

⑤④ PROCÉDE DE FABRICATION D'UNE PIÈCE HYBRIDE ET D'UN JOINT PAR FABRICATION
ADDITIVE.

②② Date de dépôt : 04.11.21.

③③ Priorité :

⑥③ Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

☐ Demande(s) d'extension :

⑦① Demandeur(s) : *SAFRAN Société par actions
simplifiée* — FR.

④③ Date de mise à la disposition du public
de la demande : 05.05.23 Bulletin 23/18.

④⑤ Date de la mise à disposition du public du
brevet d'invention : 12.01.24 Bulletin 24/02.

⑤⑥ Liste des documents cités dans le rapport de
recherche :

Se reporter à la fin du présent fascicule

⑦② Inventeur(s) : DARBLADE Maxime Christian,
PICCIRELLI Nicola, DUNAUD Sébastien Pierre Roger
et PEIFFER Alexandra.

⑦③ Titulaire(s) : SAFRAN Société par actions simplifiée.

⑦④ Mandataire(s) : Cabinet CAMUS LEBKIRI.



Description

Titre de l'invention : PROCEDE DE FABRICATION D'UNE PIECE HYBRIDE ET D'UN JOINT PAR FABRICATION ADDITIVE

DOMAINE TECHNIQUE DE L'INVENTION

- [0001] Le domaine technique de l'invention est celui de la fabrication additive et plus particulièrement de la fabrication additive de pièces composées d'au moins deux éléments ayant des matériaux différents dont le premier élément est inséré dans le deuxième élément.
- [0002] La présente invention concerne un procédé de fabrication mettant en œuvre au moins une étape de fabrication par fabrication additive. L'invention se rapporte également à une pièce obtenue par le procédé de fabrication.

ARRIERE-PLAN TECHNOLOGIQUE DE L'INVENTION

- [0003] Le procédé de fabrication additive consiste à fabriquer des pièces par dépôt successif de couches de matière comme par exemple la dépose de fil fondu ou la fusion laser sur lit de poudre. Cette technologie permet de réaliser des pièces de formes complexes non réalisables par des procédés de fabrication soustractive.
- [0004] La fabrication par dépose de fil fondu comprend :
- une 1^{ère} étape de dépose du contour interne et du contour externe de la couche ;
 - une 2^{ème} étape de remplissage des contours de la couche.
- Ces deux étapes sont réitérées jusqu'à la réalisation complète de la pièce.
- [0005] La fabrication par fusion laser sur lit de poudre comprend :
- une 1^{ère} étape de dépose d'une couche de poudre ;
 - une 2^{ème} étape de balayage par le laser à fibre optique de la couche permettant de fusionner les particules.
- Ces deux étapes sont réitérées jusqu'à la réalisation complète de la pièce.
- [0006] Les procédés de fabrication conventionnels imposent de fabriquer les éléments d'un système séparément puis d'assembler l'ensemble des éléments entre eux. Cette opération d'assemblage peut représenter jusqu'à 30% du coût final de la pièce.
- [0007] Pour fabriquer une pièce composée de deux matériaux différents, une solution connue est d'utiliser un moyen de fabrication additive comportant plusieurs buses d'extrusion permettant d'utiliser des matériaux compatibles entre eux d'un point de vue process un d'un point de vue physico-chimique (les matériaux doivent supporter les mêmes conditions de mise en œuvre et être chimiquement compatibles pour assurer l'adhésion entre couches) par exemple un couple composé d'un matériau polymère

renforcé de fibres pour les zones fortement sollicitées et un matériau polymère non renforcé mais de nature chimique compatible avec le premier matériau pour les zones peu sollicitées ou les zones de remplissages. Cependant, cette approche n'est pas suffisante pour remplacer dans certains cas des éléments fortement sollicités en fatigue ou en frottement par exemple des éléments métalliques.

[0008] La demande de brevet française FR2011539 permet d'obtenir une pièce composée de deux matériaux différents et obtenue chacun par un procédé de fabrication différent. En effet, la demande citée, permet d'obtenir une pièce fabriquée en fabrication additive comportant un insert fabriqué par un autre procédé de fabrication, en procédant par la fabrication d'une première section de la pièce en fabrication additive, puis l'insertion d'un insert dans la première section de la pièce et enfin par la fabrication d'une deuxième section de la pièce sur l'insert et sur la première section. Un adhésif peut être ajouté entre l'insert et la deuxième section afin d'améliorer l'adhérence et de favoriser la fabrication de la deuxième section sur l'insert.

[0009] Néanmoins, lors de la fabrication de la deuxième section de la pièce, la première couche de matériau fabriquée n'adhère pas bien à l'insert. En effet, même si un adhésif est présent entre l'insert et la deuxième section, la première couche de matériau fabriquée de la deuxième section n'adhère pas à l'adhésif ou à l'insert car la première dépose de couche de matière de la deuxième section se fait sur l'insert ou sur l'adhésif qui sont dans des matières incompatibles pour adhérer à la dépose de la première couche.

[0010] Une variante de réalisation de la pièce provenant de la demande de brevet FR2011539 est d'ajouter un joint entre l'insert et la deuxième section à la place de l'adhésif. Le joint est dans une matière permettant une bonne qualité de dépose de la première couche de matériau de la deuxième section.

[0011] Néanmoins, lors de la dépose de la première couche de matériau de la deuxième section, le refroidissement des couches précédemment déposées va venir créer des contraintes internes par exemple des contraintes de cisaillement inter-couche. Ces contraintes créent un gauchissement du joint et de la deuxième section. Ainsi les coins du joint se soulèvent et parfois même le joint se décolle entièrement de l'insert. La pièce finale possède ainsi des renflements et un jeu non voulus au niveau de la zone de recouvrement entre la deuxième section et l'insert.

Résumé de l'invention

[0012] L'invention offre une solution aux problèmes évoqués précédemment, en permettant d'obtenir une meilleure finition et une meilleure adhérence lors de la fabrication additive d'une première partie d'une pièce sur une deuxième partie d'une pièce non obtenue par fabrication additive.

[0013] Un premier aspect de l'invention concerne un procédé de fabrication d'une pièce possédant une base dans un premier matériau et un insert dans un deuxième matériau, caractérisé en ce que ledit procédé de fabrication comprend :

- une première étape de fabrication d'une première section de la base par la technologie de fabrication additive par dépôt de fil fondu ;
- une deuxième étape de mise en position de l'insert possédant un premier côté en contact avec une surface d'appui de la première section ;

ledit procédé de fabrication comprend :

- une troisième étape de dépose d'un premier adhésif sur le premier côté de l'insert puis de dépose d'un joint sur le premier adhésif, le premier adhésif étant compris entre le joint et l'insert.
- une quatrième étape de fabrication d'une deuxième section de la base par la technologie de fabrication additive par dépôt de fil fondu sur la première section et sur le joint.

[0014] Le joint permet d'améliorer l'adhérence du filament déposé lors de la quatrième étape de fabrication de la deuxième section. Lors de la dépose de la première couche de la deuxième section, le joint et la première couche ne sont pas à la même température ce qui créent des contraintes internes notamment des contraintes de cisaillement inter-couche. Le joint a ainsi tendance à se soulever créant ainsi un jeu entre le joint et l'insert. L'adhésif permet de bien fixer le joint avec l'insert et permet donc de limiter le soulèvement du joint dû aux contraintes de cisaillement inter-couche. Ainsi, il n'y a plus de degré de liberté entre la base et l'insert. Dans l'art antérieur, des bruits de vibration apparaissaient lors de la mise en vibration de la pièce. Grâce à l'invention, les bruits de vibration sont fortement diminués.

[0015] Outre les caractéristiques qui viennent d'être évoquées dans le paragraphe précédent, le procédé de fabrication selon un premier aspect de l'invention peut présenter une ou plusieurs caractéristiques complémentaires.

[0016] Avantageusement, le premier adhésif et le joint possèdent chacun une surface de dimension identique et en contact.

[0017] Avantageusement, l'insert est en matériau métallique.

[0018] Avantageusement, l'insert est ajouré. La fabrication additive par dépôt de filament fondu ne permet pas d'avoir un insert ajouré ou en forme de grille avec une qualité de finition satisfaisante. En effet, le résultat esthétique d'une grille fabriquée par dépôt de filament fondu n'est pas satisfaisant en ce que le remplissage des contours de la grille est grossier, c'est-à-dire qu'il n'est pas assez précis pour avoir une surface lisse et sans défauts. De plus, le nombre important de contour à déposer et le remplissage de la grille est très long par rapport à d'autre procédé d'obtention ce qui augmente le temps d'obtention de l'insert et donc son coût. Aussi, les caractéristiques mécaniques ou

encore l'état de surface d'une grille obtenue par dépôt de fil fondu ne sont pas satisfaisantes par rapport à d'autre procédé d'obtention. C'est pourquoi il est préférable d'obtenir l'insert par un procédé autre que le dépôt de fil fondu.

[0019] Avantageusement, la pièce est mise en température afin que le premier adhésif polymérise, pendant la quatrième étape de fabrication de la deuxième section.

[0020] Avantageusement, la pièce est mise à une température comprise entre 160 et 250°C. Cette température permet à l'adhésif de polymériser.

[0021] Avantageusement, la troisième étape est réalisée avant la deuxième étape, tel que l'insert est mis en position avec l'adhésif et le joint. Cette variante de réalisation permet de s'affranchir d'une étape de polymérisation du premier adhésif.

[0022] Avantageusement, le procédé comporte une étape de dépose d'un deuxième adhésif entre la première section et l'insert. Le deuxième adhésif permet de rendre solidaire la première section avec l'insert.

[0023] Avantageusement, le joint est en matière polyétherimide.

[0024] Avantageusement, le joint et la base sont de même matière. Ainsi, au cours de la dépose de la deuxième section, la dépose s'effectuera sur un matériau similaire. La première couche de matière de la deuxième section adhère donc parfaitement avec le joint qui restera en place lors de la dépose de la première couche de matière.

[0025] L'invention concerne également une pièce obtenue par le procédé de fabrication selon l'invention. La pièce obtenue permet d'associer la liberté de forme donnée par la fabrication additive ainsi qu'une qualité de finition pour une zone spécifique par exemple une grille obtenue par un autre procédé de fabrication. La pièce est par exemple, un panneau intérieur de cabine comportant une grille.

[0026] L'invention et ses différentes applications seront mieux comprises à la lecture de la description qui suit et à l'examen des figures qui l'accompagnent.

BREVE DESCRIPTION DES FIGURES

[0027] Les figures sont présentées à titre indicatif et nullement limitatif de l'invention.

[0028] [Fig.1] est une vue en éclatée d'une pièce comprenant une base et un insert selon l'invention ;

[0029] [Fig.2] est une vue de dessus de la pièce de la [Fig.1] ;

[0030] [Fig.3] est une vue en perspective de la pièce de la [Fig.1] ;

[0031] [Fig.4] est une vue d'un joint de la pièce selon l'invention ;

[0032] [Fig.5] est un schéma en bloc illustrant un procédé de fabrication d'une pièce selon l'invention ;

DESCRIPTION DETAILLEE

[0033] Sauf précision contraire, un même élément apparaissant sur des figures différentes présente une référence unique.

[0034] La pièce P, selon un mode de réalisation de l'invention, illustrée aux figures 1 à 3 comprend :

- Une base 100 avec une première section 110 et une deuxième section 120 ;
- Un insert 20 avec un premier côté 21 plan et un deuxième côté 22 plan parallèle au premier côté 21 de l'insert 20 ;
- Un premier adhésif 31 ;
- Un deuxième adhésif 32 ;
- Un joint 50 avec une première surface 51 plane et une deuxième surface 52 plane parallèle à la première surface 51 du joint 50.

[0035] Le deuxième adhésif 32 est optionnel.

[0036] Le matériau de la base 100 peut être tout type de matériau pouvant être mis en œuvre par fabrication additive par exemple le plastique, les composites, les polymères, la céramique ou le métal.

[0037] Dans une variante de réalisation, la base 100 est en matériau polymère possédant une grande résistance mécanique et thermique par exemple du polyétherimide. La base 100 peut, par exemple, être de l'Ultem 9085 ou de l'Ultem 1010.

[0038] La forme de la base 100 est un parallélépipède rectangle. La base 100 peut aussi avoir une autre forme par exemple un cylindre, ou bien une forme plus complexe.

[0039] Par cylindre, on entend un solide engendré par une droite qui se déplace parallèlement à un axe, en s'appuyant sur deux plans fixes.

[0040] Le deuxième adhésif 32 comprend deux surfaces parallèles :

- une première surface 321 en contact avec une surface d'appui 111 de la première section
- une deuxième surface 322 en contact avec le premier côté 21 de l'insert 20.

Le deuxième adhésif 32 permet de favoriser la liaison entre la première section 110 et l'insert 20. Le deuxième adhésif 32 a une forme de carré évidé. Le deuxième adhésif 32 peut aussi être plein si la base 100 ne comporte pas une ouverture en son milieu.

[0041] Le premier adhésif 31 comporte deux surfaces parallèles :

- une première surface 311 en contact avec le deuxième côté 22 de l'insert 20 ;
- une deuxième surface 312 en contact avec la première surface 51 du joint 50.

[0042] Le premier adhésif 31 a une forme de carré évidé. Le premier adhésif 31 peut aussi être plein si la base 100 ne comporte pas une ouverture en son milieu. Le premier adhésif 31 peut être identique au deuxième adhésif 32. Le joint 50 adhère à l'insert 20 par l'intermédiaire du premier adhésif 31 ce qui permet de limiter les phénomènes de gauchissement du joint lors de la dépose de la première couche de fil fondu de la deuxième section 120 sur le joint 50.

[0043] Le joint 50, illustré à la [Fig.4], est en contact avec la deuxième section 120 tel que la deuxième surface 52 du joint est en contact avec une surface 121 de la deuxième

section 120.

- [0044] Le joint 50 est fait dans la même matière que la base 100. Ainsi, au cours de la dépose de la deuxième section 120, la dépose s'effectuera sur un matériau similaire. La première couche de matière de la deuxième section 120 adhère donc parfaitement avec le joint 50 qui restera en place lors de la dépose de la première couche de matière.
- [0045] Le joint 50 peut être en matériau polymère possédant une grande résistance mécanique et thermique, par exemple du polyétherimide tel que l'Ultem 9085. L'épaisseur du joint 50 est de préférence trois ou quatre fois l'épaisseur de dépôt d'une couche de la fabrication additive et sa géométrie est identique à la zone de recouvrement entre le contour de la deuxième section 120 et l'insert 20. L'épaisseur du joint 50 de trois ou quatre fois l'épaisseur de dépôt d'une couche de la fabrication additive permet au joint 50 d'être étanche afin que le premier adhésif 31 ou le deuxième adhésif 32 ne traverse pas le joint lors du collage de celui-ci. En effet, lors de la dépose d'une couche de fabrication additive sur le joint 50, si le joint 50 comprend le premier ou le deuxième adhésif 31, 32, alors il existe un risque de non-adhésion de la couche de fabrication additive avec le joint 50 si les adhésifs 31, 32 ne présentent pas de compatibilité physico-chimique avec la couche de fabrication additive.
- [0046] Le joint 50 a une forme de carré évidé mais il peut aussi être plein. Le rôle du joint 50 est de permettre une bonne qualité de dépose de la première couche de matière de la deuxième section 120.
- [0047] La surface d'appui 111 de la première section 110 possède une ouverture 113. L'ouverture 113 de la première section 110 forme un carré. La surface 121 de la deuxième section 120 possède une ouverture 122. L'ouverture 122 de la deuxième section 120 forme un carré. La surface d'appui 111 et la surface 121 de la deuxième section 120 peuvent ne pas posséder d'ouverture.
- [0048] La surface d'appui 111 et la surface 121 de la deuxième section 120 sont disposées en vis-à-vis.
- [0049] La première section 110 possède une cavité 114 permettant d'accueillir un ensemble comportant un empilement :
- du deuxième adhésif 32,
 - de l'insert 20 empilé sur le deuxième adhésif 32,
 - du premier adhésif 31 empilé sur l'insert 20,
 - du joint 50 empilé sur le premier adhésif 31.
- [0050] La première section 110 possède aussi une surface de reprise 115 en contact avec la surface 121 de la deuxième section. Quand l'ensemble est disposé dans la cavité 114, la deuxième surface 52 du joint 50 est sur le même plan que la surface de reprise 115 de la première section. Ainsi, la deuxième section 120 pourra être fabriqué sur un plan constitué de la deuxième surface 52 du joint 50 et de la surface de reprise 115 de la

première section 110. La surface de reprise 115 est une surface d'intersection entre la première section 110 et la deuxième section 120 permettant la continuité de la base 100.

- [0051] La surface d'appui 111 et la surface 121 de la deuxième section 120 sont disposées en vis-à-vis et enserrant l'ensemble. La surface d'appui 111 supporte l'ensemble. Un rebord comportant la surface d'appui 111 est disposé à l'intérieur de la première section 110 et mesurant au minimum 1 cm permettant de tenir l'ensemble quel que soit sa dimension.
- [0052] L'insert 20 est ajouré, c'est-à-dire percé de trous comme par exemple une grille.
- [0053] L'insert peut aussi être un élément de fixation comme un taraudage rapporté, un élément de liaison d'une pièce mobile comme une charnière ou encore des éléments glissants. L'insert peut être un élément de la pièce P qui pour des raisons fonctionnelles ne pourrait pas être réalisé en dépôt de fil fondu.
- [0054] L'insert 20 peut aussi être une surface pleine. Le matériau de l'insert 20 peut être par exemple du métal ou du composite.
- [0055] Le deuxième côté 22 est plan et traité pour recevoir le premier adhésif 31. De même, le premier côté 21 est plan et traité pour recevoir le deuxième adhésif 32. Le traitement du premier et deuxième côté 21, 22 est par exemple un dégraissage puis ponçage ou alors un décapage laser puis dégraissage afin qu'il n'existe aucune pollution susceptible d'altérer la qualité de l'adhésion entre l'insert 20 et le premier adhésif 31 ou le deuxième adhésif 32, par exemple, un film gras empêchant un bon collage. Le ponçage ou le décapage laser permet en outre d'améliorer l'accroche physique entre l'insert 20 et le premier adhésif 31 ou le deuxième adhésif 32.
- [0056] Les adhésifs 31, 32 sont par exemple sous forme de colle, de film ou de spray. Les adhésifs 31, 32 sont en matériau compatible avec le matériau de la base 100. Le premier adhésif 31 est en matériau compatible avec le joint 50. L'épaisseur des adhésifs 31, 32 est égale à la hauteur d'une couche de dépôt de fabrication additive ou un multiple de cette hauteur de couche. La géométrie du premier adhésif 31 est identique à la zone de recouvrement entre le contour de la deuxième section 120 et l'insert 20. De même, la géométrie du deuxième adhésif 32 est identique à la zone de recouvrement entre le contour de la première section 110 et l'insert 20.
- [0057] La [Fig.5] est un schéma sous forme de blocs illustrant les étapes d'un procédé de fabrication de la pièce P.
- [0058] Le procédé de fabrication 200 comporte :
- une première étape 201 de fabrication de la première section 110 de la base 100 par fabrication additive par dépôt de fil fondu ;
 - une deuxième étape 202 de mise en position de l'insert 20, tel que le premier côté 21 de l'insert est en contact avec la surface d'appui 111 de la première

section 110 ;

- une troisième étape 203 de dépose du premier adhésif 31 sur le premier côté 21 de l'insert 20 puis de dépose du joint 50 sur le premier adhésif 31
- une quatrième étape 204 de fabrication de la deuxième section 120 de la base 100 par la technologie de fabrication additive par dépôt de fil fondu sur la première section 110 et sur le joint 50.

[0059] Le procédé de fabrication 200 peut aussi comprendre entre la première étape 201 et la deuxième étape 202 une étape de dépose d'un deuxième adhésif 32 sur la surface d'appui 111 de la première section 110.

[0060] La fabrication de la base 100 se fait dans une chambre thermiquement contrôlée.

[0061] La température de l'insert 20 lors de la mise en position sur la première section 110 doit être équivalente à la température de la chambre thermiquement contrôlée pour ne pas créer de choc thermique entre la première section 110 et l'insert 20 ou entre le deuxième adhésif 32 et l'insert 20 aidant ainsi à maintenir la géométrie de l'insert 20 pendant la deuxième étape 202, c'est-à-dire à garder le deuxième côté 22 de l'insert 20 plan. Ainsi l'insert 20 peut être préchauffé avant la deuxième étape 202 de mise en position de l'insert pour atteindre la température de la chambre thermiquement contrôlée. L'insert 20 peut être préchauffé par exemple dans un four ou une étuve.

[0062] La mise en position de l'insert 20 est effectuée, par exemple, par un opérateur. A la fin de la première étape 201, la fabrication additive est suspendue. Lors de l'arrêt de la fabrication additive, aucun élément de l'outil de fabrication n'est en mouvement. La suspension de la fabrication additive permet de positionner facilement l'insert 20. Le positionnement de l'insert 20 se fait toujours dans une chambre thermiquement contrôlée.

[0063] La température de la chambre thermiquement contrôlée est choisie pour que les adhésifs 31, 32 polymérisent. Ceci permet de s'affranchir d'un traitement thermique post-fabrication. Par exemple, les matériaux dit « hautes températures » comme les polyetherimides nécessitent d'être mis en forme dans une chambre à température contrôlée comprise entre 160°C et 250°C et de préférence de 220°C. A cette température les adhésifs 31, 32 pourront polymériser en même temps que la fabrication de la deuxième section 120. La température de fusion de l'insert 20 est supérieure à la température de polymérisation de l'adhésif 4. Ainsi, la chambre sera mise à une température afin que les adhésifs 31, 32 polymérisent pendant la quatrième étape 204 de fabrication de la deuxième section.

[0064] Dans une variante de réalisation du procédé de fabrication 200, la troisième étape 203 s'effectuera avant la deuxième étape 202. Ainsi, l'insert 20, le premier adhésif 31 et le joint 50 sont empilés et forment un bloc solidaire. Lors de la deuxième étape 202, le bloc solidaire est mis en position sur la surface d'appui 111 de la première section

110. Cette variante de réalisation permet de s'affranchir d'une étape de polymérisation du premier adhésif 31 par exemple dans le cas où le premier adhésif 31 ne peut pas polymériser sans détérioration de ses propriétés thermiques.

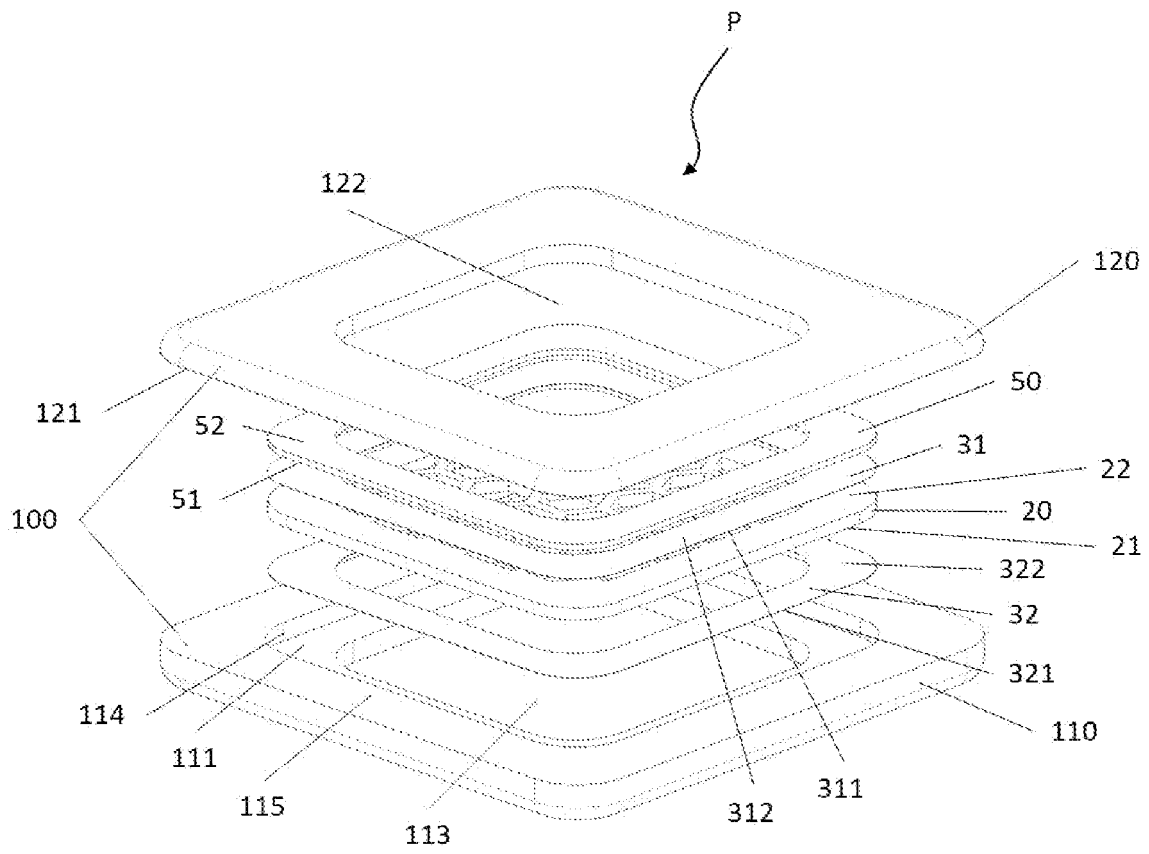
Revendications

- [Revendication 1] Procédé de fabrication (200) d'une pièce (P) possédant une base (100) dans un premier matériau et un insert (20) dans un deuxième matériau, ledit procédé de fabrication comprend :
- une première étape (201) de fabrication d'une première section (110) de la base (100) par la technologie de fabrication additive par dépôt de fil fondu ;
 - une deuxième étape (202) de mise en position de l'insert (20) possédant un premier côté (21) en contact avec une surface d'appui (111) de la première section (110) possédant une ouverture 113;
- caractérisé en ce que ledit procédé de fabrication (200) comprend :
- une troisième étape (203) de dépose d'un premier adhésif (31) sur un deuxième côté (22) de l'insert (20) puis de dépose d'un joint (50) sur le premier adhésif (31), le premier adhésif (31) étant compris entre le joint (50) et l'insert (20).
 - une quatrième étape (204) de fabrication d'une deuxième section (120) de la base (100) par la technologie de fabrication additive par dépôt de fil fondu sur la première section (110) et sur le joint (50), la deuxième section 120 comprenant une ouverture 122.
- [Revendication 2] Procédé (200) selon la revendication précédente, caractérisé en ce que le premier adhésif (31) et le joint (50) possèdent chacun une surface de dimension identique et en contact.
- [Revendication 3] Procédé (200) selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que l'insert (20) est en matériau métallique.
- [Revendication 4] Procédé (200) selon l'une des revendications précédentes caractérisé en ce que la pièce (P) est mise en température afin que le premier adhésif (31) polymérise, pendant la quatrième étape (204) de fabrication de la deuxième section (120).
- [Revendication 5] Procédé (200) selon la revendication précédente caractérisé en ce que la pièce (P) est mise à une température comprise entre 160 et 250°C.
- [Revendication 6] Procédé (200) selon l'une des revendications précédentes caractérisé en ce que la troisième étape (203) est réalisée avant la deuxième étape

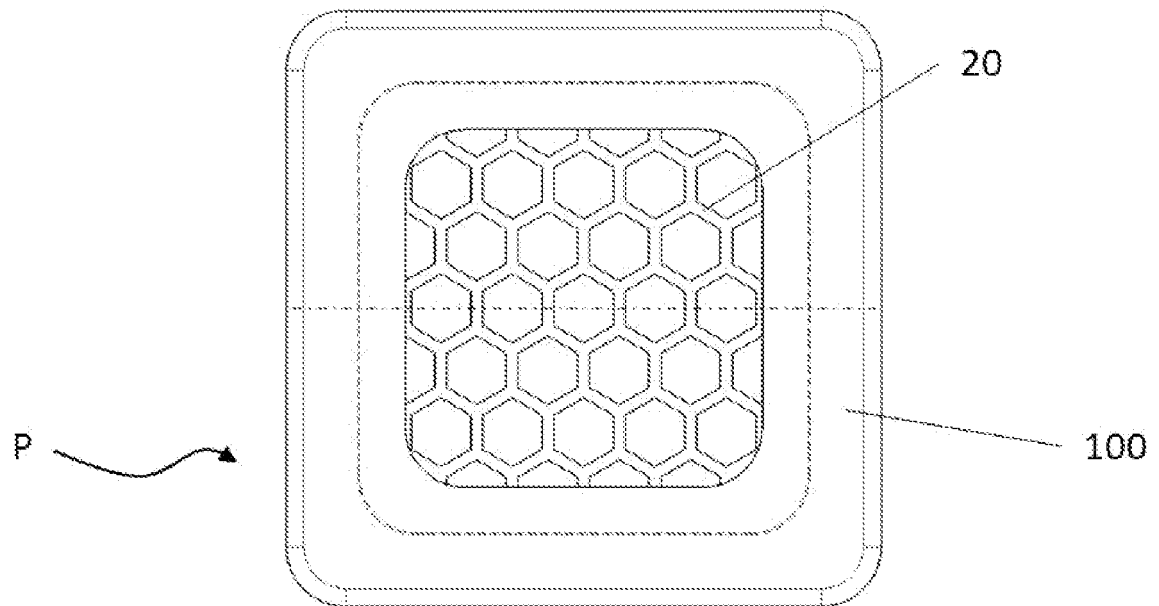
(202), tel que l'insert (20) est mis en position avec l'adhésif (31) et le joint (50).

- [Revendication 7] Procédé (200) selon l'une des revendications précédentes caractérisé en ce qu'il comporte une étape de dépose d'un deuxième adhésif (32) entre la première section (110) et l'insert (20).
- [Revendication 8] Procédé (200) selon l'une des revendications précédentes caractérisé en ce que le joint (50) est en matière polyétherimide.
- [Revendication 9] Procédé (200) selon l'une des revendications précédentes caractérisé en ce que le joint (50) et la base (100) sont de même matière.
- [Revendication 10] Pièce (P) obtenue du procédé de fabrication (200) selon l'une des revendications précédentes.

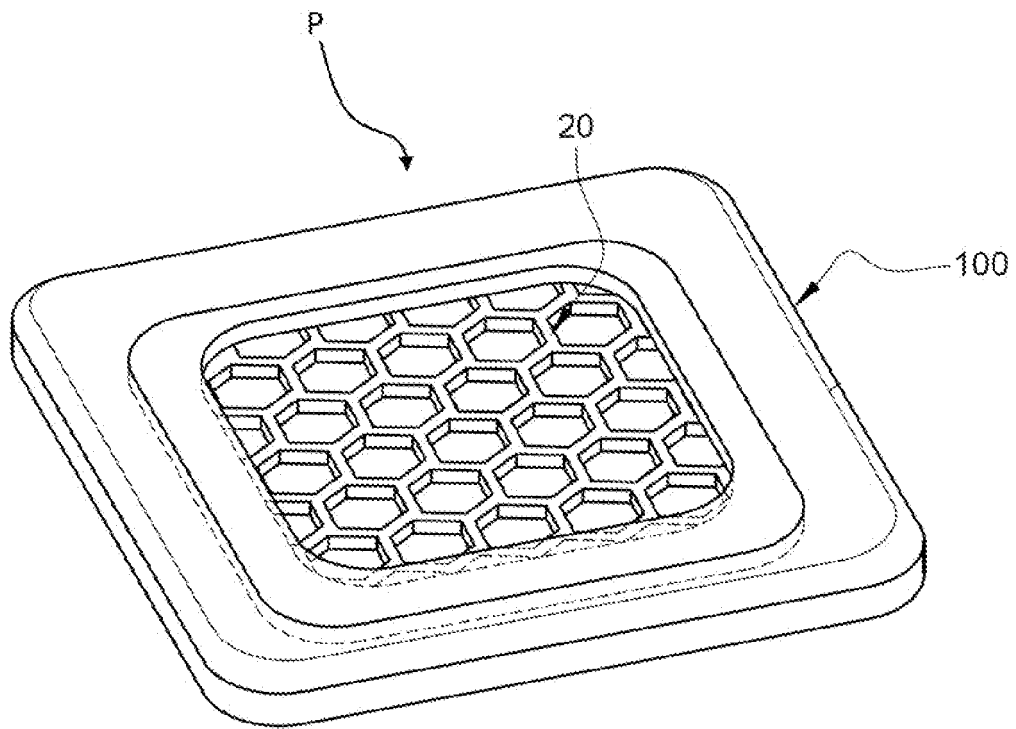
[Fig. 1]



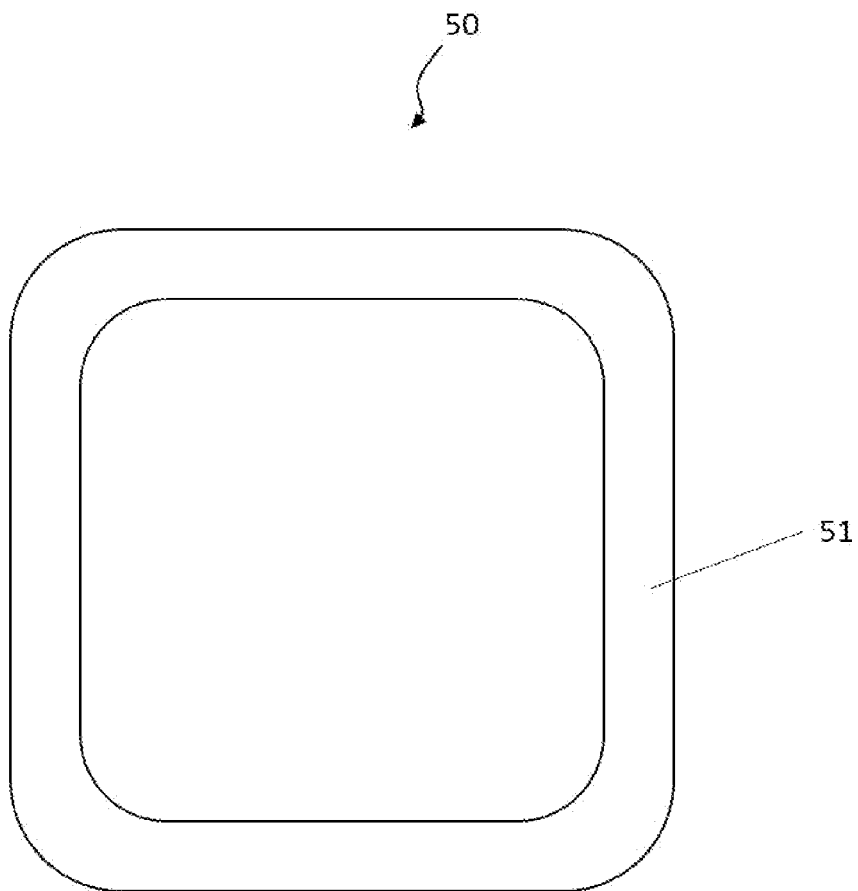
[Fig. 2]



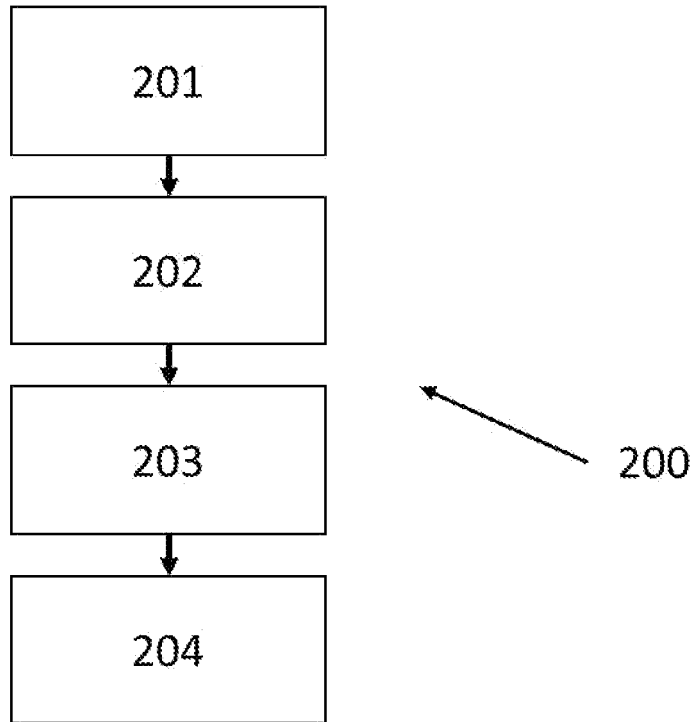
[Fig. 3]



[Fig. 4]



[Fig. 5]



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**

WO 2016/149181 A1 (UNIV TEXAS [US])
22 septembre 2016 (2016-09-22)

WO 2017/188997 A2 (HEWLETT PACKARD
DEVELOPMENT CO LP [US])
2 novembre 2017 (2017-11-02)

WO 2014/209994 A2 (HARVARD COLLEGE [US])
31 décembre 2014 (2014-12-31)

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

NEANT

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

NEANT