(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle
Bureau international

(43) Date de la publication internationale
25 février 2021 (25.02.2021)

WIPO | PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 2021/032923 A1

(51) Classification internationale des brevets :

B23K 15/00 (2006.01)	*B29C 64/209* (2017.01)
B22F 3/10 (2006.01)	*B29C 64/371* (2017.01)
B22F 3/105 (2006.01)	*B23Q 11/10* (2006.01)
B22F 5/04 (2006.01)	*B33Y 30/00* (2015.01)
B23K 26/342 (2014.01)	*B23K 37/00* (2006.01)
B29C 64/118 (2017.01)	*B23K 101/00* (2006.01)

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/FR2020/051469

(22) Date de dépôt international :
17 août 2020 (17.08.2020)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
1909344 22 août 2019 (22.08.2019) FR

(71) Déposant : **SAFRAN AIRCRAFT ENGINES** [FR/FR] ; 2 boulevard du Général Martial Valin, 75015 PARIS (FR).

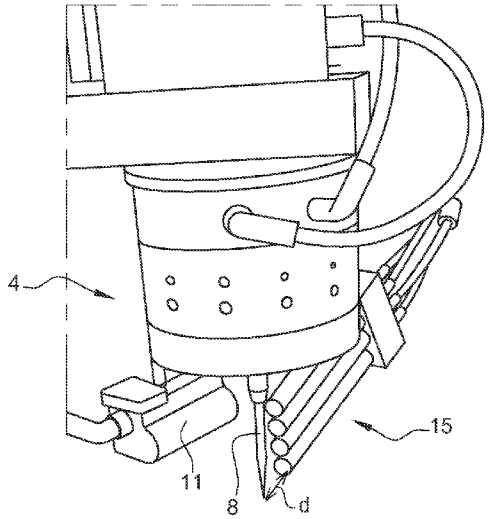
(72) Inventeurs : **GRALL, Terence** ; SAFRAN CEPI, Rond-point René Ravaud - Réau, 77550 MOISSY-CRAMAYEL (FR). **POUZET, Sébastien, Yohann** ; SAFRAN CEPI, Rond-point René Ravaud - Réau, 77550 MOISSY-CRAMAYEL (FR). **SEINCE, Hervé, Antoine, Frédéric** ; SAFRAN CEPI, Rond-point René Ravaud - Réau, 77550 MOISSY-CRAMAYEL (FR). **MAUVOISIN, Ronan** ; 6 rue de la Chesnaie, 35580 LASSY (FR).

(74) Mandataire : **BARBE, Laurent** et al. ; GEVERS & ORES, Immeuble Palatin 2, 3 Cours du Triangle, CS 80165, 92939 PARIS LA DEFENSE CEDEX (FR).

(54) **Title:** METHOD FOR THE ADDITIVE MANUFACTURE OF A TURBOMACHINE COMPONENT

(54) **Titre :** PROCEDE DE FABRICATION ADDITIVE D'UNE PIECE DE TURBOMACHINE

Fig. 4



(57) **Abstract:** The invention relates to a method for manufacturing a component, in particular a turbomachine component, in the form of a plurality of superposed layers of a material, the method comprising a step of supplying the material into a feed nozzle (8) and a step of projecting energy towards the feed nozzle (8) so as to cause the material passing through the latter to melt. According to the invention, the method comprises a step of cooling the feed nozzle (8) with a cooling element during the step of projecting energy.

(57) **Abrégé :** L'invention concerne un procédé de fabrication d'une pièce, en particulier de turbomachine, sous forme de plusieurs couches superposées d'un matériau, le procédé comprenant une étape d'apport du matériau dans une buse d'amenée (8) et une étape de projection d'énergie vers la buse d'amenée (8) de manière à provoquer une fusion du matériau la traversant Selon l'invention, le procédé

WO 2021/032923 A1

[Suite sur la page suivante]

(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, IT, JO, 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, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, 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), eurasien (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))*

comprend une étape de refroidissement de la buse d'amenée (8) par un élément de refroidissement lors de l'étape de projection d'énergie.

DESCRIPTION

TITRE : PROCEDE DE FABRICATION ADDITIVE D'UNE PIECE DE TURBOMACHINE

Domaine de l'invention

La présente invention est relative au domaine de la fabrication additive de pièce, notamment dans l'aéronautique.

Etat de la technique

L'état de la technique est par exemple illustré par les documents US-A1-2019030602, EP-A1-2 705 942, WO-A2-2016086912, EP-A1-3 388 171, EP-A1-3 498 402, WO-A1-2019035810.

La technologie par fabrication additive permet de réaliser des pièces complexes, notamment sans usinage, en déposant et en empilant des couches successives d'un matériau destiné à la fabrication de la pièce et à les consolider partiellement ou totalement. Cette technique progresse depuis plusieurs années et de manière importante. La fabrication additive comprend de manière non exhaustive, la fusion sélective par laser (SLM), la fusion par faisceau d'électron sur lit de poudre (EBM) et la fusion directe de métal (LMD). Dans la technique du LMD, le matériau peut être amené sous forme de poudre (LMD-powder) ou sous forme de fil (LMD-wire).

Le principe de la technique du LMD avec un apport de matériau sous forme de fil consiste en la mise en couche par dépôt du fil de matériau en fusion. Cela est réalisé à partir d'une installation de fabrication additive comprenant une buse d'amenée du fil et d'un élément de génération d'une énergie vers le fil de manière à le faire fondre et à obtenir un matériau en fusion (ou bain de fusion) qui est déposé sur un support de la pièce finale.

Le procédé peut être long en fonction de la quantité de matière à déposer et du temps de dépôt. L'énergie apportée au fil pour sa fusion génère une montée en température dans l'installation pendant toute la durée de fabrication de la pièce. La température peut atteindre environ 2000°C au niveau du matériau en fusion ce qui peut entraîner une déformation de certains organes de l'installation notamment de la buse d'amenée du fil. En effet, cette buse d'amenée (généralement en cuivre) va, sous l'effet de la

chaleur, s'allonger. L'allongement peut avoir un impact sur la qualité du dépôt du matériau en fusion car lors de l'échauffement de la buse d'amenée, cette dernière va commencer à se dilater et ainsi sortir des conditions optimales de dépôt. Le dépôt alors réalisé peut présenter des imperfections et être considéré comme non conforme lors de son inspection. Dans le pire des cas, l'échauffement de la buse d'amenée entraîne une diminution de section de passage du fil et donc un arrêt du débit de fil.

Résumé de l'invention

La présente invention a notamment pour objectif de fournir un procédé de fabrication d'une pièce, en particulier de turbomachine, permettant de maintenir une sortie optimale de matériau en fusion de manière à obtenir un dépôt de matériau de qualité et conforme, sans impacter les délais de fabrication et le coût de fabrication.

Nous parvenons à cet objectif, conformément à l'invention, grâce à un procédé de fabrication d'une pièce, en particulier de turbomachine, sous forme de plusieurs couches superposées d'un matériau sur un support de fabrication, le procédé comprenant une étape d'apport du matériau dans une buse d'amenée et une étape de projection d'énergie vers le matériau, de manière à provoquer une fusion du matériau sur le support de fabrication, le procédé comprenant une étape de refroidissement de la buse d'amenée par un élément de refroidissement lors de l'étape de projection d'énergie.

Ainsi, cette solution permet d'atteindre l'objectif susmentionné. En particulier, le refroidissement de la buse d'amenée est une solution simple qui permet de maintenir les caractéristiques géométriques de la buse d'amenée et de préserver la qualité du dépôt. Un tel refroidissement ne rallonge pas le temps de fabrication de la pièce et n'impacte pas le coût de fabrication non plus.

Suivant une autre caractéristique, le matériau est sous forme de fil. Le dépôt de matériau en fusion sous forme de cordon de matériau avec un fil en apport est plus rapide. Le dépôt du cordon de matière est plus régulier et propre ce qui implique une meilleure qualité de la pièce en termes de résistances physicochimique et mécanique. De plus, le rendement de la matière déposée est important puisqu'il est quasiment de 100%.

Suivant une autre caractéristique, le matériau est métallique de sorte à obtenir des pièces métalliques de turbomachine.

Suivant encore une autre caractéristique du procédé, l'élément de refroidissement est projeté à une pression comprise entre 1 et 3 bars. Une telle pression est suffisante pour refroidir la buse d'amenée sans perturber ou altérer la fusion du matériau dans la buse d'amenée.

Suivant une autre caractéristique, l'élément de refroidissement présente une température de l'ordre de 20°C. Cette température (température ambiante) permet de ne pas utiliser de source d'énergie supplémentaire pour refroidir la buse d'amenée qui est déjà à une température relativement plus froide que celle du matériau fondu dans la buse d'amenée.

Suivant une autre caractéristique, l'élément de refroidissement est un flux de gaz neutre tel que l'azote ou l'argon. De la sorte, le refroidissement permet une meilleure protection locale du cordon de matériau obtenue par le matériau en fusion et déposé par la buse d'amenée car le gaz neutre utilisé sert également à rendre inerte l'enceinte de l'installation dans laquelle sont agencés le support de fabrication et la buse d'amenée. Le gaz neutre permet en outre d'éviter l'oxydation de la pièce en cours de fabrication.

Suivant une autre caractéristique, l'étape de projection d'énergie est réalisée avec un faisceau de laser. Une telle configuration est simple à mettre en œuvre tout en apportant une maitrise de l'énergie et de la localisation. Les gains économique et de temps sont ainsi significatifs.

Suivant une autre caractéristique, la projection de l'élément de refroidissement est continue pour éviter l'augmentation de la température du matériau de la buse d'amenée.

Avantageusement, l'élément de refroidissement et la buse d'amenée se déplacent simultanément.

Suivant une autre caractéristique, il s'agit d'une fabrication additive par déposition métallique laser (LMD) par fil.

Avantageusement, l'élément de refroidissement est projeté sur toute la hauteur de la buse d'amenée.

Avantageusement, l'élément de refroidissement est projeté par plusieurs buses de pulvérisation orientées vers la buse d'amenée.

Avantageusement, le procédé comprend une étape de dépôt du matériau sur le support de fabrication, l'étape de refroidissement de la buse d'amenée étant réalisée durant l'étape de projection et de dépôt.

L'invention concerne également une installation pour la réalisation d'un procédé de fabrication d'une pièce, en particulier de turbomachine, sous forme de plusieurs couches superposées d'un matériau sur un support de fabrication, l'installation comprenant une buse d'amenée du matériau destiné à fabriquer la pièce et un élément de projection d'énergie en direction du matériau de manière à obtenir une fusion du matériau sur le support de fabrication, au moins une buse de pulvérisation étant destinée à projeter un élément de refroidissement sur la buse d'amenée.

Suivant une caractéristique de l'installation, la buse de pulvérisation est agencée à une distance de la buse d'amenée comprise entre 3 et 10 cm. Une telle distance permet que la buse de pulvérisation soit suffisamment proche pour refroidir la buse d'amenée et suffisamment éloignée pour ne pas être dans la trajectoire de la source d'énergie destinée à fondre le matériau.

Avantageusement, l'installation comprend plusieurs buses de pulvérisation.

Suivant encore une autre caractéristique, les buses de pulvérisation sont agencées l'une sur l'autre suivant une direction parallèle à la hauteur de la buse d'amenée pour que le refroidissement de la buse d'amenée soit uniforme sur toute sa hauteur.

Suivant encore une autre caractéristique, la buse ou toutes les buses de projection et la buse d'amenée sont fixes les unes par rapport aux autres de sorte à réaliser un refroidissement continu.

Brève description des figures

L'invention sera mieux comprise, et d'autres buts, détails, caractéristiques et avantages de celle-ci apparaîtront plus clairement à la lecture de la description explicative détaillée qui va suivre, de modes de réalisation de l'invention donnés à titre d'exemples purement illustratifs et non limitatifs, en référence aux figures suivantes annexées :

[Fig. 1] La figure 1 est une vue schématique d'un mode de réalisation d'une installation de fabrication additive d'une pièce en particulier de turbomachine, avec une tête de traitement comprenant une buse d'amenée d'un matériau à fondre et un élément de projection d'énergie selon l'invention ;

[Fig. 2] La figure 2 est une vue schématique d'un autre mode de réalisation d'une installation de fabrication additive d'une pièce de turbomachine, avec une tête de traitement qui comprend une buse d'amenée d'un matériau à fondre et qui est indépendante d'un élément de projection d'énergie selon l'invention ;

[Fig. 3] La figure 3 est une vue de détail et schématique d'une buse d'amenée de matériau d'une installation de fabrication additive selon l'invention ; et

[Fig. 4] La figure 4 est une vue schématique et en perspective d'une tête de traitement d'une installation de fabrication additive selon l'invention.

Description détaillée de l'invention

Sur la figure 1 est représentée de manière schématique et partiellement, une installation 1 de fabrication additive de pièce, en particulier de turbomachine. Bien entendu, l'invention n'est pas limitée aux pièces de turbomachine.

L'installation 1 représentée concerne une installation de déposition métallique par laser siglé LMD (pour « Laser Metal Deposition») et en particulier par apport de fil (LMD-wire) qui consiste à projeter simultanément un faisceau laser et une quantité de matière en fusion sur un support de fabrication. Chaque quantité de fil est fondue et est fusionnée pour former couche par couche la pièce à réaliser. Cette installation et le procédé associé permettent de réaliser des pièces complexes en trois dimensions. Bien entendu, le matériau d'apport destiné à permettre la réalisation de

la pièce peut être sous forme de poudre, soit une installation de type « LMD-powder » en anglais.

L'installation 1 dans le présent exemple comprend un dispositif 2 de fabrication additive et une enceinte 3 dans laquelle est installé ce dispositif 2. Ce dernier comprend une tête de traitement 4 comprenant des éléments d'alimentation 5 en matériau sur un support de fabrication 6 qui est disposé dans l'enceinte 3 également. La pièce sera construite couche par couche sur le support de fabrication 6. Le support de fabrication 6 dans le présent exemple est fixe et présente une surface de travail 6a définie dans un plan qui est perpendiculaire au plan de la figure 1. De manière alternative, le support de fabrication 6 est mobile suivant une translation verticale. Dans ce cas, le support de fabrication 6 est monté sur un fond mobile (non représenté) de l'enceinte 3.

Le matériau est ici apporté sous la forme d'un fil. Les éléments d'alimentation 5 comprennent une bobine (non représentée) d'où provient le fil et sur laquelle est enroulé le fil. Alternativement, les éléments d'alimentation 5 comprennent un réservoir d'alimentation où est stocké le fil enroulé et disposé dans la tête de traitement 4. Dans le présent exemple, les éléments d'alimentation 5 en matériau comprennent un conduit d'alimentation 5a qui est agencé dans la tête de traitement 4 et qui traverse cette dernière suivant un axe radial Z (qui est dans le plan de la figure 1 et qui est perpendiculaire au plan de la surface de travail 6a contenant des axes transversal Y et longitudinal X). Le conduit d'alimentation 5a est relié au réservoir.

La tête de traitement 4 comprend une buse d'amenée 8 du matériau qui est orientée vers le support de fabrication 6, et en particulier de la surface de travail 6a. Comme nous pouvons le voir sur la figure 1, la buse d'amenée 8 prolonge la tête de traitement 4 suivant l'axe radial Z (ici vertical). La tête de traitement 4 est amenée à se déplacer par rapport au support de fabrication 6 suivant au moins les trois axes (radial Z, longitudinal X et transversal Y) qui sont perpendiculaires les uns par rapport aux autres.

En référence à la figure 3, la buse d'amenée 8 comprend un premier canal 8a traversant celle-ci de part et d'autre suivant l'axe radial, et en particulier qui débouche à une première extrémité radiale dans le conduit d'alimentation 5a (ou le réservoir) et

à une deuxième extrémité radiale dans un orifice de sortie 9. Cette buse d'amenée 8 permet de maintenir le fil 10 la traversant avant sa fusion.

Le fil 10 peut présenter un diamètre de l'ordre de 1 mm suivant la configuration de la tête de traitement et le premier canal 8a présente un diamètre de l'ordre de 1, 10 (± 0.05 mm).

L'installation 1 comprend un élément de projection d'énergie 11 qui permet la fusion du matériau de manière que celui-ci soit déposé sur le support de fabrication 6 sous forme d'un cordon de matière 12 en fusion ou fondue comme illustré sur la figure 1. L'élément de projection d'énergie 11 est relié à une source d'énergie qui est pilotée par un système de contrôle électronique 13 de l'installation. L'élément de projection d'énergie est orienté vers le matériau sortant de la buse d'amenée 8 de sorte à faire fondre celui-ci avant son dépôt sur le support de fabrication 6.

Dans l'exemple de la figure 1, l'élément de projection d'énergie 11 est agencé dans la tête de traitement 4, la tête de traitement 4 comprend un ou plusieurs conduit(s) 16 (représenté(s) schématiquement) qui débouche(nt) dans un orifice défini dans une surface externe de la tête de traitement 4. La surface externe est orientée vers la surface de travail 6a du support de fabrication 6. L'axe d'une partie d'un conduit 16 ou de chaque conduit 16 est transversal à l'axe du premier canal 8a et est orienté vers la buse d'amenée 8 qui prolonge la tête de traitement 4. L'axe du premier canal 8a est coaxial avec la tête de traitement 4.

Dans le présent exemple, l'élément de projection d'énergie 11 comprend un faisceau de laser 14. L'axe du faisceau laser est coaxial ou sensiblement coaxial (en formant un angle de plus ou moins de 10 degrés par rapport à l'axe radial) et orienté vers la surface de travail 6a du support de fabrication 6 comme cela est visible sur la figue 1.

Sur la figure 2 qui illustre un autre mode de réalisation de l'installation 1, les éléments d'alimentation 5 en matériau sont distincts de la tête de traitement 4 et sont agencés à distance de celle-ci. L'élément de projection d'énergie 11 est installé dans la tête de traitement 4. L'axe de projection de l'élément de projection d'énergie 11 est transversal à l'axe de sortie du fil dans la buse d'amenée 8. La buse d'amenée 8 se

déplace avantageusement, mais non limitativement, en même temps que la tête de traitement 4 et suivant les axes longitudinal, transversal et radial.

Bien entendu, diverses techniques utilisant un autre type d'énergie pour faire fondre le matériau qui sera déposé sur le support de fabrication 5 est envisageable (arc électrique ou plasma).

En référence aux figures 2 et 4, l'installation 1 comprend une buse de pulvérisation 15 d'un élément de refroidissement de la buse d'amenée 8 du matériau de sorte que cette dernière ne s'échauffe pas suite aux températures élevées de l'énergie nécessaire pour la fusion du matériau.

La buse de pulvérisation 15 est orientée vers la buse d'amenée 8 du matériau et à distance de celle-ci. Dans l'exemple illustré de la figure 4, plusieurs buses de pulvérisation sont orientées vers la buse d'amenée. Les buses 15 sont superposées suivant une direction parallèle à l'axe de la buse d'amenée (ici l'axe radial) de manière à réaliser un refroidissement efficace et uniforme de la buse d'amenée 8 sur toute sa hauteur ou longueur. Le nombre de buse est compris entre 1 et 5. Avantageusement, le nombre de buse dépend de la hauteur de la buse d'amenée.

Dans le but de refroidir efficacement la buse d'amenée 8, l'élément de refroidissement est projeté à une pression comprise entre 1 et 3 bars. Cette pression est suffisante pour refroidir la buse mais n'entraîne pas de perturbation du bain de fusion.

Avantageusement, mais non limitativement, la buse de pulvérisation 15 de l'élément de refroidissement est agencée à une distance d comprise entre 3 et 10 cm de la buse d'amenée 8. La buse 15 se déplace simultanément avec la buse d'amenée 8 pour garantir un refroidissement continu de la buse d'amenée 8.

Suivant une caractéristique avantageuse, mais non limitativement, la buse de pulvérisation 15 est montée sur un support des éléments d'alimentation 5 en matériau de sorte que leurs déplacements soient simultanés. En d'autres termes, la ou les buse(s) de pulvérisation 15 et la buse d'amenée 8 sont fixes les unes par rapport aux autres.

L'élément de refroidissement comprend un gaz inerte du type Argon ou Azote qui permet d'éviter l'oxydation de la pièce en cours de construction. En effet, la buse de pulvérisation 15 est également installée dans l'enceinte (qui est ici fermée) et étant à distance de la tête de traitement 4, le gaz qui refroidit la buse d'amenée remplit l'enceinte créant une atmosphère de protection. La température du gaz est sensiblement celle de l'air ambiant, soit environ 20°C et par conséquent relativement plus froid que la température du bain de fusion (à 2000°C) dans la buse d'amenée.

Nous allons maintenant décrire le procédé de fabrication de la pièce de turbomachine, à l'aide de l'installation 1 décrite ci-dessus. Le procédé comprend une étape d'apport du matériau dans la buse d'amenée 8. Dans cette étape d'apport, le matériau est amené dans la buse 8 sous forme de fil, ici métallique, comme nous l'avons vu précédemment.

Le procédé comprend une étape de projection d'énergie vers le matériau de manière à provoquer la fusion dudit matériau sortant de la buse d'amenée. Le matériau qui a fondu est alors déposé sous forme de cordon de matériau le long d'une première direction sur le support de fabrication.

Plusieurs cordons de matériau sont déposés l'un à côté de l'autre suivant une deuxième direction (axe transversal Y) sur le support de fabrication 6 et ensuite couche après couche suivant une troisième direction ici parallèle à l'axe vertical.

Le procédé comprend une étape de refroidissement de la buse d'amenée 8 lors de l'étape de projection d'énergie. Le gaz inerte utilisé pendant cette étape est pulvérisé sur la buse d'amenée et simultanément à l'étape de projection d'énergie pour que la buse d'amenée ne s'échauffe pas et que le cordon de matière soit de bonne qualité. De manière avantageuse, l'élément de refroidissement est projeté sur toute la hauteur de la buse d'amenée. Avantageusement, la projection de l'élément de refroidissement est continue. Par continue, il est entendu que la projection de l'élément de refroidissement est réalisée durant au moins toute l'étape de projection d'énergie sans interruption de la projection de l'élément de refroidissement. Cependant, la pression de projection peut par exemple varier.
Avantageusement, l'étape de refroidissement est réalisée pendant l'étape de projection et de dépôt du matériau.

REVENDICATIONS

1. Procédé de fabrication d'une pièce, en particulier de turbomachine, sous forme de plusieurs couches superposées d'un matériau sur un support de fabrication (6), le procédé comprenant une étape d'apport du matériau dans une buse d'amenée (8) et une étape de projection d'énergie vers le matériau, de manière à provoquer une fusion du matériau sur le support de fabrication, caractérisé en ce que le procédé comprend une étape de refroidissement de la buse d'amenée (8) par un élément de refroidissement lors de l'étape de projection d'énergie.

2. Procédé selon la revendication précédente, caractérisé en ce que le matériau est sous forme de fil.

3. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que le matériau est métallique.

4. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que l'élément de refroidissement est projeté à une pression comprise entre 1 et 3 bars.

5. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que l'élément de refroidissement présente une température de l'ordre de 20°C.

6. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que l'élément de refroidissement est un flux de gaz neutre tel que l'azote ou l'argon.

7. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que l'étape de projection d'énergie est réalisée avec un faisceau de laser.

8. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que la projection de l'élément de refroidissement est continue.

9. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il s'agit d'une fabrication additive par déposition métallique laser (LMD) par fil.

10. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que l'élément de refroidissement est projeté sur toute la hauteur de la buse d'amenée (8).

11. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il comprend une étape de dépôt du matériau sur le support de fabrication (6), l'étape de refroidissement de la buse d'amenée (8) étant réalisée durant l'étape de projection et de dépôt.

12. Installation (1) pour la réalisation d'un procédé de fabrication d'une pièce, en particulier de turbomachine, sous forme de plusieurs couches superposées d'un matériau sur un support de fabrication (6), l'installation (1) comprenant une buse d'amenée (8) du matériau destiné à fabriquer la pièce et un élément de projection d'énergie (11) en direction du matériau de manière à obtenir une fusion du matériau sur le support de fabrication (6), caractérisée en ce qu'au moins une buse de pulvérisation (15) est destinée à projeter un élément de refroidissement sur la buse d'amenée (8).

13. Installation (1) selon la revendication précédente, caractérisée en ce que la buse de pulvérisation (15) est agencée à une distance de la buse d'amenée (8) comprise entre 3 et 10 cm.

14. Installation (1) selon la revendication précédente, caractérisée en ce qu'elle comprend plusieurs buses de pulvérisation (15).

15. Installation (1) selon la revendication précédente, caractérisée en ce que les buses de pulvérisation (15) sont agencées l'une sur l'autre suivant une direction parallèle à la hauteur de la buse d'amenée (8).

16. Installation (1) selon l'une quelconque des revendications 12 à 15, caractérisée en ce que la buse ou toutes les buses de pulvérisation (15) et la buse d'amenée (8) sont fixes les unes par rapport aux autres.

Fig. 1

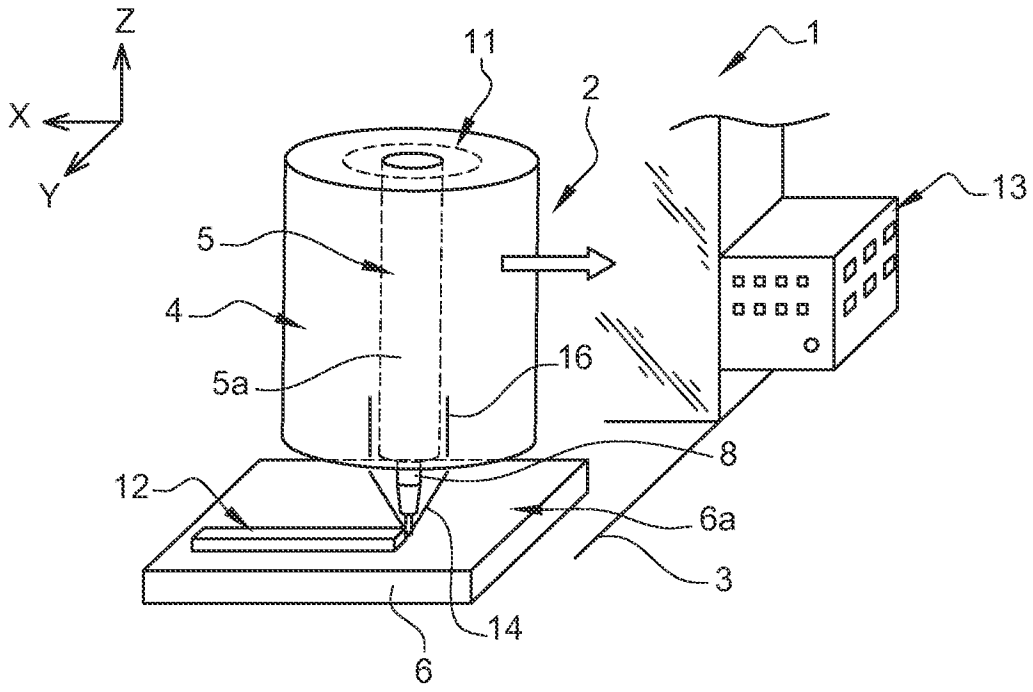


Fig. 2

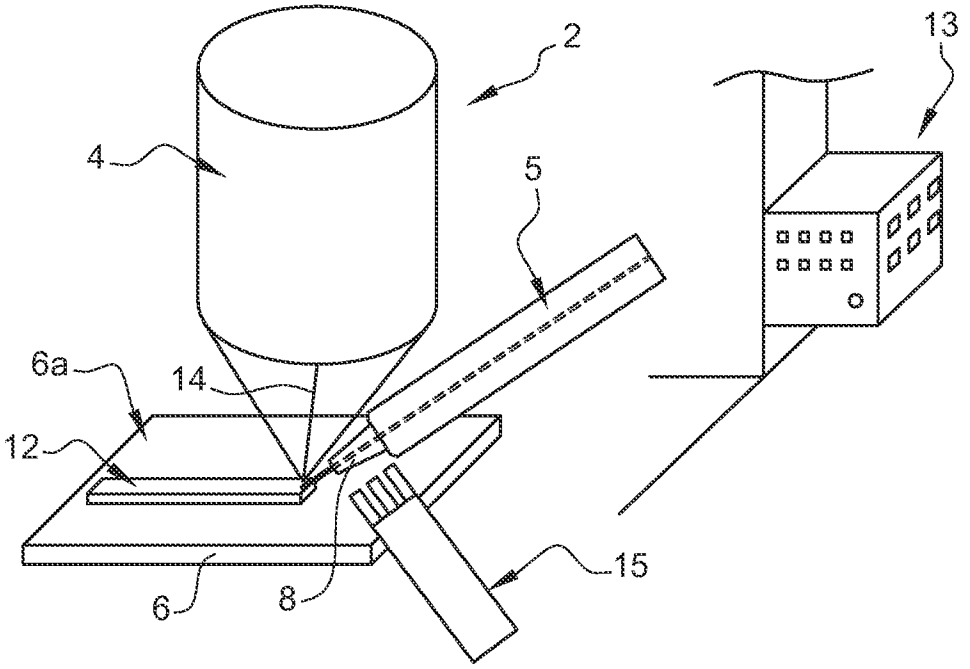


Fig. 3

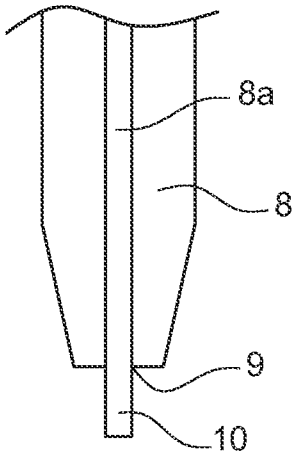
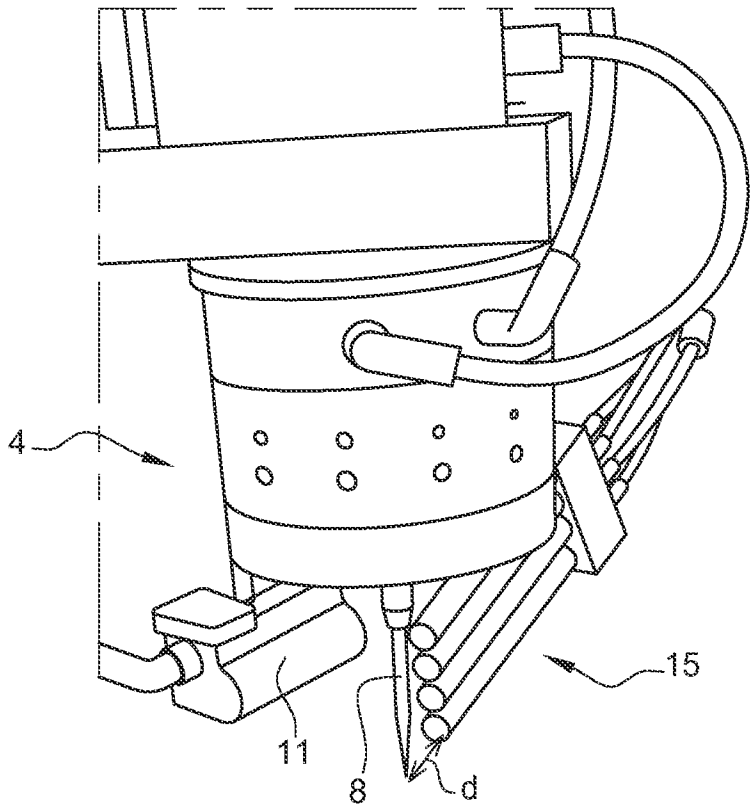


Fig. 4



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/FR2020/051469

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B23K 15/00(2006.01)i; ***B22F 3/10***(2006.01)i; ***B22F 3/105***(2006.01)i; ***B22F 5/04***(2006.01)i; ***B23K 26/342***(2014.01)i; ***B29C 64/118***(2017.01)i; ***B29C 64/209***(2017.01)i; ***B29C 64/371***(2017.01)i; ***B23Q 11/10***(2006.01)i; ***B33Y 30/00***(2015.01)i; *B23K 37/00*(2006.01)n; *B23K 101/00*(2006.01)n

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)

B23K; C22C; B29C; B22F; B23Q

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	US 2019030602 A1 (SACHS EMANUEL MICHAEL [US] ET AL) 31 January 2019 (2019-01-31) paragraphs [0003], [0078], [0084], [0100], [0103], [0187]; figures 1,3	1-9,12,16
X	EP 2705942 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 12 March 2014 (2014-03-12) paragraphs [0035], [0038]; claims 1, 8; figures 2-4	1,8,10-13,16
X	WO 2016086912 A2 (UNIVERSITÄT ROSTOCK [DE]) 09 June 2016 (2016-06-09) claims 1,4; figure 1	1,8,10-16
A	EP 3388171 A1 (GEFERTEC GMBH [DE]) 17 October 2018 (2018-10-17) paragraphs [0032], [0033]	1-16
A	EP 3498402 A1 (FRAUNHOFER GES FORSCHUNG [DE]; TECHNISCHE UNIV DRESDEN [DE]) 19 June 2019 (2019-06-19) paragraphs [0025] - [0027]	1-16
A	WO 2019035810 A1 (SIEMENS ENERGY INC [US]) 21 February 2019 (2019-02-21) paragraphs [0005], [0018], [0019], [0020]; figure 1	1-16

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☑ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
30 September 2020	**08 October 2020**
Name and mailing address of the ISA/EP **European Patent Office** **p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk** **Netherlands** Telephone No. **(+31-70)340-2040** Facsimile No. **(+31-70)340-3016**	Authorized officer **Kramer, Ellen** Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/FR2020/051469

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
US	2019030602	A1	31 January 2019	US	2019030602	A1	31 January 2019
				WO	2019014612	A1	17 January 2019
EP	2705942	A1	12 March 2014	DE	102012215749	A1	06 March 2014
				EP	2705942	A1	12 March 2014
				ES	2622553	T3	06 July 2017
WO	2016086912	A2	09 June 2016	DE	102014018080	A1	09 June 2016
				DE	112015005447	A5	09 November 2017
				WO	2016086912	A2	09 June 2016
EP	3388171	A1	17 October 2018	DE	102017108031	A1	18 October 2018
				EP	3388171	A1	17 October 2018
EP	3498402	A1	19 June 2019	DE	102017222888	A1	19 June 2019
				EP	3498402	A1	19 June 2019
WO	2019035810	A1	21 February 2019	CN	111212703	A	29 May 2020
				EP	3668679	A1	24 June 2020
				KR	20200040828	A	20 April 2020
				WO	2019035810	A1	21 February 2019

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°
PCT/FR2020/051469

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE

INV. B23K15/00 B22F3/10 B22F3/105 B22F5/04 B23K26/342
B29C64/118 B29C64/209 B29C64/371 B23Q11/10 B33Y30/00
ADD. B23K37/00 B23K101/00

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)
B23K C22C B29C B22F B23Q

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	US 2019/030602 A1 (SACHS EMANUEL MICHAEL [US] ET AL) 31 janvier 2019 (2019-01-31) alinéas [0003], [0078], [0084], [0100], [0103], [0187]; figures 1,3	1-9,12, 16
X	EP 2 705 942 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 12 mars 2014 (2014-03-12) alinéas [0035], [0038]; revendications 1, 8; figures 2-4	1,8, 10-13,16
X	WO 2016/086912 A2 (UNIVERSITÄT ROSTOCK [DE]) 9 juin 2016 (2016-06-09) revendications 1,4; figure 1	1,8, 10-16
A	EP 3 388 171 A1 (GEFERTEC GMBH [DE]) 17 octobre 2018 (2018-10-17) alinéas [0032], [0033]	1-16

-/--

[X] Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents

[X] 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
30 septembre 2020	08/10/2020

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale	Fonctionnaire autorisé
Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Kramer, Ellen

C(suite). DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	EP 3 498 402 A1 (FRAUNHOFER GES FORSCHUNG [DE]; TECHNISCHE UNIV DRESDEN [DE]) 19 juin 2019 (2019-06-19) alinéas [0025] - [0027]	1-16
A	WO 2019/035810 A1 (SIEMENS ENERGY INC [US]) 21 février 2019 (2019-02-21) alinéas [0005], [0018], [0019], [0020]; figure 1	1-16

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°
PCT/FR2020/051469

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 2019030602 A1	31-01-2019	US 2019030602 A1	31-01-2019
		WO 2019014612 A1	17-01-2019
EP 2705942 A1	12-03-2014	DE 102012215749 A1	06-03-2014
		EP 2705942 A1	12-03-2014
		ES 2622553 T3	06-07-2017
WO 2016086912 A2	09-06-2016	DE 102014018080 A1	09-06-2016
		DE 112015005447 A5	09-11-2017
		WO 2016086912 A2	09-06-2016
EP 3388171 A1	17-10-2018	DE 102017108031 A1	18-10-2018
		EP 3388171 A1	17-10-2018
EP 3498402 A1	19-06-2019	DE 102017222888 A1	19-06-2019
		EP 3498402 A1	19-06-2019
WO 2019035810 A1	21-02-2019	CN 111212703 A	29-05-2020
		EP 3668679 A1	24-06-2020
		KR 20200040828 A	20-04-2020
		WO 2019035810 A1	21-02-2019