

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
COURBEVOIE

①1 N° de publication : 3 126 023

(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

②1 N° d'enregistrement national : 21 08485

⑤1 Int Cl⁸ : F 01 D 9/02 (2020.12), F 01 D 25/12

⑫ DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②2 Date de dépôt : 04.08.21.

③0 Priorité :

④3 Date de mise à la disposition du public de la
demande : 10.02.23 Bulletin 23/06.

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

⑥0 Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

Demande(s) d'extension :

⑦1 Demandeur(s) : Safran Aircraft Engines Société par
actions simplifiée (SAS) — FR.

⑦2 Inventeur(s) : DUVAL Sylvain Yves Jean, GENILIER
Arnaud Lasantha et GARNIER Fabien Stéphane.

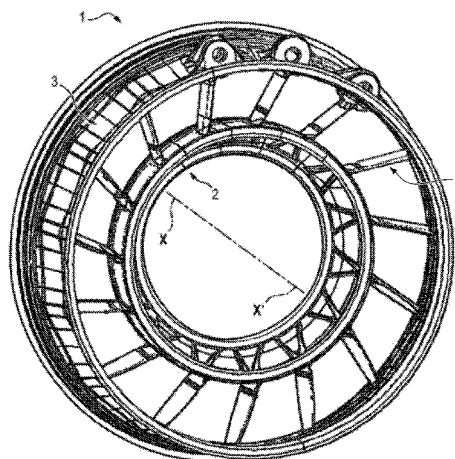
⑦3 Titulaire(s) : Safran Aircraft Engines Société par
actions simplifiée (SAS).

⑦4 Mandataire(s) : REGIMBEAU.

⑤4 Carter d'échappement d'une turbomachine.

⑤7 La présente invention concerne un carter (1) d'échap-
pement d'une turbomachine comprenant: - un moyeu
(2) centré sur un axe (XX') du carter (1); - une virole (3)
s'étendant autour du moyeu (2); - une pluralité de bras
(4) qui s'étendent du moyeu (2) à la virole (3), chaque bras
(4) comprenant une paroi interne (41) délimitant un loge-
ment (40) s'étendant entre le moyeu (2) et la virole (3); et
- au moins une nervure (5) fixée sur la paroi interne (41)
d'au moins un bras (4), ladite nervure (5) s'étendant en sail-
lie de la paroi interne (41) du bras (4) entre le moyeu (2) et
la virole (3), l'au moins une nervure (5) s'étendant jusqu'au
moyeu (2) de sorte à former un pont thermique.

Figure pour l'abrégé: Fig. 1



FR 3 126 023 - A1



Description

Titre de l'invention : Carter d'échappement d'une turbomachine

DOMAINE DE L'INVENTION

[0001] L'invention concerne de manière générale le domaine des turbomachines, et plus particulièrement des carters d'échappement de turbomachines.

ETAT DE LA TECHNIQUE

[0002] Une turbomachine présente une direction principale s'étendant selon un axe longitudinal et comporte typiquement, d'amont en aval dans le sens de l'écoulement des gaz, une soufflante, un compresseur basse pression, un compresseur haute pression, une chambre de combustion, une turbine haute pression, et une turbine basse pression comprenant notamment un carter d'échappement. Le carter d'échappement contribue à délimiter la veine primaire du fluide (ou flux primaire des gaz) traversant la turbomachine et assure, par l'intermédiaire du support de paliers, la concentricité entre le rotor et le stator de la turbomachine, ainsi que l'accrochage de l'aval du moteur à la nacelle.

[0003] Ce carter d'échappement comprend conventionnellement un moyeu, centré sur l'axe de la turbomachine, une virole externe, coaxiale avec le moyeu, et un ensemble de bras reliant le moyeu et la virole externe.

[0004] Les bras se trouvent dans le flux primaire et sont par conséquent plus chauds que la virole externe et le moyeu. Les bras du carter d'échappement sont donc soumis à des gradients thermiques importants qui génèrent des contraintes mécaniques dans les bras ayant un impact sur la durée de vie du carter d'échappement.

[0005] Un carter d'échappement est donc soumis à un chargement d'origine thermique mais il est également soumis à un chargement d'origine mécanique. La gestion de ces deux chargements est toutefois antagoniste : réduire les contraintes d'origine thermique nécessite généralement de réduire la souplesse du carter alors que la réduction des contraintes d'origine mécanique demande une augmentation des épaisseurs avec pour conséquence une augmentation de la raideur du carter.

Exposé de l'invention

[0006] Un but de l'invention est de remédier aux inconvénients précités, en proposant un carter d'échappement dont la durée de vie est améliorée en comparaison avec les carters d'échappement de l'art antérieur, et dans lequel les gradients thermiques sont réduits. En outre, la solution apportée ne doit pas dégrader la résistance mécanique du carter.

[0007] Il est à cet effet proposé, selon un premier aspect de l'invention un carter d'échappement d'une turbomachine, le carter comprenant :

- un moyeu centré un axe du carter ;
- une virole s'étendant autour du moyeu ;
- une pluralité de bras qui s'étendent du moyeu à la virole, chaque bras comprenant une paroi interne délimitant un logement s'étendant entre le moyeu et la virole ; et
- au moins une nervure fixée sur la paroi interne d'au moins un bras, ladite nervure s'étendant en saillie de la paroi interne du bras entre le moyeu et la virole, l'au moins une nervure s'étendant jusqu'au moyeu de sorte à former un pont thermique.

[0008] Certaines caractéristiques préférées mais non limitatives du carter d'échappement selon le premier aspect sont les suivantes, prises individuellement ou en combinaison :

- le carter comprend au moins deux nervures, la paroi des bras comprenant une première paroi interne et une deuxième paroi interne, une première nervure étant fixée sur la première paroi interne et une deuxième nervure étant fixée sur la deuxième paroi interne ;
- le carter comprend au moins trois nervures ;
- chaque bras comprend au moins une nervure ;
- l'au moins une nervure s'étend au-delà du moyeu suivant une direction radiale à l'axe ;
- l'au moins une nervure s'étend également jusqu'à la virole, et peut s'étendre au-delà de la virole suivant une direction radiale à l'axe ;
- une conductivité thermique d'un matériau de l'au moins une nervure est supérieure à une conductivité thermique d'un matériau constitutif des bras ;
- l'au moins une nervure est rapportée et fixée sur la paroi interne d'un bras, par exemple par soudure ou brasage ;
- l'au moins une nervure est formée intégralement et en une seule pièce avec le bras correspondant, par exemple par fabrication additive ; et/ou
- une section de l'au moins une nervure est variable entre le moyeu et la virole externe.

[0009] Selon un deuxième aspect, l'invention propose un procédé de fabrication d'un carter d'échappement selon le premier aspect comprenant les étapes suivantes :

S2 : réaliser au moins une nervure dans un matériau dont la conductivité thermique est supérieure à la conductivité thermique du matériau constitutif du bras ; et

S3 : fixer l'au moins une nervure sur la paroi interne d'un bras de sorte que l'au moins une nervure s'étend jusqu'au moyeu et le cas échéant jusqu'à la virole.

[0010] Le procédé peut en outre comprendre, préalablement à l'étape S2, une étape S1 de fabrication de deux demi-coquilles correspondant respectivement à une paroi intrados et une paroi extrados du bras, l'étape S3 comprenant la fixation par brasage ou soudage de l'au moins une nervure sur la paroi interne des demi-coquilles, les demi-coquilles étant ensuite assemblées pour former le bras.

[0011] En variante, les étapes S2 et S3 sont réalisées simultanément par fabrication additive.

[0012] Selon un troisième aspect, l'invention propose une turbomachine, comprenant un carter d'échappement selon le premier aspect et un aéronef comprenant une telle turbomachine.

DESCRIPTION DES FIGURES

[0013] D'autres caractéristiques, buts et avantages de l'invention ressortiront de la description qui suit, qui est purement illustrative et non limitative, et qui doit être lue en regard des dessins annexés sur lesquels :

[0014] [Fig.1] La [Fig.1] illustre une vue d'ensemble d'un carter d'échappement ;

[0015] [Fig.2] La [Fig.2] illustre un bras d'un carter d'échappement selon un mode de réalisation de l'invention ;

[0016] [Fig.3] La [Fig.3] illustre une moitié d'un bras d'un carter d'échappement selon un mode de réalisation de l'invention ; et

[0017] [Fig.4] La [Fig.4] est un organigramme d'un exemple de procédé de fabrication d'un bras de carter d'échappement conforme à un mode de réalisation de l'invention.

[0018] Sur l'ensemble des figures, les éléments similaires portent des références identiques.

DESCRIPTION DETAILLEE DE L'INVENTION

[0019] Comme décrit ci-avant, une turbomachine comporte typiquement, d'amont en aval dans le sens de l'écoulement des gaz, une soufflante, un compresseur basse pression, un compresseur haute pression, une chambre de combustion, une turbine haute pression, une turbine basse pression et un carter d'échappement s'étendant globalement autour d'un axe longitudinal XX'.

[0020] Dans la présente demande, l'amont et l'aval sont définis par rapport au sens d'écoulement normal du gaz dans la turbomachine. La direction axiale correspond à la direction de l'axe XX' et une direction radiale est une direction perpendiculaire à cet axe XX' et passant par lui. Par ailleurs, la direction circonférentielle correspond à une direction perpendiculaire à l'axe XX' et ne passant pas par lui. Sauf précision contraire, interne (respectivement, intérieur) et externe (respectivement, extérieur), respectivement, sont utilisés en référence à une direction radiale de sorte que la partie ou la face interne d'un élément est plus proche de l'axe X que la partie ou la face externe du même élément.

[0021] *Carter d'échappement*

[0022] Le carter 1 d'échappement comprend un moyeu 2 coaxial avec l'axe longitudinal XX', une virole externe 3, coaxiale avec le moyeu 2, et un ensemble de bras 4 reliant mécaniquement le moyeu 2 et la virole externe 3.

[0023] Les bras 4 sont régulièrement répartis circonférentiellement autour du moyeu 2. Dans un mode de réalisation, les bras 4 s'étendent radialement entre le moyeu 2 et la virole

externe 3 du carter 1.

- [0024] Chaque bras 4 comprend de manière connue en soi un bord d'attaque, un bord de fuite, une paroi intrados et une paroi extrados. Le bord d'attaque est configuré pour s'étendre en regard de l'écoulement normal des gaz entrant dans la turbomachine. Il correspond à la partie antérieure d'un profil aérodynamique qui fait face au flux d'air et qui divise l'écoulement d'air en un écoulement d'intrados et en un écoulement extrados. Le bord de fuite quant à lui correspond à la partie postérieure du profil aérodynamique, où se rejoignent les écoulements intrados et extrados.
- [0025] Chaque bras 4 comprend une paroi interne 41, comprenant une paroi 41a coté intrados et une paroi 41b coté extrados, qui délimite un logement interne 40, visible par exemple sur la [Fig.2]. Les bras 4 sont donc creux. Dans un mode de réalisation, le logement interne 40 s'étend radialement du moyeu 2 jusqu'à la virole 3, sur toute la longueur du bras 4 correspondant.
- [0026] Afin de réduire les gradients thermiques et d'améliorer la tenue mécanique des bras 4, tout ou partie des bras 4 comprennent au moins une nervure 5 fixée sur la paroi interne 41 des bras 4 entre le moyeu 2 et la virole 3 de sorte à s'étendre en saillie de la paroi interne 41. Chaque nervure 5 s'étend jusqu'au moyeu 2. Dans une forme de réalisation, chaque nervure 5 s'étend également jusqu'à la virole 3. Ainsi, la nervure 5 permet de diffuser les calories accumulées dans les bras 4, plus chauds, vers le moyeu 2 et le cas échéant la virole 3, plus froids, en formant un pont thermique au sein des bras 4 qui facilite l'évacuation des calories, ce qui permet de réchauffer les zones plus froides que forment le moyeu 2 et la virole 3 et de refroidir la zone centrale des bras 5.
- [0027] Dans une forme de réalisation, chaque bras 4 comprend au moins une nervure 5, de préférence au moins deux ou trois nervures 5.
- [0028] Cette solution permet ainsi de réduire les contraintes thermiques dans le carter d'échappement, sans pour autant assouplir le carter 1 ni pénaliser sa tenue mécanique. De surcroît, les nervures 5 permettent de raidir le carter et donc d'améliorer la tenue des bras 4 sous chargement mécanique. Optionnellement, selon le nombre et l'épaisseur des nervures dans chaque bras, l'épaisseur de la paroi des bras pourrait être réduite afin de réduire la masse du carter d'échappement.
- [0029] Préférentiellement, chaque nervure 5 est par ailleurs réalisée dans un matériau dont la conductivité thermique est supérieure à la conductivité thermique du matériau constitutif du bras 4. Dans une forme de réalisation, la conductivité thermique du matériau constitutif de la nervure 5 est supérieure à celle du matériau constitutif des bras 4. Les nervures 5 peuvent par exemple être réalisées en métal, par exemple dans le même matériau que les bras 4.
- [0030] Préférentiellement, chaque bras 4 comprend une pluralité de nervures 5, de préférence encore, au moins trois nervures 5. Le cas échéant, les nervures 5 peuvent

être équiréparties sur la paroi interne 41a, 41b du bras 4. De préférence, une première nervure 5 est fixée sur la paroi interne 41a et une deuxième nervure 5 est fixée sur la paroi interne 41b. Au sein d'un même carter d'échappement, le nombre de nervures 5 peut être différent selon le type de bras 4. Certains bras 4 sont en effet plus épais pour des raisons de tenue mécanique, de sorte leur réponse thermique est donc différente.

- [0031] Le nombre, l'épaisseur et la disposition des nervures dans chaque bras 4 sont adaptés pour obtenir la meilleure diffusion de chaleur vers les extrémités des bras 4, en tenant compte des contraintes d'encombrement (espace disponible dans les bras 4) et de masse (résultant de l'ajout des nervures 5) des bras 4.
- [0032] Les nervures 5 s'étendent en saillie de la paroi interne 41 entre le moyeu 2 et la virole 3. Chaque nervure 5 s'étend de préférence radialement sur toute la longueur du logement interne 40. Aussi, chaque nervure 5 se situe préférentiellement à proximité du bord d'attaque des bras 4. Dans le cas où une pluralité de nervures 5 sont présentes dans chaque bras 4, les nervures 5 se répartissent de préférence à proximité du bord d'attaque des bras 4, le long des paroi intrados et extrados des bras 4.
- [0033] Afin d'augmenter les échanges thermiques entre les bras 4 et le moyeu 2 et la virole 3, les nervures 5 s'étendent jusqu'au moyeu 2 et jusqu'à la virole 3. Le cas échéant, afin d'augmenter encore l'efficacité des nervures et donc d'améliorer la dissipation de la chaleur dans les bras 4, les nervures 5 s'étendent au-delà du moyeu 2 et, le cas échéant, au-delà de la virole 3 (suivant une direction radiale à l'axe XX'). Les nervures 5 s'étendent alors en saillie de la paroi radialement interne du moyeu 2 et, le cas échéant, de la paroi radialement externe de la virole 3. Ces zones étant plus froides encore que le moyeu 2 et la virole 3, la dissipation thermique est encore plus efficace.
- [0034] Dans une forme de réalisation, les nervures 5 peuvent présenter toute forme adaptée. Par exemple, les nervures 5 peuvent présenter une section (dans un plan circonferentiel qui coupe la nervure 5) rectangulaire, hémicirculaire, en demi-ovale, etc.
- [0035] Le cas échéant, la section de la nervure 5 peut varier suivant la direction radiale, entre le moyeu 2 et la virole 3, afin de limiter des ajouts de masse inutiles tout en assurant l'optimisation des échanges thermiques.
- [0036] *Procédé de fabrication*
- [0037] Les nervures 5 et les bras 4 peuvent être fabriqués (étape S2) par tout moyen, pendant ou séparément de la fabrication des bras 4 (étape S1).
- [0038] Par exemple, les nervures 5 peuvent, être fabriquées séparément des bras 4, dans un matériau ayant une conductivité thermique plus élevée que celle du matériau constitutif des bras 4, puis, dans une étape S3, être rapportées et fixées par soudure ou brasage sur la paroi interne 41 des bras 4.
- [0039] Dans ce cas, dans une forme de réalisation, les bras 4 peuvent être fabriqués à partir de deux demi-coquilles assemblées par soudage (étape S1). Les nervures 5 peuvent

alors être soudées ou brasées sur une paroi interne d'une demi-coquille 41a ou 41b avant assemblage des demi-coquilles (étape S3).

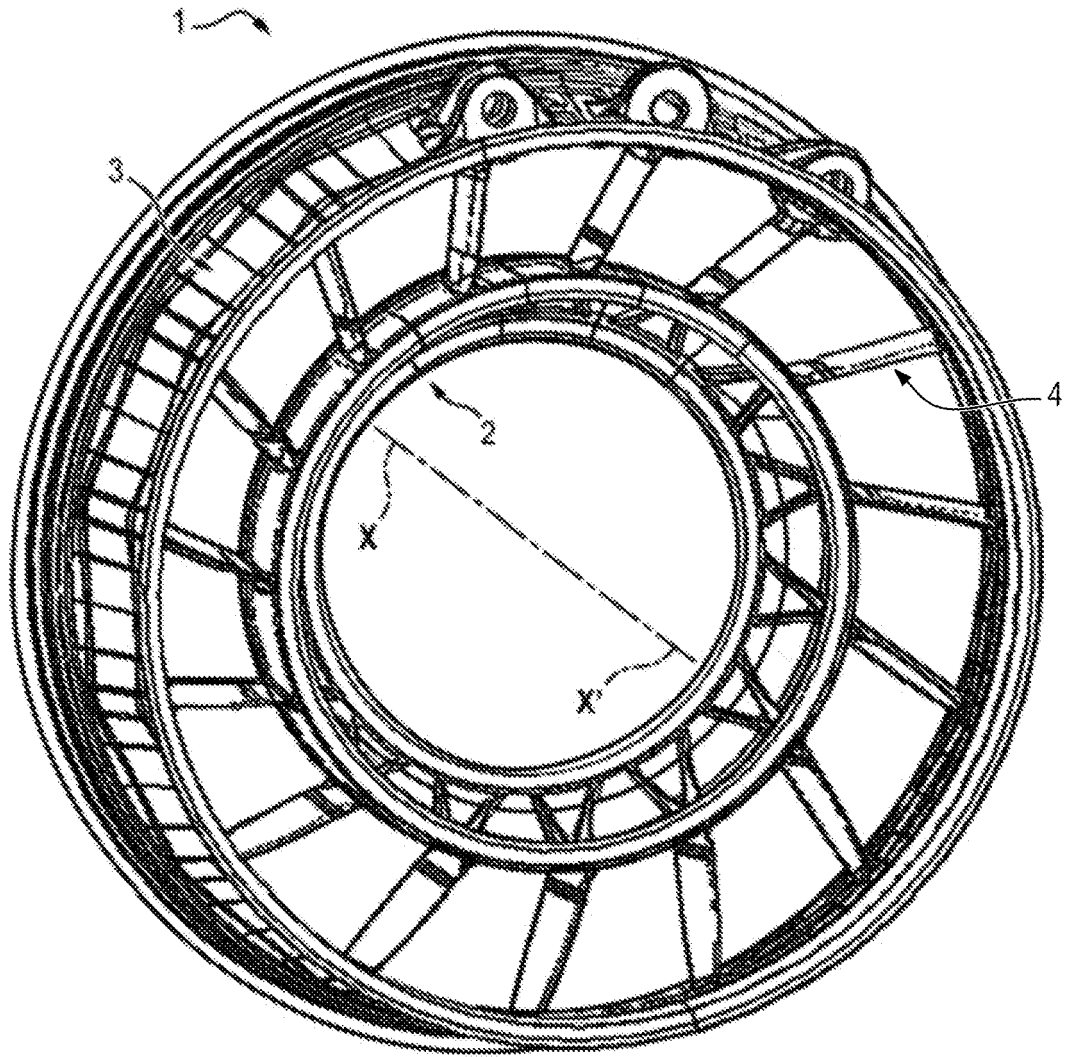
[0040] En variante, les nervures 5 peuvent être formées intégralement et en une seule pièce avec les bras 4, par exemple par fabrication additive LMD (acronyme anglais de Laser Metal Deposition, dépôt de métal par laser). La fabrication et la fixation des nervures 5 est alors simultanée à la fabrication des bras 4. Les étapes S1 à S3 du procédé de fabrication sont alors réalisées simultanément.

Revendications

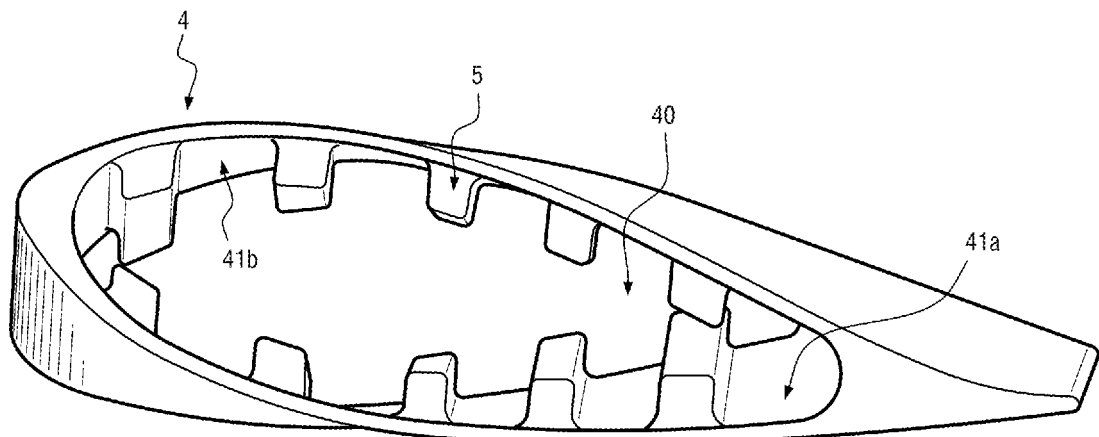
- [Revendication 1] Carter (1) d'échappement d'une turbomachine comprenant :
- un moyeu (2) centré sur un axe (XX') du carter (1) ;
 - une virole (3) s'étendant autour du moyeu (2) ;
 - une pluralité de bras (4) qui s'étendent du moyeu (2) à la virole (3), chaque bras (4) comprenant une paroi interne (41) délimitant un logement (40) s'étendant entre le moyeu (2) et la virole (3) ; et
 - au moins une nervure (5) fixée sur la paroi interne (41) d'au moins un bras (4), ladite nervure (5) s'étendant en saillie de la paroi interne (41) du bras (4) entre le moyeu (2) et la virole (3), l'au moins une nervure (5) s'étendant jusqu'au moyeu (2) de sorte à former un pont thermique.
- [Revendication 2] Carter (1) d'échappement selon la revendication 1, comprenant au moins deux nervures, de préférence au moins trois nervures (5), la paroi (41) des bras (4) comprenant une première paroi interne (41a) et une deuxième paroi interne (41b), une première nervure (5) étant fixée sur la première paroi interne (41a) et une deuxième nervure (5) étant fixée sur la deuxième paroi interne (41b).
- [Revendication 3] Carter (1) d'échappement selon l'une des revendications 1 et 2, dans lequel l'au moins une nervure (5) s'étend également jusqu'à la virole (3).
- [Revendication 4] Carter (1) d'échappement selon l'une des revendications 1 à 3, dans lequel l'au moins une nervure s'étend au-delà du moyeu suivant une direction radiale à l'axe (XX').
- [Revendication 5] Carter (1) d'échappement selon l'une des revendications 1 à 4, dans lequel une conductivité thermique d'un matériau de l'au moins une nervure (5) est supérieure à une conductivité thermique d'un matériau constitutif des bras (4).
- [Revendication 6] Carter (1) d'échappement selon l'une des revendications 1 à 5, dans lequel l'au moins une nervure (5) est rapportée et fixée sur la paroi interne (41) d'un bras (4), par exemple par soudure ou brasage.
- [Revendication 7] Carter (1) d'échappement selon l'une des revendications 1 à 5, dans lequel l'au moins une nervure (5) est formée intégralement et en une seule pièce avec le bras correspondant, par exemple par fabrication additive.
- [Revendication 8] Carter (1) d'échappement selon l'une des revendications 1 à 7, dans lequel une section de l'au moins une nervure (5) est variable entre le moyeu (2) et la virole externe (3).

- [Revendication 9] Procédé de fabrication d'un carter (1) d'échappement selon l'une des revendications 1 à 8 comprenant les étapes suivantes :
S2 : réaliser au moins une nervure (5) ; et
S3 : fixer l'au moins une nervure (5) sur la paroi interne (41) d'un bras (4) de sorte que l'au moins une nervure (5) s'étend jusqu'au moyeu (2) et le cas échéant jusqu'à la virole (3).
- [Revendication 10] Procédé de fabrication selon la revendication 9, comprenant en outre, préalablement à l'étape S2, une étape S1 de fabrication de deux demi-coquilles correspondant respectivement à une paroi intrados et une paroi extrados du bras (4), l'étape S3 comprenant la fixation par brasage ou soudage de l'au moins une nervure (5) sur la paroi interne des demi-coquilles, les demi-coquilles étant ensuite assemblées pour former le bras (4).
- [Revendication 11] Procédé de fabrication selon la revendication 9, dans lequel les étapes S2 et S3 sont réalisées simultanément par fabrication additive.
- [Revendication 12] Turbomachine, comprenant un carter (1) d'échappement selon l'une des revendications 1 à 8.

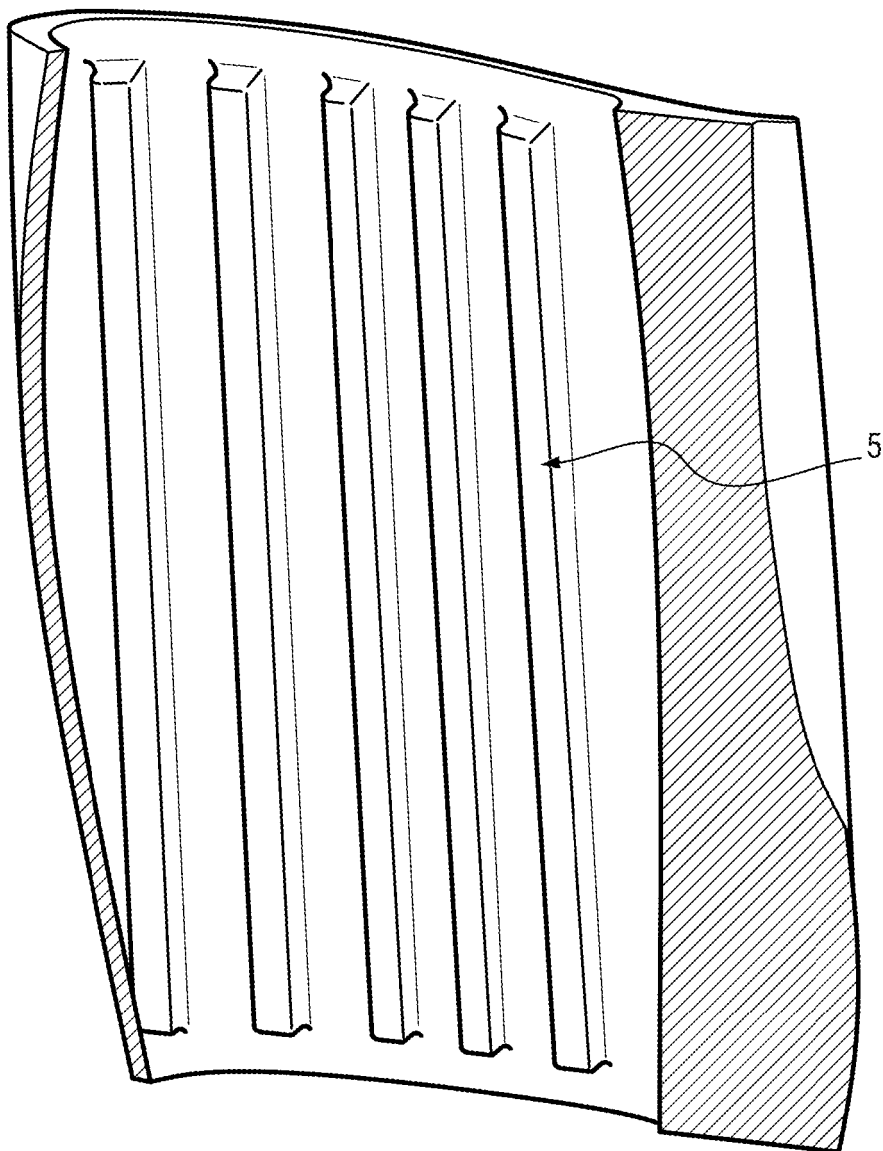
[Fig. 1]



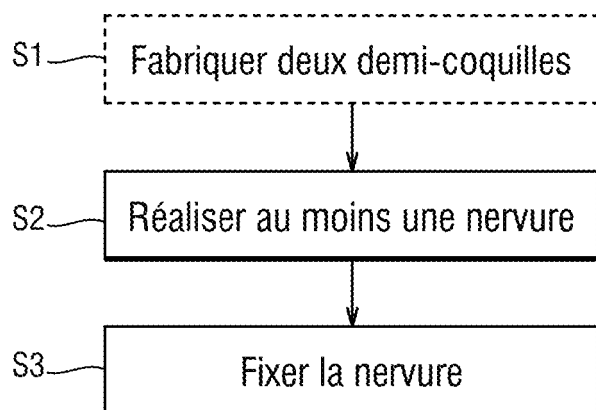
[Fig. 2]



[Fig. 3]



[Fig. 4]



**RAPPORT DE RECHERCHE
PRÉLIMINAIRE**

N° d'enregistrement
national

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

FA 897599
FR 2108485

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	EP 1 895 109 A2 (UNITED TECHNOLOGIES CORP [US]) 5 mars 2008 (2008-03-05)	1-3,5-12	F01D9/02 F01D25/12
A	* alinéas [0022] - [0024]; figures 1, 4 * -----	4	
X	US 7 632 064 B2 (UNITED TECHNOLOGIES CORP [US]) 15 décembre 2009 (2009-12-15)	1-3,5-12	
A	* colonne 3, ligne 60 - colonne 4, ligne 24; figures 1, 2 * -----	4	
A	US 2018/171810 A1 (JUNG SUNG CHUL [KR] ET AL) 21 juin 2018 (2018-06-21)	1-12	
	* figures 1, 4 * -----		
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)
			F01D
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
24 mars 2022		Rolé, Florian	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS			
X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 2108485 FA 897599**

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 **24-03-2022**
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	
EP 1895109	A2	05-03-2008	EP 1895109 A2	05-03-2008
			US 2008056888 A1	06-03-2008

US 7632064	B2	15-12-2009	EP 1898055 A2	12-03-2008
			US 2008056904 A1	06-03-2008

US 2018171810	A1	21-06-2018	EP 3339580 A1	27-06-2018
			JP 6542339 B2	10-07-2019
			JP 2018100666 A	28-06-2018
			KR 20180071780 A	28-06-2018
			US 2018171810 A1	21-06-2018
