

(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 2012/120231 A1

(43) Date de la publication internationale
13 septembre 2012 (13.09.2012)

WIPO | PCT

(51) Classification internationale des brevets :
B22F 3/105 (2006.01) B22F 7/06 (2006.01)
B22F 5/04 (2006.01) B22F 7/08 (2006.01)
B22F 5/00 (2006.01) B23P 6/00 (2006.01)

(72) Inventeurs; et

(75) Inventeurs/Déposants (pour US seulement) : HUGOT, Juliette [FR/FR]; 42 rue henri Barbusse, F-86100 Châtellerault (FR). MENUY, Justine [FR/FR]; 2 rue Louis Revon, F-74000 Annecy (FR).

(21) Numéro de la demande internationale :

PCT/FR2012/050459

(74) Mandataires : GEVERS FRANCE et al.; 81 boulevard Lazare Carnot, F-31000 Toulouse (FR).

(22) Date de dépôt international :

6 mars 2012 (06.03.2012)

(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, QA, RO, RS, RU, RW, 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.

(25) Langue de dépôt :

français

(26) Langue de publication :

français

(30) Données relatives à la priorité :

1151832 7 mars 2011 (07.03.2011) FR

(71) Déposant (pour tous les États désignés sauf US) : SNECMA [FR/FR]; 2 boulevard du Général Martial Valin, F-75015 Paris (FR).

[Suite sur la page suivante]

(54) Title : PROCESS FOR LOCAL REPAIR OF A DAMAGED THERMOMECHANICAL PART AND PART THUS PRODUCED, IN PARTICULAR A TURBINE PART

(54) Titre : PROCÉDÉ DE RECHARGEMENT LOCAL DE PIÈCE THERMOMÉCANIQUE ENDOMMAGÉE ET PIÈCE AINSI REALISÉE, EN PARTICULIER PIÈCE DE TURBINE

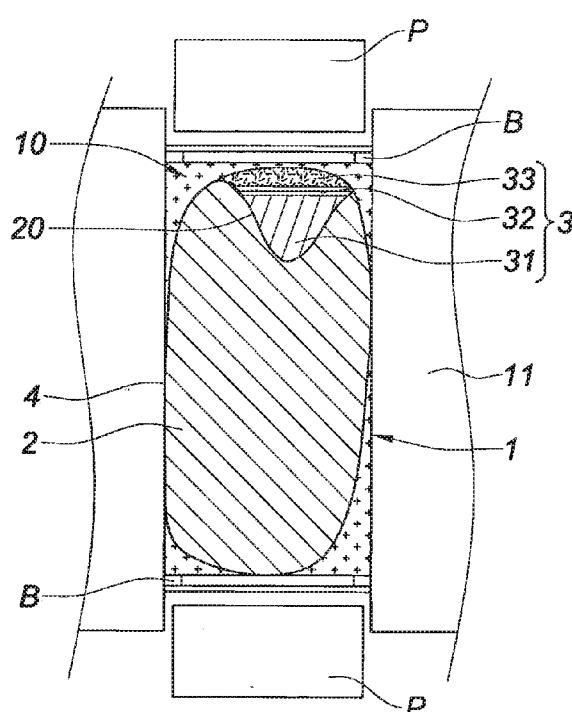


Fig. 1

(57) Abstract : The present invention aims to mitigate the drawbacks of the prior art by enabling simple, rapid and effective production of precise 3-dimensional (3D) sinters in a shape substantially resembling that of an original part. To do this, the invention employs flash sintering produced using spark plasma sintering (SPS) technology. According to one embodiment, a mould (1) is produced in an SPS chamber die (11), the shape of the mould (1) being an imprint of the original part. The following layers are deposited in succession in the mould (1): a layer (31) based on a superalloy powder; a metallic protective layer (32); and a thermal barrier layer (33). In a sintering step, pressure is applied and a pulsed current causes a rapid increase in the temperature in a flash sintering cycle regulated in temperature, pressure and duration, with at least one temperature plateau and one pressure plateau. The superalloy layer (31) forms, by diffusing, during the sintering step, a material continuum anchored to the part (2) to be repaired.

(57) Abrégé :

[Suite sur la page suivante]



(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, 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))*
- *avant l'expiration du délai prévu pour la modification des revendications, sera republiée si des modifications sont reçues (règle 48.2.h))*

La présente invention vise à pallier les inconvénients de l'état de la technique en proposant de réaliser de manière simple, rapide et efficace des frittés précis en 3 dimensions (3D) de forme sensiblement proche de celle de la pièce originelle. Pour ce faire, l'invention fait intervenir un frittage flash produit par la technologie SPS (« frittage flash de plasma » en terminologie anglaise). Selon un mode de réalisation, un moule (1) est réalisé dans une matrice (11) d'enceinte SPS à frittage flash, le moule (1) ayant une forme d'empreinte de la pièce originelle. Sont déposées en couches successives dans le moule (1) : une couche (31) à base de poudre de superalliage, une couche de protection métallique (32) et une couche de barrière thermique (33). Dans une étape de frittage, une mise en pression est déclenchée et un passage de courant puisé induisant une montée rapide en température selon un cycle de frittage flash réglé en température, en pression et en durée, avec au moins un palier de température et un palier de pression. La couche de superalliage (31) forme par diffusion, lors de l'étape de frittage, un ancrage de continuum de matière avec la pièce à recharger (2).

PROCÉDÉ DE RECHARGEMENT LOCAL DE PIÈCE THERMOMÉCANIQUE ENDOMMAGÉE ET PIÈCE AINSI REALISÉE, EN PARTICULIER PIÈCE DE TURBINE

DESCRIPTION

5

DOMAINE TECHNIQUE

[0001] L'invention concerne un procédé de recharge local de pièce thermomécanique endommagée ayant subi de fortes contraintes d'utilisation, par exemple par corrosion, érosion ou par usure. Elle se rapporte également aux 10 pièces réalisées selon ce procédé et s'applique plus particulièrement, mais non exclusivement, aux pièces de turbine.

[0002] Le domaine de l'invention est celui des matériaux réfractaires en superalliage à base de nickel. Ces matériaux sont aptes à constituer des pièces thermomécaniques, en particulier des pièces de turbine à gaz dans le domaine de 15 l'aéronautique, telles que des aubes mobiles de redresseur ou de distributeur, leur plateforme, leur pied ou autre équipement, particulièrement résistantes à la corrosion et à l'oxydation.

[0003] Mais ces pièces subissent des contraintes de température et de pression telles que de la matière disparaît, ce qui nécessite réparation par 20 recharge de matière. Cette réparation consiste en une remise aux dimensions initiales de la pièce en conservant le même type de matériau constitutif ou de composition chimique proche.

ÉTAT ANTERIEUR DE LA TECHNIQUE

[0004] Pour cela, il est connu de réparer localement par soudage à l'arc 25 lorsque la réparation est limitée à des zones non critiques de la pièce et de faible étendue.

[0005] Pour des réparations plus importantes ou plus critiques, une solution consiste à venir apporter de la matière, sous forme solide, au niveau de la zone à recharger. La matière se présente alors en préformes découpées à partir de

plaqué, ou de ruban, réalisée à partir d'un mélange de poudres de superalliages et de brasure porté à haute température dans un four adapté. Ce mélange est ainsi fritté du fait des eutectiques à bas point de fusion engendrés par le mélange des poudres. Les « frittés » ainsi obtenus sont ensuite accostés sur les zones de la 5 pièce à réparer, préalablement nettoyées, et le tout est porté en température. Des phénomènes de brasage-diffusion interviennent alors et le fritté est brasé à la surface de la pièce.

10 [0006] Dans cette méthode, la plaque frittée est découpée au jet d'eau pour constituer des préformes planes de configuration bidimensionnelle 2D. Après brasage, une remise au profil de la pièce est effectuée par usinage des zones planes afin de lui redonner une géométrie proche de la géométrie originelle et conférer ainsi les propriétés aérodynamiques adéquates.

15 [0007] Ce procédé implique la présence de poudre de brasure, donc d'éléments fondants répartis dans l'intégralité de l'épaisseur du fritté. Or la présence d'éléments fondants a un impact négatif sur les performances thermomécaniques.

20 [0008] De plus, il ne permet de réaliser que des préformes frittées bidimensionnelles, avec une épaisseur constante quelle que soit la zone du fritté. Or, sur les versions plus récentes des pièces visées, il serait avantageux de disposer de frittés ayant une épaisseur variée dans certaines zones. La méthode actuelle ne permet pas une telle précision.

25 [0009] En outre, l'élaboration du fritté passe par une succession de nombreuses étapes, impliquant un coût de production non négligeable. De plus, une grande partie de la matière est perdue, les frittés étant issus de plaque dont la majeure partie est jetée.

EXPOSÉ DE L'INVENTION

[0010] L'invention vise à pallier les inconvénients de l'état de la technique en proposant de réaliser de manière simple, rapide et efficace des frittés précis en 3 dimensions (3D) de forme sensiblement proche de celle de la pièce originelle.

Pour ce faire, l'invention fait intervenir un frittage flash produit par la technologie SPS (initiales de « Spark Plasma Sintering », c'est-à-dire « frittage flash de plasma » en terminologie anglaise).

[0011] La technologie SPS combine, simultanément, l'application d'une pression uniaxe élevée et des impulsions de courant continu de forte intensité provoquant une élévation de température quasi immédiate et uniforme. Cette technologie est connue dans le domaine de la métallurgie des poudres qui permet, par agglomération et compaction, de fabriquer des pièces métalliques ou d'oxydes métalliques à partir de poudres. En particulier, la mise en œuvre de la technologie flash SPS permet de fabriquer des pièces à microstructures particulières et maîtrisables.

[0012] Plus précisément, la présente invention a pour objet un procédé de rechargement local de pièce thermomécanique en superalliage. Le procédé consiste, dans une étape préparatoire, à réaliser un moule dans une matrice d'enceinte SPS à frittage flash, le moule ayant une forme d'empreinte d'au moins une partie de rechargement de la pièce endommagée, à introduire dans le moule au moins une couche de poudre de brasure et au moins une couche à base de poudre de superalliage constituant un ensemble multicouche. Puis, dans une étape de frittage, à mettre en pression et à déclencher un passage de courant pulsé induisant une montée rapide en température selon un cycle de frittage flash réglé en température, en pression et en durée, avec au moins un palier de température et un palier de pression, de sorte qu'un ancrage de matière puisse se réaliser ultérieurement avec la pièce par diffusion. cette étape de frittage réalise une préforme présentant des gradients de composition dans l'ensemble multicouche, avec une face de brasure apte à être solidarisée sur la pièce à recharger et un matériau de superalliage (6s) apparaissant en surface de la préforme.

[0013] Avantageusement, le cycle de frittage flash est réglé en température, en pression et en durée avec une montée en température d'au moins 600°C/min,

un palier de température sensiblement entre 1000 et 2000°C et un palier de pression sensiblement entre 10 et 100 MPa.

5 [0014] Selon un mode de réalisation, le moule a une forme correspondant à une empreinte de la pièce originelle entière. La couche de superalliage forme par diffusion, lors de l'étape de frittage, un ancrage de continuum de matière avec la pièce à recharger.

10 [0015] Dans une étape ultérieure de brasage, la face de brasure de la préforme ainsi réalisée peut être mise en contact avec la zone de la pièce à recharger. Puis, par chauffage de la préforme et de la pièce accolée dans un four approprié à une température au moins égale à la température de fusion de la brasure, la face de brasure est ancrée par diffusion des éléments fondants de la brasure dans la pièce à recharger. L'abattement mécanique de la pièce dans la zone rechargée est alors sensiblement diminué voire supprimé.

15 [0016] Dans une étape ultérieure de brasage, la face de brasure de la préforme ainsi réalisée est mise en contact avec la zone de la pièce à recharger. Puis, par chauffage de la préforme et de la pièce accolée dans un four approprié à une température au moins égale à la température de fusion de la brasure, la face de brasure est ancrée par diffusion des éléments fondants de la brasure dans la pièce à recharger.

20 [0017] Dans des formes de réalisation particuliers :

- des couches de protection métallique et de barrière thermique sont déposées sur la couche de superalliage pendant la phase de préparation ;

- la couche de protection métallique est constituée d'au moins une feuille de matrice de composition Ni, Pt, Hf, Y, Zr, Al, Si, Cu, Ag et/ou Au, et/ou de compositions Ni-Al, Ni-Pt-Al et/ou Ni-Al-Zr.

- la barrière thermique est composée de zircone stabilisée à 6-8% massique d'Yttrine (barrière thermique de composition $ZrO_2 - 6-8Y_2O_3$).

[0018] L'invention se rapporte également à une pièce thermomécanique en superalliage, en particulier une pièce de turbine, rechargée selon le procédé ci-dessus à partir d'un frittage flash. La pièce présente alors un ancrage sur la pièce à recharger par diffusion de matière.

5 BRÈVE DESCRIPTION DES FIGURES

[0019] D'autres caractéristiques et avantages de l'invention ressortiront à la lecture de la description qui suit et qui se rapporte à un exemple de réalisation, en référence aux figures annexées qui illustrent :

- la figure 1, une vue en coupe schématique d'un exemple 10 d'assemblage de couches dans un moule de matrice SPS ayant une forme d'empreinte correspondant à la pièce originelle ;
- la figure 2, une vue en coupe schématique partielle de cet assemblage après frittage flash ;
- la figure 3, une vue en coupe schématique d'un exemple 15 d'assemblage de couches dans un moule de matrice SPS ayant une forme d'empreinte correspondant à la partie de rechargement de pièce ;
- la figure 4, une vue en coupe schématique partielle de cet assemblage après frittage flash, et
- la figure 5, une vue en coupe schématique de cet assemblage 20 après brasage sur la pièce à recharger.

EXPOSÉ DETAILLÉ

[0020] La figure 1 illustre une vue schématique en coupe partielle verticale d'un moule 1 formé dans une chambre 10 de matrice creuse cylindrique 11 en graphite d'une enceinte SPS (non représentée). Des bornes de tensions 25 électriques « B » et des pistons « P » de compression sont réglés pour permettre une mise en pression et un passage de courant pulsé traversant le moule selon des cycles de frittage flash.

[0021] Ce moule 1 a la forme d'empreinte correspondant à la pièce originelle en superalliage. La pièce endommagée 2 est introduite dans ce moule après un 30 nettoyage de la surface externe, en particulier de la face 20 à partir de laquelle

manque ou s'est érodée, corrodée ou oxydée une partie de la pièce. Sur cette face 20, un assemblage 3 de couches successives ou strates de matériaux est déposé : une couche de poudre de superalliage 31, une strate de métal de protection 32, constitué de feuilles de platine et d'aluminium, et une barrière 5 thermique 33, formée d'une poudre de céramique de zirconium stabilisée à l'yttrium, de formule $ZrO_2Y_2O_3$.

10 [0022] Suivant la forme géométrique de la pièce à recharger, les couches ou strates peuvent être déposées sur la pièce endommagée 2 avant leur intégration dans le moule 1 ou, alternativement, l'assemblage 3 peut être injecté dans ce moule à partir de buses. La pièce et l'assemblage sont disposés dans une 15 chemise en graphite 4 elle-même placée dans le moule pour permettre l'application d'une pression localisée. Ces différentes méthodes de formation de l'assemblage multicouche 3 sur la pièce 1 sont de la compétence de la personne de l'art.

15 [0023] Pendant l'opération de frittage flash, les cycles de réglage en température et pression suivent des diagrammes programmés selon des valeurs de tension électrique et de pression prédéterminées. Les programmes prévoient des paliers de température pouvant aller jusqu'à 2 000 °C avec un courant électrique de traversée de moule pouvant atteindre 8 000 A.

20 [0024] Le courant imposé permet une montée en température très rapide, par exemple de l'ordre de 600 °C/min ou plus. Cette rapidité évite le grossissement des grains lors du frittage et donc est particulièrement indiqué pour la synthèse de nanomatériaux. De plus, cette rapidité permet également de doser la diffusion : comme illustré par la figure 2, l'élaboration de l'assemblage 25 multicouche 3 est préservée tout en favorisant l'apparition de gradients de composition G1 et G2 à l'interface des couches et strates 31-32-33, ainsi qu'un ancrage par continuum de matière entre la strate de superalliage frittée 31 et la pièce à recharger 2.

30 [0025] En référence à la figure 3, la vue en coupe schématique illustre un autre exemple d'assemblage de couches 6 dans un moule 7 formé dans la

chambre 10 de matrice SPS 11. Dans cet exemple, le moule 7 a une forme d'empreinte correspondant à la partie de rechargement complétant la pièce endommagée pour reconstituer la forme de la pièce originelle.

[0026] Selon les méthodes décrites ci-dessus, l'empreinte est remplie par des dépôts successifs de couches et de strates formant l'assemblage 6 ou ensemble multicouche : une couche de poudre de brasure 60 – apte à correspondre à la face de la pièce à recharger – une couche de poudre de superalliage 61, une strate de protection 62 constitué de feuilles de composés Ni-Al-Zr et une barrière thermique 63, formée d'une poudre de céramique de zircone stabilisée à l'yttrine, de formule $ZrO_2Y_2O_3$, et dopée à l'oxyde de gadolinium Gd_2O_3 .

[0027] En référence à la figure 4, l'étape de frittage réalisée dans les conditions définies plus haut permet d'obtenir une préforme 2a présentant des gradients de composition G3, G4 et G5 dans l'ensemble multicouche 6, entre les couches ou strates 60-61-62-63. La couche de brasure frittée 60 présente une face externe 6b apte à être solidarisée sur la face endommagée de la pièce à recharger et du matériau de superalliage 6s apparaît en surface de la préforme 2a, dans la face de brasure 6b.

[0028] Dans une étape ultérieure de brasage illustrée par la figure 5, la face de brasure 6b de la préforme 2a est mise en contact avec la zone complémentaire de la pièce 2 à recharger, à savoir la face 20. Puis, la préforme 2a et la pièce accolée 2 sont chauffées dans un four approprié à une température au moins égale à la température de fusion de la brasure, par exemple environ 700°C pour une brasure à base d'argent. La face de brasure 6b s'ancre alors par diffusion des éléments fondants de la brasure dans la pièce à recharger 2 à travers sa face 20.

L'invention n'est pas limitée aux exemples décrits et représentés. Il est par exemple possible de déposer plusieurs couches initiales de céramiques compatibles chimiquement et thermiquement. Par ailleurs, les couches de protection métallique et de barrière thermique peuvent être ajoutées

ultérieurement dans une étape de dépôt ultérieur sur l'ensemble de la pièce une fois reconstituée. Dans ce cas, les couches de protection et de résistance thermique sont avantageusement préalablement décapées en surface de la pièce endommagée, et le frittage est réalisé sans ces couches. Les couches sont 5 ensuite déposées et solidarisées par frittage sur l'ensemble de la pièce reconstituée.

REVENDICATIONS

1. Procédé de rechargement local de pièce thermomécanique en superalliage (2), caractérisé en ce qu'il consiste, dans une étape préparatoire, à réaliser un moule (1, 7) dans une matrice (11) d'enceinte SPS à frittage flash, le moule (1, 7) ayant une forme d'empreinte d'au moins une partie de rechargement de la pièce endommagée (2), à introduire dans le moule (1, 7) une couche de poudre de brasure (60) et au moins une couche (31, 61) à base de poudre de superalliage constituant un ensemble multicouche (6), puis, dans une étape de frittage, à mettre en pression et à déclencher un passage de courant pulsé induisant une montée rapide en température selon un cycle de frittage flash réglé en température, en pression et en durée, avec au moins un palier de température et un palier de pression, de sorte qu'un ancrage de matière puisse se réaliser ultérieurement avec la pièce (2) par diffusion, cette étape de frittage réalisant une préforme (2a) présentant des gradients de composition (G3, G4, G5) dans l'ensemble multicouche (6), avec une face de brasure (6b) apte à être solidarisée sur la pièce à recharger (2) et un matériau de superalliage (6s) apparaissant en surface de la préforme (2a).
2. Procédé de rechargement selon la revendication 1, dans lequel le cycle de frittage flash est réglé en température, en pression et en durée avec une montée en température d'au moins 600°C/min, un palier de température sensiblement entre 1000 et 2000°C et un palier de pression sensiblement entre 10 et 100 MPa.
3. Procédé de rechargement selon l'une des revendications 1 ou 2, dans lequel le moule (1) a une forme correspondant à une empreinte de la pièce originelle entière, la couche de superalliage (31) forme par diffusion, lors de l'étape de frittage, un ancrage de continuum de matière avec la pièce à recharger (2).

4. Procédé de rechargement selon la revendication précédente, dans lequel, dans une étape ultérieure de brasage, la face de brasure (6b) de la préforme (2a) ainsi réalisée est mise en contact avec la zone (20) de la pièce à recharger (2), puis, par chauffage de la préforme (2a) et de la pièce accolée (2) dans un four approprié à une température au moins égale à la température de fusion de la brasure (60), la face de brasure (6b) est ancrée par diffusion des éléments fondants de la brasure dans la pièce à recharger (2).

5. Procédé de rechargement selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel des couches de protection métallique (32, 62) et de barrière thermique (33, 63) sont déposées sur la couche de superalliage (31, 61) pendant la phase de préparation.

10 6. Procédé de rechargement selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel la couche de protection métallique (32, 62) est constituée d'au moins une feuille de matrice de composition Ni, Pt, Hf, Y, 15 Si, Cu, Ag et/ou Au, et/ou de compositions Ni-Al, Ni-Pt-Al et/ou Ni-Al-Zr.

7. Procédé de rechargement selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel la barrière thermique (33, 63) est composée de zircone stabilisée à l'Yttrine.

20 8. Pièce thermomécanique en superalliage rechargée selon le procédé ci-dessus à partir d'un frittage flash, en particulier pièce de turbine, caractérisée en ce que cette pièce présente un ancrage (31, 6b) sur la pièce à recharger (2) par diffusion de matière.

1 / 2

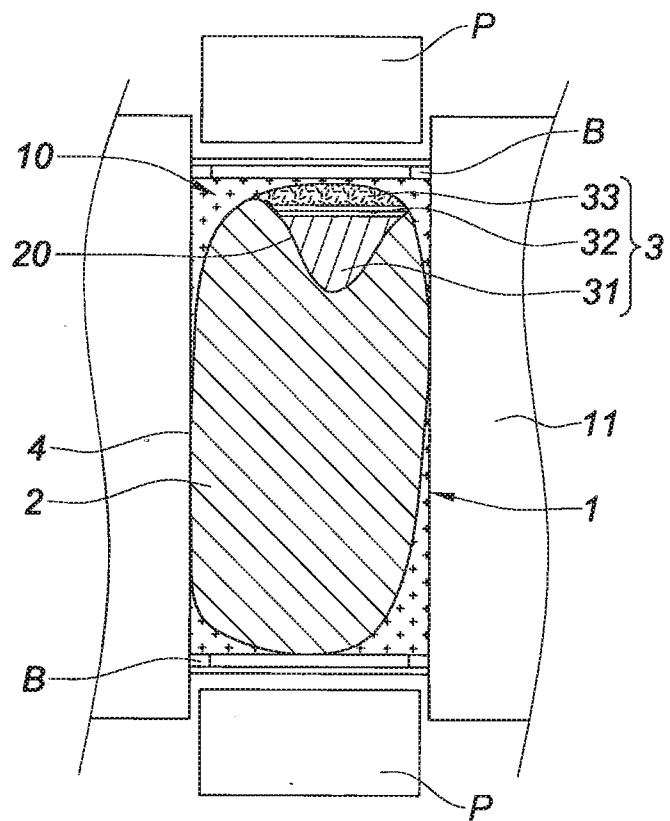


Fig. 1

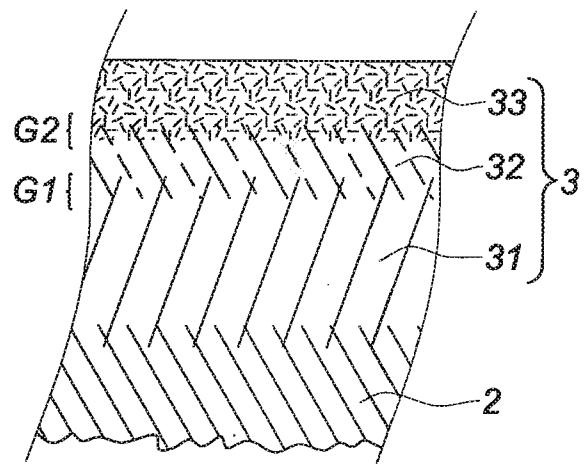


Fig. 2

2 / 2

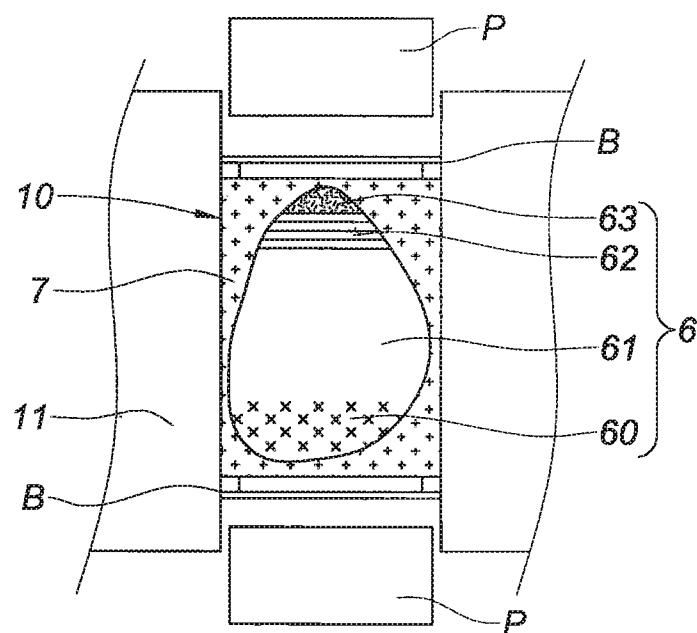


Fig. 3

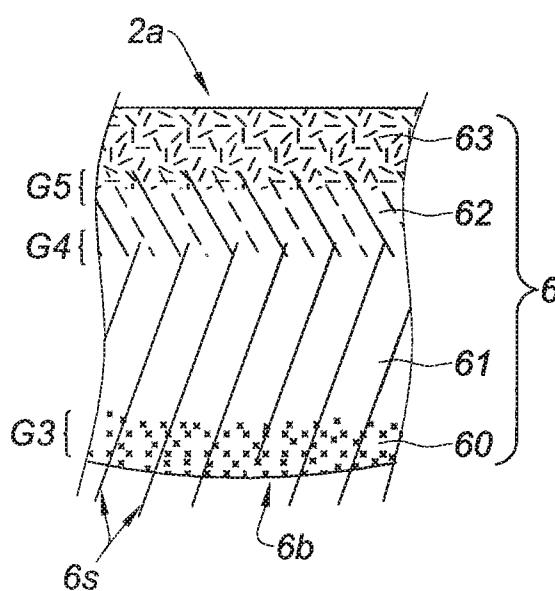


Fig. 4

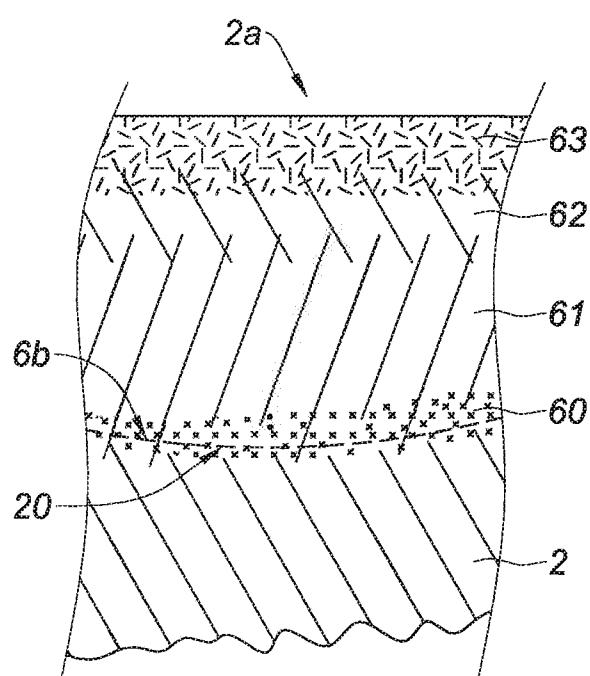


Fig. 5

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/FR2012/050459

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER	INV. B22F3/105	B22F5/04	B22F5/00	B22F7/06	B22F7/08
	B23P6/00				

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)

B22F B23P

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, WPI Data, COMPENDEX, INSPEC

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 6 384 365 B1 (SETH BRIJ B [US] ET AL) 7 May 2002 (2002-05-07) column 4, lines 43-52 column 6, lines 3-17 claims 10,12 -----	1-8
A	FR 2 941 965 A1 (SNECMA [FR]; TOULOUSE INST NAT POLYTECH [FR]; UNIV TOULOUSE [FR]; CENT) 13 August 2010 (2010-08-13) the whole document -----	1-8
A	FR 2 932 496 A1 (SNECMA [FR]; TOULOUSE INST NAT POLYTECH [FR]; UNIV TOULOUSE [FR] SNECM) 18 December 2009 (2009-12-18) the whole document -----	1-8
A	JP 2003 342617 A (MITSUBISHI HEAVY IND LTD) 3 December 2003 (2003-12-03) the whole document -----	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 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
25 June 2012	29/06/2012

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

Forestier, Gilles

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No
PCT/FR2012/050459

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 6384365	B1	07-05-2002	NONE
FR 2941965	A1	13-08-2010	NONE
FR 2932496	A1	18-12-2009	NONE
JP 2003342617	A	03-12-2003	NONE

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/FR2012/050459

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE
 INV. B22F3/105 B22F5/04 B22F5/00 B22F7/06 B22F7/08
 B23P6/00

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)
 B22F B23P

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, COMPENDEX, INSPEC

C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	US 6 384 365 B1 (SETH BRIJ B [US] ET AL) 7 mai 2002 (2002-05-07) colonne 4, ligne 43-52 colonne 6, ligne 3-17 revendications 10,12 -----	1-8
A	FR 2 941 965 A1 (SNECMA [FR]; TOULOUSE INST NAT POLYTECH [FR]; UNIV TOULOUSE [FR]; CENT) 13 août 2010 (2010-08-13) Le document en entier -----	1-8
A	FR 2 932 496 A1 (SNECMA [FR]; TOULOUSE INST NAT POLYTECH [FR]; UNIV TOULOUSE [FR] SNECM) 18 décembre 2009 (2009-12-18) Le document en entier -----	1-8
A	JP 2003 342617 A (MITSUBISHI HEAVY IND LTD) 3 décembre 2003 (2003-12-03) Le document en entier -----	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

25 juin 2012

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

29/06/2012

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

Forestier, Gilles

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/FR2012/050459

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 6384365	B1	07-05-2002	AUCUN
FR 2941965	A1	13-08-2010	AUCUN
FR 2932496	A1	18-12-2009	AUCUN
JP 2003342617	A	03-12-2003	AUCUN