



(12) **DEMANDE DE BREVET CANADIEN**
CANADIAN PATENT APPLICATION

(13) **A1**

(22) **Date de dépôt/Filing Date:** 2019/04/23

(41) **Mise à la disp. pub./Open to Public Insp.:** 2020/10/23

(51) **Cl.Int./Int.Cl.** **B29C 64/209** (2017.01),
B29C 64/106 (2017.01), **B33Y 10/00** (2015.01),
B33Y 30/00 (2015.01)

(71) **Demandeur/Applicant:**
SAFRAN, FR

(72) **Inventeurs/Inventors:**
LAFRANCE, THIERRY, CA;
TERRIAULT, DANIEL, CA;
BAZIN, BENOIT, FR;
PICCIRELLI, NICOLA, FR;
TRUDEAU LALONDE, FRANCIS, CA

(74) **Agent:** LAVERY, DE BILLY, LLP

(54) **Titre :** TETE D'EXTRUSION POUR FABRICATION ADDITIVE, SYSTEME ET PROCEDE DE FABRICATION ADDITIVE

(54) **Title:** EXTRUDER HEAD FOR ADDITIVE MANUFACTURING, SYSTEM AND PROCESS FOR ADDITIVE MANUFACTURING

(57) **Abrégé/Abstract:**

Une tête d'extrusion (100) pour fabrication additive comprend une enceinte (110) délimitant une chambre d'alimentation (140). L'enceinte comporte au moins un port d'entrée (120) débouchant dans la chambre d'alimentation (140) et configuré pour recevoir un matériau à extruder sous pression et une pluralité de buses d'extrusion (160). Chaque buse est en communication avec la chambre d'alimentation (140) et débouche à l'extérieur de l'enceinte via un orifice de sortie. Les buses de la pluralité de buses sont disposées adjacentes les unes par rapport aux autres avec un espacement déterminé entre chaque orifice de sortie de buse.

ABRÉGÉ

Une tête d'extrusion (100) pour fabrication additive comprend une enceinte (110) délimitant une chambre d'alimentation (140). L'enceinte comporte au moins un port d'entrée (120) débouchant dans la chambre d'alimentation (140) et configuré pour recevoir un matériau à extruder sous pression et une pluralité de buses d'extrusion (160). Chaque buse est en communication avec la chambre d'alimentation (140) et débouche à l'extérieur de l'enceinte via un orifice de sortie. Les buses de la pluralité de buses sont disposées adjacentes les unes par rapport aux autres avec un espacement déterminé entre chaque orifice de sortie de buse.

(Figures 1A et 1B)

Tête d'extrusion pour fabrication additive, système et procédé de fabrication additive.

Domaine Technique

- 5 La présente invention concerne le domaine de la fabrication additive d'une pièce ou d'un revêtement par dépôt de filaments de matière juxtaposés les uns par rapport aux autres.

Technique antérieure

- 10 La fabrication additive ou impression par dépôt de filaments d'un revêtement ou d'une pièce consiste à extruder et à déposer des filaments de matière en les juxtaposant les uns par rapport aux autres, et ce sur une ou plusieurs couches.

- Une des techniques de ce type de fabrication utilise des matériaux préalablement fondus, tels qu'un matériau thermoplastique, et est connue sous le nom d'impression par dépôt de filament fondu ou FDM (pour « Fused Deposition Modeling »). Un
15 procédé et un appareil de mise en œuvre de cette technique sont notamment divulgués dans le document US 5 121 329.

- Cette technique de fabrication additive peut également être mise en œuvre avec des matériaux plus visqueux tels que des matériaux thermodurcissables qui sont
20 déposés sous forme de fils ou filaments adjacents et qui sont ensuite polymérisés en étuve.

Cependant, dans le cas de matériaux visqueux, la vitesse de dépôt d'un fil ou d'un filament est relativement lente. Le temps de fabrication d'une pièce ou d'un revêtement à partir de filaments d'un tel matériau est donc très long.

- 25 En outre, dans le cas notamment d'un revêtement, l'épaisseur de la ou des couches à former peut être faible, ce qui nécessite de déposer des filaments présentant un faible diamètre. Or, si le filament déposé a un faible diamètre, le temps pour former une couche de matière par juxtaposition de filaments sera encore allongé.

Il existe, par conséquent, un besoin pour former des revêtements ou des pièces par fabrication additive par dépôt de filaments juxtaposés avec des temps de fabrication réduits, et ce même en déposant des filaments ayant un faible diamètre.

5 Exposé de l'invention

A cet effet, la présente invention propose une tête d'extrusion pour fabrication additive comprenant une enceinte délimitant une chambre d'alimentation, l'enceinte comportant au moins un port d'entrée débouchant dans la chambre d'alimentation et configuré pour recevoir un matériau à extruder sous pression et une pluralité de
10 buses d'extrusion, chaque buse étant en communication avec ladite chambre d'alimentation et débouchant à l'extérieur de l'enceinte via un orifice de sortie, les buses de la pluralité de buses étant disposées adjacentes les unes par rapport aux autres avec un espacement déterminé entre chaque orifice de sortie de buse.

La tête d'extrusion de l'invention permet de déposer simultanément plusieurs
15 filaments adjacents de matériau de manière à former une bande de matériau en un seul passage. Le temps de fabrication d'une pièce ou d'un revêtement par fabrication additive est ainsi grandement réduit.

Selon une caractéristique particulière de la tête d'extrusion de l'invention, chaque buse de la pluralité de buses comporte un canal d'extrusion en communication
20 directe avec la chambre d'alimentation, le canal d'extrusion comportant une partie ayant une section de passage se rétrécissant progressivement jusqu'à l'orifice de sortie. Avec cette géométrie, les canaux d'extrusion permettent notamment d'uniformiser les débits de matériau extrudé par les orifices de sortie et d'améliorer l'homogénéité des filaments déposés simultanément.

25 Selon une autre caractéristique particulière de la tête d'extrusion de l'invention, l'orifice de sortie de chaque buse présente une largeur comprise entre 50 μm et 700 μm . Il est ainsi possible d'ajuster la taille des filaments extrudés ainsi que l'épaisseur de la bande de matériau déposée.

Selon une autre caractéristique particulière de la tête d'extrusion de l'invention, la
30 distance entre deux orifices de sortie adjacents est comprise entre 50 μm et 700 μm .

Il est ainsi possible de contrôler l'épaisseur de la bande de matériau déposée en ajustant l'espace d'étalement entre les filaments.

Selon une autre caractéristique particulière de la tête d'extrusion de l'invention, la pluralité de buses est présente sur un élément amovible de l'enceinte. Cela permet de faciliter le nettoyage des buses d'extrusion notamment en cas de bouchage de celles-ci.

L'invention a également pour objet un système de fabrication additive par extrusion comprenant un dispositif de délivrance sous pression d'un matériau et une tête d'extrusion selon l'invention reliée au dispositif de délivrance, le dispositif de délivrance étant configuré pour injecter sous pression un matériau à extruder dans la chambre d'alimentation de la tête d'extrusion.

L'invention a encore pour objet un procédé de fabrication additive comprenant l'injection sous pression d'un matériau à extruder dans une chambre d'alimentation d'une tête d'extrusion selon l'invention et le dépôt d'une pluralité de filaments adjacents les uns aux autres par la tête d'extrusion, la pluralité de filaments formant une bande ayant une largeur correspondant sensiblement à la largeur sur laquelle s'étend la pluralité de buses d'extrusion de la tête d'extrusion.

Brève description des dessins

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention ressortiront de la description suivante de modes particuliers de réalisation de l'invention, donnés à titre d'exemples non limitatifs, en référence aux dessins annexés, sur lesquels :

- les figures 1A et 1B sont des vues schématiques en perspective d'une tête d'extrusion conformément à un mode de réalisation de l'invention,

- la figure 2 est une vue schématique en perspective éclatée de la tête d'extrusion des figures 1A et 1B,

- la figure 3 est une vue schématique en coupe de la tête d'extrusion des figures 1A et 1B,

- la figure 4 est une vue schématique en perspective montrant la sortie de distribution de la tête d'extrusion des figures 1A et 1B,

- la figure 5 est une vue schématique en perspective d'un système de fabrication additive muni de la tête d'extrusion des figures 1A et 1B,
- la figure 6 est une vue schématique en perspective montrant le dépôt simultané d'une bande de filaments par la tête d'extrusion des figures 1A et 1B.

5

Description des modes de réalisation

Les figures 1A, 1B et 2 montrent une tête d'extrusion 100 pour fabrication additive conformément à une mode de réalisation de l'invention. La tête d'extrusion 100 comprend une enceinte 110 constituée dans l'exemple décrit ici par des première et
 10 deuxième parties semi-annulaires 111 et 112 fixées entre elles par des vis de serrage 113. L'enceinte 110 peut être notamment réalisée en acier. La tête d'extrusion 100 comporte dans sa partie supérieure un port d'entrée 120 entouré d'une embase de fixation 130. Le port d'entrée 120 est destiné à être relié à une sortie d'un dispositif d'alimentation 200 (figure 5) configuré pour alimenter la tête
 15 d'extrusion avec un matériau à extruder sous pression. La tête est fixée de manière hermétique au dispositif d'alimentation 200 via l'embase de fixation 130 avec interposition d'un joint d'étanchéité haute pression 131.

L'enceinte 110 délimite une chambre d'alimentation 140 qui s'étend entre le port d'entrée 120 et une sortie de distribution 150. Plus précisément, comme illustrée
 20 notamment sur les figures 1A et 2, la chambre d'alimentation 140 comporte des première et deuxième parois en pente 141 et 142 présentes respectivement sur les première et deuxième parties semi-annulaires 111 et 112 de l'enceinte 110. Les parois en pente 141 et 142 forment ensemble un conduit dans la chambre d'alimentation dont la section de passage rétrécit progressivement entre le port
 25 d'entrée 120 et la sortie de distribution 150 de la chambre d'alimentation 140. Cette géométrie permet de faciliter l'extraction de matériaux visqueux.

Conformément à l'invention, la sortie de distribution 150 comprend une pluralité de buses d'extrusion 160. Comme illustrée sur les figures 3 et 4, chaque buse d'extrusion 160 comprend un canal d'extrusion 161 en communication directe avec
 30 la chambre d'alimentation 140 et un orifice de sortie 162 au niveau d'une partie distale du canal d'extrusion.

Les buses d'extrusion 160 sont disposées adjacentes les unes aux autres sur toute la longueur de sortie de distribution 150. Les buses 160 sont alignées suivant une direction rectiligne. Dans l'exemple décrit ici, les canaux d'extrusion 161 et les orifices de sortie 162 des buses 160 sont formés au niveau d'un bord inférieur 1420 de la paroi 142 de la deuxième partie semi-annulaire 112, par exemple par usinage par gravure laser dans l'épaisseur de la paroi. Lors de l'assemblage des première et deuxième parties semi-annulaires 111 et 112 de l'enceinte 110, un bord inférieur 1410 de la paroi 141 de la première partie semi-annulaire 111 vient se plaquer sur des portions de surépaisseur 163 présentes entre chaque buse 160 sur le bord inférieur 1420, ces portions de surépaisseurs correspondant aux portions non usinées du bord 1420. Le bord inférieur 1410 recouvre les canaux d'extrusion 161 et les orifices de sortie 162 qui constituent alors les seuls passages au niveau de la sortie de distribution 150. Comme décrit ci-après, la pluralité de buses 160 permet de délivrer simultanément une pluralité de filaments adjacents.

Les canaux d'extrusion 161 présentent une section de passage qui se rétrécit progressivement entre le volume interne de la chambre d'alimentation 140 et les orifices de sortie 162, ce qui facilite en particulier l'extrusion de matériaux visqueux.

Toujours comme illustrés sur les figures 3 et 4, les orifices de sortie 162 présentent une largeur déterminée l_{162} qui définit la largeur ou le diamètre des filaments déposés par la tête d'extrusion 100. Les orifices de sortie 162 des buses 160 présente une largeur l_{162} comprise entre 50 μm et 700 μm .

La distance ou l'espacement entre chaque orifice de sortie 162 qui définit la distance entre des filaments adjacents déposés par la tête d'extrusion 100 est déterminé par la largeur l_{163} des portions de surépaisseur 163 présente entre deux orifices de sortie 162. La distance l_{163} entre deux orifices de sortie 162 adjacents est comprise entre 50 μm et 700 μm .

La distance l_{163} est définie en fonction de la largeur ou du diamètre des filaments déposés et de l'espacement souhaité entre les filaments déposés. La distance l_{163} peut être définie de manière à ce que les filaments déposés soient en contact les uns avec les autres ou, au contraire, de manière à ménager un espacement déterminé entre les filaments déposés. Dans ce dernier cas, la distance l_{163} permet de contrôler la porosité des revêtements ou des pièces fabriquées.

Comme illustré sur la figure 5, la tête d'extrusion 100 est destinée à être couplée à un dispositif de délivrance 200 configuré pour injecter sous pression un matériau à extruder dans la chambre d'alimentation 140 de la tête 100 via le port d'entrée 120. Le dispositif 200 comprend par exemple un piston hydraulique (non représenté sur la figure 5) configuré pour exercer sur un matériau visqueux une force suffisante pour extruder le matériau par les buses 160.

La figure 6 montre le dépôt de couches ou bandes 300 adjacentes chacune formées par un seul passage de la tête d'extrusion 100 sur une surface 10. Chaque bande 300 est constituée d'une pluralité de filaments ou fil 310 déposés simultanément sur la surface 10 par les buses d'extrusion 160 présentes à la sortie de distribution 150 de la tête 100. La largeur l_{300} d'une bande 300 (figure 6) correspond à la largeur l_{150} sur laquelle s'étend la pluralité de buses d'extrusion 160 (figure 3).

Le matériau extrudé par la tête 100 peut être de différentes natures. Il peut notamment consister en une résine thermodurcissable chargée ou non.

Comme décrit précédemment, l'enceinte 110 de la tête d'extrusion 100 est démontable car elle est formée par des parties semi-annulaires 111 et 112 fixées entre elles par des vis de serrage 113. La pluralité de buses 160 est présente sur la deuxième partie 112 qui est amovible. Cela permet de faciliter le nettoyage des buses 160 notamment en cas de bouchage de celles-ci.

Toutefois, l'enceinte de la tête d'extrusion délimitant la chambre d'alimentation et comportant la pluralité de buses d'extrusion peut également être réalisée en une seule pièce par fabrication additive par exemple.

La surface 10 peut correspondre à un support pour la fabrication d'une pièce par fabrication additive ou à une surface d'une pièce sur laquelle on souhaite former un revêtement par fabrication additive.

La tête d'extrusion de l'invention permet de déposer simultanément plusieurs filaments adjacents de matériau de manière à former une bande de matériau en un seul passage. La tête d'extrusion peut être utilisée pour déposer des bandes de matériau sur des surfaces de différentes géométries et en particulier des surfaces gauches.

REVENDEICATIONS

1. Tête d'extrusion (100) pour fabrication additive comprenant une enceinte (110) délimitant une chambre d'alimentation (140), l'enceinte comportant au moins un
5 port d'entrée (120) débouchant dans la chambre d'alimentation (140) et configuré pour recevoir un matériau à extruder sous pression et une pluralité de buses d'extrusion (160), chaque buse étant en communication avec ladite chambre d'alimentation et débouchant à l'extérieur de l'enceinte via un orifice de sortie (162),
10 les buses de la pluralité de buses étant disposées adjacentes les unes par rapport aux autres avec un espacement déterminé (l163) entre chaque orifice de sortie de buse.
2. Tête d'extrusion selon la revendication 1, dans laquelle chaque buse de la pluralité de buses (160) comporte un canal d'extrusion (161) en communication directe avec
15 la chambre d'alimentation (140), le canal d'extrusion comportant une partie ayant une section de passage se rétrécissant progressivement jusqu'à l'orifice de sortie (162).
3. Tête d'extrusion selon la revendication 1 ou 2, dans laquelle l'orifice de sortie
20 (162) de chaque buse présente une largeur (l162) comprise entre 50 μm et 700 μm .
4. Tête d'extrusion selon la revendication 1 ou 2, dans laquelle la distance (l131) entre deux orifices de sortie (162) adjacents est comprise entre 50 μm et 700 μm .
- 25 5. Tête d'extrusion selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, dans laquelle la pluralité de buses (160) est présente sur un élément amovible (112) de l'enceinte (110).
6. Système de fabrication additive par extrusion comprenant un dispositif de
30 délivrance (200) sous pression d'un matériau et une tête d'extrusion (100) selon l'une quelconque des revendications 1 à 5 reliée au dispositif de délivrance, le

dispositif de délivrance étant configuré pour injecter sous pression un matériau à extruder dans la chambre d'alimentation (140) de la tête d'extrusion.

7. Procédé de fabrication additive comprenant l'injection sous pression d'un matériau
- 5 à extruder dans une chambre d'alimentation (140) d'une tête d'extrusion (100) selon l'une quelconque des revendications 1 à 5 et le dépôt d'une pluralité de filaments adjacents (310) les uns aux autres par la tête d'extrusion, la pluralité de filaments formant une bande (300) ayant une largeur (l_{300}) correspondant sensiblement à la
- 10 largeur (l_{150}) sur laquelle s'étend la pluralité de buses d'extrusion (160) de la tête d'extrusion.

1/6

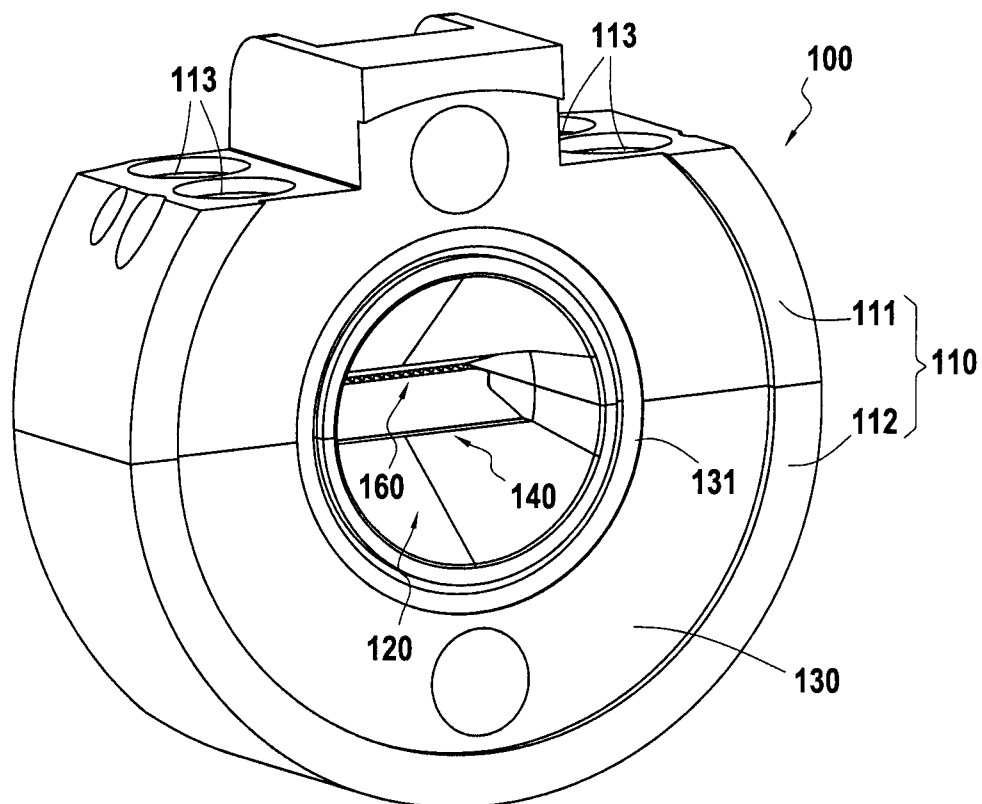


FIG. 1A

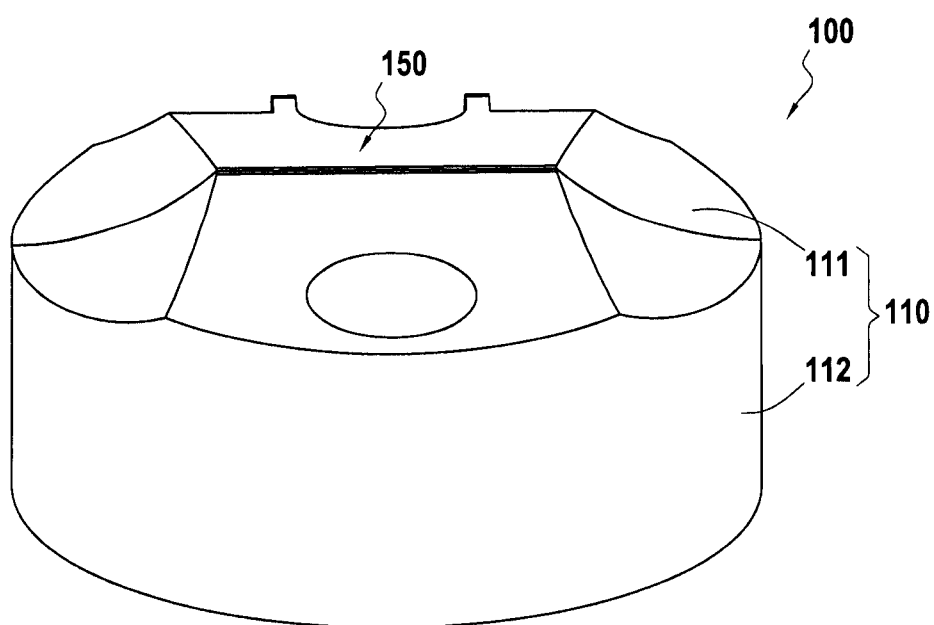


FIG. 1B

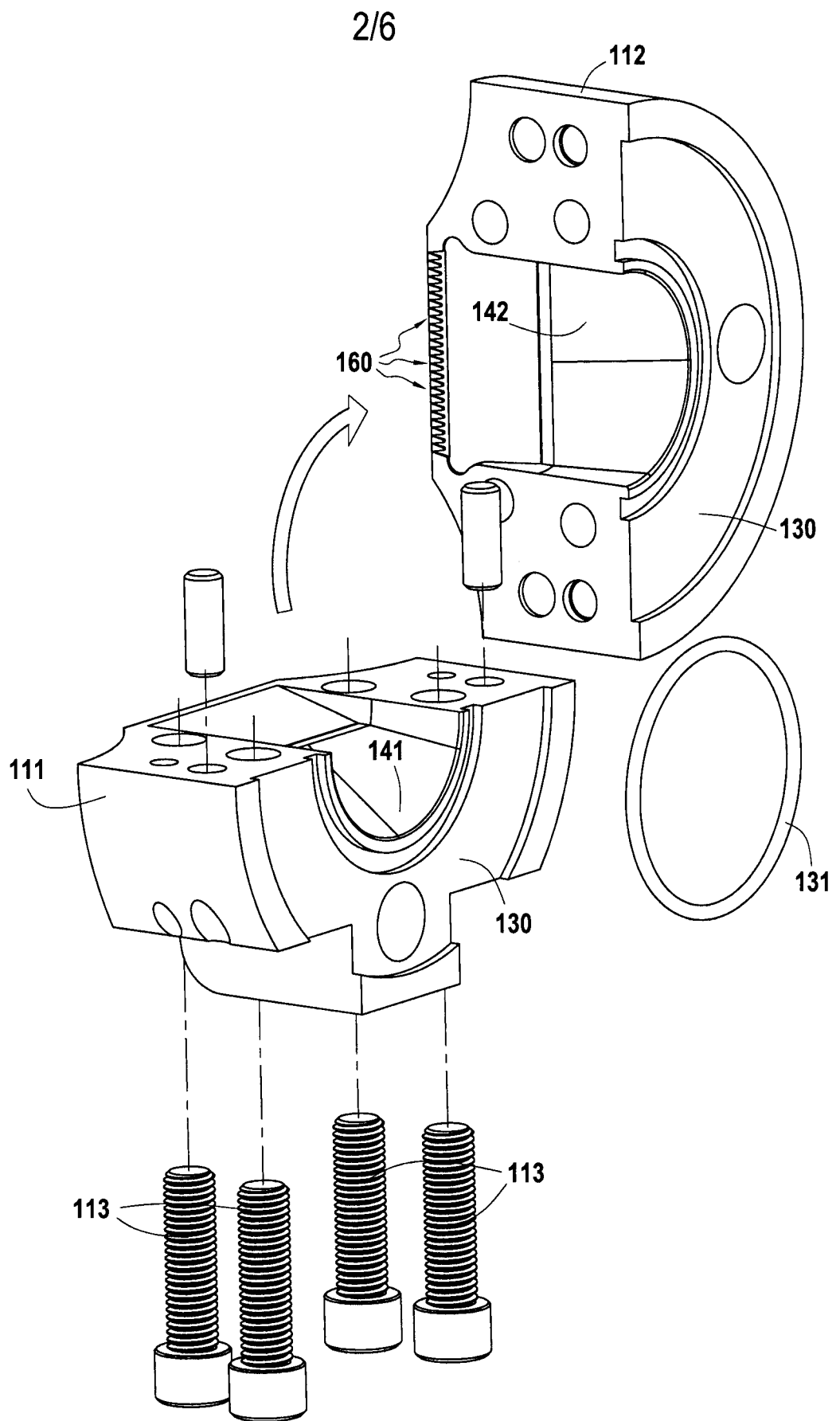


FIG.2

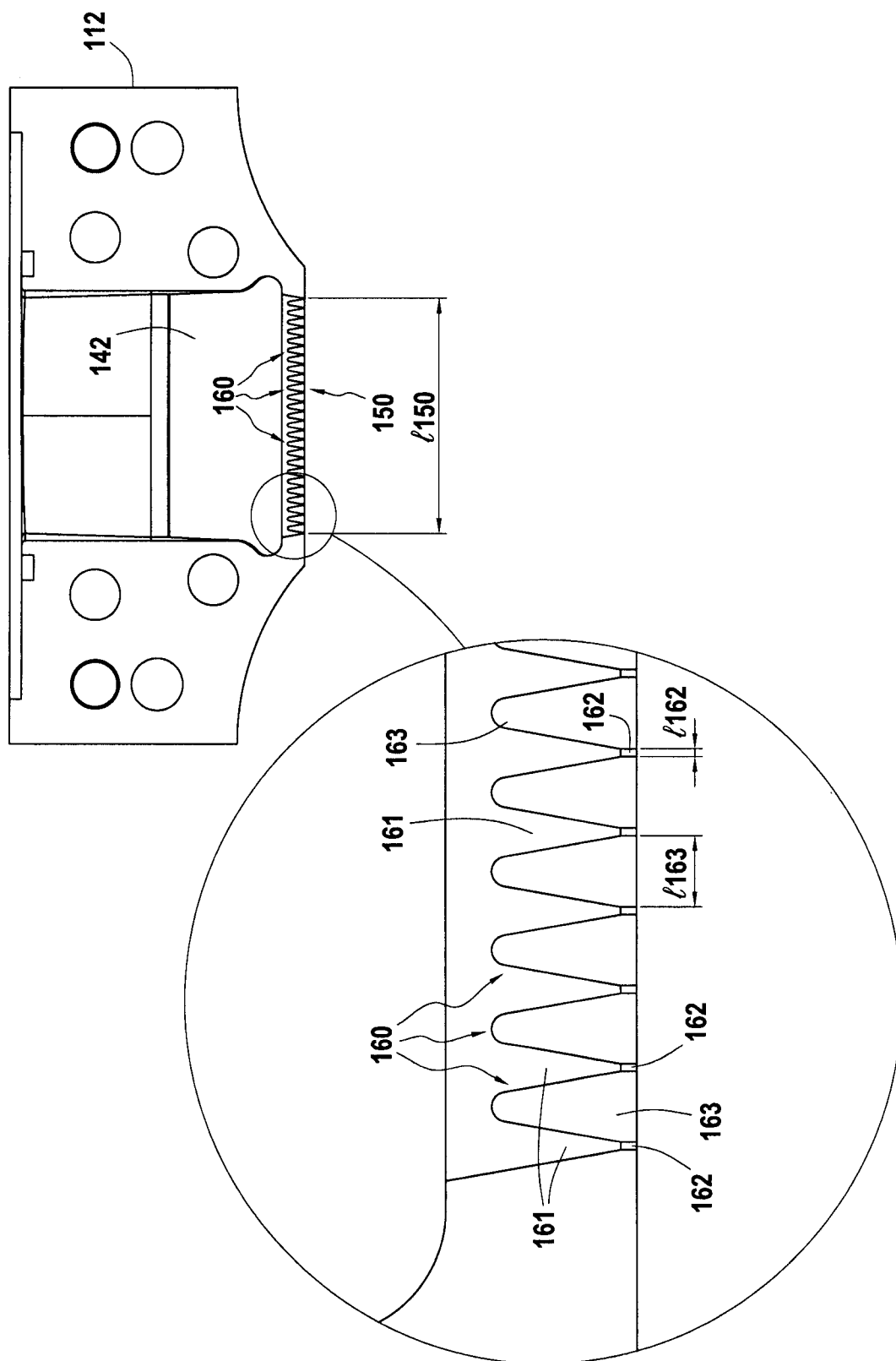


FIG.3

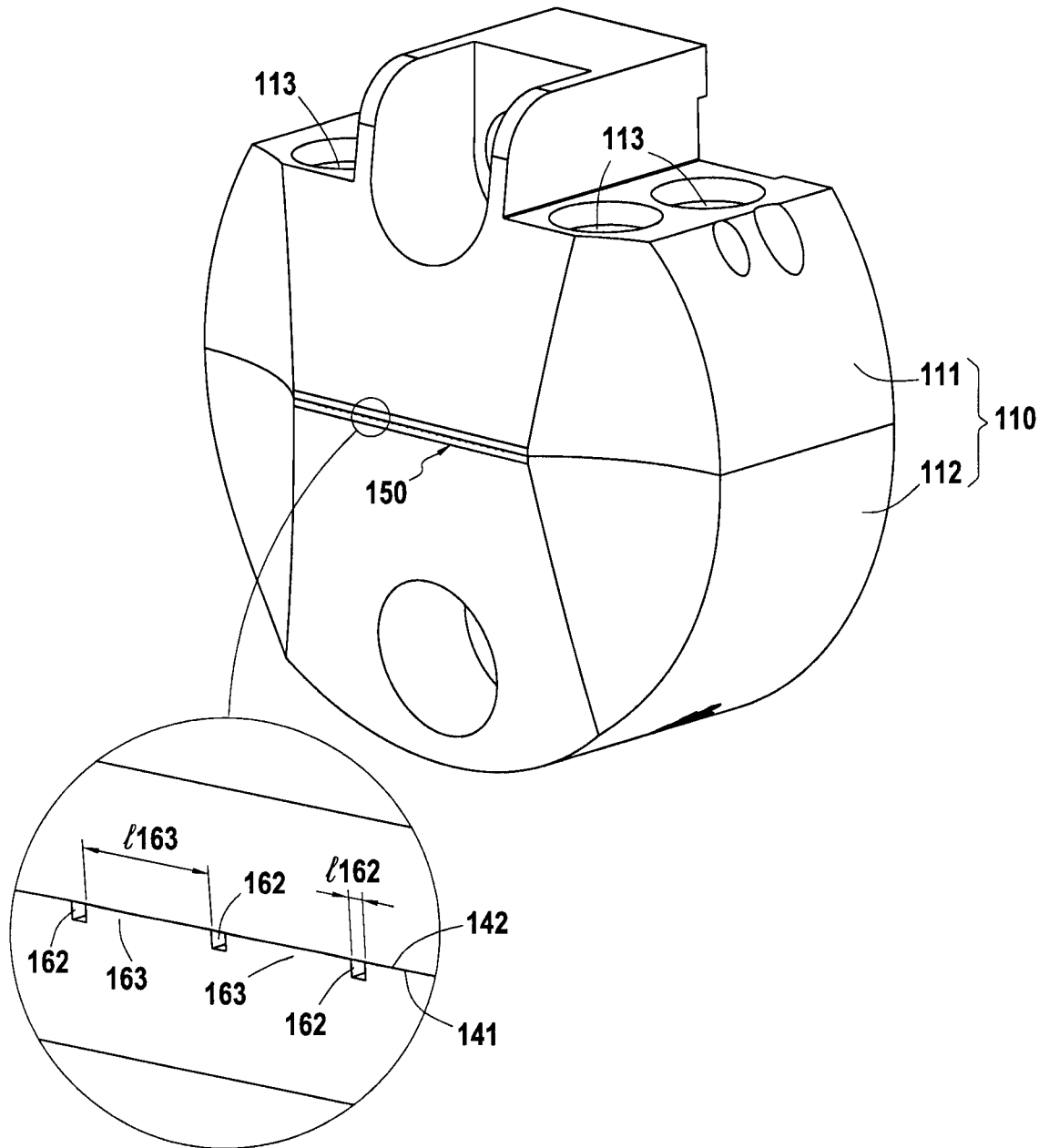


FIG. 4

5/6

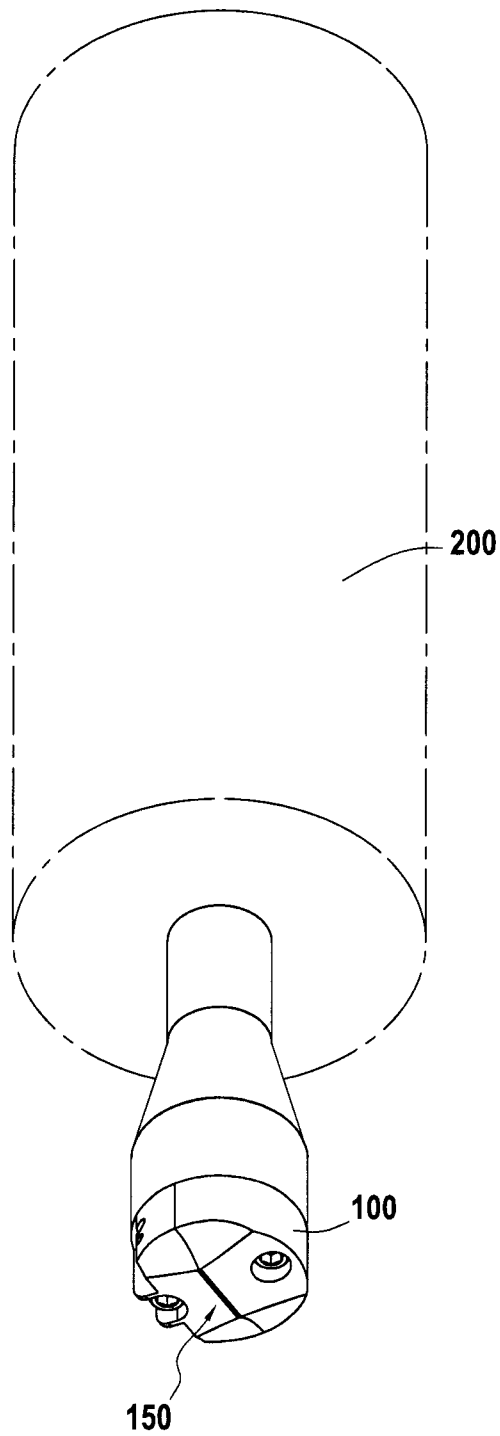


FIG.5

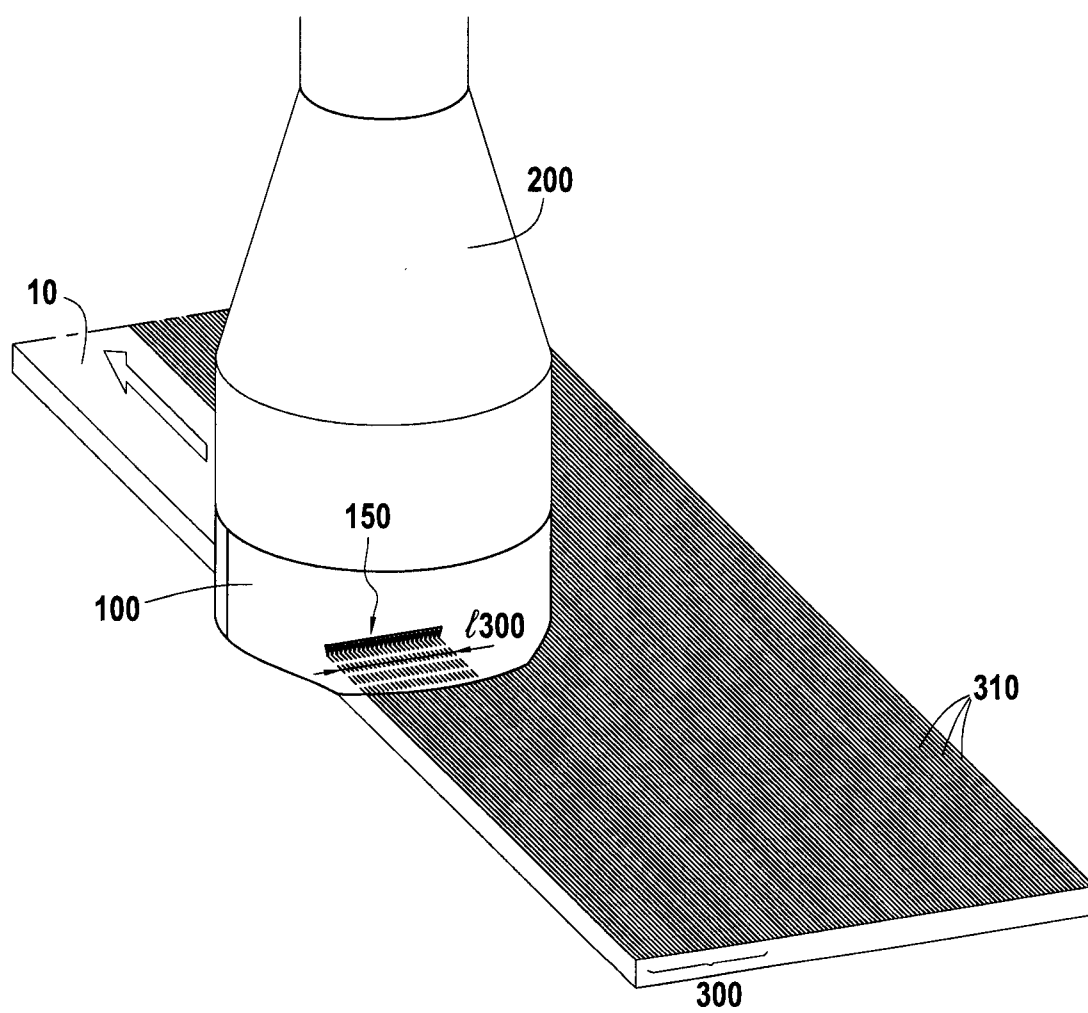


FIG. 6