(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) **EP 2 264 284 B1**

(12) **FASCICULE DE BREVET EUROPEEN**

(45) Date de publication et mention de la délivrance du brevet:
28.01.2015 Bulletin 2015/05

(51) Int Cl.:
F01D 9/04 *(2006.01)* ***F04D 29/54*** *(2006.01)*

(21) Numéro de dépôt: **09163148.1**

(22) Date de dépôt: **18.06.2009**

(54) **Procédé de fabrication d'aubes integrées dans une virole et redresseur obtenu selon le procédé**

Verfahren zur Herstellung eines Leitschaufelkranzes und ein nach diesem Verfahren erhaltener Gleichrichter

Method for manufacturing vanes built into a shroud ring and stator ring obtained according to the method

(84) Etats contractants désignés:
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 TR

(43) Date de publication de la demande:
22.12.2010 Bulletin 2010/51

(73) Titulaire: **Techspace Aero S.A.**
4041 Milmort (BE)

(72) Inventeurs:
- **Baldewijns, Benoit**
  4280, Hannut (BE)
- **Penalver Castro, Enrique**
  4633, Soumagne (BE)

(74) Mandataire: **Pronovem**
Office Van Malderen
Parc d'affaires Zénobe Gramme- bâtiment K
Square des Conduites d'Eau 1-2
4020 Liège (BE)

(56) Documents cités:
EP-A- 0 602 631
EP-A- 1 317 987
WO-A-2008/000014

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).

EP 2 264 284 B1

Printed by Jouve, 75001 PARIS (FR)

Description

Objet de l'invention

[0001] La présente invention se rapporte à un procédé de fabrication d'un redresseur dans une turbomachine.
[0002] Elle se rapporte plus particulièrement à un procédé de fabrication de viroles extérieures composites avec aubes intégrées.
[0003] Elle se rapporte également au redresseur obtenu selon le procédé.

Etat de la technique

[0004] Les compresseurs axiaux sont bien connus en soi et sont utilisés entre autres dans les turbomachines.
[0005] Ces compresseurs basse ou haute pression comportent plusieurs étages d'aubes tournantes qui sont séparés par des étages redresseurs qui ont pour but de repositionner le vecteur vitesse du fluide sortant de l'étage précédent avant de l'envoyer vers l'étage suivant.
[0006] Ces étages redresseurs sont constitués essentiellement 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. A titre explicatif, la figure 1 montre une coupe d'une partie d'un compresseur de turbomachine où l'on peut voir les aubes statoriques fixées aux viroles intérieures et extérieures (cf. légende).
[0007] Les aubes statoriques comportent généralement une plate-forme qui est fixée à la virole extérieure par rivetage, soudage, boulonnage, collage, etc. Des exemples d'assemblage par rivets (US 6,543,995 A) et boulons (EP 1 936 121 A) sont respectivement illustrés aux figures 2a et 2b.
[0008] L'assemblage par rivets, boulons, etc. a pour inconvénient de nécessiter le perçage d'ouvertures dans la virole pour le passage des éléments de fixation, ce qui entraine une diminution de la résistance structurelle de la virole.
[0009] L'assemblage par soudage (par ex. par faisceau d'électrons ou par faisceau laser) présente également des inconvénients. Il est connu que le soudage engendre, dans la zone affectée thermiquement (ZAT), une dégradation des propriétés mécaniques. Il faut en conséquence éviter de placer dans ces zones fragilisées tout élément engendrant des concentrations de contraintes. Dans le cas particulier d'un compresseur basse pression (ou booster), il faut éviter de placer dans ces zones les brides d'assemblage des viroles extérieures (cf.1 dans fig.1 et fig.2b). Pratiquement, il est donc nécessaire d'éloigner les brides de ces zones, il en résulte un allongement de la longueur du compresseur basse pression.
[0010] On connaît également du document EP 0 602 631 A un assemblage d'aubes statoriques à une virole où les aubes statoriques sont insérées dans des ouvertures pratiquées dans la virole et où ensuite les segments d'extrémité des aubes sont chauffés pour être repliés contre la surface de la virole et reliés à cette dernière par une colle, de manière autocollante par apport de chaleur, par des vis, par des rivets ou par des goujons.

Buts de l'invention

[0011] La présente invention vise à fournir une solution qui permette de s'affranchir des inconvénients de l'état de la technique.
[0012] La présente invention vise en particulier à réaliser un assemblage entre aubes et viroles n'affaiblissant pas la résistance mécanique de la virole.

Principaux éléments caractéristiques de l'invention

[0013] La présente invention se rapporte à un procédé de fabrication d'un redresseur de turbomachine comportant une virole extérieure et une pluralité d'aubes statoriques, lesdites aubes comportant une plate-forme et une pale, **caractérisé en ce que** ledit procédé comporte au moins les étapes suivantes :

a) -on drape des premiers plis sur un noyau comportant des ajours et ayant la forme de la veine aérodynamique ; lesdits premiers plis étant pré-incisés et drapés de sorte que lespré-incisions sont placées en regard des ajours du noyau ou lesdits premiers plis étant incisés après drapage selon des incisions placées en regard des ajours du noyau ;
b) -on insère les pales des aubes ou, alternativement, les pales des préformes d'aubes, à travers les pré-incisions ou les incisions des premiers plis et les ajours du noyau ;
c) -on drape des derniers plis au-dessus des plate-formes formant ainsi une préforme de redresseur ;
d) -on injecte une résine dans un moule fermé contenant la préforme et on polymérise la préforme imprégnée de résine ;
e) -on sort du moule une pièce moulée présentant sensiblement la forme et les dimensions dudit redresseur.

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

- l'aube est en matériau composite ou métallique ;
- la préforme d'aube est également injectée par la résine dans l'étape d) ;
- on dispose côte à côte les plate-formes des aubes dans l'étape b) ;
- les premiers et derniers plis comprennent du tissu en fibres de carbone.

[0015] La présente invention se rapporte également à un redresseur de turbomachine obtenu au moyen du procédé tel que décrit ci-dessus.

Brève description des figures

[0016] La figure 1, déjà mentionnée, représente une vue en coupe d'une partie d'un compresseur de turbomachine.

[0017] Les figures 2a et 2b, déjà mentionnées, représentent respectivement une vue tridimensionnelle et une vue en coupe d'exemples d'assemblage entre aubes statoriques et virole extérieure selon l'état de l'art.

[0018] La figure 3 représente une vue tridimensionnelle de l'insertion des aubes statoriques lors du drapage de la virole extérieure selon l'invention.

[0019] La figure 4 représente une vue en coupe correspondant à l'assemblage de la figure 3.

Légende :

[0020]

(1) Bride d'assemblage entre viroles extérieures
(2) Aubes fixes ou stotoriques
(3) Aubes rotoriques
(4) Virole intérieure
(5) Virole extérieure
(6) Abradable
(7) Premiers plis drapés
(8) Incision dans les premiers plis
(9) Plate-forme de l'aube statorique
(10) Derniers plis drapés
(11) Rayon de raccordement entre la pale et la plate-forme de l'aube statorique
(12) Pale de l'aube statorique

Description détaillée de l'invention

[0021] La présente invention concerne un procédé de fabrication d'un redresseur de turbomachine et, plus particulièrement, un procédé de fabrication d'une virole extérieure composite avec aubes intégrées. Dans la présente invention, la virole extérieure est obtenue par la méthode de drapage et les aubes ou préformes d'aubes sont insérées lors du drapage entre les plis.

[0022] Le procédé selon l'invention comporte au moins six étapes (voir fig.3 et fig.4). Une première étape a) consiste à draper les premiers plis 7 sur un noyau comportant des ajours et ayant la forme de la veine aérodynamique (non représenté). Les premiers plis sont incisés selon une incision 8 placée en regard de l'ajour du noyau. Les premiers plis 7 peuvent également être pré-incisés. A titre d'exemple, les plis peuvent être constitués de tissu en fibres de carbone. Dans une seconde étape b), les aubes et, plus particulièrement, les pales 12 d'aubes sont insérées au travers des incisions 8 des premiers plis 7 et des ajours du noyau dans le sens de la flèche représentée à la figure 4. Selon la présente invention, les incisions et ajours sont espacés de façon à disposer côte à côte, c'est-à-dire de manière jointive, les plate-formes comme illustré par les pointillés dans la figure 3. Les aubes peuvent être des préformes sèches destinées ultérieurement à être injectées par une résine, ou bien des aubes composites ou encore des aubes métalliques. Ensuite, dans l'étape c), les derniers plis 10 sont drapés au-dessus des plate-formes 9 d'aubes pour compléter la préforme du redresseur. Dans l'étape d), une résine est injectée dans un moule fermé contenant la préforme et la préforme imprégnée est polymérisée. Dans le cas où l'aube insérée est une préforme sèche, cette dernière est également injectée par la résine. Une dernière étape e) consiste ensuite à ouvrir le moule et démouler le redresseur ainsi réalisé.

Avantages du procédé selon l'invention

[0023]

- La veine aérodynamique ne présente aucun défaut car une grande partie du rayon de raccordement pale/plate-forme 11 se trouve dans l'épaisseur de la virole ; cela permet de minimiser les perturbations au niveau aérodynamique.
- Les plate-formes sont jointives entre elles pour assurer le calage angulaire ainsi qu'une meilleure tenue mécanique.
- Le montage est simplifié car il n'y a pas besoin d'éléments de fixation tels que rivets, boulons, etc.
- L'absence de soudure ne demande pas l'éloignement des brides de la zone d'assemblage plate-forme/virole et, par conséquent, permet de réduire la longueur du compresseur basse pression.
- Le procédé selon l'invention permet la réalisation de viroles extérieures et aubes en composite ce qui engendre un gain de masse d'environ 13% par rapport à un assemblage soudé entre viroles extérieures et aubes réalisées respectivement en titane.

Revendications

1. Procédé de fabrication d'un redresseur de turbomachine comportant une virole extérieure (5) et une pluralité d'aubes statoriques (2), lesdites aubes comportant une plate-forme (9) et une pale (12), **caractérisé en ce que** ledit procédé comporte au moins les étapes suivantes :

   a) on drape des premiers plis (7) sur un noyau comportant des ajours et ayant la forme de la veine aérodynamique ; lesdits premiers plis (7) étant pré-incisés et drapés de sorte que les pré-incisions sont placées en regard des ajours du noyau ou lesdits premiers plis (7) étant incisés après drapage selon des incisions (8) placées en regard des ajours du noyau ;
   b) on insère les pales (12) des aubes ou, alternativement, les pales (12) des préformes d'aubes, à travers les pré-incisions ou incisions

(8) des premiers plis (7) et les ajours du noyau ;
c) on drape des derniers plis (10) au-dessus des plate-formes (9) formant ainsi une préforme de redresseur ;
d) on injecte une résine dans un moule fermé contenant la préforme et on polymérise la préforme imprégnée de résine ;
e) on sort du moule une pièce moulée présentant sensiblement la forme et les dimensions dudit redresseur.

2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** l'aube est en matériau composite ou métallique.

3. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la préforme d'aube est également injectée par la résine dans l'étape d).

4. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'**on dispose côte à côte les plate-formes (9) des aubes dans l'étape b).

5. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que**, les premiers (7) et derniers plis (10) comprennent du tissu en fibres de carbone.

6. Redresseur de turbomachine obtenu au moyen du procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung eines Gleichrichters eines Turbotriebwerks, der eine äußere Zwinge (5) und eine Vielzahl von Statorschaufeln (2) aufweist, wobei die Schaufeln eine Plattform (9) und ein Blatt (12) aufweisen, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Verfahren mindestens die folgenden Schritte aufweist:

a) Drapieren der ersten Schichten (7) auf einem Kern, der Durchbrüche aufweist und die Form der aerodynamischen Strömung hat, wobei die ersten Schichten (7) voreingeschnitten und derart drapiert sind, dass die Voreinschnitte gegenüber den Durchbrüchen des Kerns platziert sind oder die ersten Schichten (7) nach dem Drapieren gemäß Einschnitten (8), die gegenüber Durchbrüchen des Kerns platziert sind, eingeschnitten werden,
b) Einführen der Blätter (12) der Schaufeln oder, alternativ, der Blätter (12) der Schaufelvorformen durch die Voreinschnitte oder Einschnitte (8) der ersten Schichten (7) und die Durchbrüche des Kerns,
c) Drapieren der letzten Schichten (10) auf den Plattformen (9), die damit eine Gleichrichter-Vorform bilden,
d) Einspritzen eines Harzes in eine geschlossene Form, die die Vorform enthält, und Polymerisieren der mit Harz getränkten Vorform,
e) Herausnehmen eines Formteils aus der Form, das etwa die Form und die Abmessungen des Gleichrichters aufweist.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schaufel aus Verbund- oder metallischem Material ist.

3. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schaufelvorform ebenfalls von dem Harz in Schritt d) eingespritzt wird.

4. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Plattformen (9) der Schaufeln in Schritt b) nebeneinander angeordnet werden.

5. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die ersten (7) und letzten Schichten (10) Gewebe aus Karbonfaser umfassen.

6. Gleichrichter eines Turbotriebwerks, der anhand des Verfahrens nach einem der vorangehenden Ansprüche hergestellt wird.

Claims

1. A method for manufacturing a turbomachine rectifier comprising an outer ring (5) and a plurality of stator vanes (2), said vanes comprising a platform (9) and a blade (12), **characterized in that** said method comprises at least the following steps:

a) first folds (7) are draped on a core with openings and in the form of the aerodynamic flow; said first folds (7) being precut and draped so that the precuts are placed opposite the openings of the core or said first folds (7) being cut after draping along incisions (8) placed opposite the openings of the core;
b) the blades (12) of the vanes or, alternatively, the blades (12) of the vane preforms, are inserted through the precuts or incisions (8) of the first folds (7) and the openings of the core;
c) last folds (10) are draped above the platforms (9), thus forming a rectifier preform;
d) a resin is injected into a closed mold containing the preform and the resin-impregnated preform is polymerized;
e) a molded piece having substantially the shape and dimensions of said rectifier is retrieved from

the mold.

2. The method according to Claim 1, **characterized in that** the vane is made of a composite or metal material.

3. The method according to Claim 1, **characterized in that** the vane preform is also injected by the resin in step d) .

4. The method according to any one of the preceding claims, **characterized in that** the platforms (9) of the vanes are positioned side by side in step b).

5. The method according to any one of the preceding claims, **characterized in that** the first (7) and last (10) folds comprise carbon fiber fabric.

6. A turbomachine rectifier obtained by means of the method according to any one of the preceding claims.

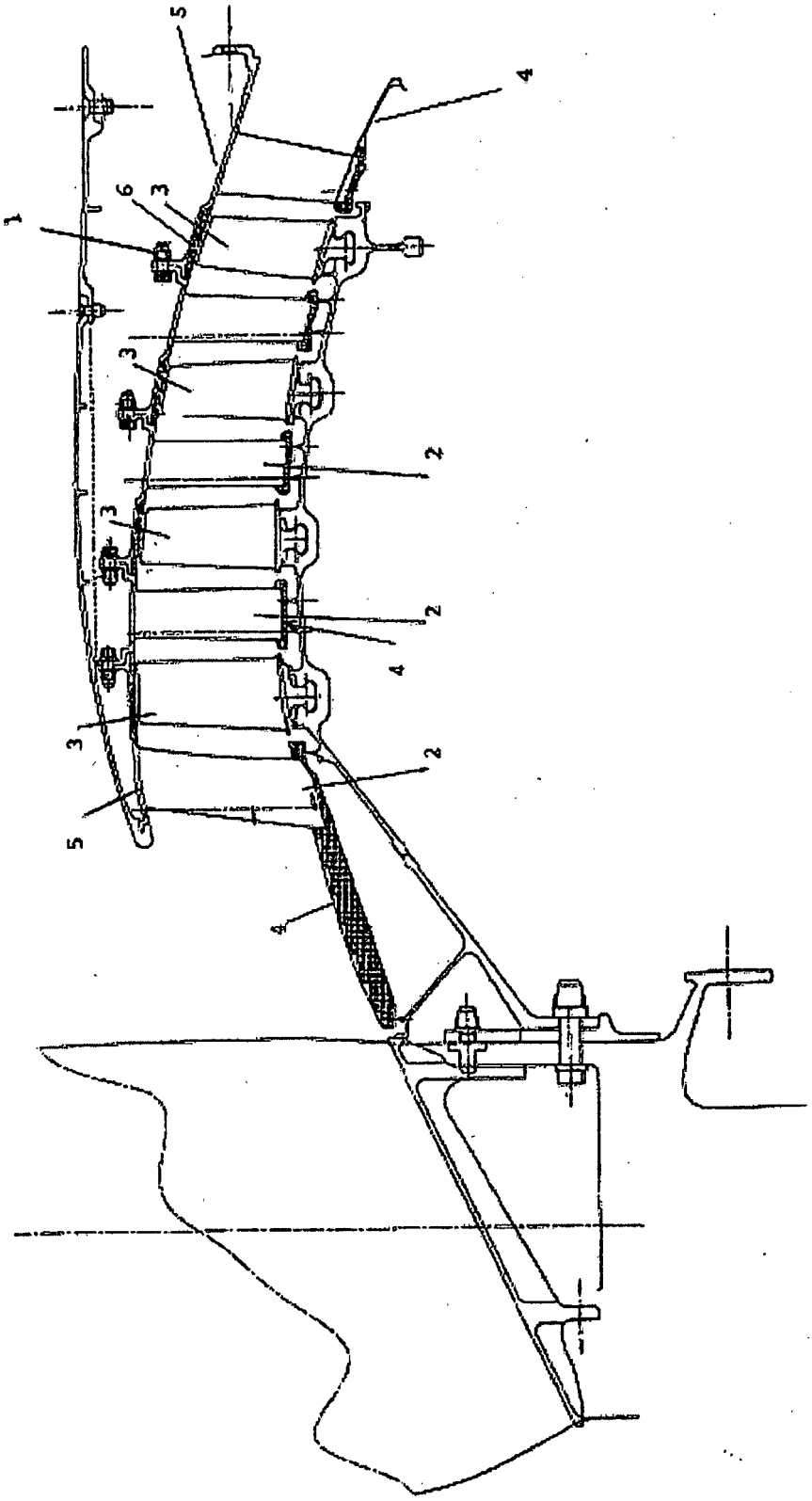
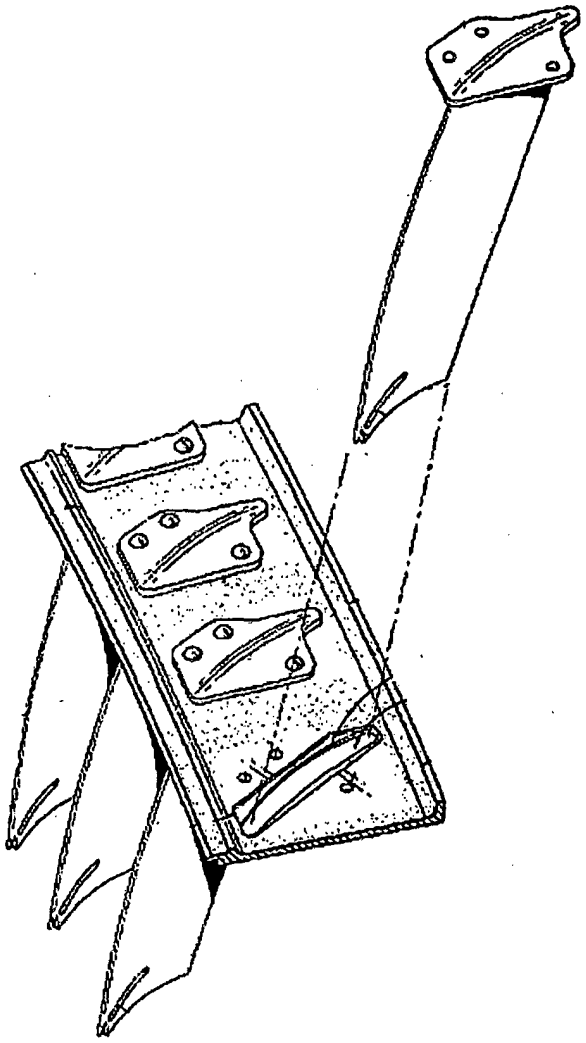
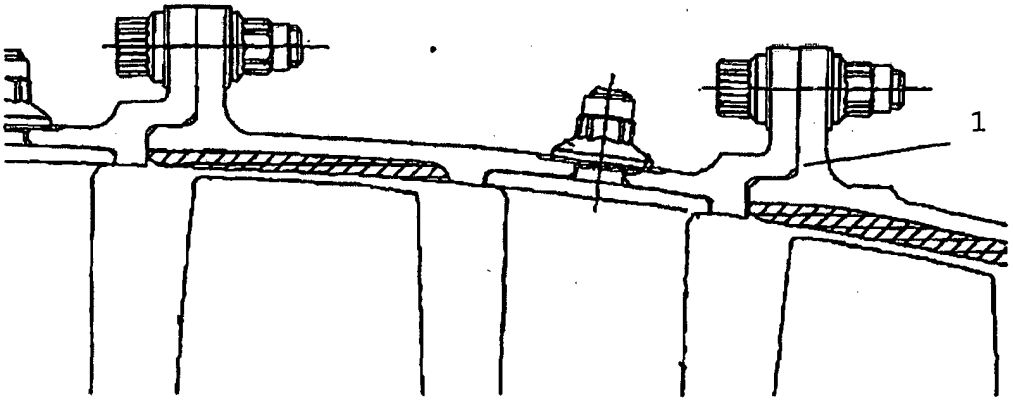


FIG.1



(a)



(b)

FIG. 2

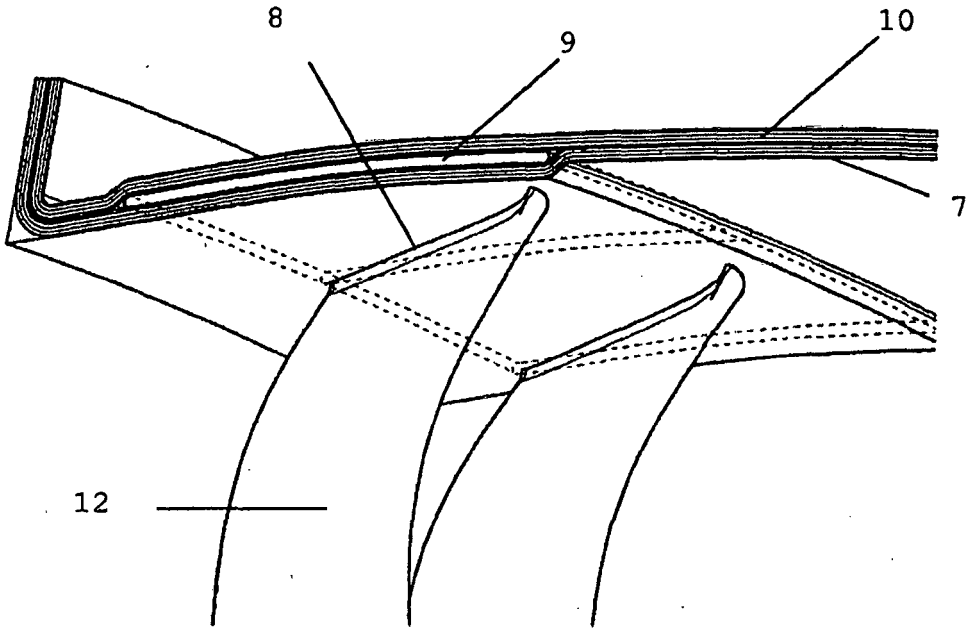


FIG. 3

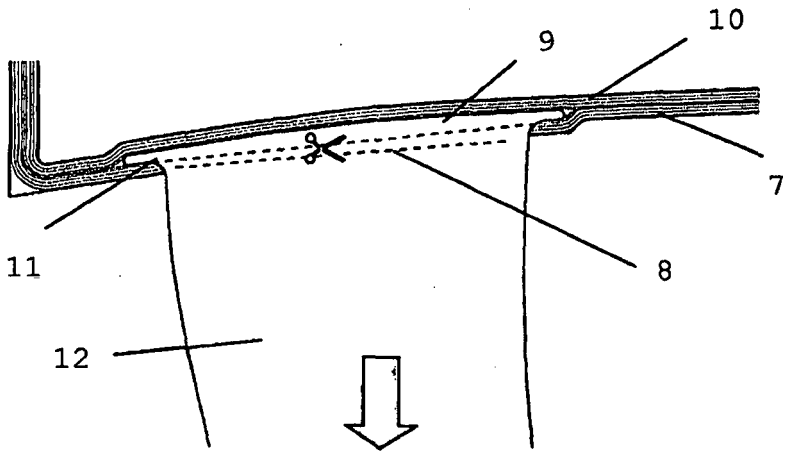


FIG. 4

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 6543995 A **[0007]**
- EP 1936121 A **[0007]**
- EP 0602631 A **[0010]**