

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

(19) Organisation Mondiale de la  
Propriété Intellectuelle  
Bureau international



(10) Numéro de publication internationale  
**WO 2021/260287 A1**

(43) Date de la publication internationale  
30 décembre 2021 (30.12.2021)

(51) Classification internationale des brevets :

*B29C 64/153* (2017.01)    *B29C 64/30* (2017.01)  
*B22F 10/28* (2021.01)    *B29C 64/379* (2017.01)  
*B22F 10/37* (2021.01)    *B29C 64/40* (2017.01)  
*B22F 10/47* (2021.01)    *B33Y 10/00* (2015.01)  
*B22F 10/60* (2021.01)    *B33Y 30/00* (2015.01)  
*B29C 64/245* (2017.01)    *B33Y 40/20* (2020.01)

(71) **Déposants** : **SAFRAN HELICOPTER ENGINES** [FR/FR] ; Avenue Joseph Szydłowski, 64510 Bordes (FR). **SAFRAN TRANSMISSION SYSTEMS** [FR/FR] ; 18 boulevard Louis Seguin, 92700 Colombes (FR).

(72) **Inventeurs** : **NIFENECKER, Arnaud** ; Safran, c/o Centre d'Excellence Propriété Intellectuelle, Rond-point René Ravaud-Réau, 77550 Moissy-Cramayel (FR). **ADOR, Jérémi** ; Safran, c/o Centre d'Excellence Propriété Intellectuelle, Rond-point René Ravaud-Réau, 77550 Moissy-Cramayel (FR). **AYCAGUER, Frédéric** ; Safran, c/o Centre d'Excellence Propriété Intellectuelle, Rond-point René Ravaud-Réau, 77550 Moissy-Cramayel (FR). **DUFAU, Frédéric** ; Safran, c/o Centre d'Excellence Propriété Intellectuelle, Rond-point René Ravaud-Réau, 77550 Moissy-Cramayel (FR). **GOUIN, Gilles** ; Safran, c/o Centre

(21) Numéro de la demande internationale :

PCT/FR2021/051047

(22) Date de dépôt international :

11 juin 2021 (11.06.2021)

(25) Langue de dépôt :

français

(26) Langue de publication :

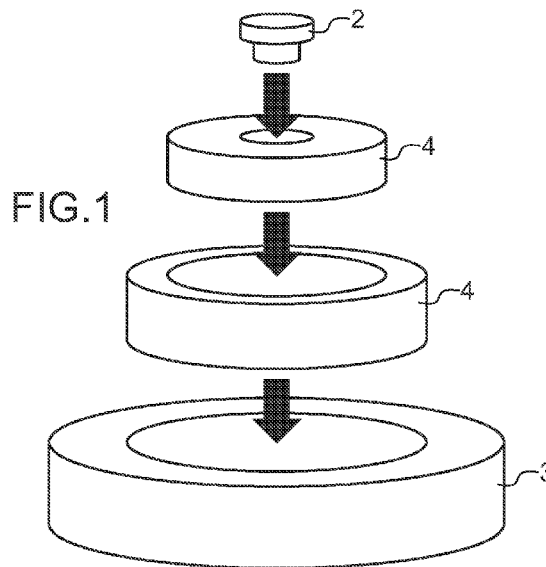
français

(30) Données relatives à la priorité :

2006655                      25 juin 2020 (25.06.2020)                      FR

(54) **Title**: CIRCULAR MODULAR TRAY FOR THE ADDITIVE MANUFACTURING OF A PART WITH AN AXIS OF REVOLUTION ON A POWDER BED

(54) **Titre** : PLATEAU MODULAIRE CIRCULAIRE POUR LA FABRICATION ADDITIVE SUR LIT DE POUDRE D'UNE PIÈCE A AXE DE REVOLUTION



(57) **Abstract**: The invention relates to a circular modular tray for the additive manufacturing of a part with an axis of revolution on a powder bed, characterised in that it consists of an assembly of modules that are concentrically coupled along a contiguous axis in a radial direction, the modules comprising an annular peripheral module (3) and a circular central module (2).

(57) **Abrégé** : L'invention concerne un plateau modulaire circulaire pour la fabrication additive sur lit de poudre d'une pièce à axe de révolution, caractérisé en ce qu'il se compose d'un assemblage de modules qui sont accouplés de manière concentrique selon un axe et 5 contiguë selon une direction radiale, les modules comprenant un module périphérique annulaire (3) et un module central circulaire (2).

[Suite sur la page suivante]



WO 2021/260287 A1

d'Excellence Propriété Intellectuelle, Rond-point René Ravaud-Réau, 77550 Moissy-Cramayel (FR).

(74) **Mandataire** : **AHNER, Philippe** ; Brevaux, 95, rue d'Amsterdam, 75378 Paris Cedex 8 (FR).

(81) **États désignés** (*sauf indication contraire, pour tout titre de protection nationale disponible*) : AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, 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))

## Description

### PLATEAU MODULAIRE CIRCULAIRE POUR LA FABRICATION ADDITIVE SUR LIT DE POUDRE D'UNE PIÈCE A AXE DE REVOLUTION

#### 5 **DOMAINE TECHNIQUE**

La présente invention se rapporte au domaine de la fabrication additive sur lit de poudre d'une pièce à axe de révolution, et plus particulièrement à un plateau utilisé pour la mise en œuvre de cette technique de fabrication, également dénommée fabrication 3D.

#### 10 **ÉTAT DE LA TECHNIQUE ANTÉRIEURE**

Les techniques de fabrication de pièces par fusion sélective ou frittage sélectif d'un matériau sous forme de poudre permettent de réaliser facilement des pièces ayant une géométrie complexe. Le matériau sous forme de poudre peut être métallique, céramique ou polymère (par exemple PEEK). On précise que dans le cadre de la présente  
15 demande, le terme « métallique » inclut les métaux purs et les alliages.

Ces techniques consistent généralement en des procédés de fusion sélective ou frittage sélectif sur lit de poudre tels que décrits dans le document [1], qui comprennent habituellement une étape durant laquelle est déposée, sur un plateau de fabrication, une première couche de poudre d'un métal, d'un alliage métallique, d'une céramique ou d'un  
20 polymère d'épaisseur contrôlée, puis une étape consistant à chauffer avec un moyen de chauffage (par exemple un laser ou un faisceau d'électrons) une zone prédéfinie de la couche de poudre, et de procéder en répétant ces étapes pour chaque couche supplémentaire, jusqu'à l'obtention, tranche par tranche, de la pièce finale.

Dans le cadre de la présente invention, on s'intéresse à la réalisation de pièces à  
25 axe de révolution.

Actuellement, la fabrication de pièces de révolution par fabrication additive sur lit de poudre se fait sur un plateau carré ou rectangulaire.

Le procédé de fabrication nécessite une succession d'opérations, dont une séparation de la pièce du plateau par découpe scie, par électroérosion (EDM pour

« Electrical Discharge Machining), etc., avant de débiter les opérations d'usinage suivantes. Or, l'opération de découpe est génératrice de délai (mise en place du plateau sur la machine de découpe, temps de découpe, nettoyage après découpe, etc.). De surcroît, lorsque la poudre utilisée lors de la fabrication additive est une poudre  
5 métallique, cette opération est une opération supplémentaire exposant d'autant la pièce métallique à des risques de corrosion.

## EXPOSÉ DE L'INVENTION

L'objectif recherché est l'optimisation globale de la gamme de fabrication (fusion/frittage et usinage) de pièces à axe de révolution en fabrication additive sur lit de  
10 poudre (notamment par SLM (pour « Selective Laser Melting » en anglais), par EBM (pour « Electron Beam Melting » en anglais), par SLS (pour « Selective Laser Sintering » en anglais)), en particulier les pignons, notamment pour la réalisation de pièces avec des étagements de diamètres croissants de grande amplitude, tels des pignons avec voiles à mi-hauteur de moyeu.

15 L'invention a notamment pour but d'apporter une solution simple et efficace aux problèmes soulevés ci-dessus.

À cet effet, l'invention propose un plateau modulaire circulaire pour la fabrication additive sur lit de poudre d'une pièce à axe de révolution, caractérisé en ce qu'il se compose d'un assemblage de modules qui sont accouplés de manière concentrique selon  
20 un axe et contiguë selon une direction radiale, les modules comprenant un module périphérique annulaire et un module central circulaire,

et dans lequel, chaque module comportant, selon une direction axiale, une face supérieure, destinée à être en contact avec le lit de poudre, et une face inférieure, la face inférieure de chaque module est pourvue d'au moins un moyen configuré pour faciliter  
25 une mise en place du module sur un tour d'un dispositif d'usinage par tournage, ledit moyen étant choisi parmi une protubérance (par exemple de type cône) ou un évidement de type encoche ou rainure.

Ici, les modules du plateau s'emboîtent les uns dans les autres de manière concentrique. De préférence, les modules ont un pourtour circulaire.

Selon une variante, l'assemblage comprend au moins un module intermédiaire annulaire situé entre le module périphérique annulaire et le module central circulaire.

De préférence, l'assemblage de modules forme une face principale supérieure plane.

5 De préférence, chaque module est solidarisé avec le module adjacent par une solution à convenir, par exemple par vissage, voire via un ajustement radial et un moyen d'arrêt axial permettant d'assurer une planéité du plateau ainsi obtenu par la solidarisation des deux modules, compatible de la mise en place des couches de poudre. De préférence, chaque module comprend un épaulement, situé sur une surface latérale  
10 radialement externe, configuré pour former une butée axiale contre un épaulement situé sur une surface latérale radialement interne d'un module adjacent.

On pourra judicieusement intégrer à chacun des modules une solution permettant de simplifier leur mise en place ultérieure sur une machine d'usinage.

L'invention propose également un support plan comportant, dans une face  
15 supérieure, au moins une cavité ouverte configurée pour recevoir un plateau modulaire circulaire tel que décrit ci-dessus, la cavité ouverte ayant une forme complémentaire de la forme du plateau modulaire circulaire. De préférence, le support plan comporte plusieurs cavités ouvertes. Cela permet d'optimiser le chargement de la machine de fabrication additive.

20 L'invention propose également un ensemble plan pour la fabrication additive sur lit de poudre d'au moins une pièce à axe de révolution, comprenant un tel support plan et un plateau modulaire tel que décrit ci-dessus pour chacune des cavités ouvertes du support plan.

25 Enfin, l'invention propose un procédé de fabrication d'une pièce à axe de révolution, comprenant :

- la réalisation, par fusion localisée ou frittage localisé d'une poudre sur un plateau circulaire modulaire tel que décrit ci-dessus, d'une pièce brute et d'au moins un élément de support de cette pièce brute, la pièce brute étant rendue solidaire du plateau circulaire modulaire par l'intermédiaire dudit moins un élément de support et la pièce

brute ayant un axe de révolution qui coïncide avec l'axe concentrique des modules du plateau ;

- le dépoudrage de la pièce brute ainsi obtenue ;
- si le plateau comporte un ou plusieurs modules non solidaires de la pièce brute,

5 le retrait de ce ou ces modules ;

- le placement de la pièce brute sur un tour de dispositif d'usinage par tournage ;
- l'usinage par tournage d'une face avant de la pièce brute ;

- la séparation de la pièce brute du ou des modules du plateau solidaire(s) par découpe par tournage, la découpe étant réalisée au niveau du ou des éléments supports  
10 selon un plan de coupe perpendiculaire à l'axe de révolution de la pièce brute ;

- l'usinage par tournage d'une face arrière de la pièce brute ;

les étapes d'usinage et de séparation par tournage étant réalisées par mise en rotation de la pièce brute autour de l'axe concentrique des modules du plateau ;

moyennant quoi on obtient la pièce à axe de révolution.

15 Alors qu'auparavant il était nécessaire de séparer la pièce brute du plateau par découpe scie ou par EDM, avant de pouvoir débiter les opérations d'usinage de la pièce, l'opération de séparation de la pièce brute du plateau est à présent intégrée aux opérations d'usinage de la pièce. Du fait de la forme particulière du plateau modulaire, la pièce brute issue de la fabrication additive peut être montée directement sur le moyen  
20 d'usinage, ce qui fait gagner une opération pendant laquelle la pièce pourrait être exposée à des problèmes de corrosion.

De préférence, au cours de l'étape de réalisation de la pièce brute et dudit au moins un élément de support, un même élément de support est fusionné ou fritté sur un seul module.

## 25 **BRÈVE DESCRIPTION DES DESSINS**

L'invention sera mieux comprise et d'autres détails, caractéristiques et avantages de l'invention ressortiront à la lecture de la description faite à titre d'exemple non limitatif en référence aux dessins annexés, qui illustrent :

- à la figure 1, une vue schématique éclatée des modules d'un plateau modulaire circulaire selon un mode de réalisation de l'invention ;

- à la figure 2, une vue schématique du plateau modulaire circulaire obtenu par assemblage des modules représentés dans la figure 1 ;

5 - à la figure 3, une vue éclatée et en coupe d'un plateau selon un mode de réalisation de l'invention ;

- à la figure 4, une vue de dessous d'un plateau selon un mode de réalisation de l'invention ;

10 - à la figure 5, une vue de dessous d'un plateau selon un autre mode de réalisation de l'invention ;

- à la figure 6, une vue schématique d'un mode de réalisation d'un ensemble plan formé par l'assemblage de plateaux modulaires circulaires selon l'invention dans des cavités ouvertes d'un support plan ;

15 - à la figure 7a, un schéma explicatif d'une étape du procédé de fabrication selon un premier mode de réalisation de l'invention ;

- à la figure 7b, un schéma explicatif d'une étape du procédé de fabrication selon le premier mode de réalisation de l'invention ;

- à la figure 7c, un schéma explicatif d'une étape du procédé de fabrication selon le premier mode de réalisation de l'invention ;

20 - à la figure 7d, un schéma explicatif d'une étape du procédé de fabrication selon le premier mode de réalisation de l'invention ;

- à la figure 7e, un schéma explicatif d'une étape du procédé de fabrication selon le premier mode de réalisation de l'invention ;

25 - à la figure 7f, un schéma explicatif d'une étape du procédé de fabrication selon le premier mode de réalisation de l'invention ;

- à la figure 7g, un schéma explicatif d'une étape du procédé de fabrication selon le premier mode de réalisation de l'invention ;

- à la figure 8a, un schéma explicatif d'une étape du procédé de fabrication selon un second mode de réalisation de l'invention ;

- à la figure 8b, un schéma explicatif d'une étape du procédé de fabrication selon le second mode de réalisation de l'invention ;

- à la figure 8c, un schéma explicatif d'une étape du procédé de fabrication selon le second mode de réalisation de l'invention ;

5 - à la figure 8d, un schéma explicatif d'une étape du procédé de fabrication selon le second mode de réalisation de l'invention ;

- à la figure 8e, un schéma explicatif d'une étape du procédé de fabrication selon le second mode de réalisation de l'invention ;

10 - à la figure 8f, un schéma explicatif d'une étape du procédé de fabrication selon le second mode de réalisation de l'invention.

### **EXPOSÉ DÉTAILLÉ DE MODES DE RÉALISATION PARTICULIERS**

Conformément à l'invention, le plateau de fabrication additive est circulaire et est aménagé géométriquement de telle sorte qu'il puisse se monter – après dépoudrage – sur un tour et ainsi insérer l'opération de séparation pièce/plateau parmi les opérations de tournage d'ébauche et de finition de la pièce. Plus précisément, le plateau  
15 conformément à l'invention est circulaire et modulaire.

Le plateau 1 comporte *a minima* un module circulaire central 2 et un module annulaire périphérique 3. Mais il peut également comporter un ou plusieurs modules annulaires intermédiaires 4, situés entre ces deux modules. En effet, de façon à  
20 permettre une modularité du plateau circulaire 1 qui soit compatible de plusieurs références de pièces à axe de révolution (plusieurs diamètres extérieurs, plusieurs diamètres de moyeu intérieur, etc.), le plateau peut comporter n module(s) annulaire(s) intermédiaire(s) 4 (n étant un entier supérieur ou égal à 1), disposés entre le plateau circulaire central 2 et la module annulaire périphérique 3. Dans la figure 1, le plateau 1  
25 comporte deux modules annulaires intermédiaires 4.

Le nombre de modules, ainsi que leurs dimensions sont à définir au cas par cas par le fabricant de pièces, afin de les optimiser au mieux en fonction du nombre de références, tout en étant compatibles des dimensions de la machine de fabrication additive, ainsi que du tour.



Conformément à la figure 2, les modules du plateau s'accouplent de manière contiguë selon une direction radiale 5 du plateau et de manière concentrique les uns aux autres (par rapport à un axe concentrique 6) pour former un plateau circulaire 1 ayant une face principale supérieure 7 plane.

5 L'avantage d'un plateau circulaire modulaire dont les modules s'emboîtent les uns dans les autres de manière concentrique est que les éléments de support nécessaires à la fabrication de la pièce et qui sont situés à proximité du centre du plateau sont accessibles à un outil de tournage. Par exemple, les supports nécessaires à la fabrication du moyeu intérieur d'un pignon sont rendus accessibles. Ainsi, la séparation pièce/plateau peut  
10 donc se faire à l'aide de cet outil selon un plan de coupe perpendiculaire à l'axe de tournage (qui correspond à l'axe concentrique du plateau).

De préférence, au moins un module de l'assemblage comporte, sur sa surface latérale radialement externe 8, un épaulement 9 destiné à venir en appui contre un épaulement 10 situé sur la surface latérale radialement interne 11 d'un module adjacent.  
15 Dans la figure 3 est représenté le cas où ce sont le module circulaire central 2 et le module annulaire périphérique 3 qui comportent l'épaulement 9 et l'épaulement 10 respectivement sur leurs surfaces latérales radialement externe 8 et interne 11.

Selon un mode de réalisation, au moins un module comporte, sur sa face principale inférieure 12, au moins un évidement (par exemple une encoche 13 ou une  
20 rainure 14) configuré pour faciliter la mise en place et le maintien de l'ensemble plateau/pièce sur le tour d'usinage.

Dans la figure 4 est représentée la face principale inférieure d'un plateau selon l'invention, obtenu par l'assemblage d'un module circulaire central 2 et d'un module annulaire périphérique 3. Ici, le module circulaire central 2 comporte trois encoches 13, qui sont disposées proche du centre du module. On précise que, dans la figure 4, ledit au  
25 moins un moyen configuré pour faciliter une mise en place du module sur un tour d'un dispositif d'usinage par tournage, choisi parmi une protubérance ou un évidement de type encoche ou rainure, est également présent sur le module annulaire périphérique 3, mais n'est pas représenté. Dans la figure 5 est représenté un autre exemple où le module  
30 circulaire central comporte une encoche 13 centrale et le module annulaire périphérique

3 comporte une rainure 14 située à la périphérie dudit module. Il est à noter que les encoches 13 illustrées dans les figures 4 et 5 pourraient également représentées des protubérances, par exemple des cônes.

5 Dans la figure 6 est représenté un support plan 15 comportant quatre cavités ouvertes 16, configurées pour recevoir chacune un plateau modulaire circulaire 1, formant ainsi un ensemble plan 17. Par souci de simplification, seuls deux modules sont représentés dans la figure 6.

10 Nous allons à présent décrire la fabrication d'une pièce à axe de révolution conformément au procédé selon l'invention ; le plateau utilisé comporte ici deux modules : un module circulaire central 2 et un module annulaire périphérique 3.

Selon un premier mode de réalisation, on assemble ces deux modules pour former un plateau circulaire 1 (figure 7a) et on place le plateau dans un dispositif de fabrication additive sur lit de poudre.

15 On procède ensuite à la fabrication de la pièce brute 20 par fusion sélective ou frittage sélectif d'une poudre. La poudre utilisée peut être métallique, céramique ou polymère.

20 La pièce brute 20 est réalisée couche par couche par un procédé conventionnel de fabrication additive. Ici, par souci de simplification, seule une moitié de l'image a été représentée, l'autre moitié étant symétrique par rapport au plan de symétrie illustré par la ligne A en traits discontinus, qui représente également l'axe de révolution 26 de la pièce à réaliser.

25 Dans l'étape de réalisation de la pièce brute 20 et du ou des éléments supports 21 sur le plateau modulaire 1, la pièce et les éléments supports sont par exemple construits couche par couche par fusion sélective ou frittage sélectif de la poudre 19 à l'aide d'un faisceau 18 laser, la poudre 19 présentant une granulométrie moyenne comprise entre 10 et 50  $\mu\text{m}$ , ou à l'aide d'un faisceau 18 d'électrons, la poudre 19 présentant une granulométrie moyenne comprise entre 50 et 100  $\mu\text{m}$ .

30 Dans cet exemple de réalisation (figure 7b), la pièce à réaliser comporte notamment un moyeu interne 22 et une jante périphérique 23, le moyeu interne 22 étant relié au module circulaire central 2 par l'intermédiaire d'un premier élément support 21

et la jante périphérique 23 étant reliée au module annulaire périphérique 3 par l'intermédiaire d'un autre élément support 21. Ces deux éléments supports 21 sont réalisés, comme la pièce, par fusion sélective ou frittage sélectif de la poudre. Généralement, ils sont réalisés ajourés afin de permettre le passage de la poudre 19 lors du dépoudrage de la pièce. Ils peuvent par exemple avoir la forme de croisillons. On remarquera que chaque élément support 21 est réalisé sur un seul module, ce qui permet le détachement éventuel (par séparation par découpe) d'un module alors que l'autre est encore solidaire de la pièce.

Une fois la pièce terminée, elle est dépoudrée (figure 7c). Le dépoudrage peut se faire par aspiration, soufflage, vibration ou bien encore en renversant la pièce brute pour que la poudre s'échappe par gravité.

Puis, on installe l'ensemble pièce brute et plateau sur un tour et on procède au tournage de la face avant de la pièce (figure 7d). Le tournage se fait par rotation autour de l'axe concentrique du plateau (qui correspond à l'axe de révolution 26 de la pièce). Les appuis de l'ensemble pièce/plateau sur le tour sont représentés par les organes 24. L'usinage de la face avant est symbolisé par la ligne B en traits discontinus.

On procède ensuite à la séparation de la pièce du plateau annulaire périphérique 1 en découpant selon un plan de coupe C perpendiculaire à l'axe de révolution de la pièce (qui est aussi l'axe de rotation du tour et l'axe concentrique du plateau) au niveau de l'élément support 21 (figures 7e et 7f). On peut par exemple réaliser un tournage à l'aide d'un outil à gorge. Il est à noter que les modules 2 et 3, une fois retirés, ont été représentés entier dans les figures 7e et 7f.

Ici, une fois le module annulaire périphérique 3 enlevé (figure 7e), l'élément support 21 qui relie la pièce au module circulaire central 2 devient accessible et peut à son tour être découpé (figure 7f).

Une fois la pièce complètement séparée du plateau, on modifie les appuis de la pièce sur le tour afin de libérer l'accès à la face arrière de la pièce. On peut par exemple utiliser un mandrin de serrage (représenté par la flèche 25). On procède alors au tournage de la face arrière de la pièce (figure 7g), symbolisé par la ligne D en traits discontinus.

On parle ici de face avant et de face arrière de la pièce, la face arrière étant la face en regard du plateau modulaire.

Un autre mode de réalisation est illustré dans les figures 8a à 8f.

Comme dans le mode de réalisation précédent, on met en place les modules pour former le plateau 1 (figure 8a) et ce dernier est placé dans un dispositif de fabrication additive sur lit de poudre. La pièce est ensuite réalisée par fusion localisée ou frittage localisé de la poudre (figure 8b). Comme on peut le constater, la pièce (dont seule une moitié est représentée) ne comporte pas de moyeu interne. Seule la jante 23 est reliée au plateau 1 par un élément support 21. Plus précisément, c'est le plateau annulaire périphérique 3 qui est relié à la pièce par l'intermédiaire de l'élément support 21. Ici, le module circulaire central 2 a pour fonction de proposer une surface plane pour étaler la couche de poudre.

Une fois la pièce terminée, on retire le module circulaire central 2 (qui n'est pas relié à la pièce) et on procède au dépoufrage de la pièce (figure 8c).

On met en place l'ensemble pièce/plateau (qui ne comporte plus que le module annulaire périphérique) sur un tour et on procède au tournage de la face avant de la pièce (figure 8d).

On sépare ensuite le module annulaire périphérique de la pièce (figure 8e).

On modifie les appuis de la pièce sur le tour et on procède au tournage de la face arrière de la pièce (figure 8f).

Comme on a pu le constater, les éléments supports 21 dans ces deux modes de réalisation peuvent être retirés par des moyens d'usinage conventionnels utilisant un tour.

On peut également noter que les modules ayant servi à la réalisation d'une pièce sont réutilisables pour la fabrication d'une autre pièce, après leur avoir appliqué une éventuelle opération de rectification pour obtenir une planéité de l'ensemble apte à recevoir les couches de poudre.

## REFERENCE CITEE

[1] FR 3 030 323 A1

## REVENDICATIONS

1. Plateau modulaire circulaire (1) pour la fabrication additive sur lit de poudre d'une pièce à axe de révolution (26), caractérisé en ce qu'il se compose d'un assemblage de modules qui sont accouplés de manière concentrique selon un axe (6) et contiguës  
5 selon une direction radiale (5), les modules comprenant un module périphérique annulaire (3) et un module central circulaire (2),

et dans lequel, chaque module comportant, selon une direction axiale (6), une face supérieure, destinée à être en contact avec le lit de poudre, et une face inférieure (12), la face inférieure de chaque module est pourvue d'au moins un moyen configuré  
10 pour faciliter une mise en place du module sur un tour d'un dispositif d'usinage par tournage, ledit moyen étant choisi parmi une protubérance ou un évidement de type encoche (13) ou rainure (14).

2. Plateau modulaire circulaire selon la revendication 1, caractérisé en ce que  
15 l'assemblage comprend au moins un module intermédiaire annulaire (4) situé entre le module périphérique annulaire et le module central circulaire.

3. Plateau modulaire circulaire selon la revendication 1 ou la revendication 2, caractérisé en ce que l'assemblage de modules forme une face principale supérieure (7)  
20 plane.

4. Plateau modulaire circulaire selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que chaque module comprend un épaulement (9), situé sur une surface latérale radialement externe (8), configuré pour former une butée axiale contre un  
25 épaulement (10) situé sur une surface latérale radialement interne (11) d'un module adjacent.

5. Support plan (15) comportant, dans une face supérieure, au moins une cavité ouverte (16) configurée pour recevoir un plateau modulaire circulaire (1) selon l'une

quelconque des revendications 1 à 4, la cavité ouverte ayant une forme complémentaire de la forme du plateau modulaire circulaire.

5 6. Ensemble plan (17) pour la fabrication additive sur lit de poudre d'au moins une pièce à axe de révolution, comprenant un support plan (15) selon la revendication 5 et un plateau modulaire (1) selon l'une quelconque des revendications 1 à 4 pour chacune des cavités ouvertes (16) du support plan.

10 7. Procédé de fabrication d'une pièce à axe de révolution, comprenant :

- la réalisation, par fusion localisée ou frittage localisé d'une poudre (19) sur un plateau circulaire modulaire (1) selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, d'une pièce brute (20) et d'au moins un élément de support (21) de cette pièce brute, la pièce brute étant rendue solidaire du plateau circulaire modulaire par l'intermédiaire dudit au moins un élément de support et la pièce brute ayant un axe de révolution (26) qui

15 coïncide avec l'axe concentrique (6) des modules du plateau ;

- le dépoudrage de la pièce brute ainsi obtenue ;
- si le plateau comporte un ou plusieurs modules non solidaires de la pièce brute, le retrait de ce ou ces modules ;
- le placement de la pièce brute sur un tour de dispositif d'usinage par tournage ;

20 - l'usinage par tournage d'une face avant (B) de la pièce brute ;

- la séparation de la pièce brute du ou des modules du plateau solidaire(s) par découpe par tournage, la découpe étant réalisée au niveau du ou des éléments supports selon un plan de coupe (C) perpendiculaire à l'axe de révolution de la pièce brute ;
- l'usinage par tournage d'une face arrière (D) de la pièce brute ;

25 les étapes d'usinage (B) (D) et de séparation par tournage étant réalisées par mise en rotation de la pièce brute autour de l'axe concentrique (6) des modules du plateau ;

moyennant quoi on obtient la pièce à axe de révolution.

8. Procédé de fabrication selon la revendication 7, dans lequel, au cours de l'étape de réalisation de la pièce brute (20) et dudit au moins un élément de support (21), un même élément de support est fusionné ou fritté sur un seul module.

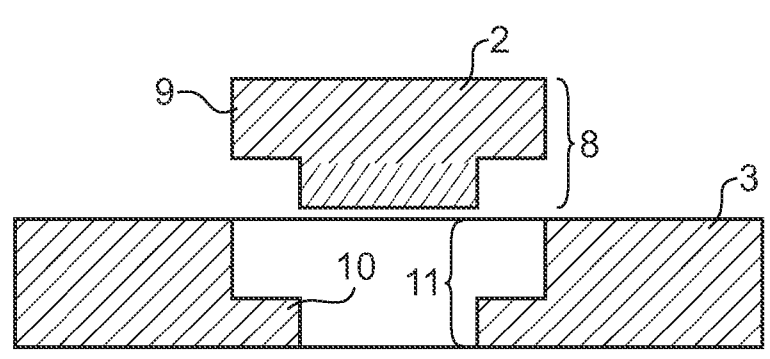
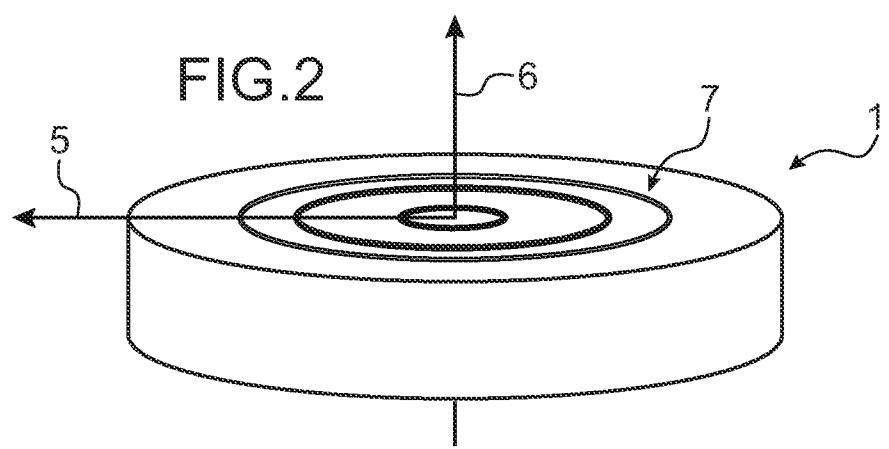
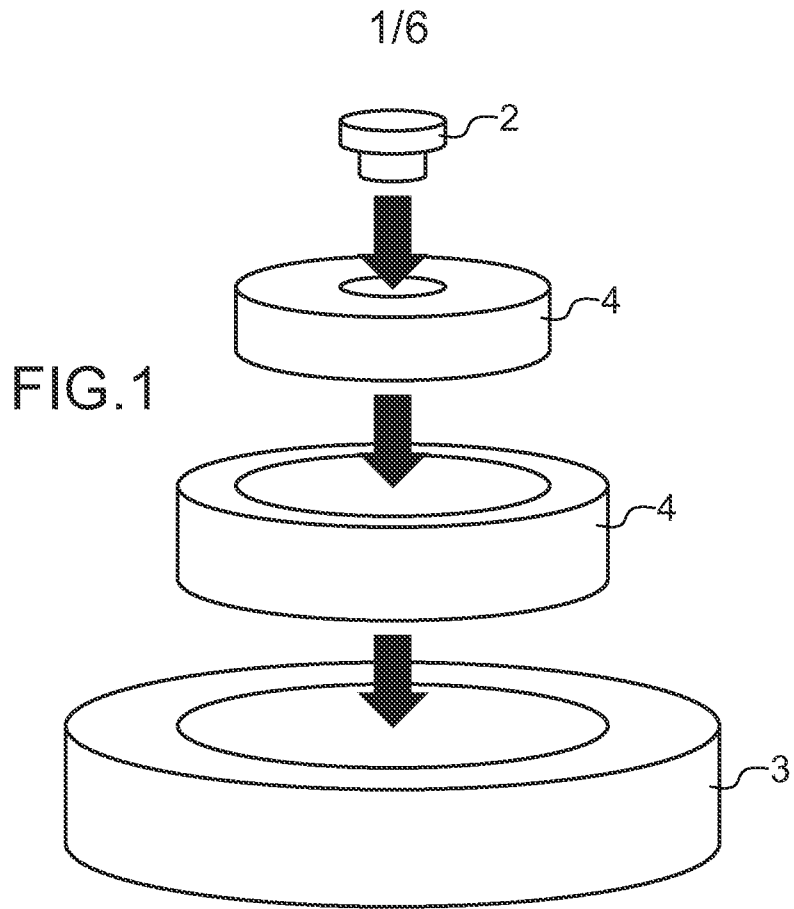


FIG. 3



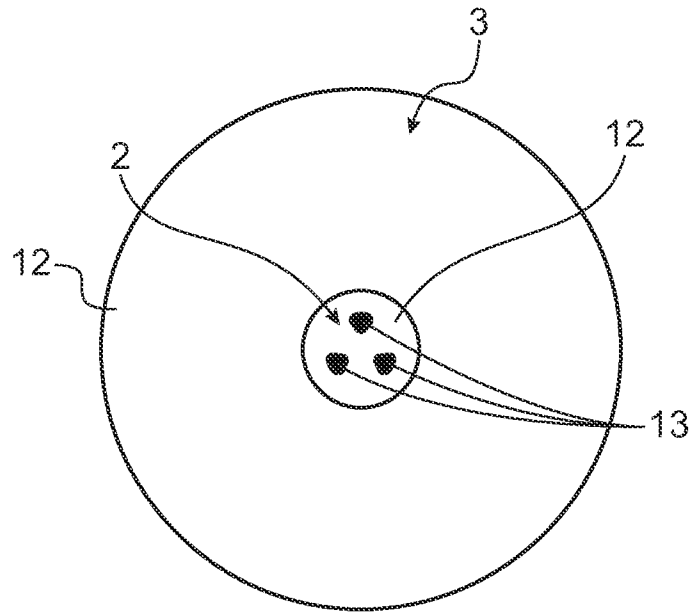


FIG. 4

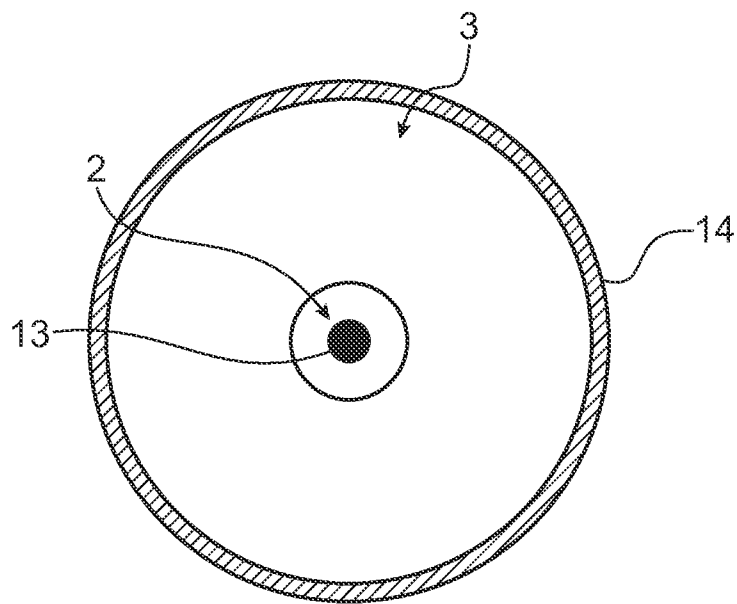
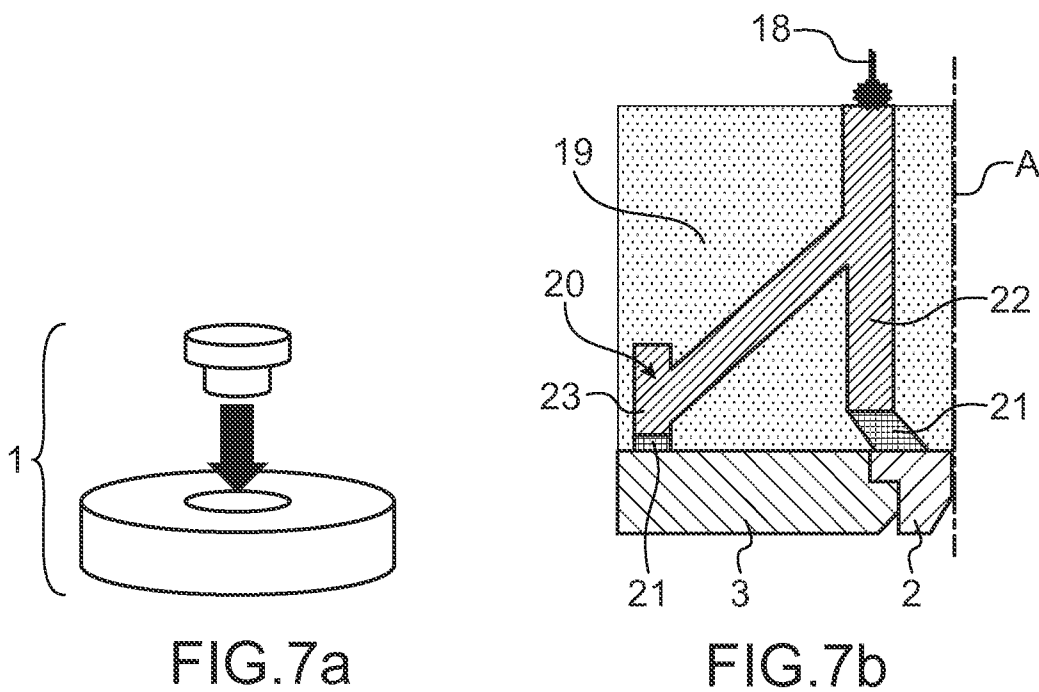
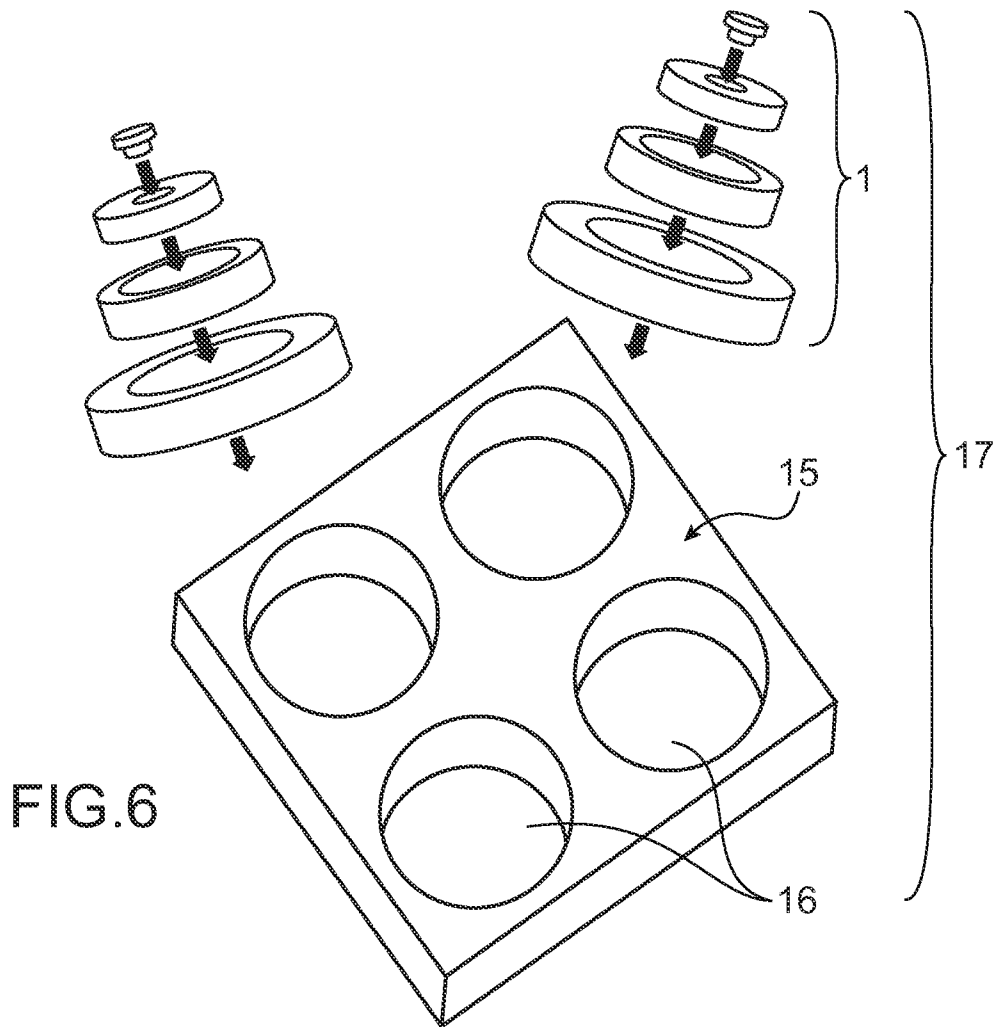
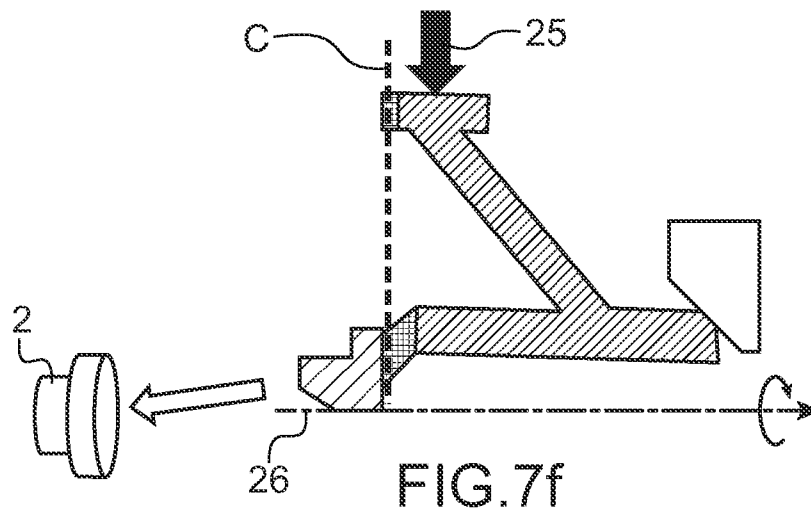
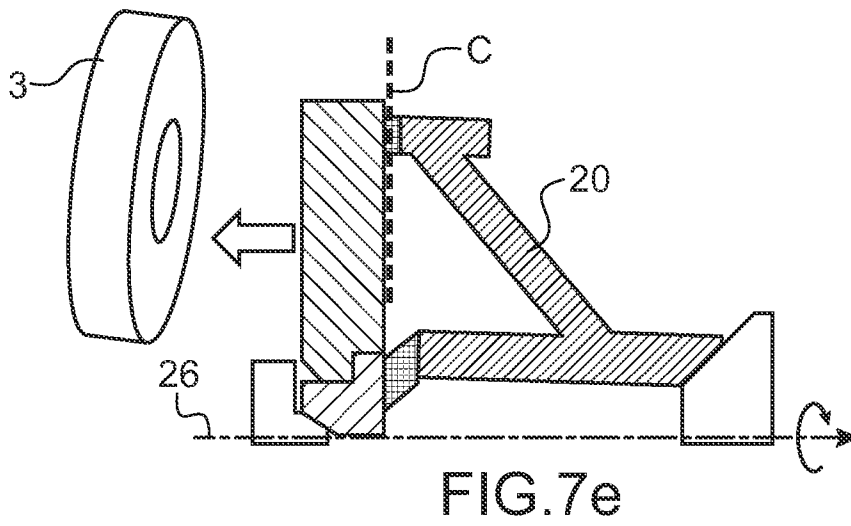
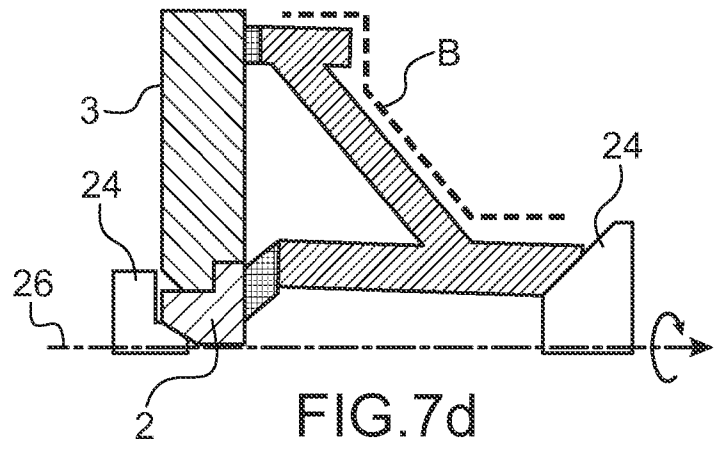
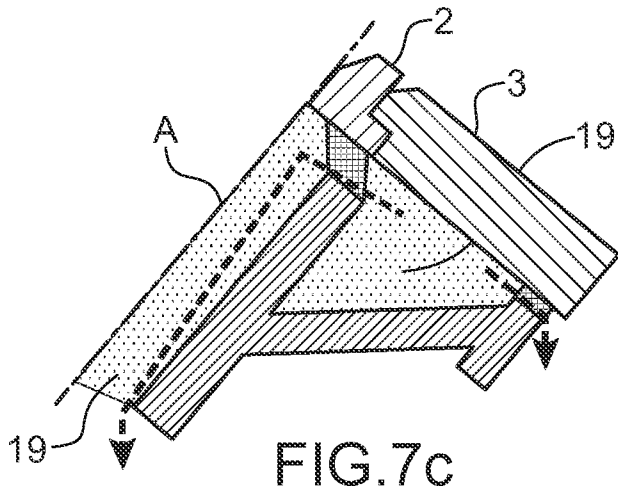


FIG. 5





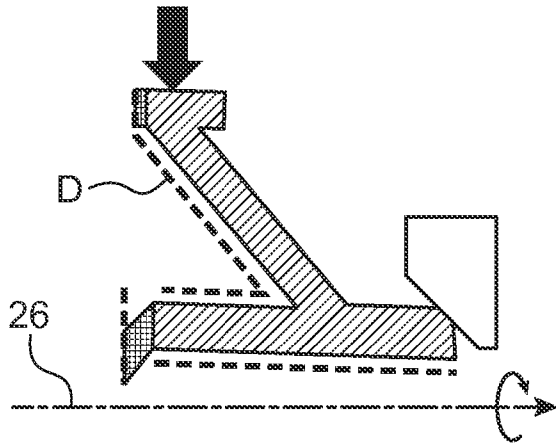


FIG. 7g

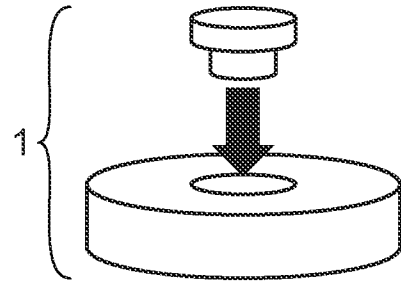


FIG. 8a

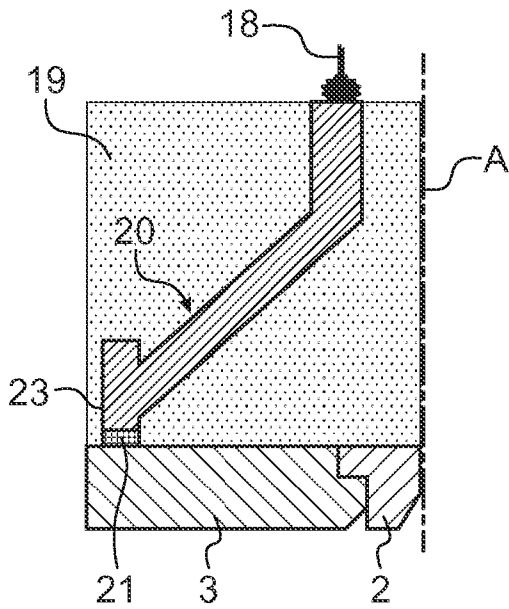


FIG. 8b

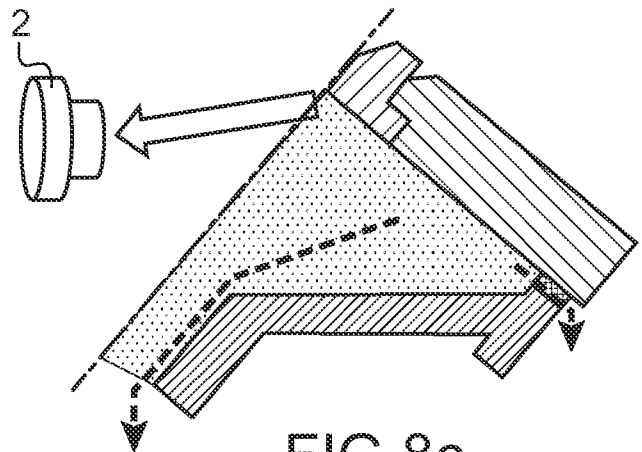


FIG. 8c

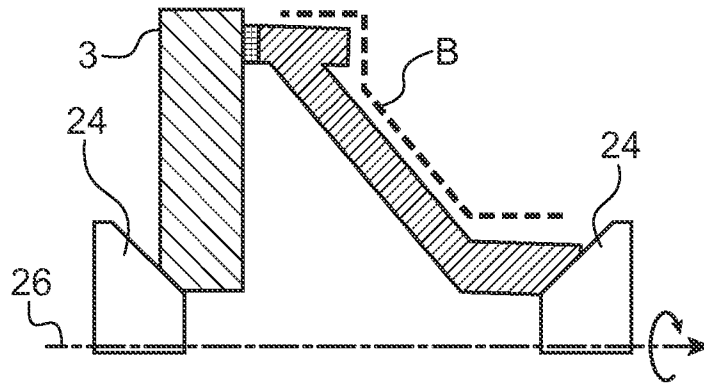


FIG. 8d

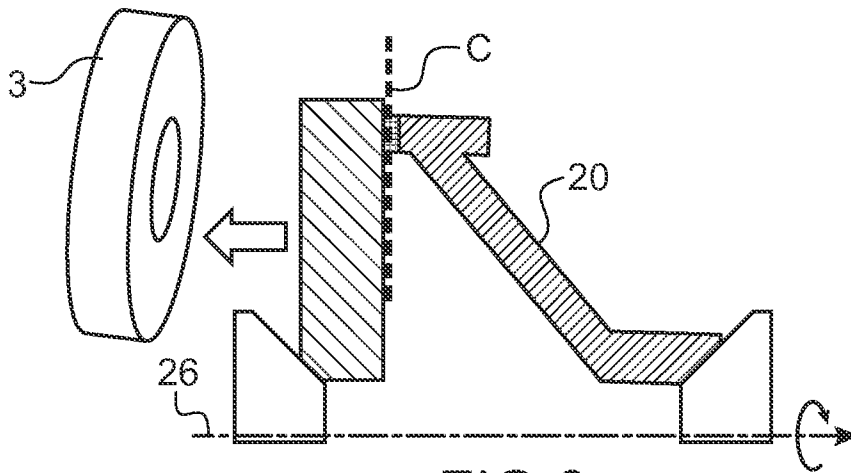


FIG. 8e

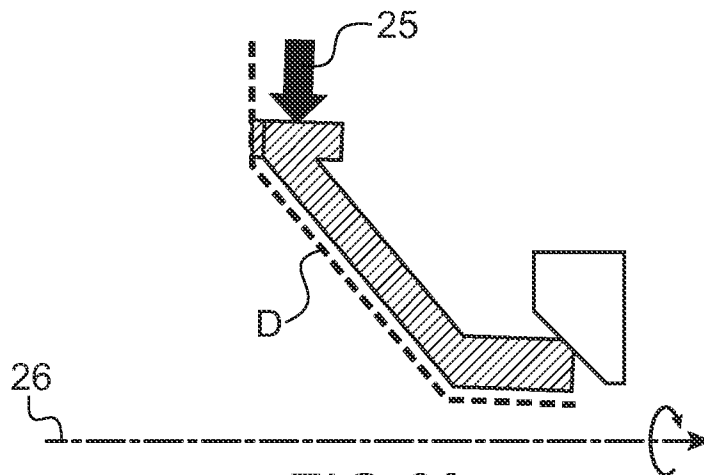


FIG. 8f

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

**PCT/FR2021/051047**

<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b> <i>B29C 64/153</i> (2017.01)i; <i>B22F 10/28</i> (2021.01)i; <i>B22F 10/37</i> (2021.01)i; <i>B22F 10/47</i> (2021.01)i; <i>B22F 10/60</i> (2021.01)i; <i>B29C 64/245</i> (2017.01)i; <i>B29C 64/30</i> (2017.01)i; <i>B29C 64/379</i> (2017.01)i; <i>B29C 64/40</i> (2017.01)i; <i>B33Y 10/00</i> (2015.01)i; <i>B33Y 30/00</i> (2015.01)i; <i>B33Y 40/20</i> (2020.01)i According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b>		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) B29C; C22C; B22F; B33Y		
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		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 2019143589 A1 (WANG HSIANG-PIN [TW] ET AL) 16 May 2019 (2019-05-16) paragraphs [0041] - [0043]; figures 1a, 1b, 1c, 5a, 7a	1-8
A	JP 2016203510 A (DAIHATSU MOTOR CO LTD) 08 December 2016 (2016-12-08) figures 2, 3a-3f	5
A	EP 3417961 A1 (GEN ELECTRIC [US]) 26 December 2018 (2018-12-26) paragraph [0005]; figures 1, 3, 7	1,7
A	US 2018326495 A1 (DREANO SÉBASTIEN [FR]) 15 November 2018 (2018-11-15) paragraph [0007]; figure 1	7
A	DE 102017118065 A1 (KARLSRUHER INST TECHNOLOGIE [DE]) 14 February 2019 (2019-02-14) paragraphs [0088], [0089]; figures 3, 6	1,7
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> 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 <b>31 August 2021</b>		Date of mailing of the international search report <b>15 September 2021</b>
Name and mailing address of the ISA/EP <b>European Patent Office p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk Netherlands</b> Telephone No. (+31-70)340-2040 Facsimile No. (+31-70)340-3016		Authorized officer <b>Nicolas, Pascal</b> Telephone No.

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
**Information on patent family members**

International application No.

**PCT/FR2021/051047**

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
US	2019143589	A1	16 May 2019	NONE	
JP	2016203510	A	08 December 2016	NONE	
EP	3417961	A1	26 December 2018	NONE	
US	2018326495	A1	15 November 2018	BR 112018009819 A2	13 November 2018
				CA 3003368 A1	26 May 2017
				CN 108349006 A	31 July 2018
				EP 3377254 A1	26 September 2018
				FR 3043577 A1	19 May 2017
				JP 6786615 B2	18 November 2020
				JP 2019502056 A	24 January 2019
				RU 2018121719 A	18 December 2019
				US 2018326495 A1	15 November 2018
				US 2021039170 A1	11 February 2021
				WO 2017085383 A1	26 May 2017
DE	102017118065	A1	14 February 2019	NONE	

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°  
PCT/FR2021/051047

<b>A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE</b> INV. B29C64/153    B22F10/28    B22F10/37    B22F10/47    B22F10/60 B29C64/245    B29C64/30    B29C64/379    B29C64/40    B33Y10/00 B33Y30/00    B33Y40/20					
Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB					
<b>B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE</b> Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement) B29C C22C B22F B33Y					
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					
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS</b>					
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents				no. des revendications visées
A	US 2019/143589 A1 (WANG HSIANG-PIN [TW] ET AL) 16 mai 2019 (2019-05-16) alinéas [0041] - [0043]; figures 1a, 1b, 1c, 5a, 7a -----				1-8
A	JP 2016 203510 A (DAIHATSU MOTOR CO LTD) 8 décembre 2016 (2016-12-08) figures 2, 3a-3f -----				5
A	EP 3 417 961 A1 (GEN ELECTRIC [US]) 26 décembre 2018 (2018-12-26) alinéa [0005]; figures 1, 3, 7 -----				1,7
A	US 2018/326495 A1 (DREANO SÉBASTIEN [FR]) 15 novembre 2018 (2018-11-15) alinéa [0007]; figure 1 -----				7
-/--					
<input checked="" type="checkbox"/> Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents			<input checked="" type="checkbox"/> Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe		
* Catégories spéciales de documents cités: "A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent "E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date "L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée) "O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens "P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée "T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention "X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément "Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier "&" document qui fait partie de la même famille de brevets					
Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée			Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale		
31 août 2021			15/09/2021		
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			Nicolas, Pascal		



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	DE 10 2017 118065 A1 (KARLSRUHER INST TECHNOLOGIE [DE]) 14 février 2019 (2019-02-14) alinéas [0088], [0089]; figures 3, 6 -----	1,7

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/FR2021/051047

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 2019143589	A1	16-05-2019	AUCUN
JP 2016203510	A	08-12-2016	AUCUN
EP 3417961	A1	26-12-2018	AUCUN
US 2018326495	A1	15-11-2018	BR 112018009819 A2 13-11-2018 CA 3003368 A1 26-05-2017 CN 108349006 A 31-07-2018 EP 3377254 A1 26-09-2018 FR 3043577 A1 19-05-2017 JP 6786615 B2 18-11-2020 JP 2019502056 A 24-01-2019 RU 2018121719 A 18-12-2019 US 2018326495 A1 15-11-2018 US 2021039170 A1 11-02-2021 WO 2017085383 A1 26-05-2017
DE 102017118065	A1	14-02-2019	AUCUN