



(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(43) Date de publication:
07.07.2010 Bulletin 2010/27

(51) Int Cl.:
F01D 9/04 (2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **08173011.1**

(22) Date de dépôt: **29.12.2008**

(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 MT NL NO PL PT RO SE SI SK TR
Etats d'extension désignés:
AL BA MK RS

(71) Demandeur: **Techspace Aero**
4041 Milmort - Herstal (BE)

(72) Inventeurs:
• **Turi, Gabriel**
4020 Liège (BE)
• **Biemar, Guy**
4671 Blegny Saive (BE)

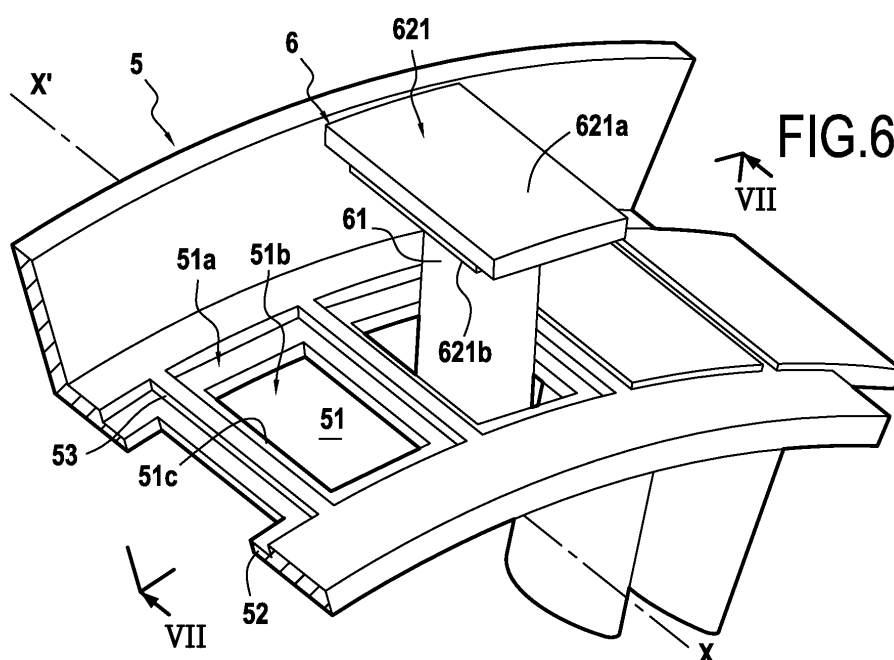
(74) Mandataire: **Cardy, Sophie Marie et al**
Cabinet Beau de Loménie
158, rue de l'Université
75340 Paris Cedex 07 (FR)

(54) **Ensemble pour étage redresseur d'une turbomachine, comprenant une virole extérieure et au moins une aube fixe**

(57) L'invention concerne un ensemble pour étage redresseur d'une turbomachine, comprenant :
- une virole extérieure (5) présentant une série d'ouvertures (51) pour le montage de chaque aube (6) fixe par soudage entre le bord d'une ouverture (51) et le contour de la plateforme (621) de l'aube, le contour du tronçon extérieur (51a) d'une ouverture (51) entourant, en projection radiale, le contour du tronçon intérieur (51b), la virole (5) ne comprenant pas d'autre perçage, et

-au moins une aube (6) fixe dont le sommet comporte une plateforme (621) non percée reçue dans une desdites ouvertures (51) préalablement à l'étape de soudage de sorte qu'une face intérieure de la plateforme (621) est en appui contre une face d'appui (51c) de la virole (5), le contour de la plateforme (621) présentant une forme identique à celle du contour de l'ouverture (51).

Application à l'étage redresseur d'un compresseur axial ou d'une turbine de turbomachine.



Description

[0001] L'invention concerne une aube fixe et la virole extérieure d'un étage redresseur (ou étage statorique) d'une turbomachine telle qu'un turboréacteur ou turbo-propulseur, la virole formant un carter supportant des séries d'aubes fixes entre lesquelles sont disposées des séries d'aubes mobiles en rotation autour d'un axe longitudinal, notamment pour un compresseur axial ou une turbine utilisé(e) dans un turboréacteur d'aviation.

[0002] Dans le présent texte, on appelle axe de la turbomachine, l'axe de rotation du rotor de la turbomachine. La direction axiale correspond à la direction de l'axe de la turbomachine et une direction radiale est une direction perpendiculaire à cet axe. De même, un plan axial est un plan contenant l'axe de la turbomachine, un plan transversal est un plan perpendiculaire à cet axe et un plan radial est un plan perpendiculaire aux deux autres. Egalement, les adjectifs « intérieur » et « extérieur » sont utilisés en référence à une direction radiale de sorte que la partie ou la face (radialement) intérieure d'un élément est plus proche de l'axe de la turbomachine que la partie ou la face (radialement) extérieure du même élément.

[0003] La présente invention porte également sur un ensemble pour étage redresseur d'un compresseur axial, comprenant une virole extérieure et au moins une aube fixe, un compresseur axial fonctionnant à basse ou haute pression comportant un tel ensemble et la turbomachine comprenant un tel compresseur axial, une turbine comportant un tel ensemble et la turbomachine comprenant une telle turbine.

[0004] L'invention se rapporte également à un étage redresseur pour un compresseur axial comprenant au moins un ensemble tel que présenté précédemment, un compresseur axial comprenant un tel étage redresseur ainsi qu'une turbomachine comprenant un tel compresseur axial, une turbine comportant un tel étage redresseur et la turbomachine comprenant une telle turbine.

[0005] Egalement, la présente invention se rapporte au procédé de montage par soudage entre une virole extérieure et le sommet d'au moins une aube fixe.

[0006] Cette virole extérieure forme un tronçon de la limite radialement externe de la veine aérodynamique le long de laquelle l'air circule dans un des étages redresseurs du compresseur ou de la turbine d'une turbomachine.

[0007] Pendant le fonctionnement d'un turboréacteur, en particulier pour les moteurs civils ou militaires actuels, compte tenu des risques d'entrée d'un corps étranger au niveau de l'étage redresseur, tel qu'un oiseau ou encore un morceau de pièce cassée provenant du turboréacteur lui-même, il est nécessaire d'assurer une solidité accrue pour la liaison rigide entre les aubes fixes et la virole extérieure.

[0008] Habituellement, cette solidarisation entre les aubes fixes et la virole extérieure est réalisée par des éléments d'attache avec des parties filetées, telles que des ensembles tiges filetées et boulons, comme décrit

dans le document EP 1801357.

[0009] Cependant il existe un certain nombre d'inconvénients si l'on utilise une tige filetée présente au niveau du sommet de l'aube, qui pénètre dans une ouverture de la virole, et qui est tenue par un écrou vissé du côté extérieur de la virole. En effet, dans ce cas la présence de filets induit des risques de rupture de ces filets, des coûts de fabrication correspondants et on doit prendre en compte la masse des écrous.

[0010] En outre, dans le cas des techniques connues de montage par soudage, on rencontre d'autres problèmes.

[0011] Ainsi, le document US 5474419 prévoit notamment de souder les sommets des aubes fixes dans des ouvertures traversant la virole extérieure et présentant une forme complémentaire avec le sommet des aubes.

[0012] Cependant, puisqu'on doit, afin d'assurer la solidité exigée, réaliser une soudure qui relie la virole à une portion d'extrémité du sommet de l'aube dans toute l'épaisseur de matière de la virole extérieure, il se produit forcément, de par les techniques de soudage pouvant être mises en oeuvre, un bain de fusion dans toute l'épaisseur de matière de la virole, ce qui engendre des projections de gouttelettes de matière sur la face intérieure de la virole, donc dans la veine aérodynamique.

[0013] On comprend que ce type de soudage dans toute l'épaisseur crée des inconvénients parmi lesquels :

- une déformation des pièces soudées et en particulier de la virole extérieure,
- les projections de gouttelettes de matière créent, avec le cordon de soudure, des discontinuités de surface au niveau de la face intérieure de la virole extérieure, qui perturbe le flux et génère une perte de charge dans la veine aérodynamique, de sorte que pour retirer ces discontinuités de surface on doit à nouveau intervenir sur l'ensemble formé par la virole extérieure et les aubes fixes soudées, ce qui est complexe, engendre des coûts de fabrication supplémentaire et peut engendrer d'autres défauts mécaniques sur ces pièces,
- des tolérances strictes de fabrication pour respecter les dimensions et la position des ouvertures dans la virole extérieure, et
- des difficultés de fabrication liées à la forme complexe des portions d'extrémité des sommets des aubes et des ouvertures dans la virole extérieure que ce soit lors de l'usinage de ces éléments ou pour l'étape de soudage entre eux.

[0014] La présente invention a pour objectif de fournir une solution permettant de surmonter les inconvénients de l'art antérieur et en particulier offrant la possibilité de ne pas rencontrer les problèmes précités inhérents à des techniques de fixation filetées ou à la mise en oeuvre d'un soudage dans toute l'épaisseur de la virole extérieure.

[0015] A cet effet, selon un premier aspect de la pré-

sente invention, on propose une aube destinée à former une aube fixe d'un étage redresseur d'une turbomachine, comprenant un pied et un sommet entre lesquels s'étend le corps de l'aube (ou pale) qui est raccordé au sommet par une portion d'encastrement, l'aube étant **caractérisée en ce que** le sommet comporte une plateforme non percée, constituant la partie d'extrémité terminale, et dont le contour entoure la portion d'encastrement de l'aube, et en ce que le contour de la plateforme présente la forme d'un polygone régulier, en particulier un quadrilatère, notamment un rectangle, ou la forme d'un haricot.

[0016] Egalement, selon un deuxième aspect de la présente invention, on propose une virole extérieure pour l'étage redresseur d'une turbomachine, comprenant une série d'ouvertures alignées transversalement aptes à recevoir le sommet d'aubes fixes comportant une plateforme qui est apte à pénétrer dans une desdites ouvertures, afin de permettre le montage de chaque aube fixe par soudage entre le bord d'une ouverture et le contour de la plateforme, chaque ouverture comportant un tronçon intérieure débouchant sur la face intérieure de la virole et un tronçon extérieur (formant un renforcement) débouchant sur la face extérieure de la virole, le contour du tronçon extérieur entourant en projection radiale, avec un certain écart, le contour du tronçon intérieur en délimitant une face d'appui tournée vers le tronçon extérieur, la virole ne comprenant pas d'autre perçage pour le montage des aubes.

[0017] Lorsqu'il est dit dans la présente demande que le premier contour d'une première partie/pièce entoure le deuxième contour d'une deuxième partie/pièce, cela signifie, sauf précision contraire, que le deuxième contour est inscrit dans le premier contour avec un écart séparant le premier contour du deuxième contour, lesquels contours se trouvent ainsi à distance l'un de l'autre.

[0018] En outre, selon un troisième aspect de la présente invention, on propose un ensemble pour étage redresseur d'une turbomachine, comprenant :

- une virole extérieure présentant une série d'ouvertures alignées transversalement, pour le montage d'aubes fixes comportant une plateforme qui est apte à pénétrer dans une desdites ouvertures, afin de permettre le montage de chaque aube fixe par soudage entre le bord d'une ouverture et le contour de la plateforme, chaque ouverture comportant un tronçon intérieure débouchant sur la face intérieure de la virole et un tronçon extérieur débouchant sur la face extérieure de la virole (formant un renforcement), le contour du tronçon extérieur entourant, en projection radiale, avec un certain écart, le contour du tronçon intérieur en délimitant une face d'appui tournée vers le tronçon extérieur, la virole ne comprenant pas d'autre perçage pour le montage des aubes, et
- au moins une aube fixe comprenant un pied et un sommet entre lesquels s'étend le corps de l'aube qui est raccordé au sommet par une portion d'encastrement, le sommet comportant une plateforme non

percée reçue dans une desdites ouvertures préalablement à l'étape de soudage de sorte qu'une face intérieure de la plateforme est en appui contre la face d'appui de la virole, le contour de la plateforme présentant une forme identique à celle du contour de l'ouverture.

[0019] Selon un premier mode de réalisation, la plateforme est simple et est constituée d'une portion extérieure. Dans ce cas, la portion d'encastrement est formée d'une portion du corps de l'aube (tronçon extérieur) et de la zone de raccordement entre le corps de l'aube et la plateforme.

[0020] Selon un deuxième mode de réalisation, la plateforme est double. Dans ce cas, la plateforme comporte une portion extérieure formant l'extrémité du sommet et, en outre, une portion intérieure faisant partie de la portion d'encastrement et reliant la portion extérieure au reste de l'aube, le contour de la portion extérieure entourant, en projection radiale, le contour de la portion intérieure.

[0021] De cette manière, on comprend que l'on monte définitivement l'aube sur la virole extérieure par formation d'une liaison soudée entre le contour du tronçon extérieur d'une ouverture et le contour de la portion extérieure de la plateforme.

[0022] De cette façon, puisque le contour du tronçon extérieur d'une ouverture de la virole extérieure se trouve décalé, en projection radiale, autour du contour du tronçon intérieur de cette même ouverture, l'opération de soudage réalisée tout le long du contour du tronçon extérieur n'affecte pas thermiquement l'aube. De cette façon, on prévient la formation de gouttelettes de matière dans la veine aérodynamique.

[0023] Cette solution présente aussi l'avantage supplémentaire de permettre, en outre, de ne pas avoir à utiliser une pièce spécifique dite « arrêt de faisceau » qui a habituellement pour rôle d'empêcher que le faisceau de soudure ne vienne affecter thermiquement le reste de l'aube. En effet, selon l'invention, c'est la zone de paroi intérieure de la virole extérieure qui se trouve entre deux ouvertures qui joue ce rôle.

[0024] Egalement, le décalage, en projection radiale, entre le contour du tronçon extérieur d'une ouverture de la virole extérieure et le contour du tronçon intérieur de cette même ouverture délimite un talon au niveau de la zone de paroi intérieure de la virole extérieure, qui présente la face d'appui dirigée en direction du tronçon extérieur de l'ouverture et contre laquelle une face intérieure de la plateforme est en appui.

[0025] Globalement, grâce à la solution selon la présente invention, il est possible d'éviter la présence d'un cordon et de gouttelettes de soudure dans la veine aérodynamique.

[0026] Globalement, grâce à la solution selon la présente invention, il est possible de réaliser un positionnement fiable de chaque aube fixe par rapport à la virole.

[0027] D'autres avantages et caractéristiques de l'invention ressortiront à la lecture de la description suivante

faite à titre d'exemple et en référence aux dessins annexés dans lesquels :

- la figure 1 est une demi-vue générale en section, selon la direction axiale, de l'étage de compression d'un turboréacteur à double flux;
- la figure 2 est une vue en coupe transversale partielle représentant le montage entre le sommet d'une aube fixe et l'ouverture de la virole extérieure d'un ensemble pour étage redresseur selon un premier mode de réalisation ;
- la figure 3 représente une vue en perspective partielle de l'aube de la figure 2 ;
- la figure 4 est une vue en perspective partielle de la virole extérieure de la figure 2 ;
- la figure 5 est une vue analogue à celle de la figure 4 pour une variante de réalisation ;
- la figure 6 est une vue en perspective partielle d'un ensemble pour étage redresseur selon un deuxième mode de réalisation ;
- la figure 7 est une vue en coupe transversale partielle représentant, après montage, l'ensemble pour étage redresseur de la figure 6, selon la direction VII de la figure 6,
- la figure 8 est une vue analogue à celle de la figure 6 pour une variante de réalisation, et
- la figure 9 est une vue analogue à celle de la figure 6 pour une autre variante de réalisation.

[0028] Grâce à la figure 1, on visualise un exemple d'application de la présente invention pour chaque étage redresseur ou étage statorique 2, 2', 2'', 2''', 2''''', intercalé entre chaque série d'aubes mobiles 3, 3', 3'', 3''', du compresseur d'un turboréacteur à double flux.

[0029] Ainsi l'étage redresseur 2 comporte une virole extérieure 5 et une virole intérieure 4 concentriques autour de l'axe de symétrie et de rotation X-X', entre lesquelles est montée une série d'aubes fixes 6.

[0030] Dans la suite de la description, on considère plusieurs exemples de mise en oeuvre de la solution selon la présente invention pour solidariser le sommet des aubes fixes 6 à la virole extérieure 5, illustrés sur les figures 2 à 8.

[0031] On se réfère en premier lieu aux figures 2 à 5 relatives à un premier mode de réalisation de l'invention.

[0032] Comme toutes les aubes fixes qui constituent l'étage redresseur 2 considéré, l'aube 6 est reliée par son pied à la virole intérieure 4 et par son sommet 62 à la virole extérieure 5, le corps 61 de l'aube s'étendant entre le pied et le sommet 62.

[0033] Au niveau du sommet 62, le corps 61 de l'aube se prolonge par une plate-forme 621 via une zone de raccordement 623 sous la forme d'un rayon de raccordement. Les plans moyens de la plate-forme 621 et du corps 61 sont orthogonaux entre eux.

[0034] Comme on le voit sur les figures 3 et 4, le contour de la plate-forme 621 présente la forme d'un quadrilatère, plus précisément d'un parallélogramme, et en

particulier d'un rectangle dont la longueur est orientée parallèlement à la largeur du corps 61 de l'aube et dont la largeur est orientée perpendiculairement à la direction axiale X-X' de la virole 5 (ou de la turbomachine).

[0035] Dans le cas de la variante de la figure 5, le contour de la plate-forme 621 présente la forme d'un haricot, c'est-à-dire une forme généralement incurvée avec une largeur quasi constante sur la majeure partie de l'étendue longitudinale de la plateforme 621.

[0036] Cette plate-forme 621 constitue une portion extérieure 621a formant l'extrémité du sommet 62 de l'aube 6, et présente une face extérieure sensiblement plane qui reprend en fait de préférence le rayon de courbure de la face extérieure de la virole extérieure 5.

[0037] La fabrication d'une telle plateforme 621 s'effectue par les techniques classiques de forgeage d'une ébauche de toute l'aube 6 et de rectification ultérieure par usinage.

[0038] La virole extérieure 5 présente des ouvertures 51 alignées transversalement, chacune des ouvertures 51 traversant la paroi de la virole extérieure de part en part afin de recevoir le sommet 62 d'une aube 6 fixe telle que précédemment présentée. Les ouvertures 51 sont globalement allongées selon une direction proche de celle de l'axe X-X'.

[0039] A cet effet, chaque ouverture 51 comporte un tronçon extérieur 51a débouchant sur la face extérieure de la virole extérieure 5 et un tronçon intérieur 51b débouchant sur la face intérieure de la virole extérieure 5 (vers le bas sur les figures 2, 4 et 5).

[0040] Le tronçon extérieur 51a et le tronçon intérieur 51b se raccordent par une face d'appui 51c tournée vers le tronçon extérieur 51a de l'ouverture 51.

[0041] Cette configuration résulte du fait qu'en projection radiale, le contour du tronçon extérieur 51a entoure le contour du tronçon intérieur 51b en délimitant la face d'appui 51c tournée vers le tronçon extérieur.

[0042] Ainsi, le tronçon extérieur 51a de l'ouverture 51 forme un renforcement logeant la plate-forme 621 constituée de la portion extérieure 621a.

[0043] Le tronçon intérieur 51b de l'ouverture 51 délimite un passage logeant la portion d'encastrement correspondante de l'aube qui est formée, dans le cas de ce premier mode de réalisation, de la zone de raccordement 623 et du tronçon extérieur 611 du corps 61 de l'aube 6.

[0044] Il faut noter que cet agencement entre les tronçons extérieur et intérieur 51a, 51b est facilement obtenu lors de l'usinage de la virole, puisque les outils d'usinage peuvent se placer à l'extérieur de la virole extérieure 5, c'est-à-dire à un emplacement qui ne présente pas de restriction d'espace contrairement au côté intérieur, concave, de la virole extérieure 5.

[0045] Comme on le voit sur les figures 4 et 5, afin de s'adapter aux différentes formes possibles que peut revêtir le contour de la plateforme 621 reçue dans le tronçon extérieur 51a de l'ouverture 51, le contour du tronçon extérieur 51a présente la forme d'un polygone régulier, en particulier un quadrilatère, notamment un rectangle

(figure 4), ou la forme d'un haricot (figure 5).

[0046] En effet, on comprend que pour mettre en oeuvre de façon optimale l'opération de soudage entre le contour du tronçon extérieur 51a de l'ouverture 51 et le contour de la plateforme 621, ces contours sont de forme identique avec des dimensions relativement proches, le contour du tronçon extérieur 51a de l'ouverture 51 étant légèrement plus large que le contour de la plateforme 621 afin de loger cette dernière.

[0047] Comme on le voit sur la figure 6, la zone de paroi extérieure 53 de la virole 5 s'étend entre les tronçons extérieurs 51a des ouvertures 51.

[0048] Sur la figure 2, en A est représentée la zone dans laquelle sera formé le joint soudé après l'opération de soudage.

[0049] Dans le cas du premier mode de réalisation, le contour du tronçon intérieur 51b présente une forme analogue à celle du contour de la section, selon un plan radial, du corps 61 de l'aube, à savoir une forme de haricot.

[0050] Egalement, dans le cas du premier mode de réalisation tel que représenté sur les figures 2 à 5, l'épaisseur, en direction radiale, de la plateforme 621 correspond sensiblement à la profondeur du renforcement formé par le tronçon extérieur 51a de l'ouverture 51.

[0051] Cependant, on peut prévoir pour l'épaisseur de la plateforme 621 une épaisseur plus petite ou plus grande que la profondeur du tronçon extérieur 51a de l'ouverture 51, pourvu qu'une majeure partie de l'épaisseur de la plateforme 621 soit logée dans le tronçon extérieur 51a de l'ouverture 51, et ceci afin de permettre la réalisation d'une liaison soudée suffisamment résistante mécaniquement.

[0052] On se réfère maintenant aux figures 6 à 9 relatives à un deuxième mode de réalisation de l'invention, seules les différences par rapport au premier mode de réalisation étant décrites ci-après.

[0053] Dans ce cas, la plateforme 621 des aubes 6 est double ou étagée.

[0054] En effet, la plateforme 621 comporte une portion extérieure 621a, formant l'extrémité du sommet 62 de l'aube 6, et une portion intérieure 621b reliant la portion extérieure 621a au reste de l'aube 6, le contour de la portion extérieure 621a entourant, en projection radiale, le contour de la portion intérieure 621b.

[0055] En conséquence, la portion extérieure 621a de la plateforme 621 est logée dans le tronçon extérieur 51a d'une ouverture 51 de la virole et la portion intérieure 621b de la plateforme 621 est logée dans le tronçon intérieur 51b de la même ouverture 51 de sorte que la face intérieure 621c de la portion extérieure 621a de la plateforme 621 est en appui contre la face d'appui 51c de l'ouverture 51 de la virole 5.

[0056] Dans ce cas, la zone de raccordement 623 relie le corps de l'aube 6 à la portion intérieure 621b de la plateforme 621.

[0057] Le tronçon intérieur 51b de l'ouverture 51 délimite un passage logeant la portion d'encastrement correspondante de l'aube qui est formée, dans le cas de ce

deuxième mode de réalisation, de la portion intérieure 621b de la plateforme 621.

[0058] S'agissant de la liaison soudée, elle est toujours réalisée entre le contour du tronçon extérieur 51a de l'ouverture 51 et le contour de la portion extérieure 621a de la plateforme 621. Dans ce cas, la portion intérieure 621b de la plateforme 621 est seulement logée, sans liaison particulière, dans le tronçon intérieur 51b de l'ouverture 51, avec un appui entre la face intérieure 621c de la portion extérieure 621a et la face d'appui 51c de la zone de paroi intérieure 52 de la virole.

[0059] On comprend que cet agencement permet, comme dans le cas du premier mode de réalisation, de ne pas affecter thermiquement le sommet de l'aube 6 ni la pale.

[0060] En outre, dans le cas du deuxième mode de réalisation, il faut adapter le contour du tronçon intérieur 51b de l'ouverture 51 à la forme du contour de la portion intérieure 621b de la plateforme 621. A cet effet, le contour du tronçon intérieur 51b présente la forme d'un polygone régulier, en particulier un quadrilatère, notamment un rectangle (voir figure 6), ou la forme d'un haricot (cas de figure non représenté).

[0061] Dans le cas du deuxième mode de réalisation tel que représenté sur les figures 6 et 7, les tronçons extérieurs 51a et intérieurs 51b de l'ouverture 51 et les portions extérieures 621a et intérieures 621b de la plateforme 621 présentent la forme d'un rectangle mais ce deuxième mode de réalisation, dans lequel la plateforme est double, s'applique également si d'autres formes sont utilisées, notamment une autre forme de polygone régulier, en particulier un quadrilatère, ou une forme de haricot.

[0062] Egalement, dans le cas du deuxième mode de réalisation tel que représenté sur les figures 6 et 7, l'épaisseur, en direction radiale, de la portion extérieure 621a de la plateforme 621 est un peu plus importante que la profondeur du renforcement formé par le tronçon extérieur 51a de l'ouverture 51.

[0063] Cependant, on peut prévoir pour l'épaisseur de la portion extérieure 621a de la plateforme 621 une épaisseur sensiblement égale ou un peu plus petite que la profondeur du tronçon extérieur 51a de l'ouverture 51, pourvu qu'une majeure partie de l'épaisseur de la portion extérieure 621a de la plateforme 621 soit logée dans le tronçon extérieur 51a de l'ouverture 51, et ceci afin de permettre la réalisation d'une liaison soudée suffisamment résistante mécaniquement.

[0064] Afin d'éviter une rupture ou des perturbations dans la veine, la portion intérieure 621b de la plateforme 621 présente une épaisseur, en direction radiale, qui est sensiblement égale à l'épaisseur du tronçon intérieur 51b de l'ouverture 51. De cette façon, comme on le voit sur la figure 7, la face intérieure de virole 5 et la face intérieure de la portion intérieure 621b de la plateforme 621 sont dans le prolongement circconférentiel l'une de l'autre.

[0065] On se reporte à la figure 8 présentant une variante de réalisation de la figure 6 pour laquelle les con-

tours des tronçons extérieurs 51a et intérieurs 51b de l'ouverture 51 et les contours des portions extérieures 621a et intérieures 621b de la plateforme 621 présentent des coins arrondis.

[0066] Sur la figure 8, les tronçons extérieurs 51a et intérieurs 51b de l'ouverture 51 et les portions extérieures 621a et intérieures 621b de la plateforme 621 présentent la forme d'un rectangle mais cette variante s'applique également si d'autres formes sont utilisées, notamment une autre forme de polygone régulier, en particulier un quadrilatère, ou une forme de haricot.

[0067] Cette variante s'applique également au premier mode de réalisation pour lequel la plateforme est simple et est uniquement constituée de la portion extérieure 621a.

[0068] Il faut noter que sur la figure 8, l'épaisseur de la portion extérieure 621a de la plateforme 621 présente une épaisseur un peu plus grande que la profondeur du tronçon extérieur 51a de l'ouverture 51.

[0069] On se reporte à la figure 9 présentant une autre variante de réalisation de la figure 6.

[0070] Dans ce cas, les tronçons extérieurs 51a des ouvertures 51 délimitent, sur la face extérieure, un logement annulaire.

[0071] Dans ce cas, les faces d'appui 51c de deux ouvertures 51 voisines sont dans le prolongement l'une de l'autre et il n'y a plus de zone de paroi extérieure 53 entre deux ouvertures 51.

[0072] Dans le cas de cette variante illustrée sur la figure 9, lors du soudage entre la virole 5 et chaque aube 6, une portion du contour de la portion extérieure 621a de l'aube considérée (les deux petits côtés du rectangle de la figure 9) est soudée le long de la portion correspondante du bord du tronçon extérieur 51a de l'ouverture et une autre portion du contour de la portion extérieure 621a de l'aube considérée (l'un des deux grands côtés du rectangle de la figure 9) est soudée le long d'une portion du contour de la portion extérieure 621a de l'aube voisine déjà montée dans l'ouverture voisine.

[0073] Cette variante permet l'implantation d'un nombre maximal d'aubes fixes 6 dans chaque étage redresseur tout en assurant une grande solidité de la liaison entre la virole 5 et chaque aube fixe 6. Dans ce cas, la ligne de soudure s'étend le long des bords de la portion extérieure 621a des plateformes 621 de deux aubes 6 voisines.

[0074] Cette variante est représentée dans le cas de la figure 9 correspondant au deuxième mode de réalisation mais elle s'applique également au premier mode de réalisation : dans ce cas, non représenté, les tronçons intérieurs 51b de l'ouverture 51 sont plus étroits car ils logent non plus la portion intérieure 621b de la plateforme 621 mais la zone de raccordement 623 et le tronçon extérieur 611 du corps 61 de l'aube 6 (voir la figure 2).

[0075] On peut également envisager une modification du deuxième mode de réalisation (plateforme 621 double) pour laquelle le tronçon extérieur 51a de l'ouverture 51 (premier ajour) et la portion extérieure 621a de la pla-

teforme 621 présentent la forme d'un rectangle (comme sur la figure 6 où les portions extérieures 621a des plateformes 621 de deux aubes voisines 6 ne sont pas jointives ou bien comme sur la figure 9 où les portions extérieures 621a des plateformes 621 de deux aubes voisines 6 sont jointives) et pour laquelle le tronçon intérieur 51b de l'ouverture 51 (deuxième ajour) et la portion intérieure 621b de la plateforme 621 présentent une autre forme et en particulier la forme d'un haricot.

[0076] Dans tous les cas la portion extérieure 621a de la plateforme 62 (qui constitue l'ensemble de la plateforme dans le premier mode de réalisation) présente une épaisseur plus petite que celle de l'ouverture 51 de la virole extérieure 5 : c'est la portion d'encastrement située juste en dessous de la portion extérieure 621a de la plateforme 62 (zone de raccordement 623 et tronçon extérieur 611 du corps 61 de l'aube 6 pour le premier mode de réalisation et portion intérieure 621b de la plateforme 621 pour le deuxième mode de réalisation) qui remplit le tronçon intérieur 51b de la plateforme 51. Ceci est possible car le contour du tronçon extérieur 51a de la plateforme 51 entoure le contour du tronçon intérieur 51b de la plateforme 51. De cette façon, la face inférieure de la portion extérieure 621a de la plateforme 62 vient contre la face d'appui 51c.

[0077] La présente invention porte également sur un procédé de montage par soudage entre une virole extérieure 5 et le sommet 62 d'au moins une aube 6 fixe, **caractérisé en ce qu'il** comporte les étapes suivantes :

- on fournit une aube 6 comprenant un pied et un sommet 62 entre lesquels s'étend le corps 61 de l'aube 6 qui est raccordé au sommet 62 par une portion d'encastrement, le sommet 62 comportant une plateforme 621 non percée constituant la partie d'extrémité terminale,
- on fournit une virole extérieure 5 présentant une série d'ouvertures 51 alignées transversalement aptes à recevoir une plateforme 621 et dont le contour est sensiblement le même que le contour de la plateforme 621 de chaque aube 6, chaque ouverture 51 comportant un tronçon intérieur 51b débouchant sur la face intérieure de la virole 5 et un tronçon extérieur 51a, formant un renforcement, débouchant sur la face extérieure de la virole 5, le contour du tronçon extérieur entourant en projection radiale, avec un certain écart, le contour du tronçon intérieur 51b en délimitant une face d'appui 51c tournée vers le tronçon extérieur 51a, la virole 5 ne comprenant pas d'autre perçage pour le montage des aubes,
- on loge la plateforme 621 de chaque aube 6 dans une des ouvertures 51 de sorte que la face intérieure de la plateforme 621 vienne en appui contre la face d'appui 51c de la virole 5, et
- on effectue le soudage entre la virole 5 et l'aube 6 depuis la face extérieure de la virole 5, le long du bord du tronçon extérieur 51a de l'ouverture 51, de façon à solidariser tout le contour de la plateforme

621 à la virole 5.

[0078] Le soudage peut être réalisé par toute technique de soudage disponible, notamment un soudage par faisceau d'électrons, un soudage au laser (tel que CO₂ à forte puissance) ou un soudage à l'arc de type TIG.

[0079] On peut mentionner différentes dispositions spécifiques applicables à tous les modes de réalisation rentrant dans le cadre de la présente invention.

[0080] Ainsi, il faut relever que la virole 5 ne comprend pas d'autre perçage que les ouvertures 51 pour le montage des aubes 6, puisque, selon l'invention, on utilise une liaison soudée entre la virole extérieure 5 et les aubes 6, et non une liaison boulonnée ou rivetée.

[0081] Le cordon de soudure est formé sur la face extérieure de la virole en reliant le bord du tronçon extérieur de l'ouverture 51 au contour de la plateforme 621.

[0082] Comme indiqué précédemment, de préférence au moins une majeure partie de l'épaisseur de la plateforme 621 logée dans le tronçon extérieur 51a d'une ouverture 51 de la virole 5 et/ou l'épaisseur de la plateforme 621 est égale ou supérieure à l'épaisseur du tronçon extérieur 51a d'une ouverture 51 de la virole 5.

[0083] En outre, avantageusement, on prévoit qu'en projection radiale, le contour de la plateforme 621 entoure le contour du corps 61 de l'aube 6. De cette façon, comme la projection radiale de la portion extérieure 621a de la plateforme est écartée du corps 61 de l'aube 6, ce corps 61 ne se trouve pas dans la direction du faisceau de soudure puis de la ligne de soudure qui est créée.

[0084] Grâce à une telle disposition, puisque le parcours de soudure est situé à l'extérieur de la projection radiale de l'aube 6, on assure qu'en cas de dérèglement du faisceau de soudure, la pale est épargnée de tout endommagement.

[0085] En outre, cette disposition permet, du fait que le cordon de soudure se trouve, en projection radiale, à l'extérieur du contour de l'aube 6, de pouvoir effectuer des contrôles non destructifs du cordon de soudure par rayons X dont l'image n'est pas entravée par la présence de l'aube 6.

[0086] Dans ce cas, le cordon de soudure présente une certaine longueur, ce qui permet de répartir les efforts auxquels il est soumis sur une surface plus importante alors qu'il s'agit d'une zone fragilisée par la soudure qui engendre une dégradation des propriétés mécaniques.

Revendications

1. Aube (6) destinée à former une aube (6) fixe d'un étage redresseur (2) d'une turbomachine, comprenant un pied et un sommet (62) entre lesquels s'étend le corps (61) de l'aube (6) qui est raccordé au sommet par une portion d'encastrement, **caractérisée en ce que** le sommet (62) comporte une plateforme (621) non percée, constituant la partie

d'extrémité terminale, et dont le contour entoure la portion d'encastrement, et **en ce que** le contour de la plateforme (621) présente la forme d'un polygone régulier, en particulier un quadrilatère, notamment un rectangle, ou la forme d'un haricot.

2. Aube (6) selon la revendication 1, **caractérisée en ce que** la plateforme comporte une portion extérieure (621a) formant l'extrémité du sommet (62) et une portion intérieure (621b) faisant partie de la portion d'encastrement et reliant la portion extérieure (621a) au reste de l'aube (6), le contour de la portion extérieure (621a) entourant, en projection radiale, le contour de la portion intérieure (621b).

3. Virole extérieure (5) pour l'étage redresseur d'une turbomachine, comprenant une série d'ouvertures (51) alignées transversalement aptes à recevoir le sommet (62) d'aubes (6) fixes comportant une plateforme (621) qui est apte à pénétrer dans une desdites ouvertures (51), afin de permettre le montage de chaque aube (6) fixe par soudage entre le bord d'une ouverture (51) et le contour de la plateforme (621), chaque ouverture (51) comportant un tronçon intérieur (51b) débouchant sur la face intérieure de la virole (5) et un tronçon extérieur (51a) débouchant sur la face extérieure de la virole, le contour du tronçon extérieur (51a) entourant, en projection radiale, le contour du tronçon intérieur (51b) en délimitant une face d'appui (51c) tournée vers le tronçon extérieur (51a), la virole ne comprenant pas d'autre perçage pour le montage des aubes.

4. Virole extérieure (5) selon la revendication précédente, **caractérisée en ce que** le contour du tronçon extérieur (51a) présente la forme d'un polygone régulier, en particulier un quadrilatère, notamment un rectangle, ou la forme d'un haricot.

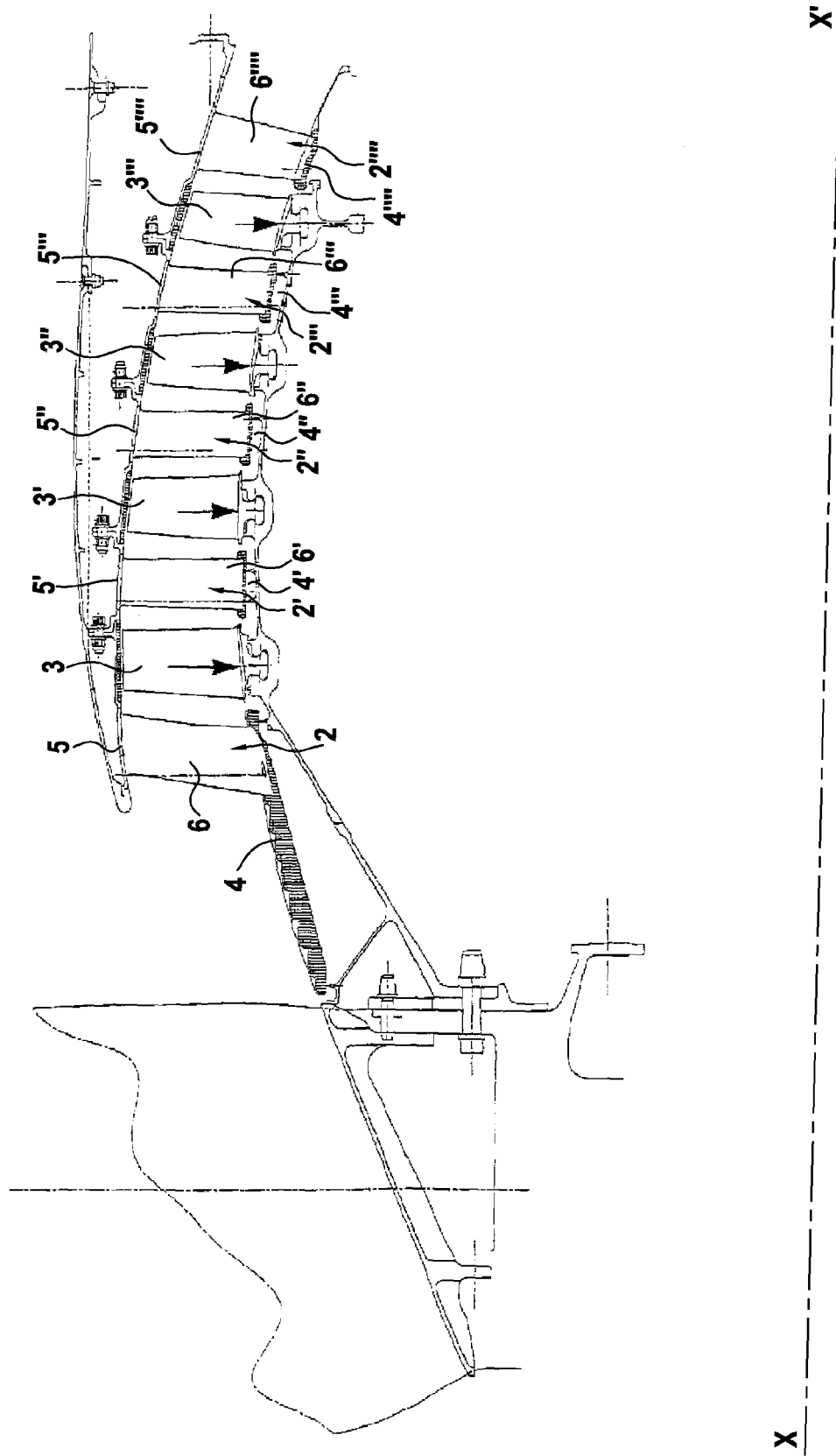
5. Virole extérieure (5) selon la revendication 3 ou 4, **caractérisée en ce que** le contour du tronçon intérieur (51b) présente la forme d'un polygone régulier, en particulier un quadrilatère, notamment un rectangle, ou la forme d'un haricot.

6. Virole extérieure (5) selon l'une quelconque des revendications 3 ou 4, **caractérisée en ce que** les tronçons extérieurs (51a) des ouvertures (51) délimitent, sur la face extérieure, un logement (51) annulaire.

7. Ensemble pour étage redresseur d'une turbomachine, comprenant :

- une virole extérieure (5) présentant une série d'ouvertures (51) alignées transversalement, pour le montage d'aubes (6) fixes comportant une plateforme (621) qui est apte à pénétrer

- dans une desdites ouvertures (51), afin de permettre le montage de chaque aube (6) fixe par soudage entre le bord d'une ouverture (51) et le contour de la plateforme (622), chaque ouverture (51) comportant un tronçon intérieur (51b) débouchant sur la face intérieure de la virole (5) et un tronçon extérieur (51a) débouchant sur la face extérieure de la virole (5), le contour du tronçon extérieur (51a) entourant, en projection radiale, le contour du tronçon intérieur (51b) en délimitant une face d'appui (51c) tournée vers le tronçon extérieur (51a), la virole (5) ne comprenant pas d'autre perçage pour le montage des aubes, et
- au moins une aube (6) fixe comprenant un pied et un sommet (62) entre lesquels s'étend le corps (61) de l'aube (6) qui est raccordé au sommet par une portion d'encastrement, le sommet (62) comportant une plateforme (621) non percée reçue dans une desdites ouvertures (51) préalablement à l'étape de soudage de sorte qu'une face intérieure de la plateforme (621) est en appui contre la face d'appui (51c) de la virole (5), le contour de la plateforme (621) présentant une forme identique à celle du contour de l'ouverture (51).
8. Ensemble selon la revendication 7, **caractérisé en ce qu'**au moins une majeure partie de l'épaisseur de la plateforme (621) est logée dans le tronçon extérieur (51a) d'une ouverture de la virole (5).
 9. Ensemble selon l'une quelconque des revendications 7 à 8, **caractérisé en ce que** l'épaisseur de la plateforme (621) est égale ou supérieure à l'épaisseur du tronçon extérieur (51a) d'une ouverture (51) de la virole (5).
 10. Ensemble selon l'une quelconque des revendications 7 à 9, **caractérisé en ce que** la plateforme (621) comporte une portion extérieure (621a) formant l'extrémité du sommet et une portion intérieure (621b) faisant partie de la portion d'encastrement et reliant la portion extérieure (621a) au reste de l'aube (6), le contour de la portion extérieure (621a) entourant le contour de la portion intérieure (621b), la portion extérieure (621a) de la plateforme étant logée dans le tronçon extérieur (51a) d'une ouverture de la virole (5) et la portion intérieure (621b) de la plateforme étant logée dans le tronçon intérieur (51b) de la même ouverture de sorte que la face intérieure de la portion extérieure (621a) de la plateforme (621) est en appui contre la face d'appui de la virole (5).
 11. Ensemble selon l'une quelconque des revendications 7 à 10, **caractérisé en ce que**, en projection radiale, le contour de la plateforme (621) entoure le contour de la portion d'encastrement de l'aube (6).
 12. Etage redresseur pour un compresseur axial ou une turbine comprenant au moins un ensemble selon l'une des revendications 7 à 11.
 13. Compresseur axial comprenant un étage redresseur selon la revendication 12.
 14. Turbine comprenant un étage redresseur selon la revendication 12.
 15. Turbomachine comprenant une turbine selon la revendication 14 ou un compresseur axial selon la revendication 13.



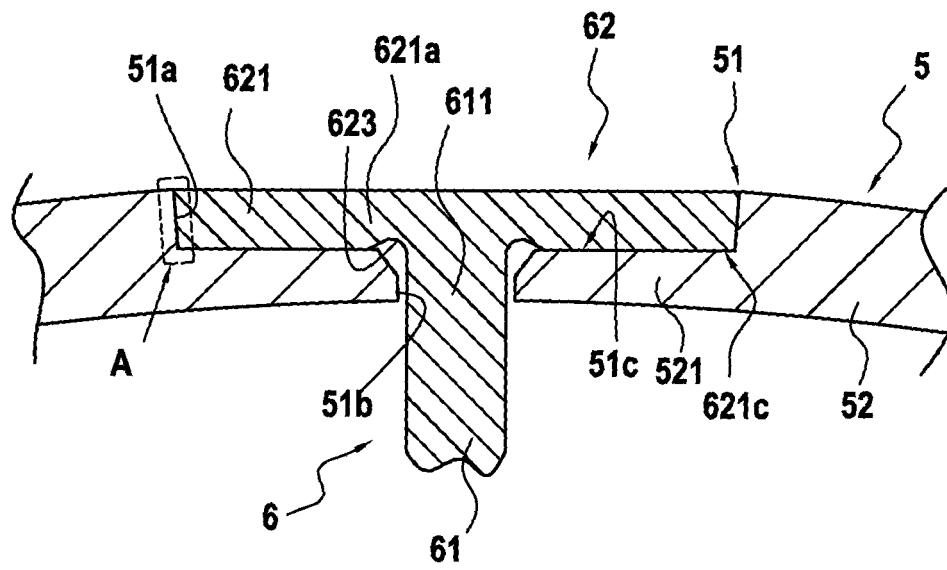


FIG. 2

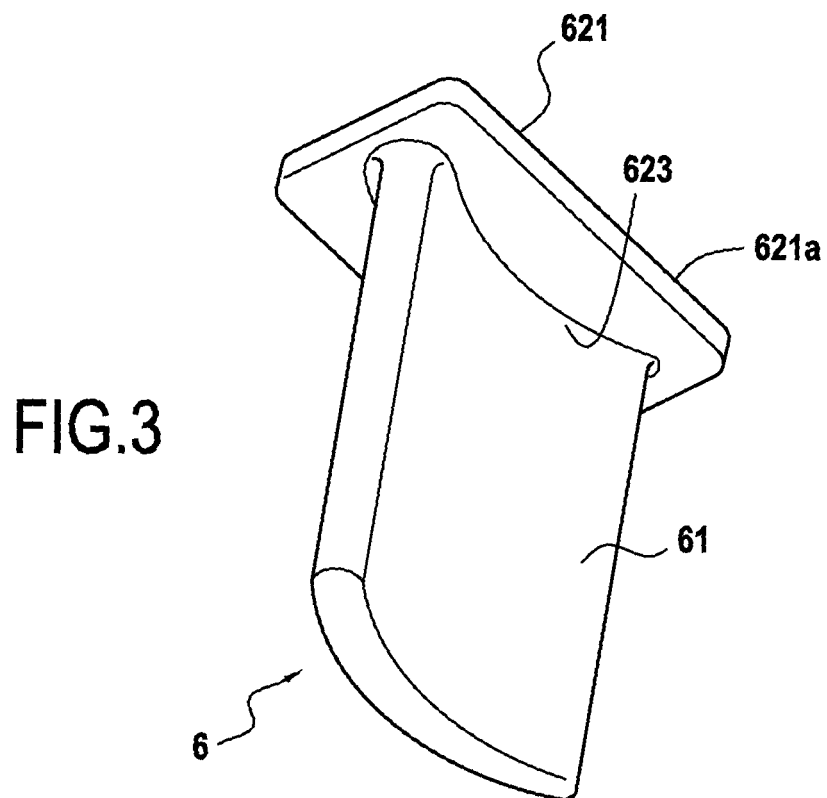
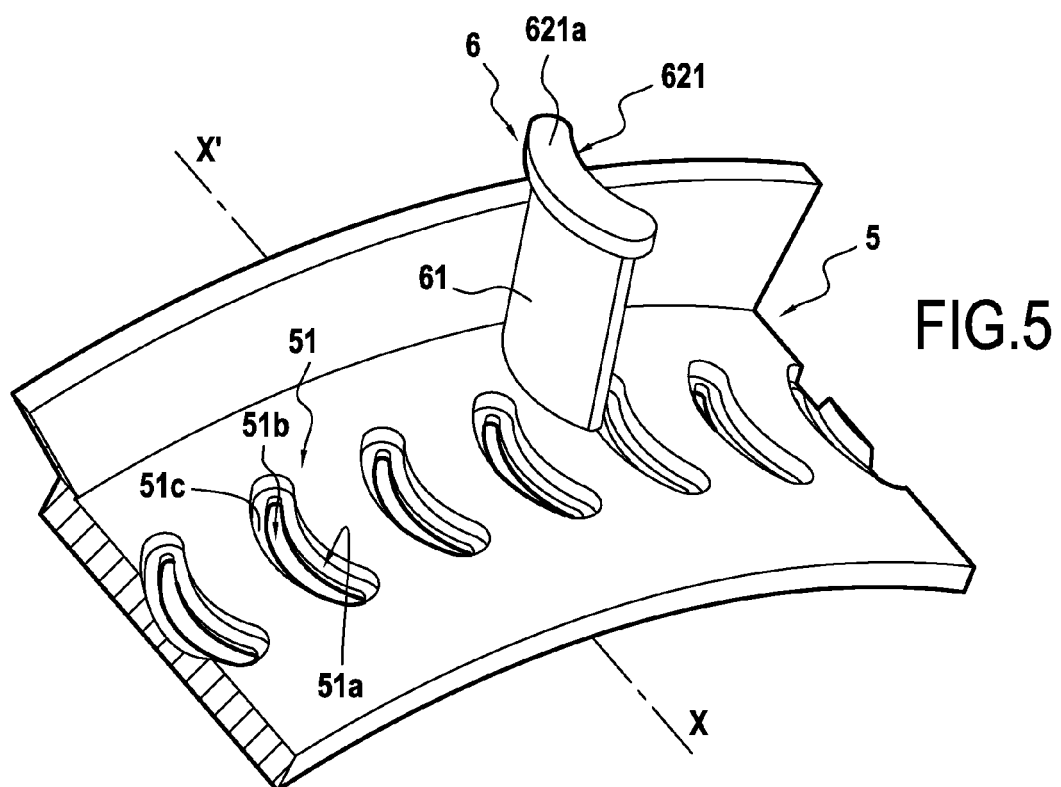
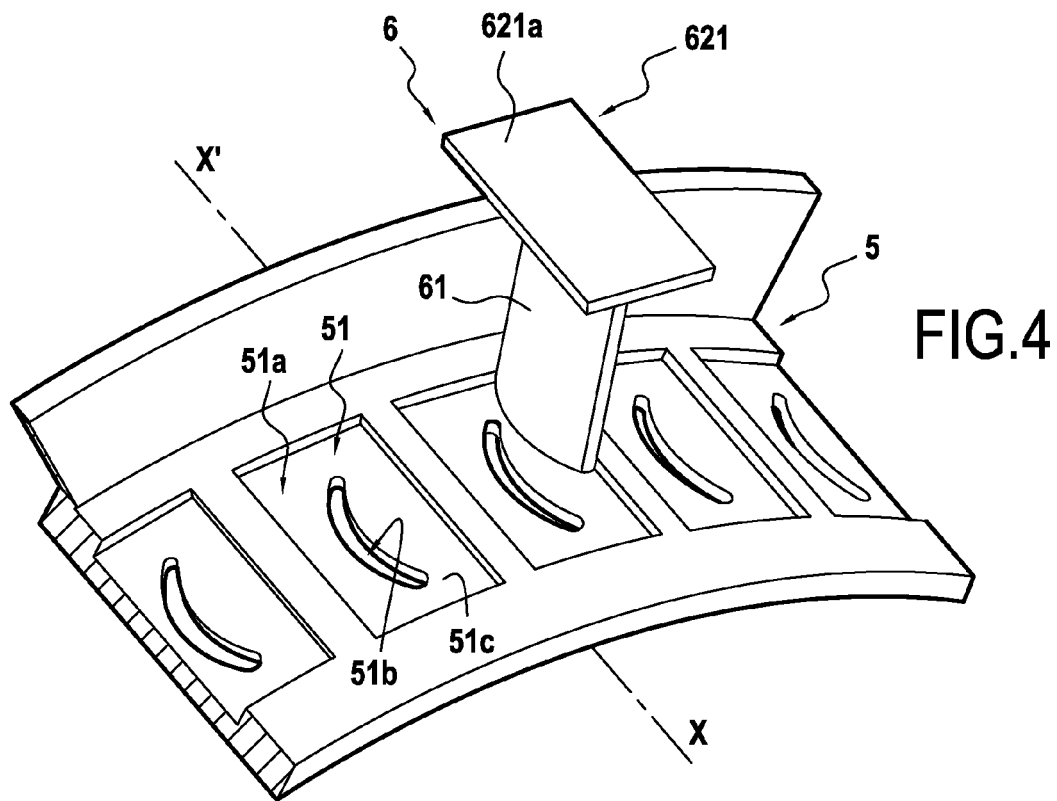
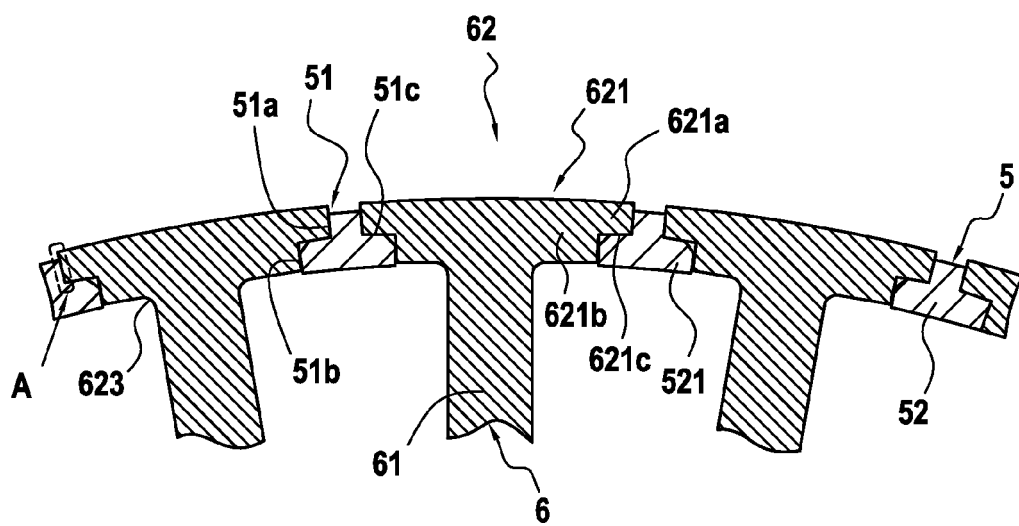
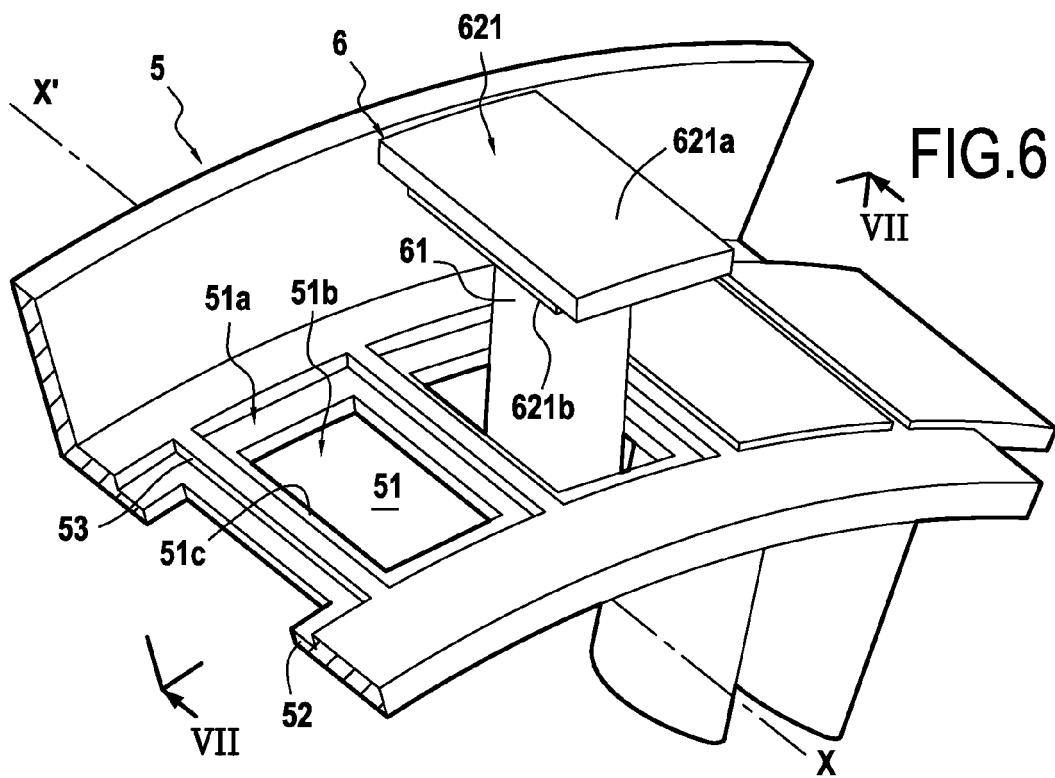
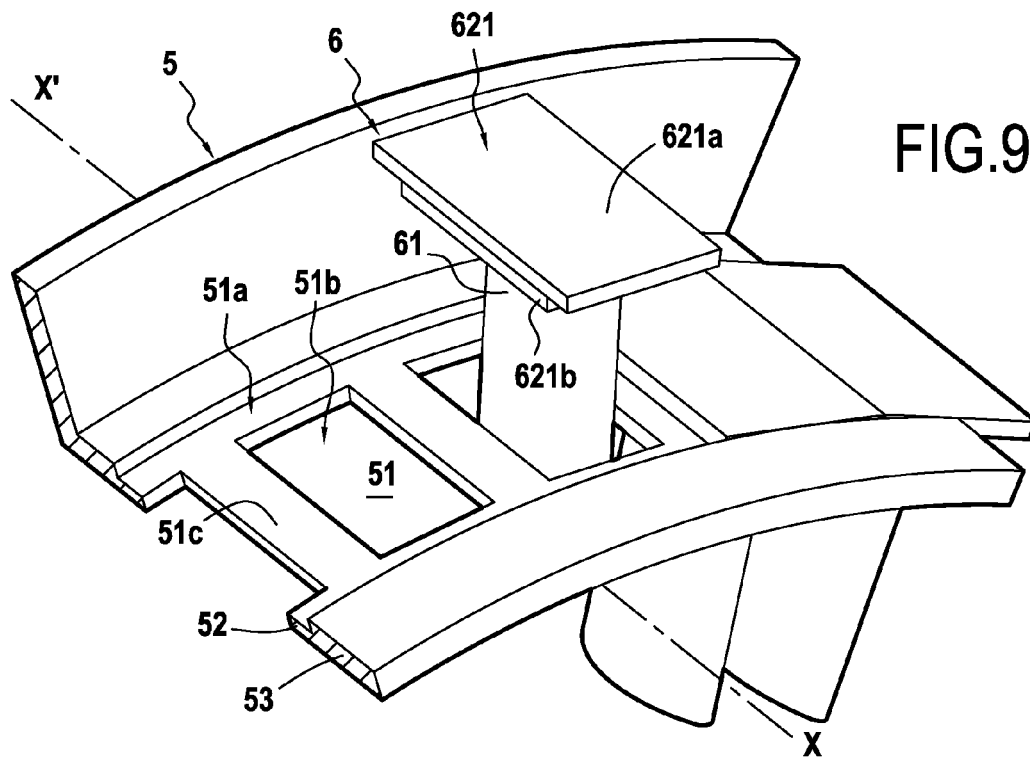
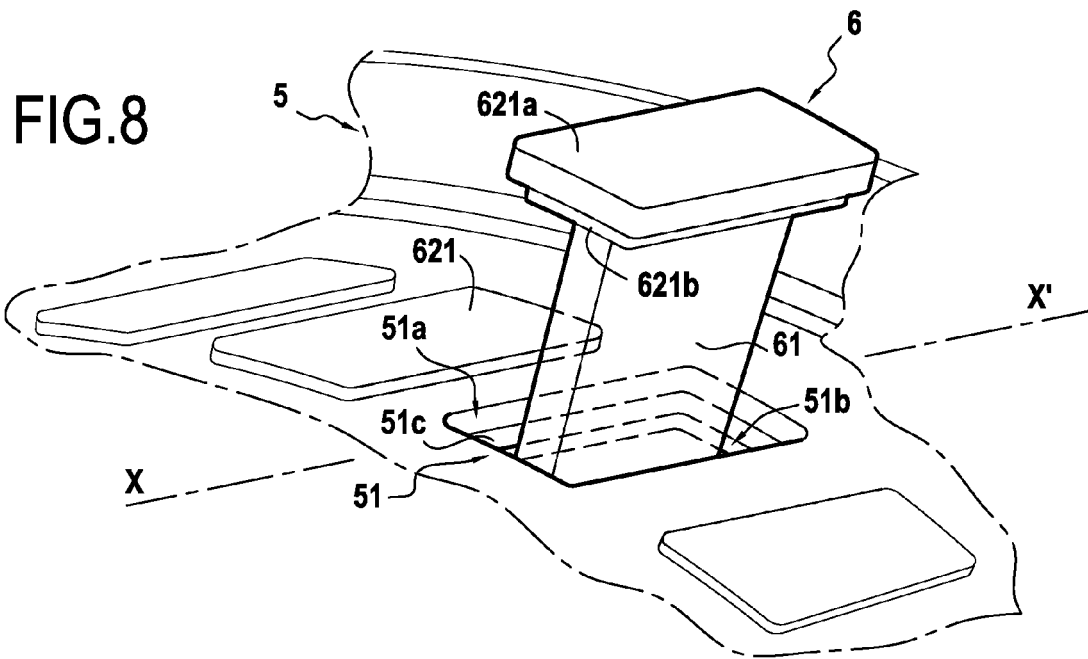


FIG. 3









RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande

EP 08 17 3011

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	JP 59 180006 A (HITACHI LTD) 12 octobre 1984 (1984-10-12) * figures 4,7 * * abrégé *	1-7, 10-15	INV. F01D9/04
X	GB 599 391 A (POWER JETS RES & DEV LTD; ALEXANDER DUNCAN BAXTER) 11 mars 1948 (1948-03-11) * figures 1,2 * * colonne 1, ligne 16 - ligne 17 *	1-7, 10-15	
X	US 2 834 537 A (NEARY KENNETH J) 13 mai 1958 (1958-05-13) * colonne 1, ligne 16 - ligne 17 * * figures 1,3 *	1-7, 10-15	
X	US 4 643 636 A (LIBERTINI ZOLTAN [US] ET AL) 17 février 1987 (1987-02-17) * colonne 1, ligne 18 - ligne 19 * * colonne 6, ligne 15 - ligne 18 * * figure 1 *	1-7, 10-15	
X	GB 2 177 164 A (TRW INC TRW INC [US]; PCC AIRFOILS INC [US]) 14 janvier 1987 (1987-01-14) * page 2, colonne 1, ligne 44 - ligne 45 * * figures 1,4,14 *	1-15	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC) F01D
A	EP 0 384 166 A (WESTINGHOUSE ELECTRIC CORP [US]) 29 août 1990 (1990-08-29) * figure 8 *	1-15	
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche Munich		Date d'achèvement de la recherche 18 mai 2009	Examineur Rapenne, Lionel
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES		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	
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			

4

EPO FORM 1503 03.82 (P04C02)

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

EP 08 17 3011

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.

18-05-2009

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
JP 59180006	A	12-10-1984	AUCUN	
GB 599391	A	11-03-1948	AUCUN	
US 2834537	A	13-05-1958	AUCUN	
US 4643636	A	17-02-1987	AUCUN	
GB 2177164	A	14-01-1987	BE 904686 A1	27-10-1986
			CA 1241276 A1	30-08-1988
			FR 2580967 A1	31-10-1986
			GB 2174458 A	05-11-1986
			JP 1627378 C	28-11-1991
			JP 2051704 B	08-11-1990
			JP 61249658 A	06-11-1986
			US 4728258 A	01-03-1988
EP 0384166	A	29-08-1990	AR 243011 A1	30-06-1993
			AU 621444 B2	12-03-1992
			AU 4900790 A	30-08-1990
			CA 2010446 A1	21-08-1990
			DE 69005845 D1	24-02-1994
			DE 69005845 T2	05-05-1994
			JP 2245403 A	01-10-1990
			JP 2628604 B2	09-07-1997
			MX 168121 B	04-05-1993
			US 5022818 A	11-06-1991

EPO FORM P0480

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

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

- EP 1801357 A [0008]
- US 5474419 A [0011]