



(11)

EP 3 213 025 B1

(12)

FASCICULE DE BREVET EUROPEEN

(45) Date de publication et mention
de la délivrance du brevet:

12.12.2018 Bulletin 2018/50

(51) Int Cl.:

F28F 13/00 ^(2006.01)

F28F 27/00 ^(2006.01)

(86) Numéro de dépôt international:

PCT/FR2015/052855

(21) Numéro de dépôt: **15790610.8**

(22) Date de dépôt: **23.10.2015**

(87) Numéro de publication internationale:

WO 2016/066935 (06.05.2016 Gazette 2016/18)

(54) **ECHANGEUR DE CHALEUR ET TURBOMOTEUR COMPORTANT UN TEL ECHANGEUR**

WÄRMETAUSCHER UND TURBINENMOTOR MIT SOLCH EINEM WÄRMETAUSCHER

HEAT EXCHANGER AND TURBINE ENGINE COMPRISING SUCH AN EXCHANGER

(84) Etats contractants désignés:

**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB
GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO
PL PT RO RS SE SI SK SM TR**

• **BOUDSOCQ, Benjamin**

F-77550 Moissy-Cramayel Cedex (FR)

• **GAUTHIER, Gérard, Philippe**

F-77550 Moissy-Cramayel Cedex (FR)

(30) Priorité: **30.10.2014 FR 1460461**

(74) Mandataire: **Gevers & Orès**

41 avenue de Friedland

75008 Paris (FR)

(43) Date de publication de la demande:

06.09.2017 Bulletin 2017/36

(56) Documents cités:

US-A1- 2003 043 531

US-A1- 2009 314 265

US-A1- 2011 030 337

(73) Titulaire: **Safran Aircraft Engines**
75015 Paris (FR)

(72) Inventeurs:

• **AOUIZERATE, Gilles, Yves**

F-77550 Moissy-Cramayel Cedex (FR)

EP 3 213 025 B1

Il est rappelé que: Dans un délai de neuf mois à compter de la publication de la mention de la délivrance du brevet européen au Bulletin européen des brevets, toute personne peut faire opposition à ce brevet auprès de l'Office européen des brevets, conformément au règlement d'exécution. L'opposition n'est réputée formée qu'après le paiement de la taxe d'opposition. (Art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

Description

Domaine de l'invention

[0001] La présente invention concerne le domaine des échangeurs de chaleur et leur application au refroidissement de fluides d'un turbomoteur, tel qu'un turboréacteur ou turbopropulseur, l'échangeur étant disposé en particulier sur une paroi du turbomoteur ou bien de la nacelle de celui-ci.

Etat de la technique

[0002] L'état de la technique comprend notamment les documents US-A1-2011/030337, US-A1-2009/314265 et US-A1-2003/043531. Un échangeur selon le préambule de la revendication 1 est connu du document US 2011/030337.

[0003] Il est connu dans les turboréacteurs multiflux de disposer des échangeurs de chaleur, tels que des échangeurs air - air surfaciques, dans la veine secondaire pour refroidir des fluides circulant dans le moteur, par exemple de l'air prélevé au niveau des compresseurs. Il s'agit de profiter des coefficients d'échanges thermiques élevés résultant de la circulation à grande vitesse d'un flux d'air extérieur froid dans cette veine.

[0004] Cependant, en contrepartie, les éléments de l'échangeur qui sont au contact de ce flux pour assurer les échanges thermiques génèrent des pertes de charge dans l'écoulement. Celles ci affectent négativement les performances du moteur et cela d'autant plus que le besoin en refroidissement ne coïncide pas nécessairement avec les phases de vol à fortes pondérations du point de vue des performances. Ainsi pendant les phases de vol de type croisière le moteur n'a pas nécessairement besoin d'un refroidissement très important alors que les phases de décollage durent seulement quelques minutes et induisent en revanche un fort besoin de refroidissement.

[0005] Le déposant s'est fixé comme objectif de réduire les pertes de charge que l'échangeur de chaleur est susceptible de créer sur le flux d'air secondaire quand le besoin en refroidissement est moindre. Plus généralement, le déposant s'est fixé l'objectif de réaliser un échangeur de chaleur dont les échanges thermiques entre les fluides en mouvement peuvent être commandés de manière à réduire l'impact des pièces de l'échangeur sur les caractéristiques d'écoulement de l'un des fluides quand cela est souhaité.

Exposé de l'invention

[0006] On parvient à réaliser ces objectifs avec un échangeur de chaleur entre un premier fluide et un second fluide, comprenant une membrane séparant les deux fluides et un élément conducteur de chaleur en contact thermique avec la membrane d'une part et le premier fluide d'autre part, ledit élément conducteur de chaleur

étant mobile entre une position active et une position inactive, de telle manière que la capacité d'échange de chaleur avec le premier fluide est plus faible dans la position inactive que dans la position active, caractérisé par le fait que ledit élément est précontraint en position active et le passage de la position active à la position inactive est obtenu par flambage de la membrane.

[0007] La solution de l'invention consiste donc à modifier l'exposition de l'élément conducteur de chaleur par rapport au premier fluide de manière à réduire la résistance à l'écoulement qu'il génère.

[0008] Dans la présente demande, on entend par flambage de la membrane le fait que la membrane est soumise à une force, de préférence de compression, qui entraîne une flexion et une déformation de la membrane en général dans une direction perpendiculaire à la direction d'application de la force (passage d'un état de compression à un état de flexion).

[0009] Ledit élément est de préférence précontraint en compression, selon un axe sensiblement parallèle à un axe autour duquel la flexion de la membrane a lieu lors de son flambage.

[0010] Selon un mode de réalisation, l'élément conducteur de chaleur est en forme de lame. La lame est solidaire de la membrane par un bord de liaison et, en position active, écartée de la membrane de manière à être au contact du premier fluide par ses deux faces.

[0011] Plus particulièrement, la lame en position inactive est disposée par une face à proximité de la membrane. Dans cette position, la lame n'est, de préférence, au contact du premier fluide que par une face ce qui réduit les échanges thermiques avec le fluide.

[0012] Par ailleurs, la lame a en position active une forme incurvée s'écartant de la membrane depuis le bord de liaison. Ainsi entre ces deux positions les échanges thermiques sont commandés de façon simple et efficace.

[0013] Conformément à une autre caractéristique, le bord de liaison est rectiligne et la lame est incurvée autour du bord de liaison en position active. Notamment, le passage de la position active à la position inactive est obtenu par déformation de la membrane le long du bord de liaison de la lame à la membrane. La déformation de la membrane formant support de la lame induit une déformation de lame entre deux états : un premier état où la lame est incurvée selon une direction parallèle à la ligne formée par le bord de liaison et un second état où la lame est incurvée perpendiculairement au bord de liaison. Notamment, la lame épouse la membrane lorsque cette dernière est en forme de portion de cylindre.

[0014] Conformément à une autre caractéristique, la déformation de la membrane est obtenue par l'application d'une force parallèle au plan de la membrane. Cette force est avantageusement une force de compression. Cette déformation est de préférence obtenue par la force d'un élément formant piston.

[0015] L'invention porte également sur l'application de l'échangeur de chaleur au refroidissement d'un fluide dans un turbomoteur, telle qu'un turboréacteur.

Présentation des figures

[0016] L'invention sera mieux comprise, et d'autres buts, détails, caractéristiques et avantages de celle-ci apparaîtront plus clairement à la lecture de la description explicative détaillée qui va suivre, d'un mode de réalisation de l'invention donné à titre d'exemple purement illustratif et non limitatif, en référence aux dessins schématiques annexés.

[0017] Sur ces dessins :

- La figure 1 est une représentation schématique d'un turboréacteur à double flux auquel l'échangeur de chaleur de l'invention peut être intégré ;
- La figure 2 montre l'échangeur de chaleur conforme à l'invention dans un état où les éléments conducteurs de chaleur sont dressés en position active ;
- La figure 3 montre l'échangeur de chaleur de la figure 2 dans un état où les éléments conducteurs de chaleur sont rabattus en position inactive ;
- La figure 4 montre l'échangeur de chaleur de l'invention vu de dessous du côté des collecteurs de fluide ;
- La figure 5 est une vue de détail de l'échangeur de la figure 2 avec un élément conducteur en position active, l'intérieur est visible par transparence ;
- La figure 6 est une vue de l'échangeur de la figure 3 avec un élément conducteur de chaleur en position inactive ; l'intérieur est visible par transparence.

Description détaillée d'un mode de réalisation de l'invention.

[0018] Un turboréacteur comprend une manche d'entrée d'air, à l'amont, par laquelle l'air est aspiré dans le moteur et une tuyère à l'aval par laquelle les gaz chauds produits par la combustion d'un carburant sont éjectés pour fournir une partie de la poussée, au moins. Entre la manche d'entrée et la tuyère d'éjection des gaz, l'air aspiré est comprimé par des moyens de compression, chauffé et détendu dans des turbines qui entraînent les moyens de compression. Les turboréacteurs multi-flux comportent en plus, au moins un rotor de soufflante déplaçant une masse importante d'air, formant le flux secondaire et fournissant l'essentiel de la poussée, le flux primaire étant la partie du flux d'air aspiré qui est chauffée puis détendue dans la turbine, avant d'être éjectée à travers la tuyère de flux primaire. Le turboréacteur de la figure 1 est à double flux et double corps avec successivement dans le sens du parcours de l'air dans le moteur, une entrée d'air 1 à l'amont, une soufflante 2 débitant l'air dans un canal de flux secondaire annulaire 3 et vers les compresseurs 4 de flux primaire au centre, la chambre de combustion 5, et les étages de turbine 6. Ici le flux secondaire est éjecté séparément à travers une tuyère de flux secondaire. Dans la partie aval du moteur les rotors sont supportés par le carter d'échappement 7. Le flux primaire est éjecté à travers la tuyère 8 de flux primaire en aval du carter d'échappement. Le flux est

annulaire et la veine du flux primaire est délimitée intérieurement par le cône d'échappement 9. Le cône 9 est une pièce creuse de forme sensiblement tronconique, solidaire du carter d'échappement.

[0019] Comme mentionné plus haut, il est connu de disposer un échangeur de chaleur 10 dans la veine secondaire 3 dans le but de refroidir un fluide qui peut être de l'air prélevé au compresseur. Un exemple d'échangeur apte à remplir cette fonction comprend un circuit, dans lequel circule le fluide à refroidir. Ce circuit est en contact thermique avec une membrane d'échange thermique avec le fluide froid circulant dans la veine secondaire. Des ailettes sont généralement prévues sur la membrane du côté de la surface d'échange tournée vers le flux froid pour augmenter la capacité d'échange thermique et améliorer le refroidissement. Ces ailettes s'étendent perpendiculairement à la membrane dans le flux secondaire et créent une perte de charge dans celui-ci.

[0020] Afin de maîtriser la perte de charge dans le flux secondaire, il est proposé conformément à l'invention de rendre les ailettes mobiles entre une position active d'échange thermique optimal et une position que l'on désigne comme inactive où les échanges thermiques sont moins performants mais où la perte de charge engendrée par la présence de l'échangeur est réduite.

[0021] L'échangeur 10 de l'invention est représenté sur les figures 2 à 6. Il comprend un caisson avec une paroi de fond 11, une pluralité de cloisons 13 perpendiculaires à la paroi de fond 11 et délimitant entre elles et le fond une pluralité de canaux 12 parallèles entre eux. Ces canaux sont recouverts de membranes 15 et communiquent avec un premier collecteur 12a à une extrémité et un second collecteur 12b à l'autre extrémité du caisson. Le caisson est alimenté en fluide par le premier collecteur. Après avoir circulé dans les canaux 12, le fluide peut être récupéré par le second collecteur 12b à l'autre extrémité du caisson. Le caisson est destiné à être placé, ici le long de la veine secondaire 3 du turboréacteur, de manière que les membranes soient au contact d'un fluide à une température différente pour un échange thermique entre le fluide circulant dans les canaux et le fluide balayant la surface externe des membranes. Dans l'application visée ici le fluide circulant à l'extérieur des canaux est le premier fluide et le fluide circulant dans les canaux est le second fluide. Le premier fluide est le flux secondaire froid et le second fluide est le fluide à refroidir.

[0022] Pour améliorer les échanges thermiques entre les deux fluides des éléments 17 conducteurs de chaleur sont montés sur les membranes 15 du côté du premier fluide ; il s'agit de lames métalliques 171 offrant une grande surface de contact pour un encombrement réduit. Ces lames 171 sont fixées aux membranes 15 le long d'un bord de liaison 173 par soudage ou brasage par exemple. Leurs deux faces de plus grandes dimensions des lames 171 constituent les principales surfaces d'échange thermique avec le premier fluide dans lequel elles sont plon-

gées. Avantageusement les bords de liaison sont parallèles à la direction de l'écoulement du fluide avec lequel les lames sont en échange thermique.

[0023] Conformément à l'invention, ces lames 171 sont mobiles entre une position active où elles sont dressées par rapport à la membrane qui les supporte et une position inactive où elles sont rabattues contre la membrane. En étant dressées elles présentent leur deux faces au premier fluide pour un transfert de chaleur maximum entre les deux fluides. Dans la position inactive, les lames 171 en étant plaquées contre la membrane ou pour le moins étendues le long de celle-ci ont une capacité d'échange thermique plus faible que dans la position active car la surface d'échange se limite à une face de la lame. Les résistances à l'écoulement sont également plus faibles que dans la position active pour la même raison.

[0024] Un des aspects de l'invention porte sur le moyen de faire passer les lames 171 d'une position à l'autre.

[0025] Les membranes 15 recouvrant les canaux 12 sont fixées d'un côté 151 le long d'une cloison 13, et de l'autre sur la cloison 13 opposée. Ces membranes 15 sont solidaires d'un élément 153 formant piston. L'élément 153 formant piston est mobile à l'intérieur d'une chambre 131 de vérin ménagée le long de la cloison. Le piston est mobile parallèlement au plan de la membrane, selon une direction transversale par rapport aux canaux 12. Le déplacement du piston est commandé par un fluide de commande alimenté par un conduit 133 en entrée de la chambre. De façon plus générale, le vérin formé du piston et de la chambre de vérin comprend tout organe moteur susceptible d'exercer une force de compression sur la membrane parallèlement à son plan. L'énergie d'actionnement de l'organe moteur ou du vérin peut être de l'air sous pression prélevé par exemple sur les derniers étages du compresseur.

[0026] La membrane 15 est choisie dans un matériau de préférence métallique pour ses propriétés de conduction de la chaleur et de résilience. La membrane est agencée de manière à ce qu'elle puisse être déformée par le déplacement du piston entre une première position où il n'est pas soumis à une pression du fluide de commande et une deuxième position où il est repoussé par le fluide de commande introduit dans la chambre du vérin. Dans la première position du piston la membrane est plane comme on le voit sur la figure 2. Dans la deuxième position la membrane est incurvée comme on le voit sur la figure 3. Elle a pris une forme en portion de cylindre.

[0027] Les éléments conducteurs de chaleur 17 sont réalisés également dans un matériau de préférence métallique pour ses propriétés de conduction de la chaleur et de résilience. Des exemples non limitatifs de matériaux sont l'aluminium ou un alliage à base nickel. On choisit préférentiellement l'aluminium pour des températures inférieures à 200°C et les alliages à base nickel comme l'Inconel® pour les températures supérieures.

[0028] Les lames 171 formant les éléments 17 ont une

forme incurvée autour du bord de liaison des lames 171 avec la membrane. Cette forme incurvée est obtenue par déformation plastique autour d'un axe parallèle à la ligne du bord de liaison. Conformément à un mode de réalisation la lame est un composite laminaire fait d'un empilement de deux feuilles, l'une des deux feuilles ayant été chauffée avant d'être collée à la seconde. Après retour à température ambiante et après le collage, la lame composite est précontrainte. Cet exemple n'est pas limitatif. Une simple lame pliée ou emboutie convient dans la mesure où elle est susceptible de prendre les deux positions.

[0029] Comme on le voit sur les figures 2 à 6, la membrane 15 recouvrant les canaux 12 est pourvue d'une pluralité de lames 171 fixées le long de bords de liaison perpendiculaires à la direction des canaux.

[0030] Au repos lorsqu'elle n'est pas soumise au fluide de commande, la membrane est plane et les bords de liaison sont rectilignes. Les lames 171 sont alors dans leur forme de repos et incurvées autour des bords de liaison 173.

[0031] Lorsque les chambres de vérin 133 sont alimentées en fluide de commande les pistons sont repoussés en direction de la cloison 13 opposée entraînant la déformation de la membrane 15 qui prend une forme en creux. Les bords de liaison étant solidaires de la membrane suivent la déformation de celle-ci. La déformation des bords de liaison entraîne celle des lames dont la courbure épouse celle de la membrane. Il s'ensuit que les lames sont plaquées contre la membrane. On dispose ainsi d'un moyen simple et robuste de déplacement des lames formant les éléments conducteurs de chaleur entre une position active où ils sont dressés par rapport à la membrane et une position inactive où la surface de conduction de chaleur est réduite.

[0032] Un tel échangeur peut être utilisé à l'intérieur de la veine secondaire d'un turboréacteur à double flux. L'air froid de la veine est le premier fluide. Le fluide à refroidir est mis à circuler à l'intérieur des canaux, formant le second fluide. Lorsque le refroidissement du second fluide est prioritaire la membrane de l'échangeur est maintenue plane, les éléments conducteurs de chaleur sont alors en position active. Lorsque le refroidissement n'est pas prioritaire, le fluide de commande est introduit dans la chambre du vérin entraînant le déplacement du piston, la déformation de la membrane et le changement de courbure des lames ; elles prennent une position inactive.

Revendications

1. Echangeur de chaleur entre un premier fluide et un second fluide, comprenant une membrane (15) séparant les deux fluides et un élément (17) conducteur de chaleur en contact thermique avec la membrane (15) d'une part et le premier fluide d'autre part, ledit élément (17) conducteur de chaleur étant mobile en-

tre une position active et une position inactive, de telle manière que la capacité d'échange de chaleur avec le premier fluide est plus faible dans la position inactive que dans la position active, **caractérisé par le fait que** ledit élément est précontraint en position active et le passage de la position active à la position inactive est obtenu par flambage de la membrane.

2. Echangeur de chaleur selon la revendication 1 dont l'élément (17) conducteur de chaleur est en forme de lame (171), la lame étant solidaire de la membrane par un bord de liaison (173) et, en position active, écartée de la membrane (15) de manière à être au contact du premier fluide par ses deux faces.
3. Echangeur de chaleur selon la revendication 2 dont la lame (171) en position inactive est disposée par une face à proximité de la membrane (15).
4. Echangeur de chaleur selon l'un des revendications 2 et 3 dont la lame (171) a en position active une forme incurvée s'écartant de la membrane (15) depuis le bord de liaison (173).
5. Echangeur de chaleur selon la revendication 4 dont le bord de liaison est rectiligne et la lame est incurvée autour du bord de liaison en position active.
6. Echangeur de chaleur selon la revendication 4 ou 5 dont le passage de la position active à la position inactive est obtenu par déformation de la membrane le long du bord de liaison de la lame à la membrane.
7. Echangeur de chaleur selon la revendication 6 dont la déformation de la membrane est obtenue par l'application d'une force parallèle au plan de la membrane.
8. Echangeur de chaleur selon la revendication 6 ou 7 dont la déformation de la membrane est obtenue par l'application d'une force de compression.
9. Echangeur selon la revendication 7 ou 8 comprenant un piston par lequel la force est appliquée sur la membrane.
10. Turbomoteur comprenant un échangeur de chaleur selon l'une des revendications précédentes.

Patentansprüche

1. Wärmetauscher zwischen einem ersten Fluid und einem zweiten Fluid, umfassend eine Membran (15), die die zwei Fluide trennt, und ein wärmeleitendes Element (17), das einerseits mit der Membran (15) und andererseits mit dem ersten Fluid in thermischem Kontakt ist, wobei das wärmeleitende Ele-

ment (17) zwischen einer aktiven Position und einer inaktiven Position beweglich ist, so dass die Wärmetauschkapazität mit dem ersten Fluid in der inaktiven Position schwächer als in der aktiven Position ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Element in der aktiven Position vorgespannt ist und der Übergang von der aktiven Position zur inaktiven Position durch Knicken der Membran erhalten wird.

2. Wärmetauscher nach Anspruch 1, dessen wärmeleitendes Element (17) in Form einer Klinge (171) ist, wobei die Klinge über eine Verbindungskante (173) mit der Membran fest verbunden ist, und in der aktiven Position von der Membran (15) so entfernt ist, dass sie über ihre zwei Seiten mit dem ersten Fluid in Kontakt ist.
3. Wärmetauscher nach Anspruch 2, wobei die Klinge (171) in der inaktiven Position durch eine Seite in der Nähe der Membran (15) angeordnet ist.
4. Wärmetauscher nach einem der Ansprüche 2 und 3, wobei die Klinge (171) in der aktiven Position eine gekrümmte Form aufweist, die sich von der Membran (15) von der Verbindungskante (173) ausgehend entfernt.
5. Wärmetauscher nach Anspruch 4, wobei in der aktiven Position die Verbindungskante geradlinig ist und die Klinge um die Verbindungskante gekrümmt ist.
6. Wärmetauscher nach Anspruch 4 oder 5, wobei der Übergang von der aktiven Position zur inaktiven Position durch Verformung der Membran entlang der Verbindungskante der Klinge mit der Membran erhalten wird.
7. Wärmetauscher nach Anspruch 6, wobei die Verformung der Membran durch die Anwendung einer zur Ebene der Membran parallelen Kraft erhalten wird.
8. Wärmetauscher nach Anspruch 6 oder 7, wobei die Verformung der Membran durch die Anwendung einer Druckkraft erhalten wird.
9. Tauscher nach Anspruch 7 oder 8, umfassend einen Kolben, durch den die Kraft auf die Membran angewandt wird.
10. Turbinenmotor umfassend einen Wärmetauscher nach einem der vorstehenden Ansprüche.

Claims

1. Heat exchanger for heat exchange between a first fluid and a second fluid, comprising a membrane (15)

separating the two fluids and a heat-conductive element (17) in thermal contact with both the membrane (15) and the first fluid, said heat-conductive element (17) being movable between an active position and an inactive position such that the capacity of heat exchange with the first fluid is less in the inactive position than in the active position, **characterised in that** said element is prestressed in the active position and the transition from the active position to the inactive position is achieved by buckling of the membrane.

2. Heat exchanger according to claim 1, wherein the heat-conductive element (17) is in the form of a blade (171), the blade being rigidly connected to the membrane by a connecting edge (173) and, in the active position, moved away from the membrane (15) so as to be in contact with the first fluid by the two faces thereof.
3. Heat exchanger according to claim 2, wherein in the inactive position the blade (171) is arranged by one face close to the membrane (15).
4. Heat exchanger according to either claim 2 or claim 3, wherein in the active position the blade (171) has a curved shape which moves away from the membrane (15) at the connecting edge (173).
5. Heat exchanger according to claim 4, wherein the connecting edge is rectilinear and the blade is curved around the connecting edge in the active position.
6. Heat exchanger according to either claim 4 or claim 5, wherein the transition from the active position to the inactive position is achieved by deforming the membrane along the connecting edge connecting the blade to the membrane.
7. Heat exchanger according to claim 6, wherein the deformation of the membrane is achieved by applying a force that is parallel to the plane of the membrane.
8. Heat exchanger according to either claim 6 or claim 7, wherein the deformation of the membrane is achieved by applying a compressive force.
9. Exchanger according to either claim 7 or claim 8, comprising a piston by means of which the force is applied to the membrane.
10. Turboshift engine comprising a heat exchanger according to any of the preceding claims.

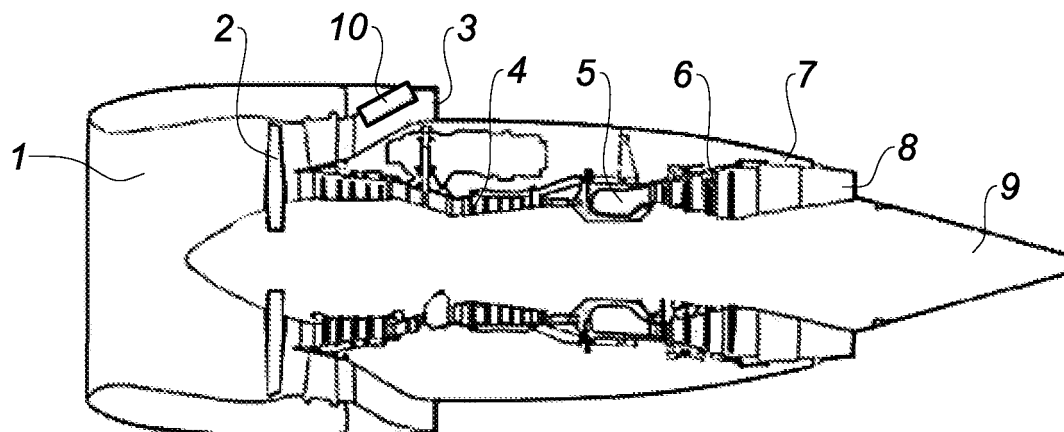


Fig. 1

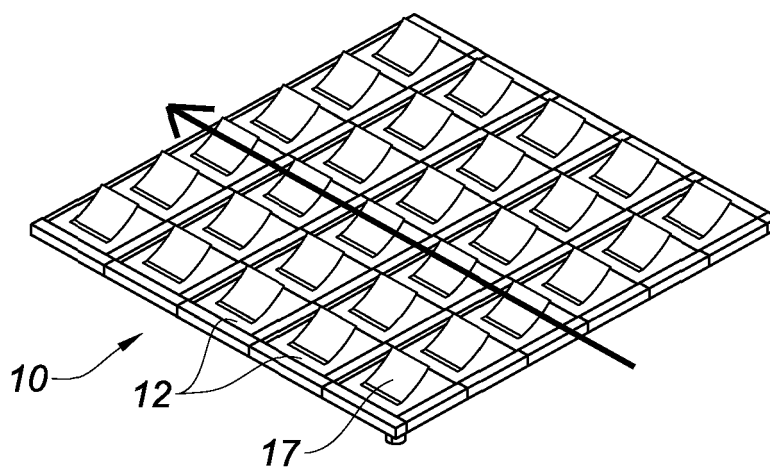


Fig. 2

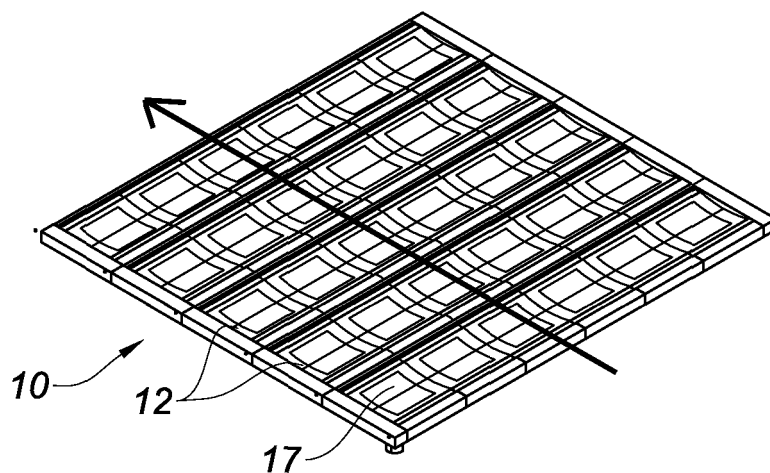


Fig. 3

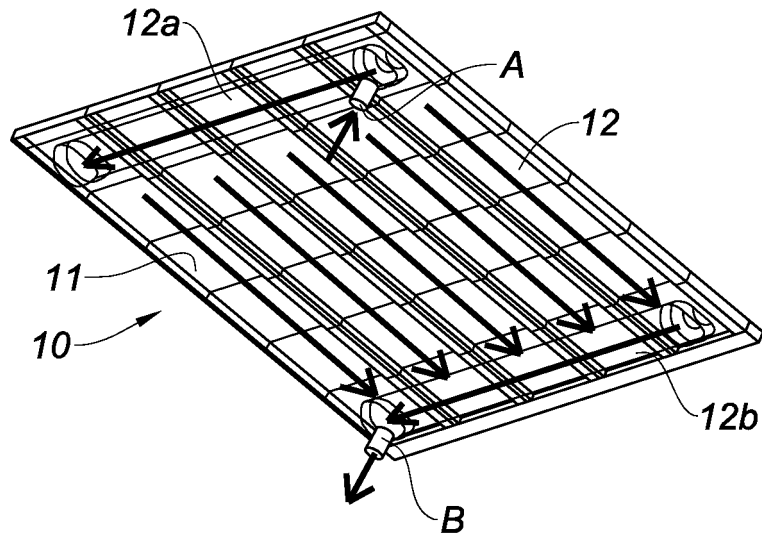


Fig. 4

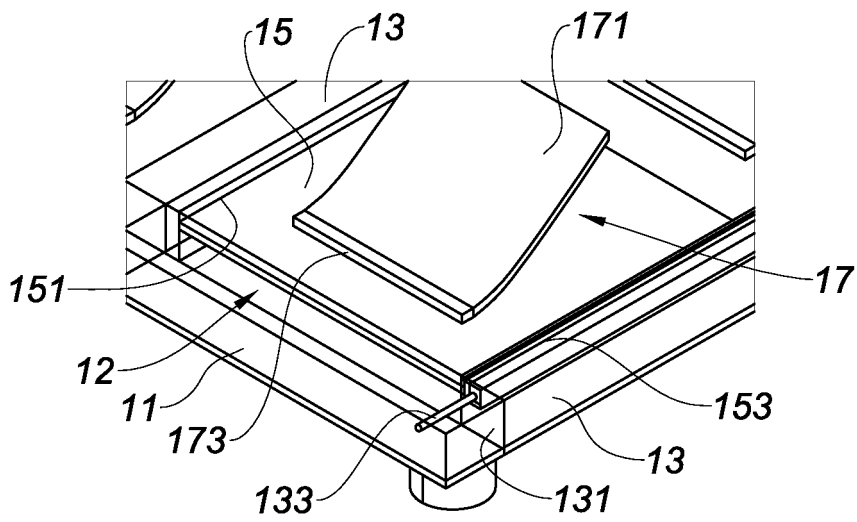


Fig. 5

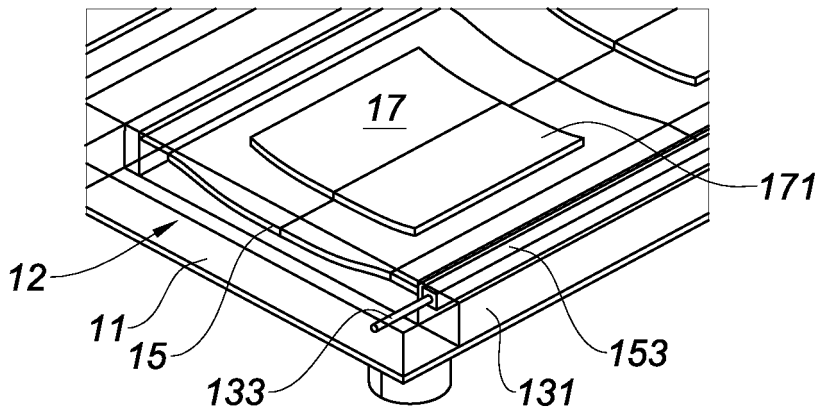


Fig. 6

RÉFÉRENCES CITÉES DANS LA DESCRIPTION

Cette liste de références citées par le demandeur vise uniquement à aider le lecteur et ne fait pas partie du document de brevet européen. Même si le plus grand soin a été accordé à sa conception, des erreurs ou des omissions ne peuvent être exclues et l'OEB décline toute responsabilité à cet égard.

Documents brevets cités dans la description

- US 2011030337 A1 [0002]
- US 2009314265 A1 [0002]
- US 2003043531 A1 [0002]
- US 2011030337 A [0002]