

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

(19) Organisation Mondiale de la
Propriété Intellectuelle
Bureau international



(43) Date de la publication internationale
09 novembre 2017 (09.11.2017)

WIPO | PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 2017/191250 A1

(51) Classification internationale des brevets :

B29C 67/00 (2017.01) *B33Y 30/00* (2015.01)
B29C 37/00 (2006.01) *B22F 3/105* (2006.01)
B33Y 10/00 (2015.01)

(21) Numéro de la demande internationale :

PCT/EP2017/060643

(22) Date de dépôt international :

04 mai 2017 (04.05.2017)

(25) Langue de dépôt :

français

(26) Langue de publication :

français

(30) Données relatives à la priorité :

1654061 04 mai 2016 (04.05.2016) FR

(71) **Déposant :** ADDUP [FR/FR] ; 5, rue Bleue, Zone Industrielle de Ladoux, 63118 CEBAZAT (FR).

(72) **Inventeur :** NICAISE, Jean-Pierre ; AddUp, 5 rue Bleue - Zone Industrielle de Ladoux, 63118 CEBAZAT (FR).

(74) **Mandataire :** NOEL, Luminita ; MANUFACTURE FRANCAISE DES PNEUMATIQUES MICHELIN, place des Carmes-Déchaux, DGD/PI - F35 - Ladoux, 63040 CLERMONT-FERRAND CEDEX 9 (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, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK,

(54) **Title:** ADDITIVE MANUFACTURING MACHINE COMPRISING AN EXTRACTION SYSTEM AND METHOD OF ADDITIVE MANUFACTURING BY USING SUCH A MACHINE

(54) **Titre :** MACHINE DE FABRICATION ADDITIVE COMPRENANT UN SYSTÈME D'EXTRACTION ET PROCÉDÉ DE FABRICATION ADDITIVE PAR LA MISE EN ŒUVRE D'UNE TELLE MACHINE

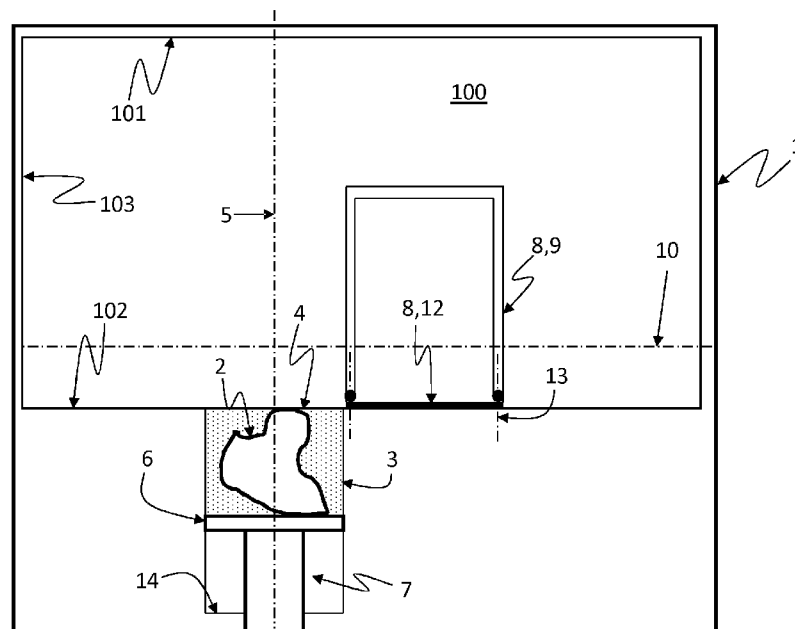


Figure 1

(57) **Abstract:** Machine (1) for the additive manufacture of a component (2) by selective complete or partial melting of a powder, the machine (1) comprising: – a working enclosure (100); – a sleeve (3) having a top opening (4) opening into the working enclosure (100), and having a vertical central axis (5), – a support plate (6) intended to accept the component (2) in the process of being manufactured, – an actuating device (7) actuating the translational movement of the support plate (6) in the sleeve (3) along the vertical central axis (5) of the sleeve (3), – an extraction system (8) for extracting the component (2), comprising a container (9), the extraction system

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, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, 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), eurasién (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))

further comprising at least one mobile closing plate (12) for closing off the lower opening (15) of the container (9) and the fixing between the support plate (6) and the actuating device (7) being removable. A method of additive manufacturing using such a machine is also disclosed.

(57) Abrégé : Machine (1) de fabrication additive d'une pièce (2) par fusion sélective totale ou partielle d'une poudre, la machine (1) comprenant : - une enceinte de travail (100); - une chemise (3) présentant une ouverture (4) supérieure débouchant dans l'enceinte de travail (100), et présentant un axe central vertical (5), - un plateau support (6) destiné à recevoir la pièce (2) en cours de fabrication, - un dispositif d'actionnement en translation (7) du plateau support (6) dans la chemise (3) selon l'axe (5) central vertical de la chemise (3), - un système d'extraction (8) de la pièce (2) comportant un container (9), le système d'extraction comprenant en outre au moins un plateau de fermeture mobile (12) pour fermer l'ouverture inférieure (15) du container (9), et la fixation entre le plateau support (6) et le dispositif d'actionnement (7) étant amovible. Un procédé de fabrication additive utilisant une telle machine est également présenté.

Machine de fabrication additive comprenant un système d'extraction et procédé de fabrication additive par la mise en œuvre d'une telle machine

L'invention concerne le domaine de la fabrication dite additive, également appelée communément impression 3D. Plus précisément, l'invention concerne en particulier l'évacuation d'une pièce après sa fabrication par impression 3D.

Les techniques d'impression 3D permettent notamment de fabriquer des pièces de géométries complexes, que les techniques classiques telles que le moulage, le découpage ou encore l'extrusion ne permettent pas de réaliser, ou des pièces pour lesquelles ces techniques classiques ne permettent pas d'atteindre le niveau de précision requis.

Il existe plusieurs techniques de fabrication additive. Une technique répandue consiste à fabriquer une pièce par tranches successives, à partir d'un matériau distribué sur une surface de travail sous forme de poudre. Une première couche de matériau est distribuée sur la surface de travail. Une source d'énergie, par exemple apportée par un laser, permet de solidifier dans la couche de matériau la tranche de la pièce à fabriquer. Les grains de poudre se soudent entre eux selon différents processus physiques dépendant notamment de la nature du matériau, de manière à former une continuité dans la matière. Il peut s'agir par exemple de fusion des grains de poudre permettant de s'agglomérer. Dans ce qui suit, l'ensemble des processus physiques permettant de solidifier la poudre seront désignés par l'expression fusion totale ou partielle.

Eventuellement, la surface de travail est ensuite abaissée d'une hauteur correspondant à la hauteur de couche suivante. La couche suivante est alors étalée, la tranche suivante est dessinée dans cette couche, et ainsi de suite.

Le document US 5,597,589 décrit un exemple de réalisation de la technique ci-dessus. Plus précisément, selon cet exemple, une machine de fabrication comprend un distributeur de poudre, en l'occurrence métallique, permettant de déposer une première portion de poudre sur une région cible. Un rouleau permet éventuellement d'étaler la poudre. Un faisceau laser vient fusionner de manière sélective une première couche correspondant à une première tranche de la pièce à fabriquer. Le procédé est ensuite répété couche après couche.

Afin de permettre la formation successive de couches d'épaisseur déterminée, il est connu que la surface de travail soit de hauteur réglable. A cet effet, la surface de travail

est formée sur une plateforme de support de pièce qui est montée glissante dans une chemise formant la chambre de fabrication. La plateforme de support est descendue dans la chambre au fur et à mesure que les tranches de la pièce à fabriquer sont formées.

Une fois que la pièce complète est finie, elle repose donc sur la plateforme, dans
5 une position basse dans la chambre de fabrication, et baigne dans la poudre qui n'a pas été atteinte par la source d'énergie.

Un problème qui se pose alors est d'extraire la pièce finie. En effet, la poudre qui n'a pas été exposée à la source d'énergie risque de se répandre dans la machine, ce qui n'est pas souhaitable pour des raisons notamment de maintenance de la machine, de
10 contrôle de la nature des matériaux employés et de rapidité de nettoyage et de remise en production de la machine.

Le document US 5,846,370 propose de retirer de la machine la chambre de fabrication contenant la pièce finie et la poudre. Eventuellement, un couvercle peut être ramené sur la chambre de fabrication avant de la retirer afin d'éviter que la pièce finie et la
15 poudre ne soient exposées à l'air.

Le document US 2012/0090734 propose également d'extraire la pièce finie en retirant la chambre de fabrication. Plus précisément, la chambre de fabrication comprend un caisson interne logé dans un caisson externe, le caisson interne étant amovible par rapport au caisson externe. A cet effet, le caisson externe est muni d'une ouverture
20 refermable de type trappe, permettant de retirer le caisson interne contenant la pièce finie et la poudre restante hors du caisson interne, et d'y placer un nouveau caisson interne.

Ces deux exemples ont pour inconvénients notamment de complexifier la structure de la machine de fabrication et d'imposer des contraintes sur la chambre de fabrication. Or, la chambre de fabrication peut nécessiter la mise en place de moyens de contrôle de la température ou de contrôle du gaz environnant la pièce. Ainsi, le retrait et le
25 remplacement de la chambre de fabrication peuvent se révéler être des opérations fastidieuses et longues. Le fait de devoir prévoir plusieurs chambres de fabrication augmente également les coûts.

Le document US 2001/0045678 propose de pousser la pièce finie et la poudre non exposée hors de la chambre de fabrication dans une section de retrait de poudre de la machine. La pièce et la poudre se retrouvent alors sur un support maillé. La poudre est détachée de la pièce par exemple par des vibrations et est évacuée au travers du support
30 maillé.

Cette solution suppose toutefois que la poudre non exposée est suffisamment compactée pour suivre la pièce depuis la chambre de fabrication vers la section de retrait de poudre, ce qui limite les matériaux pouvant être employés, et les conditions de fabrication.

5 Le document WO 2014/044705 propose de placer un caisson au-dessus de la chemise, d'y faire remonter la plateforme de support de pièce conjointement avec la pièce finie et la poudre non solidifiée, et de refermer le caisson au moyen de la plateforme.

10 Un inconvénient de cette solution est que la plateforme de travail doit être adaptée pour fermer le caisson, augmentant les coûts de fabrication. De plus, la plateforme de travail est une pièce interchangeable, de sorte que les coûts sont multipliés par autant de plateformes qu'il est nécessaire de stocker.

15 D'autre part, lors de la réalisation de la pièce, et des montées et descentes répétées du plateau liées au processus de fabrication, le système de fermeture du caisson peut se remplir de poudre ou se détériorer ce qui peut nuire à sa fonction et générer des fuites de poudre lors des opérations de manutention.

Il existe donc un besoin pour une nouvelle machine de fabrication additive surmontant notamment les inconvénients précités.

20 Un premier objet de l'invention est de proposer une machine de fabrication additive comprenant un système d'extraction de la pièce finie sans augmenter significativement les coûts du dispositif.

Un deuxième objet de l'invention est de proposer une machine de fabrication additive comprenant un système d'extraction de la pièce finie qui ne nécessite pas de revoir la conception du dispositif de fabrication.

25 Un troisième objet de l'invention est de proposer une machine de fabrication additive comprenant un système d'extraction de la pièce finie permettant de retirer hors du dispositif de fabrication de manière fiable la poudre qui n'a pas été exposée.

Un quatrième objet de l'invention est de proposer un système d'extraction de la pièce finie par un système complètement externe dont les constituants ne peuvent pas être dégradés par l'ambiance et les opérations de réalisation de la pièce.

30 A cet effet, selon un premier aspect, l'invention propose une machine de fabrication additive d'une pièce par fusion sélective totale ou partielle d'une poudre. La machine comprend :

- une enceinte de travail ;

- une chemise présentant une ouverture supérieure débouchant dans l'enceinte de travail, et présentant un axe central vertical,
 - un plateau support destiné à recevoir la pièce en cours de fabrication,
 - un dispositif d'actionnement en translation du plateau support dans la chemise
- 5 selon l'axe central vertical de la chemise,
- un système d'extraction de la pièce comportant un container comprenant au moins une ouverture inférieure en direction de l'ouverture supérieure de la chemise, le container étant monté mobile dans l'enceinte de travail par rapport à la chemise entre une position d'attente dans laquelle le container est à l'écart de l'ouverture de la chemise et une
- 10 position d'opération dans laquelle l'ouverture inférieure du container coïncide au moins partiellement avec l'ouverture supérieure de la chemise.

Le plateau support est alors déplacé par le dispositif d'actionnement depuis la chemise jusqu'à l'intérieur du container en position d'opération, et le système d'extraction comprend en outre au moins un plateau de fermeture mobile par rapport au container

15 dans l'enceinte de travail selon au moins un axe horizontal pour fermer l'ouverture inférieure du container, ce plateau de fermeture étant distinct du plateau support. De plus, la fixation entre le plateau support et le dispositif d'actionnement est de type amovible.

Le système d'extraction peut alors former un ensemble indépendant des éléments intervenant au cours de la fabrication de la pièce, de sorte qu'il n'impacte pas la

20 conception et le fonctionnement de ces éléments.

La machine peut présenter les autres caractéristiques suivantes, considérées seules ou en combinaison :

- le container peut se déplacer entre une position d'attente et une position d'opération selon un axe d'amenée parallèle à l'axe central vertical de la chemise ;
 - le container peut se déplacer entre une position d'attente et une position
- 25 d'opération selon un axe d'amenée perpendiculaire à l'axe central vertical de la chemise ;
- le container peut se déplacer entre une position d'opération et une position d'extraction dans laquelle le container est en dehors de l'enceinte de travail ;
 - le dispositif d'actionnement peut comprendre un piston, le plateau support étant
- 30 monté de manière amovible sur le piston, le plateau de fermeture s'interposant entre le plateau support et le piston pour fermer l'ouverture inférieure du container ;
- le système d'extraction comprend un dispositif d'accrochage amovible entre le plateau de fermeture et le container ;

– le système d'extraction comprend au moins un joint d'étanchéité entre le plateau de fermeture et le container.

Selon un deuxième aspect, l'invention peut concerner un procédé de fabrication additive d'une pièce par fusion sélective totale ou partielle d'une poudre par la mise en œuvre de la machine telle que présentée ci-dessus. Selon le procédé, après la fabrication de la pièce :

– le container est déplacé par rapport à la chemise depuis une position d'attente jusqu'à une position d'opération au-dessus de l'ouverture supérieure de la chemise,

– le plateau support est déplacé selon l'axe central vertical par le dispositif d'actionnement jusqu'à l'intérieur du container,

– le plateau de fermeture est déplacé en translation par rapport à la chemise pour fermer l'ouverture inférieure du container, ou le container est déplacé en translation selon un axe horizontal par rapport à la chemise sur le plateau de fermeture pour fermer l'ouverture inférieure du container.

Eventuellement, après la fermeture de l'ouverture inférieure du container par le plateau de fermeture, le container et le plateau de fermeture peuvent être déplacés conjointement dans une position d'extraction en dehors de l'enceinte de travail de la machine.

D'autres caractéristiques et avantages apparaîtront à la lumière de la description des modes de réalisation préférés de l'invention accompagnée des figures dans lesquelles :

– les figures 1 à 4 sont des représentations schématiques de l'intérieur d'une machine de fabrication additive selon un premier mode de réalisation,

– les figures 5 et 6 sont des représentations schématiques de l'intérieur de la machine de fabrication additive, similaires à celles des figures 1 à 4, selon un deuxième mode de réalisation.

Sur les figures 1 à 6, il est représenté une machine 1 de fabrication additive d'une pièce 2 par fusion sélective, totale ou partielle, d'un matériau sous forme de poudre. Le matériau peut être notamment métallique ou plastique.

La machine 1 comprend notamment une enceinte 100 de fabrication, constituant un espace fermé à l'atmosphère contrôlée. Notamment, l'enceinte 100 est remplie d'un gaz inerte par rapport au matériau utilisé, pour limiter la corrosion. L'enceinte 100 de fabrication est délimitée par une paroi 101 supérieure, une paroi 102 inférieure, et des

parois 103 latérales. La paroi 102 inférieure forme un plan de travail, sur lequel la poudre est étalée.

La machine 1 comprend une chemise 3 comprenant une ouverture 4 supérieure coïncidant avec une ouverture dans le plan 102 de travail et débouchant dans l'enceinte 100. Plus précisément, la chemise 3 s'étend selon un axe 5 central vertical entre l'ouverture 4 supérieure, orientée vers le haut, et un fond 14, qui peut être ouvert ou non. La paroi latérale de la chemise 3 peut ainsi servir de guidage pour un plateau 6 support de pièce.

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 6. De même, les termes « haut », « bas », « inférieur », « supérieur » et leurs variantes devront être compris en référence à la direction verticale des figures.

Le plateau 6 support de pièce est destiné à recevoir la pièce 2 en cours de fabrication. Il est actionné en déplacement vertical selon l'axe 5 central par un dispositif 7 d'actionnement. Le dispositif 7 d'actionnement comprend par exemple un piston sur lequel le plateau 6 support est fixé, directement ou indirectement. Par exemple, un dispositif de chauffage peut être disposé entre le plateau 6 support et le piston afin de contrôler la température du plateau 6. De préférence, la fixation entre le plateau 6 support et le dispositif 7 d'actionnement est de type amovible. Ainsi, le plateau 6 support peut être retiré du dispositif 7 d'actionnement, par exemple pour être sorti hors de la machine 1.

La machine 1 comprend par ailleurs un système de fusion, non représenté, permettant aux grains de poudre de fusionner pour s'agglomérer. Il s'agit par exemple d'un système à laser, envoyant un faisceau sur la poudre à l'intérieur de l'enceinte 100 de travail.

Ainsi, la pièce 2 est fabriquée couche par couche par fusion totale ou partielle de la poudre. Chaque couche de poudre est distribuée et étalée successivement sur le plan 102 de travail, de manière à recouvrir au moins en partie le plateau 6 support de pièce, le plateau 6 étant descendu dans la chemise 3 sur une hauteur déterminée entre chaque couche.

Ainsi, lorsque la pièce 2 est finie, elle se trouve entièrement dans la chemise 3, entre l'ouverture 4 supérieure et le fond 14, sur le plateau 6 support. Comme toute la poudre de chaque couche n'est pas nécessairement fusionnée, le reste de poudre non fusionnée entoure la pièce 2 dans la chemise 3.

Afin d'extraire la pièce 2 finie hors de la chemise, la machine 1 comprend en outre un système 8 d'extraction de la pièce 2.

Le système 8 d'extraction comprend au moins un container 9, dont les dimensions sont au moins équivalentes à celles de la chemise 3, de sorte que le volume du container 9 est au moins égal au volume de la chemise 3. Le container 9 comprend au moins, et de préférence uniquement, une ouverture 15 inférieure, orientée vers le bas. Le container 9 peut par exemple présenter une forme générale cylindrique, à section carrée ou circulaire. Les dimensions de l'ouverture 15 inférieure du container 9 sont supérieures à celles du plateau 6 support de pièce, qui peut alors traverser l'ouverture 15 inférieure. De préférence, les dimensions de l'ouverture 15 inférieure du container 9 sont supérieures aux dimensions de l'ouverture 4 supérieure de la chemise 3, de sorte que le container 9 peut venir en appui sur le plan 102 de travail en recouvrant l'ouverture 4 supérieure de la chemise 3.

Le container 9 forme ainsi un réceptacle pour la pièce 2 finie et la poudre non fusionnée.

Le container 9 est monté mobile en translation dans la machine 1 par rapport à la chemise 3 de manière à prendre au moins deux positions :

- une position d'attente, dans laquelle le container 9 est à l'écart de l'ouverture 4 supérieure de la chemise 3, de manière à laisser le faisceau atteindre la poudre à fusionner ;
- une position d'opération, dans laquelle le container 9 est placé sur l'ouverture 4 supérieure de la chemise, l'ouverture 15 inférieure du container 9 coïncidant au moins en partie avec l'ouverture 4 supérieure de la chemise 3, de manière à permettre le passage de la pièce 2 finie depuis la chemise 3 à l'intérieur du container 9.

Plus précisément, lorsque le container 9 est en position d'opération, la pièce 2 peut passer depuis la chemise 3 dans le container 9 en traversant l'ouverture 4 supérieure de la chemise et l'ouverture 15 inférieure du container 9 en déplaçant le plateau 6 support vers le haut par le dispositif 7 d'actionnement.

Le système 8 d'extraction comprend de plus un plateau 12 de fermeture, permettant de refermer l'ouverture 15 inférieure du container 9 lorsque la pièce 2 et le plateau 6 support sont à l'intérieur. A cet effet, le plateau 12 de fermeture est mobile par rapport au container 9 selon au moins un axe horizontal pour venir se glisser sous le

container 9 et fermer son ouverture 15 inférieure une fois que la pièce 2 et le plateau 6 support sont placés à l'intérieur du container 9.

Ainsi, pour obtenir la fermeture de l'ouverture 15 inférieure du container 9, soit le plateau 12 de fermeture reste fixe dans l'enceinte 100, par rapport à la chemise 3, et le container 9 se déplace horizontalement par rapport au plateau 12 de fermeture, soit le container 9 reste fixe par rapport à la chemise 3, et c'est le plateau 12 de fermeture qui se déplace horizontalement par rapport au container 9.

Une fois que le container 9 est fermé par le plateau 12 de fermeture, il peut de nouveau être déplacé, conjointement avec le plateau 12 de fermeture, dans une position d'extraction dans laquelle il peut être retiré hors de l'enceinte 100 de fabrication.

Le système 8 d'extraction peut comprendre de plus un dispositif 13 d'accrochage amovible entre le plateau 12 de fermeture et le container 9. Il s'agit de tout dispositif permettant de fixer de manière temporaire le plateau 12 de fermeture au container 9. Il peut s'agir par exemple d'un dispositif à ergots rétractables, à encliquetage, ou encore d'un dispositif à ventouse.

Deux exemples de mise en œuvre du système 8 d'extraction vont maintenant être décrits en référence aux deux modes de réalisation de la machine 1 présentés sur les figures 1 à 6.

Selon un premier mode de réalisation (figures 1 à 4), le container 9 se déplace en translation entre une position d'attente et une position d'opération selon un axe d'amenée, qui est horizontal, c'est-à-dire perpendiculaire à l'axe central de la chemise 3.

Pendant que la pièce 2 est en cours de fabrication, le container 9 est conservé dans la position d'attente, à l'écart de l'ouverture 4 supérieure de la chemise 3 pour la laisser dégagée et permettre au faisceau laser d'atteindre la poudre pour la fusionner. Le plateau 12 de fermeture est alors dans une position également à l'écart de l'ouverture 4 supérieure de la chemise 3 tant que la pièce 2 est en cours de fabrication. Le plateau 12 de fermeture est placé au plus près du plan 102 de travail, avec un jeu juste suffisant pour autoriser le glissement du plateau 12 de fermeture par rapport au plan 102 de travail. Par exemple, le container 9 en position d'attente est placé au-dessus du plateau 12 de fermeture en position initiale, les bords de son ouverture 15 inférieure étant en contact avec le plateau 12 de fermeture.

Une fois que la pièce 2 est finie, le container 9 est dans un premier temps déplacé dans l'enceinte 100 selon l'axe 10 d'amenée, les bords de l'ouverture 15 inférieure

glissant sur le plateau 12 de fermeture qui reste fixe. Dans un second temps, le container 9 est déplacé dans l'enceinte 100 perpendiculairement à l'axe 10 d'amenée, soit parallèlement à l'axe 5 central de la chemise 3, de manière à ce que l'ouverture 15 inférieure du container 9 vienne en coïncidence avec l'ouverture 4 supérieure de la chemise 3.

Lorsque le container 9 est en position d'opération, le dispositif 7 d'actionnement est mis en œuvre pour déplacer le plateau 6 support vers le haut, de sorte que l'ensemble constitué du plateau 6 support, de la pièce 2 et de la poudre l'entourant est transféré dans le container 9. Comme les bords de l'ouverture 15 inférieure du container 9 sont en contact avec le plan 102 de travail autour de l'ouverture 4 supérieure de la chemise 3, la poudre ne peut s'échapper lors du transfert en raison de la continuité entre l'ouverture 4 supérieure de la chemise 3 et l'ouverture 15 inférieure du container 9.

Une fois que l'ensemble est à l'intérieur du container 9, et comme l'illustre la figure 3, le container 9 ainsi que le plateau 6 support sont déplacés parallèlement à l'axe 5 central de la chemise 3, et donc verticalement, d'une hauteur h correspondant sensiblement à l'épaisseur e du plateau 12 de fermeture.

Ensuite, le container 9 est de nouveau déplacé horizontalement, selon un axe qui est, selon l'exemple présenté ici, le même axe 10 d'amenée, le plateau 12 de fermeture restant toujours immobile. Auparavant ou en même temps, le plateau 6 support se désolidarise du piston du dispositif 7 d'actionnement, puis le plateau 6 support est glissé horizontalement par rapport au piston du dispositif 7 d'actionnement, entraîné par le déplacement horizontal du container 9. Le container 9 revient alors dans une même position que la position d'attente, emportant le plateau 6 support, la pièce 2 finie et la poudre l'entourant, au-dessus du plateau 12 de fermeture, de sorte que les bords de l'ouverture 15 inférieure du container 9 soient en contact avec le plateau 12 de fermeture. L'ouverture 15 inférieure du container 9 se retrouve ainsi fermée par le plateau 12 de fermeture.

Le dispositif 13 d'accrochage est ensuite actionné pour solidariser le plateau 12 de fermeture et le container 9.

De préférence, en parallèle du dispositif 13 d'accrochage, il est prévu un joint d'étanchéité 16 entre le plateau 12 de fermeture et le container 9. Ce joint d'étanchéité 16 empêche la poudre de s'échapper de l'enceinte formée par le container 9 et le plateau de fermeture 12. Ainsi, il est possible d'extraire la pièce 2 finie et la poudre l'entourant en

limitant les risques sanitaires pour les opérateurs situés à proximité de la machine. De plus, en empêchant la pénétration d'air à l'intérieur de l'enceinte formée par le container 9 et le plateau de fermeture 12, le joint d'étanchéité 16 permet d'éviter la pollution et l'oxydation de la poudre non fusionnée, ce qui facilite la réutilisation de cette poudre pour la fabrication de nouvelles pièces.

Le container 9 fermé par le plateau 12 de fermeture et contenant la pièce 2 finie peut alors être amené à un poste de nettoyage pour retirer la poudre non fusionnée. Le poste de nettoyage peut être formé dans un compartiment dédié de la machine 1, séparé de l'enceinte 100 de fabrication. Dans ce cas, le container 9 et le plateau 12 de fermeture sont prévus pour être déplacés jusqu'au compartiment dédié. Le poste de nettoyage peut être séparé de la machine. Dans ce cas, le container 9 et le plateau 12 de fermeture sont prévus pour être amovibles par rapport à la machine 1. Le joint d'étanchéité 16 entre le container 9 et le plateau 12 permet alors d'éviter à la poudre de s'oxyder lors du transport hors de la machine vers le poste de nettoyage. La poudre peut alors être récupérée et recyclée.

De préférence toutefois, dans tous les cas, une fois le container 9 fermé par le plateau 12 de fermeture, pour ne pas avoir à ouvrir l'enceinte 100 de fabrication à l'atmosphère inerte, le container 9 est déplacé dans une position d'extraction, en dehors de l'enceinte 100 de fabrication. Par exemple, le container se déplace en translation vers la position d'extraction selon un axe 11 d'extraction, qui peut être horizontal ou vertical, et notamment qui peut être confondu avec l'axe 10 d'amenée. Une trappe de sortie peut être formée sur la paroi 101 supérieure ou sur une des parois 103 latérales de l'enceinte 100 pour laisser le container 9 sortir hors de l'enceinte 100 de fabrication en position d'extraction, par exemple dans un sas permettant à un opérateur d'avoir accès au container 9 renfermant la pièce finie, déjà nettoyée ou non de la poudre.

Avant de lancer la fabrication d'une nouvelle pièce, un nouveau plateau 6 support de pièce est solidarisé avec le piston du dispositif 7 d'actionnement dans l'enceinte 100 de fabrication.

Selon un deuxième mode de réalisation (figures 5 et 6), le container 9 se déplace en translation entre une position d'attente et une position d'opération selon un axe 10 d'amenée, qui est vertical, c'est-à-dire parallèle à l'axe 5 central de la chemise 3, et, en l'occurrence selon le deuxième exemple présenté ici, confondu avec l'axe 5 central.

Ainsi, le container 9 est placé dans une position d'attente au-dessus de la chemise 3, suffisamment à l'écart de l'ouverture 4 supérieure pour laisser le faisceau laser atteindre la poudre. Le plateau 12 de fermeture est alors dans une position initiale, également à l'écart de l'ouverture 4 de la chemise 3, qui est similaire, mais non nécessairement, à celle de l'exemple précédent. Puis, le container 9 est déplacé selon l'axe 10 d'amenée dans la position d'opération, dans laquelle son ouverture 15 inférieure est amenée en coïncidence avec l'ouverture 4 supérieure de la chemise 3. Comme dans le premier mode de réalisation, les bords de l'ouverture 15 inférieure du container 9 sont en contact avec le plan 102 de travail autour de l'ouverture 4 supérieure de la chemise 3, et la poudre ne peut s'échapper lors du transfert en raison de la continuité entre l'ouverture 4 supérieure de la chemise 3 et l'ouverture 15 inférieure du container 9.

Le dispositif 7 d'actionnement remonte alors l'ensemble formé du plateau 6 support, de la pièce 2 finie et de la poudre l'entourant à l'intérieur du container 9.

Plus précisément, le dispositif 7 d'actionnement remonte parallèlement à l'axe 5 central de la chemise 3 l'ensemble formé du plateau 6 support, de la pièce 2 finie et de la poudre l'entourant jusqu'à une hauteur h correspondant sensiblement à l'épaisseur e du plateau 12 de fermeture. Consécutivement, le container 9 remonte aussi parallèlement à l'axe 5 central de la chemise jusqu'à une hauteur h correspondant sensiblement à l'épaisseur e du plateau 12 de fermeture, comme cela est visible en figure 6.

Ainsi, le plateau 12 de fermeture peut être déplacé horizontalement depuis sa position initiale pour venir s'interposer entre l'ouverture 4 supérieure de la chemise 3 et l'ouverture 15 inférieure du container 9, en contact avec les bords de l'ouverture 15 inférieure et sous le plateau 6 support. En même temps que le plateau 12 de fermeture se déplace, il est prévu de désolidariser le dispositif 7 d'actionnement du plateau 6 support pour laisser le plateau 12 de fermeture recouvrir entièrement l'ouverture 15 inférieure du container 9.

Le dispositif 13 d'accrochage est ensuite actionné pour solidariser le plateau 12 de fermeture et le container 9, et le joint d'étanchéité 16 assure l'étanchéité entre le plateau 12 de fermeture et le container 9.

Comme dans le premier mode de réalisation, une fois le container 9 fermé par le plateau 12 de fermeture, il peut de nouveau être déplacé dans une position d'extraction dans un sas accessible à un opérateur, en passant hors de l'enceinte 100 de fabrication par une trappe de sortie. Le sas peut former un poste de nettoyage de la poudre dans la

machine 1, de sorte qu'un opérateur ouvrant le sas a directement accès à la pièce nettoyée de poudre. L'opérateur peut également retirer le container 9 fermé par le plateau 12 de fermeture pour emmener la pièce à un poste de nettoyage à l'écart de la machine 1.

Par exemple, le container 9 est déplacé en position d'extraction par translation selon un axe 11 d'extraction, qui peut être confondu avec l'axe 10 d'amenée, de sorte que le container 9 est déplacé en position d'extraction en étant soulevé. L'axe 10 d'amenée et l'axe 11 d'extraction ne sont toutefois pas nécessairement orientés dans le même sens. L'axe 11 d'extraction peut ainsi être horizontal, non confondu avec l'axe 10 d'amenée.

Les dimensions du container 9 étant supérieures à celles du plateau 6 support, ce dernier ne participe pas à la fermeture du container 9, ce qui facilite la conception du plateau 6 support. En effet, le plateau 6 support ne nécessite aucune caractéristique particulière.

En outre, lorsque le plateau 6 support est inséré dans le container 9 avec la pièce 2 et la poudre non solidifiée, le gaz dans le container peut s'échapper par l'ouverture 15 inférieure, évitant une augmentation de pression dans le container 9.

Alternativement, dans les deux modes de réalisation présentés, le container 9 peut être équipé d'un dispositif 17, comme par exemple un clapet ou un filtre, permettant de laisser passer le gaz présent dans le container et de retenir la poudre pour éviter toute fuite de poudre liée au mouvement de gaz lors de la montée du volume de la pièce et de la poudre dans le container.

Dans les deux modes de réalisation présentés, le container 9 est mobile selon l'axe 10 d'amenée et l'axe 11 d'extraction qui sont rectilignes. Ils peuvent toutefois être curvilignes, ou être composés de plusieurs tronçons rectilignes inclinés les uns par rapport aux autres.

REVENDEICATIONS

- 5 1. Machine (1) de fabrication additive d'une pièce (2) par fusion sélective totale ou partielle d'une poudre, la machine (1) comprenant :
- une enceinte (100) de travail ;
 - une chemise (3) présentant une ouverture (4) supérieure débouchant dans l'enceinte (100) de travail, et présentant un axe (5) central vertical,
 - 10 – un plateau (6) support destiné à recevoir la pièce (2) en cours de fabrication,
 - un dispositif (7) d'actionnement en translation du plateau (6) support dans la chemise (3) selon l'axe (5) central vertical de la chemise (3),
 - un système (8) d'extraction de la pièce (2) comportant un container (9) comprenant au moins une ouverture (15) inférieure en direction de l'ouverture (4) supérieure de la chemise (3), le container (9) étant monté mobile dans l'enceinte (100) de travail par rapport à la chemise (3) entre une position d'attente dans laquelle le container (9) est à l'écart de l'ouverture (4) de la chemise (3) et une position d'opération dans laquelle l'ouverture (15) inférieure du container (9) coïncide au moins partiellement avec l'ouverture (4) supérieure de la chemise (3), le plateau (6) support étant déplacé par le dispositif (7) d'actionnement depuis la chemise (3) jusqu'à l'intérieur du container (9) en position d'opération, la machine (1) étant caractérisée en ce que le système (8) d'extraction comprend en outre au moins un plateau (12) de fermeture mobile par rapport au container (9) dans l'enceinte (100) de travail selon au moins un axe horizontal pour fermer l'ouverture (15) inférieure du container (9), le plateau (12) de fermeture étant distinct du plateau (6) support, et en ce que la fixation entre le plateau (6) support et le dispositif (7) d'actionnement est de type amovible.
- 20
- 25
- 30 2. Machine (1) de fabrication selon la revendication 1, dans laquelle le container (9) se déplace entre une position d'attente et une position d'opération selon un axe (10) d'amenée parallèle à l'axe (5) central vertical de la chemise (3).

3. Machine (1) de fabrication selon la revendication 1, dans laquelle le container (9) se déplace entre une position d'attente et une position d'opération selon un axe (10) d'amenée perpendiculaire à l'axe (5) central vertical de la chemise.

5 4. Machine (1) de fabrication selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans laquelle le container (9) se déplace entre une position d'opération et une position d'extraction dans laquelle le container (9) est en dehors de l'enceinte (100) de travail.

10 5. Machine de fabrication selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans laquelle le dispositif (7) d'actionnement comprend un piston, le plateau (6) support étant monté de manière amovible sur le piston, le plateau (12) de fermeture s'interposant entre le plateau (6) support et le piston pour fermer l'ouverture (15) inférieure du container (9).

15 6. Machine de fabrication selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans laquelle le système (8) d'extraction comprend un dispositif (13) d'accrochage amovible entre le plateau (12) de fermeture et le container (9).

20 7. Machine de fabrication selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans laquelle le système (8) d'extraction comprend un joint d'étanchéité (16) entre le plateau (12) de fermeture et le container (9).

25 8. Procédé de fabrication additive d'une pièce (2) par fusion sélective totale ou partielle d'une poudre par la mise en œuvre de la machine (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que, après la fabrication de la pièce (2) :

- le container (9) est déplacé par rapport à la chemise (3) depuis une position d'attente jusqu'à une position d'opération au-dessus de l'ouverture (4) supérieure de la chemise (3),
- le plateau (6) support est déplacé selon l'axe (5) central vertical par le dispositif (7) d'actionnement jusqu'à l'intérieur du container (9),
- le plateau (12) de fermeture est déplacé en translation par rapport à la chemise (3) pour fermer l'ouverture (15) inférieure du container (9).

9. Procédé de fabrication additive d'une pièce (2) par fusion sélective totale ou partielle d'une poudre par la mise en œuvre de la machine (1) selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, caractérisé en ce que, après la fabrication de la pièce (2) :

- le container (9) est déplacé par rapport à la chemise (3) depuis la position d'attente jusqu'à la position d'opération au-dessus de l'ouverture (4) supérieure de la chemise (3),
- le plateau (6) support est déplacé selon l'axe (5) central vertical par le dispositif (7) d'actionnement jusqu'à l'intérieur du container (9),
- le container (9) est déplacé en translation selon un axe horizontal par rapport à la chemise (3) sur le plateau (12) de fermeture pour fermer l'ouverture (15) inférieure du container (9).

10. Procédé selon la revendication 8 ou la revendication 9, dans lequel, après la fermeture de l'ouverture (15) inférieure du container (9) par le plateau (12) de fermeture, le container (9) et le plateau (12) de fermeture sont déplacés conjointement dans une position d'extraction en dehors de l'enceinte (100) de travail de la machine (1).

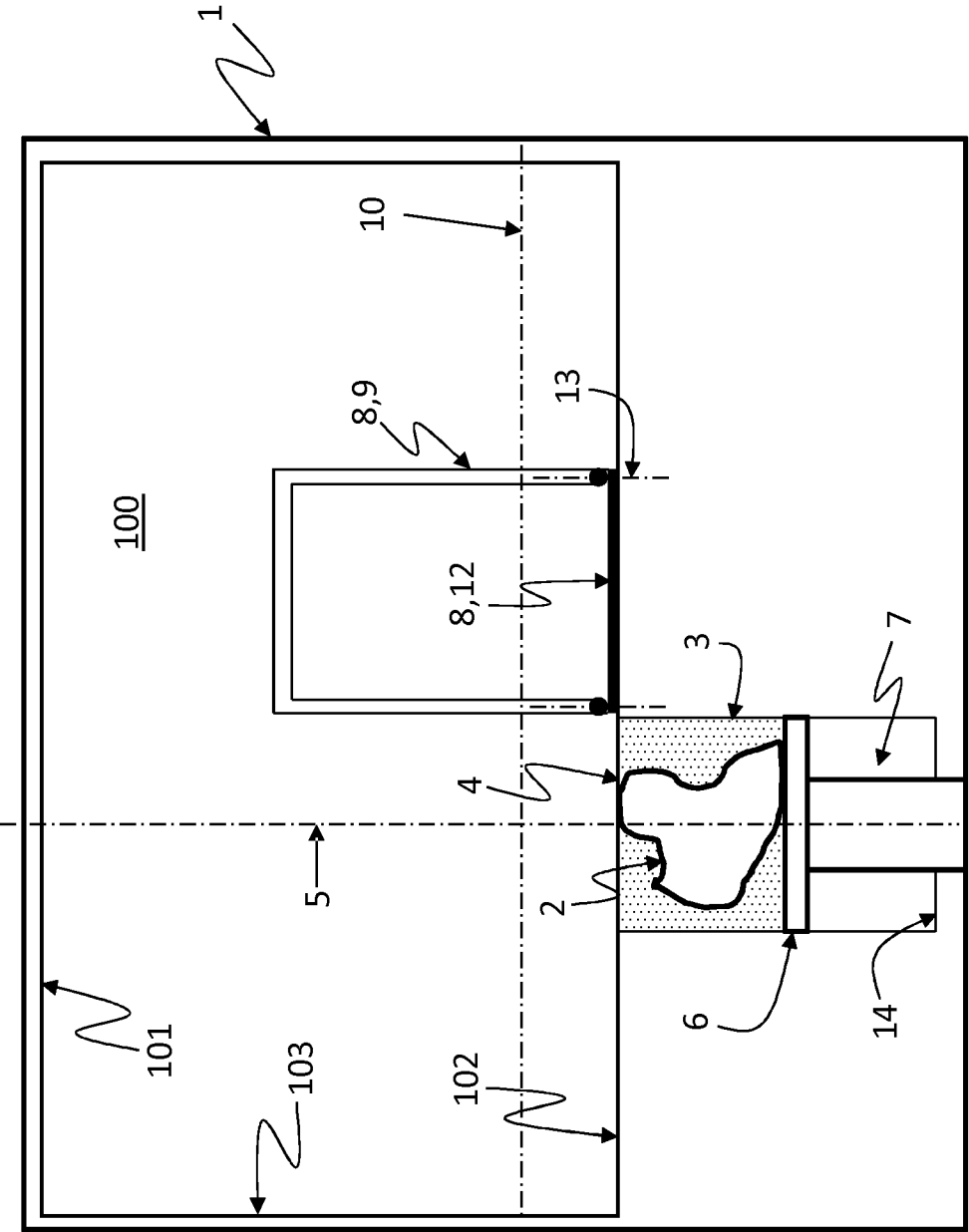


Figure 1

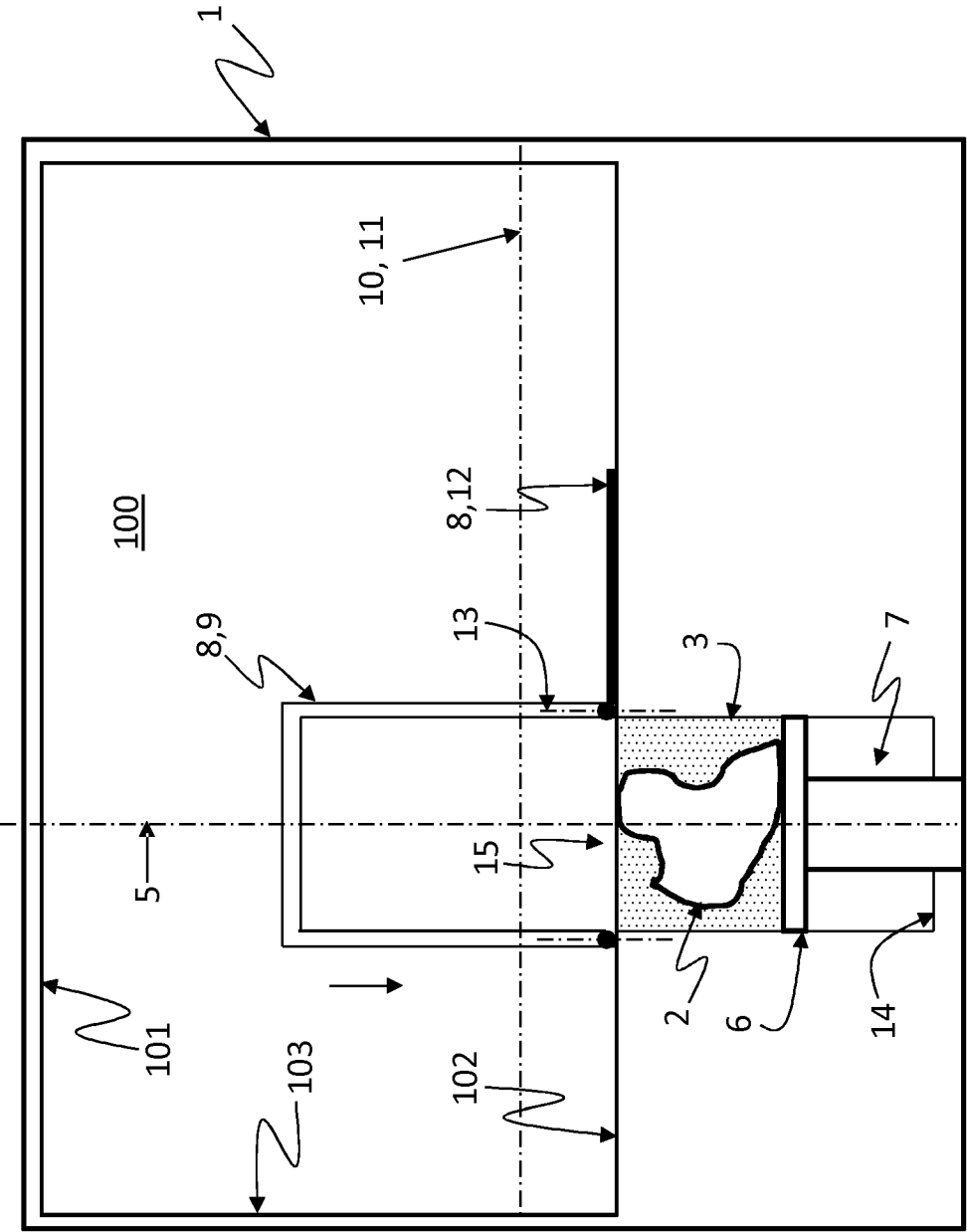


Figure 2

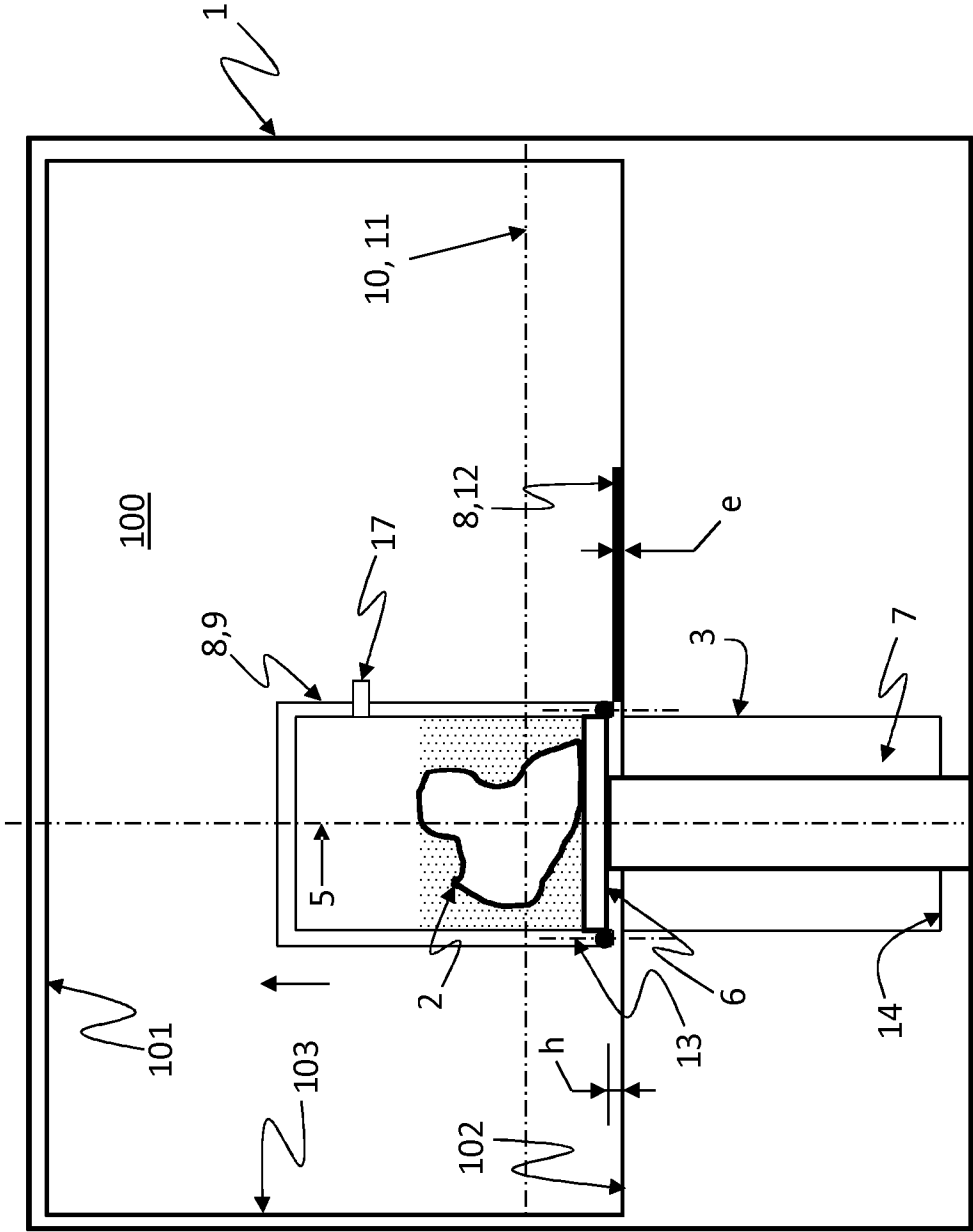


Figure 3

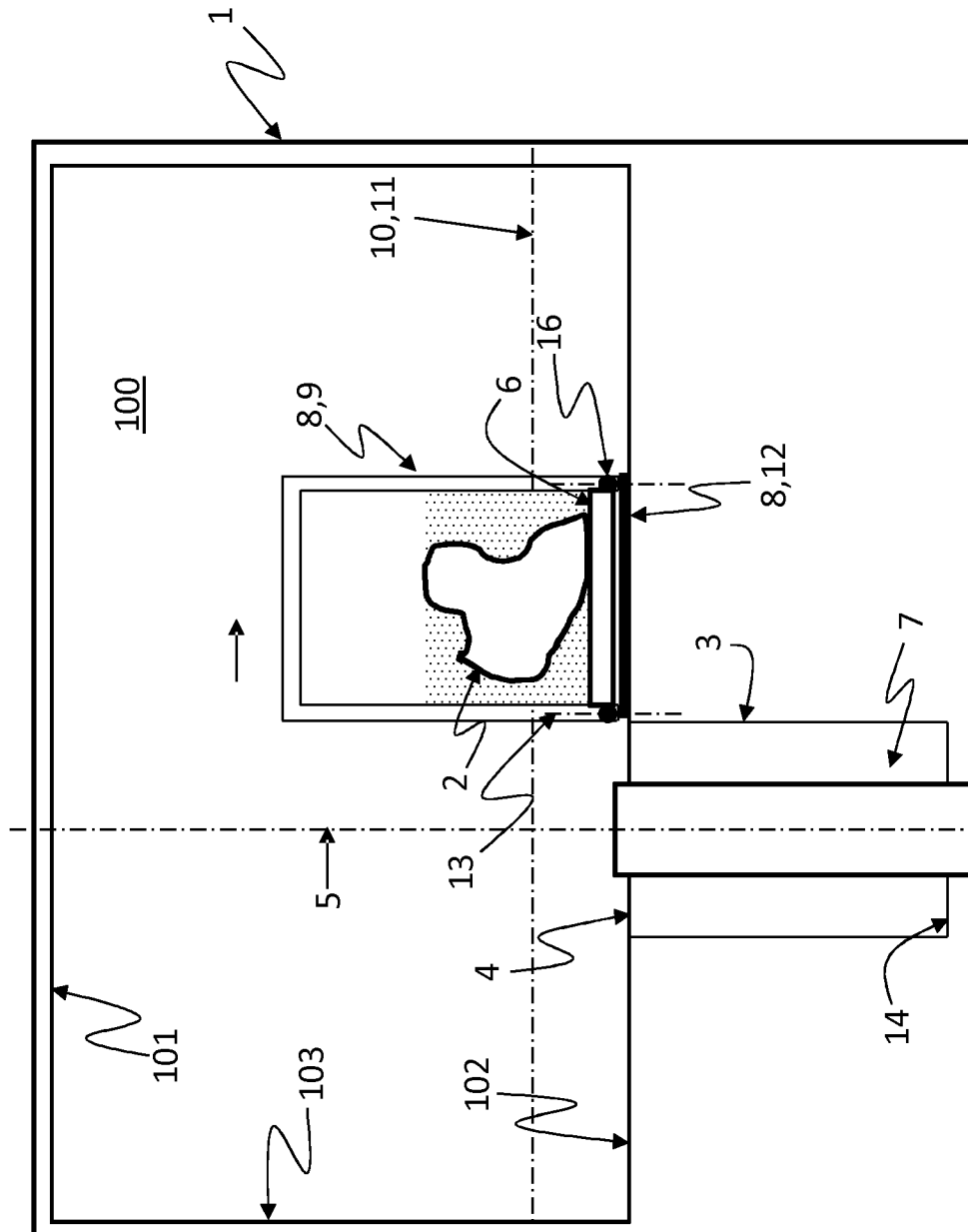


Figure 4

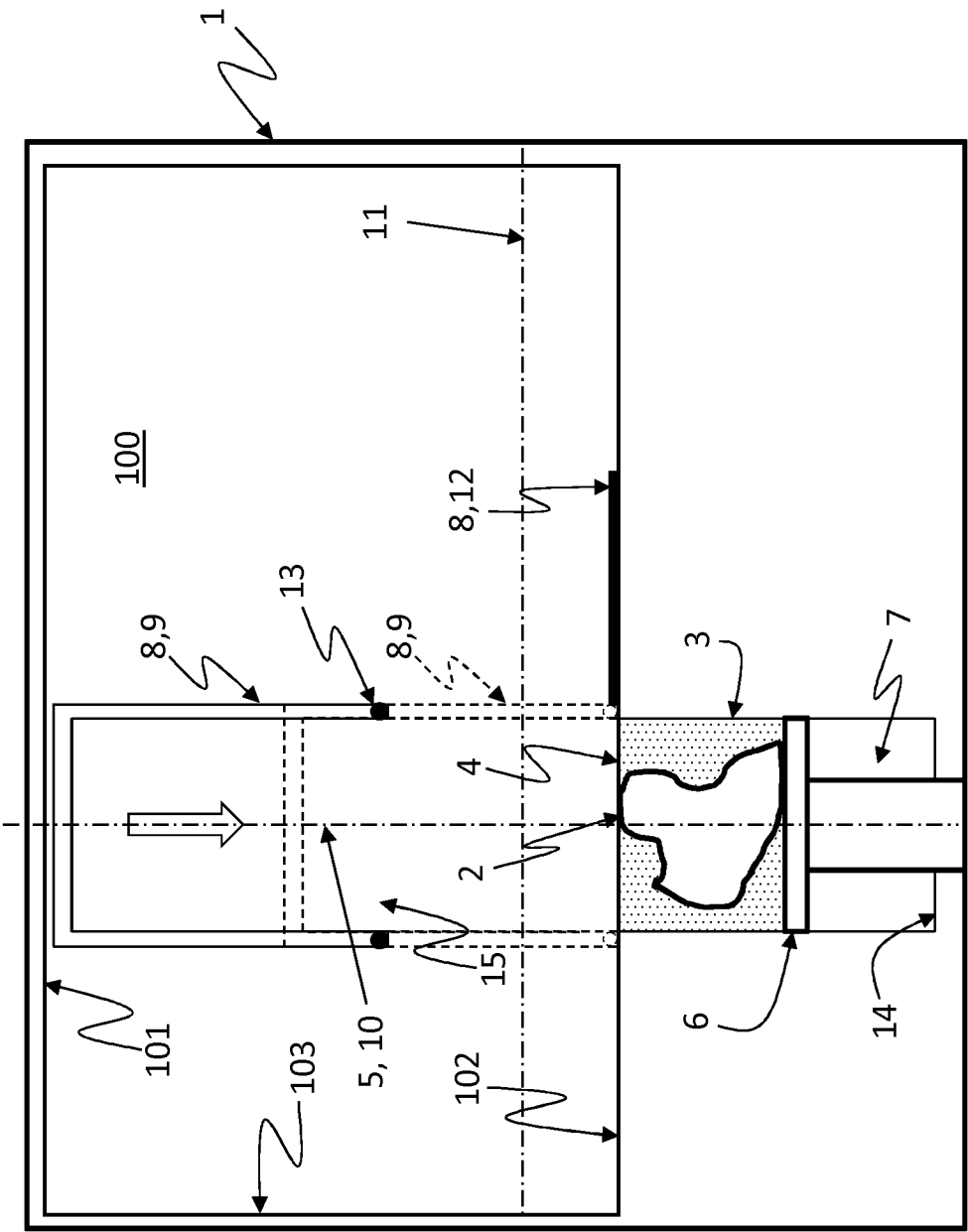


Figure 5

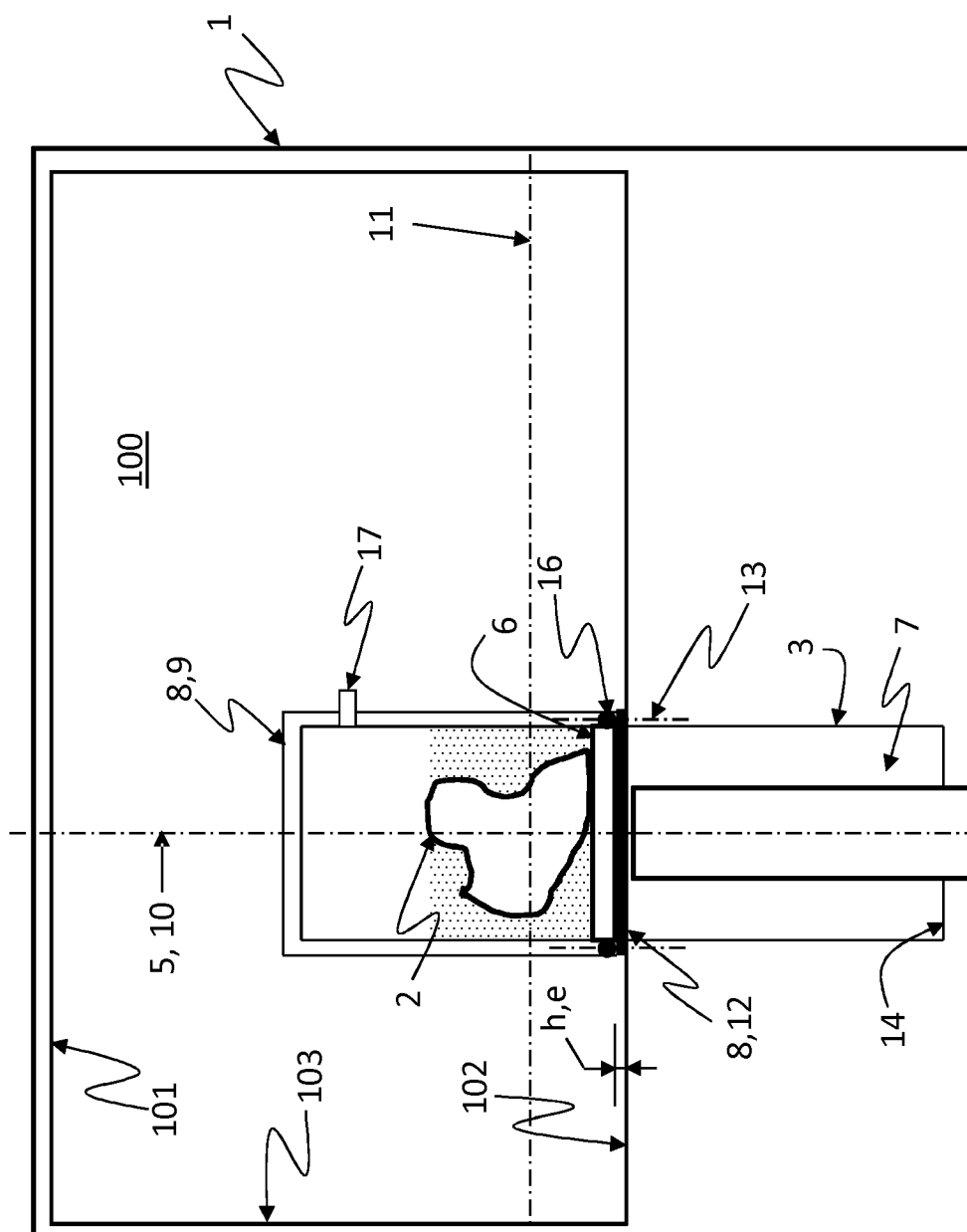


Figure 6

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2017/060643

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. B29C67/00 B29C37/00 B33Y10/00 B33Y30/00 B22F3/105
ADD.

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
B29C 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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 2014/044705 A1 (EOS ELECTRO OPTICAL SYST [DE]) 27 March 2014 (2014-03-27) cited in the application paragraph [0022] - paragraph [0027]; figures 1-3 claim 1 -----	1-10
A	US 7 665 636 B2 (EDERER INGO [DE] ET AL) 23 February 2010 (2010-02-23) abstract; figure 2 -----	1-10
A	DE 10 2014 112446 A1 (EXONE GMBH [DE]) 3 March 2016 (2016-03-03) figures 6-13 -----	1-10
A	US 2001/045678 A1 (KUBO NAOKI [JP] ET AL) 29 November 2001 (2001-11-29) abstract; figures 5a-6c -----	1-10



Further documents are listed in the continuation of Box C.



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

10 July 2017

Date of mailing of the international search report

18/07/2017

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Pierre, Nathalie

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2017/060643

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 2014044705 A1	27-03-2014	CN 104718061 A DE 102012018366 A1 EP 2897781 A1 JP 2015533690 A RU 2015109284 A US 2015239177 A1 WO 2014044705 A1	17-06-2015 20-03-2014 29-07-2015 26-11-2015 10-10-2016 27-08-2015 27-03-2014
US 7665636 B2	23-02-2010	AU 2003232624 A1 DE 10222167 A1 DE 10393089 D2 EP 1575864 A2 US 2006175346 A1 WO 03097518 A2	02-12-2003 04-12-2003 30-06-2005 21-09-2005 10-08-2006 27-11-2003
DE 102014112446 A1	03-03-2016	CA 2958733 A1 CN 106660278 A DE 102014112446 A1 EP 3036088 A1 KR 20170036808 A WO 2016030530 A1	03-03-2016 10-05-2017 03-03-2016 29-06-2016 03-04-2017 03-03-2016
US 2001045678 A1	29-11-2001	JP 2001334583 A US 2001045678 A1	04-12-2001 29-11-2001

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/EP2017/060643

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE INV. B29C67/00 B29C37/00 B33Y10/00 B33Y30/00 B22F3/105 ADD.		
Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB		
B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement) B29C 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		
C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	WO 2014/044705 A1 (EOS ELECTRO OPTICAL SYST [DE]) 27 mars 2014 (2014-03-27) cité dans la demande alinéa [0022] - alinéa [0027]; figures 1-3 revendication 1 -----	1-10
A	US 7 665 636 B2 (EDERER INGO [DE] ET AL) 23 février 2010 (2010-02-23) abrégé; figure 2 -----	1-10
A	DE 10 2014 112446 A1 (EXONE GMBH [DE]) 3 mars 2016 (2016-03-03) figures 6-13 -----	1-10
A	US 2001/045678 A1 (KUBO NAOKI [JP] ET AL) 29 novembre 2001 (2001-11-29) abrégé; figures 5a-6c -----	1-10
☐ Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents ☒ 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 10 juillet 2017		Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale 18/07/2017
Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Fonctionnaire autorisé Pierre, Nathalie

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/EP2017/060643

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
WO 2014044705	A1	27-03-2014	CN 104718061 A	17-06-2015
			DE 102012018366 A1	20-03-2014
			EP 2897781 A1	29-07-2015
			JP 2015533690 A	26-11-2015
			RU 2015109284 A	10-10-2016
			US 2015239177 A1	27-08-2015
			WO 2014044705 A1	27-03-2014

US 7665636	B2	23-02-2010	AU 2003232624 A1	02-12-2003
			DE 10222167 A1	04-12-2003
			DE 10393089 D2	30-06-2005
			EP 1575864 A2	21-09-2005
			US 2006175346 A1	10-08-2006
			WO 03097518 A2	27-11-2003

DE 102014112446	A1	03-03-2016	CA 2958733 A1	03-03-2016
			CN 106660278 A	10-05-2017
			DE 102014112446 A1	03-03-2016
			EP 3036088 A1	29-06-2016
			KR 20170036808 A	03-04-2017
			WO 2016030530 A1	03-03-2016

US 2001045678	A1	29-11-2001	JP 2001334583 A	04-12-2001
			US 2001045678 A1	29-11-2001
