

12

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22 Date de dépôt : 14.11.19.

30 Priorité :

43 Date de mise à la disposition du public de la
demande : 21.05.21 Bulletin 21/20.

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 — FR.

72 Inventeur(s) : GARNAUD Xavier et COUILLEAUX
Alexandre.

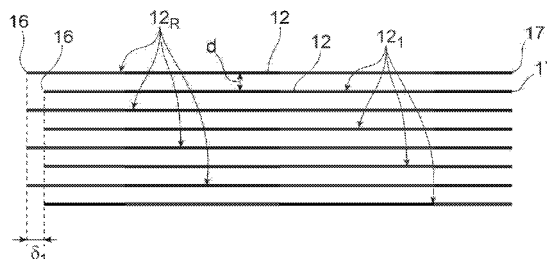
73 Titulaire(s) : SAFRAN AIRCRAFT ENGINES Société
par actions simplifiée.

74 Mandataire(s) : BREVALEX.

54 ECHANGEUR DE CHALEUR AIR-HUILE SURFACIQUE POUR TURBOMACHINE A DOUBLE FLUX
COMPRENANT DES AILETTES AVEC UN BORD D'ATTAQUE DECALE VERS L'AVANT DANS UNE DIRECTION
AXIAL D'ECOULEMENT DE L'AIR.

57 L'invention concerne un échangeur de chaleur air-huile surfacique (10) pour turbomachine à double flux, comprenant :- une paroi annulaire comprenant une première surface annulaire destinée à recevoir de la chaleur provenant d'huile d'un circuit d'huile de la turbomachine, et une deuxième surface (14) annulaire opposée destinée à délimiter radialement une veine secondaire de la turbomachine, - une pluralité d'ailettes (12) s'étendant radialement depuis la deuxième surface (14) et réparties en une rangée circumférentielle, chacune des ailettes (12) s'étendant, d'amont en aval dans une direction axiale d'écoulement de l'air, entre un bord d'attaque (16) et un bord de fuite (17), les bords d'attaque (16) d'ailettes (12) d'un ensemble de référence (12R) étant alignés circumférentiellement entre eux et les bords d'attaque (16) d'ailettes (12) d'un premier ensemble (121) étant alignés circumférentiellement entre eux et décalés axialement vers l'aval par rapport aux bords d'attaque (16) des ailettes (12) de l'ensemble de référence (12R).

Figure pour l'abrégé : Figure 4



Description

Titre de l'invention : ECHANGEUR DE CHALEUR AIR-HUILE SURFACIQUE POUR TURBOMACHINE A DOUBLE FLUX COMPRENANT DES AILETTES AVEC UN BORD D'ATTAQUE DECALE VERS L'AVANT DANS UNE DIRECTION AXIAL D'ECOULEMENT DE L'AIR

Domaine technique

[0001] L'invention se rapporte à un échangeur air-huile surfacique pour turbomachine à double flux, ainsi qu'à une turbomachine à double flux comprenant un tel échangeur air-huile surfacique.

Technique antérieure

[0002] De manière classique, une turbomachine à double flux comprend une soufflante destinée à aspirer un flux d'air qui se divise, en aval de la soufflante, en un flux d'air primaire circulant dans un canal d'écoulement de flux primaire, appelé veine primaire, au sein d'un cœur de la turbomachine s'étendant suivant un axe longitudinal de direction axiale, et en un flux d'air secondaire contournant ce cœur dans un canal d'écoulement de flux secondaire, appelé veine secondaire.

[0003] Dans la veine primaire, le flux d'air primaire traverse, d'amont en aval dans la direction axiale d'écoulement de l'air, un compresseur basse pression, un compresseur haute pression, une chambre de combustion, une turbine haute pression, une turbine basse pression et une tuyère d'échappement. Dans la veine secondaire, le flux d'air secondaire traverse un redresseur de soufflante.

[0004] La soufflante, le compresseur basse pression et la turbine basse pression sont reliés par un premier arbre, dit arbre basse pression, tournant autour de l'axe longitudinal, tandis que le compresseur haute pression et la turbine haute pression sont reliés par un deuxième arbre, dit arbre haute pression, tournant autour de l'arbre basse pression. L'arbre basse pression et l'arbre haute pression font tous deux partie du cœur de la turbomachine.

[0005] Par ailleurs, afin de lubrifier et/ou de refroidir des organes et équipements de la turbomachine, tels que des paliers qui supportent les arbres haute et basse pression, il est connu d'équiper la turbomachine d'un circuit d'huile qui est refroidie au moyen d'un échangeur de chaleur air-huile surfacique, aussi appelé « SACOC » pour « Surface Air-Cooled Oil-Cooler » en terminologie anglo-saxonne.

[0006] L'échangeur de chaleur air-huile surfacique comprend de manière classique une paroi annulaire s'étendant autour de l'axe longitudinal et par l'intermédiaire de

laquelle l'huile transmet de la chaleur à des ailettes.

- [0007] Les ailettes s'étendent radialement depuis la paroi annulaire, à l'intérieur de la veine secondaire et en aval du redresseur de soufflante, et sont réparties autour de l'axe longitudinal en une rangée circonférentielle. Les ailettes s'étendent en outre axialement, d'amont en aval, entre un bord d'attaque et un bord de fuite, les bords d'attaque et les bords de fuite des ailettes étant respectivement alignés entre eux.
- [0008] Les ailettes transmettent elles-mêmes de la chaleur au flux d'air secondaire, de sorte que l'huile est refroidie, via la paroi annulaire et les ailettes, par le flux d'air secondaire.
- [0009] Or, ces ailettes forment des obstacles qui bloquent localement l'écoulement du flux d'air secondaire, créant ainsi une remontée de pression statique en amont des ailettes qui traduit un ralentissement local du flux d'air secondaire en amont des ailettes. Il en résulte une redistribution de la vitesse d'écoulement du flux d'air secondaire sur toute la hauteur de la veine secondaire.
- [0010] Si cette redistribution de la vitesse d'écoulement du flux d'air secondaire a plutôt un effet positif sur la performance de la soufflante et du redresseur de soufflante, elle a en revanche un impact négatif sur leur opérabilité, c'est-à-dire sur leur fonctionnement sans anomalie, notamment avec un risque de blocage total voire même d'inversement de l'écoulement de flux d'air secondaire dans la veine secondaire.

Exposé de l'invention

- [0011] La présente invention a pour objectif de pallier cet inconvénient en proposant un échangeur de chaleur air-huile surfacique dans lequel des ailettes présentent un bord d'attaque décalé vers l'aval dans une direction axial d'écoulement de l'air par rapport au bord d'attaque d'autres ailettes.
- [0012] Plus précisément, l'invention a pour objet un échangeur de chaleur air-huile surfacique pour turbomachine à double flux comprenant, d'amont en aval suivant une direction axiale d'écoulement de l'air, une soufflante et un bec de séparation duquel sont issus un canal d'écoulement de flux primaire annulaire, dit veine primaire, et un canal d'écoulement de flux secondaire annulaire, dit veine secondaire, entourant la veine primaire et comprenant un redresseur de soufflante, l'échangeur de chaleur air-huile surfacique comprenant :
- une paroi annulaire s'étendant autour d'un axe longitudinal de direction axiale d'écoulement de l'air et destinée à être agencée en aval du redresseur de soufflante,
- la paroi annulaire comprenant une première surface annulaire destinée à recevoir de la chaleur provenant d'huile d'un circuit d'huile de la turbomachine, et une deuxième surface annulaire opposée destinée à délimiter radialement, par rapport à l'axe longitudinal, la veine secondaire,

- une pluralité d'ailettes s'étendant radialement, par rapport à l'axe longitudinal, depuis la deuxième surface de la paroi annulaire et réparties autour de l'axe longitudinal, en une rangée circonférentielle, chacune des ailettes s'étendant, d'amont en aval dans la direction axiale d'écoulement de l'air, entre un bord d'attaque et un bord de fuite.

[0013] Selon l'invention, les bords d'attaque d'ailettes d'un ensemble de référence sont alignés circonférentiellement entre eux et les bords d'attaque d'ailettes d'un premier ensemble sont alignés circonférentiellement entre eux et décalés axialement vers l'aval par rapport aux bords d'attaque des ailettes de l'ensemble de référence.

[0014] Selon des variantes de réalisation qui peuvent être prises ensemble ou séparément :

- un décalage axial du bord d'attaque des ailettes est défini tel que :

* $\delta = 0$, pour l'ensemble de référence ;

* $\delta = \delta_1$, où δ_1 correspond à un premier décalage axial, pour le premier ensemble ;

- pour chaque entier n allant de 2 à N-1, N étant un entier strictement supérieur à 2 et inférieur ou égal au nombre d'ailettes, les bords d'attaque des ailettes d'un nième ensemble sont alignés circonférentiellement entre eux et décalés axialement vers l'aval par rapport aux bords d'attaque d'ailettes d'un n-1ème ensemble ;

- les ailettes du premier ensemble ne sont adjacentes qu'avec des ailettes de l'ensemble de référence ou du deuxième ensemble ;

- pour chaque entier n allant de 2 à N-2, les ailettes du nième ensemble ne sont adjacentes qu'avec des ailettes du n-1ème ensemble ou du n+1ème ensemble ;

- les ailettes du N-1ème ensemble ne sont adjacentes qu'avec des ailettes du N-2ème ensemble ;

- un décalage axial du bord d'attaque des ailettes est défini tel que :

* $\delta = 0$, pour l'ensemble de référence ;

* $\delta = \delta_1$, où δ_1 correspond à un premier décalage axial, pour le premier ensemble ;

* $\delta = \delta_n$ où δ_n correspond à un nième décalage axial, pour chaque nième ensemble, n allant de 2 à N-1 ;

- pour chaque entier n allant de 2 à N-1, le nième décalage axial est défini tel que $\delta_n = n \times \delta_1$;

- le premier décalage axial est sensiblement égal à une distance, dite distance inter-ailettes, entre deux ailettes adjacentes ;

- la distance inter-ailettes est inférieure ou égale à dix fois une longueur, prise dans la direction axiale d'écoulement de l'air, d'une ailette ;

- le bord d'attaque de chaque ailette est décalé dans la direction axiale d'écoulement de l'air par rapport au bord d'attaque de la ou des ailettes qui lui sont adjacentes ;

- les bords d'attaque des ailettes forment circonférentiellement un motif continu en dents de scie ;

- le motif continu en dents de scie est régulier, chaque dent de scie étant définie par les bords d'attaque d'un même nombre d'ailettes et étant identique aux autres dents de scie.

- [0015] L'invention a encore pour objet une turbomachine à double flux comprenant, d'amont en aval suivant une direction axiale d'écoulement de l'air, une soufflante et un bec de séparation duquel sont issus un canal d'écoulement de flux primaire annulaire, dit veine primaire, et un canal d'écoulement de flux secondaire annulaire, dit veine secondaire, entourant la veine primaire et comprenant un redresseur de soufflante, la turbomachine comprenant en outre un échangeur de chaleur air-huile tel que précédemment décrit.

Brève description des dessins

- [0016] D'autres aspects, buts, avantages et caractéristiques de l'invention apparaîtront mieux à la lecture de la description détaillée suivante de formes de réalisation préférées de celle-ci, donnée à titre d'exemple non limitatif, et faite en référence aux dessins annexés sur lesquels :
- [0017] [fig.1] est une vue en coupe longitudinale, schématique, d'une turbomachine à double flux comprenant un échangeur de chaleur air-huile surfacique selon un mode de réalisation de l'invention ;
- [0018] [fig.2] est une vue de détail de l'échangeur de chaleur air-huile surfacique illustré à la figure 1 ;
- [0019] [fig.3] est une vue de côté, schématique, d'une ailette de l'échangeur de chaleur air-huile surfacique illustré aux figures 1 et 2 ;
- [0020] [fig.4] est une vue de dessus, schématique, d'un exemple d'agencement d'ailettes de l'échangeur de chaleur air-huile surfacique illustré aux figures 1 et 2 ;
- [0021] [fig.5] est une vue de dessus, schématique, d'un autre exemple d'agencement d'ailettes de l'échangeur de chaleur air-huile surfacique illustré aux figures 1 et 2 ;
- [0022] [fig.6] est une vue de dessus, schématique, d'un autre exemple d'agencement d'ailettes de l'échangeur de chaleur air-huile surfacique illustré aux figures 1 et 2.

Description des modes de réalisation

- [0023] La figure 1 montre une turbomachine 100 à double flux comprenant un échangeur de chaleur air-huile surfacique 10, aussi appelé « SACOC » pour « Surface Air-Cooled Oil-Cooler » en terminologie anglo-saxonne, selon un mode de réalisation de l'invention.
- [0024] A titre préliminaire, il est défini une direction axiale d'écoulement de l'air, une direction radiale qui est orthogonale à la direction axiale et une direction circonférentielle qui est orthogonale aux directions axiale et radiale.
- [0025] Dans la suite de la description, les termes « amont » et « aval » sont employés en

référence à la direction axiale d'écoulement de l'air.

- [0026] La turbomachine 100 comprend, d'amont en aval, une entrée d'air 101, une soufflante 102 et un bec de séparation 103 duquel sont issus un canal d'écoulement de flux primaire 104 annulaire, appelé veine primaire, ménagé au sein d'un cœur de la turbomachine 100 s'étendant suivant un axe longitudinal 106 orienté axialement, et un canal d'écoulement de flux secondaire 107 annulaire, appelé veine secondaire, entourant la veine primaire 104. La veine primaire 104 et la veine secondaire 107 sont centrées sur l'axe longitudinal 106.
- [0027] La turbomachine 100 est en outre carénée par une nacelle 108 qui entoure la veine secondaire 107. La nacelle 108 comprend un carter de soufflante 109 qui entoure la soufflante 102 et qui définit, en amont de la soufflante 102, l'entrée d'air 101.
- [0028] La veine primaire 104 comprend elle-même, d'amont en aval, un compresseur basse pression 110, un compresseur haute pression 111, une chambre de combustion 112, une turbine haute pression 113, une turbine basse pression 114 et une tuyère d'échappement 115. La veine secondaire 107 comprend un redresseur de soufflante 116, aussi appelé « OGV » pour « Outlet Guide Vane » en terminologie anglo-saxonne.
- [0029] La turbomachine 100 comprend encore un carter intermédiaire 117 comprenant lui-même une virole externe 118 et un moyeu 119 interne qui est situé en aval du bec de séparation 103. La virole externe 118 et le moyeu 119 sont concentriques et centrés sur l'axe longitudinal 106. La virole externe 118 entoure la veine secondaire 107 qui entoure elle-même le moyeu 119.
- [0030] La virole externe 118 forme ainsi en partie la nacelle 108. Elle est par exemple située en aval du carter de soufflante 109.
- [0031] Le carter intermédiaire 117 est en outre situé entre le compresseur basse pression 110 et le compresseur haute pression 111.
- [0032] Le carter intermédiaire 117 comprend encore des bras structuraux 121 qui s'étendent radialement, par rapport à l'axe longitudinal 106, entre la virole externe 118 et le moyeu 119 et qui sont répartis de manière régulière autour de l'axe longitudinal 106.
- [0033] Les bras structuraux 121 forment par exemple eux-mêmes des aubes du redresseur de soufflante 116 (figure 1). En variante (non représentée), les bras structuraux 121 sont situés en aval du redresseur de soufflante 116.
- [0034] La soufflante 102, le compresseur basse pression 110 et la turbine basse pression 114 sont par exemple reliés par un premier arbre 122, dit arbre basse pression, tournant autour de l'axe longitudinal 106, tandis que le compresseur haute pression 111 et la turbine haute pression 113 sont reliés par un deuxième arbre 123, dit arbre haute pression, tournant autour de l'arbre basse pression 122. L'arbre basse pression 122 et l'arbre haute pression 123 font tous deux partie du cœur de la turbomachine 100.

- [0035] Les arbres basse pression 122 et haute pression 123 sont en outre supportés par des paliers (non représentés) qui sont portés par des carters structuraux fixes de la turbomachine 100, notamment en amont par le carter intermédiaire 117.
- [0036] La lubrification de ces paliers est encore réalisée par un circuit d'huile qui comprend un réservoir d'huile 125, une conduite d'alimentation conçue pour alimenter les paliers avec de l'huile provenant du réservoir d'huile 125 et une conduite d'évacuation conçue pour évacuer l'huile chauffée par le travail des paliers et pour traverser l'échangeur de chaleur air-huile surfacique 10 avant de la ramener au réservoir d'huile 125 et/ou d'alimenter les paliers via la conduite d'alimentation (figure 1).
- [0037] En variante, le circuit d'huile est prévu pour lubrifier et/ou refroidir d'autres organes et/ou équipements de la turbomachine 10.
- [0038] La figure 2 montre plus en détail l'échangeur de chaleur air-huile surfacique 10.
- [0039] L'échangeur de chaleur air-huile surfacique 10 comprend une paroi annulaire 11 qui s'étend autour de l'axe longitudinal 106 et une pluralité d'ailettes 12.
- [0040] La paroi annulaire 11 comprend une première surface 13 annulaire par l'intermédiaire de laquelle de l'huile transmet de la chaleur à la paroi annulaire 11. Pour cela, la conduite d'évacuation 127 est par exemple en partie plaquée contre la première surface 13.
- [0041] La paroi annulaire 11 comprend en outre une deuxième surface 14 annulaire qui est opposée à la première surface 13 et qui délimite radialement, par rapport à l'axe longitudinal 106, la veine secondaire 107. Le flux d'air qui parcourt la veine secondaire 107, appelé ci-après flux d'air secondaire, balaie ainsi la deuxième surface 14 de la paroi annulaire 11.
- [0042] La deuxième surface 14 est orientée radialement vers l'intérieur, par rapport à l'axe longitudinal 106, la première surface 13 opposée étant orientée radialement vers l'extérieur, de sorte que la paroi annulaire 11 entoure la veine secondaire 107 (figures 1 et 2). La deuxième surface 14 forme alors une extrémité radiale externe de la veine secondaire 107 (figures 1 et 2). En variante (non représentée), la deuxième surface 14 est par exemple orientée radialement vers l'extérieur, par rapport à l'axe longitudinal 106, la première surface 13 opposée étant orientée radialement vers l'intérieur, de sorte que la veine secondaire 107 entoure la paroi annulaire 11. La deuxième surface 14 forme alors une extrémité radiale interne de la veine secondaire 107.
- [0043] La paroi annulaire 11 est en outre agencée en aval du redresseur de soufflante 116.
- [0044] La paroi annulaire 11 fait par exemple partie du carter intermédiaire 117, notamment de la virole externe 118 ou du moyeu 119, qui se prolonge en aval des bras structuraux 121 ou du redresseur de soufflante 116. En variante, la paroi annulaire 11 est fixée au carter intermédiaire 117, notamment de la virole externe 118 ou du moyeu 119, en aval dudit carter intermédiaire 117. Encore en variante (non représentée), la paroi annulaire

11 fait partie du carter de soufflante 109 qui se prolonge en aval du redresseur de soufflante 116.

- [0045] Les ailettes 12 s'étendent radialement, par rapport à l'axe longitudinal 106, depuis la deuxième surface 14 de la paroi annulaire 11, les ailettes 12 faisant ainsi saillie de la paroi annulaire 11 dans la veine secondaire 107. De la chaleur est ainsi transmise de la paroi annulaire 11 aux ailettes 12 et des ailettes 12 au flux d'air secondaire, de sorte à refroidir l'huile.
- [0046] Les ailettes 12 sont en outre réparties autour de l'axe longitudinal 106 en une rangée circonférentielle.
- [0047] Les ailettes 12 s'étendent axialement entre un bord d'attaque 16 orienté vers l'amont, notamment vers le redresseur de soufflante 116, et un bord de fuite 17 orienté vers l'aval. Le bord d'attaque 16 et le bord de fuite 17 de chacune des ailettes 12 sont par exemple alignés axialement.
- [0048] Selon l'invention, l'échangeur de chaleur air-huile surfacique 10 comprend au moins deux ensembles 12_R , 12_I d'ailettes 12, les bords d'attaque 16 des ailettes 12 d'un ensemble de référence 12_R étant alignés circonférentiellement entre eux et les bords d'attaque 16 des ailettes 12 d'un premier ensemble 12_I étant alignés circonférentiellement entre eux et décalés axialement vers l'aval par rapport aux bords d'attaque 16 des ailettes 12 de l'ensemble de référence 12_R . Les bords d'attaque 16 des ailettes 12 de l'ensemble de référence 12_R sont par exemple agencés le plus en amont par rapport aux bords d'attaque 16 des autres ailettes 12.
- [0049] De cette manière, le flux d'air secondaire rencontre les ailettes 12 en décalé, ce qui a pour effet de provoquer un ralentissement en amont de chaque ailette 12 sur une distance de ralentissement elle-même décalée en fonction de l'ailette 12. La distance globale de ralentissement du flux d'air secondaire en amont des ailettes 12 est donc plus grande, et le ralentissement global du flux d'air secondaire en amont des ailettes 12 est lui plus faible. Les ailettes 12 ont ainsi un moindre effet sur la distribution de la vitesse d'écoulement du flux d'air secondaire sur la hauteur de la veine secondaire 107.
- [0050] Il est entendu par « alignés circonférentiellement » que les bords d'attaque 16 des ailettes 12 ne présentent entre eux aucun décalage axial.
- [0051] La « hauteur » dans la veine secondaire 107 correspond à une distance radiale, par rapport à l'axe longitudinal 106, prise entre l'extrémité radiale interne de la veine secondaire 107 et l'extrémité radiale externe de la veine secondaire 107, l'extrémité radiale interne correspondant à la hauteur nulle et l'extrémité radiale externe à la hauteur maximale.
- [0052] L'alignement circonférentiel ou le décalage axial des bords d'attaque 16 des ailettes 12 est considéré au niveau de la deuxième surface 14 de la paroi annulaire 11. En termes de hauteur dans la veine secondaire 107, l'alignement circonférentiel ou le

décalage axial des bords d'attaque 16 des ailettes 12 est donc considéré à hauteur nulle dans la veine secondaire 107, lorsque la deuxième surface 14 forme l'extrémité radiale interne de la veine secondaire 107, et à hauteur maximale dans la veine secondaire 107, lorsque la deuxième surface 14 forme l'extrémité radiale externe de la veine secondaire 107.

- [0053] Les ailettes 12 présentent par exemple une section longitudinale de forme trapézoïdale. Les bords d'attaque 16 et de fuite 17 des ailettes 12 sont donc inclinés, notamment l'un vers l'autre à mesure qu'ils s'éloignent de la paroi annulaire 11.
- [0054] Les ailettes 12 sont par exemple réparties dans la rangée circonférentielle en plusieurs groupes 18 d'un nombre égal d'ailettes 12. Les groupes 18 sont régulièrement espacés ou encore régulièrement répartis autour de l'axe longitudinal 106. En outre, les ailettes 12 sont elles-mêmes régulièrement espacées ou encore régulièrement réparties autour de l'axe longitudinal 106, au sein de chaque groupe 18. Chaque ailettes 12 d'un groupe 18 est ainsi à égale distance d , dite distance inter-ailettes, de la ou des ailettes 12 qui lui sont adjacentes. La distance inter-ailettes d est donc égale dans chaque groupe 18.
- [0055] En variante (non représentée), les ailettes 12 sont régulièrement espacées autour de l'axe longitudinal 106, sur toute la circonférence de la paroi annulaire 11. Chaque ailettes 12 de la rangée circonférentielle est ainsi à égale distance d , dite distance inter-ailettes, des ailettes 12 qui lui sont adjacentes.
- [0056] La distance inter-ailettes d est prise au niveau de la deuxième surface 14 de la paroi annulaire 11.
- [0057] La distance inter-ailettes d est par exemple inférieure ou égale à dix fois une longueur L , prise axialement, d'une ou des ailettes 12 (figure 3). La longueur L est prise au niveau de la deuxième surface 14 de la paroi annulaire 11.
- [0058] Lorsque les ailettes 12 présentent des longueurs L différentes (figures 4 et 6), la distance inter-ailettes d est par exemple inférieure ou égale à dix fois la longueur L minimale des ailettes 12.
- [0059] L'échangeur de chaleur air-huile surfacique 10 comprend par exemple N ensemble $12_R, 12_1, 12_2, \dots, 12_{N-1}$ d'ailettes 12, N étant un entier strictement supérieur à 2 et inférieur ou égal au nombre d'ailettes 12 de la rangée circonférentielle ou de chaque groupe 18, et pour chaque entier n allant de 2 à $N-1$, les bords d'attaque 16 des ailettes 12 d'un n ième ensemble 12_n sont alignés circonférentiellement entre eux et décalés axialement vers l'aval par rapport aux bords d'attaque 16 d'ailettes 12 du $n-1$ ème ensemble 12_{n-1} .
- [0060] Ainsi, plus n est grand, plus les bords d'attaque 16 des ailettes 12 du n ième ensemble 12_n sont décalés axialement vers l'aval par rapport aux bords d'attaque 16 des ailettes 12 de l'ensemble de référence 12_R .

- [0061] Dans l'exemple illustré aux figures 4 et 5, l'échangeur de chaleur air-huile surfacique 10 comprend deux ensembles 12_R , 12_1 d'ailettes 12 parmi lesquels l'ensemble de référence 12_R et le premier ensemble 12_1 .
- [0062] La figure 6 montre un autre exemple d'échangeur de chaleur air-huile surfacique 10 comprenant trois ensembles 12_R , 12_1 , 12_2 d'ailettes 12 parmi lesquels l'ensemble de référence 12_R , le premier ensemble 12_1 et un deuxième ensemble 12_2 , les bords d'attaque 16 des ailettes 12 du deuxième ensemble 12_2 étant plus décalés axialement vers l'aval que les bords d'attaque 16 des ailettes 12 du premier ensemble 12_1 , par rapport aux bords d'attaque 16 des ailettes 12 de l'ensemble de référence 12_R .
- [0063] Le bord d'attaque 16 de chaque ailette 12 est par exemple décalé axialement par rapport au bord d'attaque 16 de la ou des ailettes 12 qui lui sont adjacentes dans la rangée circonférentielle ou au sein du même groupe 18. Les bords d'attaque 16 de chaque paire d'ailettes 12 adjacentes dans la rangée circonférentielle ou au sein du même groupe 18 ne sont donc pas alignées circonférentiellement entre eux.
- [0064] Par exemple, dans la rangée circonférentielle ou au sein du même groupe 18, les ailettes 12 de l'ensemble de référence 12_R ne sont adjacentes qu'avec des ailettes 12 du premier ensemble 12_1 .
- [0065] En outre, dans la rangée circonférentielle ou au sein du même groupe 18, lorsque l'échangeur de chaleur air-huile surfacique 10 comprend N ensembles 12_R , 12_1 , 12_2 , ..., 12_{N-1} d'ailettes 12 :
- les ailettes 12 du premier ensemble 12_1 ne sont par exemple adjacentes qu'avec des ailettes 12 de l'ensemble de référence 12_R ou du deuxième ensemble 12_2 ;
 - et/ou
 - pour chaque entier n allant de 2 à N-2, les ailettes 12 du nième ensemble ne sont par exemple adjacentes qu'avec des ailettes 12 du n-1ème ensemble 12_{n-1} ou du n+1ème ensemble 12_{n+1} ;
 - et/ou
 - les ailettes 12 du N-1ème ensemble 12_{N-1} ne sont par exemple adjacentes qu'avec des ailettes 12 du N-2ème ensemble 12_{N-2} .
- [0066] De cette manière, les ailettes 12 sont décalées axialement de manière progressive ou encore graduelle (figures 4 à 6).
- [0067] Les bords d'attaque 16 des ailettes 12 forment par exemple circonférentiellement, dans la rangée circonférentielle ou au sein de chaque groupe 18, un motif continu en dents de scie (figures 4 à 6).
- [0068] Ce motif continu en dents de scie est par exemple régulier dans la rangée circonférentielle ou au sein de chaque groupe 18, chaque dent de scie étant définie par les bords d'attaque 16 d'un même nombre d'ailettes 12 et étant identique aux autres dents de scie (figures 4 à 6). Cela permet d'éviter toute distorsion de la pression statique du

flux d'air secondaire en aval du redresseur de soufflante 116.

[0069] Un décalage axial δ du bord d'attaque 16 des ailettes 12, pris au niveau de la deuxième surface 14 de la paroi annulaire 11, est par exemple défini tel que :

- $\delta = 0$, pour l'ensemble de référence 12_R ;
- $\delta = \delta_1$, où δ_1 correspond à un premier décalage axial, pour le premier ensemble 12_1 ;
- le cas échéant, lorsque l'échangeur de chaleur air-huile surfacique 10 comprend N ensembles $12_R, 12_1, 12_2, \dots, 12_{N-1}$ d'ailettes 12, $\delta = \delta_n$ où δ_n correspond à un nième décalage axial, pour chaque nième ensemble 12_n , n allant de 2 à N-1. Chaque nième décalage axial δ_n est strictement supérieur au premier décalage axial δ_1 .

[0070] Le premier décalage axial δ_1 est par exemple sensiblement égal à la distance inter-ailettes d. Il est entendu par « sensiblement égal » que le premier décalage axial δ_1 est égal à la distance inter-ailettes d à 20% près. La distance inter-ailettes d est ainsi déterminante aussi bien des échanges thermiques entre l'huile et le flux d'air secondaire via les ailettes 12, que des perturbations du flux d'air secondaire provoquées par les ailettes 12. En particulier, plus la distance inter-ailettes d est grande, plus il y aura des échanges thermiques entre l'huile et le flux d'air secondaire, mais aussi plus de pertes de charge dans le flux d'air secondaire. La distance inter-ailettes d est donc définie afin d'obtenir le meilleur compromis entre ces échanges thermiques et ces perturbations du flux d'air secondaire.

[0071] Pour chaque entier n allant de 2 à N-1, le nième décalage axial δ_n est par exemple défini tel que $\delta_n = n \times \delta_1$. Cela facilite la définition géométrique et la fabrication de l'échangeur de chaleur 10.

[0072] Les bords de fuite 17 des ailettes 12 sont par exemple alignés axialement (figures 4 et 6). Les bords de fuite 17 des ailettes 12 ne présentent donc entre eux aucun décalage axial. Les ailettes 12 ne présentent donc pas toute la même longueur L.

[0073] En variante (figure 5), les ailettes 12 présentent toutes la même longueur L. Les bords de fuite 17 des ailettes 12 sont ainsi décalés axialement de la même manière que leurs bords d'attaque 16.

[0074] L'échangeur de chaleur air-huile surfacique 10 présente par exemple une symétrie cyclique autour de l'axe longitudinal 106. Autrement dit, l'échangeur de chaleur air-huile surfacique 10 est composé d'une série de secteurs géométriquement identiques qui se répètent de manière circulaire autour de l'axe longitudinal 106.

Revendications

[Revendication 1]

Echangeur de chaleur air-huile surfacique (10) pour turbomachine (100) à double flux comprenant, d'amont en aval suivant une direction axiale d'écoulement de l'air, une soufflante (102) et un bec de séparation (103) duquel sont issus un canal d'écoulement de flux primaire (104) annulaire, dit veine primaire, et un canal d'écoulement de flux secondaire (107) annulaire, dit veine secondaire, entourant la veine primaire (104) et comprenant un redresseur de soufflante (116), l'échangeur de chaleur air-huile surfacique (10) comprenant :

- une paroi annulaire (11) s'étendant autour d'un axe longitudinal (106) de direction axiale d'écoulement de l'air et destinée à être agencée en aval du redresseur de soufflante (116), la paroi annulaire (11) comprenant une première surface (13) annulaire destinée à recevoir de la chaleur provenant d'huile d'un circuit d'huile (124) de la turbomachine (100), et une deuxième surface (14) annulaire opposée destinée à délimiter radialement, par rapport à l'axe longitudinal (106), la veine secondaire (107),
- une pluralité d'ailettes (12) s'étendant radialement, par rapport à l'axe longitudinal (106), depuis la deuxième surface (14) de la paroi annulaire (11) et réparties autour de l'axe longitudinal (106) en une rangée circonférentielle, chacune des ailettes (12) s'étendant, d'amont en aval dans la direction axiale d'écoulement de l'air, entre un bord d'attaque (16) et un bord de fuite (17),

l'échangeur de chaleur air-huile surfacique (10) étant caractérisé en ce que les bords d'attaque (16) d'ailettes (12) d'un ensemble de référence (12_R) sont alignés circonférentiellement entre eux et en ce que les bords d'attaque (16) d'ailettes (12) d'un premier ensemble (12_I) sont alignés circonférentiellement entre eux et décalés axialement vers l'aval par rapport aux bords d'attaque (16) des ailettes (12) de l'ensemble de référence (12_R).

[Revendication 2]

Echangeur de chaleur air-huile surfacique (10) selon la revendication 1, dans lequel un décalage axial (δ) du bord d'attaque (16) des ailettes (12) est défini tel que :

- $\delta = 0$, pour l'ensemble de référence (12_R) ;
- $\delta = \delta_1$, où δ_1 correspond à un premier décalage axial, pour le premier ensemble (12_I) ;

et dans lequel le premier décalage axial (δ_1) est sensiblement égal à une

distance (d), dite distance inter-ailettes, entre deux ailettes (12) adjacentes.

[Revendication 3] Echangeur de chaleur air-huile surfacique (10) selon la revendication 1 ou la revendication 2, dans lequel pour chaque entier n allant de 2 à N-1, N étant un entier strictement supérieur à 2 et inférieur ou égal au nombre d'ailettes (12), les bords d'attaque (16) des ailettes (12) d'un nième ensemble (12_n) sont alignés circonférentiellement entre eux et décalés axialement vers l'aval par rapport aux bords d'attaque (16) d'ailettes (12) d'un n-1ème ensemble (12_{n-1}).

[Revendication 4] Echangeur de chaleur air-huile surfacique (10) selon la revendication 3, dans lequel :

- les ailettes (12) du premier ensemble (12_1) ne sont adjacentes qu'avec des ailettes (12) de l'ensemble de référence (12_R) ou du deuxième ensemble (12_2) ;

et/ou

- pour chaque entier n allant de 2 à N-2, les ailettes (12) du nième ensemble ne sont adjacentes qu'avec des ailettes (12) du n-1ème ensemble (12_{n-1}) ou du n+1ème ensemble (12_{n+1}) ;

et/ou

- les ailettes 12 du N-1ème ensemble (12_{N-1}) ne sont adjacentes qu'avec des ailettes (12) du N-2ème ensemble (12_{N-2}).

[Revendication 5] Echangeur de chaleur air-huile surfacique (10) selon la revendication 3 ou la revendication 4, dans lequel un décalage axial (δ) du bord d'attaque (16) des ailettes (12) est défini tel que :

- $\delta = 0$, pour l'ensemble de référence (12_R) ;

- $\delta = \delta_1$, où δ_1 correspond à un premier décalage axial, pour le premier ensemble (12_1) ;

- $\delta = \delta_n$ où δ_n correspond à un nième décalage axial, pour chaque nième ensemble (12_n), n allant de 2 à N-1 ;

et dans lequel pour chaque entier n allant de 2 à N-1, le nième décalage axial (δ_n) est défini tel que $\delta_n = n \times \delta_1$.

[Revendication 6] Echangeur de chaleur air-huile surfacique (10) selon la revendication 5, dans lequel le premier décalage axial (δ_1) est sensiblement égal à une distance (d), dite distance inter-ailettes, entre deux ailettes (12) adjacentes.

[Revendication 7] Echangeur de chaleur air-huile surfacique (10) selon la revendication 2 ou la revendication 6, dans lequel la distance inter-ailettes (d) est in-

férieure ou égale à dix fois une longueur (L), prise dans la direction axiale d'écoulement de l'air, d'une ailette (12).

- [Revendication 8] Echangeur de chaleur air-huile surfacique (10) selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, dans lequel le bord d'attaque (16) de chaque ailette (12) est décalé dans la direction axiale d'écoulement de l'air par rapport au bord d'attaque (16) de la ou des ailettes (12) qui lui sont adjacentes.
- [Revendication 9] Echangeur de chaleur air-huile surfacique (10) selon l'une des revendications 1 à 8, dans lequel les bords d'attaque (16) des ailettes (12) forment circonférentiellement un motif continu en dents de scie.
- [Revendication 10] Echangeur de chaleur air-huile surfacique (10) selon l'une des revendications 1 à 9, dans lequel le motif continu en dents de scie est régulier, chaque dent de scie étant définie par les bords d'attaque (16) d'un même nombre d'ailettes (12) et étant identique aux autres dents de scie.
- [Revendication 11] Turbomachine (100) à double flux comprenant, d'amont en aval suivant une direction axiale d'écoulement de l'air, une soufflante (102) et un bec de séparation (103) duquel sont issus un canal d'écoulement de flux primaire (104) annulaire, dit veine primaire, et un canal d'écoulement de flux secondaire (107) annulaire, dit veine secondaire, entourant la veine primaire (104) et comprenant un redresseur de soufflante (116), la turbomachine (100) comprenant en outre un échangeur de chaleur air-huile surfacique (10) selon l'une des revendications 1 à 10.

[Fig. 3]

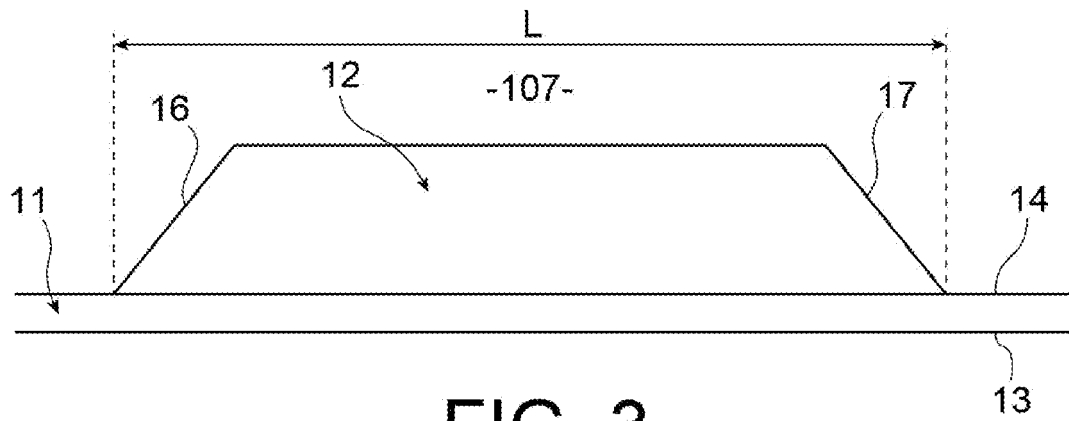


FIG. 3

[Fig. 4]

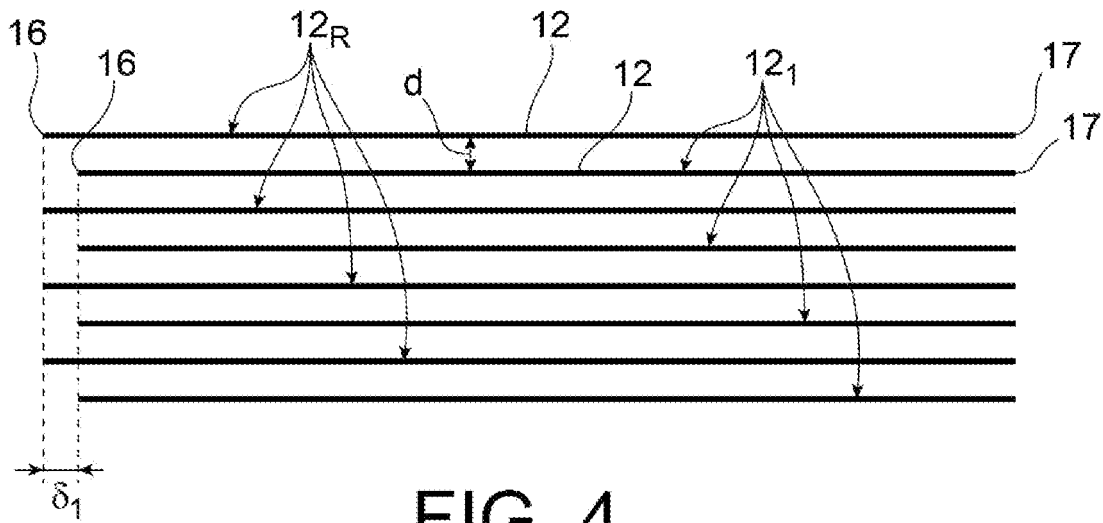


FIG. 4

[Fig. 5]

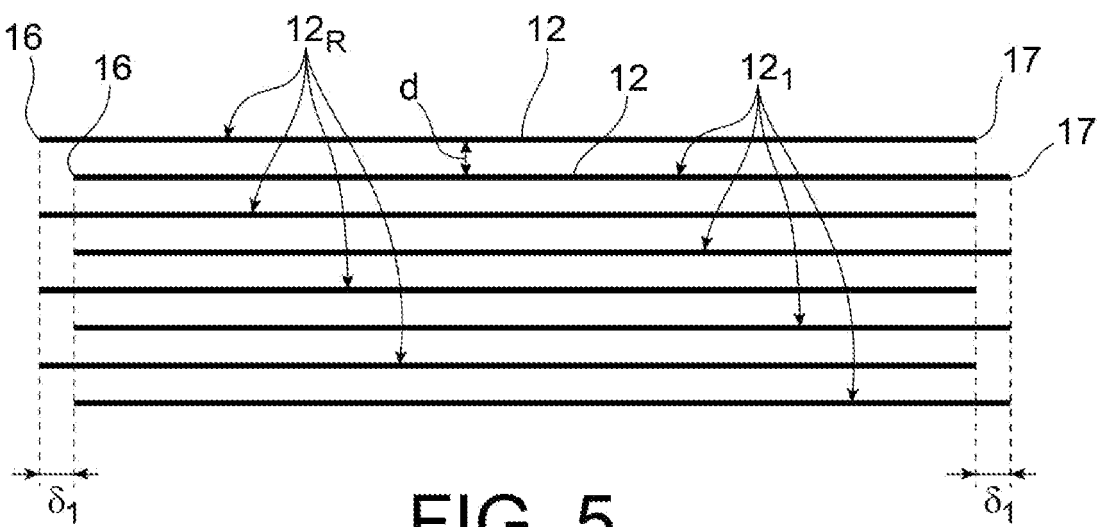


FIG. 5

[Fig. 6]

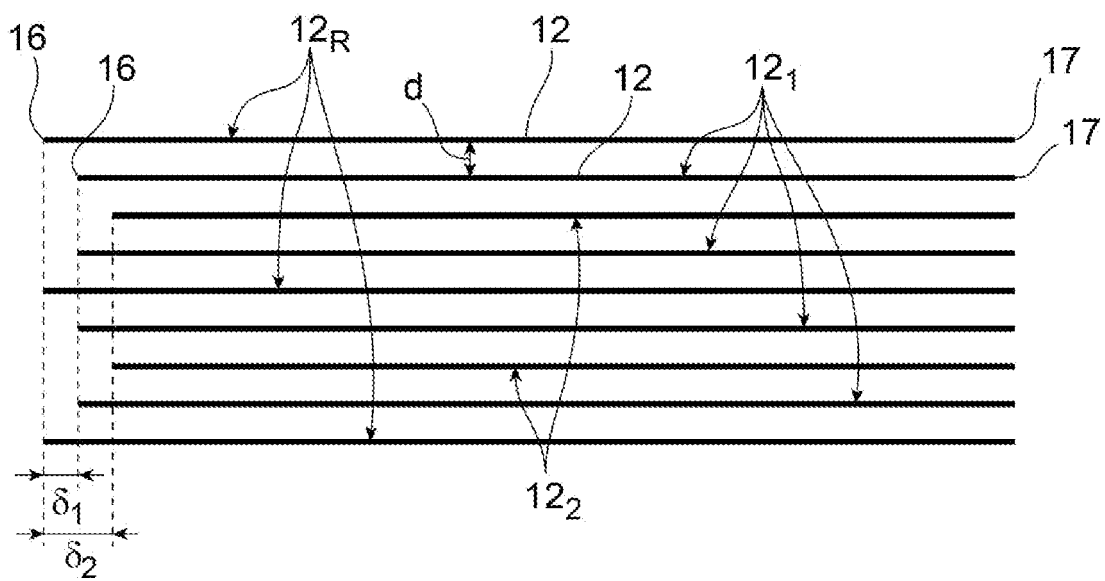


FIG. 6

RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE

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

N° d'enregistrement
national

FA 874249
FR 1912731

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		
Y	FR 3 015 654 A1 (SNECMA [FR]) 26 juin 2015 (2015-06-26)	1,2,7-11	F02C7/14 F28F13/06
A	* page 3, ligne 28 - page 6, ligne 26; figures 1-3 *	3-6	

Y	JP 2001 332883 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP) 30 novembre 2001 (2001-11-30)	1,2,7-11	
A	* alinéa [0053] - alinéa [0054]; figures 18,20 *	3-6	

A	US 2012/114468 A1 (ELDER JAMES S [US]) 10 mai 2012 (2012-05-10)	1-11	
	* alinéa [0016] - alinéa [0023]; figures 1,3,4 *		

A	FR 3 047 270 A1 (SNECMA [FR]) 4 août 2017 (2017-08-04)	1-11	
	* le document en entier *		

			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)
			F02C F02K
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
14 juillet 2020		Robelin, Bruno	
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 1912731 FA 874249

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 **14-07-2020**
 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
FR 3015654 A1	26-06-2015	FR 3015654 A1	26-06-2015
		GB 2523243 A	19-08-2015
		US 2015260102 A1	17-09-2015

JP 2001332883 A	30-11-2001	AUCUN	

US 2012114468 A1	10-05-2012	AUCUN	

FR 3047270 A1	04-08-2017	CN 108603442 A	28-09-2018
		EP 3408514 A1	05-12-2018
		FR 3047270 A1	04-08-2017
		US 2019040795 A1	07-02-2019
		WO 2017129894 A1	03-08-2017
