



SPF Economie, PME, Classes
Moyennes & Energie
Office de la Propriété intellectuelle

(11) 1024621 B1

(47) Date de délivrance : 24/05/2018

(12) BREVET D'INVENTION BELGE

(47) Date de publication : 24/05/2018

(21) Numéro de demande : BE2016/5734

(22) Date de dépôt : 03/10/2016

(62) Divisé de la demande de base :

(62) Date de dépôt demande de base :

(51) Classification internationale : F28F 1/38, F28D 7/16, F28F 1/12, F28F 1/34

(30) Données de priorité :

(73) Titulaire(s) :

SAFRAN AERO BOOSTERS S.A.
4041, HERSTAL (MILMORT)
Belgique

(72) Inventeur(s) :

THOMAS Vincent
4342 HOGNOUL
Belgique

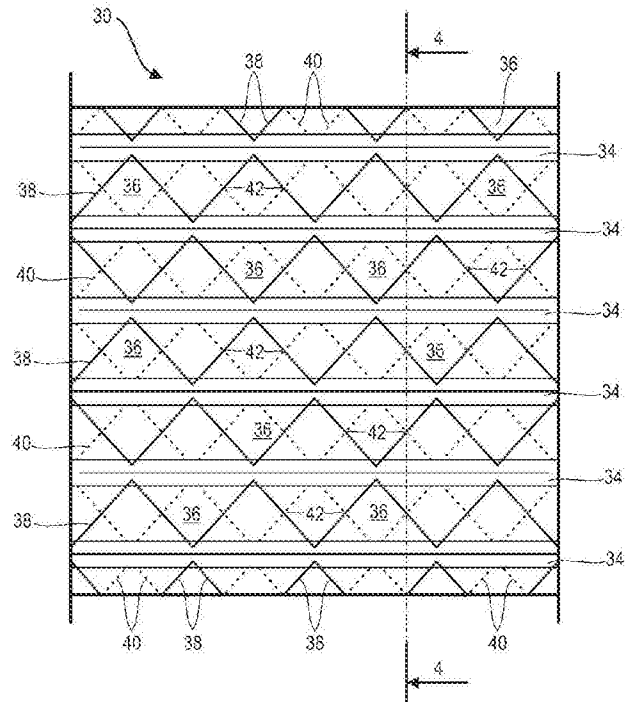
SERVAIS Bruno
4230 BRAIVES
Belgique

VLEUGELS Roel
2440 GEEL
Belgique

(54) MATRICE D'ECHANGEUR DE CHALEUR AIR HUILE DE TURBOREACTEUR

(57) L'invention concerne une matrice (30) d'échangeur de chaleur entre un premier fluide et un deuxième fluide, notamment pour une application air huile dans une turbomachine. La matrice (30) comprend : une traversée pour l'écoulement du premier fluide ; un réseau avec des tubes (34) s'étendant dans la traversée et dans lesquels circule le deuxième fluide. Le réseau supporte au moins deux ailettes (38 ; 40) successives selon l'écoulement du premier fluide, notamment des ailettes de refroidissement. Ces ailettes successives (38 ; 40) s'étendent dans le premier fluide suivant des directions principales inclinées l'une par rapport à l'autre.

FIG. 3



BREVET D'INVENTION BELGE

SPF Economie, PME, Classes
Moyennes & Energie

Numéro de publication : 1024621
Numéro de dépôt : BE2016/5734

Office de la Propriété intellectuelle

Classification Internationale : F28F 1/38 F28D 7/16 F28F 1/12 F28F
1/34
Date de délivrance : 24/05/2018

Le Ministre de l'Economie,

Vu la Convention de Paris du 20 mars 1883 pour la Protection de la propriété industrielle ;

Vu la loi du 28 mars 1984 sur les brevets d'invention, l'article 22, pour les demandes de brevet introduites avant le 22 septembre 2014 ;

Vu le Titre Ier "Brevets d'invention" du Livre XI du Code de droit économique, l'article XI.24, pour les demandes de brevet introduites à partir du 22 septembre 2014 ;

Vu l'arrêté royal du 2 décembre 1986 relatif à la demande, à la délivrance et au maintien en vigueur des brevets d'invention, l'article 28 ;

Vu la demande de brevet d'invention reçue par l'Office de la Propriété intellectuelle en date du 03/10/2016.

Considérant que pour les demandes de brevet tombant dans le champ d'application du Titre Ier, du Livre XI du Code de Droit économique (ci-après CDE), conformément à l'article XI. 19, §4, alinéa 2, du CDE, si la demande de brevet a fait l'objet d'un rapport de recherche mentionnant un défaut d'unité d'invention au sens du §1er de l'article XI.19 précité et dans le cas où le demandeur n'effectue ni une limitation de sa demande ni un dépôt d'une demande divisionnaire conformément aux résultats du rapport de recherche, le brevet délivré sera limité aux revendications pour lesquelles le rapport de recherche a été établi.

Arrête :

Article premier. - Il est délivré à

SAFRAN AERO BOOSTERS S.A., Route de Liers 121, 4041 HERSTAL (MILMORT) Belgique;

représenté par

LECOMTE Didier, P.O. Box 1623, 1016, LUXEMBOURG;

un brevet d'invention belge d'une durée de 20 ans, sous réserve du paiement des taxes annuelles visées à l'article XI.48, §1 du Code de droit économique, pour : MATRICE D'ECHANGEUR DE CHALEUR AIR HUILE

DE TURBOREACTEUR.

INVENTEUR(S) :

THOMAS Vincent, Rue de Villers 38, 4342, HOGNOUL;

SERVAIS Bruno, Rue des Pequets 33, 4230, BRAIVES;

VLEUGELS Roel, GroteSteenweg 132a, 2440, GEEL;

PRIORITE(S) :

DIVISION :

divisé de la demande de base :

date de dépôt de la demande de base :

Article 2. – Ce brevet est délivré sans examen préalable de la brevetabilité de l'invention, sans garantie du mérite de l'invention ou de l'exactitude de la description de celle-ci et aux risques et périls du (des) demandeur(s).

Bruxelles, le 24/05/2018,

Par délégation spéciale :

Description

MATRICE D'ECHANGEUR DE CHALEUR AIR HUILE DE TURBOREACTEUR

Domaine technique

L'invention se rapporte au domaine des échangeurs de chaleur de turbomachine. Plus précisément, l'invention propose une matrice pour un échangeur de chaleur air/huile de turbomachine. L'invention a également trait à une turbomachine axiale, notamment un turboréacteur d'avion ou un turbopropulseur d'aéronef. L'invention propose en outre un procédé de réalisation d'une matrice d'échangeur de chaleur.

10 Technique antérieure

Le document US 2015/0345396 A1 divulgue un turboréacteur double flux doté d'un échangeur de chaleur. Cet échangeur de chaleur équipe une paroi d'aube afin de la refroidir. L'échangeur de chaleur comporte un corps dans le lequel est formée une structure vasculaire permettant le passage d'un fluide de refroidissement au travers du corps. La structure vasculaire se présente sous la forme de nœuds reliés par des branches, ces nœuds et ces branches étant évidés de sorte à y ménager des passages interconnectés au travers du corps. Toutefois, l'efficacité de l'échange thermique reste limitée.

Résumé de l'invention

20 Problème technique

L'invention a pour objectif de résoudre au moins un des problèmes posés par l'art antérieur. L'invention a pour objectif d'optimiser l'échange thermique, les pertes de charges, et éventuellement le fonctionnement d'une turbomachine. L'invention a également pour objectif de proposer une solution simple, résistante, légère, économique, fiable, facile à produire, commode d'entretien, d'inspection aisée, et améliorant le rendement.

Solution technique

L'invention a pour objet une matrice d'échangeur de chaleur entre un premier fluide et un deuxième fluide, notamment une matrice d'échangeur de chaleur

pour une turbomachine, la matrice comprenant : une traversée pour l'écoulement du premier fluide ; un réseau s'étendant dans la traversée et dans lequel circule le deuxième fluide ; remarquable en ce que le réseau supporte au moins deux ailettes successives selon l'écoulement du premier fluide, notamment des ailettes de refroidissement ; lesdites ailettes successives s'étendant dans le premier fluide suivant des directions principales inclinées l'une par rapport à l'autre.

Selon des modes particuliers de réalisation, la matrice peut comprendre une ou plusieurs des caractéristiques suivantes, prises isolément ou selon toutes les combinaisons techniques possibles :

- Les directions principales des ailettes successives sont inclinées l'une par rapport à l'autre d'au moins 10° , ou d'au moins 45° .
- Le premier fluide s'écoule au travers de la matrice selon un sens général d'écoulement ; entre les deux ailettes successives la matrice comprend un passage orienté transversalement par rapport audit sens général.
- Les ailettes successives forment des croix successives selon l'écoulement du premier fluide, lesdites croix successives étant éventuellement pivotées l'une par rapport à l'autre.
- La matrice comprend plusieurs jeux d'ailettes successives disposées selon plusieurs plans successifs suivant l'écoulement du premier fluide, lesdits plans étant éventuellement parallèles.
- Les ailettes successives s'étendent depuis une zone du réseau, en projection contre un plan perpendiculaire à l'écoulement du premier fluide, les ailettes successives se coupent à distance de ladite zone du réseau.
- Les ailettes successives sont jointives, ou écartées l'une de l'autre selon la direction d'écoulement du premier fluide.
- Le réseau comprend une pluralité de tubes, éventuellement parallèles.
- Les tubes présentent des profils en ellipse, en goutte d'eau, ou en losange.
- Le réseau comprend une paroi séparant le premier fluide du deuxième fluide, les ailettes successives s'étendant depuis ladite paroi.
- le réseau comprend un maillage.

- Le maillage est profilé selon la direction d'écoulement du premier fluide.
- Le maillage définit des canaux pour l'écoulement du premier fluide, les canaux étant éventuellement de section quadrangulaire.
- La matrice est adaptée pour un échange de chaleur entre un liquide et un gaz, notamment un flux gazeux traversant un turboréacteur.
- Les ailettes successives comprennent des tronçons principaux selon lesquels les directions principales sont agencées, les directions principales des tronçons principaux étant inclinées l'une par rapport à l'autre.
- Les directions principales sont inclinées l'une par rapport à l'autre d'au moins 5°, ou d'au moins 20°, ou de 90°.
- Les ailettes successives comprennent des jonctions sur le réseau qui sont décalées transversalement par rapport à l'écoulement du premier fluide.
- Les tubes décrivent au moins un alignement ou au moins deux alignements, notamment transversalement par rapport à l'écoulement du premier fluide.
- Les deux ailettes successives relient des tubes voisins, éventuellement en se croisant dans l'espace entre lesdits tubes.
- Chaque ailette est pleine, et/ou forme une plaquette plane.
- Chaque ailette comprend deux extrémités opposées qui sont jointes au réseau.
- L'épaisseur des ailettes successives est comprise entre 0,10 mm et 0,50 mm ; ou entre 0,30 mm et 0,40 mm ; et ou inférieure à l'épaisseur de la cloison.
- Les ailettes successives décrivent au moins un entrecroisement, préférentiellement plusieurs entrecroisements.
- Les entrecroisements sont écartés les uns des autres, ou présentent une continuité de matière, selon l'écoulement du premier fluide.
- Les tubes sont écartés selon l'écoulement du premier fluide et/ou transversalement à l'écoulement du premier fluide.
- Le maillage s'étend sur toute la longueur et/ou toute la largeur et/ou toute la hauteur de la matrice.

- Le réseau comprend des protubérances internes en contact du deuxième fluide.

L'invention a également pour objet une matrice d'échangeur de chaleur avec des ailettes d'échange thermique, remarquable en ce qu'elle comprend un passage hélicoïdal formé entre les ailettes, éventuellement plusieurs passages hélicoïdaux coaxiaux qui sont formés entre les ailettes. Optionnellement les passages hélicoïdaux coaxiaux présentent un même pas, et/ou un même rayon.

L'invention a également pour objet une matrice d'échangeur de chaleur entre un premier fluide et un deuxième fluide, la matrice comprenant : une traversée pour l'écoulement du premier fluide selon un sens général ; un réseau s'étendant dans la traversée et dans lequel circule le deuxième fluide ; au moins deux ailettes successives selon le sens général du premier fluide qui s'étendent depuis le réseau ; remarquable en ce qu'entre les deux ailettes successives, la matrice comprend un passage orienté transversalement par rapport au sens général du premier fluide ; et/ou lesdites ailettes successives sont jointes à une même portion de réseau en des jonctions décalés transversalement selon le sens général.

L'invention a également pour objet une matrice d'échangeur de chaleur entre un premier fluide et un deuxième fluide, notamment une matrice d'échangeur de chaleur pour une turbomachine, la matrice comprenant : une traversée pour l'écoulement du premier fluide selon un sens général ; un réseau s'étendant dans la traversée et dans lequel circule le deuxième fluide ; remarquable en ce que le réseau supporte au moins deux croix successives qui sont disposées dans le premier fluide et qui sont pivotées l'une par rapport à l'autre. Eventuellement, les croix successives sont formées d'ailettes successives. Eventuellement, les croix successives sont pivotées l'une par rapport à l'autre d'au moins 5°, ou 10° ou 20°.

L'invention a également pour objet une matrice pour un échangeur à chaleur comportant au moins deux passages pour un premier fluide entre lesquels est aménagé un espacement qui peut être parcouru par un second fluide évoluant selon une direction principale, l'espacement étant pourvu d'au moins deux

aillettes non parallèles raccordant chacune le premier passage au deuxième passage, remarquable en ce que, vues dans un plan perpendiculaire à la direction principale d'écoulement du deuxième fluide, les ailettes sont sécantes en au moins un point de l'espacement distinct du point de raccordement des ailettes aux passages.

L'invention a également pour objet une turbomachine, notamment un turboréacteur comprenant un échangeur de chaleur avec une matrice, des paliers, et une transmission entraînant une soufflante, caractérisée en ce que la matrice est conforme à l'invention, préférentiellement l'échangeur de chaleur est un échangeur de chaleur air huile.

Selon un mode avantageux de l'invention, la turbomachine comprend un circuit avec de l'huile formant le deuxième fluide, ladite huile étant notamment une huile de lubrification et/ou de refroidissement.

Selon un mode avantageux de l'invention, la turbomachine comprend une manche de prélèvement d'air, ledit air formant le premier fluide.

Selon un mode avantageux de l'invention, les paliers et/ou la transmission sont alimentés par l'huile traversant l'échangeur.

Selon un mode avantageux de l'invention, l'échangeur de chaleur présente une forme générale arquée ; les tubes étant éventuellement orientés radialement.

L'invention a également pour objet un procédé de réalisation d'une matrice d'échangeur de chaleur entre un premier fluide et un deuxième fluide, la matrice comprenant : une traversée pour l'écoulement du premier fluide ; un réseau s'étendant dans la traversée et dans lequel circule le deuxième fluide ; le procédé comprenant les étapes suivantes : (a) conception de l'échangeur de chaleur avec sa matrice ; (b) réalisation de la matrice par fabrication additive suivant une direction d'impression ; remarquable en ce que l'étape (b) réalisation comprend la réalisation d'aillettes s'étendant selon des directions principales qui sont inclinées par rapport à la direction d'impression, la matrice étant éventuellement conforme à l'invention.

Selon un mode avantageux de l'invention, les ailettes sont disposées dans des plans inclinées par rapport à la direction d'impression d'un angle β compris entre 20° et 60°, éventuellement compris entre 30° et 50°.

Selon un mode avantageux de l'invention, l'étape (b) réalisation comprend la réalisation de tubes inclinés par rapport à la direction d'impression d'un angle compris entre 20° et 60°, éventuellement compris entre 30° et 50°.

Selon un mode avantageux de l'invention, l'étape (b) réalisation comprend la
5 réalisation de canaux sensiblement parallèles à la direction d'impression.

De manière générale, les modes avantageux de chaque objet de l'invention sont également applicables aux autres objets de l'invention. Dans la mesure du possible, chaque objet de l'invention est combinable aux autres objets. Les objets de l'invention sont également combinables aux modes de réalisation de
10 la description, qui en plus sont combinables entre eux.

Avantages apportés

L'invention permet d'augmenter l'échange de chaleur tout en limitant les pertes de charge de l'écoulement d'air. Dans le contexte d'un refroidisseur d'huile de turboréacteur, cette solution devient particulièrement pertinente puisque la
15 source froide est à très basse température en plus d'être disponible en grande quantité vu le débit du flux secondaire. Ne pas ralentir le flux d'air frais lorsqu'il traverse la matrice favorise son renouvellement et limite sa montée en température. Ainsi, les ailettes et les tubes en aval de l'échangeur bénéficient d'un air frais avec une différence de température optimale.

20 L'inclinaison des ailettes successives permet une meilleure participation de l'air à l'échange thermique tout en limitant la surface de contact nécessaire. Ceci réduit les pertes de charges, et de manière générale la création d'entropie. Par ailleurs, l'orientation des passages entre les ailettes augmente les sections de passage, mais toujours en réduisant les pertes de charge.

25 Les liaisons formées par les ailettes permettent de relier les tubes ou les parties du maillage. Ainsi, elles optimisent la résistance mécanique. Puisque ces liaisons sont inclinées les unes par rapport aux autres, la rigidité générale est améliorée car certaines liaisons travaillent compression tandis que d'autres travaillent en compression.

30 **Brève description des dessins**

La figure 1 représente une turbomachine axiale selon l'invention.

La figure 2 esquisse une vue de face d'un échangeur de chaleur selon l'invention.

La figure 3 illustre une vue de face d'une matrice de l'échangeur de chaleur selon un premier mode de réalisation de l'invention.

5 La figure 4 est une coupe de la matrice suivant l'axe 4-4 tracé sur la figure 3.

La figure 5 illustre une vue de face d'une matrice d'échangeur de chaleur selon un deuxième mode de réalisation de l'invention.

La figure 6 représente un agrandissement d'un canal type de la figure 5.

La figure 7 est une coupe de la matrice du deuxième mode de réalisation
10 suivant l'axe 7-7 tracé sur la figure 5.

La figure 8 est un diagramme du procédé de réalisation d'une matrice d'échangeur de chaleur selon l'invention.

Description des modes de réalisation

Dans la description qui va suivre, l'amont et l'aval sont en référence au sens
15 d'écoulement principal du flux dans l'échangeur.

La figure 1 représente de manière simplifiée une turbomachine axiale. Il s'agit dans ce cas précis d'un turboréacteur double-flux. Le turboréacteur 2 comprend un premier niveau de compression, dit compresseur basse-pression 5, un deuxième niveau de compression, dit compresseur haute-pression 6, une
20 chambre de combustion 8 et un ou plusieurs niveaux de turbines 10. En fonctionnement, la puissance mécanique de la turbine 10 transmise via l'arbre central jusqu'au rotor 12 met en mouvement les deux compresseurs 5 et 6. Ces derniers comportent plusieurs rangées d'aubes de rotor associées à des rangées d'aubes de stators. La rotation du rotor 12 autour de son axe de
25 rotation 14 permet ainsi de générer un débit d'air et de comprimer progressivement ce dernier jusqu'à l'entrée de la chambre de combustion 8.

Un ventilateur d'entrée communément désigné fan ou soufflante 16 est couplé au rotor 12 via une transmission 17. Il génère un flux d'air qui se divise en un flux primaire 18 traversant les différents niveaux susmentionnés de la
30 turbomachine, et un flux secondaire 20. Le flux secondaire peut être accéléré de sorte à générer une réaction de poussée.

La transmission 17 et les paliers 22 du rotor 12 sont lubrifiés et refroidis par un circuit d'huile. Son huile traverse un échangeur de chaleur 24 placé dans une manche 26 prélevant une partie du flux secondaire 20 utilisé comme source froide.

5 La figure 2 montre une vue en plan d'un échangeur de chaleur 24 tel que celui représenté en figure 1. L'échangeur de chaleur 24 présente une forme générale arquée. Il épouse un carter annulaire 28 de la turbomachine. Il est traversé par l'air du flux secondaire qui forme un premier fluide, et accueille de l'huile formant un deuxième fluide. Il comporte une matrice 30 disposée entre deux
10 collecteurs 32 fermant ses extrémités et collectant le deuxième fluide ; par exemple l'huile lors de son refroidissement. L'échangeur peut être mixte et comprendre à la fois les deux types de matrices décrites ci-après.

La figure 3 esquisse une vue de face d'une matrice 30 d'échangeur de chaleur selon le premier mode de réalisation de l'invention. La matrice 30 peut
15 correspondre à celle représentée en figure 2.

La matrice 30 présente une traversée permettant au premier fluide de s'écouler de part en part de la matrice 30. L'écoulement peut s'effectuer selon un sens général, éventuellement perpendiculairement aux deux faces principales opposées. La traversée peut généralement former un couloir ; éventuellement
20 de contour externe variable. Afin de permettre l'échange de chaleur, un réseau recevant le deuxième fluide est disposé dans la traversée. Le réseau peut comprendre une série de tubes 34. Les différents tubes 34 peuvent ménager des passages 36 entre eux. De manière à accroître l'échange thermique, les tubes 34 supportent des ailettes (38 ; 40). Ces ailettes (38 ; 40) peuvent être
25 placées à la suite l'une de l'autre selon l'écoulement du premier fluide, si bien qu'elles forment des ailettes successives selon cet écoulement. La concentration en ailettes dans la matrice 30 peut varier. Dans la présente matrice 30, on représente une première succession avec des ailettes avant 38 (représentées en traits pleins), et des ailettes arrière 40 (représentées en traits
30 pointillés). Les ailettes avant 38 sont placées dans un plan avant, et les ailettes arrière 40 sont placées en arrière-plan.

Les ailettes (38 ; 40) sont décalées d'un plan à l'autre. Par décalage on entend une variation d'inclinaison, et/ou un écart transversalement à l'écoulement du

premier fluide. Par exemple, deux ailettes successives (38 ; 40) peuvent chacune s'étendre dans le premier fluide selon une direction principale propre. Ces directions principales peuvent être inclinées l'une par rapport à l'autre, notamment inclinées de 90°. De face, les ailettes successives (38 ; 40) dessinent des croix, par exemple des séries de croix reliant les tubes 34. Puisque les ailettes (38 ; 40) sont inclinées par rapport aux tubes 34, elles forment des triangulations, ou des jambes de force.

Les intersections 42 dans l'espace des ailettes successives (38 ; 40) est à distance des tubes 34, éventuellement à mi-distance entre deux tubes 34 successifs. Cette position centrale des intersections 42 évite d'amplifier les pertes dans les couches limites.

La figure 4 est coupe suivant l'axe 4-4 tracé sur la figure 3. Etant vues en coupe depuis des intersections, les ailettes (38 ; 40) sont visibles par moitiés.

Plusieurs successions d'ailettes (38 ; 40) sont représentées les unes derrière les autres le long du flux primaire 20. Les ailettes (38 ; 40) s'étendent depuis les cloisons 48 formant les tubes 34. Elles peuvent former des languettes plates. Comme il est ici apparent, les tubes 34 sont agencés en quinconce dans la coupe. Ils forment notamment des lignes horizontales, alignés suivant le flux secondaire 20, soit alignés selon l'écoulement du premier fluide. Les cloisons 48 des tubes 34 forment la structure de la matrice 30, l'échange thermique s'opérant au travers de leurs épaisseurs. En outre, les tubes 34 peuvent être cloisonnés par une paroi interne 35, ce qui augmente la rigidité de ces tubes 34. En option, l'intérieur des tubes est agrémenté de d'obstacles (non représentées) pour générer des remous dans le deuxième fluide afin d'augmenter l'échange thermique.

Les ailettes (38 ; 40) des différents plans d'ailettes peuvent être à distance des autres ailettes, ce qui réduit la masse et l'occupation de la traversée. Les ailettes avant 38 peuvent joindre les tubes amont, et les ailettes arrière 40 rejoignent les tubes disposés en aval. Cette configuration permet de relier les tubes 34 les uns aux autres malgré la présence des passages 36 les séparant.

Les tubes 34 peuvent présenter des profils arrondis, par exemple en ellipses. Ils sont amincis transversalement à l'écoulement du premier fluide pour réduire les pertes de charges, et donc augmenter le débit possible. Les tubes 34 placés

dans le prolongement les uns des autres selon l'écoulement du premier fluide sont séparés par les passages 36. De même, d'autres passages 36 séparent les tubes superposés. Puisque ces passages 36 communiquent les uns avec les autres, la matrice devient traversante et l'écoulement du premier fluide peut
5 circuler en ligne droite tout comme en diagonale par rapport au flux secondaire 20.

La figure 5 représente une matrice 130 d'échangeur de chaleur selon un deuxième mode de réalisation de l'invention. Cette figure 6 reprend la numérotation des figures précédentes pour les éléments identiques ou
10 similaires, la numérotation étant toutefois incrémentée de 100. Des numéros spécifiques sont utilisés pour les éléments spécifiques à ce mode de réalisation. La matrice 130 est représentée de face telle que la rencontre l'écoulement du premier fluide lorsqu'il pénètre la traversée. Le réseau forme un maillage 144, par exemple avec des voies reliées les unes aux autres en formant des
15 polygones. Le maillage 144 peut éventuellement former des carrés. Les mailles du maillage 144 peuvent entourer des canaux 146 dans lesquels circule le premier fluide. Ces canaux 146 peuvent être séparés les uns des autres par le maillage 144. Le réseau comporte une cloison 148 qui marque la séparation entre le premier et le deuxième fluide. L'échange thermique s'effectue au
20 travers de cette cloison 148. Elle forme également la structure de la matrice 130. A l'intérieur, les canaux 146 sont barrés par des d'aillettes successives (138 ; 140), préférentiellement par plusieurs séries d'aillettes successives.

La figure 6 montre un agrandissement d'un canal 146 représentatif de ceux représentés en figure 5.
25 Les ailettes (138 ; 140) sont implantées sur la cloison 148. Elles peuvent en relier les faces opposées. Les ailettes (138 ; 140) peuvent former des croix, par exemple par réunion de deux ailettes coplanaires et sécantes. En outre, l'ensemble des ailettes (138 ; 140) peut former une enfilade de croix successives. Les différentes croix sont pivotées les unes par rapport aux autres
30 afin d'optimiser l'échange de chaleur tout en limitant les pertes de charges. Par exemple, chaque croix est pivotée de $22,5^\circ$ par rapport à sa croix en amont. Un motif à quatre croix pivotées régulièrement peut être répété. Eventuellement, les croix forment des passages 136 hélicoïdaux à l'intérieur des canaux 146,

par exemple quatre passages 136 hélicoïdaux enroulés les uns autour des autres. Les canaux 146 peuvent être droits ou torsadés.

La figure 7 est coupe partielle suivant l'axe 7-7 tracé sur la figure 5. Trois canaux 146 sont représentés, tout comme quatre portions de maillage 144 dans
5 lesquels circule le deuxième fluide ; par exemple de l'huile.

Les ailettes (138 ; 140) et donc les croix qu'elles forment apparaissent en coupe. Les ailettes avant 138 sont visibles sur toute leurs longueurs tandis que les ailettes arrière 140 ne sont que partiellement visibles puisqu'elles restent en coupe. Les croix suivantes sont également partiellement représentées via leurs
10 moyeux 150 de croisement de leurs ailettes.

Les croix sont formées dans des plans. Ces plans sont parallèles les uns aux autres, et inclinées par rapport aux flux secondaire 120 ; soit inclinés par rapport à l'écoulement du premier fluide. L'angle d'inclinaison β les plans 152 d'ailettes et l'écoulement général du premier fluide peut être compris entre 30°
15 et 60°. L'angle d'inclinaison β peut éventuellement être égal à 45°. De cela découle que les passages 146 comprennent des tronçons inclinés par rapport à au sens général de l'écoulement du premier fluide au travers de la matrice 130. Cet agencement incite le premier fluide à changer de tronçon à mesure qu'il circule, et à mieux refroidir les ailettes décalées.

20 La figure 8 représente un diagramme d'un procédé de réalisation d'une matrice d'échangeur de chaleur. La matrice réalisée peut correspondre à celles décrites en relation avec les figures 2 à 7.

Le procédé peut comprendre les étapes suivantes, éventuellement réalisées dans l'ordre qui suit :

25 (a) conception 200 de la matrice de l'échangeur, la matrice comprenant un corps monobloc avec des ailettes successives ;

(b) réalisation 202 de la matrice par fabrication additive selon une direction d'impression qui est inclinée par rapport aux directions principales des ailettes ou de chaque ailette. Cette inclinaison peut être comprise entre 30° et 50°.

30 Selon le cas, la direction d'impression peut être inclinée par rapport aux tubes d'un angle compris entre 30° et 50°. Le cas échéant, la direction d'impression peut être sensiblement parallèle aux canaux, ou inclinée de moins 10°, ou de moins de 4°.

La fabrication additive peut être réalisée à partir de poudre, éventuellement en titane ou en aluminium. L'épaisseur des couches peut être comprise entre 20 μm et 50 μm , ce qui permet d'atteindre une épaisseur d'ailette de l'ordre de 0,35 mm, et des cloisons de 0,60 mm.

- 5 Les collecteurs peuvent être réalisés en tôles mécano-soudées, puis soudées aux extrémités de la matrice pour former un collecteur.

Revendications

1. Matrice (30 ; 130) d'échangeur de chaleur (24) entre un premier fluide et un deuxième fluide, notamment une matrice (30 ; 130) d'échangeur de chaleur pour une turbomachine (2), la matrice (30 ; 130) comprenant :
 - 5 une traversée pour l'écoulement du premier fluide ;
 - un réseau s'étendant dans la traversée et dans lequel circule le deuxième fluide ;
 - caractérisée en ce que
 - le réseau supporte au moins deux ailettes successives (38 ; 40, 138 ; 140)
 - 10 selon l'écoulement du premier fluide, notamment des ailettes de refroidissement ;
 - lesdites ailettes successives (38 ; 40, 138 ; 140) s'étendant dans le premier fluide suivant des directions principales inclinées l'une par rapport à l'autre.
2. Matrice (30 ; 130) selon la revendication 1, caractérisée en ce que les
15 directions principales des ailettes successives (38 ; 40, 138 ; 140) sont inclinées l'une par rapport à l'autre d'au moins 10°, ou d'au moins 45°.
3. Matrice (30 ; 130) selon l'une des revendications 1 à 2, caractérisée en ce que le premier fluide s'écoule au travers de la matrice (30 ; 130) selon un sens général d'écoulement ; entre les deux ailettes successives (38 ; 40,
20 138 ; 140), la matrice (30 ; 130) comprend un passage (46 ; 146) orienté transversalement par rapport audit sens général.
4. Matrice (30 ; 130) selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisée en ce que les ailettes successives (38 ; 40, 138 ; 140) forment des croix successives selon l'écoulement du premier fluide, lesdites croix successives
25 étant éventuellement pivotées l'une par rapport à l'autre.
5. Matrice (30 ; 130) selon l'une des revendications 1 à 4, caractérisée en ce qu'elle comprend plusieurs jeux d'ailettes successives (38 ; 40, 138 ; 140) disposées selon plusieurs plans successifs (152) suivant l'écoulement du premier fluide, lesdits plans étant éventuellement parallèles.

6. Matrice (30 ; 130) selon l'une des revendications 1 à 5, caractérisée en ce que les ailettes successives (38 ; 40, 138 ; 140) s'étendent depuis une zone du réseau, en projection contre un plan perpendiculaire à l'écoulement du premier fluide, les ailettes successives se coupent à distance de ladite zone du réseau.
7. Matrice (30 ; 130) selon l'une des revendications 1 à 6, caractérisée en ce que les ailettes successives (38 ; 40, 138 ; 140) sont jointives, ou écartées l'une de l'autre selon la direction d'écoulement du premier fluide.
8. Matrice (30 ; 130) selon l'une des revendications 1 à 7, caractérisée en ce que le réseau comprend une paroi (48 ; 148) séparant le premier fluide du deuxième fluide, les ailettes successives (38 ; 40, 138 ; 140) s'étendant depuis ladite paroi.
9. Matrice (30) selon l'une des revendications 1 à 8, caractérisée en ce que le réseau comprend une pluralité de tubes (34), éventuellement parallèles.
10. Matrice (30) selon la revendication 9, caractérisée en ce que les tubes (34) présentent des profils en ellipse, en goutte d'eau, ou en losange.
11. Matrice (130) selon l'une des revendications 1 à 8, caractérisée en ce que le réseau comprend un maillage (144).
12. Matrice (130) selon la revendication 11, caractérisée en ce que le maillage (144) est profilé selon la direction d'écoulement du premier fluide.
13. Matrice (130) selon l'une des revendications 11 à 12, caractérisée en ce que le maillage (144) définit des canaux (146) pour l'écoulement du premier fluide, les canaux étant éventuellement de section quadrangulaire.
14. Turbomachine (2), notamment un turboréacteur comprenant un échangeur de chaleur (24) avec une matrice (30 ; 130), des paliers (22), et une transmission (17) entraînant une soufflante (16), caractérisée en ce que la matrice (30 ; 130) est conforme à l'une des revendications 1 à 13,

préférentiellement l'échangeur de chaleur est un échangeur de chaleur air huile.

15. Turbomachine (2) selon la revendication 14, caractérisée en ce que qu'elle comprend un circuit avec de l'huile formant le deuxième fluide, ladite huile étant notamment une huile de lubrification et/ou de refroidissement.
16. Turbomachine (2) selon l'une des revendications 14 à 15, caractérisée en ce qu'elle comprend une manche (16) de prélèvement d'air, ledit air formant le premier fluide.
17. Procédé de réalisation d'une matrice (30 ; 130) d'échangeur de chaleur (24) entre un premier fluide et un deuxième fluide, la matrice (30 ; 130) comprenant : une traversée pour l'écoulement du premier fluide ; un réseau s'étendant dans la traversée et dans lequel circule le deuxième fluide ; le procédé comprenant les étapes suivantes :
- (a) conception (200) de l'échangeur de chaleur (24) avec sa matrice (30 ; 130) ;
- (b) réalisation (202) de la matrice par fabrication additive suivant une direction d'impression ;
- caractérisé en ce que l'étape (b) réalisation comprend la réalisation d'ailettes (38 ; 40, 138 ; 140) s'étendant selon des directions principales qui sont inclinées par rapport à la direction d'impression, la matrice (30 ; 130) étant éventuellement conforme à l'une des revendications 1 à 13.
18. Procédé selon la revendication 17, caractérisé en ce que les ailettes (38 ; 40, 138 ; 140) sont disposées dans des plans (152) inclinées par rapport à la direction d'impression d'un angle β compris entre 20° et 60°, éventuellement compris entre 30° et 50°.
19. Procédé selon l'une des revendications 17 à 18, caractérisé en ce que l'étape (b) réalisation (202) comprend la réalisation de tubes (34) inclinés par rapport à la direction d'impression d'un angle compris entre 20° et 60°, éventuellement compris entre 30° et 50°.

20. Procédé selon l'une des revendications 17 à 19, caractérisé en ce que l'étape (b) réalisation comprend la réalisation de canaux (144) sensiblement parallèles à la direction d'impression.

17

FIG. 1

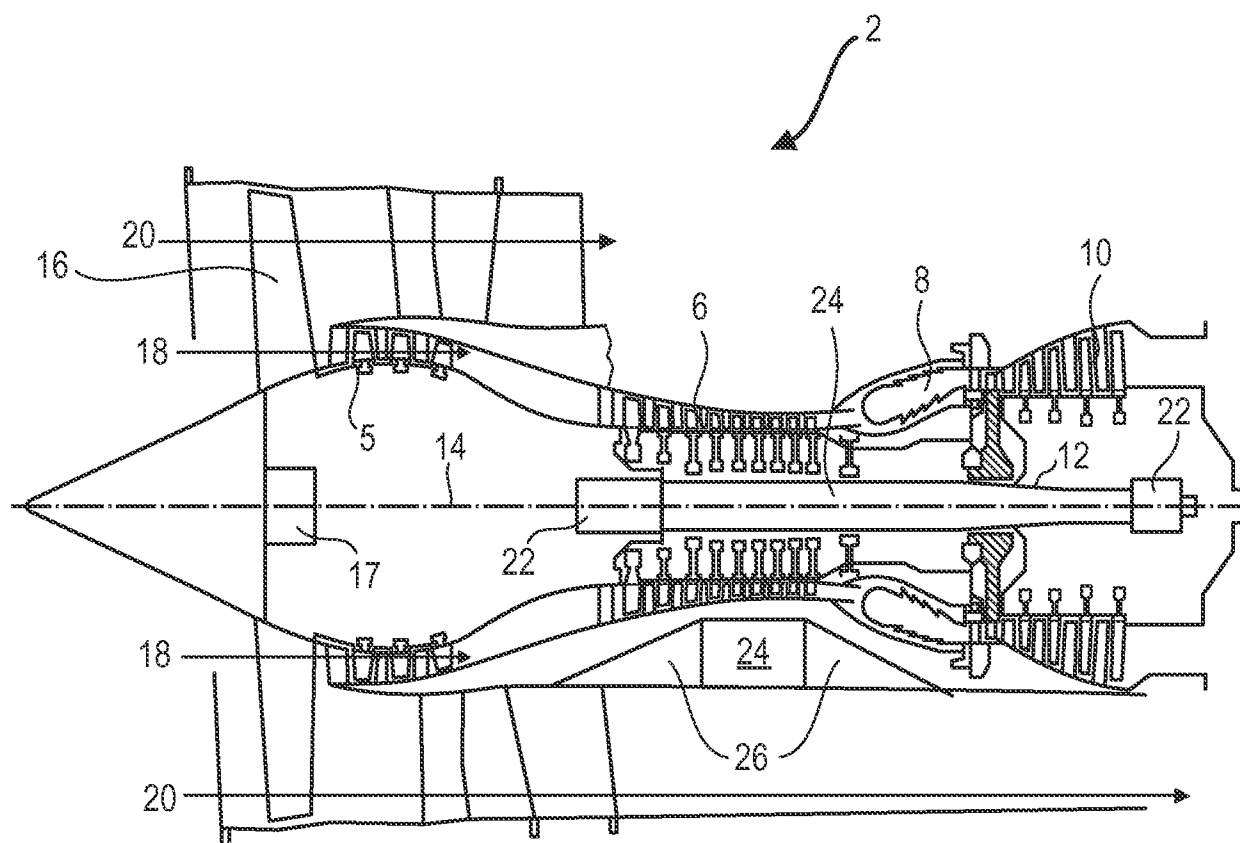
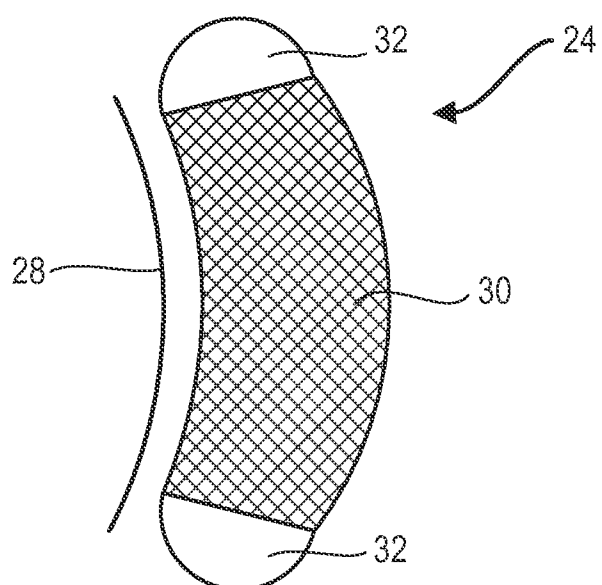


FIG. 2



18

FIG. 3

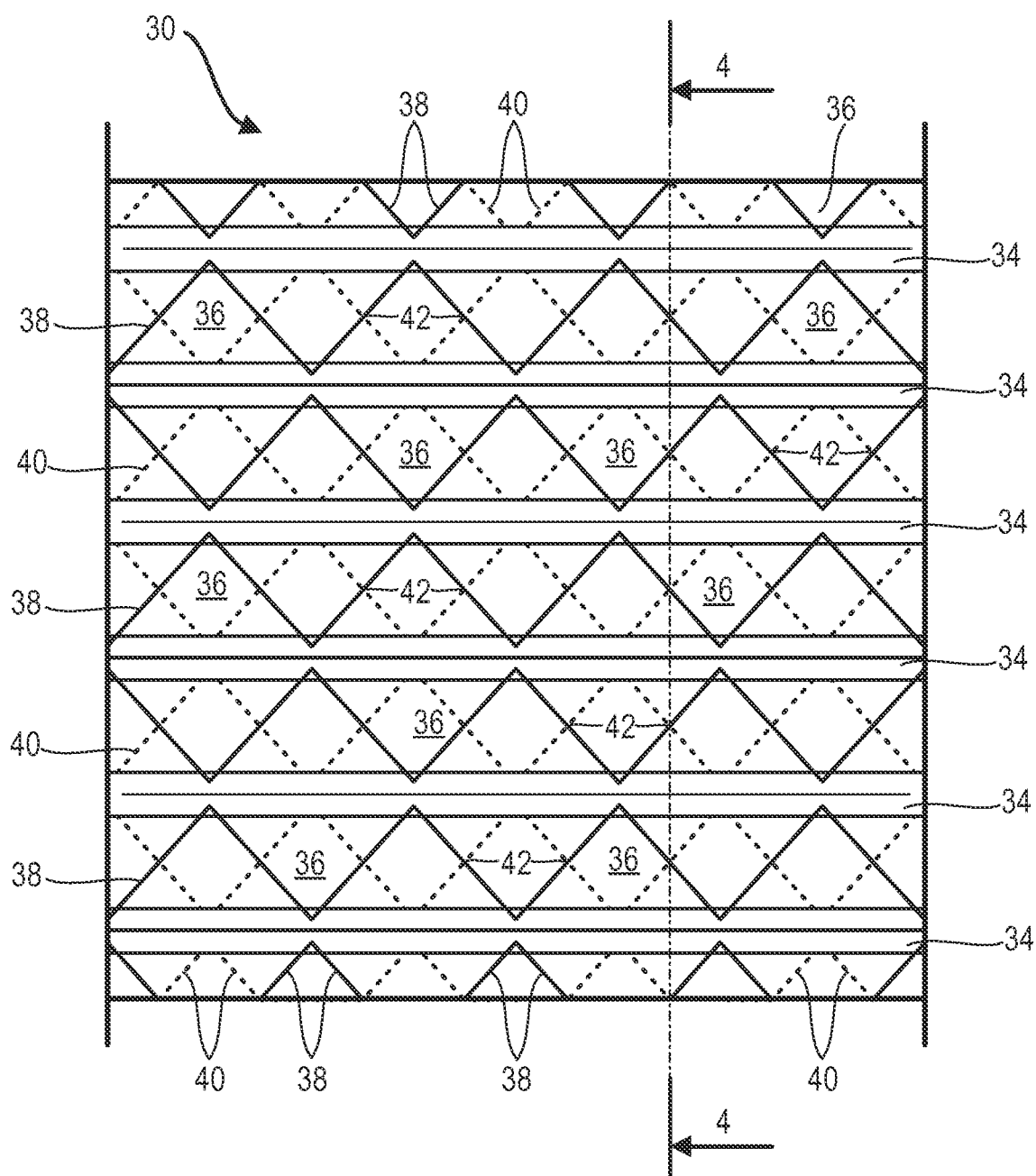


FIG. 4

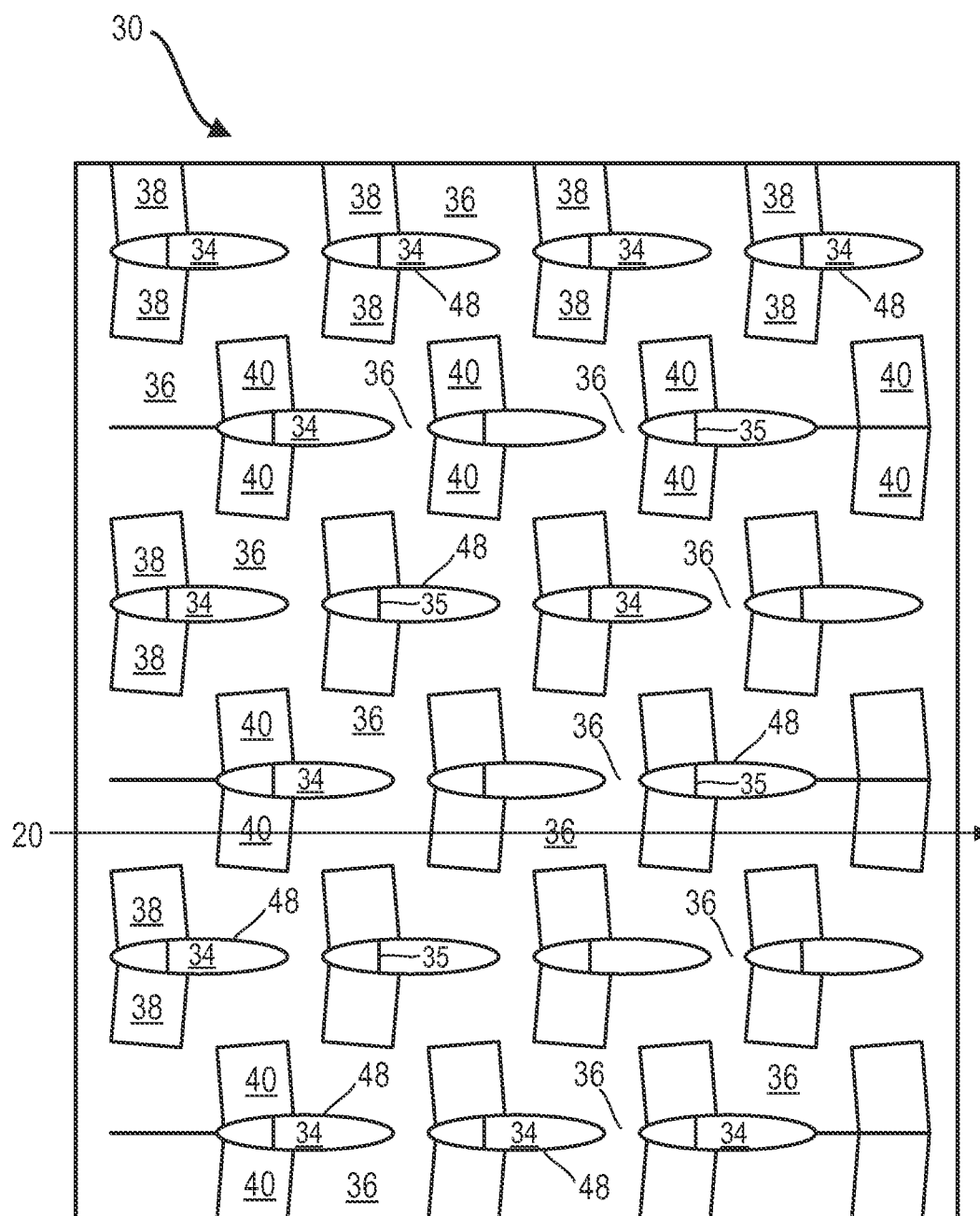


FIG. 5

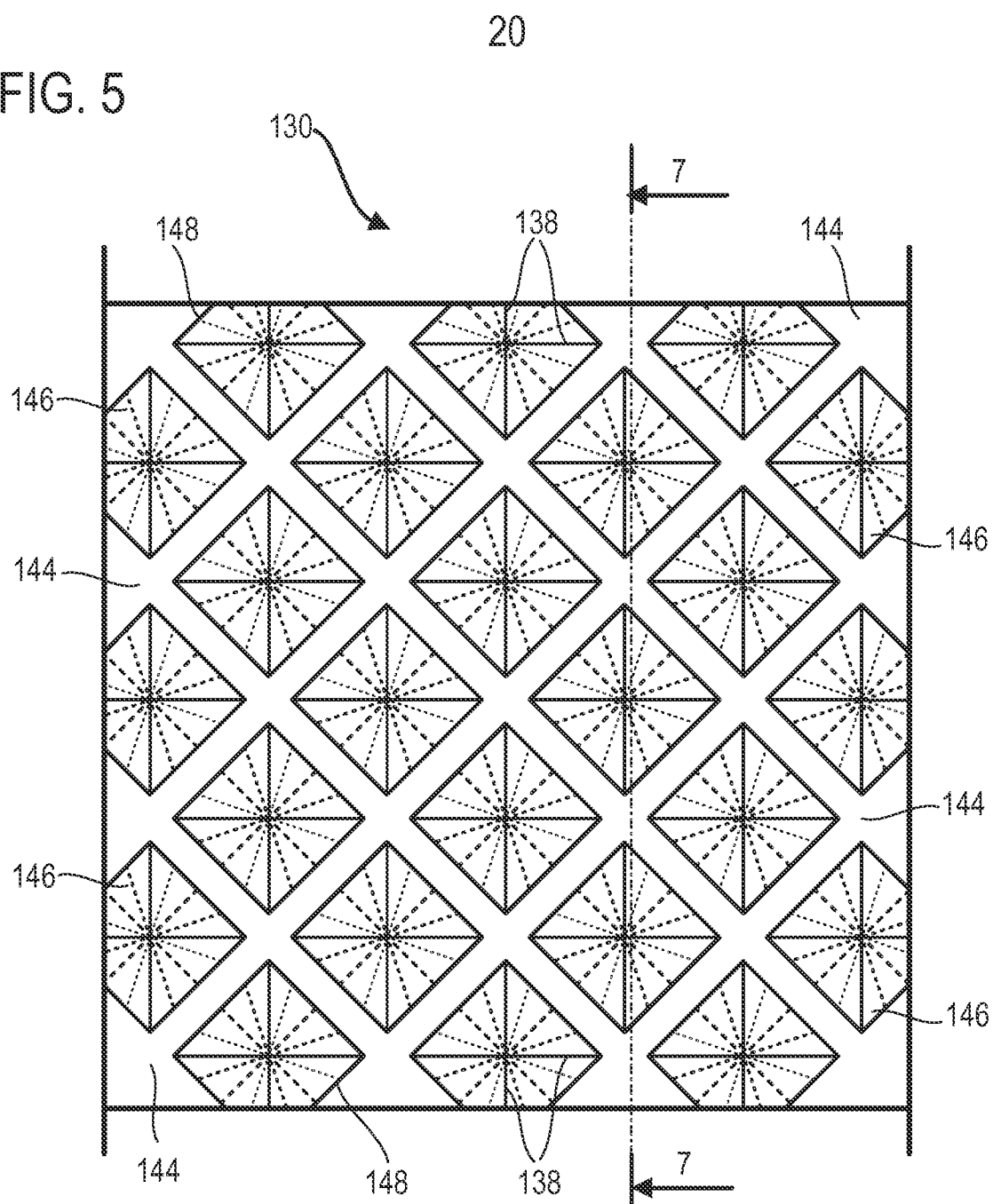
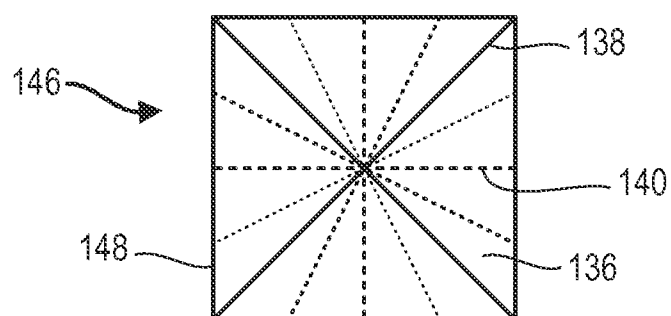
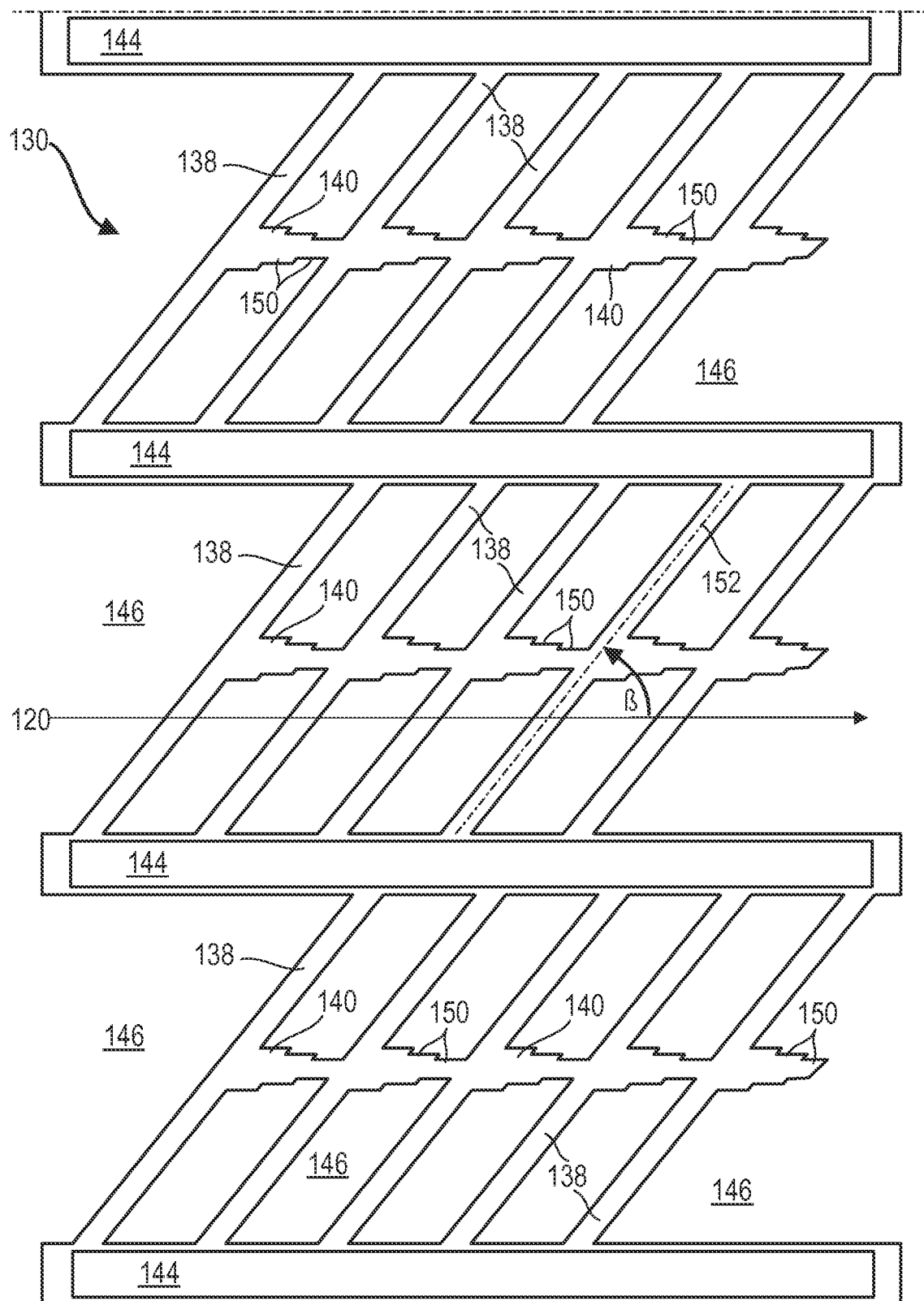


FIG. 6



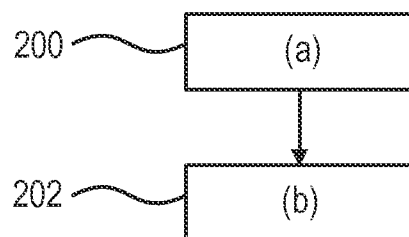
21

FIG. 7



22

FIG. 8



Abrégé**MATRICE D'ECHANGEUR DE CHALEUR AIR HUILE DE TURBOREACTEUR**

L'invention concerne une matrice (30) d'échangeur de chaleur entre un premier fluide et un deuxième fluide, notamment pour une application air huile dans une turbomachine. La matrice (30) comprend : une traversée pour l'écoulement du premier fluide ; un réseau avec des tubes (34) s'étendant dans la traversée et dans lesquels circule le deuxième fluide. Le réseau supporte au moins deux ailettes (38 ; 40) successives selon l'écoulement du premier fluide, notamment des ailettes de refroidissement. Ces ailettes successives (38 ; 40) s'étendent dans le premier fluide suivant des directions principales inclinées l'une par rapport à l'autre.

(figure 3)



RAPPORT DE RECHERCHE
établi en vertu de l'article 21 § 1 et 2
de la loi belge sur les brevets d'invention
du 28 mars 1984

BO 11340
BE 201605734

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (IPC)
X	US 1 990 541 A (FUGLE MATTHEW P) 12 février 1935 (1935-02-12)	1-13	INV.
Y	* le document en entier * -----	14-20	F28F1/38 F28D7/16 F28F1/12 F28F1/34
X	JP 549 854 A (----) 7 janvier 1974 (1974-01-07) * abrégé; figures *	1-20	
Y,D	US 2015/345396 A1 (ZELESKY MARK F [US] ET AL) 3 décembre 2015 (2015-12-03) * le document en entier * -----	14-20	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC)
			F28F F28D
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
22 septembre 2017		Louchet, Nicolas	
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant			

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

BO 11340
BE 201605734

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

22-09-2017

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 1990541	A	12-02-1935	AUCUN
JP S49854	A	07-01-1974	AUCUN
US 2015345396	A1	03-12-2015	EP 2938827 A1 04-11-2015
			EP 2938828 A1 04-11-2015
			US 2015345298 A1 03-12-2015
			US 2015345304 A1 03-12-2015
			US 2015345396 A1 03-12-2015
			WO 2014105108 A1 03-07-2014
			WO 2014105109 A1 03-07-2014
			WO 2014105113 A1 03-07-2014



OPINION ÉCRITE

Dossier N° BO11340	Date du dépôt (jour/mois/année) 03.10.2016	Date de priorité (jour/mois/année)	Demande n° BE201605734
Classification internationale des brevets (CIB) INV. F28F1/38 F28D7/16 F28F1/12 F28F1/34			
Déposant SAFRAN AERO BOOSTERS S.A.			

La présente opinion contient des indications et les pages correspondantes relatives aux points suivants :

- ☒ Cadre n° I Base de l'opinion
- ☐ Cadre n° II Priorité
- ☐ Cadre n° III Absence de formulation d'opinion quant à la nouveauté, l'activité inventive et la possibilité d'application industrielle
- ☐ Cadre n° IV Absence d'unité de l'invention
- ☒ Cadre n° V Déclaration motivée quant à la nouveauté, l'activité inventive et la possibilité d'application industrielle: citations et explications à l'appui de cette déclaration
- ☐ Cadre n° VI Certains documents cités
- ☐ Cadre n° VII Irrégularités dans la demande
- ☐ Cadre n° VIII Observations relatives à la demande

Examineur Louchet, Nicolas

OPINION ÉCRITE

Demande n°
BE201605734

Cadre n° I Base de l'opinion

1. Cette opinion a été établie sur la base des revendications déposées avant le commencement de la recherche.
2. En ce qui concerne **la ou les séquences de nucléotides ou d'acides aminés** divulguées dans la demande, le cas échéant, cette opinion a été effectuée sur la base des éléments suivants :
 - a. Nature de l'élément:
 - ☐ un listage de la ou des séquences
 - ☐ un ou des tableaux relatifs au listage de la ou des séquences
 - b. Type de support:
 - ☐ sur papier
 - ☐ sous forme électronique
 - c. Moment du dépôt ou de la remise:
 - ☐ contenu(s) dans la demande telle que déposée
 - ☐ déposé(s) avec la demande, sous forme électronique
 - ☐ remis ultérieurement
3. ☐ De plus, lorsque plus d'une version ou d'une copie d'un listage des séquences ou d'un ou plusieurs tableaux y relatifs a été déposée, les déclarations requises selon lesquelles les informations fournies ultérieurement ou au titre de copies supplémentaires sont identiques à celles initialement fournies et ne vont pas au-delà de la divulgation faite dans la demande telle que déposée initialement, selon le cas, ont été remises.
4. Commentaires complémentaires :

Cadre n° V Opinion motivée quant à la nouveauté, l'activité inventive et la possibilité d'application industrielle; citations et explications à l'appui de cette déclaration

1. Déclaration

Nouveauté	Oui :	Revendications	
	Non :	Revendications	1-20
Activité inventive	Oui :	Revendications	
	Non :	Revendications	1-20
Possibilité d'application industrielle	Oui :	Revendications	1-20
	Non :	Revendications	

2. Citations et explications

voir feuille séparée

Ad point V

Déclaration motivée quant à la nouveauté, l'activité inventive et la possibilité d'application industrielle ; citations et explications à l'appui de cette déclaration

Il est fait référence aux documents suivants :

- D1 US 1 990 541 A (FUGLE MATTHEW P) 12 février 1935 (1935-02-12)
- D2 JP S49 854 A (----) 7 janvier 1974 (1974-01-07)
- D3 US 2015/345396 A1 (ZELESKY MARK F [US] ET AL) 3 décembre 2015
(2015-12-03)

1. La présente demande ne remplit pas les conditions de brevetabilité, l'objet des revendications 1 et 17 n'étant pas nouveau.

D1 décrit:

une matrice (11) d'échangeur de chaleur entre un premier fluide et un deuxième fluide, notamment une matrice (11) d'échangeur de chaleur pour une turbomachine, la matrice (11) comprenant :

une traversée pour l'écoulement du premier fluide (10);

un réseau s'étendant dans la traversée et dans lequel circule le deuxième fluide (figure 2);

le réseau supportant au moins deux ailettes successives (13) selon l'écoulement du premier fluide, notamment des ailettes de refroidissement ;

lesdites ailettes successives (13) s'étendant dans le premier fluide suivant des directions principales inclinées l'une par rapport à l'autre (figure 1).

Le même raisonnement peut-être effectué mutatis mutandis pour la revendication indépendante 17.

2. Il est à noter que le document D2 décrit également l'objet des revendications indépendantes 1 et 17.

3. Les revendications dépendantes 2-16, 18-20 ne contiennent pas de caractéristiques qui satisfassent aux exigences de nouveauté en étant combinées aux caractéristiques de l'une quelconque des revendications auxquelles lesdites revendications dépendantes sont liées, car les caractéristiques supplémentaires des revendications dépendantes 2-16 et 18-20 sont connues de D2.