

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

①① N° de publication :
(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

3 081 375

②① N° d'enregistrement national : **18 54445**

⑤① Int Cl⁸ : **B 32 B 39/00** (2018.01), B 33 Y 10/00, B 33 Y 30/00,
B 33 Y 40/00

⑫

BREVET D'INVENTION

B1

⑤④ METHODE DE PREPARATION DE LA SURFACE SUPERIEURE D'UN PLATEAU DE FABRI-
CATION ADDITIVE PAR DEPOT DE LIT DE POUDRE.

②② Date de dépôt : 25.05.18.

③③ Priorité :

④③ Date de mise à la disposition du public
de la demande : 29.11.19 Bulletin 19/48.

④⑤ Date de la mise à disposition du public du
brevet d'invention : 24.12.21 Bulletin 21/51.

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) : *ADDUP Société par actions
simplifiée — FR.*

⑦② Inventeur(s) : MOTTIN JEAN-BAPTISTE.

⑦③ Titulaire(s) : ADDUP Société par actions simplifiée.

⑦④ Mandataire(s) : MANUFACTURE FRANCAISE DES
PNEUMATIQUES MICHELIN.

FR 3 081 375 - B1



METHODE DE PREPARATION DE LA SURFACE SUPERIEURE D'UN PLATEAU DE FABRICATION ADDITIVE PAR DEPOT DE LIT DE POUUDRE

- 5 [001] L'invention se situe dans le domaine de la fabrication additive à base de poudre par fusion des grains de cette poudre à l'aide d'une ou plusieurs sources d'énergie ou de chaleur comme un faisceau laser et/ou un faisceau d'électrons et/ou des diodes.
- [002] Plus précisément, l'invention se situe dans le domaine de la fabrication additive par dépôt de lit de poudre et elle vise à préparer le plateau de fabrication supportant différentes couches de poudre de fabrication additive à l'intérieur d'une machine de fabrication additive par dépôt de lit de poudre.
- 10 [003] Plus précisément encore, l'invention vise à améliorer la qualité de la première couche de poudre déposée sur le plateau de fabrication additive. En effet, dans le cadre de la fabrication additive par dépôt de lit de poudre, la qualité de la première couche de poudre déposée sur le plateau de fabrication est primordiale pour garantir une bonne liaison métallurgique entre les pièces à fabriquer et ce plateau.
- 15 [004] Par qualité de la première couche de poudre, il est entendu la qualité de répartition de cette première couche de poudre sur la surface supérieure du plateau de fabrication. Plus en détail, l'objectif est d'obtenir une première couche de poudre uniformément répartie sur toute la surface supérieure du plateau de fabrication additive, c'est-à-dire une première couche de poudre offrant une épaisseur de poudre sensiblement constante en tout point de
- 20 la surface supérieure du plateau de fabrication additive.
- [005] Différents paramètres peuvent influencer sur la qualité de cette première couche de poudre : la granulométrie de la poudre, la composition chimique de la poudre, le degré d'humidité de la poudre, le type de dispositif utilisé pour étaler la poudre (raclette ou rouleau par exemple), l'état de surface de la surface supérieure du plateau de fabrication, etc.
- 25 [006] De façon connue, les plateaux de fabrication additives sont usinés et rectifiés avant d'être montés dans la machine de fabrication additive, ceci afin d'avoir la tolérance de parallélisme souhaitée entre la surface inférieure et la surface supérieure du plateau.
- 30 [007] Afin d'obtenir une première couche de bonne qualité, il est connu de dégrader l'état de surface de la surface supérieure du plateau par sablage ou par usinage (fraisage par exemple) afin d'augmenter la rugosité de la surface supérieure du plateau. Les rugosités ainsi créées permettent de retenir les grains de poudre sur la surface supérieure du plateau de fabrication additive, facilitant ainsi l'accroche de la première couche de poudre sur le

plateau et donc l'obtention d'une première couche de poudre uniformément répartie.

[008] Ces deux méthodes de l'art antérieur ont comme inconvénient de nécessiter une machine de sablage ou d'usinage, et les consommables nécessaires à l'utilisation de ces machines.

5 **[009]** La présente invention propose donc une méthode de préparation d'un plateau de fabrication additive par dépôt de lit de poudre ne nécessitant ni machine de sablage ou d'usinage ni consommable pour augmenter la rugosité de la surface supérieure du plateau.

10 **[010]** A cet effet, l'invention a pour objet une méthode de préparation de la surface supérieure d'un plateau de fabrication additive par dépôt de lit de poudre, cette méthode comprenant au moins une étape consistant à augmenter la rugosité d'au moins une zone de la surface supérieure du plateau en imprimant un motif sur cette zone.

[011] Plus particulièrement, la méthode de préparation prévoit que l'impression du motif est réalisée à l'intérieur de la machine de fabrication additive par dépôt de lit de poudre dans laquelle le plateau est utilisé ensuite pour la fabrication additive par dépôt de lit de poudre.

15 **[012]** Avantageusement, la méthode de préparation prévoit que le motif est imprimé sur la surface supérieure du plateau avec la même source d'énergie ou de chaleur qui est utilisée ensuite pour la fusion sélective de la poudre, cette source étant de préférence une source émettant au moins un faisceau laser.

[013] La méthode de préparation selon l'invention prévoit aussi que :

- 20
- le motif s'élève au-dessus de la surface supérieure du plateau,
 - le motif comprend au moins une pluralité de lignes juxtaposées,
 - les lignes sont rectilignes, parallèles et régulièrement espacées les unes des autres,
 - l'espacement entre deux lignes adjacentes est compris entre 1 et 5 millimètres,
 - le motif comprend un premier groupe de lignes juxtaposées et un second groupe de
- 25
- lignes juxtaposées, au moins une ligne du premier groupe croisant au moins une ligne du second groupe,
 - les lignes du premier groupe étant rectilignes, parallèles et régulièrement espacées, et les lignes du second groupe étant rectilignes, parallèles et régulièrement espacées, les lignes du premier groupe croisent les lignes du second groupe de manière à ce que le

motif prenne la forme d'une grille,

- les lignes du premier groupe sont perpendiculaires aux lignes du second groupe,
- les lignes sont continues,
- la machine de fabrication additive par dépôt de lit de poudre comprenant au moins un
5 dispositif d'étalement de poudre se déplaçant dans une direction longitudinale au-dessus
du plateau, une pluralité de lignes du motif s'étendent parallèlement à une direction
transversale non-perpendiculaire à la direction longitudinale,
- une pluralité de lignes du motif s'étendent parallèlement à une direction transversale dont
10 l'angle d'inclinaison en sens horaire ou en sens antihoraire par rapport à la direction
longitudinale est compris entre vingt-cinq et soixante-cinq degrés,
- les lignes d'un premier groupe de lignes du motif s'étendent parallèlement à une
première direction transversale inclinée de quarante-cinq degrés en sens horaire par
rapport à la direction longitudinale, et les lignes d'un second groupe de lignes du motif
s'étendent parallèlement à une seconde direction transversale inclinée de quarante-cinq
15 degrés en sens antihoraire par rapport à la direction longitudinale,
- le motif comprenant une pluralité de cellules élémentaires juxtaposées, chaque cellule
élémentaire présente un contour au moins partiellement fermé,
- le contour de chaque cellule élémentaire est fermé sur au moins 50% de sa longueur,
- le contour de chaque cellule élémentaire est fermé sur la totalité de sa longueur,
- la surface de chaque cellule élémentaire est comprise entre 4 et 25 mm²,
- le motif est imprimé sur toute la surface du plateau de fabrication additive.

[014] La présente invention couvre aussi un plateau de fabrication additive par dépôt de lit
de poudre préparé conformément à cette méthode de préparation et un procédé de
fabrication additive par dépôt de lit de poudre comprenant une étape de préparation d'un
25 plateau de fabrication mise en œuvre conformément à cette méthode de préparation.

[015] D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront dans la
description qui va suivre. Cette description, donnée à titre d'exemple et non limitative, se
réfère aux dessins joints en annexe sur lesquels :

- la figure 1 est une vue de face schématique d'une machine de fabrication additive selon l'invention,
- la figure 2 est une vue en coupe d'un motif imprimé dans un plateau de fabrication conformément à la méthode selon l'invention,
- 5 - la figure 3 est une vue de dessus d'un plateau de fabrication additive préparé conformément à la méthode selon l'invention et avec un motif de type ouvert,
- la figure 4 est une vue de dessus d'un plateau de fabrication additive préparé conformément à la méthode selon l'invention et avec un motif de type fermé,
- la figure 5 est une vue de détail d'un motif à cellule élémentaire fermée de forme
10 triangulaire,
- la figure 6 est une vue de détail d'un motif composé de lignes crénelées et de cellules élémentaires partiellement fermées,
- la figure 7 est une vue de détail d'un motif composé de lignes sinusoïdales et de cellules élémentaires partiellement fermées, et
- 15 - la figure 8 est une vue de détail d'un motif composé de cellules élémentaires fermées et de forme ellipsoïdale.

[016] L'invention est relative à une méthode de préparation d'un plateau de fabrication utilisée dans une machine de fabrication additive pour la mise en œuvre d'un procédé de fabrication additive par dépôt de lit de poudre.

20 **[017]** La fabrication additive par dépôt de lit de poudre est un procédé de fabrication additif dans lequel une ou plusieurs pièces sont fabriquées par la fusion sélective de différentes couches de poudre de fabrication additive superposées les unes sur les autres. La première couche de poudre est déposée sur un support tel un plateau, puis frittée ou fusionnée sélectivement à l'aide d'une ou plusieurs sources d'énergie ou de chaleur selon
25 une première section horizontale de la ou des pièces à fabriquer. Puis, une deuxième couche de poudre est déposée sur la première couche de poudre qui vient d'être fusionnée ou frittée, et cette deuxième couche de poudre est frittée ou fusionnée sélectivement à son tour, et ainsi de suite jusqu'à la dernière couche de poudre utile à la fabrication de la dernière section horizontale de la ou des pièces à fabriquer.

30 **[018]** La figure 1 illustre une machine 10 de fabrication additive permettant de mettre en

œuvre une fabrication additive de pièces par dépôt de lit de poudre. Cette machine 10 de fabrication additive comprend une enceinte de fabrication 12 et au moins une source 14 de chaleur ou d'énergie utilisée pour fusionner de manière sélective, via un ou plusieurs faisceaux 16, une couche de poudre de fabrication additive déposée à l'intérieur de l'enceinte de fabrication 12.

[019] La ou les sources de chaleur ou d'énergie 14 peuvent prendre la forme de sources capables de produire un ou plusieurs faisceaux d'électrons et/ou un ou plusieurs faisceaux laser. Ces sources sont par exemple un ou plusieurs canons d'électrons et/ou une ou plusieurs sources capables d'émettre un faisceau laser. Afin de permettre une fusion sélective et donc un déplacement du ou des faisceaux d'énergie ou de chaleur 16, chaque source 14 comprend des moyens de déplacement et de contrôle du ou des faisceaux 16.

[020] L'enceinte de fabrication 12 est une enceinte fermée. Une paroi de cette enceinte de fabrication 12 peut comprendre une vitre permettant d'observer la fabrication en cours à l'intérieur de l'enceinte. Au moins une paroi de cette enceinte de fabrication 12 comprend une ouverture donnant accès à l'intérieur de l'enceinte pour des opérations de maintenance ou de nettoyage, cette ouverture pouvant être refermée de manière étanche à l'aide d'une porte pendant un cycle de fabrication. Pendant un cycle de fabrication, l'enceinte de fabrication 12 peut être remplie avec un gaz inerte tel l'azote pour éviter d'oxyder la poudre de fabrication additive et/ou pour éviter les risques d'explosion. L'enceinte de fabrication 12 peut être maintenue en légère surpression pour éviter les entrées d'oxygène, ou maintenue sous vide pour éviter les fuites de poudre vers l'extérieur ou lorsqu'un faisceau d'électrons est utilisé à l'intérieur de l'enceinte pour fritter ou fusionner la poudre.

[021] A l'intérieur de l'enceinte de fabrication 12, la machine 10 de fabrication additive comprend : un plan de travail horizontal 18 et au moins une zone de fabrication 20 se situant dans le plan de travail 18. Une zone de fabrication 20 est définie par une ouverture 21 prévue dans le plan de travail horizontal 18 et par une chemise de fabrication 22 et un plateau de fabrication 24. La chemise 22 s'étend verticalement sous le plan de travail 18 et elle débouche dans le plan de travail 18 par l'ouverture 21. Le plateau de fabrication 24 coulisse verticalement à l'intérieur de la chemise de fabrication 22 sous l'effet d'un actionneur 26 tel un vérin.

[022] Afin de réaliser les différentes couches de poudre utiles à la fabrication additive de la ou des pièces à fabriquer, la machine de fabrication additive comprend deux surfaces de réception de poudre mobile 28 et aptes à se déplacer à proximité de la zone de fabrication 20 située dans l'enceinte de fabrication. La machine de fabrication additive comprend aussi

un dispositif d'étalement de poudre 30 permettant d'étaler la poudre des surfaces de réception mobile 28 vers la zone de fabrication 20, et un dispositif de distribution de poudre 32 prévu au-dessus de chaque surface de réception mobile 28.

5 **[023]** Le dispositif d'étalement 30 prend la forme d'une raclette et/ou d'un ou plusieurs rouleaux 34 montés sur un chariot 35. Ce chariot 35 est monté mobile en translation dans une direction longitudinale D35 au-dessus de la zone de fabrication 20. Afin d'être entraîné en translation dans la direction longitudinale D35, le chariot 35 peut être motorisé, ou mis en mouvement par un moteur se situant à l'intérieur ou de préférence à l'extérieur de l'enceinte de fabrication 12 et via un système de transmission de mouvement tels des poulies et une
10 courroie.

[024] Une surface de réception de poudre mobile 28 prend la forme d'un tiroir 36 monté mobile en translation dans une direction de préférence perpendiculaire à la direction longitudinale D35 de déplacement du chariot 35 du dispositif d'étalement 30 de poudre. Plus en détail, un tiroir 36 se déplace entre une position rétractée dans laquelle ce tiroir se situe
15 en dehors de la trajectoire du dispositif d'étalement de poudre 30 et une position déployée dans laquelle ce tiroir s'étend au moins en partie dans la trajectoire du dispositif d'étalement de poudre 30.

[025] Un dispositif de distribution de poudre 32 est prévu au-dessus de chaque tiroir 36, et donc au-dessus de chaque surface de réception mobile 28.

20 **[026]** Chaque tiroir 36 est monté mobile en translation dans une rainure 38 prévue dans le plan de travail 18 de l'enceinte de fabrication 12 à proximité de la zone de fabrication 20. Chaque rainure 38 est agencée de manière à ce que la surface de réception de poudre mobile 28 formée par chaque tiroir se déplace dans le plan de travail 18. Autrement dit, lorsqu'un tiroir 36 est en position déployée, la surface de réception 28 formée par ce tiroir se
25 situe dans le prolongement de la surface supérieure S18 du plan de travail.

[027] En étant monté mobile en translation à proximité de la zone de fabrication 20 et dans le plan de travail 18, chaque tiroir 36 occupe un encombrement très réduit à proximité de la zone de fabrication 20.

30 **[028]** Chaque surface de réception mobile 28 prenant la forme d'un tiroir mobile en translation, la zone de fabrication 20 prend de préférence une forme rectangulaire et le plateau de fabrication 24 est de préférence parallélépipédique. Toutefois, la zone de fabrication 20 et donc le plateau de fabrication 24 peuvent aussi prendre d'autres formes plus adaptées aux formes de la ou des pièces à fabriquer, comme par exemple une forme

circulaire, ellipsoïdale, ou annulaire.

[029] En vue de la réalisation de la première couche de poudre sur le plateau de fabrication 24, un dispositif de distribution de poudre 32 dépose un cordon de poudre sur la surface de réception mobile 28. A cet effet, la surface de réception mobile 28 se déplace
5 sous le dispositif de distribution de poudre 32 et le dispositif de distribution de poudre 32 délivre un débit de poudre stable et maîtrisé en au moins un point de distribution sous lequel se déplace la surface de réception de poudre mobile 28. Puis, la raclette et/ou le ou les rouleaux du dispositif d'étalement de poudre étalent le cordon de poudre sur le plateau de fabrication 24, et plus précisément sur la surface supérieure 40 de ce plateau.

10 **[030]** La présente invention est relative à une méthode de préparation de la surface supérieure 40 d'un plateau de fabrication additive 24 visant à garantir une répartition homogène de la première couche de poudre sur ce plateau.

[031] A cet effet, la méthode de préparation comprend au moins une étape consistant à
15 augmenter la rugosité d'au moins une zone de la surface supérieure 40 du plateau 24 en imprimant un motif M sur cette zone.

[032] De plus, la méthode de préparation selon l'invention prévoit que l'impression du motif M est réalisée à l'intérieur de la machine 10 de fabrication additive par dépôt de lit de poudre dans laquelle le plateau 24 est utilisé ensuite pour la fabrication additive par dépôt de lit de poudre.

20 **[033]** En évitant l'utilisation d'une machine de sablage ou d'usinage et de consommables, on réduit le coût de préparation du plateau de fabrication 24. De plus, en réalisant le motif M directement dans la machine utilisée ensuite pour la mise en œuvre du procédé de fabrication additive par dépôt de lit poudre, on réduit aussi le temps de préparation de ce plateau de fabrication 24.

25 **[034]** Plus en détail, la machine de fabrication additive 10 par dépôt de lit de poudre comprenant au moins une source d'énergie ou de chaleur 14 utilisée pour fusionner de manière sélective une couche de poudre de fabrication additive, la méthode de préparation selon l'invention prévoit que le motif M est imprimé sur la surface supérieure 40 du plateau avec la source d'énergie ou de chaleur 14 qui est utilisée ensuite pour la fusion sélective de
30 la poudre.

[035] Plus en détail encore, la machine de fabrication additive 10 par dépôt de lit de poudre comprenant au moins une source 14 émettant au moins un faisceau laser 16 utilisé

pour fusionner de manière sélective une couche de poudre de fabrication additive, le motif M est imprimé sur la surface supérieure 40 du plateau 24 avec un faisceau laser 16 utilisé ensuite pour la fusion sélective de la poudre.

5 [036] L'utilisation du faisceau laser 16 utilisé ensuite pour la fusion sélective de la poudre garantit une bonne précision de réalisation du motif M et une bonne répétabilité de la réalisation de ce motif M.

10 [037] La bonne précision de réalisation du motif M et la bonne répétabilité de la réalisation de ce motif M sont aussi garanties par le montage du plateau dans la machine qui implique une mise en référence du plateau par rapport à la source d'énergie ou de chaleur 14, et donc un positionnement précis du plateau par rapport à la source d'énergie ou de chaleur 14.

[038] Afin de créer des rugosités, c'est-à-dire des formes en relief, permettant de retenir les grains de poudre sur la surface supérieure 40 du plateau, la méthode de préparation prévoit que le motif M s'élève au-dessus de la surface supérieure du plateau.

15 [039] La figure 2 illustre la réalisation d'un motif M sur la surface supérieure 40 du plateau avec un faisceau laser 16. Pour des raisons de lisibilité, les proportions dimensionnelles entre le motif M et l'épaisseur du plateau 24 ne sont pas respectées et elles ne correspondent pas à la réalité. Plus en détail, au point d'impact du faisceau sur le plateau 24, la matière est fusionnée et refoulée par l'énergie du faisceau. Cela aboutit à un motif M formé dans la surface supérieure 40 par au moins une protubérance P, deux dans l'exemple
20 représenté en figure 2. Ces protubérances P s'élèvent au-dessus de la surface supérieure 40 et elles s'étendent dans au moins une direction parallèle à la surface supérieure 40 du plateau 24. Cette ou ces protubérances P sont accolées à une gorge G creusée par l'action du faisceau laser dans la surface supérieure 40 du plateau. Pour donner un ordre d'idées, la ou les protubérances P s'élèvent de quelques dizaines de micromètres au-dessus de la
25 surface supérieure 40, alors que l'épaisseur d'un plateau 24 est de plusieurs centimètres. Ce sont ces protubérances P qui vont permettre de retenir les grains de poudre sur la surface supérieure 40 du plateau 24 face à l'action du dispositif d'étalement de poudre 30.

30 [040] Comme l'illustre la figure 3, le motif M comprend au moins une pluralité de lignes L juxtaposées. Pour des raisons de lisibilité des figures 3 et 4, les proportions dimensionnelles entre les lignes L du motif M et les dimensions (longueur et largeur) du plateau 24 ne sont pas respectées et elles ne correspondent pas à la réalité.

[041] Pour réduire le temps de préparation du plateau et favoriser une répartition uniforme de la poudre sur le plateau 24, les lignes L sont de préférence rectilignes, parallèles et

régulièrement espacées les unes des autres.

[042] Pour donner un ordre d'idées, et pour permettre l'accroche des poudres ayant une granulométrie inférieure à cent micromètres, l'espacement E entre deux lignes adjacentes L est de préférence compris entre 1 et 5 millimètres.

5 **[043]** Comme l'illustre la figure 4 et afin de favoriser davantage une répartition uniforme de la poudre sur le plateau 24, le motif M comprend un premier groupe G1 de lignes L1 juxtaposées et un second groupe G2 de lignes L2 juxtaposées, au moins une ligne L1 du premier groupe croisant au moins une ligne L2 du second groupe.

10 **[044]** De préférence, les lignes L1 du premier groupe G1 étant rectilignes, parallèles et régulièrement espacées, et les lignes L2 du second groupe G2 étant rectilignes, parallèles et régulièrement espacées, les lignes du premier groupe croisent les lignes du second groupe de manière à ce que le motif M prenne la forme d'une grille. Une telle grille forme une pluralité de cellules élémentaires CE permettant de favoriser grandement l'accroche de la première couche de poudre sur le plateau 24.

15 **[045]** Toujours en vue de favoriser davantage une répartition uniforme de la poudre sur le plateau 24, les lignes L1 du premier groupe G1 sont de préférence perpendiculaires aux lignes L2 du second groupe G2.

[046] Pour réduire le temps de travail du laser et donc le temps de préparation du plateau 24, les lignes L,L1,L2 sont de préférence continues.

20 **[047]** Pour s'assurer que les lignes L,L1,L2 permettent bien de retenir les grains de poudre face à l'action du dispositif d'étalement de poudre 30, au moins une pluralité de lignes L du motif M s'étendent parallèlement à une direction transversale DT non-perpendiculaire à la direction longitudinale D35.

25 **[048]** De préférence, à la fois les lignes L1 du premier groupe G1 et les lignes L2 du second groupe G2 s'étendent parallèlement à des directions transversales respectives DT1 et DT2 non-perpendiculaires à la direction longitudinale D35.

30 **[049]** Pour s'assurer que les lignes L,L1,L2 retiennent de manière optimale les grains de poudre face à l'action du dispositif d'étalement de poudre 30, au moins une pluralité de lignes L,L1,L2 du motif M s'étendent parallèlement à une direction transversale DT,DT1,DT2 dont l'angle d'inclinaison respectif $\alpha, \alpha_1, \alpha_2$ en sens horaire ou en sens antihoraire par rapport à la direction longitudinale D35 est compris entre vingt-cinq et soixante-cinq degrés.

[050] Dans une variante du motif M susceptible de permettre une répartition homogène des poudres difficiles à étaler uniformément (en raison d'une granulométrie très faible, par exemple inférieure à vingt micromètres, ou en raison de leur fort degré d'humidité), les lignes L1 d'un premier groupe G1 de lignes du motif M s'étendent parallèlement à une première direction transversale DT1 inclinée de quarante-cinq degrés en sens horaire par rapport à la direction longitudinale D35, et les lignes L2 d'un second groupe G2 de lignes du motif M s'étendent parallèlement à une seconde direction transversale DT2 inclinée de quarante-cinq degrés en sens antihoraire par rapport à la direction longitudinale D35.

[051] Afin de multiplier les cellules élémentaires CE et comme l'illustre la figure 5, on peut multiplier le nombre de groupes G1,G2,G3 de lignes L1,L2,L3 qui s'entrecroisent, trois groupes de lignes dans l'exemple représenté. Dans cet exemple, une cellule élémentaire CE prend une forme triangulaire.

[052] En variante, des lignes non rectilignes peuvent être utilisées pour créer des cellules élémentaires CE fermées ou partiellement fermées.

[053] La figure 6 illustre un exemple de motif M dans lequel des lignes crénelées LC sont utilisées pour créer une pluralité de cellules élémentaires CE partiellement fermées.

[054] La figure 7 illustre un exemple de motif M dans lequel des lignes sinusoïdales LS sont utilisées pour créer une pluralité de cellules élémentaires CE partiellement fermées.

[055] Dans une autre variante illustrée par exemple par la figure 8, le motif M est formé par une pluralité de motifs élémentaires ME pouvant correspondre sensiblement aux cellules élémentaires CE. Comme les cellules élémentaires CE, les motifs élémentaires ME peuvent avoir un contour fermé ou partiellement fermé. Comme les cellules élémentaires CE, les motifs élémentaires ME peuvent prendre différentes formes : ellipsoïdale (figure 8), circulaire, polygonale, notamment en parallélogramme, en losange, en hexagone, etc.

[056] Quelles soient formées à partir de lignes ou par des motifs élémentaires ME, le motif M comprend une pluralité de cellules élémentaires CE juxtaposées et chaque cellule élémentaire CE présente un contour C au moins partiellement fermé, ceci afin de permettre de retenir efficacement la première couche de poudre sur le plateau.

[057] Afin de garantir une bonne accroche de la première couche de poudre sur le plateau 24, le contour C de chaque cellule élémentaire est fermé sur au moins 50% de sa longueur.

[058] En vue d'une répartition optimale des poudres ayant une granulométrie inférieure à cent micromètres, la surface de chaque cellule élémentaire CE est comprise entre 4 et 25

mm².

[059] Généralement, on cherche à optimiser l'utilisation de la surface supérieure 40 du plateau 24 lors d'une fabrication additive par dépôt de lit de poudre. Aussi, le motif M est de préférence imprimé sur toute la surface supérieure 40 du plateau de fabrication additive.

5 **[060]** La présente invention couvre un plateau de fabrication additive 24 par dépôt de lit de poudre qui est préparé conformément à la méthode de préparation qui vient d'être décrite. En comparaison des plateaux ayant subi un sablage ou un usinage visant à créer des rugosités par enlèvement de matière, le plateau de fabrication 24 préparé conformément à l'invention se différencie par des rugosités créées par des protubérances P s'élevant au-
10 dessus de la surface supérieure 40 du plateau et offrant une meilleure retenue des grains de poudre que des formes creuses comme des micro-rainures ou des microcavités.

[061] La présente invention couvre aussi un procédé de fabrication additive par dépôt de lit de poudre comprenant une étape de préparation du plateau de fabrication 24 mise en œuvre conformément à la méthode de préparation qui vient d'être décrite. Un tel procédé de
15 fabrication est par exemple mis en œuvre à l'intérieur d'une machine de fabrication additive 10 comprenant un plateau de fabrication 24, un dispositif d'étalement 30 d'une couche de poudre de fabrication additive sur ce plateau de fabrication et au moins une source d'énergie ou de chaleur 14 utilisée pour fusionner de manière sélective une couche de poudre de fabrication additive.

20 **[062]** Selon ce procédé de fabrication, le plateau 24 est monté dans la machine de fabrication additive 10 puis préparé conformément à la méthode de préparation qui vient d'être décrite.

[063] Toujours selon ce procédé de fabrication, le plateau 24 est préparé conformément à la méthode de préparation qui vient d'être décrite, puis utilisé ensuite pour la fabrication
25 additive de pièces par dépôt de lit de poudre.

[064] Idéalement, selon ce procédé de fabrication, le plateau 24 est monté dans la machine de fabrication additive 10, préparé conformément à la méthode de préparation qui vient d'être décrite, puis utilisé ensuite pour la fabrication additive de pièces par dépôt de lit de poudre.

30 **[065]** La méthode de préparation, le plateau 24 préparé avec cette méthode, et le procédé de fabrication additive intégrant cette méthode de préparation sont particulièrement intéressants lorsqu'ils sont utilisés avec des poudres ayant une granulométrie inférieure à 50

micromètres car ils permettent de garantir une répartition homogène de telles poudres même si leur granulométrie est relativement faible.

REVENDEICATIONS

1. Méthode de préparation de la surface supérieure (40) d'un plateau de fabrication additive (24) par dépôt de lit de poudre, la méthode comprenant au moins une étape consistant à augmenter la rugosité d'au moins une zone de la surface supérieure du plateau en imprimant un motif (M) sur cette zone, la méthode de préparation étant caractérisée en ce que l'impression du motif est réalisée à l'intérieur de la machine de fabrication additive (10) par dépôt de lit de poudre dans laquelle le plateau est utilisé ensuite pour la fabrication additive par dépôt de lit de poudre, l'impression du motif (M) étant réalisée avant qu'une couche de poudre ne soit étalée sur ce plateau.
2. Méthode de préparation de la surface supérieure (40) d'un plateau de fabrication additive (24) par dépôt de lit de poudre selon la revendication 1, dans laquelle, la machine de fabrication additive (10) par dépôt de lit de poudre comprenant au moins une source d'énergie ou de chaleur (14) utilisée pour fusionner de manière sélective une couche de poudre de fabrication additive, le motif (M) est imprimé sur la surface supérieure (40) du plateau avec la source d'énergie ou de chaleur qui est utilisée ensuite pour la fusion sélective de la poudre.
3. Méthode de préparation de la surface supérieure (40) d'un plateau de fabrication additive (24) par dépôt de lit de poudre selon la revendication 1 ou la revendication 2, dans laquelle, la machine de fabrication additive (10) par dépôt de lit de poudre comprenant au moins une source (14) émettant au moins un faisceau laser (16) utilisé pour fusionner de manière sélective une couche de poudre de fabrication additive, le motif (M) est imprimé sur la surface supérieure (40) du plateau avec un faisceau laser utilisé ensuite pour la fusion sélective de la poudre.
4. Méthode de préparation de la surface supérieure (40) d'un plateau de fabrication additive (24) par dépôt de lit de poudre selon l'une des revendications précédentes, dans laquelle le motif (M) s'élève au-dessus de la surface supérieure (40) du plateau.
5. Méthode de préparation de la surface supérieure (40) d'un plateau de fabrication additive (24) par dépôt de lit de poudre selon l'une des revendications précédentes, dans laquelle le motif (M) comprend au moins une pluralité de lignes (L) juxtaposées.
6. Méthode de préparation de la surface supérieure (40) d'un plateau de fabrication additive (24) par dépôt de lit de poudre selon la revendication 5, dans laquelle les lignes (L) sont rectilignes, parallèles et régulièrement espacées les unes des autres.

7. Méthode de préparation de la surface supérieure (40) d'un plateau de fabrication additive (24) par dépôt de lit de poudre selon la revendication 6, dans laquelle l'espacement (E) entre deux lignes adjacentes (L) est compris entre 1 et 5 millimètres.
- 5 8. Méthode de préparation de la surface supérieure (40) d'un plateau de fabrication additive (24) par dépôt de lit de poudre selon l'une des revendications 5 à 7, dans laquelle le motif (M) comprend un premier groupe (G1) de lignes (L1) juxtaposées et un second groupe (G2) de lignes (L2) juxtaposées, au moins une ligne (L1) du premier groupe croisant au moins une ligne (L2) du second groupe.
- 10 9. Méthode de préparation de la surface supérieure (40) d'un plateau de fabrication additive (24) par dépôt de lit de poudre selon la revendication 8, dans laquelle, les lignes (L1) du premier groupe (G1) étant rectilignes, parallèles et régulièrement espacées, et les lignes (L2) du second groupe (G2) étant rectilignes, parallèles et régulièrement espacées, les lignes du premier groupe croisent les lignes du second groupe de manière à ce que le motif (M) prenne la forme d'une grille.
- 15 10. Méthode de préparation de la surface supérieure (40) d'un plateau de fabrication additive (24) par dépôt de lit de poudre selon la revendication 9, dans laquelle les lignes (L1) du premier groupe sont perpendiculaires aux lignes (L2) du second groupe.
- 20 11. Méthode de préparation de la surface supérieure (40) d'un plateau de fabrication additive (24) par dépôt de lit de poudre selon l'une des revendications 5 à 10, dans laquelle les lignes (L,L1,L2) sont continues.
- 25 12. Méthode de préparation de la surface supérieure (40) d'un plateau de fabrication additive (24) par dépôt de lit de poudre selon l'une des revendications 5 à 11, dans laquelle, la machine de fabrication additive (10) par dépôt de lit de poudre comprenant au moins un dispositif d'étalement de poudre (30) se déplaçant dans une direction longitudinale (D35) au-dessus du plateau, une pluralité de lignes (L,L1,L2) du motif (M) s'étendent parallèlement à une direction transversale (DT,DT1,DT2) non-perpendiculaire à la direction longitudinale (D35).
- 30 13. Méthode de préparation de la surface supérieure (40) d'un plateau de fabrication additive (24) par dépôt de lit de poudre selon la revendication 12, dans laquelle une pluralité de lignes (L,L1,L2) du motif (M) s'étendent parallèlement à une direction transversale (DT,DT1,DT2) dont l'angle d'inclinaison ($\alpha,\alpha1,\alpha2$) en sens horaire ou en

sens antihoraire par rapport à la direction longitudinale (D35) est compris entre vingt-cinq et soixante-cinq degrés.

- 5 14. Méthode de préparation de la surface supérieure (40) d'un plateau de fabrication additive (24) par dépôt de lit de poudre selon la revendication 13, dans laquelle les lignes (L1) d'un premier groupe (G1) de lignes du motif (M) s'étendent parallèlement à une première direction transversale (DT1) inclinée de quarante-cinq degrés en sens horaire par rapport à la direction longitudinale (D35), et dans laquelle les lignes (L2) d'un second groupe (G2) de lignes du motif (M) s'étendent parallèlement à une seconde direction transversale (DT2) inclinée de quarante-cinq degrés en sens antihoraire par rapport à la direction longitudinale (D35).
- 10
- 15 15. Méthode de préparation de la surface supérieure (40) d'un plateau de fabrication additive (24) par dépôt de lit de poudre selon l'une des revendications précédentes, dans laquelle, le motif (M) comprenant une pluralité de cellules élémentaires (CE) juxtaposées, chaque cellule élémentaire présente un contour (C) au moins partiellement fermé.
- 20 16. Méthode de préparation de la surface supérieure (40) d'un plateau de fabrication additive (24) par dépôt de lit de poudre selon la revendication 15, dans laquelle le contour (C) de chaque cellule élémentaire est fermé sur au moins 50% de sa longueur.
- 25 17. Méthode de préparation de la surface supérieure (40) d'un plateau de fabrication additive (24) par dépôt de lit de poudre selon la revendication 16, dans laquelle le contour (C) de chaque cellule élémentaire est fermé sur la totalité de sa longueur.
- 30 18. Méthode de préparation de la surface supérieure (40) d'un plateau de fabrication additive (24) par dépôt de lit de poudre selon l'une des revendications 15 à 17, dans laquelle la surface de chaque cellule élémentaire (CE) est comprise entre 4 et 25 mm².
19. Méthode de préparation de la surface supérieure (40) d'un plateau de fabrication additive (24) par dépôt de lit de poudre selon l'une des revendications précédentes, dans laquelle le motif est imprimé sur toute la surface supérieure (40) du plateau de fabrication additive.
20. Procédé de fabrication additive par dépôt de lit de poudre, le procédé de fabrication additive étant mis en œuvre à l'intérieur d'une machine de fabrication additive (10)

comprenant un plateau de fabrication (24), un dispositif d'étalement (30) d'une couche de poudre de fabrication additive sur ce plateau de fabrication et au moins une source d'énergie ou de chaleur (14) utilisée pour fusionner de manière sélective une couche de poudre de fabrication additive, le procédé de fabrication étant caractérisé en ce qu'il comprend une étape de préparation du plateau de fabrication (24) mise en œuvre conformément à la méthode de préparation selon l'une des revendications 1 à 19.

5

21. Procédé de fabrication additive par dépôt de lit de poudre selon la revendication 20, dans lequel le plateau (24) est monté dans la machine de fabrication additive (10) puis préparé conformément à la méthode de préparation selon l'une des revendications 1 à 19.

10

22. Procédé de fabrication additive par dépôt de lit de poudre selon la revendication 20 ou la revendication 21, dans lequel le plateau (24) est préparé conformément à la méthode de préparation selon l'une des revendications 1 à 19, puis utilisé ensuite pour la fabrication additive de pièces par dépôt de lit de poudre.

15

23. Procédé de fabrication additive par dépôt de lit de poudre selon l'une des revendications 20 à 22, dans lequel la poudre de fabrication additive utilisée par le procédé de fabrication a une granulométrie inférieure à 50 micromètres.

1/2

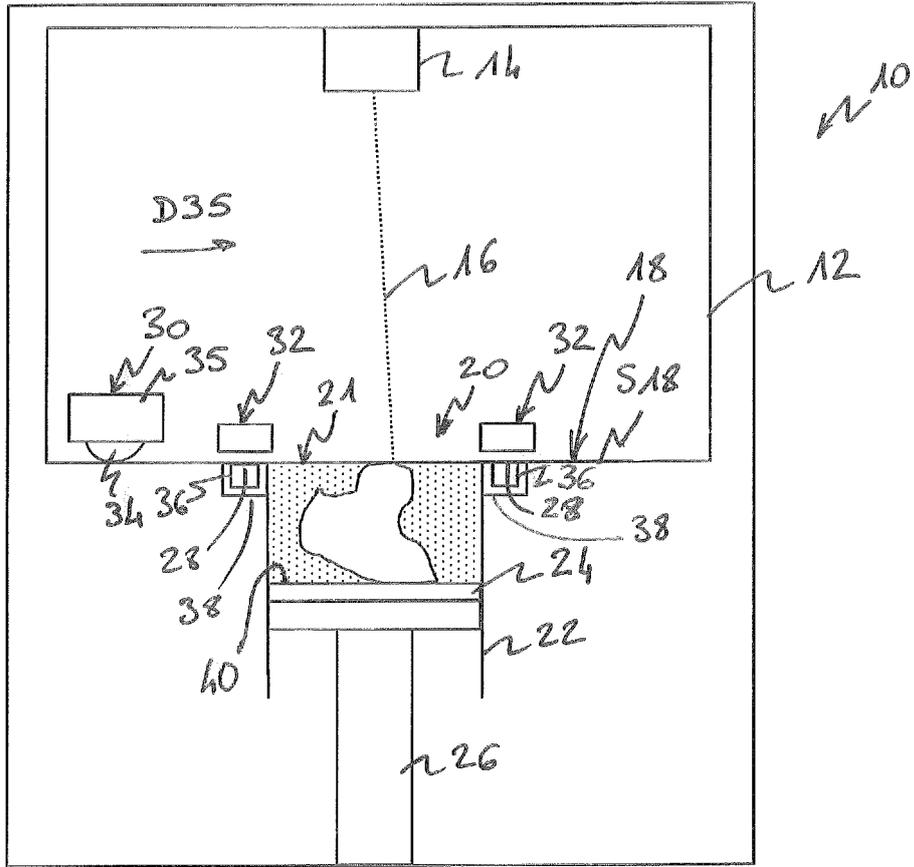


Fig. 1

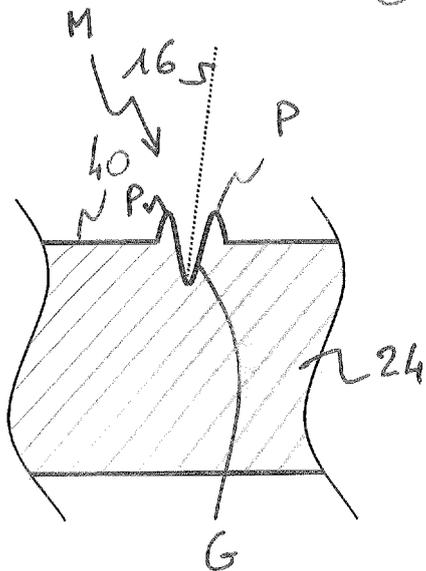


Fig. 2

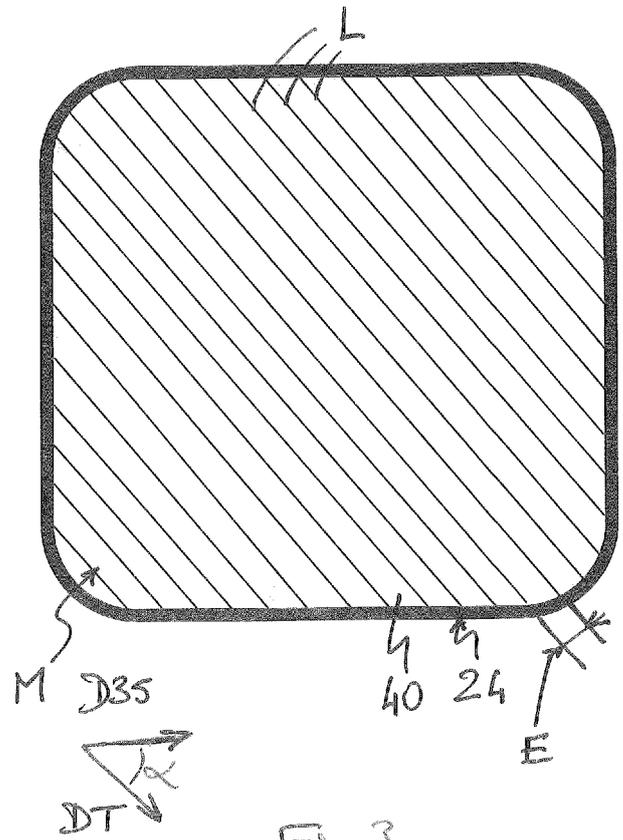


Fig. 3

2/2

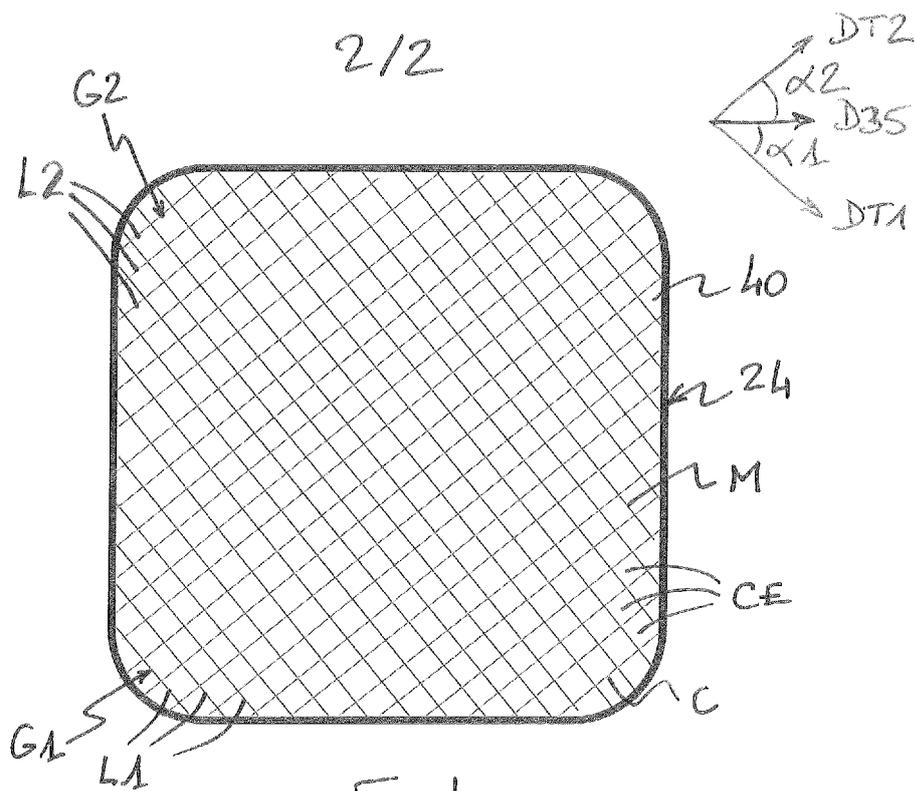


Fig. 4

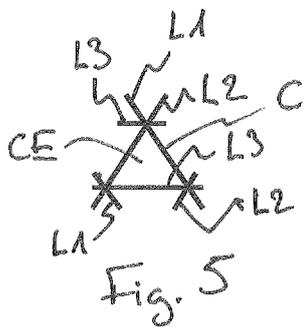


Fig. 5

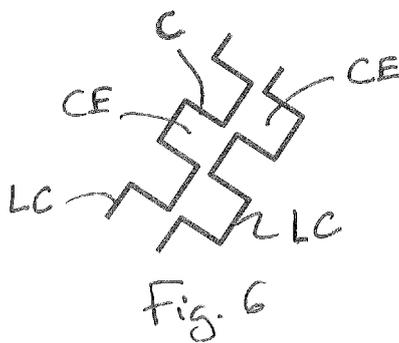


Fig. 6

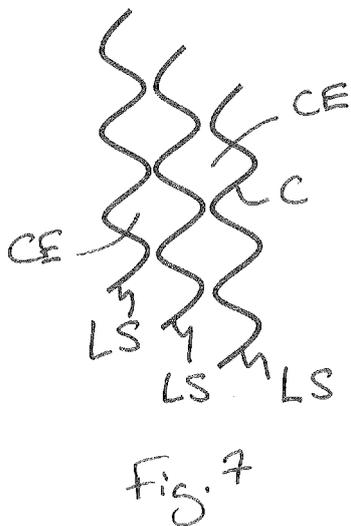


Fig. 7

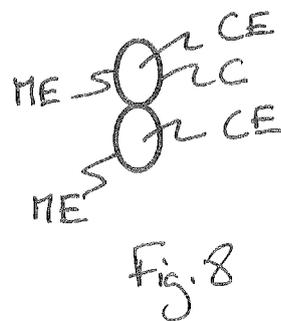


Fig. 8

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**

GB 2 458 745 A (MATERIALS SOLUTIONS [GB])
7 octobre 2009 (2009-10-07)

DE 10 2016 222555 A1 (SIEMENS AG [DE])
17 mai 2018 (2018-05-17)

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

DE 10 2016 207893 A1 (SIEMENS AG [DE])
9 novembre 2017 (2017-11-09)

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

NEANT