



(43) Date de la publication internationale
22 juin 2017 (22.06.2017)

WIPO | PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 2017/103392 A1

(51) Classification internationale des brevets :
B22F 3/105 (2006.01) **B29C 67/00** (2017.01)
B28B 1/00 (2006.01)

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/FR2016/053305

(22) Date de dépôt international :
9 décembre 2016 (09.12.2016)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
1562291 14 décembre 2015 (14.12.2015) FR

(71) Déposant : **SAFRAN AIRCRAFT ENGINES** [FR/FR];
2, Boulevard du General Martial Valin, 75015 Paris (FR).

(72) Inventeurs : **MOTTIN, Jean-Baptiste**; c/o SAFRAN
AIRCRAFT ENGINES PI (AJI), Rond-point René Ra-
vaud-Réau, 77550 Moissy-Cramayel Cedex (FR). **FRI-
BOURG, Guillaume**; c/o SAFRAN AIRCRAFT EN-
GINES PI (AJI), Rond-point René Ravaud-Réau, 77550
Moissy-Cramayel Cedex (FR).

(74) Mandataires : **DESORMIERE, Pierre-Louis** et al.; Cabi-
net Beau de Lomenie, 158 Rue de l'Université, 75340 Paris
Cedex 07 (FR).

(81) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de protection nationale disponible) : AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de protection régionale disponible) : ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasién (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), européen (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Publiée :

— avec rapport de recherche internationale (Art. 21(3))

[Suite sur la page suivante]

(54) Title : DEVICE AND METHOD FOR MANUFACTURING A THREE-DIMENSIONAL PART VIA SELECTIVE POWDER-BED FUSION

(54) Titre : DISPOSITIF ET PROCÉDÉ POUR LA FABRICATION D'UNE PIÈCE TRIDIMENSIONNELLE PAR FUSION SÉLECTIVE SUR LIT DE POUDRE

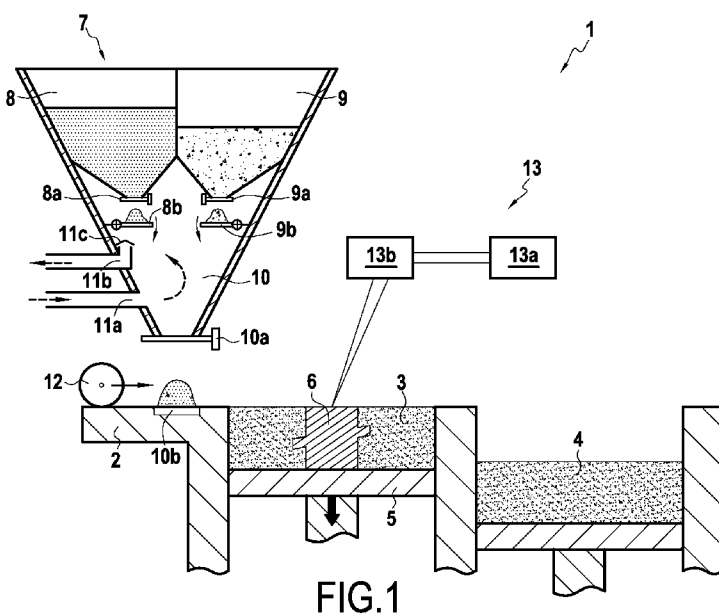


FIG.1

(57) Abstract : The invention relates to a device (1) for manufacturing a three-dimensional part (6) via selective powder-bed fusion, the device including: a first tank (8) for containing a first powder, said tank having a first powder distribution valve (8a), at least one second tank (9) for containing a second powder different from the first powder, said tank having a second powder distribution valve (9a), means for controlling (8b) the amount of the first powder supplied by the first valve, means for controlling (9b) the amount of the second powder supplied by the second valve, a mixing chamber (10) in communication with the first and second valves, said chamber including a third powder distribution valve (10a) and means (11a, 11b) for mixing powder particles contained in said chamber, a substrate (5) for receiving the powder supplied by the third valve and on which the part is intended to be manufactured, means (12) for spreading powder on the substrate, and a heating member (13) for locally fusing the powder spread on the substrate. The invention also relates to a method for manufacturing a part via selective powder-bed fusion.

(57) Abrégé :

[Suite sur la page suivante]



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

L'invention concerne un dispositif (1) pour la fabrication d'une pièce tridimensionnelle (6) par fusion sélective sur lit de poudre, le dispositif comprenant : un premier réservoir (8) destiné à contenir une première poudre, ledit réservoir étant muni d'une première vanne de distribution de poudre (8a), au moins un deuxième réservoir (9) destiné à contenir une deuxième poudre différente de la première poudre, ledit réservoir étant muni d'une deuxième vanne de distribution de poudre (9a), des moyens de contrôle (8b) de la quantité de première poudre délivrée par la première vanne, des moyens de contrôle (9b) de la quantité de deuxième poudre délivrée par la deuxième vanne, une chambre de mélange (10) en communication avec les première et deuxième vannes, ladite chambre comprenant une troisième vanne de distribution de poudre (10a) et des moyens (11a, 11b) pour mélanger les particules poudre contenues dans ladite chambre, un support (5) destiné à recevoir de la poudre délivrée par la troisième vanne et sur lequel est destinée à être fabriquée la pièce, des moyens d'étalement de poudre (12) sur le support, et un organe de chauffage (13) destiné à fusionner localement de la poudre étalée sur le support. L'invention vise également un procédé de fabrication d'une pièce par fusion sélective sur lit de poudre.

Dispositif et procédé pour la fabrication d'une pièce tridimensionnelle par fusion sélective sur lit de poudre

Arrière-plan de l'invention

5 La présente invention se rapporte au domaine général de la réalisation de pièces par fabrication additive. L'invention s'applique plus particulièrement aux procédés de fabrication de pièces tridimensionnelles à gradient de propriétés par fusion sélective sur lit de poudre.

10 Les pièces à gradient de propriétés sont des pièces qui comprennent des portions ayant des propriétés différentes, par exemple des matériaux différents, une structure granulaire différente, etc.

15 On cherche de plus en plus à fabriquer des pièces présentant des propriétés variées notamment pour optimiser leur masse et/ou leur fiabilité. Par exemple, on peut choisir un matériau adapté à chaque portion de la pièce, en fonction des sollicitations environnementales et thermomécaniques auxquelles la portion sera soumise. Ainsi, on peut augmenter la fiabilité de la pièce en optimisant les propriétés de chaque

20 Une telle réduction de la masse des pièces est désirable dans le domaine aéronautique, où les problématiques actuelles concernent précisément la réduction de la masse embarquée dans les turbomoteurs, pour réduire la consommation de carburant.

25 Cependant, la fabrication d'une telle pièce est généralement difficile. Par exemple, les moyens de fabrication de pièces métalliques ou en alliage métallique traditionnels, tels que la fonderie ou l'usinage, ne permettent généralement pas leur réalisation. Lorsque l'on souhaite fabriquer une pièce à gradient de propriétés, il est d'usage de diviser la pièce en sous-pièces présentant des propriétés différentes, puis de les

30 coller ou de les braser entre elles. De telles pratiques sont longues et coûteuses.

35 Les dispositifs utilisés pour fabriquer des pièces par fabrication additive, par exemple par fusion sélective sur lit de poudre (du type « Selective Laser Melting » ou « Electron Beam Melting »), permettent de réaliser des pièces tridimensionnelles complexes d'un seul tenant plus simplement, et à moindre coût par rapport aux procédés traditionnels

précités. A l'heure actuelle, ces dispositifs et les procédés de fabrication associés ne permettent pas de fabriquer des pièces à gradient de propriétés.

5 Objet et résumé de l'invention

La présente invention a donc pour but principal de permettre la fabrication de pièces à gradient de propriétés par fabrication additive, et plus particulièrement par fusion sélective sur lit de poudre, afin notamment d'obtenir un meilleur rapport entre la fiabilité de la pièce et sa
10 masse.

Ce but est atteint grâce à un dispositif pour la fabrication d'une pièce tridimensionnelle par fusion sélective sur lit de poudre, le dispositif comprenant :

- un premier réservoir destiné à contenir une première poudre,
15 ledit réservoir étant muni d'une première vanne de distribution de poudre,
- au moins un deuxième réservoir destiné à contenir une deuxième poudre différente de la première poudre, ledit réservoir étant muni d'une deuxième vanne de distribution de poudre,
- des moyens de contrôle de la quantité de première poudre
20 délivrée par la première vanne,
- des moyens de contrôle de la quantité de deuxième poudre délivrée par la deuxième vanne,
- une chambre de mélange en communication avec les première et deuxième vannes, ladite chambre comprenant une troisième vanne de
25 distribution de poudre et des moyens pour mélanger les particules poudre contenues dans ladite chambre,
- un support destiné à recevoir de la poudre délivrée par la troisième vanne et sur lequel est destinée à être fabriquée la pièce,
- des moyens d'étalement de poudre sur le support, et
30 - un organe de chauffage destiné à fusionner localement de la poudre étalée sur le support.

Le dispositif selon l'invention est avantageux en ce qu'il permet de fabriquer une pièce d'un seul tenant qui présente des portions dont les propriétés peuvent être différentes, et assurer une transition sous la forme
35 d'un gradient de propriétés entre ces portions.

La pièce est, de façon connue en soit, fabriquée par un empilement de couches successives et solidaires de poudre fusionnée sélectivement. Le dispositif selon l'invention permet de faire varier la composition de chaque couche au fur et à mesure de la fabrication de la pièce. En effet, on peut remplir les réservoirs avec deux poudres différentes, par exemple deux poudres comprenant des matériaux différents ou un matériau identique mais une granulométrie différente, et choisir, pour chaque couche, la proportion de chaque poudre qui sera présente dans la couche. On peut ainsi augmenter la fiabilité de la pièce en assurant une transition de propriétés sous la forme d'un gradient de composition entre les différentes portions de la pièce, le gradient étant réalisé dans le sens de fabrication de la pièce. En outre, on peut également optimiser la masse de la pièce obtenue en choisissant le meilleur matériau ou la meilleure granulométrie adapté à chaque portion, en fonction des sollicitations auxquelles elle sera soumise en fonctionnement.

Les réservoirs sont munis de vannes de distribution de poudre et le dispositif comprend des moyens de contrôle de la quantité de poudre qu'elles délivrent. Ainsi, on peut par exemple asservir à l'aide d'un automate, les vannes de distribution de poudre pour obtenir une quantité de poudre déterminée dans la chambre de mélange et assurer un contrôle précis de la composition de chaque couche qui sera fusionnée par l'organe de chauffage sur le support.

Le dispositif selon l'invention est également remarquable en ce qu'il permet de mélanger les poudres dans la chambre de mélange avant leur dépôt, ce qui assure que la poudre déposée est homogène.

Dans un exemple de réalisation, le dispositif peut comprendre une première poudre dans le premier réservoir et une deuxième poudre dans le deuxième réservoir, les première et deuxième poudres étant constituées du même matériau et présentant des granulométries différentes. Par « granulométries différentes », on entend par exemple que la taille d_{50} ou d_{90} des particules de la première et de la deuxième poudre sont différentes. On peut bien entendu utiliser d'autres expressions caractéristiques de la granulométrie d'une poudre.

Dans un exemple de réalisation, le dispositif peut comprendre une première poudre dans le premier réservoir et une deuxième poudre

dans le deuxième réservoir, les première et deuxième poudres étant constituées de matériaux différents et présentant une granulométrie identique.

5 Dans un exemple de réalisation, le dispositif comprend une première poudre dans le premier réservoir et une deuxième poudre dans le deuxième réservoir, les première et deuxième poudres étant constituées de matériaux différents et présentant des granulométries différentes.

10 Dans un exemple de réalisation, le dispositif peut comprendre une première poudre dans le premier réservoir et une deuxième poudre dans le deuxième réservoir, les première et deuxième poudres étant constituées de matériaux différents et présentant des granulométries différentes.

15 Dans un exemple de réalisation, lorsque le dispositif comprend une première poudre dans le premier réservoir et une deuxième poudre dans le deuxième réservoir, les première et deuxième poudres étant constituées de matériaux différents, le premier et le deuxième matériau peuvent être compatibles chimiquement. Par « compatibles chimiquement » on entend que les matériaux ne réagissent pas chimiquement l'un avec l'autre pour former une autre espèce chimique, notamment au cours du procédé de fabrication et lorsqu'ils sont chauffés et fusionnés par l'organe de chauffage.[BAF1]

25 Dans un exemple de réalisation, lorsque le dispositif comprend une première poudre dans le premier réservoir et une deuxième poudre dans le deuxième réservoir, les première et deuxième poudres étant constituées de matériaux différents, la première poudre peut être constituée d'un alliage métallique et la deuxième poudre peut être constituée d'un métal pur. Par « métal pur », on entend un métal qui comprend un unique élément métallique, c'est-à-dire qui n'est notamment pas un alliage de deux éléments métalliques.

30 De préférence, le dispositif comprend en outre des moyens de contrôle de la quantité de poudre ou d'un mélange de poudres délivrée par la troisième vanne.

Les moyens de contrôle peuvent comprendre une balance destinée à peser de la poudre.

35 Dans un exemple de réalisation, le dispositif peut comprendre en outre un système d'asservissement d'au moins une vanne de

distribution de poudre ou d'un mélange de poudre en fonction de la quantité de poudre ou d'un mélange de poudre délivrée par ladite au moins une vanne.

De préférence également, les moyens pour mélanger les
5 particules de poudre contenues dans la chambre de mélange comprennent un orifice d'entrée et un orifice de sortie de flux gazeux à l'intérieur de la chambre de mélange, lesdits orifices d'entrée et de sortie de flux gazeux étant configurés pour faire circuler un gaz dans la chambre de mélange afin de mélanger la poudre contenue dans ladite chambre. En outre, la
10 sortie de gaz peut comprendre des moyens pour empêcher à de la poudre présente dans la chambre de mélange de sortir de ladite chambre.

Dans ce cas, l'orifice de sortie peut comprendre un capot de protection configuré pour empêcher à de la poudre de s'échapper de la chambre de mélange par ledit orifice de sortie.

15 Les moyens pour mélanger les particules de poudre contenues dans la chambre de mélange peuvent comprendre un pétrin ou une hélice.

De préférence encore, une vanne de distribution de poudre est pilotée par un actionneur piézoélectrique ou un actionneur hydraulique. En outre, la vanne de distribution de poudre peut être asservie à l'aide des
20 moyens de contrôle de la quantité de poudre délivrée par ladite vanne.

Les moyens d'étalement de poudre peuvent comprendre un rouleau ou un racleur.

L'organe de chauffage peut comprendre un laser ou un générateur de faisceau d'électrons.

25 Dans un exemple de réalisation, les premier et deuxième réservoirs peuvent être situés au-dessus de la chambre de mélange.

Dans un exemple de réalisation, le premier réservoir, le deuxième réservoir et la chambre de mélange sont fixes.

En variante, dans un exemple de réalisation, la chambre de
30 mélange peut être mobile et configurée pour récupérer successivement de la poudre depuis l'un parmi le premier et le deuxième réservoirs, puis depuis l'autre parmi le premier et le deuxième réservoirs.

L'invention vise également un procédé de fabrication d'une
pièce tridimensionnelle par fusion sélective sur lit le poudre, la pièce
35 comprenant un empilement successif de couches, le procédé comprenant, pour la fabrication d'une couche, les étapes suivantes :

- a) délivrance d'une quantité contrôlée d'une première poudre à partir d'un premier réservoir,
- b) délivrance d'une quantité contrôlée d'une deuxième poudre différente de la première à partir d'un deuxième réservoir,
- 5 c) mélange des première et deuxième poudres délivrées aux étapes a) et b),
- d) dépôt d'une couche du mélange des première et deuxième poudres obtenu à l'étape c), et
- 10 e) fusion d'au moins une partie de la couche de poudre déposée à l'étape d).

Comme mentionné précédemment en lien avec le dispositif de l'invention, le procédé selon l'invention est notamment remarquable en ce qu'on mélange les première et deuxième poudres délivrées avant de les déposer. Cela permet notamment d'obtenir une couche de poudre
15 déposée qui est homogène, et de réaliser des couches comportant un mélange de plusieurs poudres. Dans le procédé selon l'invention, la première poudre est différente de la deuxième. Par « différentes » on entend qu'elles peuvent comprendre un matériau différent ou une granulométrie différente, par exemple les deux poudres peuvent
20 comprendre un même matériau mais avoir des granulométries différentes, ou comprendre un matériau différent et une granulométrie identique, ou encore comprendre des matériaux et des granulométries différents. En outre, les quantités de première poudre et de deuxième poudre délivrées à partir des réservoirs sont contrôlées, par exemple à l'aide de moyens de
25 contrôle tels qu'une balance, ce qui permet d'obtenir des gradients de composition précis.

La quantité contrôlée de première poudre et/ou la quantité contrôlée de deuxième poudre peut varier entre deux couches successives.

30 L'invention vise enfin un procédé tel que celui décrit précédemment dans lequel la pièce à fabriquer est une pièce pour l'aéronautique. Par « pièce pour l'aéronautique » on entend une pièce pouvant être utilisée dans un turboréacteur destiné à propulser un aéronef, par exemple : une aube de turbomachine aéronautique, des
35 secteurs d'anneaux de turbine, un disque de turbine, un système d'injection de chambre à combustion aéronautique, un composant de

système d'injection aéronautique, une bride, un système de bridage, un support d'équipements moteur un capot, etc.

Brève description des dessins

- 5 D'autres caractéristiques et avantages de la présente invention ressortiront de la description faite ci-dessous, en référence aux dessins annexés qui en illustrent des exemples de réalisation dépourvu de tout caractère limitatif. Sur les figures :
- la figure 1 est une vue schématique en coupe d'un dispositif
 - 10 selon un mode de réalisation de l'invention,
 - la figure 2 montre un organe de distribution de poudre d'un dispositif selon un autre mode de réalisation de l'invention,
 - la figure 3 illustre schématiquement un système
 - d'asservissement pour un dispositif selon l'invention,
 - 15 - la figure 4 est un ordinogramme représentant les principales étapes d'un procédé selon l'invention, et
 - les figures 5A à 5C illustrent un premier exemple d'application de l'invention pour la fabrication d'une aube de turbine, et
 - les figures 6A et 6B illustrent un deuxième exemple
 - 20 d'application de l'invention pour la fabrication un disque de turbine basse pression.

Description détaillée de l'invention

25 Un mode de réalisation d'un dispositif selon l'invention va être décrit en lien avec la figure 1. Un tel dispositif permet de fabriquer une pièce par fusion sélective sur lit de poudre à gradient de propriétés.

Le dispositif 1 comprend tout d'abord un bâti dont une partie est un plateau fixe 2, une autre partie comprend une zone de fabrication 3 située à côté du plateau fixe 2 dans laquelle la pièce est destinée à être

30 fabriquée, et un réservoir de récupération de poudre 4 situé à côté de la zone de fabrication 3 et à l'opposé du plateau fixe 2.

La zone de fabrication 3 est munie d'un support 5 mobile destiné à recevoir de la poudre et sur lequel sera fabriquée une pièce 6. Le support 5 prend ici la forme d'un plateau apte à se déplacer

35 verticalement au fur et à mesure de la fabrication de la pièce 6. Le support 5 peut par exemple être monté sur un vérin hydraulique. Avant de

commencer la fabrication d'une pièce, les surfaces supérieures du plateau fixe 2 et du support 5 sont alignées horizontalement.

Le dispositif 1 comprend en outre un organe de distribution de poudre 7 à l'intérieur duquel sont disposés un premier 8 et un deuxième 9
5 réservoir de poudre. De façon générale, le premier réservoir 8 comprend une première poudre, et le deuxième réservoir 9 comprend une deuxième poudre, différente de la première. Les réservoirs 8, 9 sont situés en partie haute dans l'organe de distribution de poudre 7.

A titre d'exemple, les deux réservoirs peuvent contenir deux
10 poudres différentes, par exemple comprenant des matériaux différents et de granulométries identiques, ou comprenant un matériau identique et de granulométries différentes, ou encore comprenant des matériaux différents et de granulométries différentes.

Dans le cas où le premier réservoir contient un alliage
15 métallique et le deuxième réservoir un métal pur, il devient possible de modifier la composition de l'alliage à l'aide du métal pur au cours du procédé de fabrication et selon les besoins.

Dans le cas où le premier réservoir contient une poudre de granulométrie donnée, et où le deuxième réservoir contient la même
20 poudre avec une granulométrie plus faible, il devient possible de contrôler la densité de la pièce obtenue en jouant sur la quantité de poudre provenant du deuxième réservoir. En effet, en ajoutant plus de poudre du deuxième réservoir, dont les grains sont plus petits, on augmente la densité de la pièce.

Dans le cas où le premier réservoir contient une poudre d'un
25 premier matériau, et où le deuxième réservoir contient une poudre d'un deuxième matériau différent du premier mais compatible chimiquement avec le premier, il devient possible de réaliser une pièce comprenant deux matériaux avec un gradient de composition entre les deux matériaux (ou,
30 en d'autres termes, une transition « douce » entre les deux matériaux). Cela permet d'augmenter la fiabilité de la pièce et sa tenue.

Chacun des réservoirs 8, 9 est muni d'une vanne de distribution de poudre 8a, 9a, au niveau de son extrémité inférieure. Ces vannes de distribution de poudre 8a, 9a sont ici en communication avec une chambre
35 de mélange 10 prenant la forme d'une cavité logée dans une partie basse de l'organe de distribution de poudre 7. De la sorte, les réservoirs 8, 9

sont ici situés au-dessus de la chambre de mélange 10. Les vannes 8a et 9a sont ici distinctes de sorte que la distribution de la poudre contenue dans chaque réservoir 8, 9 est réalisée de façon indépendante. Dans l'exemple illustré, l'écoulement des poudres entre les réservoirs 8, 9 et la chambre de mélange 10 de l'organe de distribution 7, et du mélange de poudres entre la chambre de mélange 10 et le plateau fixe 2 se fait sous l'effet de la pesanteur.

A titre d'exemple, la chambre de mélange 10 peut présenter un volume compris de préférence entre $0,5 \text{ cm}^3$ et 10 cm^3 , voire entre $0,5 \text{ cm}^3$ et 100 cm^3 , de manière à stocker la quantité de poudre nécessaire pour réaliser une couche de poudre sur le support 5. Bien entendu, le volume de la chambre de mélange sera adapté à l'utilisation, notamment à la surface du support 5 et aux épaisseurs de couches envisagées.

L'organe de distribution de poudre 7 comprend en outre des moyens pour contrôler la quantité de poudre délivrée par les vannes de distribution 8a, 9a. Ces moyens prennent, dans l'exemple illustré, la forme de balances 8b, 9b aptes à peser de la poudre, qui sont par exemple situées au-dessous des vannes de distribution de poudre 8a, 9a correspondantes. Ces balances 8b, 9b peuvent être connectées à un système d'asservissement 15 (figure 3) des vannes de distribution de poudre 8a, 9a correspondantes, afin de contrôler les quantités de poudre délivrées par chacune d'elles précisément et de façon automatique.

La chambre de mélange 10 a ici une forme sensiblement conique et est également munie d'une vanne de distribution de poudre 10a située à son extrémité inférieure. L'organe de distribution de poudre 7 est positionné de telle sorte que la vanne 10a de la chambre de mélange 10 se trouve au-dessus du plateau fixe 2. Par ailleurs, dans l'exemple illustré, le plateau fixe 2 comprend une balance 10b apte à peser la poudre délivrée par la vanne 10b, qui peut, comme précédemment, asservir la vanne 10a par un système d'asservissement 15 (figure 3).

A titre d'exemple, les vannes de distribution de poudre 8a, 9a, 10a peuvent être pilotées par un actionneur piézoélectrique ou un actionneur hydraulique. Les balances 8b, 9b, 10b peuvent quant à elle être des balances électroniques présentant préférentiellement une sensibilité à 0,1g, plus préférentiellement une sensibilité à 0,01g ou encore plus préférentiellement une sensibilité à 0,001g.

La chambre de mélange 10 comprend également des moyens pour mélanger les particules de poudre qu'elle contient. Ces moyens comprennent, dans l'exemple illustré sur la figure 1, un orifice d'entrée 11a et un orifice de sortie 11b de flux gazeux qui débouchent dans la chambre de mélange 10. Un gaz est destiné à entrer dans la chambre 10 par l'orifice d'entrée 11a, à circuler dans la chambre pour assurer le mélange des poudres, puis à sortir de la chambre par l'orifice de sortie 11b. L'orifice de sortie 11b peut comprendre un capot de protection 11c empêchant à de la poudre de s'échapper de la chambre de mélange 10 par l'orifice de sortie 11b. On notera qu'il peut y avoir plusieurs orifices d'entrée 11a et de sortie 11b, notamment afin de contrôler le trajet du flux gazeux dans la chambre de mélange.

Les moyens pour mélanger les particules de poudre contenues dans la chambre de mélange 10 peuvent également être mécaniques, et consister par exemple en un pétrin ou une hélice 14 actionné par un moteur électrique M, comme dans l'organe de distribution de poudre 7' illustré sur la figure 2. Une combinaison des moyens pour mélanger les particules de poudre décrits précédemment est aussi envisageable au sein d'un même dispositif.

Dans les exemples illustrés sur les figures, l'organe de distribution de poudre 7, 7' est fixe, ainsi que la chambre de mélange 10 qui est située en permanence au-dessous des réservoirs 8, 9 de poudre. On notera que l'invention ne se limite pas à des réservoirs 8, 9 fixes ou une chambre de mélange 10 fixe, mais que ces éléments peuvent être mobiles dans le dispositif 1. En d'autres termes, la chambre de mélange 10 peut être en communication sélective avec les vannes 8a, 9a et se déplacer pour récupérer successivement de la poudre depuis un réservoir, puis depuis l'autre réservoir. En outre, le nombre de réservoirs n'est pas limité à deux et on ne sort pas du cadre de l'invention en utilisant plus de deux réservoirs de poudre.

Le dispositif 1 comprend également des moyens d'étalement de poudre sur le support. Dans l'exemple illustré, ces moyens comprennent un rouleau 12 (ou un racleur) qui peut se déplacer horizontalement depuis une extrémité du plateau fixe 2 jusqu'au réservoir de récupération de poudre 4. Ce rouleau 12 peut être réglable en hauteur de façon à contrôler l'épaisseur de la couche de poudre déposée sur le support 5. En

position initiale, le rouleau 12 est situé à proximité de la vanne 10a, à l'opposé du support 5, de façon à pouvoir pousser de la poudre délivrée par la vanne 10a et à l'étaler sur le support 5.

De plus, le dispositif 1 comprend un organe de chauffage 13 destiné à fusionner de la poudre déposée sur le support 5. Dans l'exemple illustré, l'organe de chauffage comprend une portion génératrice 13a d'un faisceau laser ou d'un faisceau d'électrons, et une portion de guidage 13b du faisceau laser ou du faisceau d'électron. Dans le cas d'un laser, la portion de guidage 13b peut comprendre des moyens optiques (par exemple des miroirs mobiles) qui permettent de déplacer le faisceau laser sur le support 5. Dans le cas d'un faisceau d'électrons, la portion de guidage 13b peut comprendre des bobines aptes à dévier le faisceau d'électrons.

Enfin, le dispositif 1 peut être contrôlé de façon automatique par un système d'asservissement 15 comprenant un automate 16 (figure 3), qui sera chargé de contrôler le support 5, l'organe de distribution de poudre 7, 7' (et notamment l'asservissement des vannes de distribution de poudre 8a, 9a, 10a) et l'organe de chauffage 13. Par exemple, l'automate 15 peut être configuré par un opérateur pour fabriquer une pièce en y introduisant des paramètres tels que la forme tridimensionnelle de la pièce, l'épaisseur d'une couche de poudre, les quantités de première et deuxième poudres dans une couche en fonction de la tranche de la pièce choisie, les paramètres de fonctionnement de l'organe de chauffage, etc. En particulier, l'automate 16 peut asservir chaque vanne 8a, 9a, 10a en fonction d'une valeur consigne de quantité de poudre et de la quantité de poudre effectivement délivrée par chaque vanne telle que mesurée par exemple par les moyens de contrôle 8b, 9b, 10b associés à chaque vanne.

Un procédé de fabrication d'une pièce tridimensionnelle par fusion sélective sur lit de poudre va maintenant être décrit en lien avec l'ordinogramme de la figure 2, et le dispositif de la figure 1.

De façon connue en soi, dans un procédé de fabrication d'une pièce par fusion sélective sur lit de poudre, on dispose d'une quantité de poudre que l'on dépose ou étale uniformément à l'aide de moyens d'étalement sur le support 5, puis l'organe de chauffage 13 fusionne certaines parties de la couche de poudre déposée sur le support 5. Les étapes précédentes sont répétées pour obtenir la pièce finale.

Dans le procédé selon l'invention, pour fabriquer une couche de la pièce, on obtient tout d'abord une quantité de première poudre (étape E1a). Cette quantité de première poudre est par exemple issue d'un premier réservoir 8, et a été délivrée dans la chambre de mélange 10 à l'aide de la vanne de distribution de poudre 8a associée au premier réservoir 8. On peut contrôler la quantité délivrée dans la chambre 10 à l'aide par exemple d'une balance 8b.

Puis, on obtient une quantité d'une deuxième poudre (étape E1b), la deuxième poudre étant différente de la première (par exemple d'un matériau différent ou d'une granulométrie différente). Cette quantité de deuxième poudre est par exemple issue d'un deuxième réservoir 9, et a été délivrée dans la chambre de mélange 10 à l'aide de la vanne de distribution de poudre 9a associée au deuxième réservoir 9. On peut contrôler la quantité délivrée dans la chambre 10 à l'aide par exemple d'une balance 9b. Les étapes E1a et E1b peuvent être réalisées simultanément, ou successivement.

Une fois les quantités des deux poudres dans la chambre de mélange 10, elles sont mélangées dans la chambre 10 (étape E2). Par exemple, on fait circuler un gaz neutre comme de l'Argon dans la chambre à l'aide des orifices d'entrée 11a et de sortie 11b de flux de gaz, pendant une durée suffisante pour que le mélange soit homogène. En variante, on peut utiliser des moyens mécaniques tels qu'un pétrin ou une hélice, comme décrit précédemment.

La poudre mélangée obtenue est ensuite déversée depuis la chambre de mélange 10 sur le plateau fixe 2 au moyen de la vanne de distribution 10a. Une balance 10b, éventuellement présente au-dessous de la vanne 10a permet de contrôler la quantité du mélange de poudres délivrée (étape E3).

Ensuite, le mélange de poudre obtenu est déposé sur le support 5 (étape E4). Pour ce faire, le rouleau 12 (ou un autre moyen d'étalement), se déplace en direction du support 5 en entraînant avec lui la poudre délivrée par la vanne 10a. Le support 5 a préalablement été abaissé d'une hauteur correspondant à l'épaisseur voulue pour une couche. Le rouleau 12 étale uniformément la poudre sur le support et entraîne l'éventuel surplus de poudre vers le réservoir de récupération 4.

Avant que le rouleau 12 ne reprenne sa position initiale, l'organe de chauffage 13 est activé et fusionne sélectivement des parties de la couche de poudre déposée sur le support 5 (étape E5), pour former une tranche de la pièce à fabriquer.

5 Enfin, le rouleau 12 retourne à sa position initiale, et les étapes précédentes peuvent être répétées pour chaque couche. Pour réaliser des gradients de composition dans la pièce, il est avantageux de faire varier les quantités de première et/ou de deuxième poudre entre deux couches successives.

10 On notera que le procédé selon l'invention peut être utilisé pour fabriquer seulement une partie d'une pièce, l'autre partie de la pièce pouvant être fabriquée, de façon connue en soi, en utilisant un seul type de poudre.

15 Des exemples d'application d'un procédé selon l'invention vont maintenant être décrits pour la fabrication de pièces pour l'aéronautique, et notamment d'une aube de turbine (Exemple 1) et d'un disque de turbine basse pression (Exemple 2).

Exemple 1

20

On s'intéresse à la fabrication d'une aube de turbine de turbomachine aéronautique telle que celle illustrée schématiquement sur la figure 3A.

25 De façon connue en soi, l'aube 20 comprend un aubage 21 qui s'étend entre un pied 22 et une tête 23. L'aube 20 est en outre munie d'une plateforme inférieure 24 et d'une plateforme supérieure 25 qui délimitent entre elles une veine d'écoulement de flux gazeux.

30 L'aube 20 est montée sur un disque et est entraînée en rotation dans la turbomachine. En fonctionnement, l'aubage 21 est soumis aux conditions imposées par le flux gazeux chaud, tandis que les portions de pied 22 et de tête 23 sont protégées de la veine par les plateformes 24, 25 et sont soumises à des températures inférieures.

35 L'aube 20 est fabriquée couche par couche selon la direction Z correspondant à la direction longitudinale dans laquelle s'étend l'aube 20. Ainsi, l'aube 20 peut être divisée grossièrement en trois portions que sont le pied 22 avec la plateforme inférieure 24, l'aubage 21, et la tête 23 avec

la plateforme supérieure 25, qui sont soumises à des conditions environnementales différentes. Il est donc envisageable, grâce à un procédé selon l'invention, de fabriquer une telle aube 20 en une seule pièce par fusion sélective sur lit de poudre en faisant varier la composition de la poudre entre les différentes portions de la pièce, notamment pour

5 De plus, le procédé selon l'invention permet de créer un gradient de composition entre les différentes portions pour assurer une transition douce de composition entre ces portions, et augmenter la

10 fiabilité de la pièce.

On a représenté schématiquement par des rectangles hachurés sur la figure 3A différentes zones a, b, c, d et e de l'aube 20, qui peuvent comprendre des compositions différentes en poudres.

Un premier exemple de gradient de composition des couches en fonction des zones de l'aube 20 est représenté sur le graphe de la figure 3B. Dans ce graphe on a représenté la composition en une poudre A et en une poudre B dans l'aube 20 en fonction des zones de l'aube présentées ci-dessus. Dans ce premier exemple, la zone a correspondant au pied de l'aube 20 est fabriquée uniquement en utilisant une poudre A. Puis, dans

15 les zones b, c et d, correspondant aux plateformes 24, 25 et à l'aubage 21, la proportion de poudre A et de poudre B varie linéairement jusqu'à atteindre une proportion de 100% en poudre B dans la zone e correspondant à la tête 23 de l'aube 20.

Un deuxième exemple de gradient de composition des couches en fonction des zones de l'aube 20 est représenté sur le graphe de la figure 3C. La zone a est tout d'abord fabriquée seulement avec la poudre A. La composition en poudres dans la zone c est de 66% de poudre A et 33% de poudre B. La zone b est une zone de transition linéaire de composition entre la zone a et la zone c. Puis, la zone d est une zone de transition linéaire de composition entre la zone c et la zone e. La proportion de poudre B dans la zone e est de 100%.

25

30

Dans les deux exemples de gradients de composition décrits précédemment en référence aux figures 3B et 3C, la poudre A peut par exemple comprendre un alliage du type Inconel® 718 avec une granulométrie définie par un d_{90} inférieur à 50 μm , et la poudre B peut par

35

exemple comprendre un alliage du type Hastelloy® X ayant un d_{90} inférieur à 50 μm .

On notera qu'il est également possible de fabriquer de la même manière d'autres types d'aubes, comme des aubes de compresseur bi matériaux, par exemple dont le pied de l'aube comprend un alliage à base de titane Ti17, et la pale comprend un alliage à base de titane TA6V.

Exemple 2

On s'intéresse à la fabrication d'un disque de turbine basse pression 30 de turbomachine aéronautique tel que celui illustré schématiquement sur la figure 4A. Le disque 30 présente des trous de fixation 31, une partie 32 formant une bride qui sera sollicitée en fatigue (notamment au niveau des trous de fixation 31) et une partie 33 formant une jante qui sera sollicitée en fluage.

Pour assurer une bonne tenue en fluage de la pièce, on cherche à obtenir une microstructure comportant des grains de taille plus importante, alors que pour assurer une bonne tenue en fatigue, des grains plus petits sont préférables. En effet, une déformation en fluage se produit à cause de glissements au niveau des joints de grains, l'augmentation de la taille des grains permet de réduire le nombre de joints de grain et leur longueur cumulée. A l'inverse, pour réduire la propagation d'une fissure (et donc augmenter la tenue à la fatigue), on cherche à augmenter le nombre de joints de grains en réduisant leur taille.

Le disque 30 est fabriqué à partir de couches de poudre fusionnées et empilées par exemple selon l'axe Y, la partie 32 étant fabriquée avant la partie 33. Ainsi, grâce à un procédé selon l'invention, il est possible de fabriquer un tel disque 30 en une seule pièce par fusion sélective sur lit de poudre en faisant varier la composition de la poudre entre les deux parties 32, 33, pour optimiser sa structure granulaire en fonction des sollicitations auxquelles elle sera soumise.

De plus, le procédé selon l'invention permet de créer un gradient entre les structures granulaires des parties 32 et 33 pour assurer une transition douce de propriétés entre ces parties, et augmenter la fiabilité de la pièce.

On a représenté schématiquement par des rectangles hachurés sur la figure 4 les différentes zones f, g et h de la pièce, qui peuvent comprendre des compositions différentes en poudres. La zone f correspond sensiblement à la partie 32 formant bride, la zone h correspond sensiblement à la partie 33 formant jante, et la zone g est la zone intermédiaire entre les parties 32 et 33 du disque 30.

On a représenté sur le graphe de la figure 4B un exemple d'évolution de la composition en deux poudres C et D dans le disque 20 en fonction de la zone du disque considérée. La zone f est fabriquée à partir seulement de la poudre C et la zone h est fabriquée à partir seulement de la poudre D. La zone g intermédiaire est une zone de transition linéaire de composition entre les zones f et g. On veillera ainsi à choisir une poudre C qui forme des grains plus fins que la poudre D.

Le tableau ci-dessous donne trois exemples CD1, CD2 et CD3 de couples de poudres d'alliages métalliques C et D qui peuvent être utilisées pour fabriquer un disque 20 par un procédé selon l'invention et dont les propriétés mécaniques de résistance à la fatigue et au fluage sont optimisées selon les zones de la pièce.

	Poudre C	Poudre D
CD1	Inconel® 718 / $d_{90} \leq 50 \mu\text{m}$	Inconel® 718 / $d_{90} \leq 150 \mu\text{m}$
CD2	Inconel® 718 / $d_{90} \leq 50 \mu\text{m}$	Udimet® 730 / $d_{90} \leq 50 \mu\text{m}$
CD3	Inconel® 718 / $d_{90} \leq 50 \mu\text{m}$	Udimet® 720 / $d_{90} \leq 150 \mu\text{m}$

REVENDEICATIONS

1. Dispositif (1) pour la fabrication d'une pièce tridimensionnelle (6) par fusion sélective sur lit de poudre, le dispositif comprenant :

- 5 - un premier réservoir (8) destiné à contenir une première poudre, ledit réservoir étant muni d'une première vanne de distribution de poudre (8a),
 - au moins un deuxième réservoir (9) destiné à contenir une deuxième poudre différente de la première poudre, ledit réservoir étant
 - 10 muni d'une deuxième vanne de distribution de poudre (9a),
 - des moyens de contrôle (8b) de la quantité de première poudre délivrée par la première vanne,
 - des moyens de contrôle (9b) de la quantité de deuxième poudre délivrée par la deuxième vanne,
 - 15 - une chambre de mélange (10) en communication [BAF2] avec les première et deuxième vannes, ladite chambre comprenant une troisième vanne de distribution de poudre (10a) et des moyens (11a, 11b ; 14) pour mélanger les particules poudre contenues dans ladite chambre,
 - un support (5) destiné à recevoir de la poudre délivrée par la
 - 20 troisième vanne et sur lequel est destinée à être fabriquée la pièce,
 - des moyens d'étalement de poudre (12) sur le support, et
 - un organe de chauffage (13) destiné à fusionner localement de la poudre étalée sur le support.

25 2. Dispositif selon la revendication 1, comprenant une première poudre dans le premier réservoir (8) et une deuxième poudre dans le deuxième réservoir (9), les première et deuxième poudres étant constituées du même matériau et présentant des granulométries différentes.

30 3. Dispositif selon la revendication 1, comprenant une première poudre dans le premier réservoir (8) et une deuxième poudre dans le deuxième réservoir (9), les première et deuxième poudres étant constituées de matériaux différents et présentant une granulométrie

35 identique.

4. Dispositif selon la revendication 1, comprenant une première poudre dans le premier réservoir (8) et une deuxième poudre dans le deuxième réservoir (9), les première et deuxième poudres étant constituées de matériaux différents et présentant des granulométries différentes.

5. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 3 et 4, dans lequel la première poudre est constituée d'un premier matériau et la deuxième poudre est constituée d'un deuxième matériau, le premier et le deuxième matériau étant compatibles chimiquement.

6. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 3 à 5, dans lequel la première poudre est constituée d'un alliage métallique et la deuxième poudre est constituée d'un métal pur.

7. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, comprenant en outre des moyens de contrôle (10b) de la quantité de poudre ou d'un mélange de poudre délivrée par la troisième vanne.

8. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, dans lequel les moyens de contrôle de la quantité de poudre comprennent une balance (8b, 9b, 10b) destinée à peser de la poudre.

9. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, comprenant en outre un système d'asservissement (15) d'au moins une vanne de distribution de poudre ou d'un mélange de poudre (8a, 9a, 10a) en fonction de la quantité de poudre ou d'un mélange de poudre délivrée par ladite au moins une vanne.

10. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, dans lequel les moyens pour mélanger les particules de poudre contenues dans la chambre de mélange comprennent un orifice d'entrée (11a) et un orifice de sortie (11b) de flux gazeux à l'intérieur de la chambre de mélange (10), lesdits orifices d'entrée et de sortie de flux gazeux étant configurés pour faire circuler un gaz dans la chambre de mélange afin de mélanger la poudre contenue dans ladite chambre.

11. Dispositif selon la revendication 10, dans lequel l'orifice de sortie (11b) comprend un capot de protection (11c) configuré pour empêcher à de la poudre de s'échapper de la chambre de mélange (10) par ledit orifice de sortie.

12. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, dans lequel les moyens pour mélanger les particules de poudre contenues dans la chambre de mélange comprennent un pétrin ou une hélice (14).

13. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 12, dans lequel une vanne de distribution de poudre (8a, 9a, 10a) est pilotée par un actionneur piézoélectrique ou un actionneur hydraulique.

14. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 13, dans lequel l'organe de chauffage (13) comprend un laser ou un générateur de faisceau d'électrons.

15. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 14, dans lequel les premier et deuxième réservoirs (8, 9) de poudre sont situés au-dessus de la chambre de mélange (10).

16. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 15, dans lequel le premier réservoir (8), le deuxième réservoir (9) et la chambre de mélange (10) sont fixes.

17. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 15, dans lequel la chambre de mélange (10) est mobile et configurée pour récupérer successivement de la poudre depuis l'un parmi le premier (8) et le deuxième (9) réservoirs, puis depuis l'autre parmi le premier (8) et le deuxième (9) réservoirs.

18. Procédé de fabrication d'une pièce tridimensionnelle (6) par fusion sélective sur lit le poudre, la pièce comprenant un empilement successif de couches, le procédé comprenant, pour la fabrication d'une couche, les étapes suivantes :

- 5 a) délivrance d'une quantité contrôlée d'une première poudre (étape E1a) à partir d'un premier réservoir (8),
b) délivrance d'une quantité contrôlée d'une deuxième poudre (étape E1b) différente de la première à partir d'un deuxième réservoir (9),
10 c) mélange des première et deuxième poudres (étape E2) délivrées aux étapes a) et b),
d) dépôt (étape E4) d'une couche du mélange des première et deuxième poudres obtenu à l'étape c), et
15 e) fusion (étape E5) d'au moins une partie de la couche de poudre déposée à l'étape d).

19. Procédé selon la revendication 18, dans lequel la quantité contrôlée de première poudre et/ou la quantité contrôlée de deuxième poudre varie entre deux couches successives.

15

20. Procédé selon l'une quelconque des revendications 18 et 19, dans lequel la pièce à fabriquer est une pièce pour l'aéronautique (20, 30).

1/5

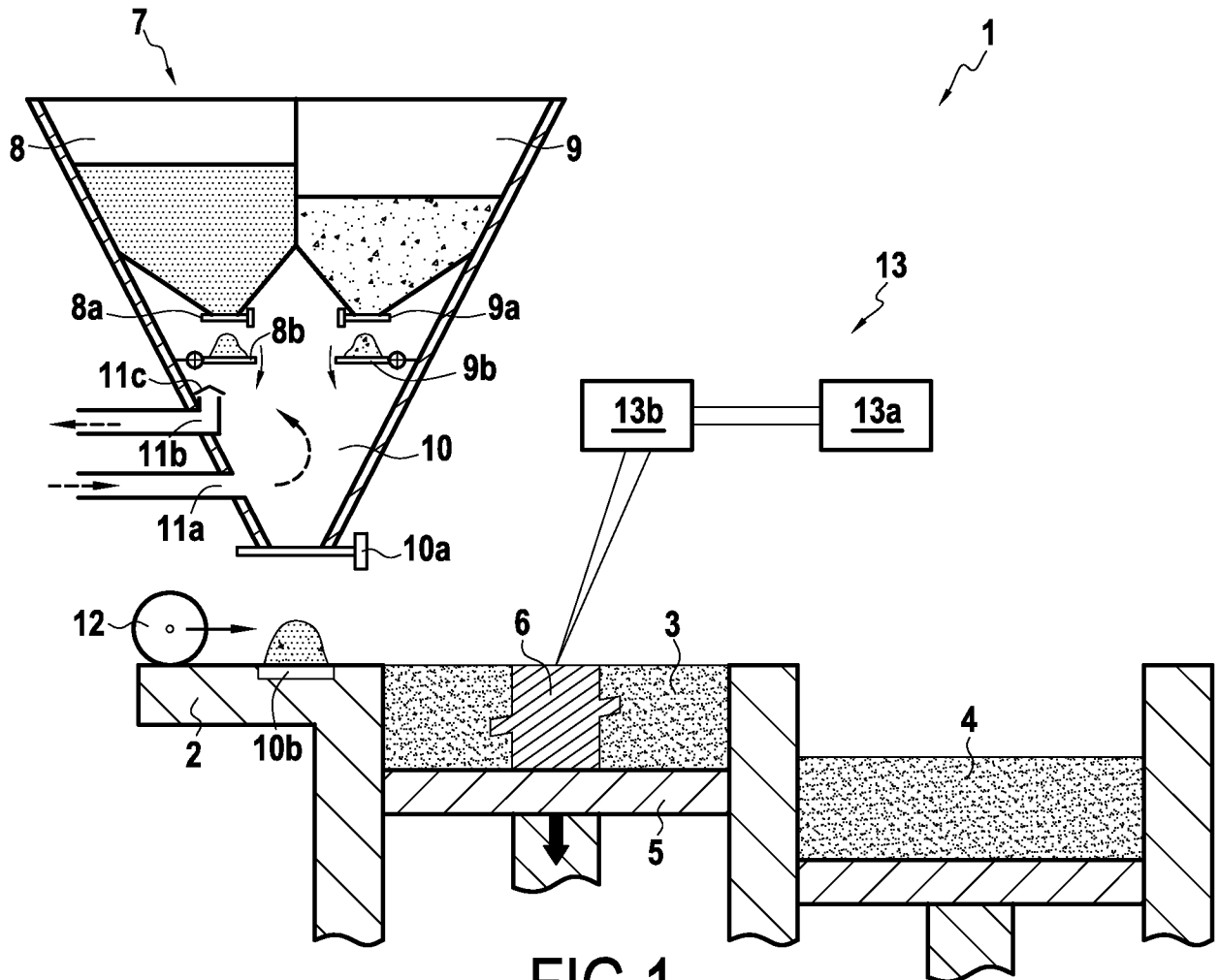


FIG.1

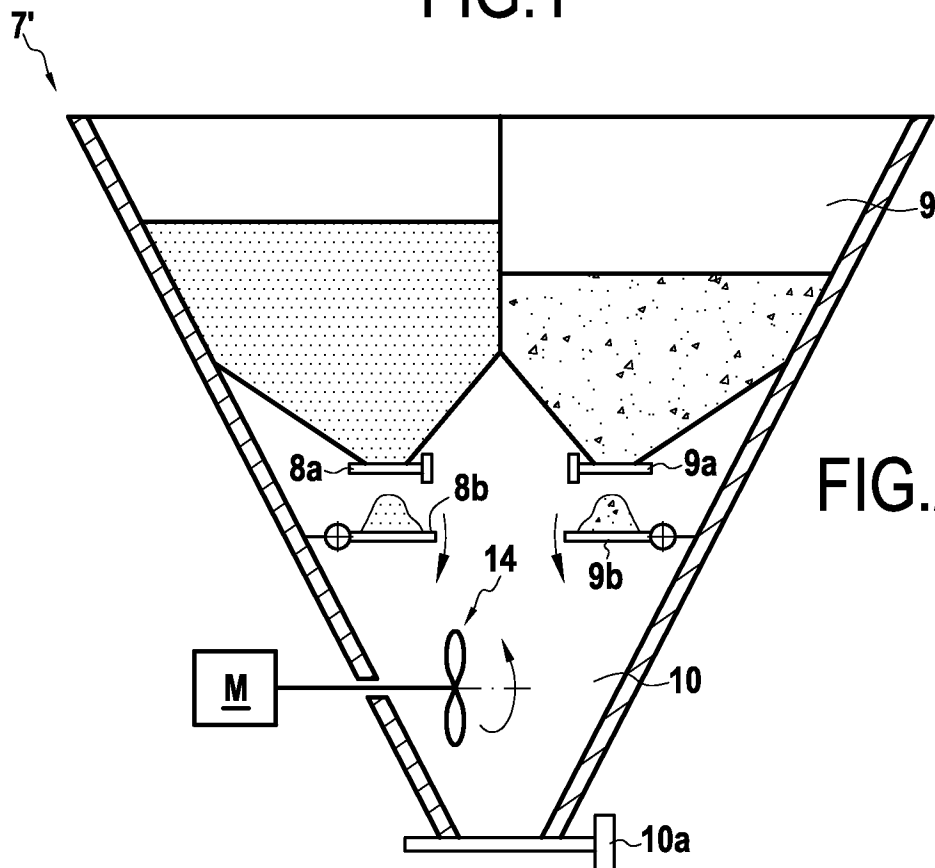


FIG.2

2/5

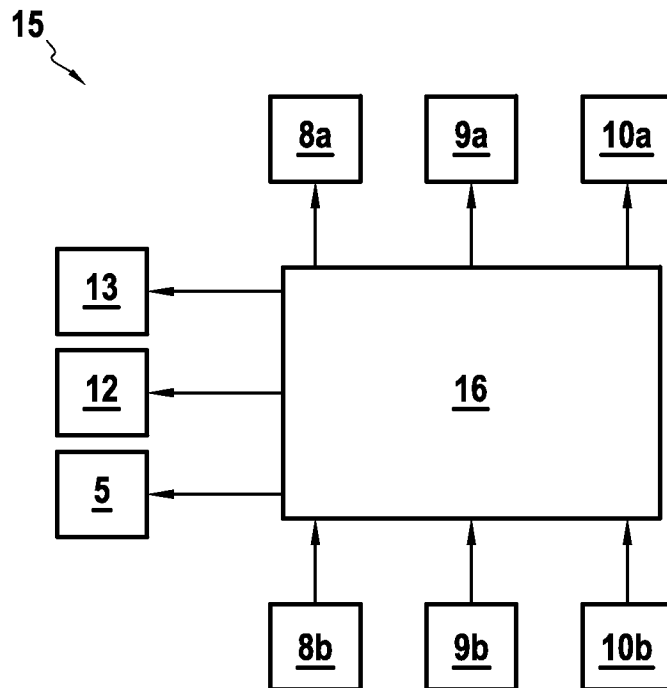


FIG.3

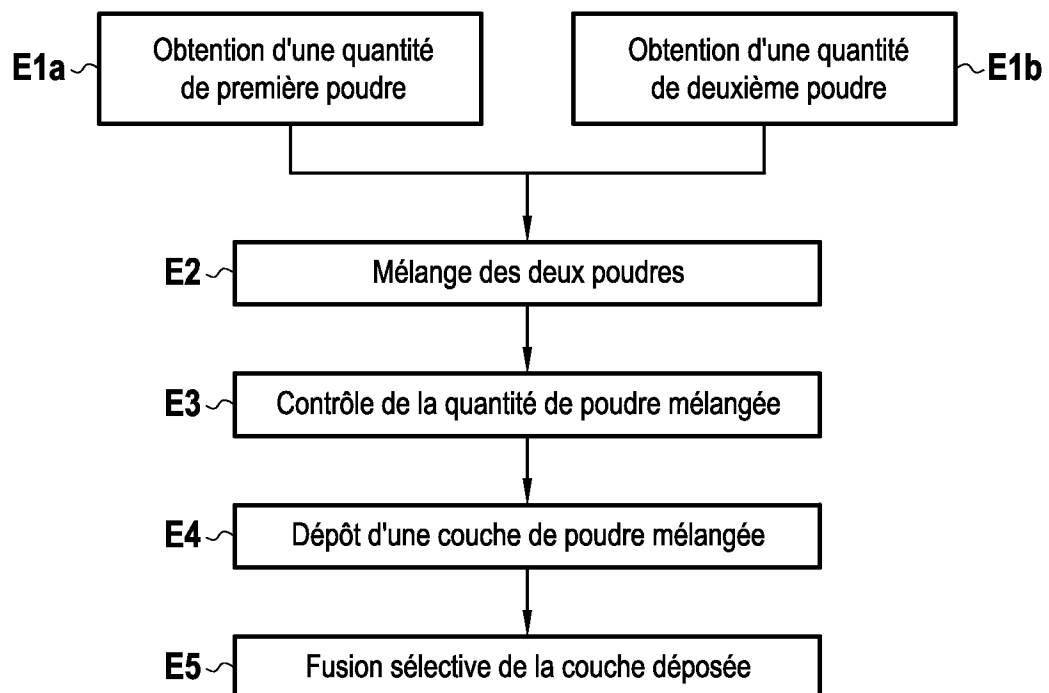


FIG.4

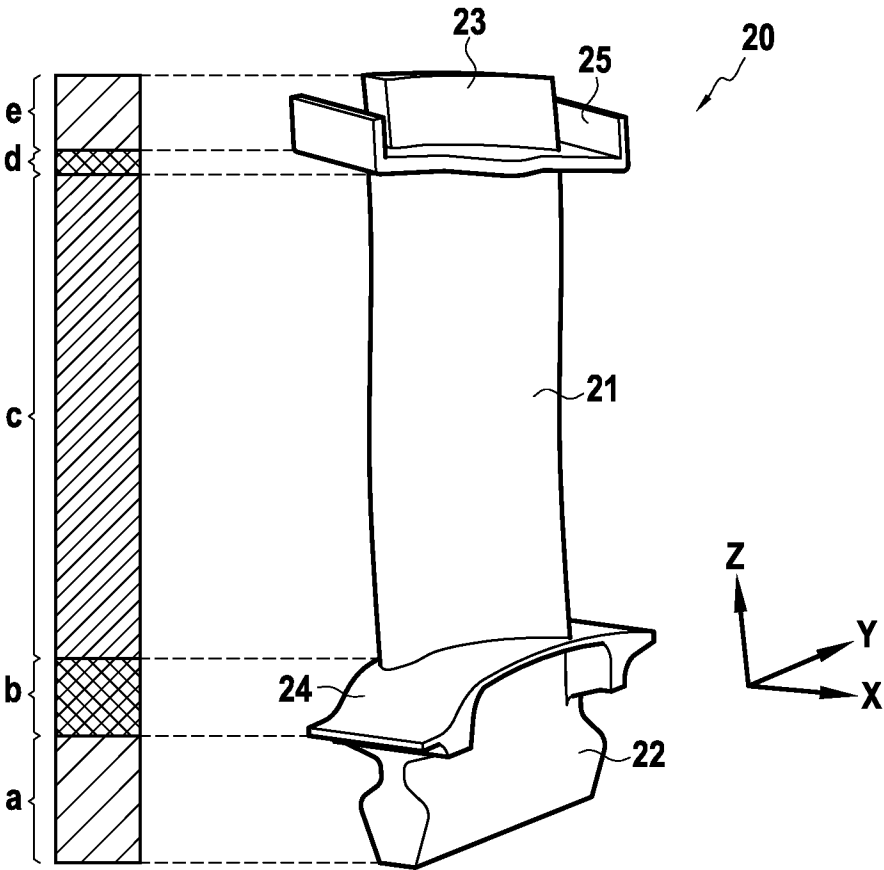


FIG.5A

4/5

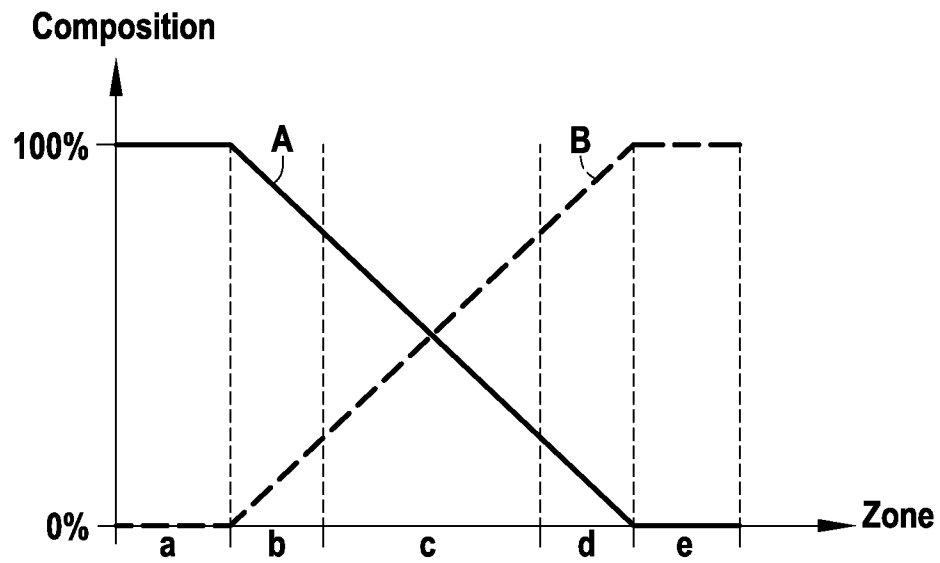


FIG. 5B

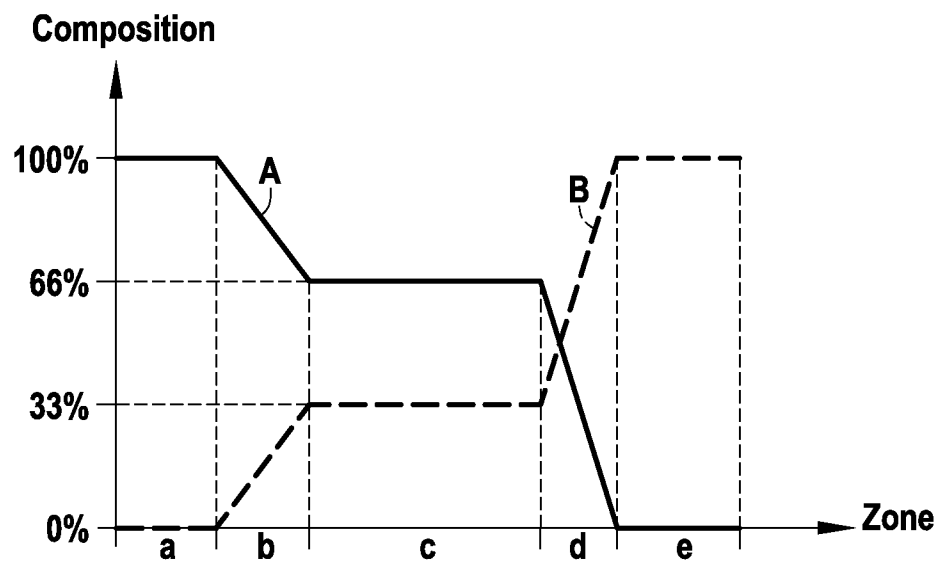


FIG. 5C

5/5

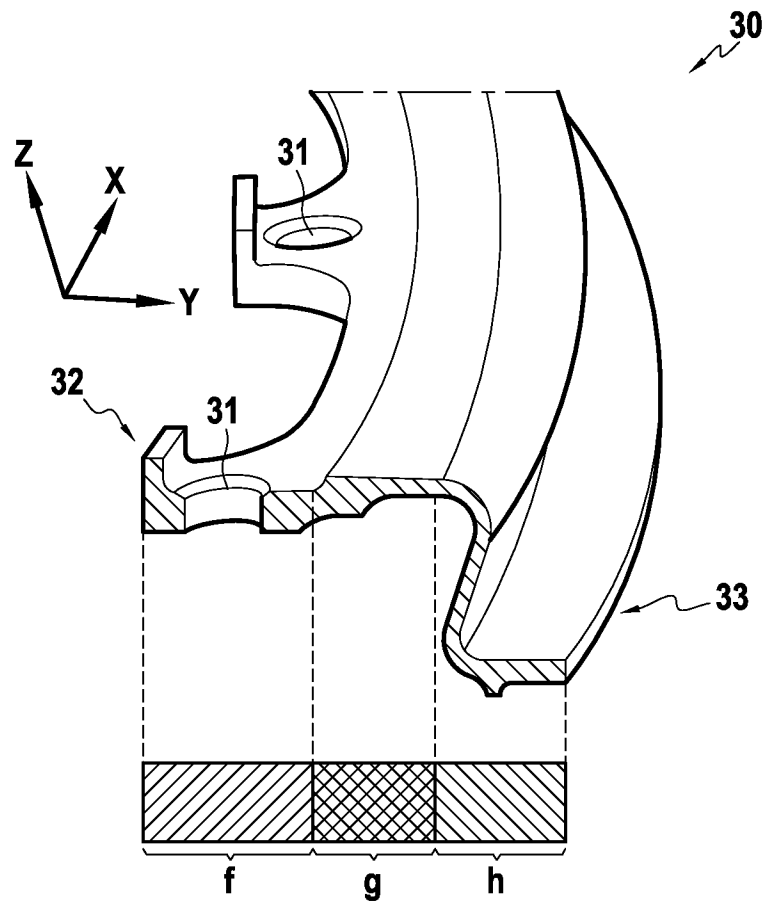


FIG. 6A

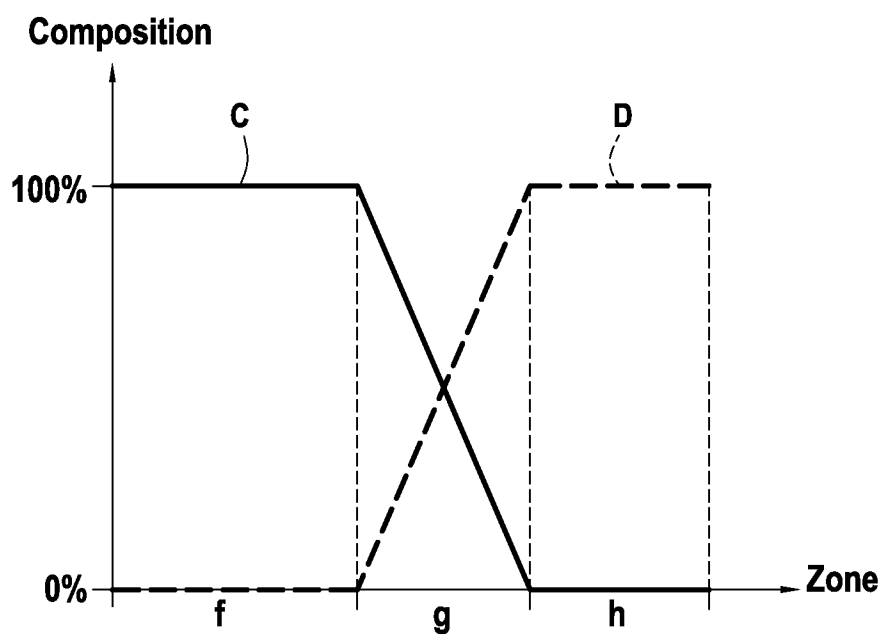


FIG. 6B

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/FR2016/053305

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. B22F3/105 B28B1/00 B29C67/00
ADD.

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
B22F B28B B29C

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	CN 104 001 917 A (UNIV SOUTH CHINA TECH) 27 August 2014 (2014-08-27)	1-7,10, 12-16, 18,19 8
Y A	étape 2 à 10; page 5 - page 6; claims 1,5; figure 1 point (1); page 6	11,17
X	----- WO 2014/188778 A1 (SHIMABUN CORP [JP]) 27 November 2014 (2014-11-27) claim 1; figure 2a	18-20
X,P	& US 2016/074938 A1 (KITANI KENSUKE [JP] ET AL) 17 March 2016 (2016-03-17) paragraphs [0008], [0025] - [0026], [0030] - [0033], [0037], [0040] - [0041]; claims 1,9-10; figure 2a ----- -/--	18-20



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

31 March 2017

Date of mailing of the international search report

10/04/2017

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Lemoisson, Fabienne

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/FR2016/053305

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	DE 10 2012 014839 A1 (CL SCHUTZRECHTSVERWALTUNGS GMBH [DE]) 30 January 2014 (2014-01-30) paragraphs [0001], [0004], [0007], [0009], [0015], [0020]; claim 1; figures 1,3 -----	8
X	EP 1 700 686 A2 (3D SYSTEMS INC [US]) 13 September 2006 (2006-09-13) paragraphs [0003], [0010], [0024], [0032], [0036], [0041], [0044], [0046], [0048], [0052], [0054]; figures 3,6,9,13 -----	1-10,13, 14,16,18

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/FR2016/053305

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
CN 104001917	A	27-08-2014	NONE
WO 2014188778	A1	27-11-2014	JP 5740716 B2 24-06-2015 JP 2014227587 A 08-12-2014 US 2016074938 A1 17-03-2016 WO 2014188778 A1 27-11-2014
DE 102012014839	A1	30-01-2014	NONE
EP 1700686	A2	13-09-2006	DE 102006010928 A1 30-11-2006 EP 1700686 A2 13-09-2006 JP 4745867 B2 10-08-2011 JP 2006248231 A 21-09-2006 US 2006214335 A1 28-09-2006 US 2009169664 A1 02-07-2009

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/FR2016/053305

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE INV. B22F3/105 B28B1/00 B29C67/00 ADD.		
Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB		
B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement) B22F B28B B29C		
Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche		
Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si cela est réalisable, termes de recherche utilisés) EPO-Internal, WPI Data		
C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	CN 104 001 917 A (UNIV SOUTH CHINA TECH) 27 août 2014 (2014-08-27)	1-7,10, 12-16, 18,19 8
Y A	étape 2 à 10; page 5 - page 6; revendications 1,5; figure 1 point (1); page 6	11,17
X	----- WO 2014/188778 A1 (SHIMABUN CORP [JP]) 27 novembre 2014 (2014-11-27) revendication 1; figure 2a	18-20
X,P	& US 2016/074938 A1 (KITANI KENSUKE [JP] ET AL) 17 mars 2016 (2016-03-17) alinéas [0008], [0025] - [0026], [0030] - [0033], [0037], [0040] - [0041]; revendications 1,9-10; figure 2a ----- -/-	18-20
☒ Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents ☒ Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe		
* Catégories spéciales de documents cités: "A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent "E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date "L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée) "O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens "P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée "T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention "X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément "Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier "&" document qui fait partie de la même famille de brevets		
Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée		Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale
31 mars 2017		10/04/2017
Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Fonctionnaire autorisé Lemoisson, Fabienne

C(suite). DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
Y	DE 10 2012 014839 A1 (CL SCHUTZRECHTSVERWALTUNGS GMBH [DE]) 30 janvier 2014 (2014-01-30) alinéas [0001], [0004], [0007], [0009], [0015], [0020]; revendication 1; figures 1,3	8
X	----- EP 1 700 686 A2 (3D SYSTEMS INC [US]) 13 septembre 2006 (2006-09-13) alinéas [0003], [0010], [0024], [0032], [0036], [0041], [0044], [0046], [0048], [0052], [0054]; figures 3,6,9,13 -----	1-10,13, 14,16,18

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/FR2016/053305

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
CN 104001917	A	27-08-2014	AUCUN	

WO 2014188778	A1	27-11-2014	JP 5740716 B2	24-06-2015
			JP 2014227587 A	08-12-2014
			US 2016074938 A1	17-03-2016
			WO 2014188778 A1	27-11-2014

DE 102012014839	A1	30-01-2014	AUCUN	

EP 1700686	A2	13-09-2006	DE 102006010928 A1	30-11-2006
			EP 1700686 A2	13-09-2006
			JP 4745867 B2	10-08-2011
			JP 2006248231 A	21-09-2006
			US 2006214335 A1	28-09-2006
			US 2009169664 A1	02-07-2009
