

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

①① N° de publication : **3 123 823**

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

②① N° d'enregistrement national : **22 05453**

⑤① Int Cl⁸ : **B 29 C 64/165** (2022.01), B 29 C 64/218, B 33 Y 10/
00, B 33 Y 30/00

⑫

BREVET D'INVENTION

B1

⑤④ Appareil de fabrication additive et procédé de fabrication additive.

②② Date de dépôt : 07.06.22.

③① Priorité : 10.06.21 JP 2021-097437.

④③ Date de mise à la disposition du public
de la demande : 16.12.22 Bulletin 22/50.

④⑤ Date de la mise à disposition du public du
brevet d'invention : 26.07.24 Bulletin 24/30.

⑤⑥ Liste des documents cités dans le rapport de
recherche :

Se reporter à la fin du présent fascicule

⑥① Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

○ Demande(s) d'extension :

⑦① Demandeur(s) : *SINTOKOGIO, LTD. Société de droit
japonais — JP.*

⑦② Inventeur(s) : *KAJITA Kouji, KOJIMA Kazuya et
NAKANE Takaya.*

⑦③ Titulaire(s) : *SINTOKOGIO, LTD. Société de droit
japonais.*

⑦④ Mandataire(s) : *REGIMBEAU.*

FR 3 123 823 - B1



Description

Titre de l'invention : Appareil de fabrication additive et procédé de fabrication additive

Domaine technique

[0001] La présente divulgation concerne un appareil de fabrication additive et un procédé de fabrication additive.

Contexte

[0002] Dans la publication de brevet non examiné japonais 2016-203425, on décrit un appareil de fabrication additive pour fabriquer un objet modelé stratifié. Cet appareil de fabrication additive a une lame avec un bord pointu au niveau d'une partie inférieure. L'appareil de fabrication additive déplace horizontalement la lame contre le matériau de type pâteux, présentant une fluidité, fourni au plateau. Celle-ci aplatit le matériau et forme une couche.

Problème technique

[0003] Dans l'appareil de fabrication additive décrit dans la publication de brevet non examiné japonais 2016-203425, le déplacement de la lame à grande vitesse peut provoquer des rayures sur la couche réalisée avec le matériau. Il est donc nécessaire de déplacer la lame à faible vitesse pour aplatir régulièrement toute la surface de la couche. Par conséquent, ceci peut prendre du temps pour fabriquer l'objet modelé stratifié. La présente divulgation fournit une technique capable d'augmenter une vitesse de fabrication d'un objet modelé stratifié.

Solution au problème

[0004] Un appareil de fabrication additive selon un aspect de la présente divulgation est un appareil de fabrication additive pour stratifier une pluralité de films fins afin de former un objet modelé. L'appareil de fabrication additive comprend un plateau, une machine à enduire sur rouleaux et une unité d'entraînement. La machine à enduire sur rouleaux a un premier rouleau et un deuxième rouleau. La machine à enduire sur rouleaux forme chacun des films fins réalisés avec un matériau de modelage qui est un matériau de l'objet modelé. L'unité d'entraînement déplace la machine à enduire sur rouleaux par rapport au plateau. Un premier rouleau tourne autour d'un premier axe, dans une première direction, à une première vitesse périphérique. Le deuxième rouleau est agencé à distance du premier rouleau. Le deuxième rouleau tourne autour d'un deuxième axe parallèle au premier axe, dans une direction opposée à la première direction, à une deuxième vitesse périphérique plus rapide que la première vitesse périphérique. La machine à enduire sur rouleaux est agencée de sorte que le deuxième rouleau est agencé en face du plateau. La machine à enduire sur rouleaux fait passer le

matériau de modelage entre une première surface de rouleau du premier rouleau et une deuxième surface de rouleau du deuxième rouleau, et forme ainsi le film fin sur la deuxième surface de rouleau. L'unité d'entraînement déplace la machine à enduire sur rouleaux par rapport au plateau dans une direction orthogonale au deuxième axe, et stratifie ainsi le film fin, formé sur la deuxième surface de rouleau, sur le plateau.

[0005] Dans cet appareil de fabrication additive, le matériau de modelage est formé en film fin entre la première surface de rouleau et la deuxième surface de rouleau. Le film fin du matériau de modelage est formé sur la deuxième surface de rouleau du deuxième rouleau ayant une vitesse périphérique plus rapide que le premier rouleau. L'unité d'entraînement déplace la machine à enduire sur rouleaux par rapport au plateau dans une direction orthogonale au deuxième axe. Le film fin sur la deuxième surface de rouleau est stratifié sur le plateau. Par conséquent, cet appareil de fabrication additive peut augmenter une vitesse de déplacement de la machine à enduire sur rouleaux sans prendre en considération les rayures sur le film fin du matériau de modelage. Par conséquent, cet appareil de fabrication additive peut augmenter une vitesse de fabrication de l'objet modelé, par rapport à un appareil de fabrication additive formant des couches avec une lame.

[0006] Dans un mode de réalisation, l'unité d'entraînement peut déplacer la machine à enduire sur rouleaux par rapport au plateau à une vitesse d'alimentation plus rapide que la deuxième vitesse périphérique. Etant donné que le film fin du matériau de modelage se déplace du côté du plateau où la vitesse est élevée, cet appareil de fabrication additive peut stratifier, de manière fiable, le film fin du matériau de modelage.

[0007] Dans un mode de réalisation, le matériau de modelage peut comprendre une résine photodurcissable et un matériau de frittage. Le matériau de modelage comprenant la résine photodurcissable et le matériau de frittage est formé en film fin entre la première surface de rouleau et la deuxième surface de rouleau. L'appareil de fabrication additive peut former un matériau de modelage, comprenant la résine photodurcissable et le matériau de frittage, plus fin qu'un appareil de fabrication additive formant une couche avec une lame. Etant donné que la lumière est facilement transmise à travers le film fin contenant la résine photodurcissable finement formée et le matériau de frittage, la défaillance de durcissement du matériau de modelage est réduite dans cet appareil de fabrication additive.

[0008] Dans un mode de réalisation, au moins l'une parmi la première surface de rouleau et la deuxième surface de rouleau peut être réalisée à partir de céramique. Le fait de réaliser la surface en céramique amène au moins l'une parmi la première surface de rouleau et la deuxième surface de rouleau à ne pas s'user grâce au matériau de frittage, par rapport au cas dans lequel au moins l'une parmi la première surface de rouleau et la

deuxième surface de rouleau est réalisée à partir d'un métal ou similaire.

[0009] La machine à enduire sur rouleaux peut avoir un troisième rouleau. Le troisième rouleau peut être agencé à distance du premier rouleau. Le troisième rouleau peut tourner autour d'un troisième axe parallèle au premier axe dans la direction opposée au premier axe à une troisième vitesse périphérique plus lente que la première vitesse périphérique. La machine à enduire sur rouleaux peut faire passer le matériau de modelage entre la troisième surface de rouleau du troisième rouleau et la première surface de rouleau pour former un film épais, du matériau de modelage, plus épais que le film fin sur la première surface de rouleau. La machine à enduire sur rouleaux peut faire passer le film épais entre la première surface de rouleau et la deuxième surface de rouleau pour former le film fin, d'un matériau de modelage, sur la deuxième surface de rouleau. Le matériau de modelage est formé en film épais entre la troisième surface de rouleau et la première surface de rouleau. Le film épais du matériau de modelage est formé sur la première surface de rouleau du premier rouleau ayant une vitesse périphérique plus rapide que le troisième rouleau. Le film épais sur la première surface de rouleau est formé en film fin entre la première surface de rouleau et la deuxième surface de rouleau. Avec la configuration ayant le troisième rouleau, le film fin sur la deuxième surface de rouleau est formé à partir du film épais du matériau de modelage formé entre la troisième surface de rouleau et la première surface de rouleau. Cette configuration permet de former le film fin avec une épaisseur plus uniforme qu'une configuration sans le troisième rouleau.

[0010] Dans un mode de réalisation, l'appareil de fabrication additive peut en outre comprendre une unité d'alimentation pour fournir le matériau de modelage à la machine à enduire sur rouleaux, et une unité de rayonnement pour rayonner une lumière laser afin de faire durcir le film fin stratifié sur le plateau.

[0011] Un procédé de fabrication additive selon un autre aspect de la présente divulgation est un procédé de fabrication additive dans lequel une pluralité de films fins sont stratifiés sur un plateau pour former un objet modelé. Le procédé de fabrication additive comprend les étapes consistant à faire tourner un premier rouleau et un deuxième rouleau, former le film fin et stratifier les films fins. L'étape consistant à faire tourner un premier rouleau et un deuxième rouleau comprend, dans une machine à enduire sur rouleaux comprenant un premier rouleau et un deuxième rouleau, l'étape consistant à faire tourner le premier rouleau autour d'un premier axe dans une première direction à une première vitesse périphérique et l'étape consistant à faire tourner le deuxième rouleau, agencé à distance du premier rouleau, autour d'un deuxième axe parallèle au premier axe dans une direction opposée à la première direction à une deuxième vitesse périphérique plus rapide que la première vitesse périphérique. L'étape consistant à former le film fin comprend l'étape consistant à faire passer un

matériau de modelage entre une première surface de rouleau du premier rouleau et une deuxième surface de rouleau du deuxième rouleau et former ainsi chacun des films fins, réalisés à partir du matériau de modelage, sur la deuxième surface de rouleau.

L'étape consistant à stratifier les films fins comprend les étapes consistant à agencer la machine à enduire sur rouleaux de sorte que le deuxième rouleau est positionné en face du plateau, déplacer ensuite la machine à enduire sur rouleaux dans une direction orthogonale au deuxième axe, et stratifier ainsi le film fin, formé sur la deuxième surface de rouleau, sur le plateau.

[0012] Dans ce procédé de fabrication additive, le matériau de modelage est formé en film fin entre la première surface de rouleau et la deuxième surface de rouleau. Le film fin du matériau de modelage est formé sur la deuxième surface de rouleau du deuxième rouleau ayant une vitesse périphérique plus rapide que le premier rouleau. L'unité d'entraînement déplace la machine à enduire sur rouleaux par rapport au plateau dans une direction orthogonale au deuxième axe. Le film fin sur la deuxième surface de rouleau est stratifié sur le plateau. Par conséquent, ce procédé de fabrication additive peut augmenter une vitesse de déplacement de la machine à enduire sur rouleaux sans prendre en considération les rayures sur le film fin du matériau de modelage. Par conséquent, ce procédé de fabrication additive peut augmenter une vitesse de fabrication de l'objet modelé par rapport à un procédé de fabrication additive formant une couche avec une lame.

[0013] Dans un mode de réalisation, l'unité d'entraînement peut déplacer la machine à enduire sur rouleaux par rapport au plateau à une vitesse d'alimentation plus rapide que la deuxième vitesse périphérique. Etant donné que le film fin du matériau de modelage se déplace du côté du plateau où la vitesse est élevée, ce procédé de fabrication additive peut stratifier, de manière fiable, le film fin du matériau de modelage.

[0014] Dans un mode de réalisation, le matériau de modelage peut comprendre une résine photodurcissable et un matériau de frittage. Le procédé de fabrication additive peut en outre comprendre l'étape consistant à séparer la résine photodurcissable de l'objet modelé par traitement thermique, et l'étape consistant à fritter le matériau de frittage par traitement thermique. Le matériau de modelage est formé en film fin entre la première surface de rouleau et la deuxième surface de rouleau. Ce procédé de fabrication additive peut former le matériau de modelage contenant la résine photodurcissable et le matériau de frittage plus fin qu'un procédé de fabrication additive formant une couche avec une lame. Etant donné que la lumière est facilement transmise à travers un film fin contenant la résine photodurcissable finement formée et le matériau de frittage, la défaillance de durcissement de la résine photodurcissable est réduite dans ce procédé de fabrication additive.

Effets avantageux de l'invention

[0015] La technique selon la présente divulgation permet d'augmenter la vitesse de fabrication de la fabrication additive.

Brève description des dessins

[0016] [Fig.1] La [Fig.1] est un schéma représentant une configuration d'un appareil de fabrication additive selon un mode de réalisation.

[Fig.2] La [Fig.2] est un schéma représentant la configuration de l'appareil de fabrication additive selon le mode de réalisation.

[Fig.3] La [Fig.3] est un schéma représentant la configuration de l'appareil de fabrication additive selon le mode de réalisation.

[Fig.4] La [Fig.4] est un schéma représentant la configuration de l'appareil de fabrication additive selon le mode de réalisation.

[Fig.5] La [Fig.5] est un organigramme représentant le procédé de fabrication additive selon le mode de réalisation.

[Fig.6] La [Fig.6] est un schéma représentant une configuration d'un appareil de fabrication additive selon un exemple modifié.

Description détaillée

[0017] La partie suivante décrit les modes de réalisation de la présente divulgation en référence aux dessins. La direction d'axe X et la direction d'axe Y sur les figures sont des directions horizontales, et la direction d'axe Z est une direction verticale. La direction d'axe X, la direction d'axe Y et la direction d'axe Z sont des directions axiales orthogonales entre elles dans un système de coordonnées orthogonales dans l'espace tridimensionnel. Dans la description suivante, les mêmes éléments ou les éléments équivalents sont désignés par les mêmes numéros de référence, et la description dupliquée doit être omise.

[0018] (Configuration de l'appareil de fabrication additive)

La partie suivante décrit une configuration d'un appareil de fabrication additive 1 selon ce mode de réalisation en référence aux figures 1 à 4. Les figures 1 à 4 sont des schémas représentant la configuration de l'appareil de fabrication additive 1 selon le mode de réalisation. Comme représenté sur la [Fig.1], l'appareil de fabrication additive 1 comprend une machine à enduire sur rouleaux 10, une unité d'alimentation 20, une unité d'entraînement 30, un plateau 40, une unité de rayonnement 50 et une unité de commande 60. L'appareil de fabrication additive 1 stratifie un film fin F du matériau de modelage S couche par couche pour fabriquer un objet modelé tridimensionnel M. Le matériau de modelage S est un matériau pour l'objet modelé M. Le film fin F du matériau de modelage S est stratifié, couche par couche, sur un plateau 40 par la machine à enduire sur rouleaux 10.

[0019] Dans ce mode de réalisation, le matériau de modelage S comprend une résine photodurcissable et un matériau de frittage. Le matériau de modelage S est, par exemple, une pâte. La résine photodurcissable est, par exemple, une résine durcissable aux ultraviolets. La résine photodurcissable est spécifiquement une résine époxy ou une résine acrylique. Le matériau de frittage est, par exemple, une poudre de céramique ou une poudre métallique. Le matériau de frittage est spécifiquement du SiC (carbure de silicium), du Si₃N₄ (nitrure de silicium), ou un cermet. Dans ce mode de réalisation, le contenu du matériau de frittage dans le matériau de modelage S représente 40 % en poids ou plus et 70 % en poids ou moins. Lorsque le contenu de matériau de frittage dans le matériau de modelage S augmente, la viscosité du matériau de modelage S augmente.

[0020] La machine à enduire sur rouleaux 10 a un premier rouleau 11 et un deuxième rouleau 12. Le premier rouleau 11 a une forme cylindrique centrée sur un premier axe parallèle à la direction d'axe Y. Le deuxième rouleau 12 a une forme cylindrique centrée sur un deuxième axe parallèle au premier axe. Le deuxième axe, qui est parallèle au premier axe, est parallèle à l'axe Y. Le premier rouleau 11 comprend une première surface de rouleau 11a configurant une surface incurvée d'un cylindre dans la direction radiale. Le deuxième rouleau 12 comprend une deuxième surface de rouleau 12a configurant une surface incurvée d'un cylindre dans la direction radiale. Le premier rouleau 11 est prévu, en rotation, avec le premier axe en tant que centre de rotation. Le deuxième rouleau 12 est prévu, en rotation, avec le deuxième axe en tant que centre de rotation. Le premier rouleau 11 et le deuxième rouleau 12 sont chacun prévus avec, par exemple, une unité d'entraînement de rotation (non représentée) et la direction de rotation et la vitesse de rotation sont commandées. Dans ce mode de réalisation, la première surface de rouleau 11a et la deuxième surface de rouleau 12a sont réalisées à partir de céramique. La céramique est, par exemple, la zircone ou l'alumine de zircone.

[0021] Le premier rouleau 11 et le deuxième rouleau 12 tournent dans des directions différentes l'un de l'autre. Lorsque le premier rouleau 11 tourne dans une direction (un exemple d'une première direction), le deuxième rouleau 12 tourne dans la direction opposée à la première direction. Dans ce mode de réalisation, le premier rouleau 11 tourne dans le sens des aiguilles d'une montre autour du premier axe à une première vitesse périphérique. Le deuxième rouleau 12 tourne dans le sens inverse des aiguilles d'une montre autour du deuxième axe à une deuxième vitesse périphérique. La première vitesse périphérique est, par exemple, de 30 mm/seconde. La deuxième vitesse périphérique est, par exemple, de 60 mm/seconde. Le rapport de la deuxième vitesse périphérique sur la première vitesse périphérique (deuxième vitesse périphérique/première vitesse périphérique) est, par exemple, de 2.

- [0022] Le deuxième rouleau 12 est agencé à distance du premier rouleau 11. L'interstice entre le premier rouleau 11 et le deuxième rouleau 12 peut être ajusté, par exemple, dans la plage de 20 μm ou plus et 1 mm ou moins. La machine à enduire sur rouleaux 10 fait passer le matériau de modelage S entre la première surface de rouleau 11a et la deuxième surface de rouleau 12a. La machine à enduire sur rouleaux 10 fait passer le matériau de modelage S par l'interstice entre le premier rouleau 11 et le deuxième rouleau 12. Le matériau de modelage S est déroulé entre la première surface de rouleau 11a et la deuxième surface de rouleau 12a et est enroulé autour de la deuxième surface de rouleau 12a. Le matériau de modelage S, qui est passé entre la première surface de rouleau 11a et la deuxième surface de rouleau 12a, est formé en un film fin F de matériau de modelage S sur la deuxième surface de rouleau 12a. L'épaisseur du film fin F est, par exemple, d'environ 10 μm . Le premier rouleau 11 et le deuxième rouleau 12 peuvent fonctionner comme un laminoir en ajustant l'interstice entre le premier rouleau 11 et le deuxième rouleau 12. Lorsque le premier rouleau 11 et le deuxième rouleau 12 fonctionnent comme un laminoir, les agrégats de matériau de frittage contenus dans le matériau de modelage S sont pulvérisés entre le premier rouleau 11 et le deuxième rouleau 12. Dans ce cas, le matériau de frittage est des particules principales, et les agrégats du matériau de frittage sont des particules secondaires.
- [0023] La machine à enduire sur rouleaux 10 a en outre une lame 13. La lame 13 est agencée afin de faire face à la partie inférieure du premier rouleau 11 dans la direction d'axe Z, par exemple. La lame 13 retire le matériau de modelage S restant sur la première surface de rouleau 11a. Le matériau de modelage S restant sur la première surface de rouleau 11a est le matériau de modelage S qui est passé entre la première surface de rouleau 11a et la deuxième surface de rouleau 12a. Le matériau de modelage S retiré par la lame 13 doit être collecté et réutilisé.
- [0024] L'unité d'alimentation 20 fournit le matériau de modelage S à la machine à enduire sur rouleaux 10. Dans ce mode de réalisation, l'unité d'alimentation 20 est agencée au-dessus de la machine à enduire sur rouleaux 10 dans la direction d'axe Z. La machine à enduire sur rouleaux 10 verse le matériau de modelage S sur le premier rouleau 11 rotatif. Le matériau de modelage S est formé dans un bassin de liquide P au-dessus de l'interstice entre le premier rouleau 11 et le deuxième rouleau 12. Le matériau de modelage S accumulé dans le bassin de liquide P passe séquentiellement entre la première surface de rouleau 11a et la deuxième surface de rouleau 12a.
- [0025] L'unité d'entraînement 30 modifie la position relative entre la machine à enduire sur rouleaux 10 et le plateau 40. La machine à enduire sur rouleaux 10 est agencée de sorte que le deuxième rouleau 12 est positionné au-dessus du plateau 40. Dans ce mode de réalisation, l'unité d'entraînement 30 est raccordée à la machine à enduire sur rouleaux 10. L'unité d'entraînement 30 déplace la machine à enduire sur rouleaux 10 par rapport

au plateau 40 dans une direction orthogonale au deuxième axe à une vitesse d'alimentation plus rapide que la deuxième vitesse périphérique. A titre d'exemple, l'unité d'entraînement 30 déplace la machine à enduire sur rouleaux 10 dans la direction d'axe X. La direction dans laquelle la machine à enduire sur rouleaux 10 se déplace, est la direction tangentielle au point de contact entre le deuxième rouleau 12 et le plateau 40, comme observé depuis la direction d'axe Y. La direction dans laquelle la machine à enduire sur rouleaux 10 se déplace, est une direction qui n'interfère pas avec la rotation du deuxième rouleau 12. La direction dans laquelle la machine à enduire sur rouleaux 10 se déplace, est opposée à la direction de la vitesse angulaire au point de contact entre le deuxième rouleau 12 et le plateau 40. Le point de contact entre le deuxième rouleau 12 et le plateau 40 comprend le point de contact entre le deuxième rouleau 12 et le film fin F déjà stratifié et durci sur le plateau 40. Par exemple, lorsque le deuxième rouleau 12 tourne dans le sens inverse des aiguilles d'une montre, la direction dans laquelle la machine à enduire sur rouleaux 10 se déplace, est la direction négative sur l'axe X. La direction négative de l'axe X est la direction opposée à la direction indiquée par la pointe de flèche de la flèche dans la direction d'axe X. Lorsque le deuxième rouleau 12 tourne dans le sens des aiguilles d'une montre, la direction dans laquelle la machine à enduire sur rouleaux 10 se déplace, est la direction positive de l'axe X. La direction positive de l'axe X est la direction indiquée par la pointe de flèche de la flèche dans la direction d'axe X. L'unité d'entraînement 30 peut être raccordée au plateau 40. Lorsque l'unité d'entraînement 30 est raccordée au plateau 40, l'unité d'entraînement 30 déplace le plateau 40 de sorte que la machine à enduire sur rouleaux 10 se déplace, comme observé depuis le plateau 40.

[0026] Un film fin F formé sur la deuxième surface de rouleau 12a est stratifié sur le plateau 40. Le film fin F de la deuxième surface de rouleau 12a est stratifié de sorte à être comprimé sur le plateau 40. La distance entre la deuxième surface de rouleau 12a et le plateau 40 est ajustée à une distance prédéterminée qui est égale à l'épaisseur du film fin F ou inférieure. La machine à enduire sur rouleaux 10 se déplace par rapport au plateau 40 à une vitesse d'alimentation plus rapide que la deuxième vitesse périphérique. Par conséquent, le film fin F formé sur la surface de rouleau de la machine à enduire sur rouleaux 10 est comprimé contre le plateau 40 et stratifié de sorte à être détaché de la deuxième surface de rouleau 12a. La « stratification sur le plateau 40 » comprend non seulement le cas dans lequel le film fin F est stratifié sur la surface supérieure du plateau 40, mais également le cas dans lequel le film fin F est stratifié sur le film fin F qui a été stratifié et durci sur la surface supérieure du plateau 40.

[0027] Le plateau 40 a un mécanisme d'ajustement 41. Comme représenté sur la [Fig.2], le mécanisme d'ajustement 41 ajuste la distance entre le deuxième rouleau 12 et le

plateau 40. Le mécanisme d'ajustement 41 ajuste la distance entre le deuxième rouleau 12 et le plateau 40 de sorte à permettre la prochaine stratification. Dans ce mode de réalisation, la surface supérieure du plateau 40 sur lequel le film fin F est stratifié, est un plan s'étendant dans la direction d'axe X et la direction d'axe Y. Le mécanisme d'ajustement 41 ajuste le plateau 40 de sorte à le déplacer d'environ l'épaisseur du film fin F dans la direction d'axe Z, par exemple. La direction d'axe Z est la direction de hauteur. Le plateau 40 n'a pas besoin d'avoir le mécanisme d'ajustement 41. Dans ce cas, la machine à enduire sur rouleaux 10 peut être configurée pour avoir le mécanisme d'ajustement 41.

- [0028] L'unité de rayonnement 50 rayonne un laser qui durcit le film fin F stratifié sur le plateau 40. Comme représenté sur la [Fig.3], dans ce mode de réalisation, l'unité de rayonnement 50 rayonne un laser ultraviolet. L'unité de rayonnement 50 a un oscillateur laser (non représenté) et un miroir galvanométrique (non représenté). L'unité de rayonnement 50 balaie le film fin F de sorte que le point focal du laser se déplace le long d'une forme prédéterminée, comme observé depuis la direction d'axe Z. La région du film fin F balayée par le laser se durcit. De manière spécifique, la résine photodurcissable contenue dans le film fin F est durcie.
- [0029] L'unité de commande 60 commande le fonctionnement des éléments de l'appareil de fabrication additive 1 mentionné ci-dessus. Par exemple, l'unité de commande 60 commande : les vitesses périphériques respectives du premier rouleau 11 et du deuxième rouleau 12 ; la quantité d'alimentation du matériau de modelage S que l'unité d'alimentation 20 fournit ; la vitesse d'alimentation et la direction d'alimentation de l'unité d'entraînement 30 ; la quantité d'ajustement du mécanisme d'ajustement 41 ; et la position du point focal du laser que l'unité de rayonnement 50 rayonne.
- [0030] Comme décrit ci-dessus, l'appareil de fabrication additive 1 stratifie un film fin F du matériau de modelage S couche par couche. Comme représenté sur la [Fig.4], l'appareil de fabrication additive 1 stratifie un nombre prédéterminé de films fins F le long de la direction d'axe Z afin de former un objet modelé M. Lors d'un post-traitement, le traitement thermique est réalisé sur l'objet modelé M. Le traitement thermique dégraisse la résine photodurcissable de l'objet modelé M et fritte le matériau de frittage de l'objet modelé M.
- [0031] (Processus du procédé de fabrication additive)
- La partie suivante décrit le processus d'un procédé de fabrication additive selon ce mode de réalisation en référence aux figures 1 à 5. La [Fig.5] est un organigramme représentant une fabrication additive selon ce mode de réalisation. Dans le procédé de fabrication additive selon ce mode de réalisation, une pluralité de films fins sont stratifiés afin de former un objet modelé M. Dans ce mode de réalisation, un opérateur ou

similaire réalise le procédé de fabrication additive en utilisant l'appareil de fabrication additive 1.

- [0032] On réalise tout d'abord l'étape consistant à faire tourner un premier rouleau et un deuxième rouleau (étape S10). A l'étape S10, le premier rouleau 11 tourne dans la première direction à la première vitesse périphérique. Le deuxième rouleau 12 tourne dans la direction opposée à la première direction à la deuxième vitesse périphérique plus rapide que la première vitesse périphérique.
- [0033] On réalise ensuite une étape consistant à fournir un matériau de modelage (étape S20). A l'étape S20, le matériau de modelage S est amené à la machine à enduire sur rouleaux 10 ayant le premier rouleau 11 et le deuxième rouleau 12. Dans ce mode de réalisation, le matériau de modelage S contient une résine photodurcissable et un matériau de frittage. Le matériau de modelage S est fourni par l'unité d'alimentation 20. Avec le matériau de modelage S fourni à la machine à enduire sur rouleaux 10, un bassin de liquide P se forme au-dessus de la partie entre le premier rouleau 11 et le deuxième rouleau 12.
- [0034] On réalise ensuite l'étape consistant à former un film fin (étape S30). A l'étape S30, le matériau de modelage S dans le bassin de liquide P passe séquentiellement entre le premier rouleau 11 et le deuxième rouleau 12 pour être formé en un film fin F sur la deuxième surface de rouleau 12a.
- [0035] On réalise ensuite une étape consistant à stratifier les films fins (étape S40). A l'étape S40, la machine à enduire sur rouleaux 10 est agencée de sorte que le deuxième rouleau 12 est positionné en face du plateau 40. La machine à enduire sur rouleaux 10 se déplace à une vitesse d'alimentation supérieure à la deuxième vitesse périphérique dans la direction orthogonale au deuxième axe. Le film fin F formé sur la deuxième surface de rouleau 12a est stratifié sur le plateau 40. L'étape S10, l'étape S20, l'étape S30 et l'étape S40 sont réalisées en continu. Le film fin F est stratifié dans une région prédéterminée sur le plateau 40.
- [0036] On réalise ensuite l'étape consistant à rayonner un laser (étape S50). A l'étape S50, un laser qui durcit le film fin F est rayonné sur le film fin F stratifié sur le plateau 40. Dans ce mode de réalisation, l'unité de rayonnement 50 balaie le film fin F de sorte que le point focal du laser se déplace le long d'une forme prédéterminée. Le film fin F dans la région où le laser est rayonné, est durci.
- [0037] On réalise ensuite l'étape de détermination (étape S60). A l'étape S60, on détermine si les processus de l'étape S10 à l'étape S50 sont exécutés à plusieurs reprises pour le nombre de stratification. Si l'on détermine que les processus ne sont pas exécutés à plusieurs reprises (étape S60 : NON), la distance entre le plateau 40 et le deuxième rouleau 12 est ajustée de sorte que l'étape S60 suivante peut être réalisée. Dans ce mode de réalisation, le mécanisme d'ajustement 41 ajuste la position du plateau 40

dans la direction d'axe Z. Le mécanisme d'ajustement 41 ajuste la position du plateau 40 de sorte que la surface supérieure du film fin F est toujours dans une position constante dans la direction d'axe Z, par exemple. La distance entre le plateau 40 et le deuxième rouleau 12 peut être ajustée avant l'étape S50. Après cela, les processus de l'étape S10 à l'étape S50 sont exécutés à plusieurs reprises. Lorsque l'on détermine que les processus sont exécutés à plusieurs reprises (étape S60 : OUI), le formage par stratification de l'objet modelé M se termine. L'objet modelé M est un stratifié de films fins F durcis le long d'une forme prédéterminée. Dans ce mode de réalisation, l'objet modelé M est retiré de l'appareil de fabrication additive 1 par un opérateur ou similaire.

[0038] On réalise ensuite l'étape consistant à séparer la résine photodurcissable (étape S70). A l'étape S70, la résine photodurcissable est séparée de l'objet modelé M par traitement thermique. Dans ce mode de réalisation, un opérateur ou similaire réalise l'étape S70 à l'aide d'un four électrique ou similaire.

[0039] Finalement, on réalise l'étape consistant à fritter le matériau de frittage (étape S80). A l'étape S80, le matériau de frittage de l'objet modelé M est fritté par traitement thermique. Dans ce mode de réalisation, un opérateur ou similaire réalise l'étape S70 à l'aide d'un four électrique ou similaire. L'étape S70 et l'étape S80 peuvent être réalisées en une seule étape. Grâce à l'exécution de l'organigramme représenté sur la [Fig.5], on fabrique un produit fritté dans la forme de l'objet modelé M.

[0040] (Résumé des modes de réalisation)

[0041] Dans ce mode de réalisation, le matériau de modelage S est formé en un film fin F entre la première surface de rouleau 11a et la deuxième surface de rouleau 12a. Le film fin F est formé sur la deuxième surface de rouleau 12a du deuxième rouleau 12, qui a une vitesse périphérique plus rapide que le premier rouleau 11. L'unité d'entraînement 30 déplace la machine à enduire sur rouleaux 10 par rapport au plateau 40 dans une direction orthogonale au deuxième axe. Le film fin F de la deuxième surface de rouleau 12a est stratifié sur le plateau 40. Dans un cas dans lequel le matériau de modelage est amené sur le plateau 40, alors le matériau de modelage en excès est raclé avec une lame qui se déplace tout droit dans la direction horizontale, et ainsi un film fin est formé, une rainure en forme de rayure peut être réalisée sur ce dernier. Lorsqu'il y a une telle rainure dans le film fin, la couche formée sur la rainure devient plus épaisse selon la profondeur de la rainure, et la lumière laser provenant d'une sortie de laser prédéterminée peut ne pas pénétrer suffisamment le matériau. Dans la partie où la lumière laser ne pénètre pas suffisamment le matériau, le durcissement est insuffisant et ceci affecte la résistance de l'objet modelé. D'autre part, l'appareil de fabrication additive 1 et le procédé de fabrication additive peuvent augmenter la vitesse de déplacement de la machine à enduire sur rouleaux 10 sans prendre en considération les

rayures sur le film fin F du matériau de modelage S. Ceci peut augmenter la vitesse de fabrication de l'objet modelé M par rapport à l'appareil de fabrication additive qui forme la couche avec la lame.

- [0042] Dans ce mode de réalisation, l'unité d'entraînement 30 déplace la machine à enduire sur rouleaux 10 par rapport au plateau 40 à une vitesse d'alimentation plus rapide que la deuxième vitesse périphérique. Etant donné que le film fin F du matériau de modelage S se déplace du côté du plateau lorsque la vitesse est élevée, l'appareil de fabrication additive 1 peut stratifier, de manière fiable, le film fin F du matériau de modelage S.
- [0043] Dans ce mode de réalisation, le matériau de modelage S contient une résine photodurcissable et un matériau de frittage. Le matériau de modelage S contenant la résine photodurcissable et le matériau de frittage est formé en film fin F entre le premier rouleau 11 et le deuxième rouleau 12. Dans ce cas, le matériau de modelage S contenant la résine photodurcissable et le matériau de frittage est plus fin que dans le cas dans lequel la couche est formée avec la lame. Le matériau de modelage S finement formé contenant la résine photodurcissable et le matériau de frittage facilite la transmission de lumière, de sorte que la défaillance de durcissement de la résine photodurcissable est réduite. Par conséquent, l'appareil de fabrication additive 1 et le procédé de fabrication additive peuvent durcir le matériau de modelage S si le matériau de frittage est un matériau qui absorbe facilement la lumière.
- [0044] Dans ce mode de réalisation, au moins l'une parmi la première surface de rouleau 11a et la deuxième surface de rouleau 12a est réalisée à partir de céramique. Le fait de réaliser la surface de rouleau en céramique amène au moins l'une parmi la première surface de rouleau 11a et la deuxième surface de rouleau 12a à ne pas pouvoir être usée par le matériau de frittage, par rapport au cas dans lequel au moins une surface du premier rouleau 11 et du deuxième rouleau 12 est réalisée à partir d'un métal ou similaire.
- [0045] La partie ci-dessus décrit différents modes de réalisation exemplaires. Cependant, différentes omissions, substitutions et différents changements peuvent être apportés sans pour autant être limités aux modes de réalisation ci-dessus.
- [0046] En référence à la [Fig.6], la partie suivante décrit une configuration d'un appareil de fabrication additive 2 selon l'exemple modifié de ce mode de réalisation. La [Fig.6] est un schéma représentant la configuration de l'appareil de fabrication additive 2 selon l'exemple modifié de ce mode de réalisation. Cet exemple modifié diffère de ce mode de réalisation décrit ci-dessus par rapport à la configuration de la machine à enduire sur rouleaux 10. La partie suivante décrit principalement les différences entre ce mode de réalisation décrit ci-dessus et l'exemple modifié.
- [0047] La machine à enduire sur rouleaux 10 a un troisième rouleau 14. Le troisième

rouleau 14 est agencé à distance du premier rouleau 11. Dans l'exemple modifié, l'interstice entre le troisième rouleau 14 et le premier rouleau 11 est plus important que l'interstice entre le premier rouleau 11 et le deuxième rouleau 12. L'espace entre le premier rouleau 11 et le deuxième rouleau 12 est moins important que l'interstice entre le troisième rouleau 14 et le premier rouleau 11. Le troisième rouleau 14 comprend une troisième surface de rouleau 14a qui configure une surface incurvée dans la direction radiale. Le troisième rouleau 14 tourne dans le sens des aiguilles d'une montre autour d'un troisième axe parallèle au premier axe à une troisième vitesse périphérique plus lente que la première vitesse périphérique. Par exemple, le troisième rouleau 14 tourne autour du troisième axe parallèle à la direction d'axe Y dans la direction opposée à la première direction à une troisième vitesse périphérique plus lente que la première vitesse périphérique. La première vitesse périphérique est plus rapide que la troisième vitesse périphérique. Dans l'exemple modifié, le premier rouleau 11 tourne dans le sens inverse des aiguilles d'une montre autour du premier axe à la première vitesse périphérique. Le deuxième rouleau 12 tourne dans le sens des aiguilles d'une montre autour du deuxième axe à la deuxième vitesse périphérique. L'unité d'alimentation 20 verse le matériau de modelage S dans le troisième rouleau 14 rotatif. Avec le matériau de modelage S, un bassin de liquide P se forme au-dessus de l'interstice entre le troisième rouleau 14 et le premier rouleau 11. Le matériau de modelage S accumulé dans le bassin de liquide P passe séquentiellement entre la troisième surface de rouleau 14a et la première surface de rouleau 11a.

[0048] Le matériau de modelage S passe entre la troisième surface de rouleau 14a et la première surface de rouleau 11a, et est formé en un film épais du matériau de modelage S sur la première surface de rouleau 11a. Le film épais formé sur la première surface de rouleau 11a est plus épais que le film fin F formé sur la deuxième surface de rouleau 12a. Le film épais formé sur la première surface de rouleau 11a passe entre le premier rouleau 11 et le deuxième rouleau 12. Le film épais du matériau de modelage S qui est passé entre le premier rouleau 11 et le deuxième rouleau 12 est formé en un film fin du matériau de modelage S sur la deuxième surface de rouleau 12a.

[0049] Dans l'exemple modifié, le matériau de modelage S est formé en un film épais entre la troisième surface de rouleau 14a et la première surface de rouleau 11a. Le film épais du matériau de modelage S est formé sur la première surface de rouleau 11a, qui a une vitesse périphérique plus rapide que le troisième rouleau. Le film épais sur la première surface de rouleau 11a est formé en film fin F entre le premier rouleau 11 et le deuxième rouleau 12. Avec cette configuration, le film fin F sur la deuxième surface de rouleau 12a est formé à partir du film épais du matériau de modelage S formé entre le troisième rouleau et le premier rouleau 11. Cette configuration permet de former un film fin F avec une épaisseur plus uniforme qu'une configuration sans le troisième

rouleau.

- [0050] Comme décrit ci-dessus, l'appareil de fabrication additive 2 peut augmenter la vitesse de fabrication de l'objet modelé M. En même temps, l'appareil de fabrication additive 2 peut former un film fin F avec une épaisseur plus uniforme que l'appareil de fabrication additive 1.
- [0051] Le matériau de modelage S peut contenir une résine thermodurcissable au lieu de la résine photodurcissable décrite ci-dessus. Dans ce cas, l'unité de rayonnement 50 rayonne, par exemple, un laser à fibre. La région rayonnée par laser du film fin F stratifié sur le plateau 40 durcit par génération de chaleur.

Liste des signes de référence

- [0052] 1, 2 : appareil de fabrication additive, 10 : machine à enduire sur rouleaux, 11 : premier rouleau, 11a : première surface de rouleau, 12 : deuxième rouleau, 12a : deuxième surface de rouleau, 13 : lame, 14 : troisième rouleau, 14a : troisième surface de rouleau, 20 : unité d'alimentation, 30 : unité d'entraînement, 40 : plateau, 41 : mécanisme d'ajustement, 50 : unité de rayonnement, 60 : unité de commande, S : matériau de modelage, M : objet modelé, F : film fin.

Revendications

- [Revendication 1] Appareil de fabrication additive configuré pour stratifier une pluralité de films fins afin de former un objet modelé, l'appareil de fabrication additive comprenant :
- un plateau ;
 - une machine à enduire sur rouleaux comprenant un premier rouleau et un deuxième rouleau, configurés pour former chacun des films fins, le film fin étant réalisé avec un matériau de modelage, le matériau de modelage étant un matériau de l'objet modelé ; et
 - une unité d'entraînement configurée pour déplacer la machine à enduire sur rouleaux par rapport au plateau,
- dans lequel le premier rouleau tourne autour d'un premier axe, dans une première direction, à une première vitesse périphérique,
- le deuxième rouleau, agencé à distance du premier rouleau, tourne autour d'un deuxième axe parallèle au premier axe, dans une direction opposée à la première direction, à une deuxième vitesse périphérique plus rapide que la première vitesse périphérique,
- la machine à enduire sur rouleaux : est agencée de sorte que le deuxième rouleau est positionné en face du plateau ; fait passer le matériau de modelage entre une première surface de rouleau du premier rouleau et une deuxième surface de rouleau du deuxième rouleau ; et forme ainsi le film fin sur la deuxième surface de rouleau,
- l'unité d'entraînement déplace la machine à enduire sur rouleaux par rapport au plateau dans une direction orthogonale au deuxième axe, et stratifie ainsi le film fin, formé sur la deuxième surface de rouleau, sur le plateau, et
- l'unité d'entraînement déplace la machine à enduire sur rouleaux par rapport au plateau à une vitesse d'alimentation plus rapide que la deuxième vitesse périphérique.
- [Revendication 2] Appareil de fabrication additive selon la revendication 1, dans lequel : le matériau de modelage contient une résine photodurcissable et un matériau de frittage.
- [Revendication 3] Appareil de fabrication additive selon la revendication 2, dans lequel : au moins une surface de rouleau de la première surface de rouleau et de la deuxième surface de rouleau est réalisée à partir de céramique.
- [Revendication 4] Appareil de fabrication additive selon la revendication 1, dans lequel : la machine à enduire sur rouleaux :

a un troisième rouleau agencé à distance du premier rouleau, tourne autour d'un troisième axe parallèle au premier axe, dans la direction opposée à la première direction, à une troisième vitesse périphérique plus lente que la première vitesse périphérique ;
 fait passer le matériau de modelage entre une troisième surface de rouleau du troisième rouleau et la première surface de rouleau, et forme ainsi un film épais de matériau de modelage, sur la première surface de rouleau, le film épais étant plus épais que le film fin ; et
 fait passer le film épais entre la première surface de rouleau et la deuxième surface de rouleau, et forme ainsi le film fin, de matériau de modelage, sur la deuxième surface de rouleau.

[Revendication 5]

Appareil de fabrication additive selon la revendication 1, comprenant en outre :

une unité d'alimentation configurée pour amener le matériau de modelage à la machine à enduire sur rouleaux ; et

une unité de rayonnement configurée pour rayonner une lumière laser pour faire durcir le film fin stratifié sur le plateau.

[Revendication 6]

Procédé de fabrication additive pour stratifier une pluralité de films fins sur un plateau et former ainsi un objet modelé sur le plateau, le procédé de fabrication additive comprenant les étapes consistant à :

faire tourner un premier rouleau dans une machine à enduire sur rouleaux, autour d'un premier axe dans une première direction à une première vitesse périphérique ; et faire tourner un deuxième rouleau, dans la machine à enduire sur rouleaux, autour d'un deuxième axe dans une direction opposée à la première direction à une deuxième vitesse périphérique, la machine à enduire sur rouleaux comprenant le premier rouleau et le deuxième rouleau, le deuxième rouleau étant agencé à distance du premier rouleau, le deuxième axe étant parallèle au premier axe, la deuxième vitesse périphérique étant plus rapide que la première vitesse périphérique ;

faire passer un matériau de modelage entre une première surface de rouleau du premier rouleau et une deuxième surface de rouleau du deuxième rouleau et former ainsi un film fin, de matériau de modelage, sur la deuxième surface de rouleau ;

agencer la machine à enduire sur rouleaux de sorte que le deuxième rouleau est positionné en face du plateau ; déplacer ensuite la machine à enduire sur rouleaux dans une direction orthogonale au deuxième axe ; et stratifier ainsi le film fin, formé sur la deuxième surface de rouleau,

sur le plateau, et

lors de la stratification du film fin formé sur la deuxième surface de rouleau, sur le plateau, déplacer la machine à enduire sur rouleaux par rapport au plateau à une vitesse d'alimentation plus rapide que la deuxième vitesse périphérique.

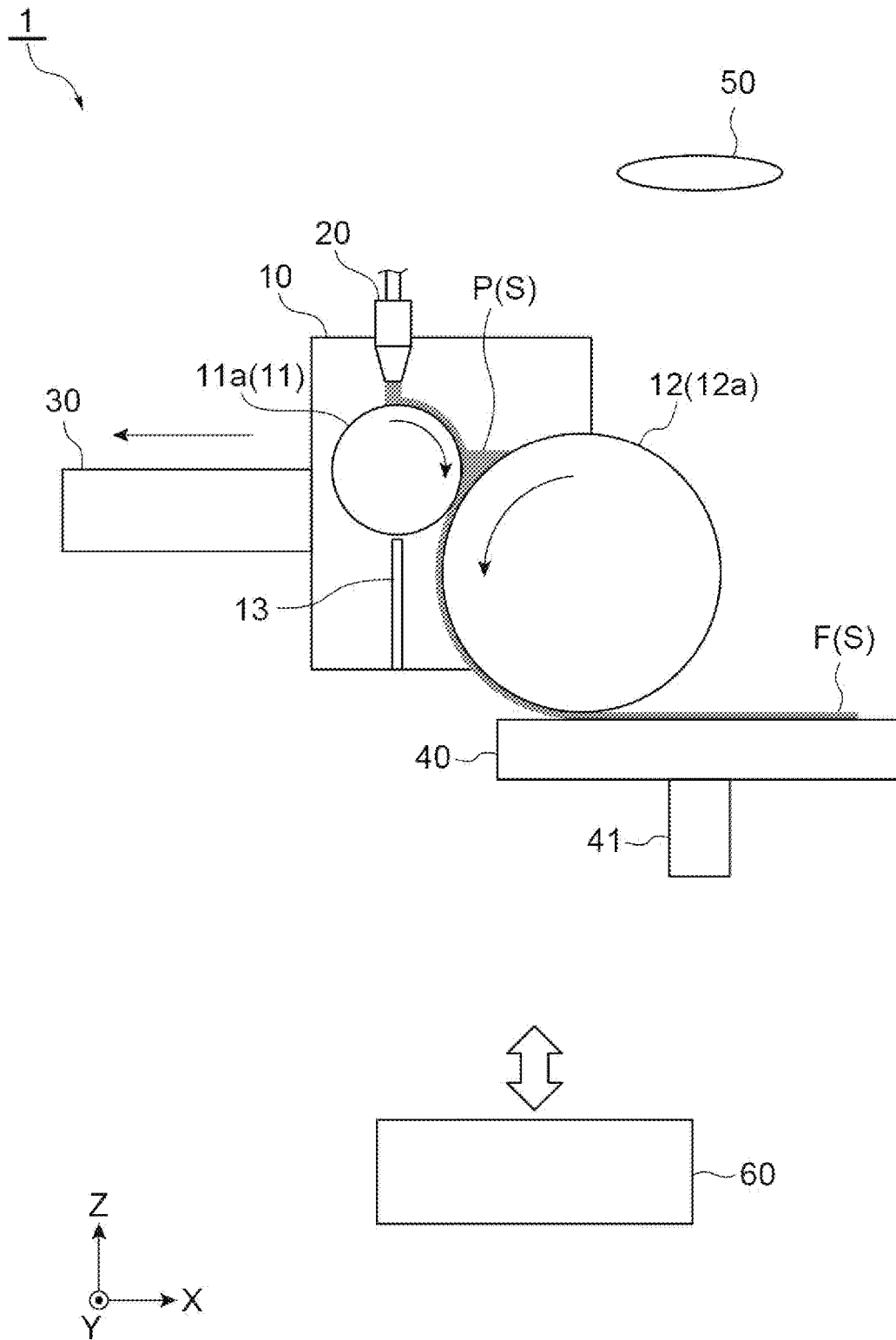
[Revendication 7]

Procédé de fabrication additive selon la revendication 6, le matériau de modelage contenant une résine photodurcissable et un matériau de frittage, le procédé de fabrication additive comprenant en outre les étapes consistant à :

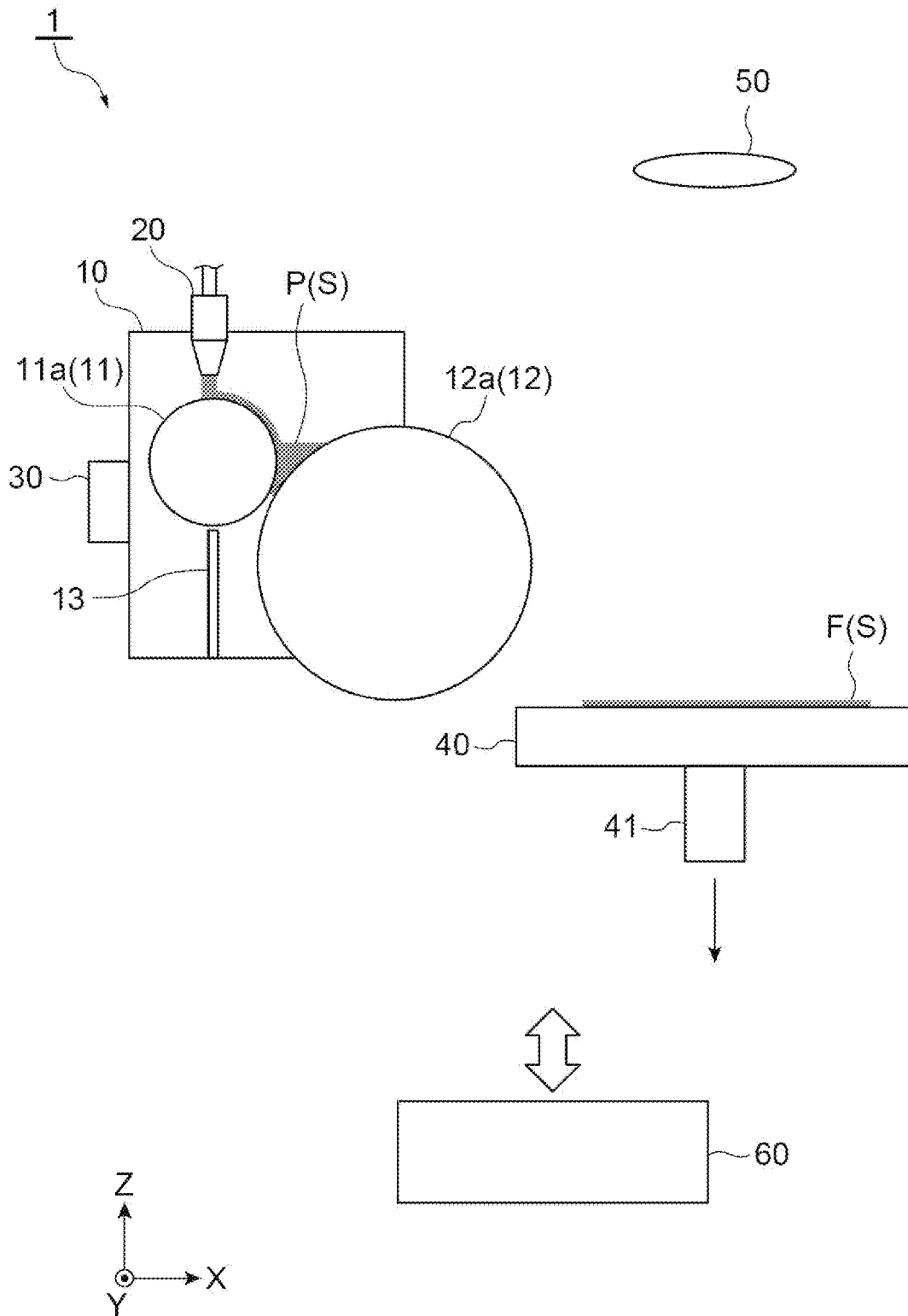
séparer la résine photodurcissable de l'objet modelé par traitement thermique ; et

fritter le matériau de frittage par traitement thermique.

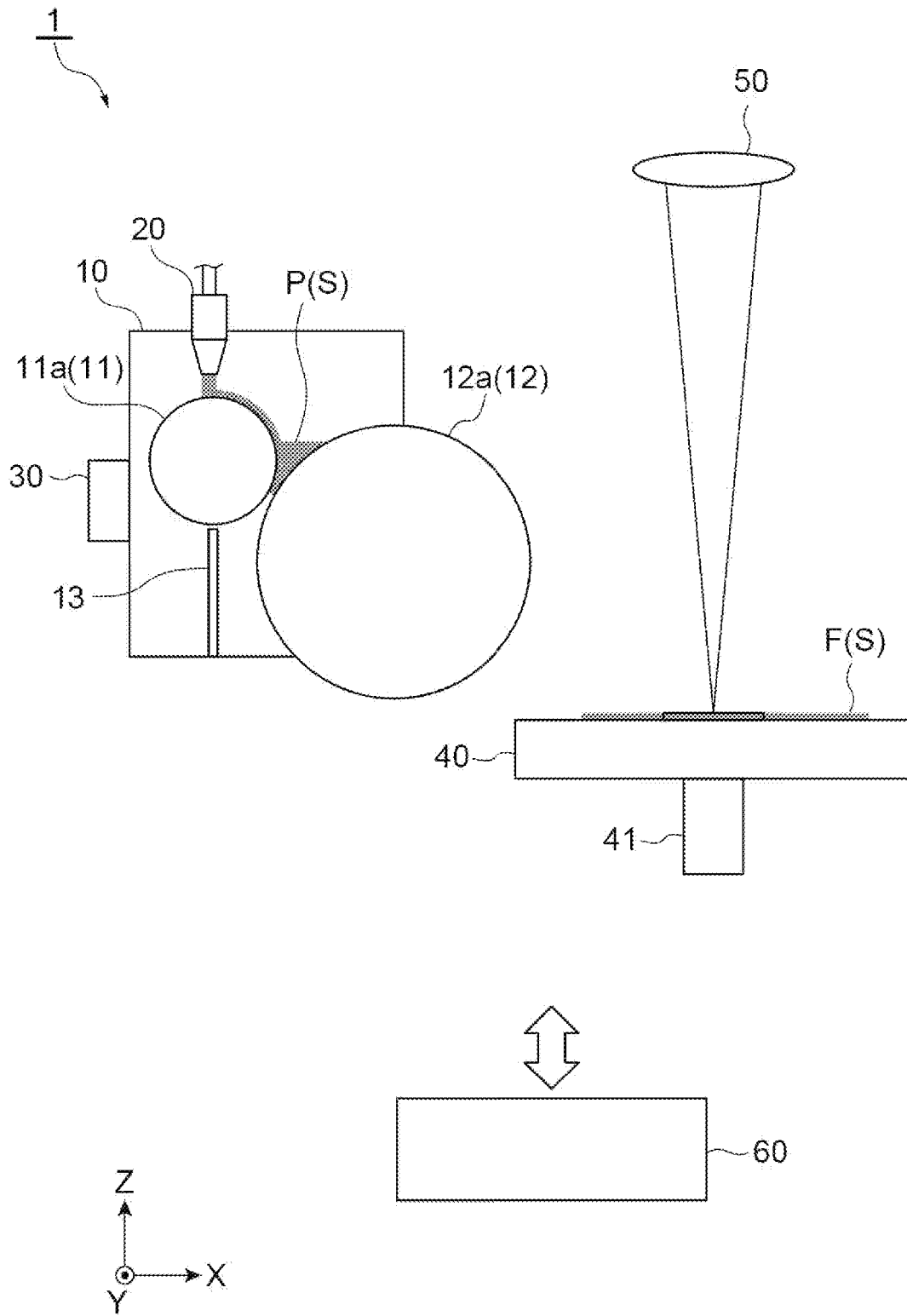
[Fig. 1]

Fig.1

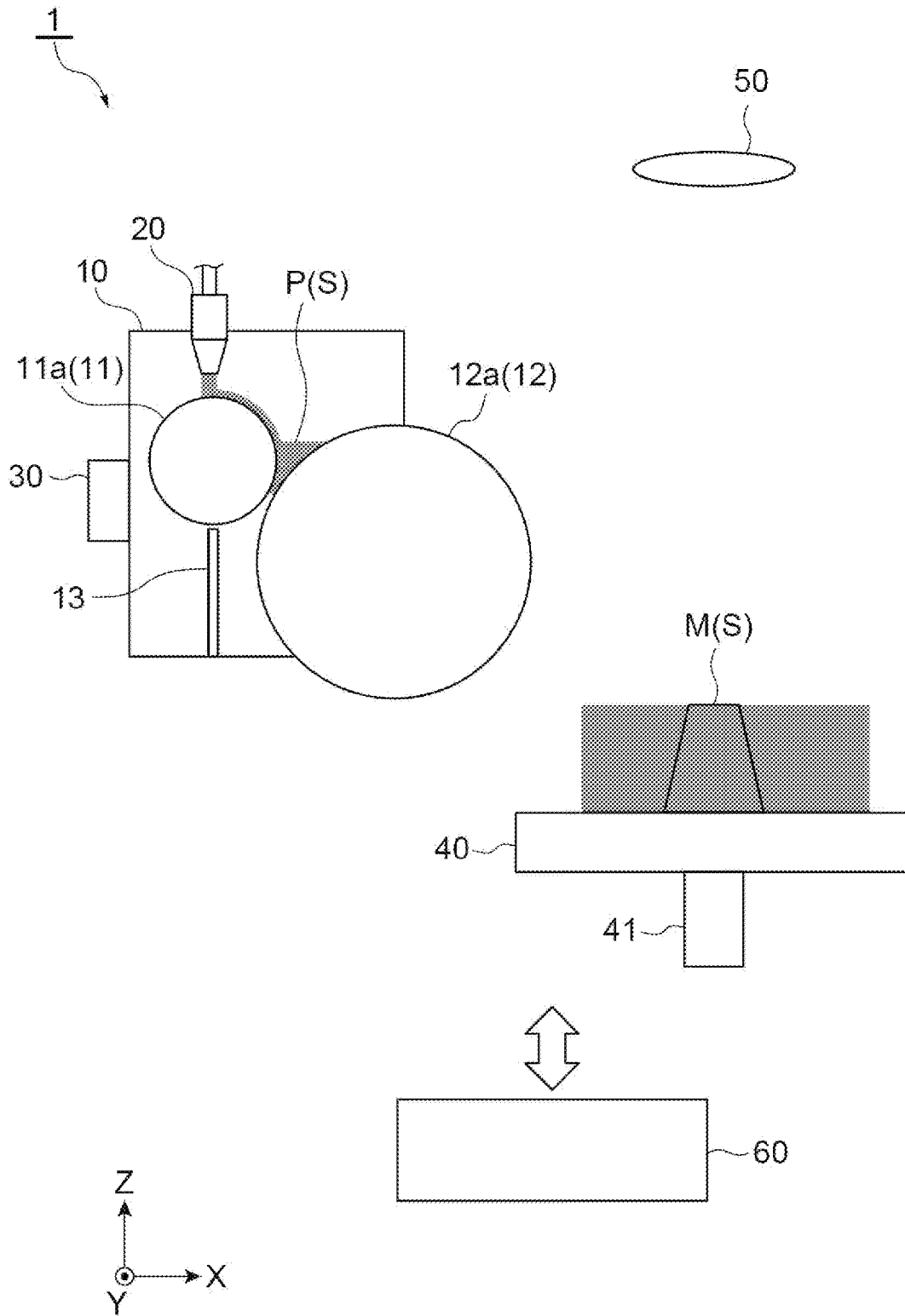
[Fig. 2]

Fig.2

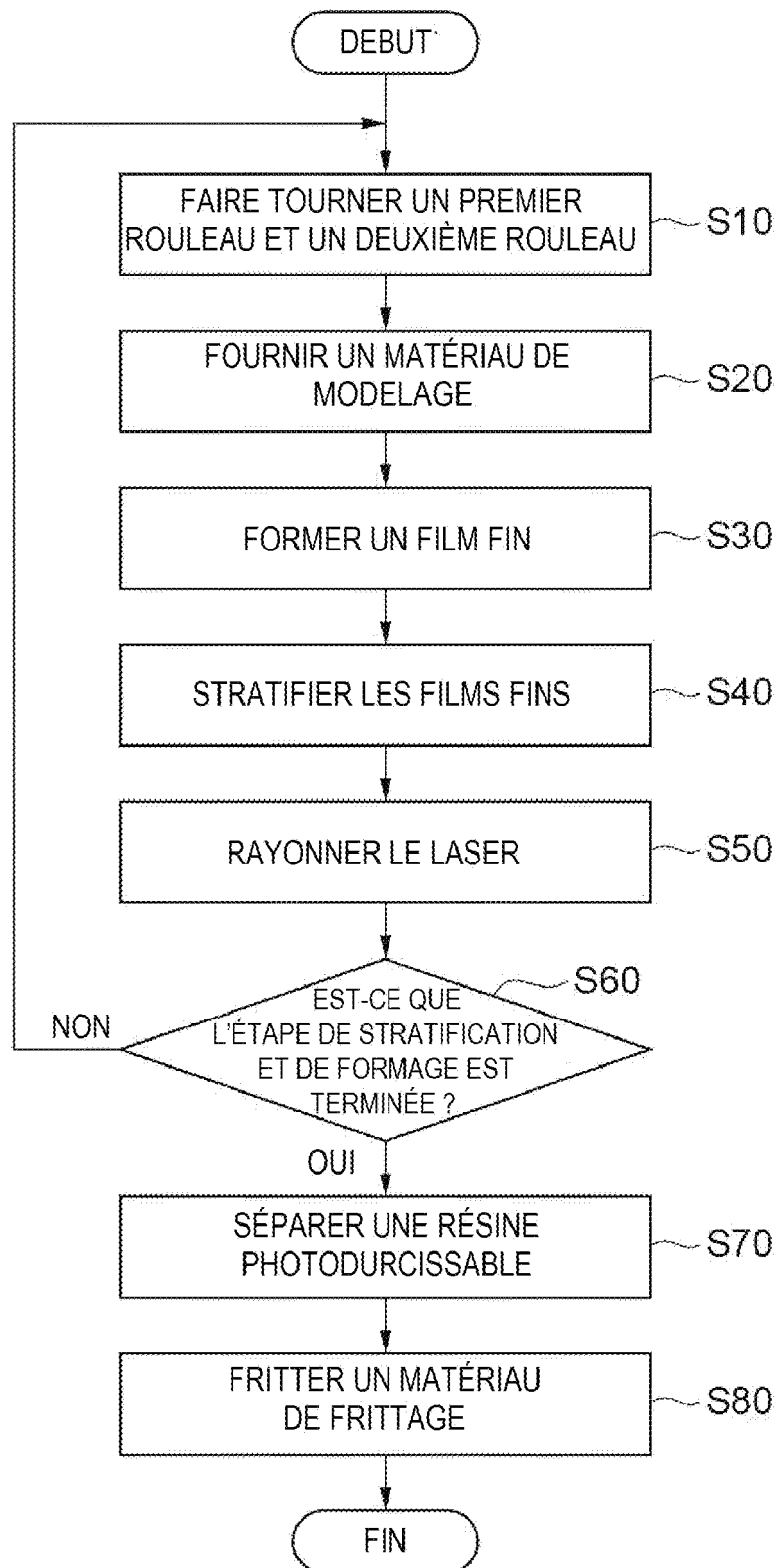
[Fig. 3]

Fig.3

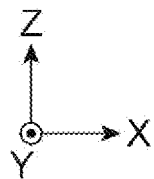
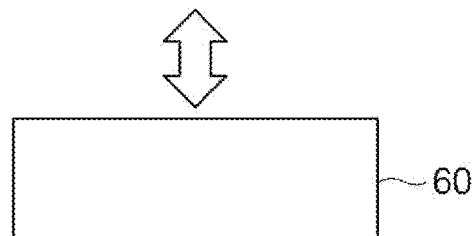
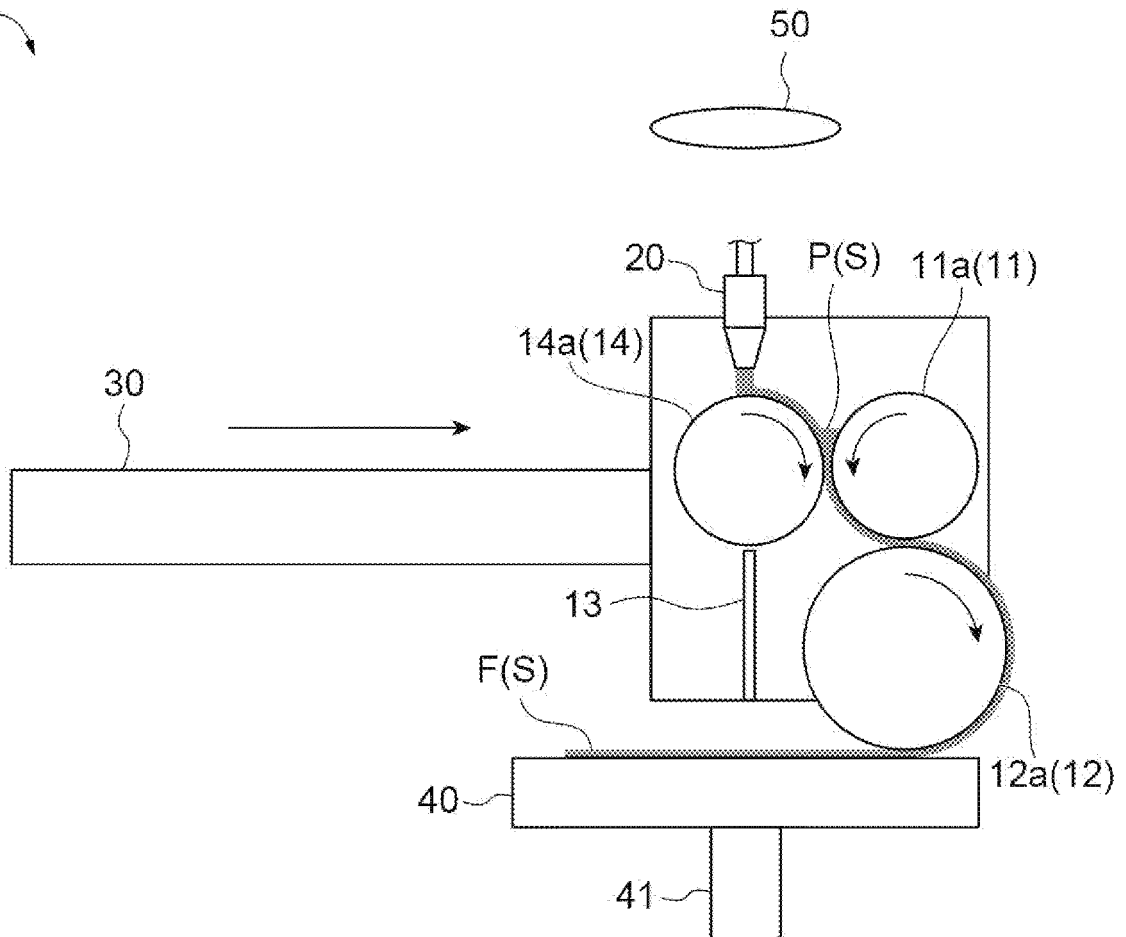
[Fig. 4]

Fig.4

[Fig. 5]

Fig.5

[Fig. 6]

Fig. 62

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**

US9423756B2 (STRATASYS INC) 23 août 2016 (2016-08-23)

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

US2020001530A1 (THE EXONE CO) 02 janvier 2020 (2020-01-02)

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

DE102020001068A1 (DP POLAR GMBH) 19 août 2021 (2021-08-19)