(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

COURBEVOIE

(11) **N° de publication :** **3 055 820**

(à n'utiliser que pour les commandes de reproduction)

(21) **N° d'enregistrement national :** **16 58524**

(51) Int Cl[8] : ***B 21 D 39/00*** *(2017.01), F 16 M 1/08, F 04 D 29/40*

(12) DEMANDE DE BREVET D'INVENTION A1

(22) **Date de dépôt :** 13.09.16.

(30) **Priorité :**

(43) **Date de mise à la disposition du public de la demande :** 16.03.18 Bulletin 18/11.

(56) **Liste des documents cités dans le rapport de recherche préliminaire :** *Se reporter à la fin du présent fascicule*

(60) **Références à d'autres documents nationaux apparentés :**

( ) **Demande(s) d'extension :**

(71) **Demandeur(s) :** *SAFRAN* — FR.

(72) **Inventeur(s) :** MARTY BENOIT, ANTOINE, YVES.

(73) **Titulaire(s) :** SAFRAN.

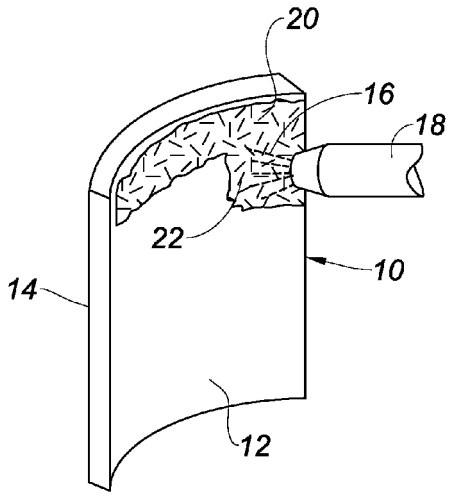
(74) **Mandataire(s) :** GEVERS & ORES Société anonyme.

(54) PROCEDE D'ASSEMBLAGE DE COQUES EN METAL DONT UNE EST REALISEE PAR DEPOT LASER.

(57) L'invention concerne un procédé d'assemblage de coques en métal, caractérisé en ce qu'il comporte au moins :

(a) une première étape (ET1) de fourniture d'une première coque (10) en un alliage de titane, cette première coque (10) présentant une première face (12) et une deuxième face (14) opposée à ladite première face (11),

(b) une deuxième étape (ET2) au cours de laquelle on dépose sur la première face (12) par un procédé de déposition métallique par laser (LMD) une couche d'un premier matériau (16) résistant au feu titane, de manière à former sur ladite première coque (10) une deuxième coque (26) de ce matériau solidaire de ladite première coque (10).



FR 3 055 820 - A1

Procédé d'assemblage de coques en métal dont une est réalisée par dépôt laser

L'invention se rapporte à un procédé d'assemblage de coques en métal, telles que des carters externes de turbomachines, et en particulier des carters externes de compresseurs de turbomachines

ETAT DE LA TECHNIQUE ANTERIEURE

Un moteur à turbine à gaz comprend au moins un ensemble rotatif ou corps formé d'un arbre reliant un rotor de compresseur à l'amont, et un rotor de turbine à l'aval, l'amont et l'aval étant définis dans la suite de la présente description par rapport à la direction d'écoulement de l'air dans la turbomachine.

Chacun des compresseur et turbine de ce corps peut être composé d'un ou plusieurs étages. Les rotors de compresseur et de la turbine sont reliés mécaniquement l'un à l'autre par un arbre, et sont agencés de part et d'autre d'une chambre de combustion de la turbomachine qui entoure ledit arbre. La chambre de combustion reçoit l'air comprimé par le compresseur, et délivre des gaz de combustion à haute énergie à la turbine. Le moteur peut comprendre plusieurs corps, comportant chacun un compresseur et une turbine, à plusieurs étages ou non, dont les arbres sont agencés concentriquement les uns aux autres et dont les compresseurs et turbines sont disposés de part et d'autre de la chambre de combustion.

Un tel moteur comporte des éléments de carter structuraux internes supportant notamment les arbres par des paliers de type roulement. Les étages de compresseurs et de turbines sont portés par des viroles qui sont montées tournantes dans des carters annulaires externes qui entourent les aubes des étages de compresseur ou de turbine, ces carters annulaires définissant avec ces viroles une veine d'écoulement des gaz de la turbomachine.

Les carters annulaires sont réalisés généralement dans des matériaux différents selon qu'ils sont prévus pour être mis en œuvre pour une application de compresseur ou de turbine.

Certains de ces carters sont réalisés à base d'alliage de titane à cause des propriétés particulières de ces alliages, en particulier de tenue mécanique, en température, et à la corrosion pour une densité moindre que celle d'un acier ou que celle d'autres alliages comme ceux à base de Nickel ou à base de Cobalt.

C'est notamment le cas des carters de compresseur haute pression. Dans ce cas, ces carters sont réalisés sous la forme de coques superposées ou d'assemblages de coques superposées, et notamment d'une première coque principale à base d'alliage de titane.

Dans la description qui suit, on entend par coque une pièce dont une des trois dimensions, son épaisseur, dans l'espace est faible (au moins cinq fois plus faible) par rapport aux deux autres dimensions, à savoir sa longueur et sa largeur, qui sont perpendiculaires à cette épaisseur. Une coque peut ainsi désigner une plaque, un tube, une virole, ou, dans le cas présent un carter. Dans la suite de la présente description, on utilisera le terme de titane pour désigner tout alliage dans lequel le titane est l'élément majoritaire.

Une coque en titane mise en œuvre dans la fabrication d'un carter doit être capable de résister au feu titane, c'est-à-dire à une inflammation du titane en cas d'élévation brutale de température.

Diverses solutions ont été développées pour empêcher l'inflammation du titane dans un environnement à haute température. Certaines solutions consistent à fixer sur la première coque en titane une

deuxième coque réalisée en un autre alliage que le titane, cet autre alliage pouvant résister à des températures plus élevées et formant écran entre ces températures élevées et la première coque en titane. Par exemple, cette deuxième coque est fixée à l'aide de douilles sur la surface de la première coque en titane et peut ainsi être exposée aux températures les plus élevées. Une autre solution consiste à effectuer un colaminage à chaud d'une ébauche en un autre alliage formant la deuxième coque sur une ébauche en titane formant la première coque.

Une autre solution consiste à plaquer la deuxième coque sur la première coque en titane, par plaquage hydraulique ou par plaquage par explosion.

On a aussi proposé dans le document WO-2013/014369 de pourvoir la deuxième coque d'aspérités propres à permettre l'accrochage de la deuxième coque sur la première coque, d'assembler les coques ensemble et de les lier l'une à l'autre par un chauffage différentiel des deux coques et par une mise sous pression qui provoque un verrouillage des points d'accrochage.

Ces solutions présentent de nombreux inconvénients. En effet, s'agissant de l'assemblage de deux coques préformées, il est difficile de maîtriser la position relative entre les deux coques à leur interface.

De plus, selon les tolérances de mise en œuvre, des tolérances d'usinage et des stratégies d'usinage, l'épaisseur de l'une ou de l'autre coque n'est pas toujours optimisée. Par exemple, il est souvent rare qu'à l'interface des deux coques la géométrie des deux coques soit parfaitement complémentaire. En outre, il est extrêmement difficile de maîtriser le ratio d'épaisseur entre les deux matériaux des deux coques.

De plus, lorsque l'un des procédés ci-dessus est utilisé, la résistance au cisaillement ou au décollement entre la première coque en titane et la deuxième coque en un autre alliage est assez faible. Cette résistance au cisaillement est d'autant plus faible que la différence entre les coefficients de dilatation du titane et de l'autre alliage est importante.

Enfin, chacun des procédés ci-dessus est d'un coût élevé du fait de la complexité et du nombre d'étapes dans le procédé, et de la nécessité d'usiner chacune des coques de façon à les mettre aux cotes finales.

Pour remédier à ces inconvénients, on a proposé dans le document FR-2.978.076-A1 un procédé consistant à déposer, sur une première coque en alliage de titane, une deuxième coque en un alliage résistant au feu titane, cette deuxième coque étant déposée par projection à froid à vitesse supersonique d'une poudre d'un deuxième alliage résistant au feu titane.

Cette conception présente l'inconvénient de ne pas garantir une qualité structurale du dépôt projeté à froid de type "cold spray" dans toutes les directions de sollicitation mécanique du carter.

EXPOSÉ DE L'INVENTION

L'invention a donc pour but de proposer un procédé d'assemblage de coques par déposition, permettant un meilleur accrochage du matériau de la deuxième coque sur la première coque.

Dans ce but, l'invention propose un procédé d'assemblage de coques en métal caractérisé en ce qu'il comporte au moins une première étape de fourniture d'une première coque en un alliage de titane, cette première coque présentant une première face et une deuxième face opposée à ladite première face, et une deuxième étape au cours de laquelle on dépose sur la première face par un procédé de déposition métallique par laser ou LMD une couche d'un premier matériau résistant au feu titane, de manière à former sur ladite première coque une deuxième coque de ce matériau solidaire de ladite première coque.

Le dépôt LMD permet de garantir une qualité structurale quelle que soit la direction de sollicitation mécanique.

Selon d'autres caractéristiques de l'invention :

- le premier matériau déposé est un acier ou un acier allié,
- le premier matériau est déposé selon une épaisseur comprise entre 0.3 et 3mm,
- le premier matériau est déposé selon une épaisseur de 1mm, et/ou
- l'alliage de titane est un alliage TA6V.

Dans le cadre d'une projection sur un alliage de titane TA6V, le matériau projeté peut, dans certains cas présenter une cohésion de soudage insuffisante avec l'alliage de titane. Ce phénomène est lié à l'incompatibilité de soudage entre les deux matériaux. L'invention propose donc d'avoir recours à un matériau intermédiaire présentant une compatibilité de soudage suffisante avec les deux matériaux des deux coques.

Aussi, selon une autre caractéristique de l'invention, le procédé comporte, entre les première et deuxième étapes, une étape intermédiaire au cours de laquelle on dépose par le procédé de déposition métallique par laser LMD une couche d'un second matériau présentant une compatibilité de soudage entre l'alliage de titane et le premier matériau.

Selon d'autres caractéristiques de l'invention :

- le second matériau est un Inconel 718, et/ou
- le second matériau est déposé selon une épaisseur comprise entre 50µm et 250µm.

L'invention concerne aussi un élément de carter de turbomachine, caractérisé en ce qu'il comporte au moins une première coque annulaire externe en alliage de titane et une deuxième coque annulaire interne en acier ou en acier allié assemblées selon le procédé précédemment décrit.

Selon une autre caractéristique de l'invention, cet élément de carter est un élément de carter d'un compresseur basse pression BP de ladite turbomachine.

BREVE DESCRIPTION DES FIGURES

L'invention sera bien comprise et ses avantages apparaîtront mieux, à la lecture de la description détaillée qui suit, de modes de réalisation représentés à titre d'exemple non limitatif. La description se réfère aux dessins annexés sur lesquels :

- la figure 1 est une vue en perspective illustrant une deuxième étape de dépôt selon une première variante du procédé de l'invention d'une deuxième coque sur une première coque ;
- la figure 2 est une vue en perspective représentant un panneau de carter obtenu à l'issue de cette deuxième étape de dépôt de la première variante du procédé de l'invention;
- les figures 3A et 3B sont des vues en perspective illustrant respectivement une étape intermédiaire et la deuxième étape de dépôt d'une variante du procédé de l'invention ;
- la figure 4 est une vue en coupe représentant un panneau de carter obtenu à l'issue de cette deuxième étape de dépôt de la seconde variante du procédé de l'invention.
- la figure 5A et 5B sont des diagrammes blocs respectifs des première et secondes variantes du procédé de l'invention.

Dans la description qui va suivre, des chiffres de référence identiques désignent des pièces identiques ou ayant des fonctions similaires.

Comme l'illustrent les figures 1 et 3A en relation avec les figures 5A et 5B, le procédé selon l'invention comporte dans toutes ses variantes une première étape ET1 de fourniture d'une première coque 10 réalisée en un

alliage de titane. Cette première coque 10 est par exemple destinée à constituer un panneau formant un élément d'un carter d'une turbomachine (non visible sur les figures) et en particulier un panneau formant un élément de carter d'un compresseur basse pression BP de ladite turbomachine.

La première coque 10 présente une première face 12 interne et une deuxième face 14 externe opposée à la première face, les termes interne et externe s'entendant relativement à l'orientation du panneau par rapport à la turbomachine, la première face interne 12 étant destinée à être tournée vers des aubages de la turbomachine tandis que la deuxième face externe est au contraire destinée à être tournée à l'opposé de ces aubages.

Comme l'illustrent les figures 1 et 5A, selon une première variante du procédé faisant l'objet de l'invention, au cours d'une deuxième étape ET2, on dépose sur la première face 12 une couche d'un premier matériau 16 résistant au feu titane par un procédé de déposition métallique par laser LMD. Le dépôt est effectué à l'aide d'une torche laser 18 qui balaie la première face interne 12 par passes successives. Sur la figure 1, on a représenté une première passe 20 terminée et une deuxième passe 22 en cours de réalisation.

A l'issue du balayage complet de la première face 16 par la torche 18, on obtient donc un panneau 24 pouvant constituer un élément de carter de turbomachine, comportant au moins une première coque 10 annulaire externe en alliage de titane et une deuxième coque annulaire interne 26 en matériau 16 déposée par LMD.

De préférence, le matériau 16 déposé par la torche 18 est un acier ou un acier allié.

Le matériau 16 ne nécessite pas d'être déposé selon une épaisseur élevée, puisque son rôle est uniquement de former une barrière au feu titane. Ainsi, le premier matériau 16 est déposé selon une épaisseur comprise entre 0,3mm et 3mm. Préférentiellement, le premier matériau 16 est déposé selon une épaisseur d'environ 1 mm.

L'alliage de titane utilisé peut être un alliage de Ti17 ou un alliage de titane 6242.

Dans le mode de réalisation préféré de l'invention, l'alliage de titane utilisé pour la première coque est un alliage TA6V. Cet alliage présente de manière connue des caractéristiques mécaniques optimales pour la réalisation de carters de compresseurs basse pression.

Le propre d'un tel alliage TA6V est que sa compatibilité avec des matériaux de type acier est variable selon l'acier ou l'acier allié utilisé. Dans certains cas, l'acier ou l'acier allié, peut, lorsqu'il est projeté par LMD sur l'alliage de titane, présenter une cohésion de soudage insuffisante avec le substrat à base titane. Cette cohésion est non seulement fonction de l'acier ou de l'alliage d'acier retenu, mais aussi des paramètres de dépose de la torche 18.

L'invention propose donc selon une deuxième variante du procédé d'avoir recours à un matériau intermédiaire présentant une compatibilité de soudage suffisante avec les deux matériaux du carter.

Aussi, comme l'illustrent les figures 3A, 3B et 5B, selon une deuxième variante du procédé de l'invention, celui-ci comporte entre les première et deuxième étapes ET1 et ET2, une étape intermédiaire ETi au cours de laquelle on dépose par le procédé de déposition métallique par laser LMD une couche d'un second matériau 28 présentant une compatibilité de soudage entre l'alliage de titane de la première coque 10 et le premier matériau 16.

De préférence, comme l'illustre la figure 3A, le second matériau 28 est un Inconel 718, qui est déposé par la torche 18 en passes successives, de la même façon que pour la première variante du procédé décrite précédemment. Le second matériau 28 ayant uniquement pour fonction d'assurer la cohésion entre le titane et l'alliage d'acier, il ne nécessite pas d'être déposé selon une épaisseur élevée. Celle-ci est typiquement comprise entre 50µm et 250µm.

Puis au cours de l'étape ET2 représentée à la figure 3B, on dépose sur le second matériau 28 le premier matériau 16 destiné à former la deuxième coque 26.

Le résultat, est, comme l'illustre la figure 4, un panneau comportant une première coque 10 en alliage de titane et une deuxième coque 26 fixée à cette première coque par l'intermédiaire d'une couche de matériau intermédiaire 28 apte à assurer la cohésion de l'ensemble.

L'invention permet donc de réaliser très simplement un panneau 24 formant, par exemple, un élément de carter d'un compresseur BP d'une turbomachine.

REVENDICATIONS

1. Procédé d'assemblage de coques en métal caractérisé en ce qu'il comporte au moins :

(a) une première étape (ET1) de fourniture d'une première coque (10) en un alliage de titane, cette première coque (10) présentant une première face (12) et une deuxième face (14) opposée à ladite première face (11),

(b) une deuxième étape (ET2) au cours de laquelle on dépose sur la première face (12) par un procédé de déposition métallique par laser (LMD) une couche d'un premier matériau (16) résistant au feu titane, de manière à former sur ladite première coque (10) une deuxième coque (26) de ce matériau solidaire de ladite première coque (10).

2. Procédé d'assemblage selon la revendication précédente, caractérisé en ce que le premier matériau (16) déposé est un acier ou un acier allié.

3. Procédé d'assemblage selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que le premier matériau (16) est déposé selon une épaisseur comprise entre 0,3mm et 3mm.

4. Procédé d'assemblage selon la revendication 3, caractérisé en ce que le premier matériau (16) est déposé selon une épaisseur de 1mm.

5. Procédé d'assemblage selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que l'alliage de titane est un alliage TA6V.

6. Procédé d'assemblage selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisé en ce qu'il comporte, entre les première et deuxième étapes (ET1) et (ET2), une étape intermédiaire (ETi) au cours de laquelle on dépose par le procédé de déposition métallique par laser (LMD) une couche d'un second matériau (28) présentant une compatibilité de soudage entre l'alliage de titane et le premier matériau (16).

7. Procédé d'assemblage selon la revendication précédente, caractérisé en ce que le second matériau (28) est un Inconel 718.

8. Procédé d'assemblage selon la revendication 6 ou 7, caractérisé en ce que le second matériau (28) est déposé selon une épaisseur comprise entre 50µm et 250µm.

9. Elément de carter de turbomachine, caractérisé en ce qu'il comporte au moins une première coque annulaire externe (10) en alliage de titane et une deuxième coque annulaire interne (28) en acier ou en acier allié assemblées selon le procédé des revendications 1 à 8.

10. Elément de carter de turbomachine selon la revendication précédente, caractérisé en ce qu'il est un élément de carter d'un compresseur basse pression de ladite turbomachine.

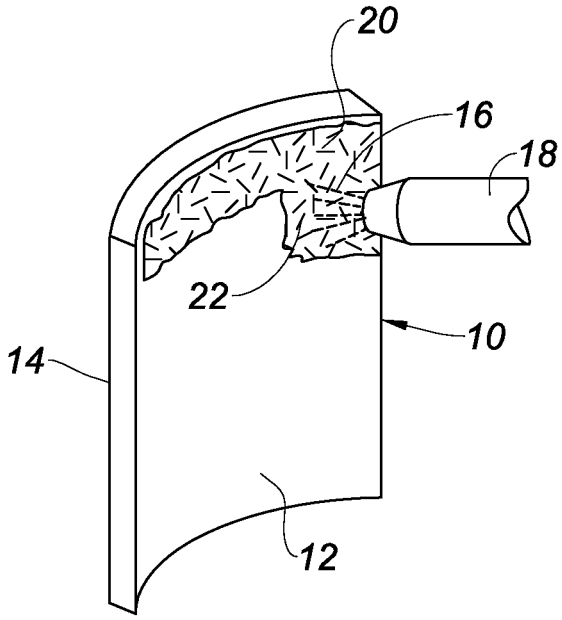


Fig. 1

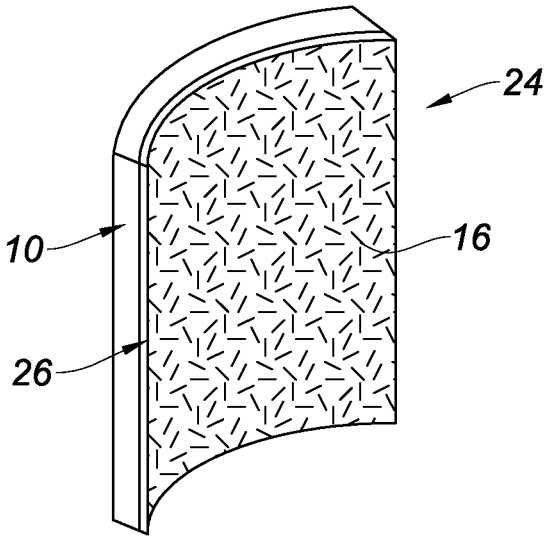


Fig. 2

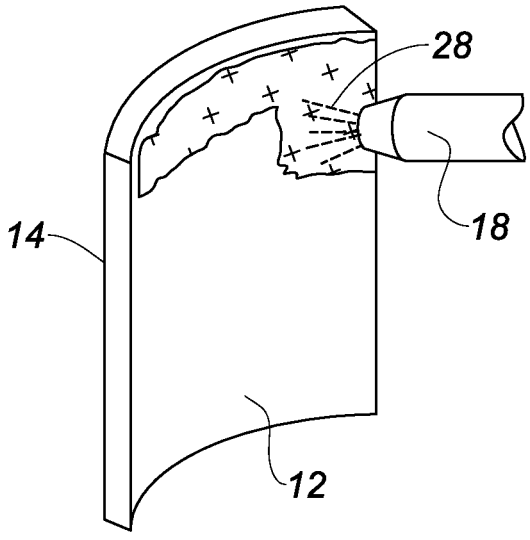


Fig. 3A

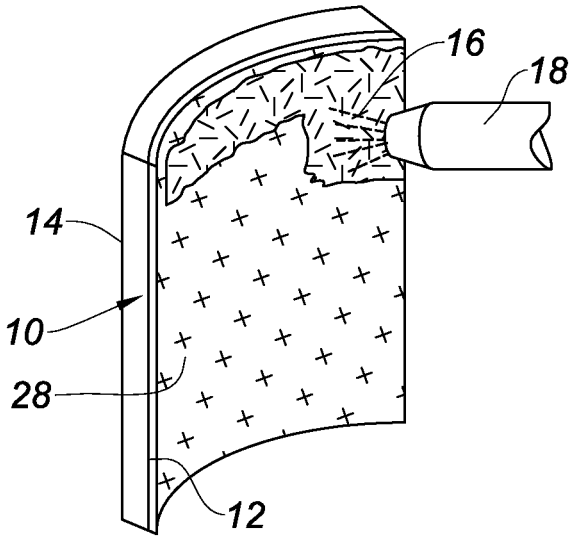


Fig. 3B

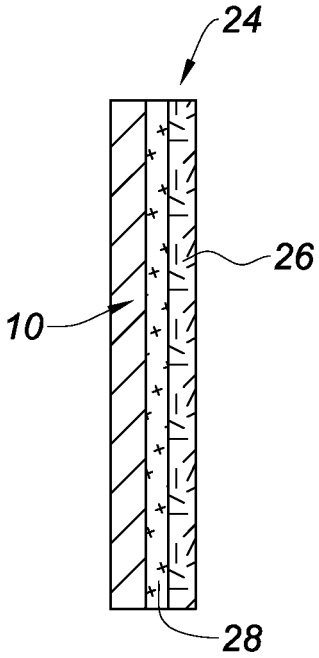


Fig. 4

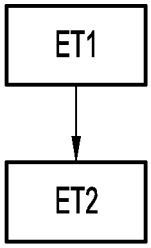


Fig. 5A

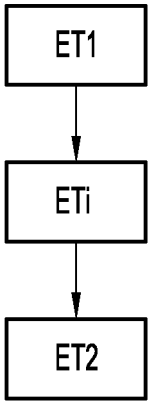


Fig. 5B

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE

établi sur la base des dernières revendications déposées avant le commencement de la recherche

N° d'enregistrement national

FA 832760
FR 1658524

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
Y A	FR 2 978 076 A1 (SNECMA [FR]) 25 janvier 2013 (2013-01-25) * le document en entier * -----	1-5,8-10 6,7	B21D39/00 F16M1/08 F04D29/40
Y	Clément Margueray ET AL: "Fabrication Additive Métallique Technologies et Opportunités", , 1 avril 2015 (2015-04-01), pages 1-36, XP055379261, Extrait de l'Internet: URL:http://www.nae.fr/wp-content/uploads/2015/07/FabAdditiveMetallique_TechnoOpportunites-NAE.pdf [extrait le 2017-06-07]	1-5,8-10	
A	* page 16, alinéa 3 - page 24, alinéa 3.6 * -----	6,7	
A	DE 10 2013 219250 A1 (BAYERISCHE MOTOREN WERKE AG [DE]) 27 mars 2014 (2014-03-27) * page 2, alinéas 3,5 * * page 3, alinéa 7-11 * -----	1-10	

DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)

C23C
F01D
F02C
B23K

Date d'achèvement de la recherche	Examinateur
7 juin 2017	Joffreau, P

CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS

X : particulièrement pertinent à lui seul
Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie
A : arrière-plan technologique
O : divulgation non-écrite
P : document intercalaire

T : théorie ou principe à la base de l'invention
E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure.
D : cité dans la demande
L : cité pour d'autres raisons

& : membre de la même famille, document correspondant

EPO FORM 1503 12.99 (P04C14)

ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 1658524 FA 832760

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche préliminaire visé ci-dessus.
Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du 07-06-2017
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
FR 2978076 A1	25-01-2013	AUCUN	
DE 102013219250 A1	27-03-2014	AUCUN	

EPO FORM P0465