

(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  
17 avril 2014 (17.04.2014)

(10) Numéro de publication internationale

WO 2014/057195 A1

(51) Classification internationale des brevets :  
B41M 5/24 (2006.01)

(74) Mandataires : BOURA, Olivier et al.; Cabinet Beau De Lomenie, 158 Rue de l'Université, F-75340 Paris Cedex 07 (FR).

(21) Numéro de la demande internationale :

PCT/FR2013/052374

(22) Date de dépôt international :

7 octobre 2013 (07.10.2013)

(25) Langue de dépôt :

français

(26) Langue de publication :

français

(30) Données relatives à la priorité :

1259546 8 octobre 2012 (08.10.2012) FR

(71) Déposant : SNECMA [FR/FR]; 2 Boulevard du Général Martial Valin, F-75015 Paris (FR).

(72) Inventeurs : BILHE, Pascal; c/o SNECMA PI (AJI), Rond-Point René Ravaud-Réau, F-77550 Moissy-Cramayel Cedex (FR). BEGUE-DUTHU, Geoffrey; c/o SNECMA PI (AJI), Rond-Point René Ravaud-Réau, F-77550 Moissy-Cramayel Cedex (FR). GUIPONT, Vincent; 1 rue du Flaxy, F-89340 Villeblevin (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, BN, 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, IR, IS, JP, KE, KG, 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, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, 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, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), européen (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, IE, IS, IT, LT, LU, LV,

[Suite sur la page suivante]

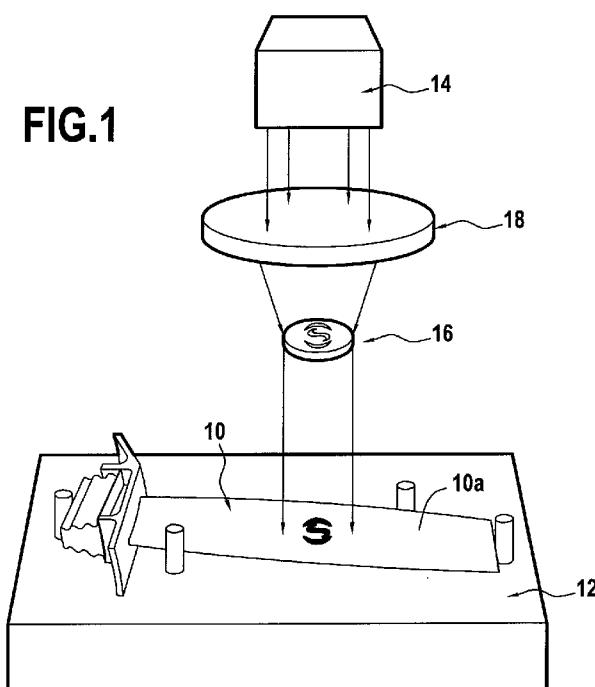
(54) Title : METHOD FOR SURFACE MARKING A MECHANICAL PART WITH A PREDEFINED GRAPHIC REPRESENTATION VISIBLE TO THE NAKED EYE

(54) Titre : PROCÉDÉ DE MARQUAGE EN SURFACE D'UNE PIÈCE MÉCANIQUE PAR UNE PRÉSENTATION GRAPHIQUE PRÉDÉFINIE VISIBLE A L'OEIL NU

(57) Abstract : The invention concerns a method for surface marking a mechanical part with a predefined graphic representation, comprising the application, via a laser source, of a single laser pulse onto an outer surface of a part to be marked, including interposing a mask having a predefined graphic representation between the laser source and the outer surface of the part, the laser pulse having a surface power of at least 20 MW/cm<sup>2</sup> and a duration less than or equal to 100 ns.

(57) Abrégé : L'invention concerne un procédé de marquage en surface d'une pièce mécanique par une représentation graphique prédefinie, comprenant l'application, au moyen d'une source de laser, d'une seule impulsion laser sur une surface extérieure d'une pièce à marquer avec interposition entre la source de laser et la surface extérieure de la pièce d'un masque ayant une représentation graphique prédefinie, l'impulsion laser ayant une puissance surfacique d'au moins 20 MW/cm<sup>2</sup> et une durée inférieure ou égale à 100 ns.

FIG.1





MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, **Publiée :**  
SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, — *avec rapport de recherche internationale (Art. 21(3))*  
GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

## Procédé de marquage en surface d'une pièce mécanique par une représentation graphique prédéfinie visible à l'œil nu

### 5 Arrière-plan de l'invention

La présente invention se rapporte au domaine général du marquage de pièces mécaniques.

Un domaine d'application de l'invention est celui du marquage de pièces aéronautiques, et notamment de pièces de turbomachines aéronautiques en vue d'assurer leur identification et leur authentification.

Dans le domaine aéronautique, il est connu d'apposer sur certaines pièces d'un moteur un numéro de série (sous la forme par exemple d'un code à base hexadécimale ou d'un code Datamatrix) permettant d'identifier ces pièces (on parle de marquage). A l'aide d'un tel numéro, il est possible de connaître avec exactitude l'authenticité des pièces et leur origine.

Le marquage est particulièrement recherché pour les aubes de turbine et de compresseur d'une turbomachine aéronautique. En effet, les aubes sont des pièces de rechange critiques dont il est important de connaître avec exactitude l'origine pour pouvoir prendre en compte l'influence du remplacement de ces pièces sur la durée de vie de la turbine ou du compresseur en question.

Le marquage de pièces, et notamment d'aubes de turbine ou de compresseur d'une turbomachine aéronautique, peut être réalisé de différentes manières. On connaît ainsi le marquage au moyen d'un laser venant réaliser en plusieurs passes une empreinte dans la pièce à marquer par enlèvement de matière. On connaît également le marquage mécanique à l'aide d'un marteau ou d'un piston pneumatique qui permet, par impacts successifs, d'imprimer sur la pièce à marquer un numéro de série. On connaît encore le marquage réalisé au moyen d'une fraiseuse manuelle ou automatique.

Les techniques de marquage qui reposent sur le principe d'enlever de la matière ou de déformer la pièce à marquer afin d'y apposer le numéro de série voulu présentent un inconvénient évident sur la santé du matériau de la pièce à marquer. Dans le cas notamment d'une pièce réalisée dans un alliage métallique monocristallin, la déformation ou

l'enlèvement de matière peut en effet conduire à une recristallisation localisée ou à un défaut de microstructure irréversible.

Par ailleurs, dans le cas d'aubes de turbine ou de compresseur, le marquage par ces techniques conventionnelles est généralement réalisé 5 au niveau du pied des aubes. En effet, le marquage au niveau de la partie exposée aux gaz des aubes (à savoir la pale par exemple) n'est pas envisageable : le balayage des gaz sur la surface de ces zones risque d'entraîner un effacement du numéro de série par érosion/oxydation, voire par arrachement de matière. En outre, une amorce de fissure au niveau 10 de l'emplacement du marquage peut apparaître en fatigue vibratoire.

Or, le marquage d'une aube au niveau de son pied pose le problème que le pied d'une aube est une zone qui est masquée une fois que l'aube est assemblée de sorte l'identification de celle-ci devient impossible lorsqu'elle est montée sur moteur.

15

#### Objet et résumé de l'invention

La présente invention a donc pour objet un procédé qui permet de réaliser de façon simple et rapide un marquage ne présentant pas les inconvénients précités.

20

Conformément à l'invention, ce but est atteint grâce à un procédé de marquage en surface d'une pièce mécanique par une représentation graphique prédéfinie, comprenant l'application, au moyen d'une source de laser, d'une seule impulsion laser sur une surface extérieure d'une pièce à marquer avec interposition entre la source de 25 laser et la surface extérieure de la pièce d'un masque ayant une représentation graphique prédéfinie, l'impulsion laser ayant une puissance surfacique d'au moins 20 MW/cm<sup>2</sup> et une durée inférieure ou égale à 100ns.

30

La Demanderesse a constaté que l'application d'une impulsion laser dans les conditions précitées au travers d'un masque permet de réaliser un marquage (éventuellement visible à l'œil nu selon le diamètre d'impact de l'impulsion laser) sur une pièce mécanique, et notamment une pièce de moteur à turbine à gaz, avec une très faible ablation de matière et une excellente tenue à des conditions oxydantes et à haute 35 température. Notamment, il a été constaté que l'empreinte laissée par l'unique impulsion laser sur la surface de la pièce à marquer est très

superficielle en profondeur (inférieure au micromètre). Il a également été constaté que l'empreinte réalisée par l'impulsion laser perdure même lorsqu'elle est soumise à haute température (de l'ordre de 1100°C) dans un environnement fortement oxydant.

5 De la sorte, pour une application au marquage d'aubes de compresseur ou de turbine, le procédé selon l'invention peut être appliqué au niveau de la partie des aubes qui est exposée aux gaz (i.e. au niveau de la pale), ce qui évite tous les inconvénients d'un marquage dans une zone masquée de l'aube. Notamment, l'identification des aubes par leur 10 marquage est rendu possible même lorsque les aubes sont montées sur moteur.

De plus, il a été constaté que le procédé selon l'invention est tout aussi efficace (en termes de faible ablation de matière et de bonne tenue) que la pièce à marquer soit réalisée en métal (notamment Ni, Al, 15 Ti, Fe, etc.), en matériau composite (notamment en fibres de carbone et matrice époxy) ou en céramique (notamment en zircone).

Enfin, le procédé selon l'invention est rapide (une seule impulsion laser est nécessaire), simple de mise en œuvre (aucun apport de matière n'est nécessaire) et offre la possibilité de réaliser un marquage 20 avec des formes complexes (par exemple le logo d'une société) en fonction du masque choisi.

Une lentille de focalisation peut être intercalée entre la source de laser et le masque afin de modifier la taille du faisceau émis par la source de laser. Celle-ci peut être un laser Nd-YAG. De plus, l'impulsion 25 laser peut avoir un diamètre d'impact d'au moins 0,5mm, ce qui rend le marquage réalisé visible à l'œil nu.

Lorsque la pièce à marquer est réalisée en métal, l'impulsion laser a de préférence une puissance surfacique comprise entre 0,04 GW/cm<sup>2</sup> et 0,55 GW/cm<sup>2</sup>.

30 Lorsque la pièce à marquer est réalisée en matériau composite à fibres de carbone et matrice époxy, l'impulsion laser a de préférence une puissance surfacique comprise entre 0,15 GW/cm<sup>2</sup> et 2 GW/cm<sup>2</sup>.

Lorsque la pièce à marquer est réalisée en céramique, l'impulsion laser a de préférence une puissance surfacique comprise entre 35 0,10 GW/cm<sup>2</sup> et 0,34 GW/cm<sup>2</sup>.

Selon une disposition avantageuse, le procédé comprend en outre l'interposition entre la source de laser et la surface extérieure de la pièce d'un masque opaque ayant plusieurs dégradés de teinture de façon à obtenir un marquage multi-contrastes de la pièce. Le recours à un tel 5 masque opaque permet de complexifier les marquages réalisés et de les rendre ainsi bien plus difficiles à reproduire.

L'invention concerne également l'application du procédé tel que défini précédemment au marquage d'une aube de soufflante, de turbine ou de compresseur d'une turbomachine aéronautique.

10

#### Brève description des dessins

D'autres caractéristiques et avantages de la présente invention ressortiront de la description faite ci-dessous, en référence aux dessins annexés qui en illustrent un exemple de réalisation dépourvu de tout 15 caractère limitatif. Sur les figures :

- la figure 1 est une vue schématique d'un exemple de montage pour la mise en œuvre du procédé ;
- les figures 2 à 4 sont des clichés montrant différents exemples de marquage réalisés au moyen du procédé selon l'invention ; et
- 20 - la figure 5 est une vue schématique d'un exemple de masque opaque pour la mise en œuvre d'une variante de réalisation de l'invention.

#### Description détaillée de l'invention

L'invention s'applique au marquage en surface par une 25 représentation graphique prédéfinie de toute pièce mécanique, notamment aux pièces aéronautiques, et plus particulièrement aux pièces d'un moteur à turbine à gaz.

Par représentation graphique prédéfinie, on entend toute forme géométrique ou dessin prédéterminée, telle que par exemple un logo, un 30 numéro de série, un code Datamatrix, etc.

Un exemple d'application non limitatif de l'invention est celui du marquage en surface d'aubes de soufflante, de turbine ou de compresseur d'une turbomachine aéronautique.

Le procédé selon l'invention comprend l'application d'une seule 35 et unique impulsion laser sur la surface extérieure d'une pièce à marquer avec interposition entre la source de laser et la surface extérieure de la

pièce d'un masque ayant la représentation graphique prédefinie que l'on souhaite marquer sur la pièce.

Selon l'invention, l'impulsion laser qui est appliquée sur la surface extérieure de la pièce possède une puissance surfacique d'au moins 20 MW/cm<sup>2</sup> et une durée inférieure ou égale à 100 nanosecondes.

La figure 1 illustre schématiquement un exemple de montage pouvant être utilisé pour la mise en œuvre du procédé de marquage selon l'invention.

Une pièce à marquer 10 (par exemple une aube de turbine) ayant une surface extérieure 10a sur laquelle doit être pratiquée le marquage est supportée par un bâti de maintien 12. La surface extérieure 10a de la pièce est tournée vers le haut.

Une source de laser 14, par exemple un laser de type Nd-YAG produisant un rayonnement de longueur d'onde de 1,064 µm doublée en fréquence, est positionnée au-dessus du bâti de maintien 12 et est configurée pour délivrer des impulsions ayant une puissance surfacique d'au moins 20 MW/cm<sup>2</sup> et une durée inférieure ou égale à 100 ns.

Par ailleurs, un masque 16 ayant une représentation graphique prédefinie est intercalé entre la source de laser et la surface extérieure 10a de la pièce 10 à marquer. De même, une lentille de focalisation 18 (convergente ou divergente) est positionnée entre le laser 14 et le masque 16 afin d'adapter la taille du faisceau émis par le laser aux dimensions du masque.

De la sorte, le laser 14 produit un rayonnement qui est focalisé au moyen de la lentille de focalisation 18 en un faisceau traversant le masque 16 avant d'illuminer une zone choisie de la surface extérieure de la pièce. L'impulsion laser produite par le laser 14 engendre au niveau de cette zone un plasma dont l'expansion s'accompagne d'une importante libération d'énergie (thermomécanique et acoustique) à l'origine d'une modification locale à la surface de la pièce à marquer. Lorsque l'impulsion laser produite par le laser est paramétrée comme précisé précédemment (à savoir avec une puissance surfacique d'au moins 20 MW/cm<sup>2</sup> et une durée inférieure ou égale à 100 ns), cette modification locale à la surface de la pièce se traduit par une empreinte laissée à la surface de la pièce.

De la sorte, le marquage obtenu par le procédé selon l'invention se présente sous la forme d'une empreinte laissée à la surface de la pièce,

cette empreinte possédant un dessin correspondant à celui du masque utilisé (celui-ci joue le rôle de négatif).

Cette empreinte présente des dimensions, à savoir un diamètre, correspondant au diamètre d'impact de l'impulsion laser produite par le 5 laser. Ainsi, avec un diamètre d'impact d'au moins 0,5mm pour l'impulsion laser, le marquage obtenu présente un diamètre d'au moins 0,5mm (ce qui permet de le rendre visible à l'œil nu). Ce diamètre peut aller jusqu'à 150mm (si besoin en recourant à une lentille de focalisation 18 qui est divergente).

10 Il a été constaté que, lorsque l'impulsion laser est appliquée dans de telles conditions, une seule et unique impulsion est nécessaire pour réaliser un marquage de la pièce. Notamment, il n'est pas nécessaire d'appliquer plusieurs impulsions laser sur la même zone pour obtenir un tel résultat.

15 Il a également été constaté au moyen d'un profilomètre que l'empreinte laissée à la surface extérieure 10a de la pièce 10 est très superficielle en profondeur (inférieure au micromètre) quel que soit le diamètre d'impact et le matériau de la pièce (métal, céramique ou composite).

20 Il a encore été constaté que le marquage obtenu, bien que de profondeur très superficielle, résiste à un environnement fortement oxydant et à haute température. En particulier, des essais ont permis de montrer la persistance d'un tel marquage (réalisé sur une pièce en nickel) à la suite de 700 cycles de 1h chacun sous air à 1100°C.

25 On notera que la présence d'un milieu de confinement transparent à la longueur d'onde du laser utilisé (tel que par exemple de l'eau ou du verre pour un laser de type Nd-YAG) pour permettre une meilleure détente du plasma engendré par le laser n'est pas nécessaire pour réaliser un marquage.

30 De même, on notera que le marquage peut être réalisé sous atmosphère ambiante, à condition de limiter la puissance surfacique de l'impulsion laser produite par le laser à 10 GW/cm<sup>2</sup> (qui correspond au seuil de claquage de l'air). Pour des valeurs de puissance surfacique supérieures à 10 GW/cm<sup>2</sup>, le marquage devra être réalisé sous vide.

35 Le procédé de marquage selon l'invention peut être appliqué à tout type de matériau. Il est en particulier parfaitement adapté au

marquage de pièces en métal, en céramique ou en matériau composite. Il s'applique également à tout matériau de revêtement de surface d'une pièce.

5 Dans le cas d'une pièce à marquer réalisée en métal, on appliquera une puissance surfacique comprise de préférence entre 0,04 GW/cm<sup>2</sup> et 0,55 GW/cm<sup>2</sup> de sorte à obtenir une empreinte parfaitement intelligible.

10 Plus précisément, dans le cas d'une pièce en nickel, on appliquera avantageusement une puissance surfacique comprise entre 0,10 GW/cm<sup>2</sup> et 0,52 GW/cm<sup>2</sup>. Dans le cas d'une pièce en aluminium, on appliquera une puissance surfacique comprise entre 0,20 GW/cm<sup>2</sup> et 0,55 GW/cm<sup>2</sup>, et dans le cas d'une pièce en acier, on appliquera une puissance surfacique comprise de préférence entre 0,10 GW/cm<sup>2</sup> et 0,50 GW/cm<sup>2</sup>.

15 Par ailleurs, dans le cas d'une pièce à marquer réalisée en matériau composite à fibres de carbone et matrice époxy, l'impulsion laser aura de préférence une puissance surfacique comprise entre 0,15 GW/cm<sup>2</sup> et 2 GW/cm<sup>2</sup> de sorte à obtenir une empreinte parfaitement intelligible.

20 Enfin, dans le cas d'une pièce à marquer réalisée en céramique, l'impulsion laser aura de préférence une puissance surfacique comprise entre 0,10 GW/cm<sup>2</sup> et 0,34 GW/cm<sup>2</sup> de sorte à obtenir une empreinte parfaitement intelligible.

En liaison avec les figures 2 à 4, on décrira maintenant différents exemples de marquage réalisés au moyen du procédé selon l'invention.

25 La figure 2 est un cliché (échelle 4:1) montrant le résultat de l'application d'une impulsion laser conformément au procédé selon l'invention sur un substrat en matériau composite de type carbone-carbone.

30 Le marquage 20 visible à l'œil nu sur cette figure et de forme circulaire a été obtenu au moyen d'une seule et unique impulsion laser de diamètre d'impact 8,7 mm, de puissance surfacique égale à 99 MW/cm<sup>2</sup> et d'une durée de 5,2 ns. Le masque utilisé ne possédait aucune représentation graphique.

35 De même, la figure 3 est un cliché (échelle 4:1) montrant le résultat de l'application d'une impulsion laser conformément au procédé selon l'invention sur un substrat en dioxyde de zirconium (ZrO<sub>2</sub>/Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>).

Le marquage 20' visible à l'œil nu sur cette figure et de forme circulaire a été obtenu au moyen d'une seule et unique impulsion laser de diamètre d'impact 9,1 mm, de puissance surfacique égale à 135 MW/cm<sup>2</sup> et d'une durée de 5,2 ns. Le masque utilisé ne possédait aucune 5 représentation graphique.

Enfin, la figure 4 est un cliché (échelle 4:1) montrant le résultat de l'application d'une impulsion laser conformément au procédé selon l'invention sur un substrat en aluminium.

Le marquage 20" visible à l'œil nu sur cette figure et de forme 10 circulaire a été obtenu au moyen d'une seule et unique impulsion laser de diamètre d'impact 13 mm, de puissance surfacique égale à 41 MW/cm<sup>2</sup> et d'une durée de 5,2 ns. Le masque utilisé ne possédait aucune représentation graphique.

L'ensemble de ces clichés montrent que l'application d'une seule 15 et unique impulsion laser dans les conditions de puissance surfacique et de durée précitées permet d'obtenir un marquage parfaitement intelligible quel que soit le matériau de la pièce (ou de son revêtement de surface) à marquer, ce marquage étant sans nocivité pour le matériau de la pièce et résistant à un environnement à la fois oxydant et à haute température.

20 Selon une disposition avantageuse, il est prévu d'interposer entre la source de laser et la surface extérieure de la pièce à marquer un masque additionnel, dit « masque opaque ». Ce masque opaque s'ajoute au masque 16 ayant une représentation graphique prédéfinie et préalablement décrit (le masque opaque est indifféremment positionné en 25 amont ou en aval du masque 16 selon le sens du trajet du faisceau laser).

Le masque opaque se présente sous la forme d'un masque comprenant un milieu (liquide ou vitreux par exemple) ayant une pluralité de dégradés de teinture de sorte à obtenir un marquage multi-contrastes de la pièce.

30 En particulier, le masque opaque sera choisi de façon à ce qu'il permette une atténuation maîtrisée de l'intensité de la source de laser en fonction du motif du masque à reproduire sur la pièce. Ainsi, les zones du masque opaque peu atténuées laisseront passer une plus grande intensité laser, tandis que les zones fortement atténuées ne laisseront passer 35 qu'une très faible intensité laser.

La figure 5 représente un exemple de masque opaque 22 pouvant être utilisé pour obtenir un dégradé de contrastes pour le marquage. Dans cet exemple, ce masque opaque 22 comprend une zone centrale 22a faiblement atténuée et une zone périphérique 22b plus 5 fortement atténuée. L'application d'un tel masque opaque permet ainsi d'obtenir une représentation graphique ayant un dégradé de contrastes entre la zone centrale et la zone périphérique de cette représentation.

## REVENDICATIONS

1. Procédé de marquage en surface d'une pièce mécanique par une représentation graphique prédéfinie, comprenant l'application, au moyen d'une source de laser, d'une seule impulsion laser sur une surface extérieure d'une pièce à marquer avec interposition entre la source de laser et la surface extérieure de la pièce d'un masque ayant une représentation graphique prédéfinie, l'impulsion laser ayant une puissance surfacique d'au moins  $20 \text{ MW/cm}^2$  et une durée inférieure ou égale à 100 ns.
2. Procédé selon la revendication 1, dans lequel une lentille de focalisation est intercalée entre la source de laser et le masque.
3. Procédé selon l'une des revendications 1 et 2, dans lequel la source de laser est un laser Nd-YAG.
4. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, dans lequel l'impulsion laser a un diamètre d'impact d'au moins 0,5mm.
5. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, dans lequel, lorsque la pièce à marquer est réalisée en métal, l'impulsion laser a une puissance surfacique comprise entre  $0,04 \text{ GW/cm}^2$  et  $0,55 \text{ GW/cm}^2$ .
6. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, dans lequel, lorsque la pièce à marquer est réalisée en matériau composite à fibres de carbone et matrice époxy, l'impulsion laser a une puissance surfacique comprise entre  $0,15 \text{ GW/cm}^2$  et  $2 \text{ GW/cm}^2$ .
7. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, dans lequel, lorsque la pièce à marquer est réalisée en céramique, l'impulsion laser a une puissance surfacique comprise entre  $0,10 \text{ GW/cm}^2$  et  $0,34 \text{ GW/cm}^2$ .

8. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, comprenant en outre l'interposition entre la source de laser et la surface extérieure de la pièce d'un masque opaque ayant plusieurs dégradés de teinture de façon à obtenir un marquage multi-contrastes de la pièce.

5

9. Application du procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 8 au marquage d'une aube de soufflante, de turbine ou de compresseur d'une turbomachine aéronautique.

1/1

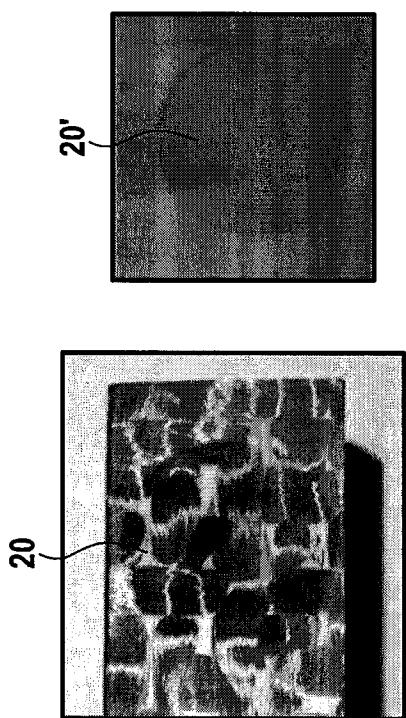


FIG. 3

FIG. 2

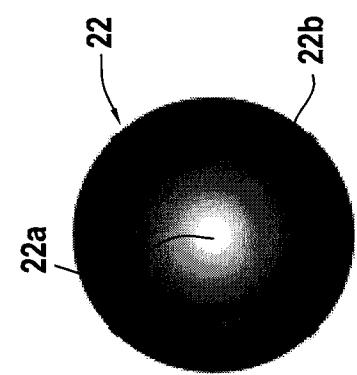


FIG. 5

FIG. 2

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No  
PCT/FR2013/052374

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
INV. B41M/24  
ADD.

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)  
B41M F01D B23P B29C B22F G06K B41C B41N

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 practicable, search terms used)

EPO-Internal, CHEM ABS Data, INSPEC, IBM-TDB, 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 2 317 076 A2 (ALSTOM TECHNOLOGY LTD [CH]) 4 May 2011 (2011-05-04) paragraph [0006] - paragraph [0010] paragraph [0029] paragraph [0037] claims 1, 9 figures 2-5 ----- WO 2011/036087 A1 (SIEMENS AG [DE]; PILZ HEINZ [DE]; REHME OLAF [DE]; SCHAEFER MARTIN [DE]) 31 March 2011 (2011-03-31) page 1, line 1 - line 27 page 7, line 23 - page 8, line 5 page 9, line 1 - line 3 claims 1, 13, 14 -----	1-9
A		1-9



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 application or patent 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	Date of mailing of the international search report
4 December 2013	16/12/2013
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  Bacon, Alan

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

Information on patent family members

International application No

PCT/FR2013/052374

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)		Publication date
EP 2317076	A2	04-05-2011	CA 2717717 A1 EP 2317076 A2 US 2011099809 A1	30-04-2011 04-05-2011 05-05-2011
-----				
WO 2011036087	A1	31-03-2011	CN 102574331 A DE 102009043597 A1 EP 2490882 A1 JP 2013505855 A KR 20120047298 A US 2012183701 A1 WO 2011036087 A1	11-07-2012 07-04-2011 29-08-2012 21-02-2013 11-05-2012 19-07-2012 31-03-2011
-----				

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/FR2013/052374

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE  
INV. B41M5/24  
ADD.

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)  
B41M F01D B23P B29C B22F G06K B41C B41N

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, CHEM ABS Data, INSPEC, IBM-TDB, 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 2 317 076 A2 (ALSTOM TECHNOLOGY LTD [CH]) 4 mai 2011 (2011-05-04) alinéa [0006] - alinéa [0010] alinéa [0029] alinéa [0037] revendications 1, 9 figures 2-5 ----- WO 2011/036087 A1 (SIEMENS AG [DE]; PILZ HEINZ [DE]; REHME OLAF [DE]; SCHAEFER MARTIN [DE]) 31 mars 2011 (2011-03-31) page 1, ligne 1 - ligne 27 page 7, ligne 23 - page 8, ligne 5 page 9, ligne 1 - ligne 3 revendications 1, 13, 14 -----	1-9
A		1-9

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	Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale
4 décembre 2013	16/12/2013
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  Bacon, Alan

**RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE**

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/FR2013/052374

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)		Date de publication
EP 2317076	A2	04-05-2011	CA 2717717 A1 EP 2317076 A2 US 2011099809 A1	30-04-2011 04-05-2011 05-05-2011
WO 2011036087	A1	31-03-2011	CN 102574331 A DE 102009043597 A1 EP 2490882 A1 JP 2013505855 A KR 20120047298 A US 2012183701 A1 WO 2011036087 A1	11-07-2012 07-04-2011 29-08-2012 21-02-2013 11-05-2012 19-07-2012 31-03-2011