

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

①1 N° de publication : **3 133 550**

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

②1 N° d'enregistrement national : **22 02332**

⑤1 Int Cl<sup>8</sup> : **B 22 F 12/90** (2022.01), B 22 F 10/85, B 22 F 10/28

⑫

## BREVET D'INVENTION

**B1**

⑤4 Procédé de fonctionnement d'un système de fusion laser sur lit de poudre.

②2 Date de dépôt : 17.03.22.

③0 Priorité :

④3 Date de mise à la disposition du public  
de la demande : 22.09.23 Bulletin 23/38.

④5 Date de la mise à disposition du public du  
brevet d'invention : 19.07.24 Bulletin 24/29.

⑤6 Liste des documents cités dans le rapport de  
recherche :

*Se reporter à la fin du présent fascicule*

⑥0 Références à d'autres documents nationaux  
apparentés :

○ Demande(s) d'extension :

⑦1 Demandeur(s) : *SAFRAN ADDITIVE  
MANUFACTURING CAMPUS Société par actions  
simplifiée (SAS) — FR.*

⑦2 Inventeur(s) : COMBES Guilhem Kévin et MINIOT  
Quentin, Valentin.

⑦3 Titulaire(s) : SAFRAN ADDITIVE  
MANUFACTURING CAMPUS Société par actions  
simplifiée (SAS).

⑦4 Mandataire(s) : Ernest GUTMANN - Yves  
PLASSERAUD SAS.

**FR 3 133 550 - B1**



## Description

### Titre de l'invention : Procédé de fonctionnement d'un système de fusion laser sur lit de poudre

#### Domaine technique

- [0001] L'invention concerne le domaine de la fabrication additive, et en particulier la fabrication additive par fusion laser sélective sur lit de poudre, également connue sous le nom anglais *Laser Beam Melting* (LBM) ou *Selective Laser Melting* (SLM).
- [0002] Plus précisément, l'invention concerne un procédé de fonctionnement d'un système de fusion laser sur lit de poudre.

#### Technique antérieure

- [0003] On connaît dans la technique une méthode qui consiste à fabriquer au moins une pièce, notamment une ou plusieurs pièce(s) métallique(s), par fusion de couches successives de poudre au moyen d'un faisceau laser commandé par un système de traitement de l'information dans lequel on a enregistré les coordonnées tridimensionnelles des points des couches successives à réaliser pour former lesdites pièces.
- [0004] La [Fig.1] illustre un dispositif de fabrication 1 destiné à mettre en œuvre une telle méthode.
- [0005] Le dispositif de fabrication 1 comprend un réservoir 3 contenant une poudre métallique 5 et dont le fond 7 est mobile, déplaçable en translation verticalement par une tige 9 d'un vérin, et une cuve 11 voisine, sensiblement parallélépipédique, dont le fond est constitué par un plateau 13 mobile, déplaçable en translation verticalement par une tige 15 d'un second vérin.
- [0006] Le dispositif de fabrication 1 comporte en outre un racleur 17 permettant d'amener de la poudre du réservoir 3 vers la cuve 11, le racleur 17 étant mobile en translation le long d'un plan horizontal A sensiblement parallèle au plateau 13. Le dispositif de fabrication 1 comprend en outre des moyens de génération 18 d'un faisceau laser 19, couplés à un dispositif de déplacement 20 dudit faisceau laser 19 permettant de l'orienter et/ou de le déplacer pour atteindre n'importe quel point de la cuve 11.
- [0007] Pour fabriquer une ou plusieurs pièces 21, une première couche de poudre est disposée dans la cuve 11 à l'aide du racleur 17.
- [0008] La couche présente alors une surface inférieure correspondant à la surface du plateau 13 et une surface supérieure sur laquelle est dirigé et déplacé le faisceau laser 19. L'énergie apportée par ce faisceau provoque la fusion locale de la poudre qui, en se solidifiant, forme une première couche de la ou de chaque pièce 21.
- [0009] Après formation de cette première couche, le plateau 13 est descendu d'une distance correspondant à l'épaisseur d'une couche de poudre, tandis que le fond 7 du réservoir 3

est remonté d'une hauteur correspondante, pour qu'une certaine quantité de poudre 22 soit située au-dessus du plan horizontal A.

[0010] Puis, cette quantité de poudre 22 est amenée par le racleur 17, depuis le réservoir 3 jusque dans la cuve 11, pour former une deuxième couche par-dessus la couche précédente. De la même manière que précédemment, une seconde couche de chaque pièce 21 est formée à l'aide du faisceau laser 19. La quantité de poudre et les positions du fond 7 et du plateau 13 sont déterminées de façon à former des couches de poudre d'une épaisseur choisie et constante.

[0011] Ces opérations sont répétées jusqu'à fabrication complète des pièces 21.

[0012] Cependant, il n'existe pas de moyen de détecter de possibles problèmes lors de la production de la pièce. Plus précisément, il n'existe pas de moyen de détecter un incident tel qu'un choc sur la pièce ou un dépôt non uniforme de couche de poudre qui viendrait dégrader la qualité de la pièce à fabriquer.

### **Résumé**

[0013] La présente divulgation vient améliorer la situation.

[0014] Il est proposé un procédé de fonctionnement d'un système de fusion laser sur lit de poudre lors duquel au moins une couche de poudre est étalée à l'aide d'un racleur et au moins un son émis par ledit système est capté lors de l'étalement, dans lequel ledit son capté est comparé à d'autres sons d'une base de données comportant des sons normaux de référence émis lors d'un fonctionnement normal dudit système et des sons anormaux de référence émis lors d'un dysfonctionnement de l'étalement de la couche de poudre, de façon à déterminer si ledit son correspond à un son normal ou à un son anormal.

[0015] Le capteur permettant de capter le son peut être un sonomètre.

[0016] Le présent procédé permet de détecter un éventuel problème lors de l'étalement de la poudre dans un système de fusion laser sur lit de poudre. Ce procédé permet ainsi d'anticiper un possible blocage du racleur et donc d'effectuer quand cela est possible des corrections avant l'arrêt de la production d'une pièce.

[0017] La base de données peut être au moins en partie constituée par captage de sons émis par le système de fusion laser concerné lors d'étalements antérieurs de couches de poudre.

[0018] Ces sons captés dans la base de données permettent de discriminer dans quel type de fonctionnement est le racleur à savoir un fonctionnement normal ou un dysfonctionnement de l'étalement de la couche de poudre.

[0019] S'il peut être déterminé que le son capté est un son anormal, alors l'étalement de la couche de poudre peut être interrompu.

[0020] A l'inverse, s'il peut être déterminé que le son capté est un son normal, alors l'étalement de la couche de poudre peut être poursuivi.

- [0021] Les sons anormaux de référence peuvent comprendre au moins un son appartenant à l'une des catégories suivantes :
- son d'une courte durée et d'une forte intensité sonore ;
  - son constant et d'une intensité sonore moyenne ;
  - combinaison d'un son de courte durée et forte intensité sonore avec un son constant et d'intensité sonore moyenne ;
  - son d'intensité sonore faible.
- [0022] L'intensité sonore d'un son anormal de référence peut être supérieure à l'intensité sonore d'un son normal de référence, en particulier d'au moins 10db.
- [0023] La majorité ou tous les sons anormaux de référence peuvent appartenir à au moins l'une des catégories précitées.
- [0024] Ces sons anormaux référencés dans la base de données permettent le repérage d'une anomalie lors de l'étalement de la couche de poudre.
- [0025] Les sons normaux de référence peuvent comprendre au moins un son linéaire d'une intensité sonore faible.
- [0026] La majorité ou tous les sons normaux de référence peuvent être d'un tel type.
- [0027] Selon un autre aspect, il est proposé un système de fusion laser sur lit de poudre pour mettre en œuvre le procédé tel que décrit ci-avant, le système comprenant un capteur de son, de préférence un sonomètre.

### **Brève description des dessins**

- [0028] D'autres caractéristiques, détails et avantages apparaîtront à la lecture de la description détaillée ci-après, et à l'analyse des dessins annexés, sur lesquels :
- [0029] [Fig.1] montre une vue schématique de côté d'un dispositif de fabrication additive de l'état de la technique.
- [0030] [Fig.2] montre une vue schématique de côté d'un dispositif de fabrication additive, selon l'invention.

### **Description des modes de réalisation**

- [0031] La [Fig.2] montre un dispositif d'étalement d'une couche de poudre par un racleur 17 dans un système de fusion laser. Ce dispositif est similaire à celui décrit dans l'art antérieur à quelques différences près. Ce dispositif d'étalement de poudre comporte un capteur 25 apte à capter le son, appelé sonomètre. Ce sonomètre comporte une base de données 27.
- [0032] Le présent document concerne un procédé de fonctionnement dudit système de fusion laser sur lit de poudre. Au moins une couche de poudre est étalée à l'aide du racleur 17. Lorsque ladite au moins une couche est étalée, un son est émis. Ce son est alors capté par le sonomètre.
- [0033] La base de données 27 du sonomètre est constituée grâce au captage de sons émis par

le système de fusion laser lors d'utilisations antérieures dudit système et donc lors d'étalements de couches de poudre antérieurs. Dans cette base de données 27, différents types de sons sont répertoriés. Si le son est normal de référence, alors ce son normal de référence est linéaire d'une intensité sonore faible. Par son normal de référence, on entend un son émis par le racleur 17 lors d'un fonctionnement normal dudit racleur. A l'inverse, si le son est anormal de référence, alors différentes catégories de sons anormaux peuvent être repéré. Par son anormal de référence, on entend un son émis par le racleur 17 lors d'un dysfonctionnement de l'étalement de la couche de poudre. Ces sons anormaux de référence peuvent comprendre un son d'une courte durée et d'une forte intensité sonore pouvant être émis lorsque le racleur se heurte à une pièce. Les sons anormaux de référence peuvent comprendre un son constant et d'une intensité sonore moyenne pouvant être émis lorsque le racleur frotte sur un support. L'intensité sonore moyenne du son anormal de référence lorsque le racleur frotte sur un support est inférieure à l'intensité sonore du son anormal de référence lorsque le racleur se heurte à une pièce. Les sons anormaux de référence peuvent comprendre soit une combinaison d'un son de courte durée et forte intensité sonore avec un son constant et d'intensité sonore moyenne. Enfin, les sons anormaux de référence peuvent comprendre un son d'intensité sonore faible, voire nulle, en cas d'arrêt du système de fusion laser.

[0034] Le son émis par le racleur 17 et capté par le sonomètre est comparé aux sons normaux et anormaux de référence compris dans la base de données de sorte à déterminer si ledit son correspond à un son normal ou à un son anormal. Si le son capté par le sonomètre est un son anormal, alors l'étalement de la couche de poudre est interrompu. En revanche, si le son capté par le sonomètre est un son normal, alors l'étalement de la couche de poudre est poursuivi.

## Revendications

- [Revendication 1] Procédé de fonctionnement d'un système de fusion laser sur lit de poudre lors duquel au moins une couche de poudre est étalée à l'aide d'un racleur (17) et au moins un son émis par ledit système est capté lors de l'étalement, dans lequel ledit son capté (25) est comparé à d'autres sons d'une base de données (27) comportant des sons normaux de référence émis lors d'un fonctionnement normal dudit système et des sons anormaux de référence émis lors d'un dysfonctionnement de l'étalement de la couche de poudre, de façon à déterminer si ledit son correspond à un son normal ou à un son anormal.
- [Revendication 2] Procédé selon la revendication précédente, dans lequel la base de données (27) est au moins en partie constituée par captage de sons émis par le système de fusion laser concerné lors d'étalements antérieurs de couches de poudre.
- [Revendication 3] Procédé selon l'une des revendications précédentes, dans lequel, s'il est déterminé que le son capté (25) est un son anormal, alors l'étalement de la couche de poudre est interrompu.
- [Revendication 4] Procédé selon l'une des revendications précédentes, dans lequel l'intensité sonore des sons anormaux de référence est supérieure à l'intensité sonore des sons normaux de référence, notamment d'au moins 10 db.
- [Revendication 5] Procédé selon l'une des revendications précédentes, dans lequel les sons normaux de référence comprennent au moins un son linéaire d'une intensité sonore faible.
- [Revendication 6] Système de fusion laser sur lit de poudre pour mettre en œuvre le procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, le système comprenant un capteur de son, de préférence un sonomètre.

[Fig. 1]

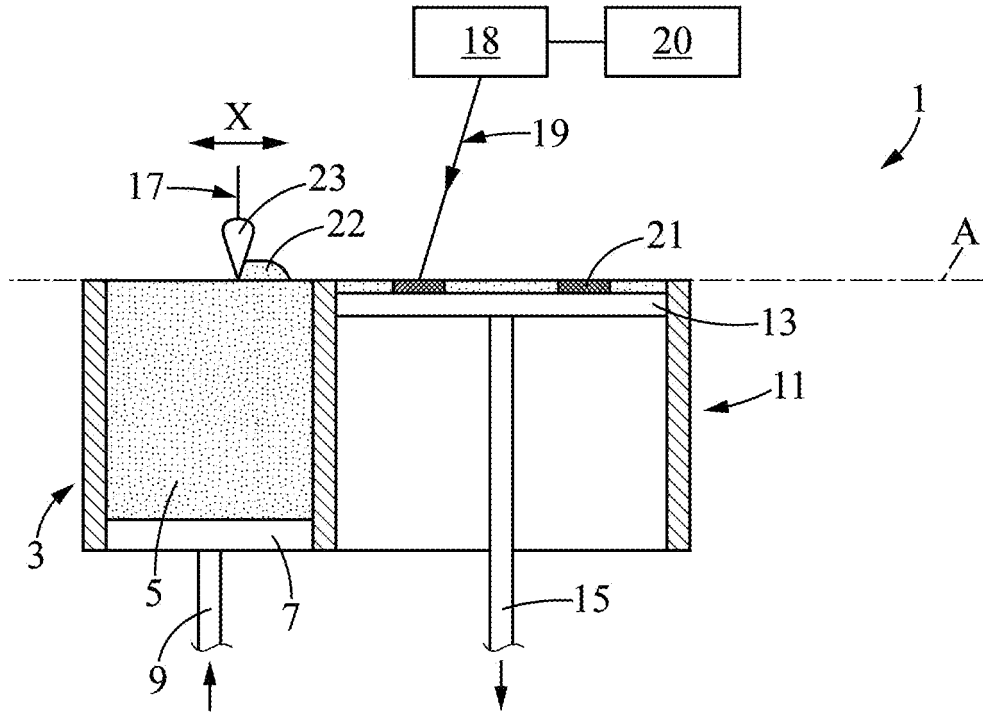


FIG. 1

[Fig. 2]

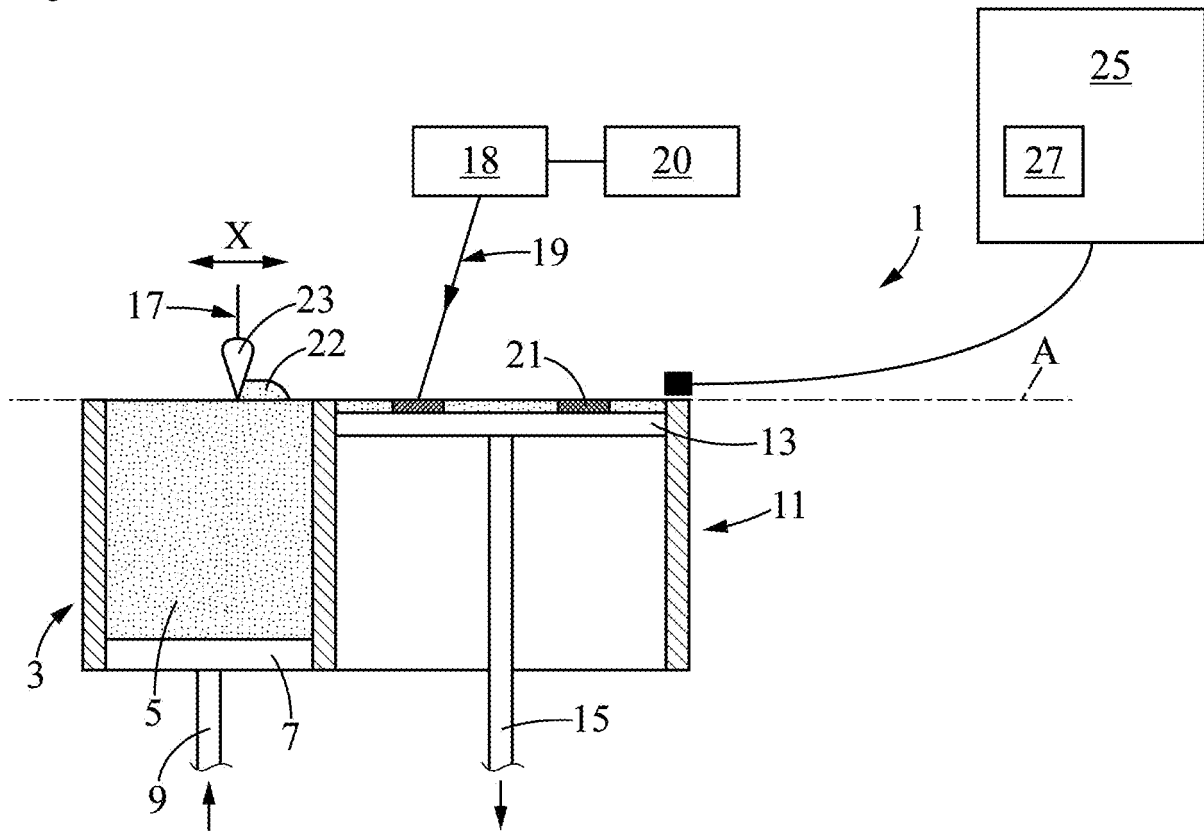


FIG. 2

# RAPPORT DE RECHERCHE

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

## OBJET DU RAPPORT DE RECHERCHE

---

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

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

## CONDITIONS D'ETABLISSEMENT DU PRESENT RAPPORT DE RECHERCHE

---

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

Le demandeur a maintenu les revendications.

Le demandeur a modifié les revendications.

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

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

Un rapport de recherche préliminaire complémentaire a été établi.

## DOCUMENTS CITES DANS LE PRESENT RAPPORT DE RECHERCHE

---

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

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

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

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

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

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

FR 3 111 574 A1 (SAFRAN [FR])  
24 décembre 2021 (2021-12-24)

WO 2020/187509 A1 (SIEMENS AG [DE])  
24 septembre 2020 (2020-09-24)

US 2020/238613 A1 (SHI JINJIE [US] ET AL)  
30 juillet 2020 (2020-07-30)

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

NEANT

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

NEANT