

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE  
COURBEVOIE

①1 N° de publication :  
(à n'utiliser que pour les  
commandes de reproduction)

**3 028 021**

②1 N° d'enregistrement national : **14 60461**

⑤1 Int Cl<sup>8</sup> : F 28 F 3/06 (2016.01), F 28 F 13/00

⑫

## DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②2 Date de dépôt : 30.10.14.

③0 Priorité :

④3 Date de mise à la disposition du public de la demande : 06.05.16 Bulletin 16/18.

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) : SNECMA Société anonyme — FR.

⑦2 Inventeur(s) : AOUIZERATE GILLES, YVES, BOUD-SOCQ BENJAMIN et GAUTHIER GERARD, PHILIPPE.

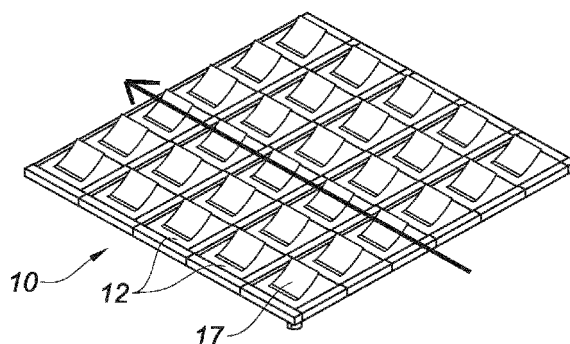
⑦3 Titulaire(s) : SNECMA Société anonyme.

⑦4 Mandataire(s) : GEVERS & ORES Société par actions simplifiée.

⑤4 ECHANGEUR DE CHALEUR TURBOMOTEUR COMPORTANT UN TEL ECHANGEUR.

⑤7 L'invention porte sur un échangeur de chaleur (10) entre un premier fluide et un second fluide, comprenant une membrane séparant les deux fluides et un élément (17) conducteur de chaleur en contact thermique avec la membrane d'une part et le premier fluide d'autre part, caractérisé par le fait que ledit élément (17) conducteur de chaleur est 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.

L'échangeur est appliqué en particulier au refroidissement de fluide dans la veine secondaire d'un turboréacteur multi flux.



FR 3 028 021 - A1



## **Echangeur de chaleur turbomoteur comportant un tel échangeur**

### **Domaine de l'invention**

5 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.

### **10 Etat de la technique**

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  
15 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.

Cependant, en contrepartie, les éléments de l'échangeur qui sont au contact de  
20 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  
25 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.

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  
5 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**

10

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, caractérisé par le fait que  
15 ledit élément conducteur de chaleur est 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.

20 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.

Selon un mode de réalisation, l'élément conducteur de chaleur est en forme de  
25 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.

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.

5

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.

10 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  
15 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.

20

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 déformation est de préférence obtenue par la force d'un élément formant piston.

25 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**

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  
5 donné à titre d'exemple purement illustratif et non limitatif, en référence aux dessins schématiques annexés.

Sur ces dessins :

- 10 - 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;
- 15 - 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 ;
- 20 - 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.

25

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

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.

Comme mentionné plus haut, il est connu de disposer un échangeur de chaleur 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 tourné 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.

5

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.

10

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.

15  
20  
25

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

10

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  
15 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  
20 même raison.

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

25 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
- 5 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.
- 10 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
- 15 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.
- 20 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
- 25 nickel comme l'Inconel ® pour les températures supérieures.

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  
5 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.

Comme on le voit sur les figures 2 à 6, la membrane 15 recouvrant les canaux  
10 12 est pourvue d'une pluralité de lames 171 fixées le long de bords de liaison perpendiculaires à la direction des canaux.

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  
15 leur forme de repos et incurvées autour des bords de liaison 173.

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  
20 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  
25 ils sont dressés par rapport à la membrane et une position inactive où la surface de conduction de chaleur est réduite.

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  
5 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  
5 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, caractérisé par le fait que ledit élément  
10 (17) conducteur de chaleur est 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.
2. Echangeur de chaleur selon la revendication 1 dont l'élément  
15 (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  
20 (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  
25 (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 l'une des revendications 4 et 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.
- 5 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 selon la revendication 7 comprenant un piston par lequel la force est appliquée sur la membrane.
- 10 9. Turbomoteur comprenant un échangeur de chaleur selon l'une des revendications 1 à 8.

1 / 2

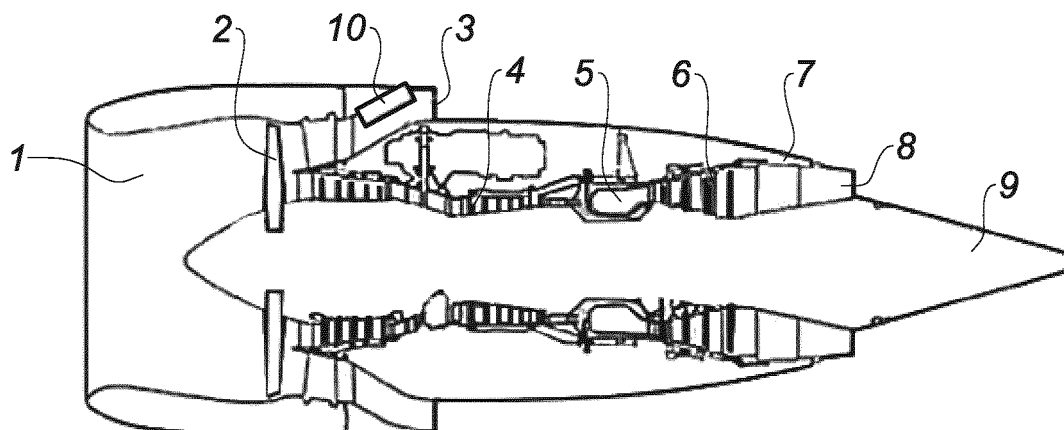


Fig. 1

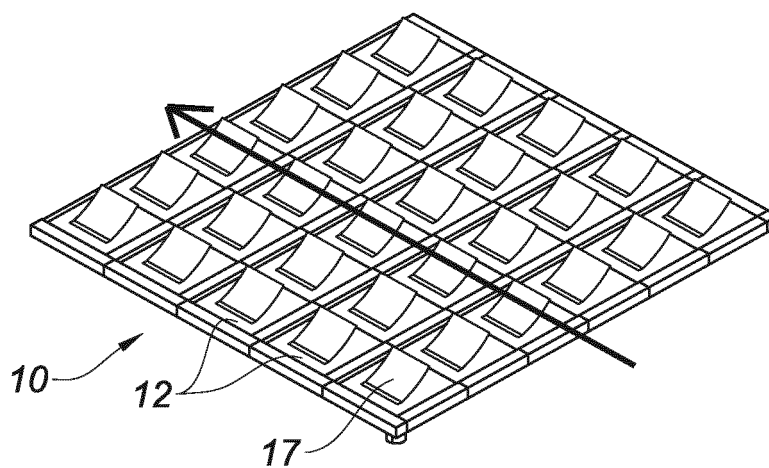


Fig. 2

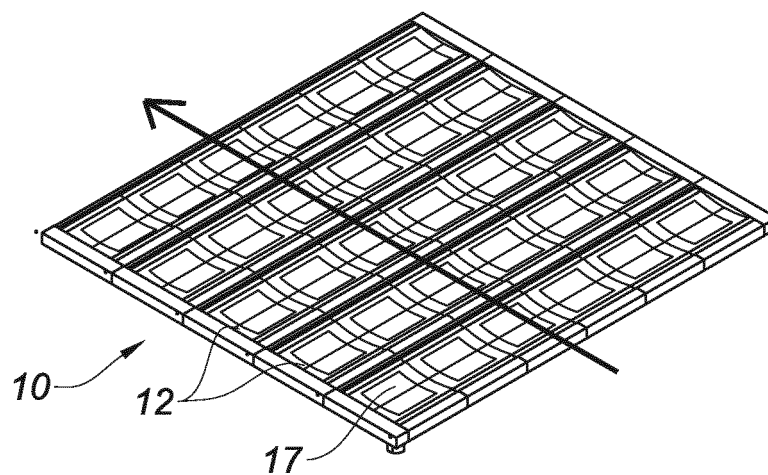


Fig. 3

2 / 2

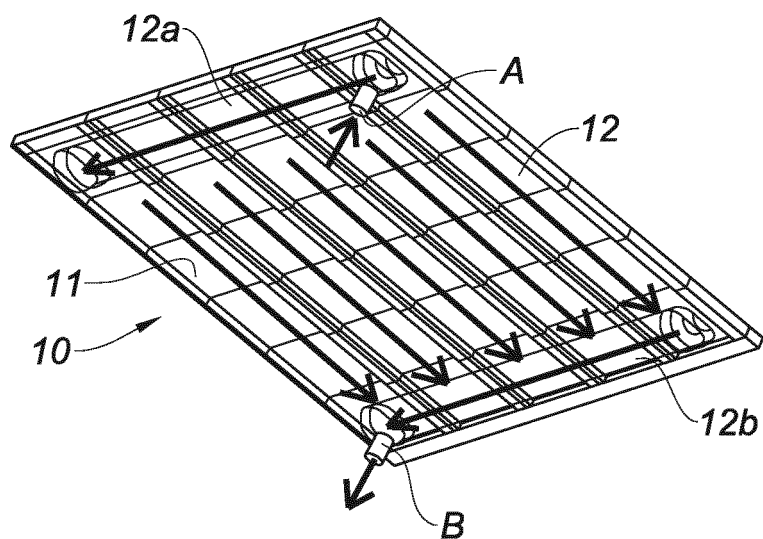


Fig. 4

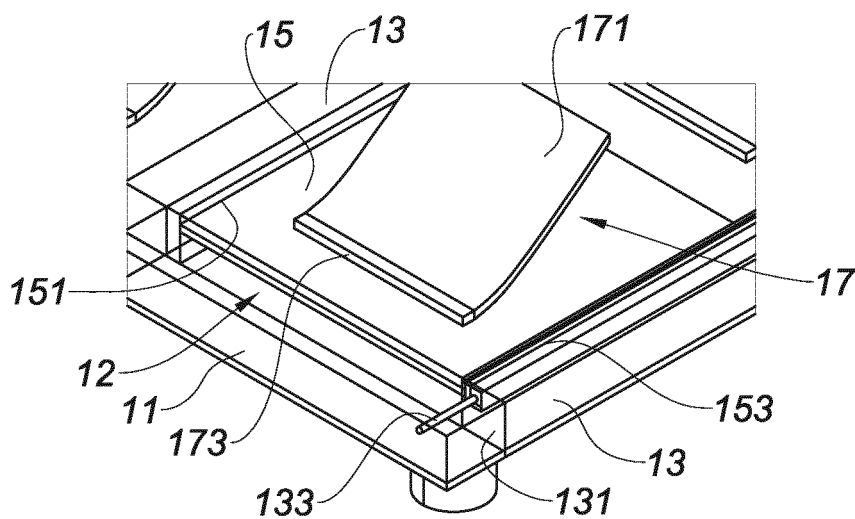


Fig. 5

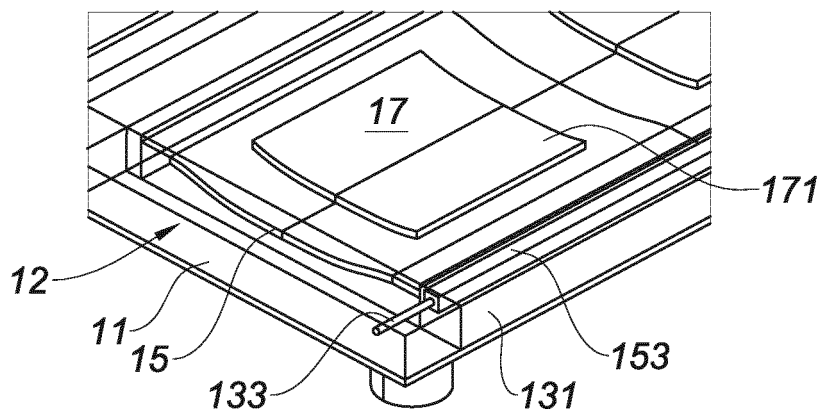


Fig. 6



**RAPPORT DE RECHERCHE  
PRÉLIMINAIRE**

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

N° d'enregistrement  
national

FA 805681  
FR 1460461

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
X	US 2011/030337 A1 (MONS CLAUDE MARCEL [FR]) 10 février 2011 (2011-02-10) * alinéa [0034]; revendication 13; figures 1-11 *	1-9	F28F3/06 F28F13/00
X	US 2009/314265 A1 (FREESE V CHARLES E [US]) 24 décembre 2009 (2009-12-24) * alinéa [0019]; figures 2,3 *	1-5	
A	US 2003/043531 A1 (TRAUTMAN MARK A [US] ET AL) 6 mars 2003 (2003-03-06) * alinéa [0028] *	1-9	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)
			F28F F28D
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
21 juillet 2015		Martínez Rico, Celia	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS		T : théorie ou principe à la base de l'invention	
X : particulièrement pertinent à lui seul		E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure	
Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un		à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date	
autre document de la même catégorie		de dépôt ou qu'à une date postérieure.	
A : arrière-plan technologique		D : cité dans la demande	
O : divulgation non-écrite		L : cité pour d'autres raisons	
P : document intercalaire		& : membre de la même famille, document correspondant	

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE  
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 1460461 FA 805681**

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 **21-07-2015**

Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 2011030337 A1	10-02-2011	AT 533022 T	15-11-2011
		CA 2721381 A1	19-11-2009
		CN 102007363 A	06-04-2011
		EP 2288862 A1	02-03-2011
		ES 2377049 T3	22-03-2012
		FR 2930324 A1	23-10-2009
		RU 2010146634 A	27-05-2012
		US 2011030337 A1	10-02-2011
		WO 2009138613 A1	19-11-2009
-----	-----	-----	-----
US 2009314265 A1	24-12-2009	AUCUN	
-----	-----	-----	-----
US 2003043531 A1	06-03-2003	AUCUN	
-----	-----	-----	-----