

Description

Titre de l'invention : Module amovible permettant de réduire la consommation énergétique d'une machine d'impression 3D

- [0001] La présente invention concerne le domaine général des machines de fabrication additive qui permettent de fabriquer des pièces de formes très diverses en déposant un matériau d'impression fluide en couches successives, au moyen d'une buse.
- [0002] Plus particulièrement, la présente invention concerne l'enceinte de fabrication d'une machine de fabrication additive et a pour objet un module amovible destiné à être implanté dans cette enceinte de fabrication.
- [0003] On connaît notamment, par le document US6722872B2, une machine d'impression comprenant une chambre qui forme un four délimité par une paroi, et à l'intérieur de laquelle se trouve un plateau destiné à soutenir la pièce en cours d'impression, ainsi que la buse permettant d'amener le matériau constitutif de ladite pièce. Pour pouvoir générer la forme de la pièce, il est prévu un système d'entraînement comprenant un ascenseur pour déplacer le plateau verticalement, et des tables de translation croisées pour piloter horizontalement la buse chargée de délivrer le matériau constitutif de la pièce. Lesdites tables de translation sont équipées de soufflets qui assurent l'étanchéité de la chambre.
- [0004] Un des inconvénients de la machine décrite par le brevet US6722872B2 est le volume important de la chambre qui oblige à fournir une grande quantité d'énergie même lors de la fabrication de petites pièces. Un autre inconvénient est le positionnement du système de chauffage en dehors de l'enceinte de fabrication, ce qui contraint à mettre en place un système de soufflerie puissant et complexe, sans pour autant assurer une parfaite homogénéité du fluide gazeux à l'intérieur de l'enceinte de fabrication.
- [0005] La demande WO2017/184002 propose une machine de fabrication additive avec un plateau chauffant et un système constitué d'un ventilateur associé à un élément de chauffage électrique permettant de chauffer l'enceinte de fabrication additive. Ce système de chauffage compact est utilisé dans une machine de fabrication additive dont le volume de l'enceinte de fabrication reste constant. Ce type de machine de fabrication additive est habituellement utilisé pour fabriquer des pièces de dimensions variables, ce qui oblige à utiliser une enceinte de grande taille, même lorsque la pièce à fabriquer a de petites dimensions. Ainsi, la consommation d'énergie pour maintenir en température la chambre de fabrication est importante même lorsque la pièce est petite.
- [0006] L'invention a pour objet de remédier aux inconvénients identifiés ci-dessus, et de proposer un nouvel agencement de machine de fabrication additive permettant une

économie d'énergie et un meilleur contrôle de l'homogénéité et de la température de l'atmosphère gazeuse de la zone de travail et donc un meilleur contrôle de la température de la pièce en cours d'impression, ce qui peut être particulièrement intéressant pour une pièce fabriquée dans un matériau ayant un écart faible entre sa température de fusion et sa température de dégradation qui est supérieure à la température de fusion et à partir de laquelle le matériau n'a plus les propriétés requises pour effectuer l'impression de la pièce. Par écart faible, il faut comprendre un écart entre la température de fusion et la température de dégradation inférieur à 30°C.

[0007] A cet effet, selon un premier aspect, l'invention concerne un module destiné à être implanté dans une enceinte d'une machine de fabrication additive, ledit module comprenant le long d'un axe central :

- un plateau inférieur,
- un fût comprenant une embase positionnée sur le plateau inférieur et surmontée d'une élévation,
- un plateau de fabrication, parallèle au plateau inférieur et posé sur un chant supérieur de l'élévation du fût,
- une chemise qui entoure le plateau de fabrication et qui forme une paroi fermée s'étendant, selon la direction de l'axe central, en saillie à partir du plateau de fabrication,
- un couvercle posé sur la chemise de sorte à former une cavité, appelée zone de travail, délimitée par la chemise, par le couvercle et par le plateau de fabrication,
- des orifices d'entrée et des orifices de sortie réalisés dans le plateau de fabrication, lesdits orifices d'entrée permettant de faire entrer un fluide gazeux à l'intérieur de la zone de travail et lesdits orifices de sortie permettant de faire sortir ledit fluide gazeux, le module comprenant des moyens de fixation destinés à coopérer de façon amovible avec des moyens de fixation complémentaires intégrés à la machine de fabrication additive et le module comprenant un dispositif de soufflage permettant de souffler le fluide gazeux et un dispositif de chauffage permettant de chauffer ledit fluide gazeux.

[0008] L'ajout d'un tel module dans l'enceinte de la machine de fabrication additive permet avantageusement de réduire le volume de la zone de travail lorsque la pièce à fabriquer est de petite taille, diminuant ainsi l'énergie utilisée pour maintenir en température la zone de travail du module par rapport à des enceintes complètes de machines de fabrication additives.

[0009] Avantageusement, les moyens de fixation réversibles selon l'invention permettent un montage/démontage simple et rapide du module dans l'enceinte de fabrication principale de la machine de fabrication additive. Ainsi, on peut aisément mettre en place le module puis le retirer, et notamment remplacer un premier module par un second module présentant une zone de travail dont les dimensions sont différentes de

celles du premier module, ou bien encore remplacer le module par un plateau simple permettant d'utiliser la totalité du volume de l'enceinte principale. L'invention permet ainsi, à partir d'une seule machine possédant un volume nominal d'enceinte principale donné, et grâce à un système modulaire comprenant au moins un module selon l'invention, d'adapter et d'ajuster au cas par cas, en fonction des besoins et notamment en fonction de la taille des pièces à fabriquer, le volume de la zone de travail et les conditions qui règnent dans ladite zone de travail.

- [0010] Avantageusement, le module selon l'invention comprend un dispositif de soufflage d'un fluide gazeux qui est embarqué dans ledit module et qui, associé à la taille réduite de la zone de travail dudit module, permet d'obtenir une atmosphère homogène dans ladite zone de travail délimitée par ledit module.
- [0011] De manière avantageuse, le module selon l'invention comprend également un dispositif de chauffage du fluide gazeux qui est également embarqué dans ledit module et qui, associé au dispositif de soufflage, va permettre à l'atmosphère de la zone de travail de taille réduite d'atteindre plus facilement et plus précisément une température élevée, nécessaire à la mise en œuvre des matériaux qui ne peuvent pas être employés dans les machines de fabrication additives usuelles dont les zones de travail de grandes tailles ne peuvent pas avoir une température de l'atmosphère assez précise et homogène.
- [0012] De manière préférentielle, le dispositif de soufflage du fluide gazeux coopère avec un dispositif de répartition du fluide gazeux, ledit dispositif de répartition étant conçu pour assurer d'une part la collecte du fluide gazeux sortant de la zone de travail par les orifices de sortie et d'autre part le retour dudit fluide gazeux vers ladite zone de travail en passant par les orifices d'entrée.
- [0013] Selon un mode de réalisation préféré du dispositif de répartition du fluide gazeux, ledit dispositif de répartition du fluide gazeux comprend un plateau intermédiaire, parallèle au plateau de fabrication et positionné en-dessous dudit plateau de fabrication et à l'extérieur de la zone de travail, ledit plateau intermédiaire comprenant une ouverture circulaire en son centre et des encoches à sa périphérie, ledit plateau intermédiaire formant, avec ledit plateau de fabrication et l'élévation du fût, une cavité appelée zone d'aspiration, ladite zone d'aspiration recevant le fluide gazeux provenant de la zone de travail par les orifices de sortie.
- [0014] Avantageusement, le dispositif de répartition du fluide gazeux comporte des ouvertures d'entrée formées par la coopération des encoches et de l'élévation, lesdites ouvertures d'entrée coïncidant par une superposition, selon la direction de l'axe central, avec les orifices d'entrée réalisés dans le plateau de fabrication.
- [0015] Préférentiellement, le dispositif de répartition du fluide gazeux comprend des cloisons normales au plateau intermédiaire, s'étendant depuis le plateau intermédiaire

jusqu'au plateau de fabrication, lesdites cloisons coopérant avec l'élévation pour former des conduits étanches qui relient les ouvertures d'entrée du plateau intermédiaire aux orifices d'entrée réalisés dans le plateau de fabrication.

- [0016] Selon une forme préférée du dispositif de répartition du fluide gazeux, ledit dispositif de répartition du fluide gazeux comprend un plateau support, parallèle au plateau intermédiaire et situé au-dessous dudit plateau intermédiaire, ledit plateau support formant avec ledit plateau intermédiaire et l'élévation du fût une cavité appelée zone de refoulement, ladite zone de refoulement permettant d'une part de recevoir le fluide gazeux provenant de la zone d'aspiration par l'ouverture circulaire et d'autre part d'injecter ledit fluide gazeux dans la zone de travail en passant par les ouvertures d'entrée, les conduits étanches et les orifices d'entrée.
- [0017] Avantagement, le dispositif de chauffage du fluide gazeux comprend au moins un tube chauffant, contenant une résistance électrique chauffante, ledit tube chauffant étant placé dans la zone de refoulement.
- [0018] Selon une forme de réalisation préférée du dispositif de soufflage du fluide gazeux, ledit dispositif de soufflage du fluide gazeux comprend un ventilateur, comprenant des pales situées dans la zone de refoulement et permettant de mettre en mouvement le fluide gazeux présent dans la zone de refoulement, de mettre en contact ledit fluide gazeux avec le tube chauffant, avant de faire pénétrer ledit fluide gazeux dans la zone de travail en passant par les ouvertures d'entrée du plateau de fabrication, les conduits étanches, reliant le plateau de fabrication au plateau intermédiaire, et les orifices d'entrée du plateau intermédiaire.
- [0019] Avantagement, le dispositif de soufflage du fluide gazeux et le dispositif de chauffage du fluide gazeux sont alimentés électriquement par un connecteur électrique qui est embarqué sur ledit module et qui est agencé pour coopérer de façon amovible avec un connecteur électrique complémentaire qui est intégré à la machine de fabrication additive.
- [0020] Encore avantagement, la chemise est montée coulissante par rapport au plateau de fabrication selon l'axe central, afin de faire varier le volume de la zone de travail et ainsi former une structure télescopique.
- [0021] De manière préférentielle, la chemise collabore avec au moins un ressort qui permet de la presser axialement de façon étanche contre le couvercle.
- [0022] Ainsi, lorsque la pièce à fabriquer a une petite taille, non seulement le volume de la zone de travail est réduit par la petite taille du module, mais de plus la structure télescopique permet d'adapter continûment le volume de l'enceinte à la taille de la pièce en cours de fabrication, favorisant encore plus les gains d'énergie, l'homogénéité et la précision de la température de l'atmosphère de ladite zone de travail.
- [0023] Après avoir circulé dans la zone de travail, le fluide gazeux va ressortir de la zone de

travail par les orifices de sortie du plateau de fabrication, pénétrer dans la zone d'aspiration puis passer par l'ouverture circulaire du plateau intermédiaire et revenir dans la zone de refoulement à proximité du ventilateur qui va de nouveau propulser ledit fluide gazeux vers les orifices d'entrée de la zone de travail. Ainsi, le fluide gazeux est mis en mouvement en circuit fermé et ne rentre pas en contact avec l'atmosphère qui est située en dehors de la zone de travail, de la zone d'aspiration et de la zone de refoulement.

- [0024] Un tel cheminement du fluide gazeux permet d'obtenir une atmosphère homogène dans la zone de travail sans nécessiter des dispositifs de soufflage ou de chauffage multiples et surdimensionnés.
- [0025] Un deuxième aspect de l'invention concerne une machine de fabrication additive comprenant un plateau principal et une buse d'injection agencée pour déposer un matériau d'impression en couches successives, ladite machine étant caractérisée en ce qu'elle comprend le module précédemment décrit, ledit module étant fixé de façon réversible sur le plateau principal de la machine de fabrication additive et la buse d'injection de ladite machine de fabrication additive traversant le couvercle dudit module à travers un orifice d'insertion prévu à cet effet dans ledit couvercle pour déposer le matériau d'impression dans la zone de travail du module afin de générer une pièce dans ladite zone de travail.
- [0026] Selon une forme préférée de l'invention, la machine de fabrication additive comprend des moyens de fixation complémentaires qui coopèrent avec les moyens de fixation du module pour assurer la fixation réversible dudit module sur le plateau principal.
- [0027] Les moyens de fixation complémentaires peuvent être, à titre d'exemples et de manière non exhaustive, de type mécaniques, électro magnétiques, pneumatiques ou hydrauliques.
- [0028] Avantagement, la machine de fabrication additive peut être équipée d'un connecteur électrique complémentaire destiné à être connecté au connecteur électrique du module.
- [0029] Préférentiellement, la connexion électrique est réalisée automatiquement lors de la mise en place du module sur le plateau de la machine de fabrication additive.
- [0030] Ainsi, grâce à ces dispositifs de fixation et de connexions électriques simples, la mise en place et le retrait du module se font rapidement et aisément.
- [0031] Par ailleurs, le module étant amovible aisément, la capacité dimensionnelle de la machine de fabrication additive n'est pas réduite, les pièces de grandes dimensions pouvant toujours être réalisées en retirant le module et en utilisant un plateau nu.
- [0032] De manière préférentielle, la mise en place et le retrait du module sont réalisés, par exemple, par un système automatique de type robot cartésien ou poly-articulé.

- [0033] Selon un troisième aspect, l'invention concerne un procédé de fabrication additive d'une pièce par la mise en œuvre du module et de la machine de fabrication additive tels que présentés ci-dessus.
- [0034] Le procédé de l'invention comprend les étapes suivantes prises chronologiquement :
- insertion du module dans l'enceinte de la machine de fabrication additive et fixation dudit module sur le plateau principal à l'aide des moyens de fixation dudit module que l'on fait coopérer avec les moyens de fixation complémentaires de ladite machine de fabrication additive,
 - raccordement du connecteur électrique du module au connecteur électrique complémentaire de la machine de fabrication additive,
 - positionnement du module de telle sorte que la buse d'injection soit située dans l'orifice d'insertion du couvercle,
 - mise en fonctionnement du dispositif de soufflage du fluide gazeux et du dispositif de chauffage du fluide gazeux,
 - fabrication de la pièce dans la zone de travail du module.
- [0035] Après la réalisation de la pièce, le procédé comprend les étapes suivantes prises chronologiquement :
- arrêt du dispositif de soufflage du fluide gazeux et du dispositif de chauffage du fluide gazeux,
 - déconnexion du connecteur électrique du connecteur électrique complémentaire,
 - positionnement du module de telle sorte que la buse d'injection ne soit plus située dans l'orifice d'insertion du couvercle,
 - libération du module par actionnement des moyens de fixation puis retrait dudit module hors de l'enceinte de la machine de fabrication additive.
- [0036] Avantageusement, la pièce peut être facilement retirée du module lorsque ledit module est sorti de l'enceinte de la machine de fabrication additive.
- [0037] Avantageusement, l'insertion et le retrait du module se font automatiquement avec le robot de type cartésien ou poly-articulé.
- [0038] Dans ce qui suit, l'invention est décrite de façon détaillée à l'aide des figures suivantes, fournies à titre illustratif et non limitatives :
- [Fig.1] : Vue en coupe d'une machine de fabrication additive contenant le module.
 - [Fig.2] : Vue en perspective et en coupe du module selon deux plans radiaux perpendiculaires.
 - [Fig.3] : Vue de détail, en perspective et en coupe d'une partie du module.
 - [Fig.4] : Vue de détail, en perspective et en coupe d'une partie du module.
 - [Fig.5] : Vue de détail en coupe d'un système de soufflage et de chauffage du module.
 - [Fig.6] : Vue en coupe d'un système télescopique du module.

- [Fig.7] : Détail en coupe du module.
- [Fig.8] : Vue en coupe de dessous du module sans le couvercle.
- [Fig.9] : Vue en coupe de dessous du module sans le couvercle dans un mode de réalisation particulier.
- [Fig.10] : Vue en coupe de dessous du module sans le couvercle dans un autre mode de réalisation particulier.

[0039] Dans ce qui suit, à des fins de clarté, la direction horizontale et la direction verticale correspondent à l'orientation naturelle des figures 1 à 9. De même, les termes « haut », « bas », « inférieur », « supérieur » et leurs variantes devront être compris en référence à la direction verticale des figures.

[0040] L'invention porte sur un module 50 destiné à être mis en place ou retiré d'une enceinte 102 d'une machine 100 de fabrication additive. Outre l'enceinte 102, la machine de fabrication additive 100 peut également comprendre un plateau principal 103 ainsi qu'une buse d'injection 104 qui permet de déposer un matériau d'impression 54 en couches successives afin de réaliser une pièce 51.

[0041] Le module 50 comprend, tel que cela est visible sur la [Fig.1] et la [Fig.2], le long d'un axe central Z100, un plateau inférieur 11, préférentiellement circulaire et dont le centre est situé sur ledit axe central Z100.

[0042] Dans ce qui suit, on désignera par « axiale » une direction qui est parallèle à celle de l'axe central Z100, et par « radiale » une direction qui est perpendiculaire audit axe central Z100.

[0043] De manière préférentielle, tel que cela est visible sur la [Fig.1], ce premier plateau inférieur 11 comprend au moins un moyen de fixation 55, ainsi qu'un connecteur électrique 57.

[0044] Le moyen de fixation 55 sera, par exemple, un perçage circulaire, une surface plane, un épaulement ou tout autre élément géométrique permettant le positionnement et la fixation du module 50.

[0045] Avantagement et pour faciliter son accès, le connecteur électrique 57 pourra être placé en périphérie du module 50, soit selon une direction radiale, soit selon une direction axiale.

[0046] Toujours selon l'axe central Z100, le module 50 comprend ensuite un fût 4, constitué, tel que cela est visible sur les figures 1, 2 et 7 :

- d'une embase 5, ayant de préférence la forme d'un disque creux dont le centre est situé sur l'axe Z100, la surface inférieure de ladite embase 5 étant positionnée sur la surface supérieure du plateau inférieur 11, ladite embase 5 ayant une surface d'embase intérieure 5a et une surface d'embase extérieure 5b dont le diamètre est de manière préférentielle équivalent au diamètre du plateau inférieur 11,

- d'une élévation 6, formant de préférence un tube circulaire dont le centre est situé

sur l'axe central Z100, partant de la surface supérieure de l'embase 5 et s'élevant verticalement au-dessus de ladite embase 5.

- [0047] Tel que cela est visible sur la [Fig.6] et la [Fig.7], l'élévation 6 comprend une surface intérieure 6a dont le diamètre est préférentiellement identique au diamètre de la surface d'embase intérieure 5a, une surface extérieure 6c et un chant supérieur 6b.
- [0048] De préférence et tel que cela est visible sur la [Fig.2], l'élévation 6 comprend en outre un épaulement 10 formé à l'intérieur de l'élévation 6 et dont le diamètre est inférieur au diamètre de la surface intérieure 6a de ladite élévation 6.
- [0049] Toujours de manière préférentielle, l'élévation 6 peut également comprendre des évidements 9 situés axialement entre l'embase 5 et l'épaulement 10 comme illustré sur la [Fig.2]. Avantagement, ces évidements 9 vont servir à alléger le poids du fût 4 et vont permettre une circulation d'air à l'intérieur dudit fût 4.
- [0050] Ces évidements 9 peuvent présenter différentes formes telles que, par exemple, des formes sensiblement rectangulaires, oblongues ou circulaires. La disposition de ces évidements 9 peut être une disposition uniforme angulairement, c'est-à-dire que chaque évidement 9 est identique et deux directions de perçage de deux évidements 9 adjacents forment un angle constant et de plus, le positionnement axial est le même pour tous les évidements 9. De préférence, l'élévation 6 comprendra entre un et dix évidements 9, plus préférentiellement entre trois et sept évidements 9, par exemple cinq évidements 9.
- [0051] Le module 50 est en outre constitué d'un plateau de fabrication 14, de préférence circulaire, dont le centre est situé sur l'axe central Z100 et ayant une surface de réception 14a, une surface inférieure 14b et un chant externe 14c tel que cela est visible sur la [Fig.6].
- [0052] Préférentiellement, le diamètre du chant externe 14c aura la même valeur que le diamètre de la surface extérieure 6c.
- [0053] Tel que cela est visible sur les figures 3 et 4, le plateau de fabrication 14 est également percé sur toute sa hauteur, selon la direction Z100, par des orifices d'entrée 15 et des orifices de sortie 16 répartis en alternance les uns avec les autres autour de l'axe central Z100, dans une zone périphérique 101, délimitée par 2 cercles représentés en pointillés sur la [Fig.8]. Ainsi lorsque l'on parcourt la zone périphérique 101 en tournant en azimut autour de l'axe central Z100, on rencontre successivement un orifice d'entrée 15, puis un orifice de sortie 16, puis de nouveau un orifice d'entrée 15, puis un orifice de sortie 16 et ainsi de suite.
- [0054] De manière préférentielle et tel que cela est visible sur la [Fig.8], les orifices d'entrée 15 et les orifices de sortie 16 sont tangents à la surface intérieure 6a de l'élévation 6, afin de ne pas empiéter significativement sur la zone utile de la surface de réception 14a.

- [0055] Par zone utile, il faut comprendre une zone de la surface de réception 14a sur laquelle la fabrication de la pièce 51 par fabrication additive sera possible.
- [0056] Le plateau de fabrication 14 comprendra de préférence autant d'orifices d'entrée 15 que d'orifices de sortie 16. De préférence, le plateau de fabrication 14 comprendra entre trois et dix orifices d'entrée 15, plus préférentiellement entre quatre et sept, par exemple six orifices d'entrée 15 comme illustré sur la [Fig.3], et autant d'orifices de sortie 16.
- [0057] Selon un mode de réalisation préféré et comme cela est visible sur les figures 3, 4 et 8, les orifices d'entrée 15 et les orifices de sortie 16 peuvent être, par exemple, des rainures oblongues qui forment des fentes en arcs de cercle, le centre de ces arcs de cercle étant sur l'axe central Z100.
- [0058] De manière préférentielle, le plateau de fabrication 14 est positionné vis-à-vis du fût 4 de telle sorte que la surface inférieure 14b soit posée sur le chant supérieur 6b de l'élévation 6, un tel positionnement assurant que le plateau de fabrication 14 soit parallèle au plateau inférieur 11.
- [0059] Tel que cela est visible sur les figures 1, 2 ou 6, le module 50 comprend également une chemise 26, formant de préférence un tube circulaire, dont le centre est positionné sur l'axe central Z100, et qui entoure le plateau de fabrication 14, ladite chemise 26 ayant une surface de chemise extérieure 26b, un chant de chemise supérieur 26c, un chant de chemise inférieur 26d et une surface de chemise intérieure 26a dont le diamètre correspond sensiblement au diamètre du chant externe 14c du plateau de fabrication 14, ladite chemise 26 s'étendant axialement en saillie à partir du plateau de fabrication 14.
- [0060] Pour assurer l'étanchéité de la liaison entre la chemise 26 et le plateau de fabrication 14, on pourra, par exemple, soit prévoir que le jeu radial entre ces éléments soit particulièrement faible, soit ajouter des joints, par exemple des joints toriques ou des joints à lèvres, qui seront logés dans une rainure annulaire creusée dans le chant externe 14c.
- [0061] Tel que cela est illustré sur les figures 1 et 2, le module 50 comprend également un couvercle 1, qui est préférentiellement un plateau circulaire dont le centre est situé sur l'axe central Z100 et qui ferme la chemise 26 à l'opposé axialement de la surface de réception 14a du plateau de fabrication 14, de sorte à former une cavité, appelée zone de travail 34, qui est délimitée par la chemise 26, par le couvercle 1 et par le plateau de fabrication 14.
- [0062] L'étanchéité entre le chant de chemise supérieur 26c de la chemise 26 et le dessous du couvercle 1 posé à plat sur ladite chemise 26 pourra être assuré, par exemple, soit par le simple contact solide lisse entre le couvercle 1 et la chemise 26, les éventuelles fuites étant alors négligeables, soit par l'ajout d'un joint torique ou d'un joint à lèvres logé dans une rainure annulaire creusée dans le chant de chemise supérieur 26c de la

chemise 26.

- [0063] Dans un mode de réalisation préféré, la chemise 26 est emboîtée autour du chant externe 14c et montée coulissante par rapport au plateau de fabrication 14 selon l'axe central Z100, de manière à pouvoir coulisser axialement par rapport au plateau de fabrication 14 et ainsi former une structure télescopique 27.
- [0064] Avantageusement, une telle structure télescopique 27 permet de faire varier continûment le volume de la zone de travail 34, et plus particulièrement d'adapter la hauteur de ladite zone de travail 34, c'est-à-dire la distance qui sépare axialement le plateau de fabrication 14 du couvercle 1, tout en conservant l'étanchéité procurée par la chemise 26.
- [0065] Dans un tel mode de réalisation, tel que cela est visible sur les figures 1 et 2, la chemise 26 est, de préférence, entourée de manière concentrique d'un anneau circulaire 2, ledit anneau circulaire 2 disposant d'un épaulement support 25 radialement intérieur et dont le diamètre est sensiblement plus grand que le diamètre de la surface de chemise intérieure 26a de la chemise 26, ledit épaulement support 25 étant en contact avec le chant de chemise inférieur 26d de la chemise 26.
- [0066] Dans un tel mode de réalisation, au moins une tige 24, de section circulaire, est fixée sur l'embase 5 du fût 4 et l'axe central de ladite tige 24 est parallèle à l'axe central Z100.
- [0067] Avantageusement, la tige 24 coulisse dans un orifice circulaire traversant l'anneau circulaire 2 depuis sa surface inférieure et débouchant dans sa surface supérieure, le diamètre dudit orifice circulaire étant proche de celui de ladite tige 24 afin de permettre un coulisement axial avec un faible jeu radial entre ladite tige 24 et ledit anneau circulaire 2.
- [0068] Avantageusement, au moins un ressort 3, par exemple de compression, est placé autour de la tige 24 et prend appui d'un côté sur la surface supérieure de l'embase 5 et de l'autre côté sur la surface inférieure de l'anneau circulaire 2, un tel agencement permettant d'exercer un effort de poussée sur ledit anneau circulaire 2 selon une direction parallèle à l'axe Z100.
- [0069] Avantageusement, la chemise 26 étant en appui sur l'épaulement 10 de l'anneau circulaire 2, ladite chemise 26 est pressée de façon étanche contre le couvercle 1.
- [0070] Avantageusement, le nombre de tiges 24 est égal au nombre de ressorts 3, et de préférence, le nombre de tiges 24 est compris entre un et douze, plus préférentiellement entre quatre et dix et par exemple est de huit.
- [0071] Dans un mode de réalisation préférentiel, une partie ou la totalité du couvercle 1 et de la chemise 26 peut être réalisé dans un matériau transparent, ce qui permet de visualiser le plateau de fabrication 14 et la pièce 51 en cours de fabrication, en particulier si l'enceinte 102 de la machine de fabrication additive 100 dispose d'un hublot

transparent ou si une caméra est présente dans ladite enceinte 102.

- [0072] Tel que cela est visible sur les figures 1 et 2, le module 50 comprend également un dispositif de répartition 28 du fluide gazeux 40.
- [0073] De préférence, le dispositif de répartition 28 comprend un plateau intermédiaire 8, de préférence circulaire et dont le centre est situé sur l'axe central Z100, ledit plateau intermédiaire 8 étant parallèle au plateau de fabrication 14 et disposant d'une ouverture circulaire 19 dans sa partie centrale. Ledit plateau intermédiaire 8 est situé en dessous et à distance du plateau de fabrication 14 et au-dessus et à distance de l'épaulement 10 de l'élévation 6. Le plateau intermédiaire 8 dispose d'une surface supérieure intermédiaire 8a et d'une surface inférieure intermédiaire 8b parallèle à la surface supérieure 8a, ainsi que d'un chant extérieur 8c dont le diamètre est sensiblement identique à celui de la surface intérieure 6a de l'élévation 6.
- [0074] Pour assurer l'étanchéité de la liaison entre le plateau intermédiaire 8 et l'élévation 6, on pourra par exemple soit prévoir que le jeu radial entre ces éléments soit particulièrement faible, soit ajouter des joints, par exemple des joints toriques ou des joints à lèvres, qui seront logés dans une rainure annulaire creusée dans le chant extérieur 8c du plateau intermédiaire 8.
- [0075] Tel que cela est visible sur les figures 1 ou 2, ledit plateau intermédiaire 8 va former avec le plateau de fabrication 14 et l'élévation 6 une cavité appelée zone d'aspiration 32.
- [0076] Tel que cela est illustré sur la [Fig.4], le plateau intermédiaire 8 comprend également des encoches 30 situées en périphérie dudit plateau intermédiaire 8, lesdites encoches 30 étant des enlèvements de matière sur toute l'épaisseur du plateau intermédiaire 8, lesdites encoches 30 coopérant avec la surface intérieure 6a de l'élévation 6 pour former des ouvertures d'entrée 35 dont la forme correspond à celle des orifices d'entrée 15 du plateau de fabrication 14. Selon une direction parallèle à l'axe Z100, les ouvertures d'entrée 35 coïncident par superposition avec les orifices d'entrée 15. De manière préférentielle, le nombre d'ouvertures d'entrée 35 est identique au nombre d'orifices d'entrée 15.
- [0077] Le dispositif de répartition 28 du fluide gazeux 40 comprend par ailleurs des cloisons 17 normales à la surface supérieure intermédiaire 8a et s'étendant depuis ladite surface supérieure intermédiaire 8a jusque vers la surface inférieure 14b du plateau de fabrication 14, tel que cela est visible sur la [Fig.4]. Lesdites cloisons 17 ont une paroi intérieure 17a dont la forme, suivant une coupe parallèle à la surface inférieure 14b, est identique à la forme des encoches 30. Ainsi, les cloisons 17 vont venir coopérer avec la surface intérieure 6a de l'élévation 6 de manière à créer des conduits étanches 61 entre les orifices d'entrée 15 et les ouvertures d'entrée 35.
- [0078] Selon une autre variante de réalisation non représentée, les orifices d'entrée 15

peuvent être distants de la surface intérieure 6a. Selon un tel agencement et en regardant selon une direction parallèle à l'axe Z100 la forme des encoches 30 est similaire à celle des orifices d'entrée 15 et les cloisons 17 forment les conduits étanches 61 à elles seules.

- [0079] Selon un autre mode de réalisation, et comme cela est représenté sur la [Fig.9], les orifices d'entrée 15 et les orifices de sortie 16 peuvent être des trous circulaires. Selon un tel agencement et de manière préférentielle, les cloisons 17 conserveront une forme en arc de cercle et seront suffisamment grandes pour englober plusieurs orifices d'entrée 15 en forme de trous circulaires. Tel que cela est bien visible sur la [Fig.9], selon un mode de réalisation préféré, une cloison 17 peut englober trois orifices d'entrée 15.
- [0080] Selon une autre possibilité de réalisation, et comme cela est illustré sur la [Fig.10], les orifices d'entrée 15 et les orifices de sortie 16 sont des rainures oblongues qui forment des fentes en arc de cercle centrées sur l'axe central Z100 et les rayons desdits arc de cercle sont différents pour les orifices d'entrée 15 et pour les orifices de sortie 16. De manière préférentielle, les rayons des rainures oblongues des orifices d'entrée 15 sont supérieurs aux rayons des rainures oblongues des orifices de sortie 16. Ainsi, en parcourant, par exemple, le rayon intérieur des rainures oblongues des orifices d'entrée 15 en tournant en azimut autour de l'axe central Z100, on rencontre uniquement des orifices d'entrée 15.
- [0081] De la même manière, en parcourant, par exemple, le rayon intérieur des orifices de sortie 16 en tournant en azimut autour de l'axe central Z100, on rencontre uniquement des orifices de sortie 16.
- [0082] De manière préférentielle, lesdits orifices d'entrée 15 peuvent être tous identiques et répartis uniformément sur le rayon intérieur des orifices d'entrée 15.
- [0083] De manière préférentielle, lesdits orifices de sortie 16 peuvent être tous identiques et répartis uniformément sur le rayon intérieur des orifices de sortie 16.
- [0084] De manière préférentielle, les orifices d'entrée 15 et les orifices de sortie 16 sont juxtaposés 2 à 2 de telle sorte qu'en regardant le plateau de fabrication 14 selon une direction verticale, les axes de symétrie des rainures en arc de cercle des orifices d'entrée 15 sont orientés selon la même direction radiale que les axes de symétrie des rainures en arc de cercle des orifices de sortie 16.
- [0085] Dans un tel mode de réalisation, et tel que cela est visible sur la [Fig.10], les cloisons 17 ne forment qu'une seule et même paroi circulaire, s'étendant depuis la surface supérieure intermédiaire 8a jusqu'à la surface inférieure 14b et dont le rayon intérieur est supérieur au rayon extérieur des fentes en arc de cercle des orifices de sortie 16 et dont le rayon extérieur est inférieur au rayon intérieur des fentes en arc de cercle des orifices d'entrée 15.

- [0086] Tel que cela est représenté sur les figures 1 et 2, le module 50 comporte un plateau support 31, de forme préférentiellement circulaire et dont le centre est situé sur l'axe central Z100, ledit plateau support 31 disposant d'un perçage central 23, d'un chant extérieur support 31a et d'un épaulement support 36 dont le diamètre est sensiblement identique à celui de l'épaulement 10 de l'élévation 6. Pour assurer l'étanchéité entre le plateau support 31 et l'élévation 6, on pourra, par exemple, soit prévoir que le jeu radial entre ces éléments soit particulièrement faible, soit ajouter des joints, par exemple des joints toriques ou des joints à lèvres, qui seront logés dans une rainure annulaire creusée dans le chant extérieur support 31a. Le positionnement axial du plateau support 31 est réalisé en mettant en contact la face inférieure de l'épaulement support 36 avec la face supérieure de l'épaulement 10.
- [0087] Comme cela est parfaitement visible en [Fig.1], le plateau support 31 va former avec le plateau intermédiaire 8 et l'élévation 6 une cavité dite zone de refoulement 33.
- [0088] L'atmosphère présente dans la zone de travail 34, dans la zone d'aspiration 32 et dans la zone de refoulement 33 est constituée par un fluide gazeux 40 qui peut être préférentiellement un gaz inerte.
- [0089] Comme le montrent les figures 1, 2 ou 5, le module 50 embarque un dispositif de soufflage 59 qui va permettre de mettre en mouvement le fluide gazeux 40 présent dans la zone de refoulement 33, dans la zone de travail 34 et dans la zone d'aspiration 32. Selon un mode de réalisation préféré, le dispositif de soufflage 59 est un ventilateur 12 formé par des pales 20, par un moteur 21 et par un axe 22 reliant lesdites pales 20 audit moteur 21.
- [0090] Avantageusement, les pales 20 sont situées dans la zone de refoulement 33 tandis que le moteur 21 est lui situé en dessous du plateau support 31, c'est-à-dire en dehors de la zone de refoulement 33. Comme illustré sur la [Fig.5], l'axe 22 traverse verticalement le plateau support 31 par le perçage central 23. Un léger jeu radial sera prévu entre la face externe de l'axe 22 et la face interne du perçage central 23 afin de permettre la rotation de l'axe 22 sans frottement sur le perçage central 23. Pour assurer une certaine étanchéité et éviter que le fluide gazeux 40 puisse passer le long de l'axe 22, on pourra par exemple soit prévoir simplement que le jeu radial entre l'axe 22 et le perçage central 23 soit particulièrement étroit, soit ajouter un ou des joints, par exemple des joints toriques ou des joints à lèvres, qui seront interposés entre la face radialement externe de l'axe 22 et la face radialement interne du perçage central 23.
- [0091] Selon une variante préférée de l'invention, le ventilateur 12 utilisé est du type ventilateur centrifuge, mais d'autres types de ventilateurs peuvent être utilisés, comme par exemple, des ventilateurs hélicoïdes ou des ventilateurs tangentiels.
- [0092] Avantageusement, le module 50 embarque également un dispositif de chauffage 52 qui peut être formé par un tube chauffant 7 contenant au moins une résistance

électrique chauffante, ledit tube chauffant 7 pouvant être un tube continu et enroulé dans la zone de refoulement 33, tel que cela est bien visible sur les figures 1 ou 2. Le rayon d'enroulement du tube chauffant 7 est inférieur au rayon de la surface intérieure 6a de l'élévation 6 et supérieur au rayon du cercle virtuel formé par la rotation des extrémités des pales 20 du ventilateur 12.

- [0093] De manière préférentielle, et suivant la puissance de chauffage désirée, l'enroulement du tube chauffant 7 peut être constitué d'une ou de plusieurs spires, enroulées sous forme de spirale, le rayon d'enroulement de ladite spirale étant inférieur au rayon de la surface intérieure 6a de l'élévation 6 et supérieur au rayon du cercle virtuel formé par la rotation des extrémités des pales 20 du ventilateur 12.
- [0094] Dans une autre variante de réalisation, le dispositif de chauffage 52 peut être formé par plusieurs tubes chauffants 7 disposés dans la zone de refoulement 33 et contenant chacun au moins une résistance électrique. Les tubes chauffants 7 peuvent être de différentes formes, comme par exemple des tubes droits ou des tubes cintrés ou composés de matériaux de différentes natures, comme par exemple de l'acier, de l'inox ou de l'aluminium.
- [0095] Préférentiellement, lesdits tubes chauffants 7 peuvent être disposés de manière uniforme le long d'un rayon dont la valeur est inférieure au rayon de la surface intérieure 6a de l'élévation 6 et supérieure au rayon du cercle virtuel formé par la rotation des extrémités des pales 20 du ventilateur 12.
- [0096] Avantageusement, le ventilateur 12 permet de faire circuler de façon simple et efficace le fluide gazeux 40, d'abord selon un flux radial centrifuge depuis le centre de la zone de refoulement 33 où se situe le ventilateur 12, jusque vers la surface intérieure 6a. Dans ce flux radial centrifuge, une partie du fluide gazeux 40 va rentrer en contact avec la résistance électrique chauffante 7, ce qui va provoquer une élévation de température dudit fluide gazeux 40.
- [0097] Le fluide gazeux 40 continue ensuite son mouvement selon un flux axial correspondant à son passage à travers les ouvertures d'entrées 35, les conduits étanches 61 avant de rentrer dans la zone de travail 34 par les orifices d'entrée 15.
- [0098] Le fluide gazeux 40 est ensuite évacué de la zone de travail 34 par les orifices de sortie 16 et pénètre selon un nouveau flux axial dans la zone d'aspiration 32.
- [0099] Sous l'effet d'aspiration du ventilateur 12, le fluide gazeux 40 suit un flux axial depuis les orifices de sortie 16 jusque vers l'ouverture circulaire 19, puis ledit fluide gazeux 40 passe à travers ledit orifice circulaire 19 pour revenir de nouveau dans la zone de refoulement 33.
- [0100] La circulation du fluide gazeux 40 continue ensuite selon les mouvements décrits précédemment dans un flux fermé et ininterrompu tant que le ventilateur 12 est en fonctionnement. Par flux fermé, il faut comprendre que la zone de travail 34, la zone

d'aspiration 32 et la zone de refoulement 33 communiquent entre elles, mais sont étanches vis-à-vis de l'atmosphère de l'enceinte 102 de la machine de fabrication additive 100.

- [0101] La multiplicité et la répartition des orifices d'entrée 15 et des orifices de sortie 16 permet avantageusement de garantir une circulation efficace et homogène du fluide 40 dans la zone de travail 34.
- [0102] Selon un autre mode de réalisation, au moins un système de filtration peut être ajouté dans le flux du fluide gazeux 40 pour retenir les impuretés présentes dans le fluide gazeux 40 et générées par la fabrication de la pièce 51.
- [0103] Un deuxième aspect de l'invention concerne une machine de fabrication additive 100 en tant que telle qui, tel que cela est visible sur la [Fig.1], comprend un module 50 tel que décrit précédemment.
- [0104] Avantageusement, le module 50 est mis en place et retiré facilement de l'enceinte 102, la machine de fabrication additive 100 disposant pour cela au moins d'un moyen de fixation complémentaire 56, ledit moyen de fixation complémentaire 56 étant destiné à coopérer de façon amovible avec le moyen de fixation 55 du module 50.
- [0105] Le moyen de fixation complémentaire 56 peut être par exemple une bride, un vérin, un crochet, un mandrin ou tout autre dispositif équivalent. L'actionnement du moyen de fixation complémentaire 56 peut se faire manuellement ou automatiquement avec, par exemple, des actionneurs de type mécanique, électro magnétique, pneumatique ou hydraulique.
- [0106] Avantageusement, le module 50 est posé sur le plateau principal 103 de la machine de fabrication additive 100 et fixé par le moyen de fixation complémentaire 56 qui coopère avec le moyen de fixation 55.
- [0107] Pour les pièces 51 dont la taille est trop importante pour que la réalisation se fasse à l'intérieur du module 50, seul un plateau nu disposant des mêmes moyens de fixation 55 sera mis en place sur le plateau principal 103 et fixé par le moyen de fixation complémentaire 56.
- [0108] Avantageusement, tel que cela est visible sur la [Fig.1], la machine de fabrication additive 100 dispose d'un connecteur électrique complémentaire 58 disposé dans l'enceinte 102 de la machine de fabrication additive 100 et destiné à coopérer de façon amovible avec le connecteur électrique 57 du module 50 tel que cela est bien visible sur la [Fig.1].
- [0109] Avantageusement, l'alimentation électrique du dispositif de soufflage 59 et du dispositif de chauffage 52 est réalisé par la connexion du connecteur électrique complémentaire 58 de la machine de fabrication additive 100 avec le connecteur électrique 57 du module 50.
- [0110] De préférence, la connexion électrique pourra se faire automatiquement lors de la

mise en place du module 50 sur le plateau 103 de la machine de fabrication additive 100, le connecteur électrique 57 étant positionné judicieusement de manière à engager le connecteur électrique complémentaire 58 lors du mouvement de mise en place.

[0111] De préférence, la machine de fabrication additive 100 comprend la buse d'injection 104 qui va être positionnée à travers un orifice d'insertion 53 du couvercle 1 du module 50.

[0112] De préférence, un mécanisme de bridage 106 solidarise le couvercle 1 à la buse d'injection 104, ladite buse d'injection 104 étant préférentiellement fixe, ledit couvercle 1 va également être fixe.

[0113] La machine de fabrication additive 100 comporte également un système d'entraînement 105 qui permet de déplacer verticalement et horizontalement le plateau principal 103 et par conséquent le module 50 fixé sur ledit plateau principal 103.

[0114] Avantagement, la zone de travail 34 va être mobile par rapport à la buse d'injection 104, ce qui va permettre la réalisation de la pièce 51 par dépôt de couches successives sur le plateau de fabrication 14.

[0115] Comme cela est visible sur la [Fig.1], lors des mouvements de la zone de travail 34, le chant de la chemise 26, en appui étanche contre le couvercle 1, va glisser selon un plan horizontal P32 afin d'accommoder les déplacements horizontaux du plateau principal 103.

[0116] La gestion de la mise en place et/ou du retrait du module 50 de l'enceinte 102 peut se faire soit par un opérateur humain, soit par un automate programmable industriel 18 qui, en fonction des dimensions et du matériau de la pièce 51 à fabriquer, va décider si le module 50 doit être installé ou retiré de l'enceinte 102 de la machine de fabrication additive 100.

[0117] Dans un autre mode de réalisation non représenté, la mise en place et le retrait du module 50 se fait par un système automatisé. De manière préférentielle, le système automatisé peut être un robot de type cartésien ou poly-articulé, piloté par l'automate programmable industriel 18 et équipé d'un système de préhension permettant de saisir et déplacer le module 50. Avantagement, des évidements ou des protubérances pourront être réalisés sur le module 50, facilitant ainsi le travail du système de préhension du robot.

[0118] Selon un troisième aspect, l'invention concerne un procédé de fabrication additive d'une pièce 51 par la mise en œuvre du module 50 et de la machine de fabrication additive 100 tels que présentés précédemment.

[0119] Ainsi, le procédé de l'invention comprend les étapes suivantes prises chronologiquement :

- insertion du module 50 dans l'enceinte 102 de la machine de fabrication additive 100 et fixation dudit module 50 sur le plateau principal 103 à l'aide des moyens de

fixation 55 dudit module 50 que l'on fait coopérer avec les moyens de fixation complémentaires 56 de ladite machine de fabrication additive 100,

- raccordement du connecteur électrique 57 du module 50 au connecteur électrique complémentaire 58 de la machine de fabrication additive 100,

- positionnement du module 50 de telle sorte que la buse d'injection 104 soit située dans l'orifice d'insertion 53 du couvercle 1,

- mise en fonctionnement du dispositif de soufflage 59 du fluide gazeux 40 et du dispositif de chauffage 52 du fluide gazeux 40,

- fabrication de la pièce 51 dans la zone de travail 34 du module 50.

[0120] Après la réalisation de la pièce 51, le procédé comprend les étapes suivantes prises chronologiquement :

- arrêt du dispositif de soufflage 59 du fluide gazeux 40 et du dispositif de chauffage 52 du fluide gazeux 40,

- déconnexion du connecteur électrique 57 du connecteur électrique complémentaire 58,

- positionnement du module 50 de telle sorte que la buse d'injection 104 ne soit plus située dans l'orifice d'insertion 53 du couvercle 1,

- libération du module 50 par actionnement des moyens de fixation 55 puis retrait dudit module 50 hors de l'enceinte 102 de la machine de fabrication additive 100.

[0121] Avantageusement, même si la pièce 51 fabriquée est encore chaude, elle peut être retirée de l'enceinte 102 de la machine de fabrication additive 100 sans attendre et soit un nouveau module 50, soit un plateau nu peuvent être remis en place dans l'enceinte 102, permettant ainsi de réaliser des gains de productivité importants.

[0122] Toujours avantageusement, la pièce 51 peut être facilement retirée du module 50 lorsque ledit module 50 est sorti de l'enceinte 102 de la machine de fabrication additive 100.

[0123] Avantageusement, l'insertion et le retrait du module 50 ou d'un plateau nu peuvent se faire avec le robot de type cartésien ou poly-articulé.

[0124] Bien entendu, l'invention n'est nullement limitée aux seules variantes de réalisation exposées dans ce qui précède, l'homme du métier étant notamment à même d'isoler ou de combiner librement entre elles l'une ou l'autre des caractéristiques susmentionnées, ou de leur substituer des équivalents.

Revendications

- [Revendication 1] Module (50), destiné à être implanté dans une enceinte (102) d'une machine de fabrication additive (100), ledit module (50) comprenant le long d'un axe central (Z100):
- un plateau inférieur (11)
 - un fût (4) comprenant une embase (5) positionnée sur le plateau inférieur (11) et surmontée d'une élévation (6),
 - un plateau de fabrication (14), parallèle au plateau inférieur (11) et posé sur un chant supérieur (6b) de l'élévation (6) du fût (4),
 - une chemise (26) qui entoure le plateau de fabrication (14) et qui forme une paroi fermée s'étendant, selon la direction de l'axe central (Z100), en saillie à partir du plateau de fabrication (14),
 - un couvercle (1) posé sur la chemise (26) de sorte à former une cavité, appelée zone de travail (34), délimitée par la chemise (26), par le couvercle (1) et par le plateau de fabrication (14),
 - des orifices d'entrée (15) et des orifices de sortie (16) réalisés dans le plateau de fabrication (14), lesdits orifices d'entrée (15) permettant de faire entrer un fluide gazeux (40) à l'intérieur de la zone de travail (34) et lesdits orifices de sortie (16) permettant de faire sortir ledit fluide gazeux (40),
- caractérisé en ce que le module (50) comprend des moyens de fixation (55) destinés à coopérer de façon amovible avec des moyens de fixation complémentaires (56) intégrés à la machine de fabrication additive (100) et en ce que le module (50) comprend un dispositif de soufflage (59) permettant de souffler le fluide gazeux (40) et un dispositif de chauffage (52) permettant de chauffer ledit fluide gazeux (40).
- [Revendication 2] Module (50) selon la revendication 1, caractérisé en ce que le dispositif de soufflage (59) du fluide gazeux (40) coopère avec un dispositif de répartition (28) du fluide gazeux (40), ledit dispositif de répartition (28) étant conçu pour assurer d'une part la collecte du fluide gazeux (40) sortant de la zone de travail (34) par les orifices de sortie (16) et d'autre part le retour dudit fluide gazeux (40) vers ladite zone de travail (34) en passant par les orifices d'entrée (15).
- [Revendication 3] Module (50) selon la revendication 2, caractérisé en ce que le dispositif de répartition (28) du fluide gazeux (40) comprend un plateau intermédiaire (8), parallèle au plateau de fabrication (14) et positionné en-dessous dudit plateau de fabrication (14) et à l'extérieur de la zone de

travail (34), ledit plateau intermédiaire (8) comprenant une ouverture circulaire (19) en son centre et des encoches (30) à sa périphérie, ledit plateau intermédiaire (8) formant, avec ledit plateau de fabrication (14) et l'élévation (6) du fût (4), une cavité appelée zone d'aspiration (32), ladite zone d'aspiration (32) recevant le fluide gazeux (40) provenant de la zone de travail (34) par les orifices de sortie (16).

[Revendication 4]

Module (50) selon la revendication 3, caractérisé en ce que le dispositif de répartition (28) du fluide gazeux (40) comporte des ouvertures d'entrée (35) formées par la coopération des encoches (30) et de l'élévation (6), lesdites ouvertures d'entrée (35) coïncidant par une superposition, selon la direction de l'axe central (Z100), avec les orifices d'entrée (15) réalisés dans le plateau de fabrication (14).

[Revendication 5]

Module (50) selon la revendication 4, caractérisé en ce que le dispositif de répartition (28) du fluide gazeux (40) comprend des cloisons (17) normales au plateau intermédiaire (8), s'étendant depuis le plateau intermédiaire (8) jusqu'au plateau de fabrication (14), lesdites cloisons (17) coopérant avec l'élévation (6) pour former des conduits étanches (61) qui relient les ouvertures d'entrée (35) du plateau intermédiaire (8) aux orifices d'entrée (15) réalisés dans le plateau de fabrication (14).

[Revendication 6]

Module (50) selon l'une quelconque des revendications 3 à 5, caractérisé en ce que le dispositif de répartition (28) du fluide gazeux (40) comprend un plateau support (31), parallèle au plateau intermédiaire (8) et situé au-dessous dudit plateau intermédiaire (8), ledit plateau support (31) formant avec ledit plateau intermédiaire (8) et l'élévation (6) du fût (4) une cavité appelée zone de refoulement (33), ladite zone de refoulement (33) permettant d'une part de recevoir le fluide gazeux (40) provenant de la zone d'aspiration (32) par l'ouverture circulaire (19) et d'autre part d'injecter ledit fluide gazeux (40) dans la zone de travail (34) en passant par les ouvertures d'entrée (35), les conduits étanches (61) et les orifices d'entrée (15).

[Revendication 7]

Module (50) selon la revendication 6, caractérisé en ce que le dispositif de chauffage (52) du fluide gazeux (40) comprend au moins un tube chauffant (7), contenant une résistance électrique chauffante, ledit tube chauffant (7) étant placé dans la zone de refoulement (33).

[Revendication 8]

Module (50) selon l'une quelconque des revendications 6 ou 7, caractérisé en ce que le dispositif de soufflage (59) du fluide gazeux (40) comprend un ventilateur (12), comprenant des pales (20) situées dans la zone de refoulement (33).

- [Revendication 9] Module (50) selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, caractérisé en ce que le dispositif de soufflage (59) du fluide gazeux (40) et le dispositif de chauffage (52) du fluide gazeux (40) sont alimentés électriquement par un connecteur électrique (57) qui est embarqué sur ledit module (50) et qui est agencé pour coopérer de façon amovible avec un connecteur électrique complémentaire (58) qui est intégré à la machine de fabrication additive (100).
- [Revendication 10] Module (50) selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, caractérisé en ce que la chemise (26) est montée coulissante par rapport au plateau de fabrication (14) selon l'axe central (Z100), afin de faire varier le volume de la zone de travail (34).
- [Revendication 11] Module (50) selon la revendication 10, caractérisé en ce que la chemise (26) collabore avec au moins un ressort (3) qui permet de la presser axialement de façon étanche contre le couvercle (1).
- [Revendication 12] Machine de fabrication additive (100) comprenant un plateau principal (103) et une buse d'injection (104) agencée pour déposer un matériau d'impression (54) en couches successives, ladite machine étant caractérisée en ce qu'elle comprend un module (50) selon l'une quelconque des revendications 1 à 11, ledit module (50) étant fixé de façon réversible sur le plateau principal (103) de la machine de fabrication additive (100) et la buse d'injection (104) de ladite machine de fabrication additive (100) traversant le couvercle (1) dudit module (50) à travers un orifice d'insertion (53) prévu à cet effet dans ledit couvercle (1) pour déposer le matériau d'impression (54) dans la zone de travail (34) du module (50) afin de générer une pièce (51) dans ladite zone de travail (34).
- [Revendication 13] Machine de fabrication additive (100) selon la revendication 12, caractérisée en ce qu'elle comprend des moyens de fixation complémentaires (56) qui coopèrent avec les moyens de fixation (55) du module (50) pour assurer la fixation réversible dudit module (50) sur le plateau principal (103).
- [Revendication 14] Machine de fabrication additive (100) selon l'une des revendications 12 ou 13, caractérisée en ce qu'elle est équipée d'un connecteur électrique complémentaire (58) destiné à être connecté au connecteur électrique (57) du module (50).
- [Revendication 15] Procédé de fabrication additive d'une pièce (51) par la mise en œuvre d'une machine de fabrication additive (100) selon l'une des revendications 12 à 14, le procédé comprenant les étapes suivantes prises

chronologiquement :

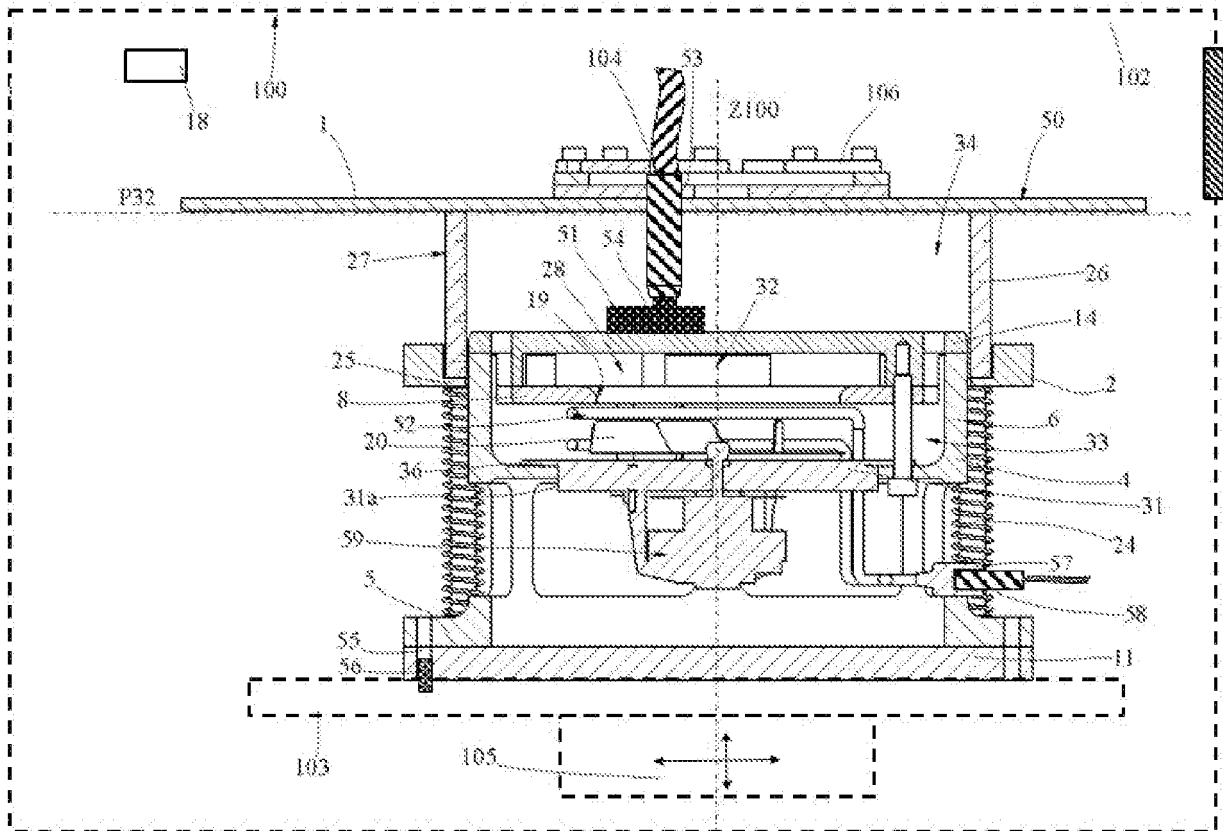
- insertion du module (50) dans l'enceinte (102) de la machine de fabrication additive (100) et fixation dudit module (50) sur le plateau principal (103) à l'aide des moyens de fixation (55) dudit module (50) que l'on fait coopérer avec les moyens de fixation complémentaires (56) de ladite machine de fabrication additive (100),
- raccordement du connecteur électrique (57) du module (50) au connecteur électrique complémentaire (58) de la machine de fabrication additive (100),
- positionnement du module (50) de telle sorte que la buse d'injection (104) soit située dans l'orifice d'insertion (53) du couvercle (1),
- mise en fonctionnement du dispositif de soufflage (59) du fluide gazeux (40) et du dispositif de chauffage (52) du fluide gazeux (40)
- fabrication de la pièce (51) dans la zone de travail (34) du module (50).

[Revendication 16]

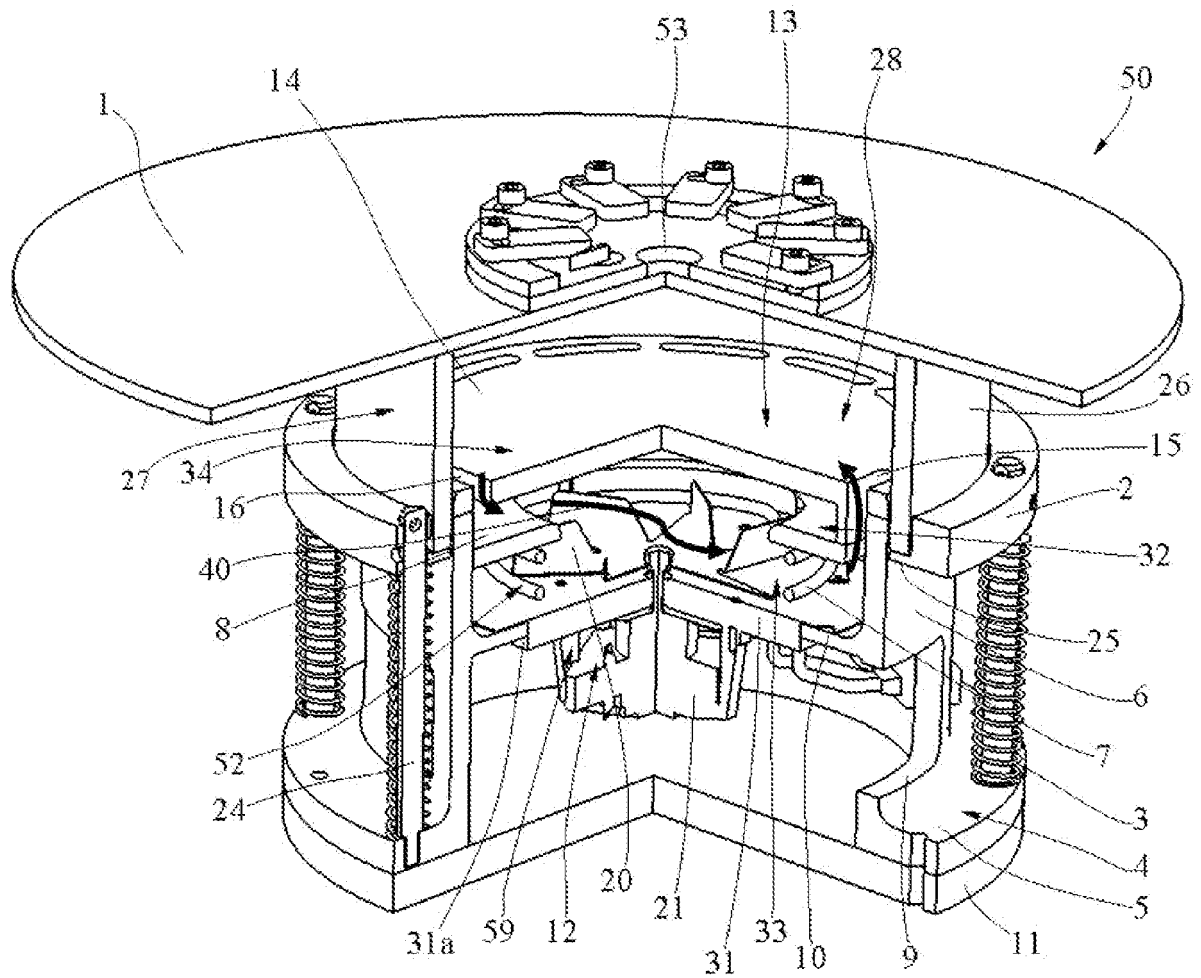
Procédé de fabrication additive selon la revendication 15, caractérisé en ce que, après la réalisation de la pièce (51), le procédé comprend les étapes suivantes prises chronologiquement :

- arrêt du dispositif de soufflage (59) du fluide gazeux (40) et du dispositif de chauffage (52) du fluide gazeux (40),
- déconnexion du connecteur électrique (57) du connecteur électrique complémentaire (58),
- positionnement du module (50) de telle sorte que la buse d'injection (104) ne soit plus située dans l'orifice d'insertion (53) du couvercle (1),
- libération du module (50) par actionnement des moyens de fixation (55) puis retrait dudit module (50) hors de l'enceinte (102) de la machine de fabrication additive (100).

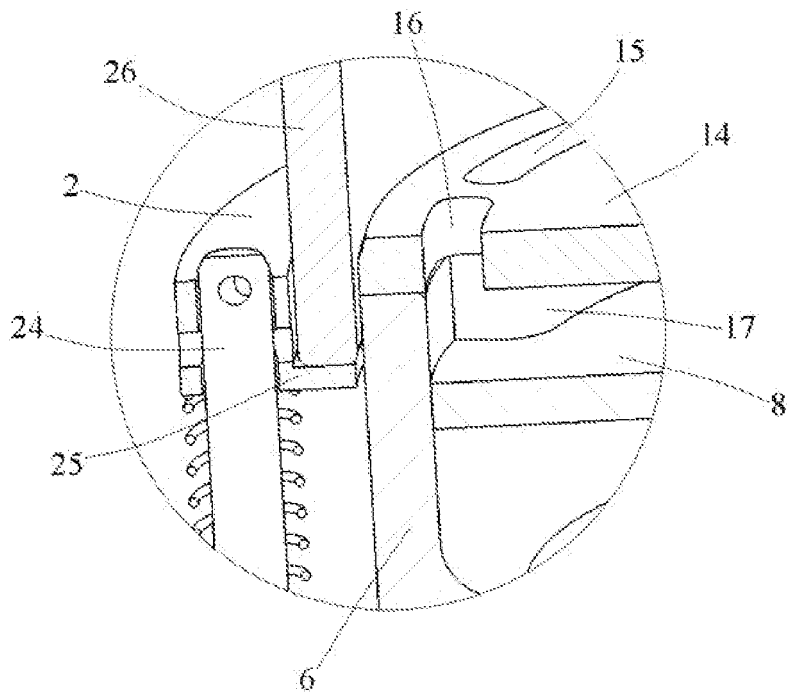
[Fig. 1]



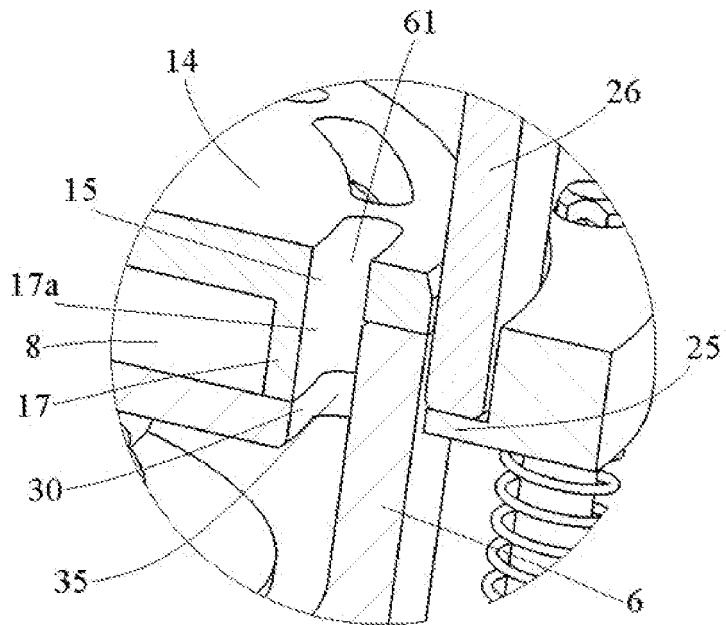
[Fig. 2]



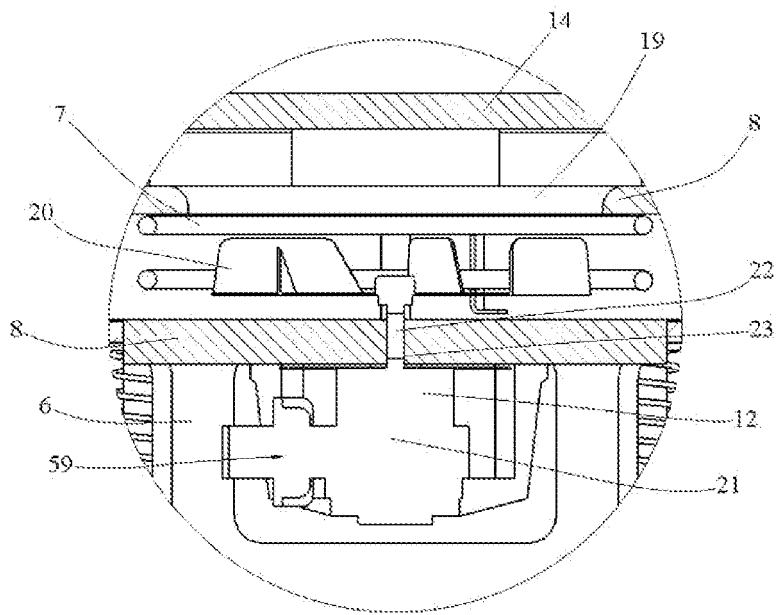
[Fig. 3]



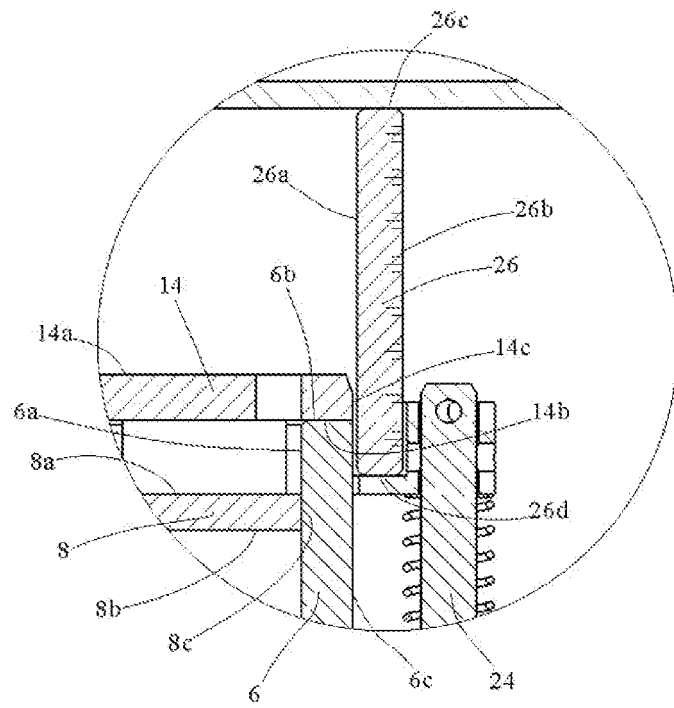
[Fig. 4]



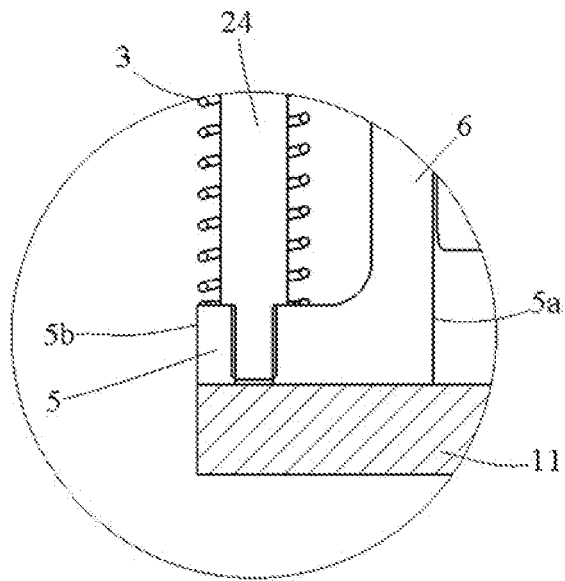
[Fig. 5]



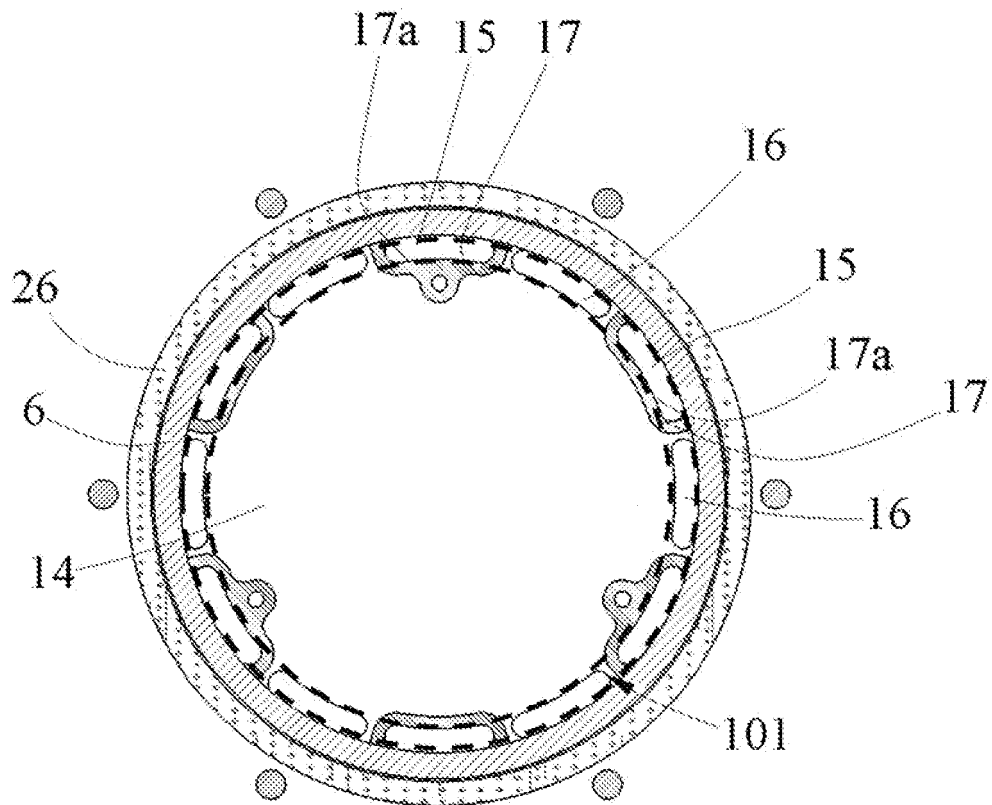
[Fig. 6]



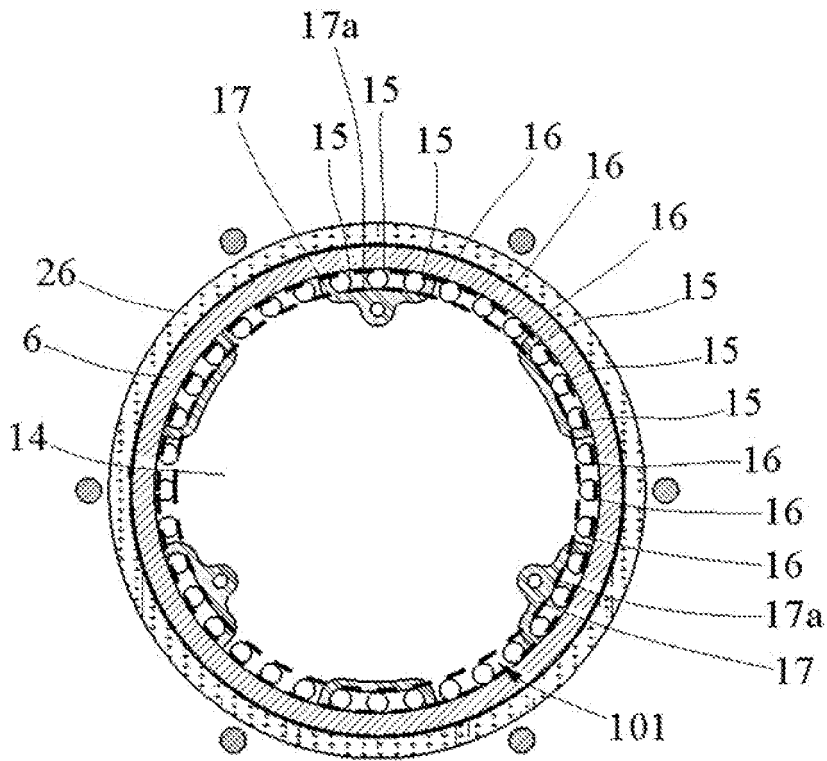
[Fig. 7]



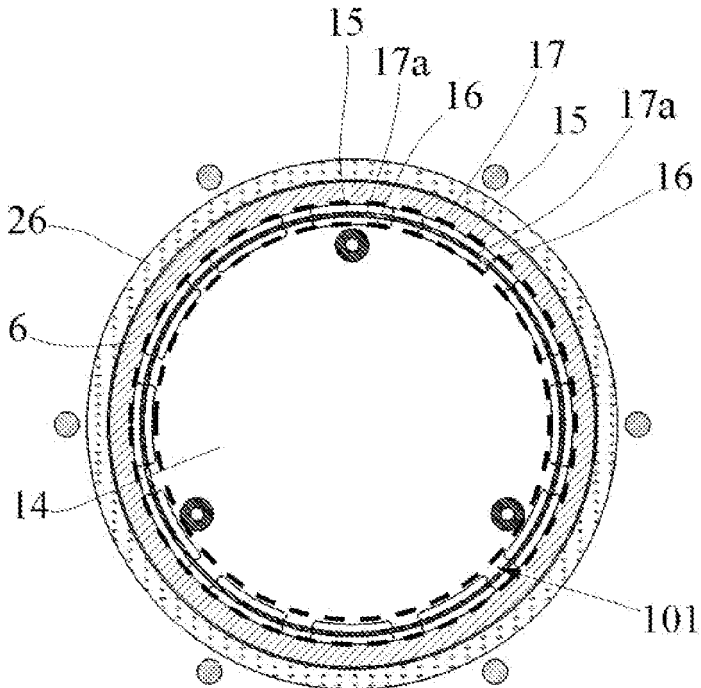
[Fig. 8]



[Fig. 9]



[Fig. 10]



**RAPPORT DE RECHERCHE
PRÉLIMINAIRE**

N° d'enregistrement
national

établi sur la base des dernières revendications
déposées avant le commencement de la recherche

FA 908206
FR 2207204

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
A	<p>WO 2017/184002 A1 (OMNI3D SP Z O O [PL]) 26 octobre 2017 (2017-10-26) * colonne 4, ligne 1 - colonne 5, ligne 51 * * figures 1-9 *</p> <p>-----</p>	1-16	<p>B29C64/295 B29C64/245 B29C64/25 B29C64/371 B29C64/10 B33Y10/00 B33Y30/00</p>
A	<p>US 6 722 872 B1 (SWANSON WILLIAM J [US] ET AL) 20 avril 2004 (2004-04-20) * page 6, alinéa 27 - page 7, ligne 28 * * page 9, ligne 18 - ligne 22 * * figures 1-10 *</p> <p>-----</p>	1-16	
A	<p>FR 3 103 132 A1 (BOICHUT MYRIAM [FR]) 21 mai 2021 (2021-05-21) * alinéa [0003] - alinéa [0021] * * figures 1-3 *</p> <p>-----</p>	1-16	
			<p>DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)</p> <p>B29C B33Y</p>
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
10 février 2023		Kreissl, Franz	
<p>CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS</p> <p>X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire</p> <p>T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant</p>			

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 2207204 FA 908206**

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche préliminaire visé ci-dessus.
Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du **10-02-2023**
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
WO 2017184002 A1	26-10-2017	PL 228959 B1	30-05-2018
		WO 2017184002 A1	26-10-2017

US 6722872 B1	20-04-2004	US 6722872 B1	20-04-2004
		US 2004104515 A1	03-06-2004

FR 3103132 A1	21-05-2021	AUCUN	
