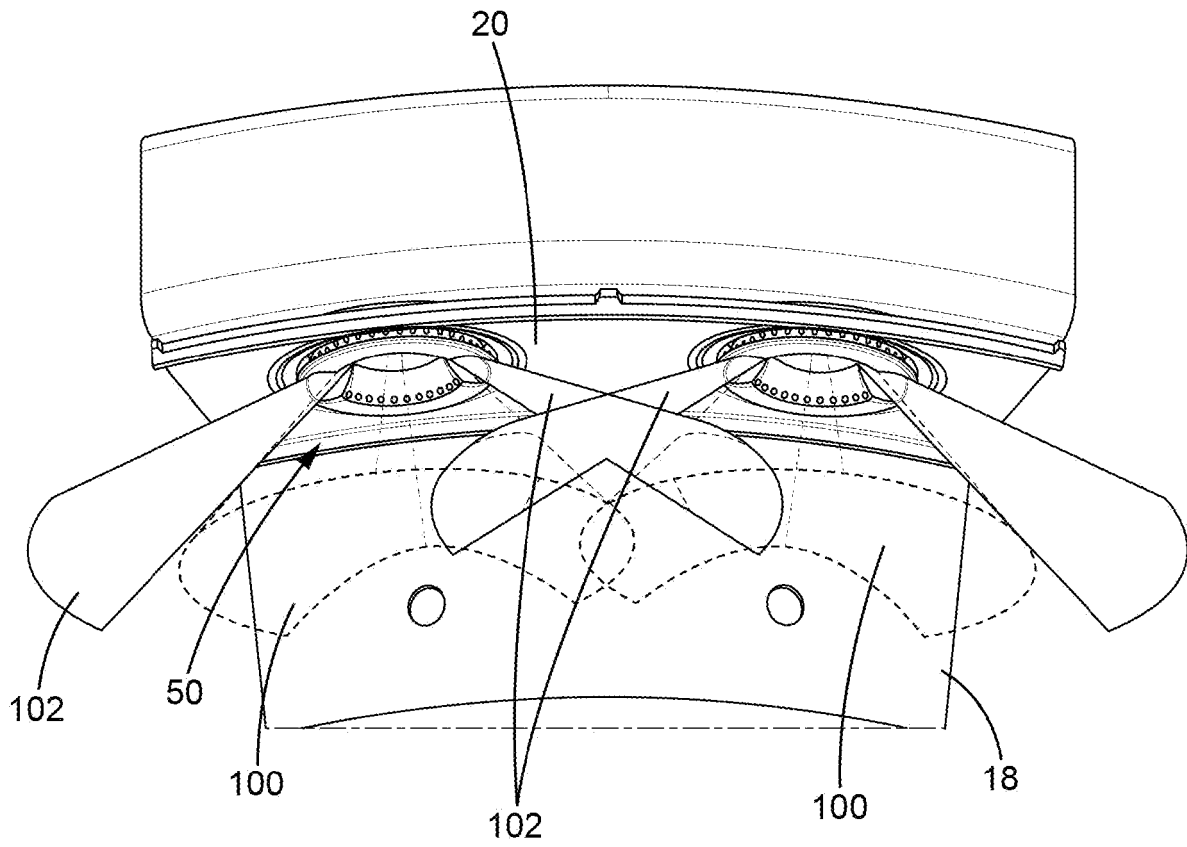
[Fig. 5]

**Fig. 5**

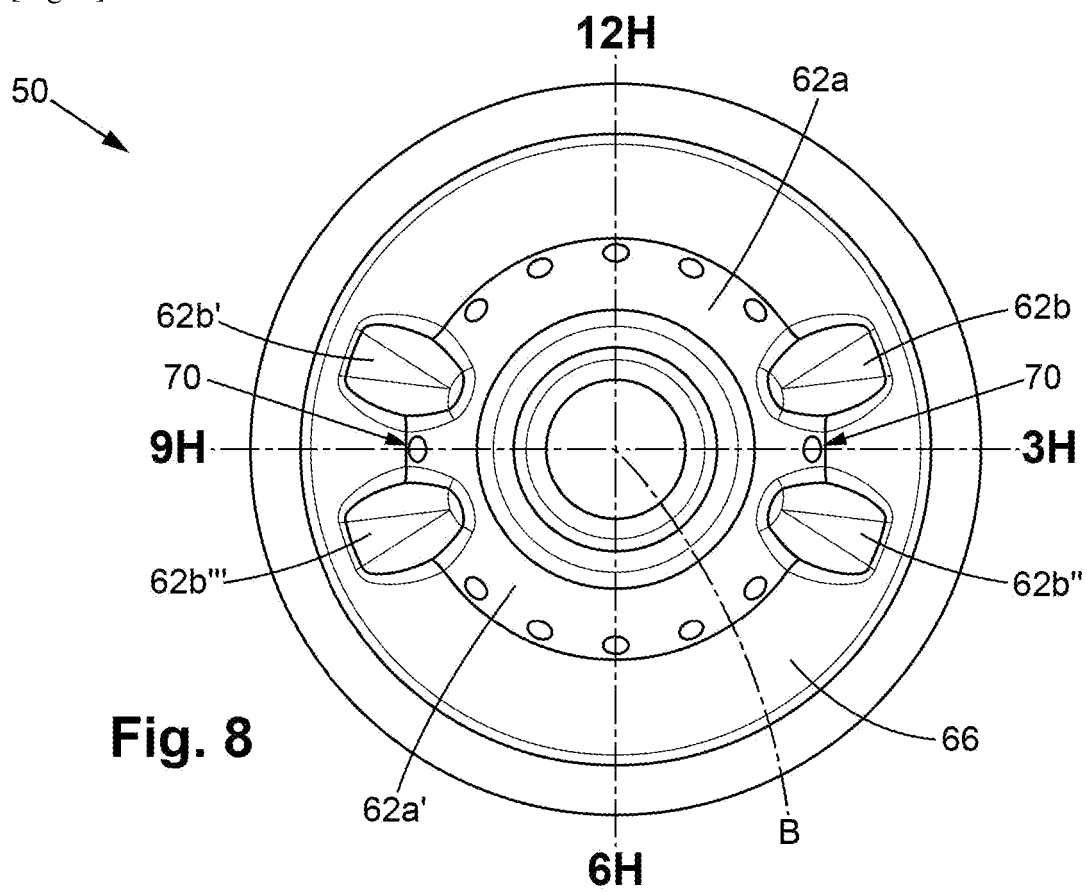
[Fig. 6]

**Fig. 6**

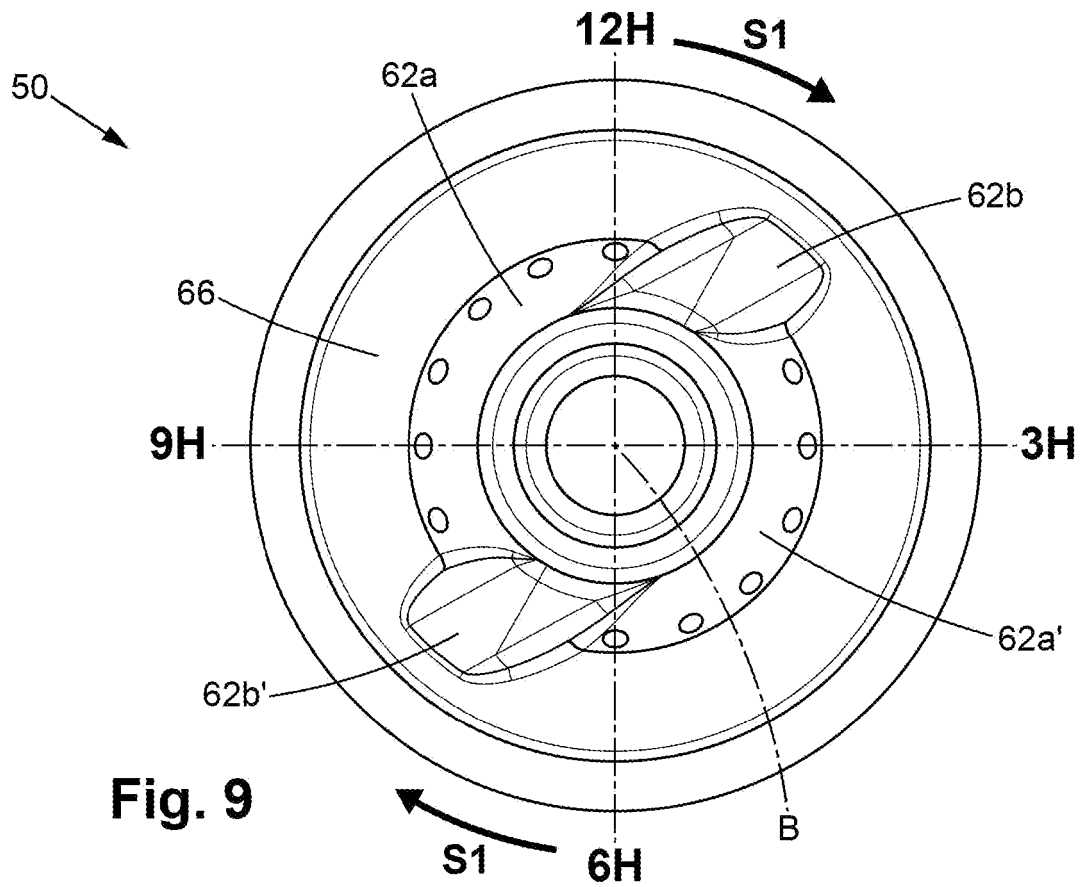
[Fig. 7]

**Fig. 7**

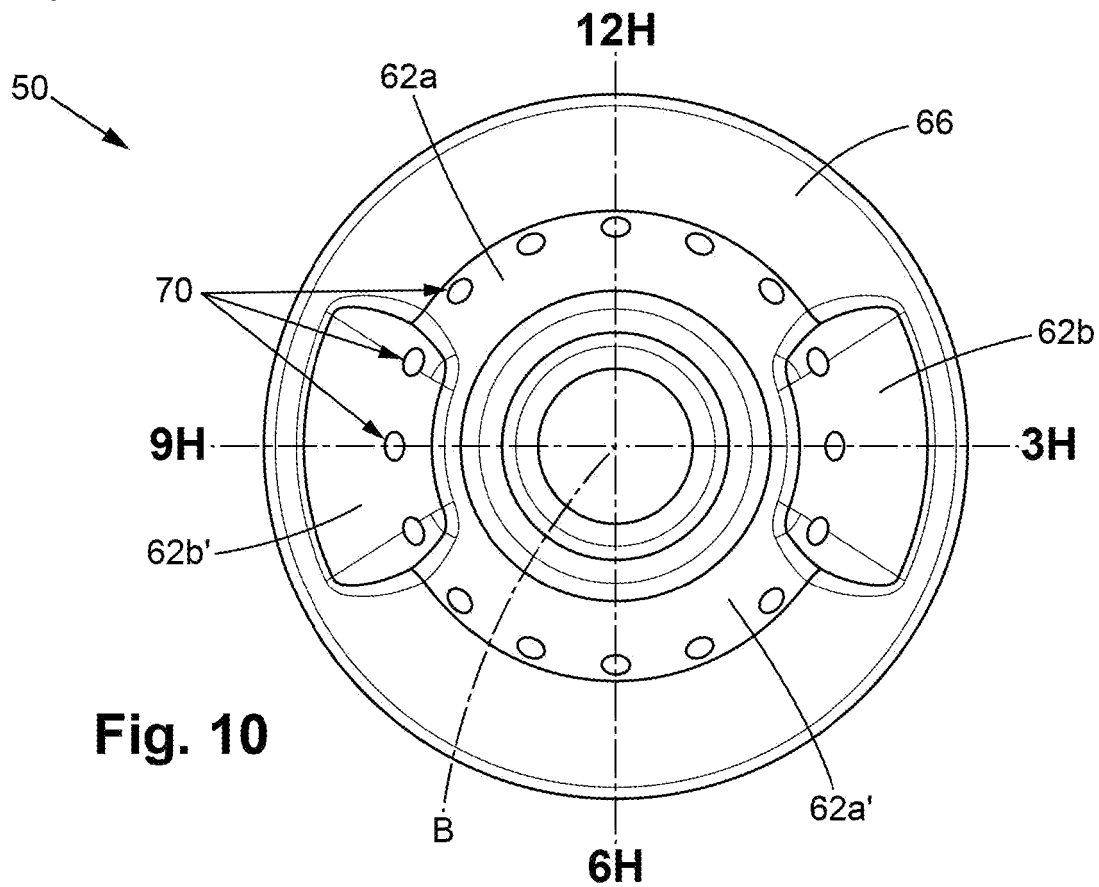
[Fig. 8]

**Fig. 8**

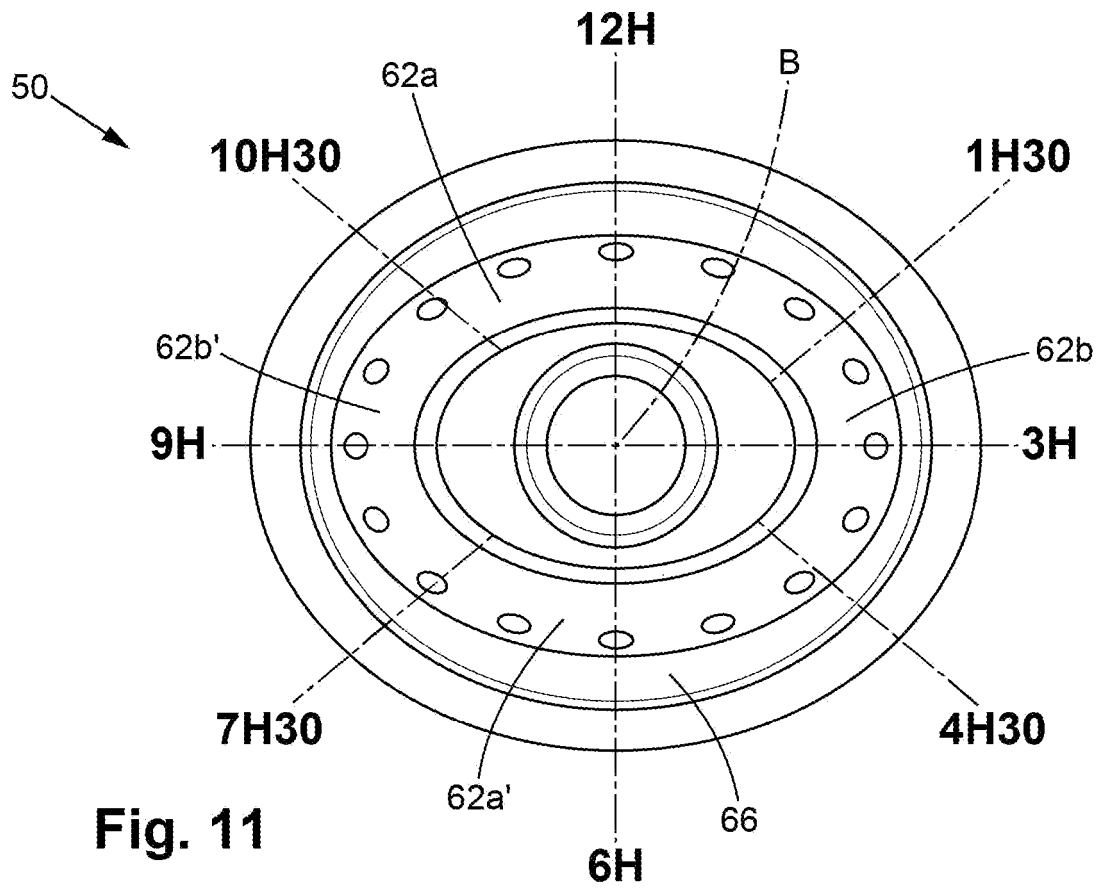
[Fig. 9]

**Fig. 9**

[Fig. 10]

**Fig. 10**

[Fig. 11]



RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE

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

N° d'enregistrement
national

FA 916863
FR 2212452

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
X	US 5 351 475 A (ANSART DENIS R H [FR] ET AL) 4 octobre 1994 (1994-10-04) * colonne 2, ligne 32 - colonne 4, ligne 4; figures 4-7 * -----	1-4, 6-9, 11	F23R 3/34 F23R 3/50
X	US 2018/058696 A1 (DANIS ALLEN MICHAEL [US] ET AL) 1 mars 2018 (2018-03-01) * alinéa [0024] - alinéa [0032]; figures 3-6 * -----	1-4, 6-9, 11	
X	US 4 584 834 A (KOSHOFER JOHN M [US] ET AL) 29 avril 1986 (1986-04-29) * colonne 6, ligne 39 - colonne 7, ligne 4; figures 3, 4 * -----	1-3	
A	US 3 899 884 A (EKSTEDT EDWARD E) 19 août 1975 (1975-08-19) * colonne 2, ligne 27 - ligne 47; figures 3, 4 * -----	1-11	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC) F23R
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
18 septembre 2023		Mootz, Frank	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant			

ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE **RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 2212452 FA 916863**

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche préliminaire visé ci-dessus.
 Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du **18-09-2023**
 Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication		Membre(s) de la famille de brevet(s)		Date de publication
US 5351475	A	04-10-1994	DE	69302078 T2		12-09-1996
			EP	0598662 A1		25-05-1994
			FR	2698157 A1		20-05-1994
			US	5351475 A		04-10-1994

US 2018058696	A1	01-03-2018	CN	109563995 A		02-04-2019
			US	2018058696 A1		01-03-2018
			WO	2018038792 A1		01-03-2018

US 4584834	A	29-04-1986	DE	3323490 A1		12-01-1984
			FR	2529954 A1		13-01-1984
			GB	2123137 A		25-01-1984
			IT	1168267 B		20-05-1987
			JP	H045894 B2		04-02-1992
			JP	S5935724 A		27-02-1984
			US	4584834 A		29-04-1986

US 3899884	A	19-08-1975	AU	452434 B2		05-09-1974
			BE	771990 A		31-12-1971
			CA	943352 A		12-03-1974
			CH	537519 A		31-05-1973
			DE	2143012 A1		15-06-1972
			DK	132539 B		22-12-1975
			FR	2116363 A1		13-07-1972
			GB	1353335 A		15-05-1974
			JP	S5521250 B1		09-06-1980
			NL	7111784 A		06-06-1972
			NO	134997 B		11-10-1976
			US	3899884 A		19-08-1975