

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle
Bureau international



(43) Date de la publication internationale
8 octobre 2009 (08.10.2009)

PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 2009/121765 A1

- (51) Classification internationale des brevets :
B23P 13/02 (2006.01) B24C 1/04 (2006.01)
B23P 15/00 (2006.01) F01D 5/34 (2006.01)
B23C 3/18 (2006.01) B26F 3/00 (2006.01)
B23Q 11/00 (2006.01)
- (21) Numéro de la demande internationale :
PCT/EP2009/053482
- (22) Date de dépôt international :
25 mars 2009 (25.03.2009)
- (25) Langue de dépôt : français
- (26) Langue de publication : français
- (30) Données relatives à la priorité :
08 52077 31 mars 2008 (31.03.2008) FR
- (71) Déposant (pour tous les États désignés sauf US) :
SNECMA [FR/FR]; 2, boulevard du Général Martial
Valin, F-75015 Paris (FR).
- (72) Inventeurs; et
- (75) Inventeurs/Déposants (pour US seulement) :
BERLANGER, Serge [FR/FR]; 7 rue des Vignes,
F-91310 Leuville Sur Orge (FR). BORDU, Sébastien
[FR/FR]; Résidence Le Prés Leroy, Rue de Cossigny,
F-77170 Brie Comte Robert (FR). MALEVILLE,
Thierry, Jean [FR/FR]; 9 Route de Boutigny, Ste Blaise,
F-91490 Milly La Foret (FR). ROCA, Christophe,
Charles, Maurice [FR/FR]; 2 square Ludvig Van
Beethoven, F-91450 Soisy Sur Seine (FR).
- (74) Mandataire : ILGART, Jean-Christophe; Brevaux, 3,
rue du Docteur Lancereaux, F-75008 Paris (FR).
- (81) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre
de protection nationale disponible) : AE, AG, AL, AM,
AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ,
CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ,
EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN,
HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR,
KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME,
MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO,

[Suite sur la page suivante]

(54) Title : IMPROVED METHOD FOR PRODUCING A ONE-PIECE BLADED DISC, WITH TEMPORARY BLADE-SUPPORTING RING WHICH IS REMOVED BEFORE A FINISH-MILLING STEP

(54) Titre : PROCÉDE AMÉLIORÉ DE FABRICATION D'UN DISQUE AUBAGE MONOBLOC, AVEC ANNEAU PROVISOIRE DE MAINTIEN DES AUBES RETIRÉ AVANT UNE ÉTAPE DE FINITION PAR FRAISAGE

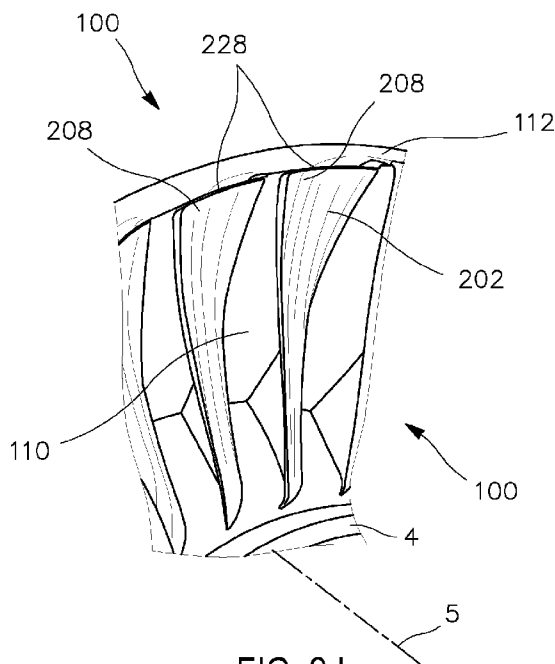


FIG. 2d

(57) Abstract : The present invention relates to a method for producing a one-piece bladed disc, comprising: a step in which an abrasive water jet is used to cut a block of material in such a way as to leave behind blade preforms extending radially from a disc (4), while keeping material forming bridging means (112) between at least two directly consecutive blade preforms; then a step in which the blade preforms are milled in such a way as to produce semi-finished blades (202) in profile; then a step in which said bridging means (112) are removed; and then a step in which the semi-finished blades (202) are finish-milled in such a way as to obtain the blades (2) to the final profile.

(57) Abrégé : La présente invention se rapporte à un procédé de fabrication d'un disque aubagé monobloc, comprenant : - une étape de découpe par jet d'eau

[Suite sur la page suivante]

WO 2009/121765 A1



NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

(84) États désignés (*sauf indication contraire, pour tout titre de protection régionale disponible*) : ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasién (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), européen (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE,

Publiée :

— avec rapport de recherche internationale (Art. 21(3))

abrasif d'un bloc de matière, réalisée de manière à faire apparaître des préformes d'aubes s'étendant radialement à partir d'un disque (4), tout en conservant de la matière formant moyens de liaison (112) entre au moins deux préformes d'aubes directement consécutives; puis - une étape de fraisage des préformes d'aubes réalisée de manière à obtenir des ébauches d'aubes (202) mises à profil; puis - une étape de retrait desdits moyens de liaison (112); puis - une étape de finition par fraisage des ébauches d'aubes (202), de manière à obtenir les aubes (2) au profil final.

**PROCEDE AMELIORE DE FABRICATION D'UN DISQUE AUBAGE
MONOBLOC, AVEC ANNEAU PROVISoire DE MAINTIEN DES AUBES
RETIRE AVANT UNE ETAPE DE FINITION PAR FRAISAGE**

5

DESCRIPTION

DOMAINE TECHNIQUE

La présente invention se rapporte de façon générale au domaine de la fabrication des disques aubagés monoblocs, de préférence pour turbomachine d'aéronef.

ETAT DE LA TECHNIQUE ANTERIEURE

Pour la fabrication d'un disque aubagé monobloc, également dénommé « DAM », ou « blisk » en anglais, il est possible d'avoir recours à une étape de découpe par jet d'eau abrasif d'un bloc de matière, suivie d'une ou plusieurs étapes de fraisage.

La mise en œuvre d'une étape de découpe par jet d'eau abrasif, antérieurement au fraisage, permet de réduire considérablement les temps et coûts de fabrication par rapport à un procédé uniquement basé sur du fraisage. Cela s'explique en particulier par le fait qu'un tel procédé de fabrication requiert environ 75% de retrait de matière du bloc de départ pour aboutir au DAM. Le retrait d'une grande partie de cette matière par découpe au jet abrasif permet en effet de réduire les temps de production, et limite par ailleurs l'usure des fraiseuses.

Néanmoins, ce procédé ne peut pas être considéré comme totalement optimisé. En effet, un

inconvenient réside dans la présence de déformations et de vibrations des aubes au cours de ce procédé de fabrication, cet inconvenient étant d'autant plus important que les aubes sont longues. Ces déformations et vibrations nécessitent, pour limiter leurs conséquences sur la qualité du DAM produit, d'appliquer aux différents outillages des vitesses d'avance réduites, pénalisantes en termes de temps de production. Les vibrations ainsi que les temps de fabrication prolongés provoquent également une forte usure des outillages, impactant de façon négative les coûts de production.

EXPOSÉ DE L'INVENTION

L'invention a donc pour but de remédier au moins partiellement aux inconvenients mentionnés ci-dessus, relatifs aux réalisations de l'art antérieur.

Pour ce faire, l'invention a pour objet un procédé de fabrication d'un disque aubagé monobloc, comprenant :

- 20 - une étape de découpe par jet d'eau abrasif d'un bloc de matière, réalisée de manière à faire apparaître des préformes d'aubes s'étendant radialement à partir d'un disque, tout en conservant de la matière formant moyens de liaison entre au moins deux préformes d'aubes directement consécutives, lesdits moyens de liaison étant espacés radialement dudit disque ; puis
- 25 - une étape de fraisage des préformes d'aubes réalisée de manière à obtenir des ébauches d'aubes mises à profil ; puis
- 30

- une étape de retrait desdits moyens de liaison ; puis

- une étape de finition par fraisage des ébauches d'aubes, de manière à obtenir les aubes au profil final.

Ainsi, l'invention est remarquable en ce qu'elle prévoit, au cours de l'étape de découpe par jet d'eau abrasif, de laisser apparaître des moyens de liaison entre au moins deux préformes d'aubes, et de préférence entre toutes ces préformes d'aubes. Cela permet de limiter fortement, voire d'éradiquer les déformations et les vibrations des aubes au cours de leur fabrication, étant donné qu'elles demeurent maintenues mécaniquement les unes aux autres par de la matière du bloc initial.

Cette spécificité permet avantageusement d'appliquer aux différents outillages des vitesses d'avance élevées, diminuant les temps de production, sans impacter la qualité du DAM produit. Par ailleurs, la diminution des temps de production, ainsi que la diminution des vibrations des aubes au cours de leur fabrication, ralentit l'usure des outillages, en particulier l'usure des fraiseuses, ce qui limite de façon avantageuse les coûts de production.

De préférence, l'étape de découpe par jet d'eau abrasif est réalisée de manière à ce que lesdits moyens de liaison relient entre elles un nombre de préformes d'aubes strictement supérieur à trois, de préférence directement consécutives. Néanmoins, il pourrait être envisagé plusieurs ensembles de préformes directement consécutives reliées les unes aux autres,

mais avec les ensembles non reliés entre eux. Quoiqu'il en soit, en fonction des besoins rencontrés, le nombre de préformes d'aubes maintenues les unes aux autres par les moyens de liaison, ainsi que la disposition de ces derniers sur les préformes, peuvent être adaptés.

Selon une réalisation préférée, l'étape de découpe par jet d'eau abrasif est réalisée de manière à ce que lesdits moyens de liaison forment sensiblement un anneau, de préférence centré sur l'axe du disque. Préférentiellement, cet anneau s'étend sur 360°, en étant éventuellement uniquement interrompu par les préformes d'aubes qu'il relie. Néanmoins, comme évoqué ci-dessus, cet anneau pourrait ne pas être entièrement fermé, à savoir ne pas relier certaines préformes directement consécutives.

Cependant, l'étape de découpe par jet d'eau abrasif est préférentiellement réalisée de manière à ce que ledit anneau relie entre elles la totalité des préformes d'aubes, chacune destinée à constituer ultérieurement une aube du DAM. Dans un tel cas, on prévoit de préférence que l'étape de découpe par jet d'eau abrasif est réalisée de manière à ce que ledit anneau relie entre elles les têtes des préformes d'aubes. L'anneau forme alors une portion annulaire périphérique du bloc découpé, avec les préformes d'aubes s'étendant radialement vers l'intérieur à partir de cet anneau, en direction du disque.

Néanmoins, une solution alternative pourrait consister à prévoir l'étape de découpe par jet d'eau abrasif réalisée de manière à ce que ledit anneau

relie entre elles lesdites préformes d'aubes, à distance de leur tête, radialement vers l'intérieur. Dans un tel cas, il est par exemple envisagé que l'anneau relie les préformes entre elles à environ mi-
5 longueur.

Il est précisé que les deux solutions proposées ci-dessus peuvent être combinées, à savoir prévoir à la fois un anneau de maintien périphérique, ainsi qu'un anneau de maintien intérieur situé
10 radialement intérieurement par rapport à l'anneau périphérique. De façon plus générale, lorsqu'il est prévu un anneau de maintien périphérique, il peut être prévu des moyens de liaison additionnels entre les préformes d'aubes, non-nécessairement en forme
15 d'anneau, sans sortir du cadre de l'invention.

La matière formant moyens de liaison est donc conservée jusqu'à la fin de l'étape de finition par fraisage, à la suite de laquelle cette matière est alors retirée.

20 Bien entendu, d'autres étapes classiques peuvent être mises en œuvre dans le procédé selon l'invention, telles que :

- le tournage du bloc de matière avant l'étape de découpe par jet d'eau abrasif ;
- 25 - le polissage et/ou le grenailage des aubes après l'étape de finition ;
- la mise à longueur des aubes ;
- et l'équilibrage du DAM.

De préférence, ledit disque aubagé monobloc
30 présente un diamètre supérieur ou égal à 800 mm. A cet égard, il est précisé que la présence des moyens de

liaison maintenant les aubes entre elles pendant leur fabrication permet d'envisager la fabrication de DAMs de grands diamètres, avec des aubes de grandes longueurs, puisque les déformations et vibrations de
5 celles-ci sont réduites, voire supprimées. De préférence, les aubes ont une longueur minimale de 150 mm.

De préférence, ledit disque aubagé monobloc présente un disque d'épaisseur supérieure ou égale à
10 100 mm. Néanmoins, il peut présenter une épaisseur de l'ordre de 160 mm, voire plus encore, en raison des hautes performances susceptibles d'être atteintes par la technique de découpe par jet d'eau abrasif. Cette épaisseur correspond également sensiblement à la
15 distance selon laquelle s'étend chaque aube, rapportée selon l'axe du DAM, entre le bord d'attaque et le bord de fuite.

De préférence, les aubes du disque aubagé monobloc sont vrillées, l'angle de vrillage pouvant
20 aller jusqu'à 45°, voire plus encore.

De préférence, ledit bloc de matière utilisé est en titane ou l'un de ses alliages.

De préférence, ledit disque aubagé monobloc est un disque aubagé monobloc pour turbomachine
25 d'aéronef.

Encore plus préférentiellement, ledit disque aubagé monobloc est un disque aubagé monobloc de rotor de turbine ou de compresseur de turbomachine d'aéronef.

D'autres avantages et caractéristiques de l'invention apparaîtront dans la description détaillée non limitative ci-dessous.

BRÈVE DESCRIPTION DES DESSINS

5 Cette description sera faite au regard des dessins annexés parmi lesquels ;

- la figure 1 représente une vue partielle en perspective d'un disque aubagé monobloc pour turbomachine, capable d'être obtenu par la mise en œuvre du procédé de fabrication selon la présente invention ; et

- les figures 2a à 2e représentent des vues schématisant le disque aubagé monobloc à différentes étapes de son procédé de fabrication, lorsque celui-ci se présente sous la forme d'un mode de réalisation préféré.

EXPOSÉ DÉTAILLÉ DE MODES DE RÉALISATION PRÉFÉRÉS

En référence tout d'abord à la figure 1, on peut voir un disque aubagé monobloc 1 destiné à être obtenu par la mise en œuvre d'un procédé de fabrication selon la présente invention. Il est préférentiellement destiné à la constitution d'un rotor de compresseur ou de turbine d'une turbomachine pour aéronef.

Le disque aubagé monobloc, ci-après dénommé DAM, que l'on recherche à obtenir par le procédé objet de l'invention, est de grandes dimensions, à savoir qu'il présente un diamètre supérieur ou égal à 800 mm, des aubes 2 de longueur au moins égale à 150 mm, et un disque 4 d'épaisseur « e » supérieure ou égale à 130 mm. De plus, les aubes portées par le disque 4 d'axe

central 5 sont vrillées de manière importante, puisque l'angle de vrillage peut atteindre 45° , voire plus. A titre informatif, cet angle correspond de manière connue à l'angle fictif entre le pied 6 et la tête 8 d'une même aube 2.

Un mode de réalisation préféré du procédé de fabrication du DAM 1 va maintenant être décrit en référence aux figures 2a à 2e.

Tout d'abord, un bloc de matière en alliage de titane, également dénommé « brut monobloc » et de préférence pré-usiné, subit une première étape de tournage, visant par exemple à usiner ce bloc à 1 mm des cotes finales.

L'étape suivante consiste en une découpe par jet d'eau abrasif du bloc plein, de manière à faire apparaître des préformes d'aubes.

Pour ce faire il est utilisé une machine (non représentée) de découpe par jet d'eau à très haute pression, par exemple 3000 bars, et très haute précision, par exemple à six axes. C'est le très haut niveau de pression de l'eau qui permet de véhiculer l'abrasif en optimisant son effet coupant sur la matière. De manière connue, le jet d'eau est créé par l'intermédiaire d'une buse en diamant ou en saphir. De plus, une chambre de mélange permet l'addition de l'abrasif, tel que du sable. A cet égard, un canon de focalisation homogénéise l'eau et le sable en focalisant ce dernier sur la zone à découper.

Cette technique de découpe par jet abrasif permet un débit de retrait de matière important, ainsi qu'une bonne répétabilité. Il se révèle ainsi tout à

fait adapté au retrait de matière visant à créer des espaces inter-aubes traversant entièrement l'épaisseur « e » du bloc de matière selon son axe 5.

A cet égard, la figure 2a montre en partie haute le bloc de matière 100, une fois l'étape de découpe par jet d'eau abrasif achevée. Ce bloc présente donc des préformes d'aubes 102 s'étendant radialement à partir du disque 4, c'est-à-dire orthogonalement à l'axe central 5. D'une manière générale, la découpe est réalisée dans l'épaisseur du bloc 100 de sorte à faire apparaître des espaces inter-aubes 110 entre les préformes d'aubes 102 directement consécutives circonférentiellement.

De plus, elle est réalisée de manière à laisser apparaître des moyens de liaison entre les préformes 102, prenant ici la forme d'un anneau 112 centré sur l'axe 5 et reliant de préférence la totalité des têtes 108 des préformes d'aubes 102. Ainsi, l'anneau 112 constitue une portion annulaire périphérique du bloc découpé 100, et crée par conséquent une délimitation radiale extérieure des espaces inter-aubes 110.

Cette étape de découpe par jet d'eau abrasif peut être mise en œuvre en réalisant une première opération de découpe visant à retirer un premier morceau de matière s'étendant sensiblement de manière vrillée ou hélicoïdale dans la direction radiale à partir du disque, suivie d'une seconde opération de découpe visant à retirer un second morceau de matière moins volumineux, s'étendant également

sensiblement de manière vrillée ou hélicoïdale dans la direction radiale.

Plus précisément en référence à la représentation schématique de la figure 2b, on peut voir sur la partie gauche de celle-ci que la première opération de découpe vise en effet à découper un premier morceau de matière 114 s'étendant sur toute l'épaisseur du bloc 100 selon son axe 5. Pour ce faire, l'axe du canon de focalisation 116 se déplace le long d'une ligne fermée 118 montrée en partie basse de la figure 2a, initiée à partir du pied 4, s'étendant radialement jusqu'à proximité de l'extrémité radiale extérieure du bloc, sans atteindre celle-ci de manière à laisser apparaître l'anneau, la ligne 118 longeant ensuite cet anneau dans la direction circonférentielle, avant de s'étendre à nouveau radialement vers l'intérieur jusqu'au pied 4, qu'elle longe ensuite pour retrouver son point initial.

Durant son parcours le long de la ligne 118 précitée, l'axe du canon 116 est animé d'un mouvement additionnel approprié par rapport à l'axe 5 restant préférentiellement fixe, ce mouvement additionnel se traduisant essentiellement par un pivotement de l'axe du canon selon la direction radiale, et assurant la formation d'un premier morceau 114 de forme sensiblement vrillée dans la direction radiale. D'une façon plus générale, il est noté que la trajectoire décrite par le canon 116 par rapport à l'axe 5 est une trajectoire dite cinq axes, obtenue à l'aide de deux rotations simultanées. Le premier morceau 114 est préférentiellement retiré manuellement par l'opérateur,

comme montré schématiquement par la partie centrale de la figure 2b. Comme cela est visible sur cette même figure, en section quelconque orthogonale à la direction radiale, le morceau 114 prend la forme d'un quadrilatère dont les deux côtés opposés, s'étendant
5 selon l'épaisseur du bloc, passent respectivement au plus près des deux aubes directement consécutives 2 destinées à être obtenues une fois le procédé achevé.

Comme cela découle de ce qui précède, chaque retrait d'un premier morceau 114 laisse
10 apparaître la surface de deux préformes d'aubes 102 directement consécutives. De préférence, il est d'abord procédé à la découpe de tous les premiers morceaux 114 dont le nombre est prévu en fonction du nombre d'aubes
15 souhaité pour le DAM, puis il est procédé au retrait manuel de ces morceaux 114, avant de mettre en œuvre la seconde opération de découpe.

Cette seconde opération est réalisée de manière à ce que les préformes d'aubes qui en découlent
20 se rapprochent au plus près de la forme vrillée à courbure inversée des aubes finales, de laquelle il est difficile de se rapprocher par une simple et unique découpe, étant donné que le jet d'eau abrasif traverse le bloc de manière sensiblement rectiligne, par
25 opposition à la forme courbe des sections d'aubes.

En référence à la représentation schématique de la figure 2b, on peut voir sur la partie droite de celle-ci que la seconde opération de découpe
30 vise en effet à découper un second morceau de matière 120 s'étendant cette fois-ci seulement sur une partie de l'épaisseur du bloc 100, c'est-à-dire seulement sur

une partie de l'épaisseur des éléments radiaux 122 formés par le retrait des premiers morceaux 114. En outre, le morceau 120 s'étend également seulement sur une portion radiale de son élément 122 associé, à savoir qu'il s'étend à partir du pied sans atteindre l'anneau, comme cela ressort de la figure 2a.

Pour ce faire, l'axe du canon de focalisation 116 se déplace le long d'une ligne radiale 124, dont une portion est montrée sur la figure 2a. Elle est initiée à partir du pied 4, et s'étend donc sensiblement radialement sans atteindre l'anneau 112 apparu lors du retrait des premiers morceaux 114. Par exemple, la ligne 124 traversée par le jet d'eau abrasif se situe environ à mi-épaisseur des éléments radiaux 122, et est stoppée au-delà de la mi-hauteur radiale de ces derniers.

Durant son parcours le long de la ligne 124 précitée, l'axe du canon 116 est animé d'un mouvement additionnel approprié par rapport à l'axe 5 restant préférentiellement fixe, ce mouvement additionnel se traduisant essentiellement par un pivotement de l'axe du canon selon la direction radiale, et assurant la formation d'un second morceau 120 de forme également sensiblement vrillée dans la direction radiale. D'une façon plus générale, ici encore, il est noté que la trajectoire décrite par le canon 116 par rapport à l'axe 5 est une trajectoire dite cinq axes, obtenue à l'aide de deux rotations simultanées. Ce second morceau 120, une fois entièrement désolidarisé du pied 5, toujours par jet d'eau abrasif, se décroche préférentiellement tout seul, sans aide de l'opérateur,

comme montré schématiquement par la partie droite de la figure 2b.

A ce titre, il est noté que le canon 116 se déplace non seulement le long de la ligne sensiblement radiale 124, mais également le long d'une ligne (non représentée) en forme de portion circulaire s'étendant à partir de l'extrémité radiale intérieure de la ligne 124, le long du pied 4, pour la désolidarisation totale du morceau 120 vis-à-vis de ce dernier.

Comme cela est visible sur la figure 2b, en section quelconque orthogonale à la direction radiale, le morceau 120 prend la forme d'un triangle dont l'un des côtés passe au plus près de l'aube 2 destinée à être obtenue à partir de l'élément radial 122 concerné, une fois le procédé achevé.

Une fois tous les seconds morceaux 120 retirés, le bloc ne présente plus que les préformes d'aubes 102 rattachées entre elles au niveau de leur tête 108, par l'anneau 112. L'étape de découpe par jet d'eau abrasif est alors achevée.

Ensuite, il est mis en œuvre une étape de fraisage des préformes d'aubes 102, réalisée de manière à obtenir des ébauches d'aubes 202 mises à profil. En d'autres termes, l'objectif de cette étape, mise en œuvre par exemple à l'aide d'un outillage de fraisage à cinq axes, est de retirer la matière restante sur les préformes d'aubes 102, afin d'arriver au plus proche des cotes finales, par exemple à 0,6 mm.

Ici, les préformes 102 sont préférentiellement usinées les unes après les autres, pour former chacune une ébauche d'aube 202 mise à

profil, comme représenté sur la figure 2c montrant par ailleurs les têtes 208 des ébauches 202 reliées entre elles par l'anneau 112, formant toujours portion annulaire périphérique du bloc 100.

5 Le procédé est ensuite poursuivi par une étape de retrait de l'anneau 112 reliant les préformes 112. Cette étape est réalisée de manière quelconque réputée appropriée par l'homme du métier, comme la découpe au fil ou le fraisage. A cet égard, la figure
10 2d montre schématiquement la désolidarisation de l'anneau 112 du reste du bloc 100, par rupture de la liaison entre cet anneau 112 et les têtes 208 des ébauches. Une fois toutes ces ruptures sensiblement
15 circonférentielles 228 obtenues, l'anneau peut effectivement être extrait du bloc par déplacement relatif selon l'axe 5 vis-à-vis de ce dernier. L'anneau 112 est alors considéré comme supprimé. Ici aussi, alternativement, il pourrait être procédé au retrait de
20 ce dernier situées entre les ébauches 202, les autres portions situées à l'extrémité radiale de ces ébauches étant alors conservées, par exemple en vue de constituer ultérieurement une partie des têtes d'aubes. Le ruptures recherchées ne sont alors plus sensiblement
25 circonférentielles comme les ruptures 228 de la figure 2d, mais sensiblement radiales, et toujours dans l'épaisseur du bloc.

Ensuite, il est mis en œuvre une nouvelle étape de fraisage, cette étape dite de finition visant
30 à obtenir, par fraisage, les aubes 2 au profil final, à partir des ébauches 202. L'outillage utilisé permet un

usinage plus précis, assurant la mise aux cotes finales, et donc l'obtention des aubes 2 comme cela est montré sur la partie droite de la figure 2e.

5 A ce stade du procédé, le bloc de matière restant présente un volume inférieur à 25% du volume de ce même bloc tel qu'il se présentait juste avant l'initiation de l'étape de découpe au jet d'eau abrasif, à savoir juste après l'étape précitée de tournage.

10 En outre, le procédé peut être poursuivi par une ou plusieurs étapes classiques, parmi lesquelles on compte, comme indiqué ci-dessus, une étape de polissage, une étape de grenailage, une étape de mise à longueur des aubes, et/ou une étape
15 d'équilibrage du DAM.

Bien que le mode de réalisation ci-dessus ait été décrit avec l'anneau de maintien 112 agencé au niveau des têtes d'aubes, il pourrait alternativement se trouver au niveau d'une partie plus centrale de ces
20 aubes, à distance radialement vers l'intérieur par rapport aux têtes.

Bien entendu, diverses modifications peuvent être apportées par l'homme du métier à l'invention qui vient d'être décrite, uniquement à
25 titre d'exemples non limitatifs.

REVENDICATIONS

1. Procédé de fabrication d'un disque aubagé monobloc (1), comprenant :

5 - une étape de découpe par jet d'eau abrasif d'un bloc de matière (100), réalisée de manière à faire apparaître des préformes d'aubes (102) s'étendant radialement à partir d'un disque (4), tout en conservant de la matière formant moyens de liaison
10 (112) entre au moins deux préformes d'aubes directement consécutives, lesdits moyens de liaison étant espacés radialement dudit disque ; puis

 - une étape de fraisage des préformes d'aubes (102) réalisée de manière à obtenir des ébauches
15 d'aubes (202) mises à profil ; puis

 - une étape de retrait desdits moyens de liaison (112) ; puis

 - une étape de finition par fraisage des ébauches d'aubes (202), de manière à obtenir les aubes (2) au
20 profil final.

2. Procédé selon la revendication 1, dans lequel l'étape de découpe par jet d'eau abrasif est réalisée de manière à ce que lesdits moyens de liaison (112)
25 relie entre elles un nombre de préformes d'aubes (102) strictement supérieur à trois, de préférence directement consécutives.

3. Procédé selon la revendication 2, dans lequel
30 l'étape de découpe par jet d'eau abrasif est réalisée

de manière à ce que lesdits moyens de liaison forment sensiblement un anneau (112).

4. Procédé selon la revendication 3, dans lequel l'étape de découpe par jet d'eau abrasif est réalisée de manière à ce que ledit anneau (112) relie entre elles la totalité des préformes d'aubes (102).

5. Procédé selon la revendication 3 ou la revendication 4, dans lequel l'étape de découpe par jet d'eau abrasif est réalisée de manière à ce que ledit anneau (112) relie entre elles les têtes (108) des préformes d'aubes (102).

6. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel ledit disque aubagé monobloc présente un diamètre supérieur ou égal à 800 mm.

7. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel ledit disque aubagé monobloc présente un disque (4) d'épaisseur (e) supérieure ou égale à 100 mm.

8. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel les aubes (2) du disque aubagé monobloc sont vrillées.

9. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel ledit bloc de

matière (100) utilisé est en titane ou l'un de ses alliages.

10. Procédé selon l'une quelconque des
5 revendications précédentes, dans lequel ledit disque aubagé monobloc est un disque aubagé monobloc pour turbomachine d'aéronef.

11. Procédé selon l'une quelconque des
10 revendications précédentes, dans lequel ledit disque aubagé monobloc est un disque aubagé monobloc de rotor de turbine ou de compresseur de turbomachine d'aéronef.

15

20

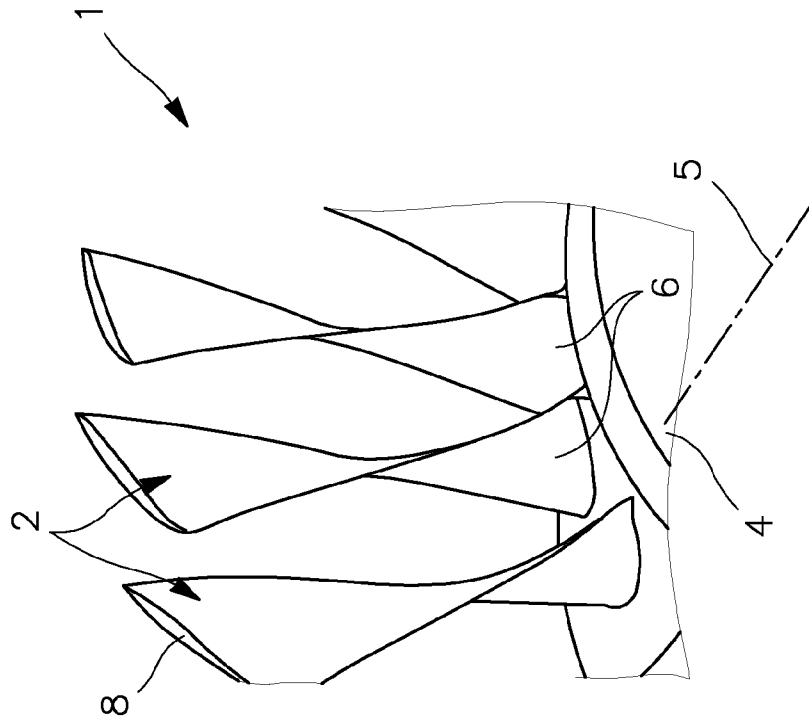


FIG. 1

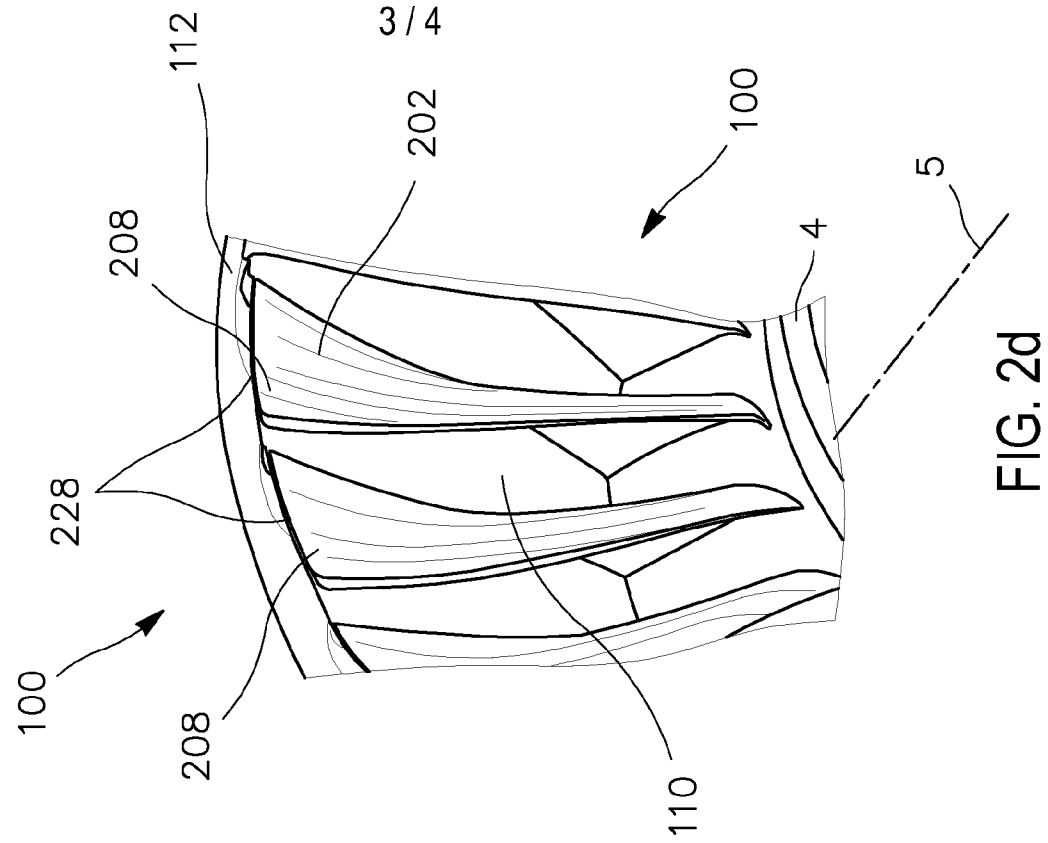


FIG. 2c

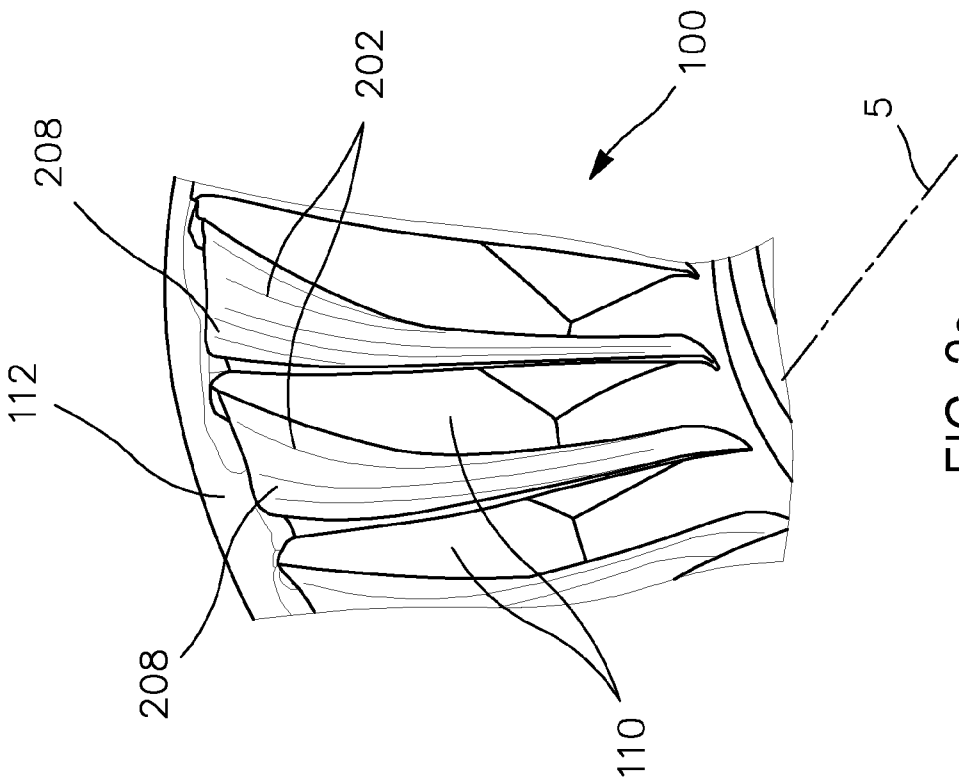


FIG. 2d

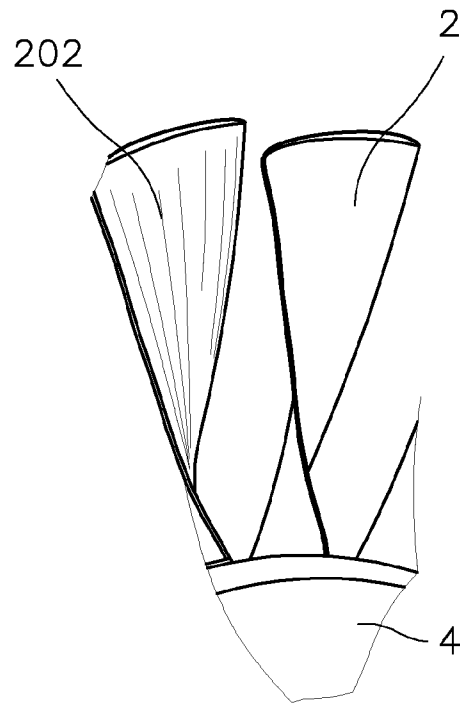


FIG. 2e

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2009/053482

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
 INV. B23P13/02 B23P15/00 B23C3/18 B23Q11/00 B24C1/04
 F01D5/34 B26F3/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
 B23P B23C B23Q B24C B26F F01D B23H

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	EP 1 285 714 A (SNECMA MOTEURS [FR]) 26 February 2003 (2003-02-26) paragraph [0015] - paragraph [0022]; figures	1-11
A	EP 1 502 682 A (MTU AERO ENGINES GMBH [DE]) 2 February 2005 (2005-02-02) paragraph [0003] - paragraph [0005]; figures	1,6-11
A	US 6 276 899 B1 (LAMBERT TOM [US] ET AL) 21 August 2001 (2001-08-21) column 3, line 21 - line 28; claims 1,2; figures	1
A	FR 2 699 850 A (SNECMA [FR]; AQUARESE IND) 1 July 1994 (1994-07-01) page 1, line 33 - page 2, line 7; figures	1
-/--		

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- *&* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

23 avril 2009

Date of mailing of the international search report

06/05/2009

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
 NL - 2280 HV Rijswijk
 Tel. (+31-70) 340-2040,
 Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Plastiras, Dimitrios

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2009/053482

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 2007/082504 A (MTU AERO ENGINES GMBH [DE]; HEINRICH STEFAN [DE]; GLAESSER ARNDT [DE];) 26 July 2007 (2007-07-26) claims -----	1-11
A	US 5 867 885 A (BALES DANIEL A [US] ET AL) 9 February 1999 (1999-02-09) claims; figures -----	1-11
A	EP 1 433 557 A (GEN ELECTRIC [US]) 30 June 2004 (2004-06-30) abstract; figures -----	1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2009/053482

Patent document cited in search report	A	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 1285714	A	26-02-2003	CA 2396216 A1	23-02-2003
			FR 2828824 A1	28-02-2003
			JP 4109038 B2	25-06-2008
			JP 2003120203 A	23-04-2003
			NO 20023999 A	24-02-2003
			PL 355617 A1	24-02-2003
			RU 2287409 C2	20-11-2006
			UA 78677 C2	25-04-2007
			US 2003039547 A1	27-02-2003
EP 1502682	A	02-02-2005	AT 366158 T	15-07-2007
			DE 60314744 T2	06-03-2008
			US 2005025598 A1	03-02-2005
US 6276899	B1	21-08-2001	NONE	
FR 2699850	A	01-07-1994	NONE	
WO 2007082504	A	26-07-2007	DE 102006002617 A1	26-07-2007
			EP 1973716 A1	01-10-2008
US 5867885	A	09-02-1999	DE 69713478 D1	25-07-2002
			DE 69713478 T2	02-10-2002
			EP 0849031 A1	24-06-1998
			JP 3965611 B2	29-08-2007
			JP 10180551 A	07-07-1998
			US 5822841 A	20-10-1998
EP 1433557	A	30-06-2004	CN 1511667 A	14-07-2004
			JP 2004209639 A	29-07-2004
			US 2004124181 A1	01-07-2004

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/EP2009/053482

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE

 INV. B23P13/02 B23P15/00 B23C3/18 B23Q11/00 B24C1/04
 F01D5/34 B26F3/00

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

 Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)
 B23P B23C B23Q B24C B26F F01D B23H

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si cela est réalisable, termes de recherche utilisés)

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	EP 1 285 714 A (SNECMA MOTEURS [FR]) 26 février 2003 (2003-02-26) alinéa [0015] - alinéa [0022]; figures -----	1-11
A	EP 1 502 682 A (MTU AERO ENGINES GMBH [DE]) 2 février 2005 (2005-02-02) alinéa [0003] - alinéa [0005]; figures -----	1,6-11
A	US 6 276 899 B1 (LAMBERT TOM [US] ET AL) 21 août 2001 (2001-08-21) colonne 3, ligne 21 - ligne 28; revendications 1,2; figures -----	1
A	FR 2 699 850 A (SNECMA [FR]; AQUARESE IND) 1 juillet 1994 (1994-07-01) page 1, ligne 33 - page 2, ligne 7; figures -----	1
	-/--	

 Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents

 Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

* Catégories spéciales de documents cités:

A document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent

E document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date

L document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)

O document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens

P document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

T document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention

X document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément

Y document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier

& document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée

23 avril 2009

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

06/05/2009

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale

 Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2
 NL - 2280 HV Rijswijk
 Tel. (+31-70) 340-2040,
 Fax: (+31-70) 340-3016

Fonctionnaire autorisé

Plastiras, Dimitrios

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/EP2009/053482

C(suite). DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	WO 2007/082504 A (MTU AERO ENGINES GMBH [DE]; HEINRICH STEFAN [DE]; GLAESSER ARNDT [DE];) 26 juillet 2007 (2007-07-26) revendications -----	1-11
A	US 5 867 885 A (BALES DANIEL A [US] ET AL) 9 février 1999 (1999-02-09) revendications; figures -----	1-11
A	EP 1 433 557 A (GEN ELECTRIC [US]) 30 juin 2004 (2004-06-30) abrégé; figures -----	1

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/EP2009/053482

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
EP 1285714	A	26-02-2003	CA 2396216 A1	23-02-2003
			FR 2828824 A1	28-02-2003
			JP 4109038 B2	25-06-2008
			JP 2003120203 A	23-04-2003
			NO 20023999 A	24-02-2003
			PL 355617 A1	24-02-2003
			RU 2287409 C2	20-11-2006
			UA 78677 C2	25-04-2007
			US 2003039547 A1	27-02-2003
			EP 1502682	A
DE 60314744 T2	06-03-2008			
US 2005025598 A1	03-02-2005			
US 6276899	B1	21-08-2001	AUCUN	
FR 2699850	A	01-07-1994	AUCUN	
WO 2007082504	A	26-07-2007	DE 102006002617 A1	26-07-2007
			EP 1973716 A1	01-10-2008
US 5867885	A	09-02-1999	DE 69713478 D1	25-07-2002
			DE 69713478 T2	02-10-2002
			EP 0849031 A1	24-06-1998
			JP 3965611 B2	29-08-2007
			JP 10180551 A	07-07-1998
			US 5822841 A	20-10-1998
EP 1433557	A	30-06-2004	CN 1511667 A	14-07-2004
			JP 2004209639 A	29-07-2004
			US 2004124181 A1	01-07-2004