

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

(19) Organisation Mondiale de la Propriété
Intellectuelle
Bureau international



(10) Numéro de publication internationale
WO 2011/104192 A1

(43) Date de la publication internationale
1 septembre 2011 (01.09.2011)

PCT

(51) Classification internationale des brevets :
B23P 15/04 (2006.01) *F04D 29/38* (2006.01)
F01D 5/14 (2006.01) *B21D 26/02* (2011.01)

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/EP2011/052467

(22) Date de dépôt international :
18 février 2011 (18.02.2011)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
1051364 25 février 2010 (25.02.2010) 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) : **KLEIN, Gilles Charles, Casimir** [FR/FR]; 42 Avenue Vincent Van Gogh, F-95540 Mery Sur Oise (FR). **LEVEQUE, Stéphane André** [FR/FR]; 101, Rue du 8 Mai 1945, F-91300 Massy (FR). **MAGNAUDEIX, Dominique** [FR/FR]; 9 Rue de la Gare, F-91330 Yerres (FR). **MAROLLE, Philippe** [FR/FR]; 11 Rue Leconte de Lisle, F-91320 Wissous (FR).

(74) Mandataire : **LEBKIRI, Alexandre**; 87 Rue Taitbout, F-75009 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, CL, 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, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de protection régionale disponible) : ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), européen (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Publiée :

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

(54) Title : METHOD FOR MAKING A METAL REINFORCEMENT FOR THE BLADE OF A TURBINE ENGINE

(54) Titre : PROCEDE DE REALISATION D'UN RENFORT METALLIQUE D'AUBE DE TURBOMACHINE

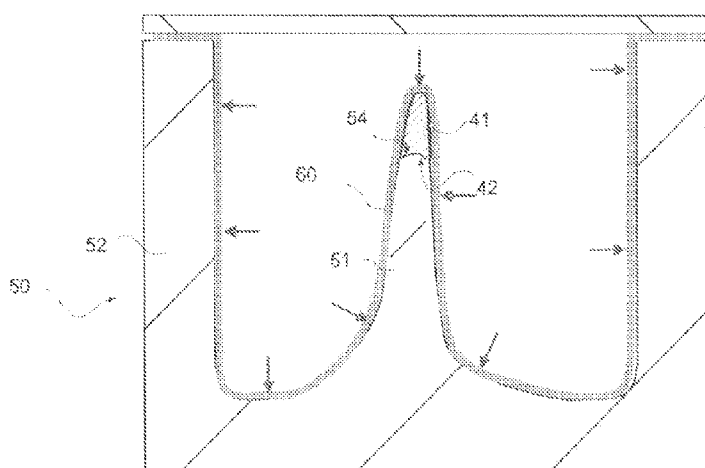


Fig.5

(57) Abstract : The invention relates to a method for making a metal reinforcement (30) for the leading edge or trailing edge of the blade of a turbine engine that comprises sequentially: a step of making a metal insert (41) defining the base (39) of the metal reinforcement (30); a step of positioning said metal insert (41) at the end (54) of a blank (51) of a shaping tool (50), said blank (51) repeating the shape of said turbine-engine blade (10); a step of shaping a planar metal sheet (60) on said metal insert (41) and said blank (51) of said shaping tool (50) using a superplastic hot-shaping method.

(57) Abrégé : La présente invention concerne un procédé de réalisation d'un renfort métallique (30) de bord d'attaque ou de bord de fuite d'aube de turbomachine comportant successivement: - une étape de réalisation d'un insert métallique (41) représentant la base (39) du renfort métallique (30); - une étape de positionnement dudit insert métallique (41) sur l'extrémité (54) d'une préforme

(51) d'un outillage de forme (50), ladite préforme (51) reprenant la forme de ladite aube (10) de turbomachine; - une étape de formage d'une tôle métallique plane (60) sur ledit insert métallique (41) et sur ladite préforme (51) dudit outillage (50) par un procédé de formage à chaud superplastique.

**PROCEDE DE REALISATION D'UN RENFORT METALLIQUE
D'AUBE DE TURBOMACHINE.**

La présente invention concerne un procédé de réalisation d'un renfort
5 métallique d'aube composite ou métallique de turbomachine.

Plus particulièrement l'invention concerne un procédé de réalisation
d'un renfort métallique de bord d'attaque d'aube de turbomachine.

Le domaine de l'invention est celui des turbomachines et plus
particulièrement celui des aubes de soufflante, en matériau composite ou
10 métallique, de turbomachine et dont le bord d'attaque comporte un renfort
structurel métallique.

Toutefois, l'invention est également applicable à la réalisation d'un
renfort métallique destiné à renforcer un bord de fuite d'aube de
turbomachine.

15 On rappelle que le bord d'attaque correspond à la partie antérieure
d'un profil aérodynamique qui fait face au flux d'air et qui divise l'écoulement
d'air en un écoulement d'air d'intrados et en un écoulement d'air extrados.
Le bord de fuite correspond à la partie postérieure d'un profil aérodynamique
où se rejoignent les écoulements intrados et extrados.

20 Il est connu d'équiper les aubes de soufflante d'une turbomachine,
réalisées en matériaux composites, d'un renfort structurel métallique
s'étendant sur toute la hauteur de l'aube et au-delà de leur bord d'attaque
comme mentionné dans le document EP1809918. Un tel renfort permet de
protéger l'aubage composite lors d'un impact d'un corps étranger sur la
25 soufflante, tel que par exemple un oiseau, de la grêle ou encore des cailloux.

En particulier, le renfort structurel métallique protège le bord d'attaque
de l'aube composite en évitant des risques de délamination, de rupture de
fibre ou encore d'endommagement par décohésion fibre/matrice.

De façon classique, une aube de turbomachine comporte une surface

2

aérodynamique s'étendant, selon une première direction, entre un bord d'attaque et un bord de fuite et, selon une deuxième direction sensiblement perpendiculaire à la première direction, entre un pied et un sommet de l'aube. Le renfort structurel métallique épouse la forme du bord d'attaque de la surface aérodynamique de l'aube et s'étend selon la première direction au-delà du bord d'attaque de la surface aérodynamique de l'aube pour épouser le profil de l'intrados et de l'extrados de l'aube et selon la deuxième direction entre le pied et le sommet de l'aube.

De façon connue, le renfort structurel métallique est une pièce métallique réalisée entièrement par fraisage à partir d'un bloc de matière.

Cependant, le renfort métallique d'un bord d'attaque d'aube est une pièce complexe à réaliser, nécessitant de nombreuses opérations de reprises et des outillages complexes impliquant des coûts de réalisation importants.

Dans ce contexte, l'invention vise à résoudre les problèmes mentionnés ci-dessus en proposant un procédé de réalisation d'un renfort métallique de bord d'attaque ou de bord de fuite d'aube de turbomachine permettant de réduire significativement les coûts de réalisation d'une telle pièce tout en simplifiant la gamme de fabrication.

A cette fin, l'invention propose un procédé de réalisation d'un renfort métallique de bord d'attaque ou de bord de fuite d'aube de turbomachine comportant successivement :

- une étape de réalisation d'un insert métallique représentant la base du renfort métallique ;
- une étape de positionnement dudit insert métallique sur l'extrémité d'une préforme d'un outillage de forme, ladite préforme reprenant la forme de ladite aube de turbomachine ;
- une étape de formage d'une tôle métallique plane sur ledit insert métallique et sur ladite préforme dudit outillage par un procédé de

3

formage à chaud superplastique.

Grâce à l'invention, le renfort structurel métallique est réalisé de façon simple et rapide à partir d'une préforme réalisée dans un outillage de forme et reprenant le profil externe d'une aube de turbomachine, d'un outillage, 5 d'un insert métallique réalisé conventionnellement par usinage et d'une tôle métallique mise en forme sur ladite préforme et sur ledit insert par un procédé de formage à chaud superplastique (SPF pour Super Plastic Forming en langue anglaise).

Le formage à chaud permet également de solidariser l'insert sur la tôle 10 mise en forme dans l'outillage, de sorte que l'ensemble constitué par la tôle mise en forme et l'insert forment respectivement les flancs et la base du renfort métallique d'aube de turbomachine.

Ce procédé de réalisation permet ainsi de s'affranchir de la réalisation complexe du renfort par fraisage dans la masse à partir de méplats 15 nécessitant de grand volume de matière de mise en œuvre et par conséquent des coûts importants en approvisionnement de matière première.

Le procédé selon l'invention permet également de diminuer sensiblement les coûts de fabrication d'une telle pièce.

20 Le procédé de réalisation d'un renfort métallique d'aube de turbomachine selon l'invention peut également présenter une ou plusieurs des caractéristiques ci-dessous, considérées individuellement ou selon toutes les combinaisons techniquement possibles :

- 25 - ladite étape de positionnement dudit insert métallique est réalisée par positionnement de la face inférieure dudit insert, de forme complémentaire à la ladite forme de l'extrémité, sur ladite extrémité de ladite préforme ;
- ledit procédé comporte une étape de soudage par diffusion dudit insert et de ladite tôle métallique simultanément avec ladite étape de

4

formage ;

- ledit procédé comporte une étape de démoulage dudit renfort métallique dudit outillage ;
- ledit procédé comporte une étape de finition dudit renfort métallique consistant en une sous-étape de polissage de la surface dudit renfort et/ou en une sous-étape de reprise du profil et/ou des épaisseurs des flancs dudit renfort et/ou en une sous-étape de reprise du profil de la base du renfort ;
- ladite étape de reprise du profil et/ou des épaisseurs des flancs dudit renfort est réalisée par usinage chimique ;
- ledit procédé comporte une étape de préparation de la tôle consistant en une sous-étape d'usinage préalable de certaines zones de la tôle et/ou en une sous-étape d'augmentation de la rugosité sur la face inférieure de ladite tôle ;
- ledit procédé comporte une opération consistant à augmenter la rugosité des faces intérieures desdits flancs dudit renfort.

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention ressortiront plus clairement de la description qui en est donnée ci-dessous, à titre indicatif et nullement limitatif, en référence aux figures annexées, parmi lesquelles :

- la figure 1 est une vue latérale d'une aube comportant un renfort structural métallique de bord d'attaque obtenu au moyen du procédé de réalisation selon l'invention ;
- la figure 2 est une vue partielle en coupe de la figure 1 selon un plan de coupe AA ;
- la figure 3 est un schéma synoptique présentant les principales étapes de réalisation d'un renfort structural métallique de bord d'attaque d'aube de turbomachine du procédé de réalisation selon l'invention ;
- la figure 4 est une vue illustrant l'état initial du renfort lors de la troisième étape du procédé de réalisation d'un renfort métallique de

5

bord d'attaque d'aube de turbomachine illustré en figure 3 ;

- la figure 5 est une vue illustrant l'état intermédiaire du renfort lors de la troisième étape du procédé de réalisation d'un renfort métallique de bord d'attaque d'aube de turbomachine illustré en figure 3 ;
- 5 - la figure 6 est une vue illustrant l'état final du renfort lors de la troisième étape du procédé de réalisation d'un renfort métallique de bord d'attaque d'aube de turbomachine illustré en figure 3.

Dans toutes les figures, les éléments communs portent les mêmes numéros de référence sauf précision contraire.

- 10 La figure 1 est une vue latérale d'une aube comportant un renfort structurel métallique de bord d'attaque obtenu au moyen du procédé de réalisation selon l'invention.

L'aube 10 illustrée est par exemple une aube mobile de soufflante d'une turbomachine (non représentée).

- 15 L'aube 10 comporte une surface aérodynamique 12 s'étendant selon une première direction axiale 14 entre un bord d'attaque 16 et un bord de fuite 18 et selon une deuxième direction radiale 20 sensiblement perpendiculaire à la première direction 14 entre un pied 22 et un sommet 24.

- 20 La surface aérodynamique 12 forme la face extrados 13 et intrados 11 de l'aube 10, seul la face extrados 13 de l'aube 10 est représentée sur la figure 1. L'intrados 11 et l'extrados 13 forment les faces latérales de l'aube 10 qui relie le bord d'attaque 16 au bord de fuite 18 de l'aube 10.

- 25 Dans ce mode de réalisation, l'aube 10 est une aube composite obtenue typiquement par drapage d'un matériau composite tissé. A titre d'exemple, le matériau composite utilisé peut être composé par un assemblage de fibres de carbone tissées et d'une matrice résineuse, l'ensemble étant formé par moulage au moyen d'un procédé d'injection de résine sous vide de type RTM (pour « Resin Transfer Molding »).

L'aube 10 comporte un renfort structurel métallique 30 collé au niveau

6

de son bord d'attaque 16 et qui s'étend à la fois selon la première direction 14 au-delà du bord d'attaque 16 de la surface aérodynamique 12 de l'aube 10 et selon la deuxième direction 20 entre le pied 22 et le sommet 24 de l'aube.

5 Comme représenté à la figure 2, le renfort structurel 30 épouse la forme du bord d'attaque 16 de la surface aérodynamique 12 de l'aube 10 qu'il prolonge pour former un bord d'attaque 31, dit bord d'attaque du renfort.

De façon classique, le renfort structurel 30 est une pièce monobloc comportant une section sensiblement en forme de V présentant une base 39
10 formant le bord d'attaque 31 et prolongée par deux flancs latéraux 35 et 37 épousant respectivement l'intrados 11 et extrados 13 de la surface aérodynamique 12 de l'aube. Les flancs 35, 37 présentent un profil effilé ou amincie en direction du bord de fuite de l'aube.

La base 39 comporte un profil interne 33 arrondi apte à épouser la
15 forme arrondie du bord d'attaque 16 de l'aube 10.

Le renfort structurel 30 est métallique et préférentiellement à base titane. Ce matériau présente en effet une grande capacité d'absorption de l'énergie due aux chocs. Le renfort est collé sur l'aube 10 au moyen de colle connue de l'homme du métier, comme par exemple une colle cyanoacrylique
20 ou encore époxy.

Ce type de renfort structurel métallique 30 utilisé pour le renfort d'aube composite de turbomachine est plus particulièrement décrit notamment dans la demande de brevet EP1908919.

Le procédé selon l'invention permet de réaliser un renfort structurel tel
25 qu'illustré à la figure 2, la figure 2 illustrant le renfort 30 dans son état final.

La figure 3 représente un schéma synoptique illustrant les principales étapes d'un procédé de réalisation 100 d'un renfort structurel métallique 30 de bord d'attaque d'aube 10 tel qu'illustré aux figures 1 et 2. La première étape 110 du procédé de réalisation 100 est une étape de fabrication d'un

insert métallique 41 par des moyens conventionnels d'usinage connus de l'homme du métier. L'insert métallique 41 est usiné de façon à représenter sensiblement le profil et la forme de la base 39 du renfort métallique 30 dans son état final.

5 A cet effet, les flancs de l'insert métallique 41 sont usinés de façon à reprendre la forme intrados et extrados du renfort métallique 30 et la face inférieure 42 de l'insert 41 est usiné de façon à correspondre à la forme du profil interne 33 arrondi apte à épouser la forme arrondie du bord d'attaque 16 de l'aube 10.

10 La deuxième étape 120 du procédé de réalisation 100 est une étape de positionnement, ou d'accostage, de l'insert 41 à l'extrémité d'une préforme 51 ménagée dans un outillage de forme 50.

 L'outillage de forme 50 comporte une partie inférieure 52 comportant la préforme 51 et une partie supérieure 53 recouvrant la partie inférieure 52 de
15 façon étanche.

 La préforme 51 est réalisée de façon à former le galbe et le profil intrados et extrados désirés du renfort métallique 30. Avantageusement, la préforme 51 comporte sensiblement le même profil que l'aube sur laquelle le renfort métallique sera assemblé.

20 La face supérieure 54 de la préforme 51 est réalisée de façon à correspondre à la forme complémentaire de la face inférieure 42 de l'insert 41 qui correspond à la forme du profil interne 33 du renfort 30.

 Ainsi, le positionnement de l'insert 41 sur la préforme 51 est réalisé par emboitement de la face inférieure 42 sur la face supérieure 54 de la
25 préforme 51 de sorte que l'ensemble forme un profil équivalent à la forme de la partie interne du renfort métallique 30.

 La troisième étape 130 du procédé de réalisation 100 est une étape de formage à chaud d'une tôle plane 60 placée dans l'outillage de forme 50 entre la partie inférieure 52 et la partie supérieure 53 fermant l'outillage de

façon étanche.

Dans son état initial (figure 4), la tôle 60 plane est maintenue bridée à ses extrémités entre les deux parties 52, 53 de l'outillage 50. L'étape de formage à chaud consiste à utiliser la propriété des métaux qui ont une capacité à se déformer sans rupture à une température donnée, comme par exemple l'aluminium ou encore le titane. A titre d'exemple, le titane dans certaines conditions de température, par exemple à 940°C, possède un taux d'allongement supérieur à 35%.

A titre d'exemple, un procédé de formage à chaud utilisé pour cette étape peut être un procédé de formage superplastique (SPF pour Super Plastic Forming en langue anglaise).

Le formage superplastique est un procédé permettant de produire des pièces complexes en tôles avec de faibles épaisseurs et en une seule opération.

Pour la mise en œuvre de ce procédé, la tôle 60 plane est chauffée à une température donnée, par exemple à une température équivalente à la moitié de la température de fusion du matériau. A cette température, la tôle 60 est déformée par la pression d'un gaz neutre, par exemple de l'argon, introduit à l'intérieur de l'outillage 50 fermé tel que représenté à la figure 5. L'évolution de cette pression de gaz, représentée par des flèches sur la figure 5 est contrôlée de sorte que la mise en forme de la tôle 60b, sur l'insert 41 et sur la préforme 51, s'effectue dans le domaine superplastique qui est associé à une plage de vitesse de déformation spécifique à chaque famille de matériau. De façon connue, la prédiction de la loi d'évolution de la pression de formage est réalisée par simulation numérique de façon à optimiser la mise en forme et le temps de cycle d'un tel procédé.

Pendant l'étape de formage à chaud et une fois que la tôle 60 est mise en forme, on continue d'appliquer les conditions de température et de pression à l'intérieur de l'outillage de forme 50 de façon à solidariser l'insert

9

41 par soudage par diffusion, tel qu'illustré à la figure 6. Le soudage par diffusion utilise le principe de diffusion des atomes pour créer une liaison mécanique. L'étanchéité de l'outillage de forme 50 permet de s'affranchir des risques de contamination des pièces lors de la soudure par diffusion
5 permettant ainsi d'obtenir une soudure qualitative.

Cette étape de formage à chaud de la tôle 60 plane peut être éventuellement précédé par une étape 170 de préparation de la tôle 60 avant sa déformation à chaud.

Cette étape 170 de préparation consiste par exemple en une étape
10 d'usinage préalable de certaines zones de la tôle 60 de façon à obtenir localement les épaisseurs s'approchant des épaisseurs finales des flancs 35, 37 du renfort métallique 30 lorsque la tôle 60 est formée.

A titre d'exemple l'usinage local de la tôle 60 plane peut être réalisé chimiquement.

15 Cette étape 170 de préparation de la tôle 60 plane peut comporter également une étape d'augmentation de la rugosité de sa face inférieure 61 qui formera la surface intérieure du renfort métallique 30 dans son état final.

A titre d'exemple, la rugosité de la face inférieure 61 de la tôle 60 peut également être dégradée lors de la mise en forme de la tôle 60 par formage
20 à chaud sur la préforme 51, la préforme 51 comportant préalablement une rugosité dégradée.

La quatrième étape 140 du procédé de réalisation 100 est une étape de démoulage du renfort métallique 30 d'aube formé par la tôle 60 mise en forme et l'insert 41 solidarisé à la tôle 60 mise en forme.

25 La finesse des flancs 35, 37 assure une certaine élasticité à l'ensemble ce qui permet de démouler la pièce sans dommage.

La cinquième étape 150 du procédé de réalisation 100 est une étape finition et de reprise du renfort 30 par usinage de façon à obtenir les épaisseurs et le profil requis.

10

Cette étape 150 de reprise peut comporter une ou plusieurs sous-étapes présentées ci-dessous, à savoir :

- une première sous-étape de reprise du profil de la base 39 du renfort 30 de façon à l'affiner et notamment du profil aérodynamique du bord d'attaque 31 par usinage mécanique ;
- une deuxième sous-étape de reprise des flancs 35, 37 ; cette étape consistant notamment au détournage des flancs 35, 37 et à l'aminçissement des flancs intrados et extrados par usinage chimique, éventuellement sélectif si nécessaire ;
- une troisième sous-étape 59 de finition permettant d'obtenir l'état de surface requis.

En association avec ces principales étapes de réalisation, le procédé selon l'invention peut également comporter des étapes de contrôle non destructif du renfort 30 permettant de s'assurer de la conformité géométrique et métallurgique de l'ensemble obtenu. A titre d'exemple les contrôles non destructifs peuvent être réalisés par un procédé par rayon X.

Le procédé selon l'invention peut également comporter une opération supplémentaire d'augmentation de la rugosité à la suite du démoulage du renfort 30 de l'outillage de forme 50 et si la rugosité n'est pas dégradée au préalable lors de l'étape de préparation 170 de la tôle 60 ou lors de l'étape de formage 130 par un état de surface dégradé de la préforme 51.

Le procédé selon l'invention a été décrit principalement pour un renfort structurel métallique à base titane ; toutefois, le procédé selon l'invention est également applicable avec des matériaux à base nickel ou encore à base acier.

L'utilisation d'un procédé de formage à chaud et de soudage par diffusion permet d'obtenir des caractéristiques structurelles et mécaniques identique au matériau corroyé.

L'invention a été particulièrement décrite pour la réalisation d'un renfort

11

métallique d'une aube composite de turbomachine ; toutefois, l'invention est également applicable pour la réalisation d'un renfort métallique d'une aube métallique de turbomachine.

5 L'invention a été particulièrement décrite pour la réalisation d'un renfort métallique d'un bord d'attaque d'aube de turbomachine ; toutefois, l'invention est également applicable pour la réalisation d'un renfort métallique d'un bord de fuite d'une aube de turbomachine.

Les autres avantages de l'invention sont notamment les suivants :

- réduction des coûts de réalisation ;
- 10 - réduction du temps de réalisation ;
- simplification de la gamme de fabrication ;
- réduction des coûts matière.

REVENDICATIONS

1. Procédé de réalisation d'un renfort métallique (30) de bord d'attaque
5 (31) ou de bord de fuite d'aube de turbomachine
comportant successivement :
- une étape (110) de réalisation d'un insert métallique (41)
représentant la base (39) du renfort métallique (30) ;
 - une étape (120) de positionnement dudit insert métallique (41) sur
10 l'extrémité (54) d'une préforme (51) d'un outillage de forme (50),
ladite préforme (51) reprenant la forme de ladite aube (10) de
turbomachine ;
 - une étape (130) de formage d'une tôle métallique plane (60) sur
15 ledit insert métallique (41) et sur ladite préforme (51) dudit
outillage (50) par un procédé de formage à chaud superplastique.
2. Procédé de réalisation d'un renfort métallique (30) d'aube de
turbomachine selon la revendication 1 caractérisé en ce que ladite
étape de positionnement dudit insert métallique (41) est réalisée par
20 positionnement de la face inférieure (42) dudit insert (41), de forme
complémentaire à la ladite forme de l'extrémité (54), sur ladite
extrémité (54) de ladite préforme (51).
3. Procédé de réalisation d'un renfort métallique (30) d'aube de
25 turbomachine selon l'une des revendications 1 à 2 caractérisé en ce
qu'il comporte une étape de soudage par diffusion dudit insert (41) et
de ladite tôle métallique (60) simultanément avec ladite étape de
formage (130).

13

4. Procédé de réalisation d'un renfort métallique (30) d'aube de turbomachine selon l'une des revendications 1 à 3 caractérisé en ce qu'il comporte une étape de démoulage (140) dudit renfort métallique (30) dudit outillage (50),
- 5
5. Procédé de réalisation d'un renfort métallique (30) d'aube de turbomachine selon l'une des revendications 1 à 4 caractérisé en ce qu'il comporte une étape (150) de finition dudit renfort métallique (30) consistant en une sous-étape de polissage de la surface dudit renfort et/ou en une sous-étape de reprise du profil et/ou des épaisseurs des flancs (35, 37) dudit renfort (30) et/ou en une sous-étape de reprise du profil de la base (39) du renfort (30).
- 10
6. Procédé de réalisation d'un renfort métallique (30) d'aube de turbomachine selon la revendication 5 caractérisé en ce que ladite étape de reprise du profil et/ou des épaisseurs des flancs (35, 37) dudit renfort (30) est réalisée par usinage chimique.
- 15
7. Procédé de réalisation d'un renfort métallique (30) d'aube de turbomachine selon l'une des revendications 1 à 6 caractérisé en ce qu'il comporte une étape (170) de préparation de la tôle (60) consistant en une sous-étape d'usinage préalable de certaines zones de la tôle (60) et/ou en une sous-étape d'augmentation de la rugosité sur la face inférieure (61) de ladite tôle (60).
- 20
8. Procédé de réalisation d'un renfort métallique (30) d'aube de turbomachine selon l'une des revendications 1 à 7 caractérisé en ce qu'il comporte une opération consistant à augmenter la rugosité des faces intérieures desdits flancs (35, 37) dudit renfort (30).
- 25

1/3

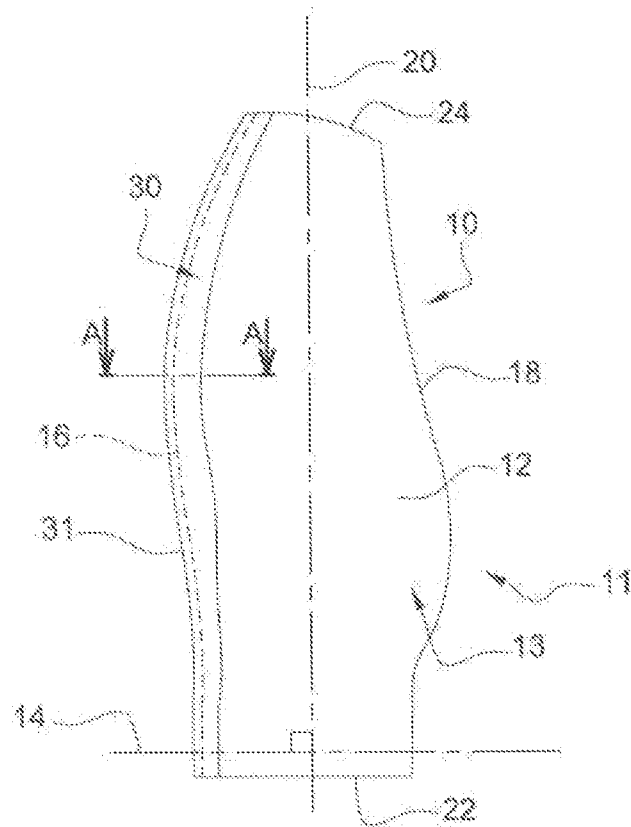


Fig. 1

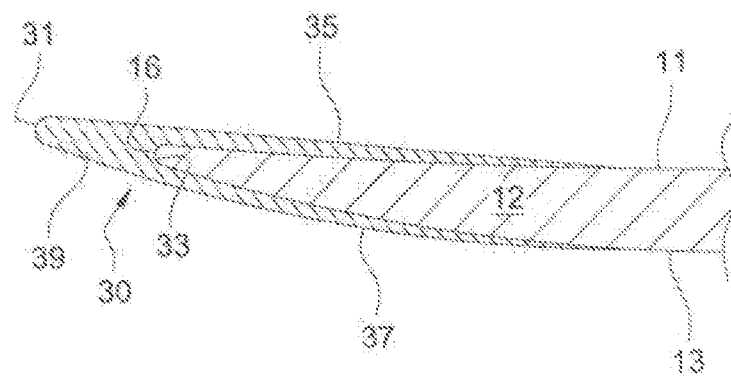


Fig. 2

2/3

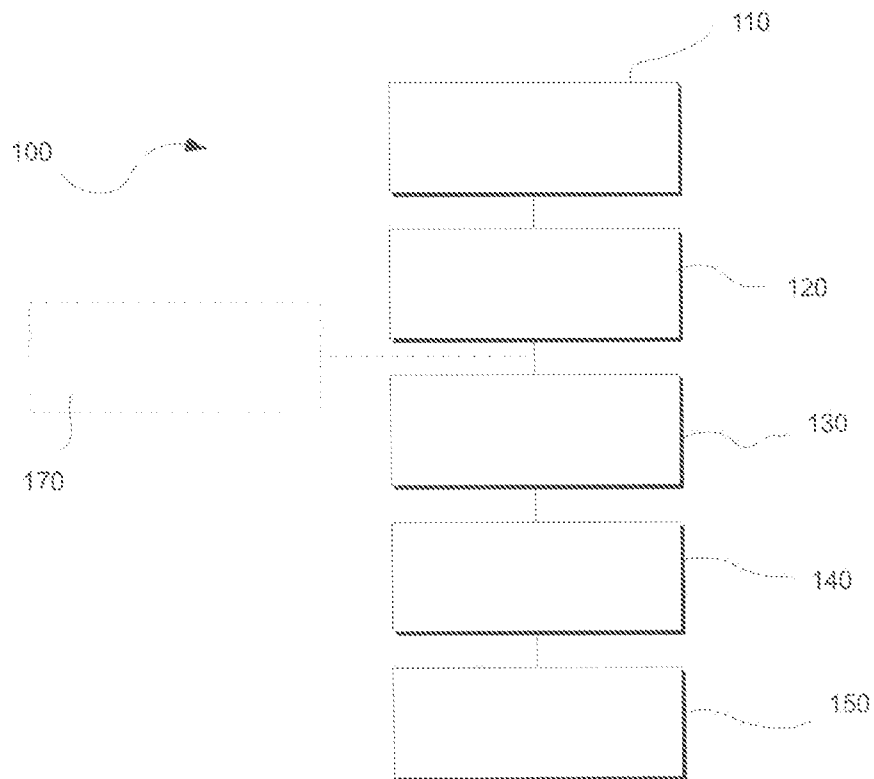


Fig.3

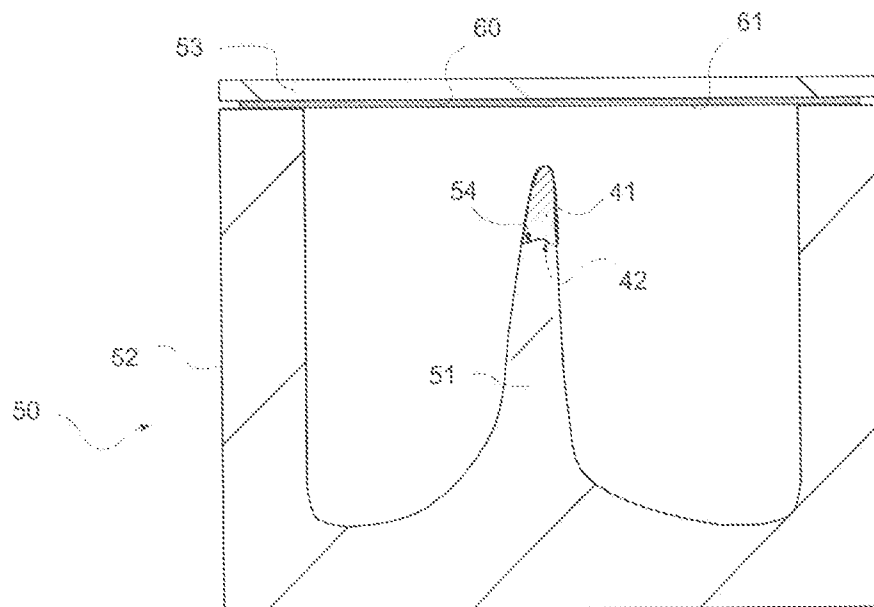


Fig.4

3/3

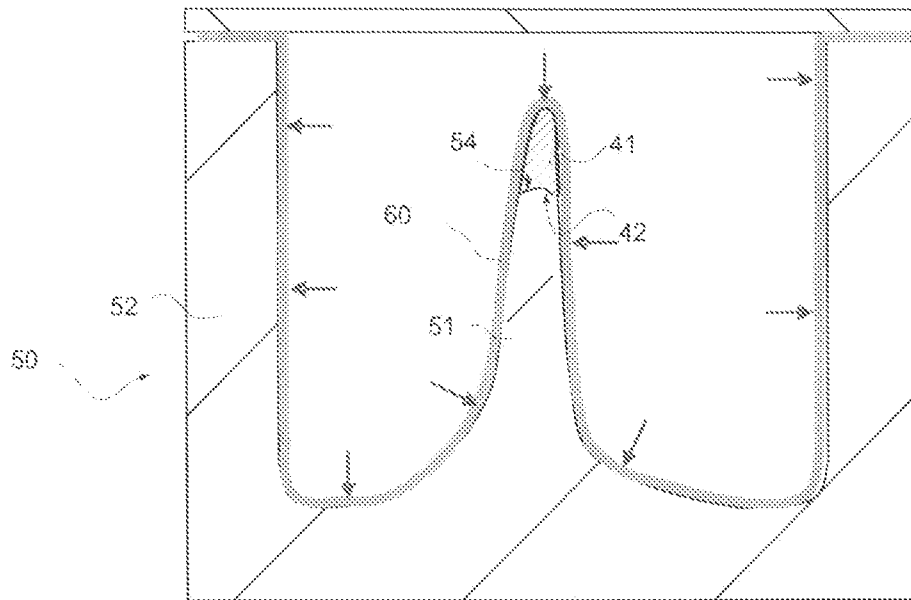


Fig. 5

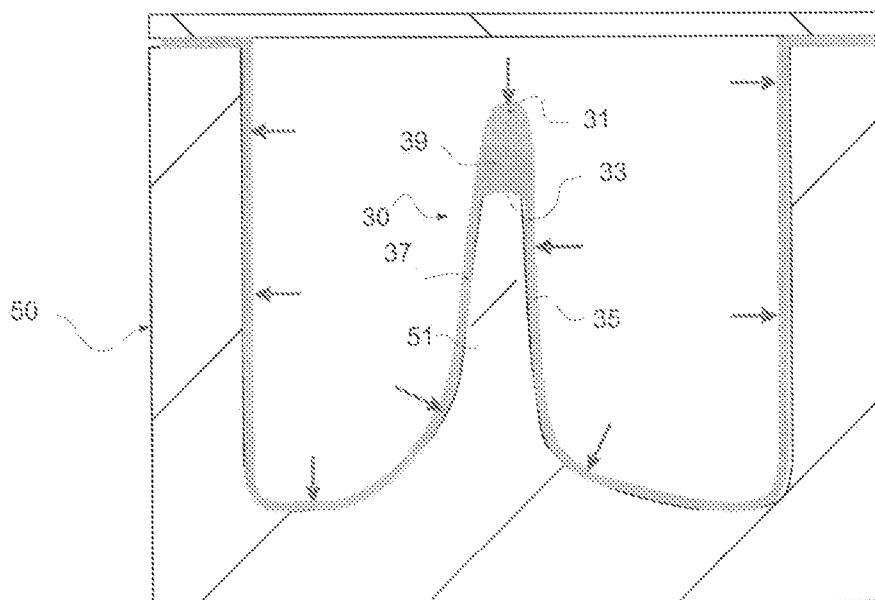


Fig. 6

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2011/052467

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

INV. B23P15/04

ADD. F01D5/14 F04D29/38 B21D26/02

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 F01D F04D B23K B21D B64C

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.
Y	US 4 010 530 A (DELGROSSO EUGENE JOSEPH ET AL) 8 March 1977 (1977-03-08) column 1, line 6 - column 66 column 2, line 53 - line 65 column 3, line 20 - line 44 column 3, line 58 - line 62 column 4, line 20 - line 35 figures 1-4	1-8
Y	----- US 2009/044592 A1 (SHIKANO FUMIHIKO [JP] ET AL) 19 February 2009 (2009-02-19) paragraphs [0004] - [0006]; figures the whole document	1-8
A	----- EP 1 574 270 A1 (SNECMA MOTEURS [FR]) 14 September 2005 (2005-09-14) paragraphs [0001], [0004], [0005], [0006]; figures ----- -/-	1-8

☒ 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

20 April 2011

Date of mailing of the international search report

29/04/2011

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

Sérgio de Jesus, E

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2011/052467

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 94/23890 A1 (CHROMALLOY GAS TURBINE CORP [US]) 27 October 1994 (1994-10-27) page 4, line 6 - line 29 page 6, line 1 - line 11 page 7, line 10 - line 24 figures -----	1-8
A	US 5 168 741 A (BRAUNHEIM STEPHEN T [US] ET AL) 8 December 1992 (1992-12-08) the whole document -----	1-8
A	EP 1 908 919 A1 (SNECMA [FR]) 9 April 2008 (2008-04-09) cited in the application the whole document -----	1-8

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2011/052467

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 4010530	A	08-03-1977	FR 2319008 A1	18-02-1977
			GB 1550942 A	22-08-1979
			JP 52015460 A	05-02-1977

US 2009044592	A1	19-02-2009	JP 2009028734 A	12-02-2009

EP 1574270	A1	14-09-2005	CN 1644304 A	27-07-2005
			FR 2867096 A1	09-09-2005
			JP 2005256838 A	22-09-2005
			US 2005278950 A1	22-12-2005

WO 9423890	A1	27-10-1994	US 5694683 A	09-12-1997

US 5168741	A	08-12-1992	NONE	

EP 1908919	A1	09-04-2008	CA 2603003 A1	26-03-2008
			CN 101153612 A	02-04-2008
			ES 2335706 T3	31-03-2010
			FR 2906320 A1	28-03-2008
			JP 2008088976 A	17-04-2008
			US 2008075601 A1	27-03-2008

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/EP2011/052467

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE

INV. B23P15/04

ADD. F01D5/14 F04D29/38 B21D26/02

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 F01D F04D B23K B21D B64C

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
Y	US 4 010 530 A (DELGROSSO EUGENE JOSEPH ET AL) 8 mars 1977 (1977-03-08) colonne 1, ligne 6 - colonne 66 colonne 2, ligne 53 - ligne 65 colonne 3, ligne 20 - ligne 44 colonne 3, ligne 58 - ligne 62 colonne 4, ligne 20 - ligne 35 figures 1-4 -----	1-8
Y	US 2009/044592 A1 (SHIKANO FUMIHIKO [JP] ET AL) 19 février 2009 (2009-02-19) alinéas [0004] - [0006]; figures le document en entier -----	1-8
A	EP 1 574 270 A1 (SNECMA MOTEURS [FR]) 14 septembre 2005 (2005-09-14) alinéas [0001], [0004], [0005], [0006]; figures ----- -/-	1-8

☒ 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

20 avril 2011

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

29/04/2011

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

Sérgio de Jesus, E

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/EP2011/052467

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 94/23890 A1 (CHROMALLOY GAS TURBINE CORP [US]) 27 octobre 1994 (1994-10-27) page 4, ligne 6 - ligne 29 page 6, ligne 1 - ligne 11 page 7, ligne 10 - ligne 24 figures -----	1-8
A	US 5 168 741 A (BRAUNHEIM STEPHEN T [US] ET AL) 8 décembre 1992 (1992-12-08) le document en entier -----	1-8
A	EP 1 908 919 A1 (SNECMA [FR]) 9 avril 2008 (2008-04-09) cité dans la demande le document en entier -----	1-8

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/EP2011/052467

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 4010530	A	08-03-1977	FR 2319008 A1	18-02-1977
			GB 1550942 A	22-08-1979
			JP 52015460 A	05-02-1977
US 2009044592	A1	19-02-2009	JP 2009028734 A	12-02-2009
EP 1574270	A1	14-09-2005	CN 1644304 A	27-07-2005
			FR 2867096 A1	09-09-2005
			JP 2005256838 A	22-09-2005
			US 2005278950 A1	22-12-2005
WO 9423890	A1	27-10-1994	US 5694683 A	09-12-1997
US 5168741	A	08-12-1992	AUCUN	
EP 1908919	A1	09-04-2008	CA 2603003 A1	26-03-2008
			CN 101153612 A	02-04-2008
			ES 2335706 T3	31-03-2010
			FR 2906320 A1	28-03-2008
			JP 2008088976 A	17-04-2008
			US 2008075601 A1	27-03-2008