

(19)



(11)

EP 2 402 615 A1

(12)

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(43) Date de publication:

04.01.2012 Bulletin 2012/01

(51) Int Cl.:

F04D 29/16 (2006.01)

F04D 29/54 (2006.01)

F04D 29/64 (2006.01)

F01D 9/04 (2006.01)

F01D 25/24 (2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **10167643.5**

(22) Date de dépôt: **29.06.2010**

(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 SE SI SK SM TR**

Etats d'extension désignés:

BA ME RS

(72) Inventeur: **Grelin, Hervé**

F-89340, VILLEBLEVIN (FR)

(74) Mandataire: **pronovem**

Office Van Malderen

Boulevard de la Sauvenière 85/043

4000 Liège (BE)

(71) Demandeur: **Techspace Aero S.A.**

4041 Milmort (BE)

(54) Architecture de redresseur de compresseur

(57) La présente invention se rapporte à un redresseur de turbomachine comportant une pluralité d'aubes statoriques (5) reliant une virole intérieure (4) à une virole extérieure (3), chacune desdites aubes (5) comportant une pale (11) et une plateforme en tête de pale (10), caractérisé en ce qu'il comporte une pièce intermédiaire

(6) disposée entre la virole intérieure (4) et la virole extérieure (3) et fixée à la virole extérieure (3), ladite pièce intermédiaire (6) comportant des ajours (14) pour le passage des pales des aubes (11) et lesdites plateformes d'aubes (10) venant reposer, d'un côté, sur la virole extérieure (3) et, d'un autre côté, sur la pièce intermédiaire (6).

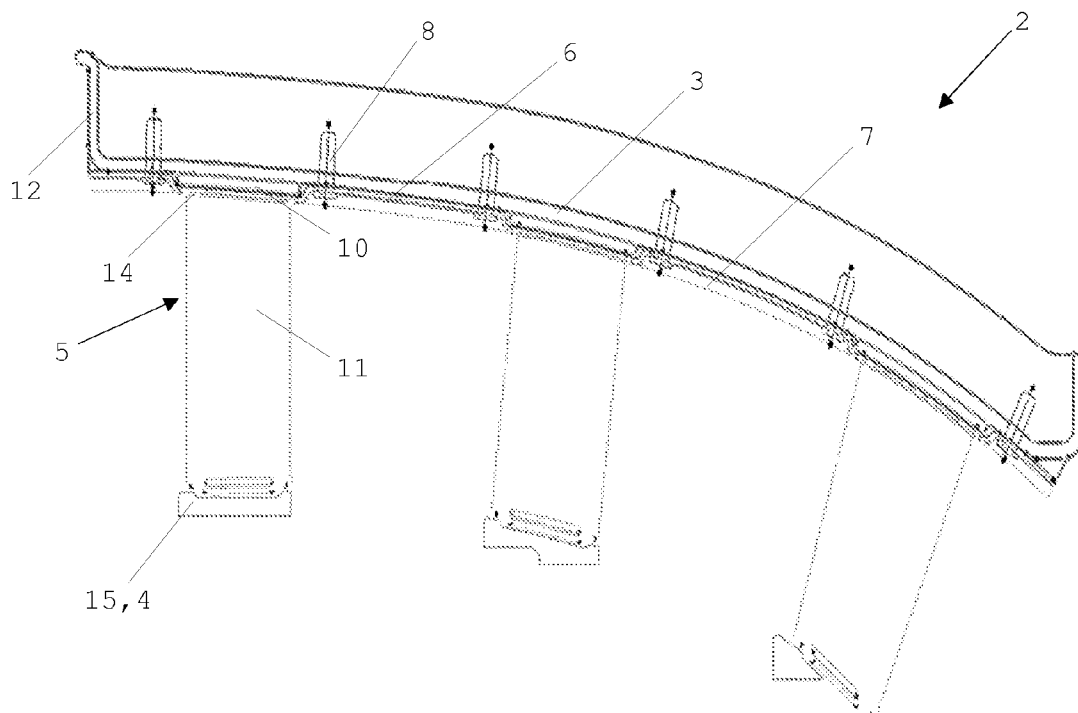


FIG. 3

Description

Objet de l'invention

[0001] La présente invention concerne le domaine des turbomachines. Elle se rapporte plus particulièrement à une architecture de redresseur dans un compresseur axial de turbomachine.

Etat de la technique

[0002] Les compresseurs axiaux sont bien connus en soi et sont utilisés entre autres dans les turbomachines.

[0003] Ces compresseurs basse ou haute pression comportent plusieurs étages d'aubes tournantes qui sont séparés par des étages redresseurs fixes qui ont pour but de repositionner le vecteur vitesse du fluide sortant de l'étage précédent avant de l'envoyer vers l'étage suivant.

[0004] Ces étages redresseurs sont constitués d'aubes fixes, encore appelées aubes statoriques, reliant une virole extérieure à une virole intérieure, toutes deux concentriques et délimitant la zone d'écoulement d'air ou veine aérodynamique. Le redresseur peut être composé d'un assemblage de plusieurs étages circulaires enfilés étage par étage ou peut être composé d'un ensemble monobloc intégrant directement plusieurs étages éventuellement via une technologie de demi-coquilles.

[0005] Selon l'état de la technique, les redresseurs de compresseur sont en matériau métallique (titane, acier ou aluminium) et les aubes au sein du redresseur sont essentiellement de matière et de profil unique sur un même étage. La virole extérieure assure l'essentiel des fonctions mécaniques. Les viroles intérieures sont quant à elles relativement souples, n'assurant en conséquence pas de fonction structurale et n'apportant que peu de raideur au système. Les aubes sont rapportées sur les viroles extérieures par diverses technologies d'assemblage (soudage, rivetage, boulonnage) et sont attachées aux viroles intérieures par un joint souple (communément de type silicone).

Buts de l'invention

[0006] La présente invention vise à fournir une solution qui permette de s'affranchir des inconvénients de l'état de la technique.

[0007] La présente invention vise plus particulièrement à fournir une architecture de redresseur plus rigide qu'une architecture conventionnelle tout en étant plus facilement démontable.

[0008] La présente invention a aussi pour objectif de fournir une architecture de redresseur rigidifiée permettant l'utilisation d'aubes statoriques réalisées selon des géométries et/ou avec des matériaux différents.

[0009] La présente invention vise aussi à fournir une architecture de redresseur rigidifiée sans introduire de perturbations aérodynamiques significatives au sein du

redresseur.

[0010] La présente invention a également pour objectif général de fournir une architecture de redresseur optimisant les requis de tenue mécanique, de raideur, de masse, de coût et de réparabilité.

[0011] La présente invention a aussi pour objectif de fabriquer des redresseurs aubagés à faible masse et faible coût pour tout compresseur constitué d'un assemblage de type stator proposé conjointement avec un rotor de type soit à disques aubagés monobloc, soit à tambour ou autre.

[0012] La présente invention a également pour but de séparer les fonctions d'interface avec les autres pièces (aube, abradable) assurées par la pièce intermédiaire des fonctions de tenue à la perte d'aube soufflante (fan blade out) assurées par la virole.

Résumé de l'invention

[0013] Un premier objet de la présente invention se rapporte à un redresseur de turbomachine comportant une pluralité d'aubes statoriques reliant une virole intérieure à une virole extérieure, chacune desdites aubes comportant une pale et une plateforme en tête de pale, caractérisé en ce qu'il comporte une pièce intermédiaire disposée entre la virole intérieure et la virole extérieure et fixée à la virole extérieure, ladite pièce intermédiaire comportant des ajours pour le passage des pales des aubes et lesdites plateformes d'aubes venant reposer, d'un côté, sur la virole extérieure et, d'un autre côté, sur la pièce intermédiaire.

[0014] Selon des modes particuliers de l'invention, le redresseur comporte au moins une ou une combinaison appropriée des caractéristiques suivantes:

- la pièce intermédiaire se présente sous forme d'une demi-coquille destinée à intégrer une pluralité d'étages d'aubes statoriques;
- la pièce intermédiaire comporte des zones disposées entre les étages d'aubes statoriques et destinées à recevoir les abradables de la virole extérieure;
- la fixation de la pièce intermédiaire à la virole extérieure s'effectue au niveau des abradables et/ou au niveau de brides d'assemblage entre viroles extérieures et/ou au niveau des plateformes des aubes;
- la fixation s'effectue au moyen d'éléments de fixation;
- ces éléments de fixation sont métalliques ou composites;
- ces éléments de fixation sont des rivets, des lockbolts, des boulons ou des clips;
- la fixation s'effectue par soudage;
- il peut en outre comporter un joint d'absorption de choc disposé entre la plateforme d'aube et la pièce intermédiaire et/ou entre la plateforme d'aube et la virole extérieure;
- le joint d'absorption se présente sous forme d'un de-

mi-anneau et comporte des ajours pour le passage des pales des aubes;

- les aubes statoriques peuvent être attachées rigide-ment à la virole intérieure au moyen d'éléments de fixation afin de conférer une rigidité accrue au redresseur;
- ces éléments de fixation sont métalliques ou composites;
- ces éléments de fixation sont des rivets, des lock-bolts, des boulons ou des clips;
- il comporte des aubes statoriques métalliques et/ou composites;
- il comporte des aubes statoriques de géométries dif-férentes;
- la virole extérieure et la pièce intermédiaire sont réa-lisées respectivement dans un matériau métallique ou composite.

[0015] Un second objet de la présente invention se rapporte à une turbomachine comportant un redresseur tel que décrit ci-dessus.

Breve description des figures

[0016] La figure 1 représente à gauche une vue sché-matique de la construction classique d'un redresseur se-lon l'état de l'art et représente à droite une vue schéma-tique de l'architecture avec porte-aube selon l'invention.

[0017] La figure 2 représente une vue schématique, et selon l'axe du moteur, du redresseur selon l'invention.

[0018] La figure 3 représente une vue en coupe par-tielle, et selon l'axe du moteur, du redresseur selon l'in-vention.

[0019] La figure 4 représente une vue tridimensionnel-le éclatée d'un mode d'exécution du redresseur selon l'invention, construit selon une technologie de demi-co-quilles.

Légende

[0020]

1. Architecture schématique classique d'un redres-seur selon l'état de la technique
2. Architecture schématique d'un redresseur selon l'invention
3. Virole extérieure
4. Virole intérieure
5. Aube statorique
6. Porte-redresseur, encore appelé porte-aube, piè-ce intermédiaire ou porte-virole
7. Abradable de la virole extérieure
8. Élément de fixation
9. Joint d'absorption de choc
10. Plateforme de l'aube en tête de pale
11. Pale de l'aube
12. Bride d'assemblage entre viroles extérieures
13. Zone dans le porte-aube destinée à recevoir

l'abradable de la virole extérieure

14. Ajour

15. Abradable de la virole intérieure

Description détaillée de l'invention

[0021] La présente invention se rapporte à une nou-velle architecture de redresseur de compresseur. Dans une construction classique 1, comme susmentionné et illustré schématiquement à gauche de la figure 1, la fonc-tion structurale est assurée par la seule virole extérieure 3. L'architecture selon la présente invention 2 est cons-tituée pour sa virole extérieure d'une virole structurale 3 et d'un porte-virole non structural 6, qu'on appellera aussi indifféremment porte-aube, porte-redresseur ou pièce in-termédiaire.

[0022] L'invention repose sur un dispositif de fixation entre les différents éléments. Chacun des étages du re-dresseur est constitué d'une combinaison d'aubes re-liées ensemble via le porte-redresseur en tête de stator, un porte-redresseur ou une virole intérieure en pied. La rigidité de l'ensemble est alors apportée en tête par la virole extérieure alors que la liaison entre les aubes est assurée par le porte-aube.

[0023] Le redresseur selon une forme d'exécution pré-férée de l'invention est construit selon une architecture de redresseur multi-étages via une technologie de demi-coquilles. Une vue schématique, une vue en coupe et une vue tridimensionnelle éclatée des différents élé-ments constituant le redresseur selon l'invention sont respectivement présentées sur les figures 2, 3 et 4. Le redresseur comporte la virole intérieure 4, la virole exté-rieure 3, la pièce intermédiaire 6, les aubes statoriques 5 et les éléments de fixation 8 pour lier la pièce intermé-diaire 6 et la virole extérieure 3. Selon la présente inven-tion, l'aube statorique 5 comporte une pale 11 et une plateforme en tête de pale 10, elle peut optionnellement comporter une plateforme en pied de pale.

[0024] Dans une architecture multi-étages, la pièce in-termédiaire 6 selon l'invention se présente avantageu-sément sous forme d'une demi-coquille intégrant, par exemple, trois étages redresseurs comme dans les exemples illustrés aux figures 3 et 4, et comporte des ajours 14 pour le passage des pales 11. La plateforme en tête de pale 10 vient alors d'un côté reposer sur la pièce intermédiaire 6 tandis que, de l'autre côté, elle re-pose sur la virole extérieure 3. Le porte-aube 6 comporte en outre des zones 13 disposées entre les étages re-dresseurs et destinées à recevoir les abradables 7 ha-bituellement déposés sur la virole extérieure 3. Préférer-tiellement, ces zones sont des logements tels qu'illustrés à la figure 2. Selon la présente invention, le contact entre la plateforme de l'aube et la virole extérieure d'une part, et entre la plateforme de l'aube et la pièce intermédiaire d'autre part, n'est pas nécessairement direct. Ainsi, un joint d'absorption de choc 9 peut être optionnellement disposé entre la plateforme de l'aube 10 et le porte-aube 6 et/ou entre la plateforme de l'aube 10 et la virole exté-

rieure 3. Avantageusement, le joint 9 se présente sous forme d'un demi-anneau et comporte des ajours 14 pour le passage des pales des aubes comme illustré à la figure 4.

[0025] La fixation entre le porte-aube 6 et la virole extérieure 3 peut s'effectuer au niveau des abradables 7 tel qu'illustré aux figures 2 et 3, et/ou au niveau des brides d'assemblage entre viroles extérieures 12 et/ou au niveau des plateformes des aubes 10. Elle s'effectue via des éléments de fixation 8 qui peuvent être métalliques (rivets, lockbolts, boulons, etc.) ou composites (comme par ex. des clips ...) ou par soudage.

[0026] Optionnellement, les aubes statoriques 5 peuvent être rigidement attachées à la virole intérieure 4 au moyen d'éléments de fixation tels que cités précédemment afin de rigidifier l'ensemble par la virole intérieure et ainsi conférer une rigidité accrue au redresseur (non représenté).

[0027] L'architecture rigidifiée selon la présente invention peut comporter des aubes statoriques de matières et/ou de géométries différentes. Ainsi, les aubes statoriques peuvent être réalisées dans un matériau composite ou métallique ou comporter un mélange des deux.

[0028] De même, la virole extérieure et le porte-aube peuvent être réalisés respectivement dans un matériau composite ou métallique.

Avantages de l'architecture de redresseur selon l'invention

[0029] Cette architecture a pour avantage de rigidifier l'ensemble des stators par leur virole extérieure, le porte-redresseur étant utilisé pour positionner les redresseurs et les maintenir en position (séparation des fonctions de rigidité et d'interface/positionnement). Le déplacement axial suivant l'axe moteur est réduit de par la rigidité du porte-aube et de la virole extérieure. L'intérêt du dispositif réside dans le fait qu'il est plus rigide qu'un montage conventionnel (pas ou peu d'ajours dans la virole extérieure) tout en étant plus facilement démontable. Il permet ainsi de réaliser des redresseurs complètement en composite mais permet également de monter de façon interchangeable des aubes composites, métalliques ou un mélange des deux. L'architecture rigidifiée selon la présente invention permet non seulement de combiner des aubes réalisées dans des matériaux différents mais également des aubes avec des géométries différentes. La combinaison des différentes aubes peut ainsi être optimisée selon les fonctions requises (aérodynamisme, raideur, tenue mécanique).

[0030] L'architecture rigidifiée selon l'invention comporte moins d'éléments de fixation qu'une architecture classique avec fixation par lockbolts ou rivets indépendante sur chaque aube.

[0031] Les redresseurs ainsi réalisés gagneront en masse par rapport à l'existant, de par l'utilisation de matériaux composites pour les aubages et pour les viroles extérieures ainsi que par la suppression d'un maximum

d'éléments de fixation.

[0032] Cette architecture sépare les fonctions structurales assurées par la virole extérieure de la fonction de liaison effectuée par le porte-aube. Cela permet une meilleure tolérance au dommage, la pièce la plus endommagée en cas d'impact (absorption de corps étrangers) étant alors le porte-aube et non la virole. Cela permet ainsi l'utilisation au maximum des technologies composites, le procédé et le matériau pouvant être sélectionnés au plus proche des besoins de chacune des pièces.

[0033] L'utilisation d'une pièce intermédiaire sous forme d'une demi-coquille intégrant plusieurs étages a pour avantage que les accidents géométriques générant des sur contraintes (ajours, abradables) sont absorbés par cette pièce intermédiaire (non structurale) et non par la virole extérieure (structurale). La virole extérieure peut ainsi être mieux dimensionnée pour la perte d'aube soufflante (fan blade out) de par une géométrie plus simple. L'architecture selon l'invention a aussi pour avantage que la virole extérieure et le porte-virole sont montés de façon rigide l'un par rapport à l'autre.

Une pièce intermédiaire sous forme d'un anneau complet ne peut être montée que si la virole extérieure demeure en demi-coquille car deux pièces annulaires ne peuvent pas être assemblées de façon rigide sans une déformation de l'une ou des deux pièces.

[0034] Ce système aisément montable et démontable favorise les aspects d'entretien en service tout en limitant le nombre d'éléments de fixation métallique. Un simple remplacement est ainsi beaucoup plus aisé que dans le cas des architectures actuelles les plus courantes (comme l'assemblage titane soudé).

[0035] Enfin, le coût de fabrication est limité grâce à un nombre restreint de pièces et un assemblage aisé ainsi qu'à une détection très en amont des non-conformités.

Revendications

1. Redresseur de turbomachine comportant une pluralité d'aubes statoriques (5) reliant une virole intérieure (4) à une virole extérieure (3), chacune desdites aubes (5) comportant une pale (11) et une plateforme en tête de pale (10), **caractérisé en ce qu'il** comporte une pièce intermédiaire (6) disposée entre la virole intérieure (4) et la virole extérieure (3) et fixée à la virole extérieure (3), ladite pièce intermédiaire (6) comportant des ajours (14) pour le passage des pales des aubes (11) et lesdites plateformes d'aubes (10) venant reposer, d'un côté, sur la virole extérieure (3) et, d'un autre côté, sur la pièce intermédiaire (6).
2. Redresseur selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la pièce intermédiaire (6) se présente sous forme d'une demi-coquille destinée à intégrer une pluralité d'étages d'aubes statoriques (5).

3. Redresseur selon la revendication 2, **caractérisé en ce que** la pièce intermédiaire (6) comporte des zones (13) disposées entre les étages d'aubes statoriques (5) et destinées à recevoir des abrasables (7) de la virole extérieure (3). 5
4. Redresseur selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la fixation de la pièce intermédiaire (6) à la virole extérieure (3) s'effectue au niveau des abrasables (7) et/ou au niveau de brides d'assemblage (12) entre viroles extérieures (3) et/ou au niveau des plateformes (10) des aubes. 10
5. Redresseur selon la revendication 4, **caractérisé en ce que** la fixation s'effectue au moyen d'éléments de fixation (8). 15
6. Redresseur selon la revendication 4, **caractérisé en ce que** la fixation s'effectue par soudage. 20
7. Redresseur selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'il** comporte en outre un joint d'absorption de choc (9) disposé entre la plateforme d'aube (10) et la pièce intermédiaire (6) et/ou entre la plateforme d'aube (10) et la virole extérieure (3). 25
8. Redresseur selon la revendication 7, **caractérisé en ce que** le joint d'absorption (9) se présente sous forme d'un demi-anneau et comporte des ajours (14) pour le passage des pales des aubes (11). 30
9. Redresseur selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** les aubes statoriques (5) sont attachées rigidement à la virole intérieure (4) au moyen d'éléments de fixation (8) afin de conférer une rigidité accrue au redresseur. 35
10. Redresseur selon la revendication 5 ou 9, **caractérisé en ce que** les éléments de fixation (8) sont métalliques ou composites. 40
11. Redresseur selon la revendication 10, **caractérisé en ce que** les éléments de fixation (8) sont des rivets, des lockbolts, des boulons ou des clips. 45
12. Redresseur selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'il** comporte des aubes statoriques (5) métalliques et/ou composites. 50
13. Redresseur selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'il** comporte des aubes statoriques (5) de géométries différentes. 55
14. Redresseur selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la virole extérieure (3) et la pièce intermédiaire (6) sont réalisées respectivement dans un matériau métallique ou composite.
15. Turbomachine comportant un redresseur selon l'une quelconque des revendications 1 à 14.

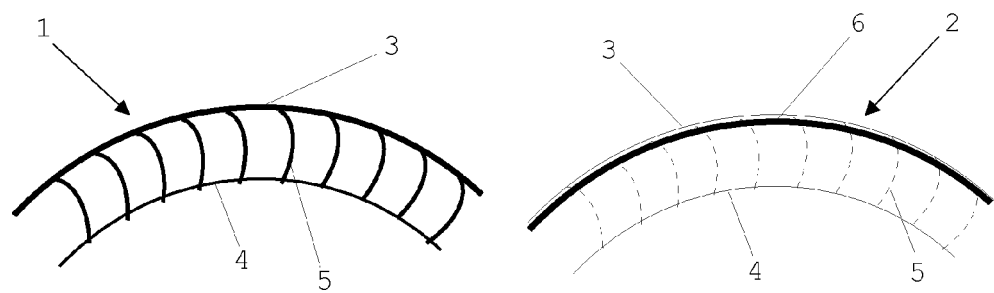


FIG. 1

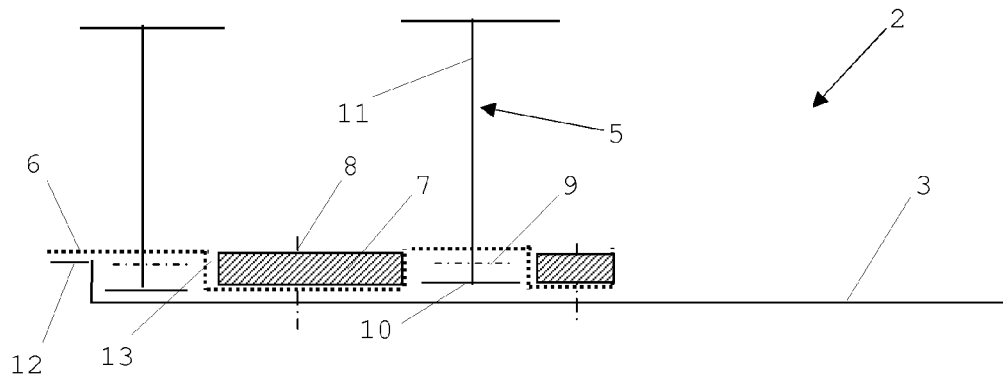


FIG. 2

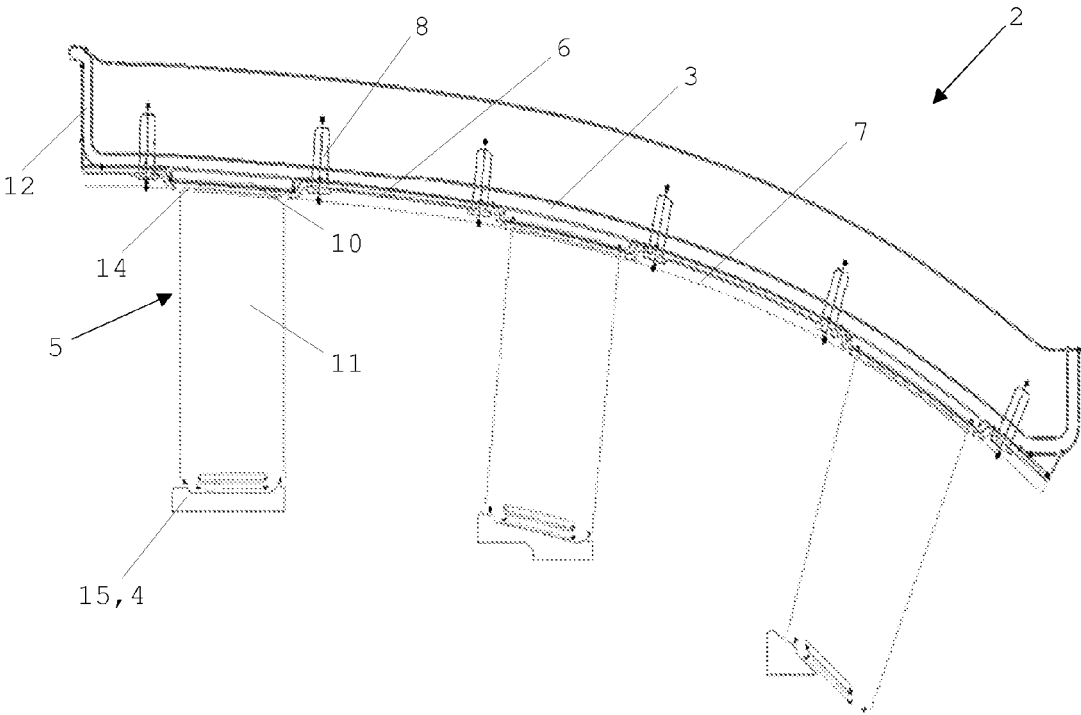


FIG. 3

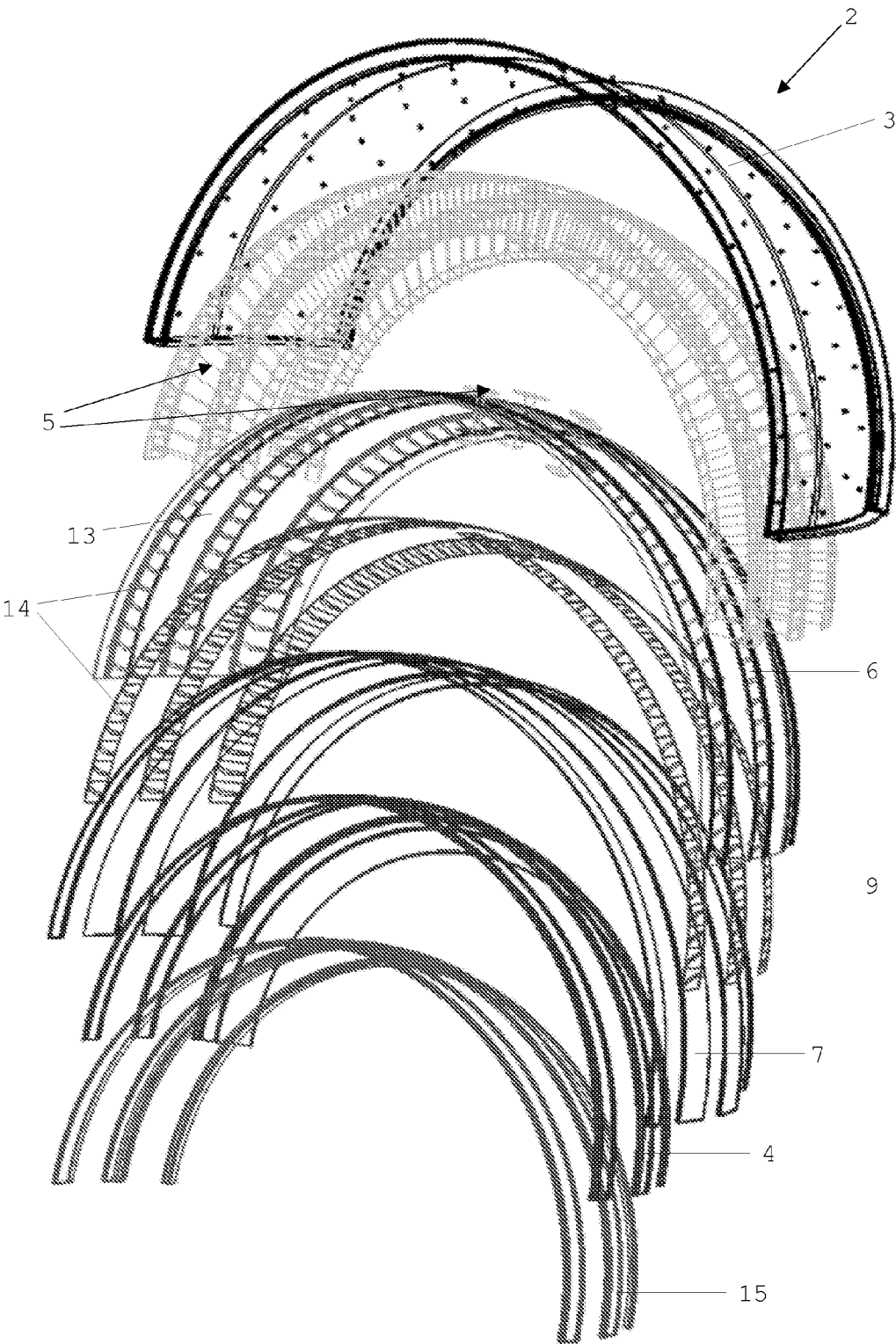


FIG. 4



RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande

EP 10 16 7643

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 3 070 353 A (WELSH HARVEY W) 25 décembre 1962 (1962-12-25) * le document en entier * * colonne 1, ligne 56 - colonne 2, ligne 9; figure 1 *	1-15	INV. F04D29/16 F04D29/54 F04D29/64 F01D9/04 F01D25/24
X	US 5 494 404 A (FURSETH JOHN P [US] ET AL) 27 février 1996 (1996-02-27) * figures 1,2 *	1	
X	EP 0 616 110 A1 (SNECMA [FR]) 21 septembre 1994 (1994-09-21) * abrégé; figure 2 *	1	
X	EP 2 075 413 A1 (TECHSPACE AERO [BE]) 1 juillet 2009 (2009-07-01) * figures 1c,2 *	1	
A	US 2003/206799 A1 (SCOTT JOHN M [GB]) 6 novembre 2003 (2003-11-06) * figure 3 *	1	
A	EP 0 219 445 A1 (UNITED TECHNOLOGIES CORP [US]) 22 avril 1987 (1987-04-22) * figure 3 *	1	F04D F01D
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche La Haye		Date d'achèvement de la recherche 29 novembre 2010	Examineur Ingelbrecht, Peter
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	

EPO FORM 1503 03.02 (P04C02)

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

EP 10 16 7643

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche européenne 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.

29-11-2010

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 3070353	A	25-12-1962	GB 867759 A	10-05-1961
US 5494404	A	27-02-1996	WO 9517584 A1	29-06-1995
			US 5547342 A	20-08-1996
			US 5569019 A	29-10-1996
EP 0616110	A1	21-09-1994	DE 69400194 D1	27-06-1996
			DE 69400194 T2	28-11-1996
			FR 2702242 A1	09-09-1994
			US 5429479 A	04-07-1995
EP 2075413	A1	01-07-2009	US 2009169375 A1	02-07-2009
US 2003206799	A1	06-11-2003	GB 2388161 A	05-11-2003
EP 0219445	A1	22-04-1987	DE 3663838 D1	13-07-1989
			JP 1997475 C	08-12-1995
			JP 7013444 B	15-02-1995
			JP 62085103 A	18-04-1987
			US 4655682 A	07-04-1987

EPO FORM P0480

Pour tout renseignement concernant cette annexe : voir Journal Officiel de l'Office européen des brevets, No.12/82