

①⑨ RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
—  
**INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE**  
—  
COURBEVOIE  
—

①① N° de publication : **3 030 323**  
(à n'utiliser que pour les  
commandes de reproduction)  
②① N° d'enregistrement national : **14 63202**  
⑤① Int Cl<sup>8</sup> : **B 22 F 3/105 (2015.01), B 22 F 5/00, C 04 B 35/653**

⑫

## BREVET D'INVENTION

B1

⑤④ **PLATEAU DE FABRICATION POUR LA FABRICATION DE PIÈCES PAR FUSION SÉLECTIVE OU FRITTAGE SÉLECTIF SUR LIT DE POUDRE, OUTILLAGE ET PROCÉDE DE FABRICATION METTANT EN ŒUVRE UN TEL PLATEAU.**

②② **Date de dépôt** : 23.12.14.

③③ **Priorité** :

④③ **Date de mise à la disposition du public de la demande** : 24.06.16 Bulletin 16/25.

④⑤ **Date de la mise à disposition du public du brevet d'invention** : 09.08.19 Bulletin 19/32.

⑤⑥ **Liste des documents cités dans le rapport de recherche** :

*Se reporter à la fin du présent fascicule*

⑥⑥ **Références à d'autres documents nationaux apparentés** :

○ **Demande(s) d'extension** :

⑦① **Demandeur(s)** : SNECMA Société anonyme — FR.

⑦② **Inventeur(s)** : FRIBOURG GUILLAUME, LAVIGNOTTE STEPHANE et PICHOT FRANCOIS.

⑦③ **Titulaire(s)** : SAFRAN AIRCRAFT ENGINES Société anonyme.

⑦④ **Mandataire(s)** : CABINET BEAU DE LOMENIE.

FR 3 030 323 - B1



### Titre de l'invention

Plateau de fabrication pour la fabrication de pièces par fusion sélective ou frittage sélectif sur lit de poudre, outillage et procédé de fabrication mettant en œuvre un tel plateau.

5

### Arrière-plan de l'invention

La présente invention se rapporte au domaine général de la fabrication de pièces métalliques, en alliages métalliques ou en céramique par fabrication additive.

10

Il est aujourd'hui courant d'avoir recours à des techniques de fabrication additive pour réaliser facilement et rapidement des pièces complexes.

Lorsqu'il s'agit de la fabrication de pièces métalliques, en alliages métalliques ou en céramique, le procédé de fusion sélective (on parle de frittage sélectif lorsqu'il s'agit notamment de céramiques) sur lit de poudre permet d'obtenir des pièces complexes qui sont difficilement réalisables ou non réalisables avec les procédés conventionnels tels que la fonderie, la forge ou l'usinage. Le domaine aéronautique se prête particulièrement bien à l'utilisation de ce procédé.

20

En outre, ce procédé présente l'avantage d'être rapide et ne pas nécessiter d'outillage spécifique contrairement à la plupart des procédés conventionnels, ce qui réduit considérablement les coûts et les cycles de fabrication des pièces.

Un tel procédé comprend généralement une étape durant laquelle est déposée sur un plateau de fabrication (par exemple métallique) une première couche de poudre d'un métal, d'un alliage métallique ou de céramique d'épaisseur contrôlée, puis une étape consistant à chauffer avec un moyen de chauffage (par exemple un laser ou un faisceau d'électrons) une zone prédéfinie de la couche de poudre, et de procéder en répétant ces étapes pour chaque couche supplémentaire, jusqu'à l'obtention, tranche par tranche, de la pièce finale.

Cependant, dans les procédés connus de fusion sélective ou frittage sélectif sur lit de poudre, les pièces présentent une microstructure anisotrope, les grains étant dirigés notamment dans le sens du gradient thermique maximum, qui se trouve être dans la direction normale au plateau de fabrication sur lequel les pièces sont réalisées. La stratégie de

35

construction des pièces doit ainsi être mise au point en tenant compte de cette anisotropie afin que les grains soient orientés dans les directions privilégiées de sollicitations de la pièce, ce qui pose une importante contrainte de fabrication.

5 Par ailleurs, une pièce fabriquée par fusion sélective ou frittage sélectif sur lit de poudre présente des contraintes résiduelles fortes susceptibles d'induire des phénomènes de déformation voire des fissurations dans la pièce et à l'interface entre la pièce et le plateau de fabrication.

10 Il existe donc un besoin de disposer d'un outillage et d'un procédé de fabrication de pièces en métal, en alliage métallique ou en céramique par fusion sélective ou frittage sélectif sur lit de poudre qui permettent d'obtenir des pièces présentant des propriétés plus isotropes et de réduire les contraintes internes dans la pièce, afin de limiter sa  
15 déformation et son risque de fissuration.

#### Objet et résumé de l'invention

L'anisotropie et les contraintes internes observées sur les pièces fabriquées par des procédés traditionnels de fusion sélective ou frittage  
20 sélectif sur lit de poudre sont principalement dues à une dissipation trop rapide et dans une direction privilégiée de la chaleur au moment de la fusion ou du frittage de la poudre.

Les Inventeurs ont étudié la dissipation de la chaleur et ont noté qu'elle s'opère de plusieurs manières : par convection au niveau du gaz  
25 constituant l'atmosphère de l'enceinte de fabrication, par rayonnement, et par conduction thermique au niveau de la poudre environnante et du plateau de fabrication supportant la pièce en cours de réalisation.

Il a été observé que le front de solidification de la zone fondue ou frittée progresse dans la direction opposée au flux de chaleur dirigé  
30 perpendiculairement au plateau de fabrication, ce qui entraîne une croissance des grains dans la même direction. Lors de la solidification de la couche N, l'orientation cristalline de la couche N-1 est conservée par épitaxie. Il en résulte des grains allongés dans le sens de ce gradient thermique. C'est ce phénomène qui est ainsi responsable majoritairement  
35 de l'anisotropie finale de la pièce. Et parmi les facteurs précités c'est le

plateau de fabrication, traditionnellement métallique ou en alliage métallique, qui est source de la plus forte dissipation thermique.

Par conséquent, il serait envisageable de réduire ces phénomènes en utilisant un plateau de fabrication comportant un matériau présentant une conduction thermique plus basse que les métaux  
5 ou les alliages métalliques traditionnellement utilisés, par exemple en céramique, ou plus généralement en un matériau réfractaire.

Cependant, les Inventeurs ont remarqué que les plateaux de fabrication en matériau réfractaire présentent des problèmes d'adhésion  
10 avec les pièces, qui sont en métal ou en alliage métallique, principalement parce que les métaux et les alliages métalliques adhèrent difficilement avec la céramique d'une part, et se dilatent plus que les matériaux les plus réfractaires lorsqu'ils sont chauffés d'autre part. Or, il faut qu'existe une zone dite de « dilution » dans laquelle le plateau de fabrication et les  
15 premières couches de poudre peuvent fusionner afin que la pièce adhère correctement sur le plateau.

La présente invention a donc pour but principal de pallier de tels inconvénients en proposant un plateau de fabrication destiné à être utilisé dans un procédé de fusion sélective ou frittage sélectif sur lit de poudre, le  
20 plateau comprenant :

une base comprenant un matériau réfractaire, et  
un revêtement recouvrant au moins partiellement la base, le revêtement étant constitué d'au moins une couche d'un matériau ayant un coefficient de dilatation thermique présentant une valeur comprise entre la  
25 valeur du coefficient de dilatation thermique du matériau réfractaire de la base et cinq fois la valeur dudit coefficient de dilatation thermique.

Par matériau réfractaire on entend un matériau minimisant les échanges thermiques, par exemple un matériau ayant une effusivité thermique suffisamment faible et de préférence inférieure ou égale à  
30  $4 \text{ kJ.K}^{-1}.\text{m}^{-2}.\text{s}^{-1/2}$ . Des exemples de matériaux réfractaires peuvent se trouver parmi les céramiques, mais aussi parmi les alliages comme par exemple le TA6V.

Le coefficient de dilatation thermique considéré est défini dans tout l'intervalle de température auquel est soumis le plateau de  
35 fabrication, généralement entre la température ambiante et la

température de fusion la plus basse des matériaux présents dans le revêtement (par exemple entre 20°C et 900°C).

5 Ainsi, le plateau permet d'une part, de limiter la conduction thermique responsable de l'anisotropie dans la direction normale au plateau de fabrication parce qu'il comprend une base en matériau réfractaire, et, d'autre part, d'assurer une adhésion de la pièce avec le plateau de fabrication grâce à un revêtement ayant au moins une couche de matériau présentant une valeur de coefficient de dilatation thermique supérieure et suffisamment proche de celle du coefficient de dilatation thermique de la base. En d'autres termes, ce revêtement permet de faire l'interface entre la pièce et la base sur laquelle il peut adhérer, tout en assurant l'adhésion de la pièce sur le plateau de fabrication en permettant une zone de dilution.

10 De préférence, le revêtement comprend une pluralité de couches, chaque couche de la pluralité de couches présente au-dessus d'une couche sous-jacente ayant un coefficient de dilatation thermique supérieur au coefficient de dilatation thermique de ladite couche sous-jacente.

15 Avec une telle disposition, on peut adapter progressivement les propriétés du revêtement pour qu'elles se rapprochent de celles de la base au niveau de la première couche de matériau en garantissant une adhésion avec celle-ci, et qu'elles se rapprochent aussi de celles de la poudre au niveau de ses couches supérieures pour assurer la fixation de la pièce.

20 De préférence encore, une couche du revêtement présente une épaisseur comprise entre 0,1 mm et 5 mm.

Comme les couches formant le revêtement peuvent être plus conductrices thermiquement que la base, en limitant leur épaisseur on limite ainsi les pertes thermiques dues au revêtement.

25 De préférence également, le revêtement a une épaisseur inférieure ou égale à 15 mm.

De même, en limitant l'épaisseur totale du revêtement, on limite les pertes thermiques dues au plateau de fabrication.

30 La base peut être constituée d'un matériau parmi les suivants :  
35 Zircon, SiO<sub>2</sub>, alliage TA6V.

Une couche du revêtement peut être constituée d'un matériau parmi les suivants : un alliage à base de Fer, un alliage à base de Cobalt, un alliage à base de Nickel, un alliage à base de Titane, un alliage à base de Molybdène, un alliage à base d'Aluminium, du Carbure de Silicium, du  
5 Carbure de Tungstène.

L'invention vise également un outillage pour la fabrication de pièces tridimensionnelles en métal, en alliage métallique ou en céramique par un procédé de fusion sélective ou frittage sélectif sur lit de poudre comprenant :

10 un plateau de fabrication tel que celui décrit précédemment, et un moyen de chauffage destiné à faire fondre ou à fritter au moins une partie d'une couche de poudre d'un métal, d'un alliage métallique ou d'une céramique déposée sur le plateau de fabrication.

L'invention vise encore un procédé de fabrication de pièces  
15 tridimensionnelles en métal, en alliage métallique ou en céramique par fusion sélective ou frittage sélectif sur lit de poudre, le procédé comprenant successivement les étapes suivantes :

le dépôt d'au moins une couche de poudre d'un métal, d'un alliage métallique ou d'une céramique destiné à constituer la pièce, et

20 la fusion ou le frittage d'au moins une partie de la couche de poudre par un moyen de chauffage. Conformément à l'invention, les étapes précédentes sont réalisées sur un plateau de fabrication comprenant :

une base comprenant un matériau réfractaire, et

25 un revêtement recouvrant au moins partiellement la base, le revêtement étant constitué d'au moins une couche d'un matériau ayant un coefficient de dilatation thermique présentant une valeur comprise entre la valeur du coefficient de dilatation thermique du matériau réfractaire de la base et cinq fois la valeur dudit coefficient de dilatation thermique.

30 De préférence, le revêtement comprend une pluralité de couches, chaque couche de la pluralité de couches présente au-dessus d'une couche sous-jacente ayant un coefficient de dilatation thermique supérieur au coefficient de dilatation thermique de ladite couche sous-jacente.

35 De préférence également, la couche du revêtement destinée à être en contact avec la pièce à fabriquer est constituée du même matériau

que la poudre. Ainsi, comme cette couche est réalisée dans un matériau identique à celui de la poudre, l'adhésion de la pièce au plateau de fabrication est maximale puisque la dernière couche du revêtement et la partie de la première couche de poudre destinée à former la première tranche de la pièce peuvent fusionner de façon optimale dans une zone de dilution.

#### 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 caractère limitatif. Sur les figures :

- la figure 1 est une vue schématique d'un outillage selon un mode de réalisation de l'invention,
- la figure 1A est une vue agrandie de l'outillage de la figure 1 au niveau du plateau de fabrication, et
- la figure 2 est un ordinogramme illustrant les étapes d'un procédé selon l'invention.

#### Description détaillée de l'invention

Un exemple d'outillage 1 pour la fabrication de pièces en métal ou en alliage métallique par fusion sélective ou frittage sélectif sur lit de poudre selon un mode de réalisation de l'invention est illustré sur les figures 1 et 1A.

De façon connue en soi, l'outillage 1 comprend un réservoir de poudre 10 et une partie 20 creuse dans laquelle est fabriquée la pièce 3. Le réservoir 1 et la partie 20 sont situés au même niveau.

Le réservoir de poudre 10 contient la poudre 2 métallique ou d'un alliage métallique qui servira à fabriquer la pièce 3, tandis que la partie 20 est apte à contenir la pièce 3 à fabriquer ainsi que la poudre non fusionnée 4.

On peut par exemple utiliser pour fabriquer la pièce une poudre d'un métal, d'un alliage métallique ou d'une céramique. Par exemple un alliage à base de Fer (par exemple en Acier XC48, Inox®), un alliage à base de Cobalt (par exemple : MAR-M-509®), un alliage à base de Nickel (par exemple : Inconel®625, Hastelloy C276®, Hastelloy-X®, Hastelloy-

W®), un alliage à base de Titane (par exemple : TA6V, Ti6-2-4-2, Ti17, T40), un alliage à base de Molybdène, un alliage à base d'Aluminium (par exemple d'un des grades suivants : 1050, 6061, 7075, 5053, 2024, 2618, 2219), du Carbure de Silicium, du Carbure de Tungstène, etc.

5 La taille des grains de la poudre peut varier par exemple de 5 µm à 150 µm.

Au fond du réservoir 10 se trouve un plateau mobile 12 qui peut se déplacer verticalement afin de pousser la poudre vers le haut du réservoir.

10 De même, au fond de la partie 20 se trouve un plateau de fabrication 22 apte à se déplacer verticalement, et notamment à descendre au fur et à mesure de la fabrication de la pièce.

Conformément à l'invention, le plateau de fabrication 22 comprend une base 24 (figure 1A).

15 La base 24 peut être en céramique et constituée par exemple de Zircon, de Silice (SiO<sub>2</sub>), etc. En variante, la base 24 peut être constituée d'un alliage suffisamment réfractaire, par exemple du type TA6V.

Cette base 24 est recouverte d'un revêtement 26, composé par exemple de deux couches 26a, 26b.

20 De préférence, la première couche 26a présente une valeur de coefficient de dilatation thermique supérieure ou égale à la valeur du coefficient de dilatation thermique du matériau réfractaire de la base 24, et inférieure ou égale à cinq fois la valeur de ce coefficient. La dernière couche 26b possède un coefficient de dilatation thermique supérieur à  
25 celui de la première couche 26a. Avantageusement, le coefficient de dilatation thermique des matériaux des couches formant le revêtement est inférieur à celui du matériau constituant la poudre.

On peut aussi utiliser pour la dernière couche 26b, destinée à être en contact avec la pièce 3, le même matériau que celui de la poudre.

30 Les couches 26a, 26b ont une épaisseur comprise entre 0,1 et 5 mm.

Le dépôt de ces couches 26a, 26b peut être effectué par différents procédés connus de l'homme de l'art tels que : dépôt plasma ou laser, dépôt physique par phase vapeur (*PVD*), dépôt chimique par phase vapeur (*CVD*), fusion sélective ou frittage sélectif sur lit de poudre,  
35



soudure de plaques préfabriquées, injection de poudres métalliques (*Powder Injection Metal*), extrusion, etc.

5 A l'issue de ces dépôts, il est possible d'effectuer des traitements thermiques de diffusion sur les couches 26a, 26b formant le revêtement 26 de sorte qu'une diffusion s'opère entre ces couches, que les propriétés du revêtement suivent ainsi un gradient vertical et qu'il n'y ait pas de discontinuité importante entre les couches, notamment du coefficient de dilatation thermique. En d'autres termes, ces traitements thermiques permettent de limiter la dilatation thermique différentielle  
10 entre les couches du revêtement.

Par exemple, pour des couches comprenant un alliage à base de Nickel ou en acier, on pourra effectuer un traitement thermique de diffusion à une température comprise entre 1000°C et 1250°C pendant 1 heure à 10 heures, et de préférence sous vide ou atmosphère protectrice  
15 (sous Argon).

Dans le cas où le revêtement 26 est constitué de plus de deux couches, l'épaisseur totale  $e$  du revêtement 26 ne doit pas dépasser 15 mm pour limiter les pertes thermiques dans le revêtement.

20 Avant que le procédé ne débute, le plateau de fabrication 22 est en position haute et le plateau mobile 12 est en position basse.

La première étape du procédé (E1) consiste à déposer une première couche de poudre sur le plateau de fabrication 22. Pour ce faire, le plateau mobile 12 est monté sur une longueur contrôlée afin de pousser une quantité suffisante de poudre hors du réservoir 10, simultanément le plateau de fabrication 22 va s'abaisser sur une longueur contrôlée (celle choisie pour une couche de poudre, par exemple entre 10  $\mu\text{m}$  et 200  $\mu\text{m}$ ) puis un moyen d'étalement 14 va répartir la poudre extraite du réservoir  
25 sur le plateau de fabrication en se déplaçant horizontalement depuis le réservoir 10 vers le plateau de fabrication 22. Le surplus de poudre peut être évacué du côté opposé au réservoir, par exemple dans un réservoir  
30 supplémentaire de récupération.

Le moyen d'étalement 14, qui peut par exemple être un rouleau ou un racleur, permet ainsi de déposer et de répartir uniformément la couche de poudre sur le plateau de fabrication 22.

Une fois la première couche déposée, un moyen de chauffage 30 va permettre de faire fondre ou de fritter sélectivement une partie de la poudre correspondant à une première tranche de la pièce (étape E2).

5 Cette première couche peut fusionner avec la dernière couche 26b du revêtement dans une zone de dilution 28 illustrée sur la figure 1A, ce qui assurera le maintien en position de la pièce durant tout le procédé de fabrication.

10 Le moyen de chauffage 30 peut par exemple consister en un laser à CO<sub>2</sub>, un laser Nd-YAG, ou un générateur de faisceau d'électrons, associé à des moyens 32 permettant de diriger le faisceau 34 issu du moyen de chauffage sur une surface précise de la couche de poudre. Les moyens de chauffage qui peuvent être utilisés dans un procédé de fusion sélective ou frittage sélectif sur lit de poudre sont connus de l'homme de l'art et ne seront pas détaillés ici.

15 Dans le cas où le moyen de chauffage 30 est un laser, l'outillage 1 est généralement placé dans une atmosphère de gaz neutre. En variante, si le moyen de chauffage 30 est un générateur de faisceau d'électrons, l'outillage 1 est placé dans une enceinte sous vide secondaire.

20 Quand la poudre fondue ou frittée a refroidi, et s'est solidifiée le cas échéant (étape E3), on peut répéter les opérations précédentes pour chaque tranche successive de la pièce en déposant une couche de poudre sur la précédente, jusqu'à ce qu'elle soit terminée.

25 Une fois la fabrication terminée, la pièce 3 est extraite du plateau de fabrication 22 duquel elle est solidaire, et peut subir des traitements de finition classiques (étape E4), tels que de l'usinage, du polissage, etc.

Dans le présent exposé, l'expression « compris entre ... et ... » doit être comprise comme incluant les bornes.

### 30 Premier exemple

On réalise une pièce en alliage de type Inconel® 718 à partir d'une poudre de cet alliage.

Le plateau de fabrication comporte une base en Zircone, et une couche de matériau en alliage métallique.

La couche, d'une épaisseur de 3 mm, est constituée d'un alliage de type Inconel®718 et est déposée par dépôt plasma ou par fusion sélective sur lit de poudre sur le plateau en céramique.

5 Pour finaliser le dépôt du revêtement, on impose au plateau de fabrication une température de 1230°C pendant 1 heure.

Le Tableau 1 regroupe les principaux composants des alliages utilisés dans ce premier exemple, et les ordres de grandeur des valeurs des coefficients de dilatation thermiques (CDT) des matériaux constituant le plateau.

10

**Tableau 1**

	Inconel®718	Zircone
Composition massique	Ni (50,0-55,0%) Cr (17,0-21,0%)	-
CDT à 800°C ( $10^{-6} \text{ K}^{-1}$ )	5	3

### Deuxième exemple

On réalise une pièce en alliage à base de Titane du type TA6V à partir d'une poudre de cet alliage.

15 Le plateau de fabrication comporte une base en SiO<sub>2</sub>, et deux couches de matériau en alliage métallique.

La première couche constituée d'un alliage de type Invar® est déposée par dépôt plasma sur le plateau en céramique et présente une épaisseur de 2 mm.

20 La deuxième couche constituée d'un alliage de type TA6V, identique à celui de la poudre, est déposée par dépôt plasma sur la première couche et présente une épaisseur de 5 mm.

25 Pour finaliser le dépôt du revêtement, on impose au plateau de fabrication une température de 1180°C pendant 1 heure afin de laisser diffuser les couches dans le revêtement.

Le Tableau 2 regroupe les principaux composants des alliages utilisés dans ce deuxième exemple, et les ordres de grandeur des valeurs des coefficients de dilatation thermiques (CDT) des matériaux constituant le plateau.

30

**Tableau 2**

	TA6V	Invar®	SiO <sub>2</sub>
Composition massique	Ti (base) Al (6%) Va (4%)	Fe (64%) Ni (36%)	Si (47%) O (53%)
CDT à 200°C ( $10^{-6} \text{ K}^{-1}$ )	9	2	0,4

## REVENDEICATIONS

1. Outillage (1) pour la fabrication de pièces tridimensionnelles en métal, en alliage métallique ou en céramique par un procédé de fusion sélective ou frittage sélectif sur lit de poudre, comprenant :
- 5 un plateau de fabrication (22) sur lequel est destinée à être fabriquée une pièce,
- un moyen d'étalement (14) d'une couche de poudre sur le plateau de fabrication (22) destiné à déposer une couche de poudre sur le
- 10 plateau de fabrication, et
- un moyen de chauffage (30) destiné à faire fondre ou à fritter au moins une partie d'une couche de poudre en métal, en alliage métallique ou en céramique déposée sur le plateau de fabrication, caractérisé en ce que le plateau de fabrication (22) comprend :
- 15 une base (24) comprenant un matériau réfractaire, et
- un revêtement (26) recouvrant au moins partiellement la base, le revêtement étant constitué d'au moins une couche (26a) d'un matériau ayant un coefficient de dilatation thermique présentant une valeur comprise entre la valeur du coefficient de dilatation thermique du
- 20 matériau réfractaire de la base et cinq fois la valeur dudit coefficient de dilatation thermique.
2. Outillage selon la revendication 1, caractérisé en ce que le revêtement (26) comprend une pluralité de couches (26a, 26b), chaque
- 25 couche de la pluralité de couches présente au-dessus d'une couche sous-jacente ayant un coefficient de dilatation thermique supérieur au coefficient de dilatation thermique de ladite couche sous-jacente.
3. Outillage selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce qu'une couche (26a, 26b) du revêtement (26) présente une épaisseur
- 30 comprise entre 0,1 mm et 5 mm.
4. Outillage selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que le revêtement (26) a une épaisseur (e) inférieure ou
- 35 égale à 15 mm.

5. Outillage selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que la base (24) est constituée d'un matériau parmi les suivants : Zircone,  $\text{SiO}_2$ , alliage TA6V.

5           6. Outillage selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisé en ce qu'une couche du revêtement (26a, 26b) est constituée d'un matériau parmi les suivants : un alliage à base de Fer, un alliage à base de Cobalt, un alliage à base de Nickel, un alliage à base de Titane, un alliage à base de Molybdène, un alliage à base d'Aluminium, du  
10   Carbure de Silicium, du Carbure de Tungstène.

7. Procédé de fabrication de pièces tridimensionnelles en métal, en alliage métallique ou en céramique par fusion sélective ou frittage sélectif sur lit de poudre, le procédé comprenant successivement les  
15   étapes suivantes :

le dépôt d'au moins une couche de poudre d'un métal, d'un alliage métallique ou d'une céramique destiné à constituer la pièce, et

la fusion ou le frittage d'au moins une partie de la couche de poudre par un moyen de chauffage (30),

20   caractérisé en ce que les étapes précédentes sont réalisées sur un plateau de fabrication (22) comprenant :

une base (24) comprenant un matériau réfractaire, et

un revêtement (26) recouvrant au moins partiellement la base, le revêtement étant constitué d'au moins une couche (26a) d'un matériau  
25   ayant un coefficient de dilatation thermique présentant une valeur comprise entre la valeur du coefficient de dilatation thermique du matériau réfractaire de la base et cinq fois la valeur dudit coefficient de dilatation thermique.

30           8. Procédé selon la revendication 7, caractérisé en ce que le revêtement (26) comprend une pluralité de couches (26a, 26b), chaque couche de la pluralité de couches présente au-dessus d'une couche sous-jacente ayant un coefficient de dilatation thermique supérieur au coefficient de dilatation thermique de ladite couche sous-jacente.

35

9. Procédé selon l'une quelconque des revendications 7 et 8, caractérisé en ce que la couche (26b) du revêtement (26) destinée à être en contact avec la pièce à fabriquer est constituée du même matériau que la poudre.

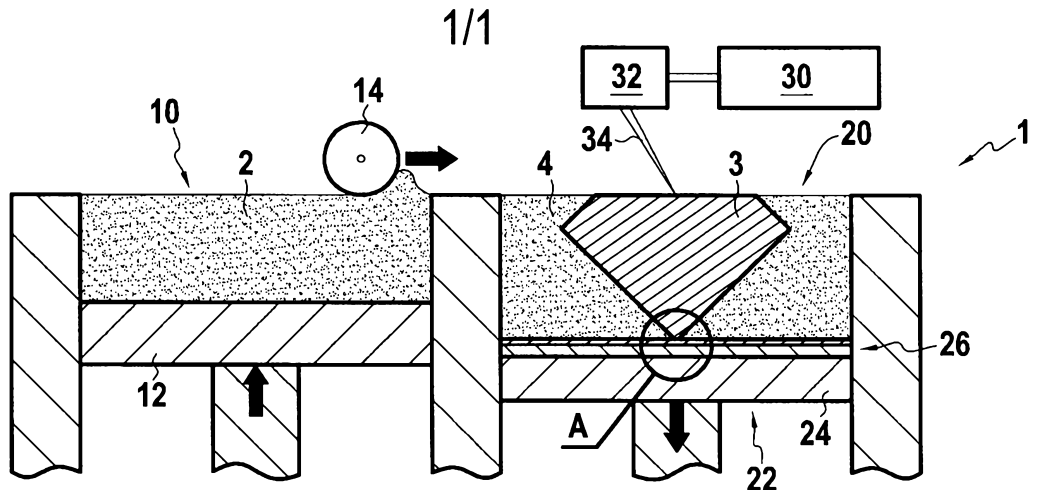


FIG.1

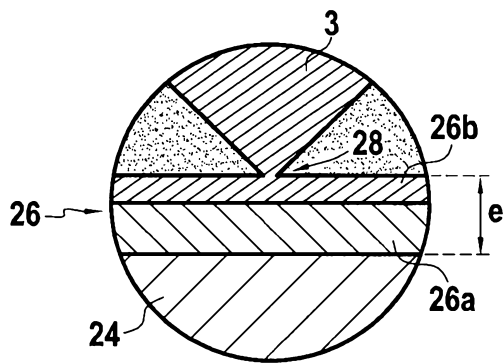


FIG.1A

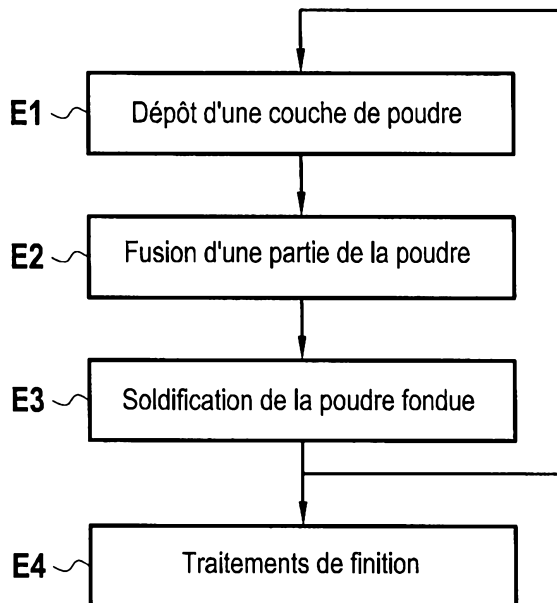


FIG.2



# RAPPORT DE RECHERCHE

articles L.612-14, L.612-53 à 69 du code de la propriété intellectuelle

## OBJET DU RAPPORT DE RECHERCHE

L'I.N.P.I. annexe à chaque brevet un "RAPPORT DE RECHERCHE" citant les éléments de l'état de la technique qui peuvent être pris en considération pour apprécier la brevetabilité de l'invention, au sens des articles L. 611-11 (nouveau) et L. 611-14 (activité inventive) du code de la propriété intellectuelle. Ce rapport porte sur les revendications du brevet qui définissent l'objet de l'invention et délimitent l'étendue de la protection.

Après délivrance, l'I.N.P.I. peut, à la requête de toute personne intéressée, formuler un "AVIS DOCUMENTAIRE" sur la base des documents cités dans ce rapport de recherche et de tout autre document que le requérant souhaite voir prendre en considération.

## CONDITIONS D'ETABLISSEMENT DU PRESENT RAPPORT DE RECHERCHE

Le demandeur a présenté des observations en réponse au rapport de recherche préliminaire.

Le demandeur a maintenu les revendications.

Le demandeur a modifié les revendications.

Le demandeur a modifié la description pour en éliminer les éléments qui n'étaient plus en concordance avec les nouvelles revendications.

Les tiers ont présenté des observations après publication du rapport de recherche préliminaire.

Un rapport de recherche préliminaire complémentaire a été établi.

## DOCUMENTS CITES DANS LE PRESENT RAPPORT DE RECHERCHE

La répartition des documents entre les rubriques 1, 2 et 3 tient compte, le cas échéant, des revendications déposées en dernier lieu et/ou des observations présentées.

Les documents énumérés à la rubrique 1 ci-après sont susceptibles d'être pris en considération pour apprécier la brevetabilité de l'invention.

Les documents énumérés à la rubrique 2 ci-après illustrent l'arrière-plan technologique général.

Les documents énumérés à la rubrique 3 ci-après ont été cités en cours de procédure, mais leur pertinence dépend de la validité des priorités revendiquées.

Aucun document n'a été cité en cours de procédure.

**1. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE SUSCEPTIBLES D'ETRE PRIS EN  
CONSIDERATION POUR APPRECIER LA BREVETABILITE DE L'INVENTION**

US 2010/018953 A1 (SHAPOVALOV VLADIMIR [US] ET AL) 28 janvier 2010 (2010-01-28)

WO 2014/172496 A1 (UNITED TECHNOLOGIES CORP [US]) 23 octobre 2014 (2014-10-23)

**2. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE ILLUSTRANT L'ARRIERE-PLAN  
TECHNOLOGIQUE GENERAL**

NEANT

**3. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE DONT LA PERTINENCE DEPEND  
DE LA VALIDITE DES PRIORITES**

NEANT