

(19)



(11)

EP 3 027 854 B1

(12)

FASCICULE DE BREVET EUROPEEN

(45) Date de publication et mention
de la délivrance du brevet:
27.09.2017 Bulletin 2017/39

(51) Int Cl.:
F01D 9/04 (2006.01) **F01D 9/06** (2006.01)
F01D 25/16 (2006.01) **F01D 25/24** (2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **14755874.6**

(86) Numéro de dépôt international:
PCT/FR2014/051935

(22) Date de dépôt: **25.07.2014**

(87) Numéro de publication internationale:
WO 2015/015101 (05.02.2015 Gazette 2015/05)

(54) **CARTER DE TURBOMACHINE ET PROCÉDÉ DE FABRICATION**

TURBINENMOTORGEHÄUSE UND HERSTELLUNGSVERFAHREN

TURBINE ENGINE CASING AND MANUFACTURING METHOD

(84) Etats contractants désignés:
**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB
GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO
PL PT RO RS SE SI SK SM TR**

(30) Priorité: **29.07.2013 FR 1357487**

(43) Date de publication de la demande:
08.06.2016 Bulletin 2016/23

(73) Titulaire: **SNECMA
75015 Paris (FR)**

(72) Inventeurs:
• **DUBOIS, Margaux Justine Emma
F-77550 Moissy Cramayel Cedex (FR)**

• **PERSE, Erwan Pierre Antoine
F-77550 Moissy Cramayel Cedex (FR)**
• **BADER, Valentine
F-77550 Moissy Cramayel Cedex (FR)**
• **TRZEBSKI, Jean-Pierre
F-77550 Moissy Cramayel Cedex (FR)**

(74) Mandataire: **Regimbeau
20, rue de Chazelles
75847 Paris Cedex 17 (FR)**

(56) Documents cités:
FR-A1- 2 925 120 FR-A1- 2 978 495

EP 3 027 854 B1

Il est rappelé que: Dans un délai de neuf mois à compter de la publication de la mention de la délivrance du brevet européen au Bulletin européen des brevets, toute personne peut faire opposition à ce brevet auprès de l'Office européen des brevets, conformément au règlement d'exécution. L'opposition n'est réputée formée qu'après le paiement de la taxe d'opposition. (Art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

Description**Domaine de l'invention**

[0001] L'invention concerne un carter de turbomachine et un procédé de fabrication d'un carter de turbomachine.

Présentation de l'Art Antérieur

[0002] La Figure 1 représente une partie amont de turbomachine comprenant une soufflante 100, entourée d'un carter 101 de soufflante. Le carter de soufflante 100 se prolonge par un carter 102 intermédiaire comprenant un anneau 103 ou virole.

[0003] L'anneau 103 du carter 102 intermédiaire comprend une pluralité d'éléments de fixation, qui permettent la fixation d'organes de la turbomachine sur le carter 102, comme le module d'entraînement d'accessoires (ou ADM pour « *Accessory Drive Module* »).

[0004] Un tel carter intermédiaire est par exemple décrit dans le brevet FR2925120 ou dans la demande de brevet FR1262269.

[0005] Le carter 102 intermédiaire est classiquement fabriqué par usinage dans la masse d'un brut en aluminium, acier ou titane. Les organes à assembler sont par la suite rapportés sur la pièce issue de l'usinage du brut.

[0006] Cette solution présente plusieurs inconvénients.

[0007] Elle implique de lourdes étapes d'usinage, ce qui entraîne une augmentation des coûts de fabrication.

[0008] En outre, les éléments de fixation sont nécessairement rapportés sur la pièce, ce qui alourdit la pièce en raison de la masse des rondelles, vis, et brides supplémentaires permettant l'assemblage.

[0009] On connaît également le document FR2978495.

Présentation de l'invention

[0010] Afin d'améliorer les solutions existantes, l'invention propose un procédé de fabrication d'un carter de turbomachine, caractérisé en ce qu'il comprend les étapes consistant à :

- fabriquer une pluralité de secteurs, au moins une partie des secteurs étant fabriqués par fonderie et comprenant à leur surface des éléments d'attache obtenus lors de l'étape de fonderie, des bandeaux d'assemblage étant obtenus aux extrémités des secteurs, lors de l'étape de fabrication des secteurs par fonderie, par lesquels les secteurs peuvent être assemblés, et
- assembler les secteurs bout à bout de sorte à former un anneau du carter.

[0011] L'invention est avantageusement complétée par les caractéristiques suivantes, prises seules ou en une quelconque de leur combinaison techniquement

possible :

- le procédé comprend l'étape consistant à usiner la face externe des bandeaux d'assemblage avant l'assemblage des secteurs ;
- le procédé comprend l'étape consistant à assembler les secteurs par soudage ou par boulonnage ;
- le procédé comprend l'étape consistant à, après l'assemblage des secteurs :

o usiner les secteurs, de sorte à façonner des éléments complémentaires de fixation à la surface des secteurs, et/ou

o usiner, au moins partiellement, les bandeaux d'assemblage.

[0012] L'invention concerne en outre un carter de turbomachine, caractérisé en ce qu'il comprend un anneau constitué d'un assemblage d'une pluralité de secteurs, au moins une partie des secteurs étant fabriquée d'un seul tenant avec des éléments d'attache à leur surface par un procédé de fonderie, les secteurs comprenant des bandeaux d'assemblage à leurs extrémités, par lesquels les secteurs sont assemblés.

[0013] Selon un mode de réalisation, les secteurs sont en titane.

[0014] En particulier, les bandeaux d'assemblage présentent une largeur constante, et/ou les bandeaux d'assemblage présentent une hauteur dont le profil suit l'évolution du profil d'épaisseur des extrémités des secteurs.

[0015] Enfin, l'invention concerne une turbomachine comprenant une soufflante et un carter tel que décrit précédemment.

[0016] L'invention offre de nombreux avantages.

[0017] La fabrication des secteurs par fonderie permet d'intégrer les éléments d'attache dès leur fabrication, ce qui évite des étapes ultérieures de rapport et de boulonnage de pièces supplémentaires. La masse et les coûts associés sont donc réduits.

[0018] La solution réduit le nombre et la complexité des étapes d'usinage nécessaires à la fabrication du carter.

[0019] De plus, la solution offre un bon compromis entre la masse du carter et les coûts de fabrication.

[0020] En outre, le carter comprenant une pluralité de secteurs de plus petite taille que le carter lui-même, les opérations de fabrication sont donc réalisables par un plus grand nombre de fondeurs.

[0021] La taille réduite des secteurs permet d'améliorer les tolérances de forme de fonderie.

[0022] Enfin, la solution est applicable même à des carters de grandes dimensions, le carter étant subdivisé en plusieurs secteurs de plus petites dimensions.

Présentation des figures

[0023] D'autres caractéristiques et avantages de l'invention ressortiront encore de la description qui suit, la-

quelle est purement illustrative et non limitative, et doit être lue en regard des dessins annexés sur lesquels :

- la Figure 1 est une vue partielle d'une turbomachine ;
- la Figure 2 est une représentation d'un secteur du carter du type équipé de chapes de fixation ;
- la Figure 3 est une représentation d'un autre type de secteur du carter ;
- les Figures 4A et 4B sont une représentation de l'assemblage des secteurs du carter ;
- la Figure 5 est une représentation du carter après une étape ultérieure d'usinage ;
- la Figure 6 est une représentation schématique d'un procédé de fabrication du carter.

Description détaillée

[0024] On a représenté sur les figures différentes étapes et éléments permettant la fabrication d'un carter 1 de turbomachine.

[0025] Il peut par exemple s'agir du carter 1 dit intermédiaire qui est juxtaposé au carter de la soufflante dans la turbomachine, comme déjà illustré en Figure 1. La solution s'applique également aux autres carters de la turbomachine (carter fan, etc.).

[0026] Une pluralité de secteurs 2, tels que ceux illustrés en Figures 2 et 3 sont fabriqués par fonderie (étape E1 - procédé de formage des métaux qui consiste à couler un métal liquide dans un moule pour reproduire, après refroidissement, une pièce donnée).

[0027] Les secteurs 2 comprennent à leur surface des éléments 3 d'attache. Ces éléments 3 d'attache comprennent notamment des bossages ou chapes pour la fixation d'axes, de brides, de bras, ou toute pièce mécanique de la turbomachine liée au carter 1. Les éléments 3 d'attache sont fabriqués lors de l'étape de fonderie.

[0028] Grâce au procédé de fonderie, les secteurs 2 sont fabriqués d'un seul tenant avec les éléments 3 d'attache à leur surface, ce qui évite des étapes de boulonnage et de rapport de pièces supplémentaires.

[0029] De manière classique, les secteurs 2 comprennent des nervures 7 servant de raidisseurs de la structure. Ces nervures 7 sont également fabriquées lors de l'étape de fonderie.

[0030] Après fabrication des secteurs 2 par fonderie, ceux-ci sont assemblés bout à bout de sorte à former un anneau 5 du carter 1.

[0031] L'assemblage des secteurs 2 peut par exemple s'effectuer par soudage. D'autres opérations d'assemblage sont possibles comme par exemple par boulonnage des secteurs 2 entre eux.

[0032] Selon une variante, l'assemblage comprend une opération de formage à chaud permettant d'améliorer la circularité de l'anneau 5 du carter 1.

[0033] Selon une variante de réalisation, une partie des secteurs 2 à assembler est fabriquée selon un procédé de fabrication différent, comme un laminage, notamment de type circulaire.

[0034] La fabrication des secteurs 2 peut comprendre l'obtention de bandeaux 8 d'assemblage aux extrémités des secteurs 2, par lesquels les secteurs 2 sont assemblés. Ces bandeaux 8 sont obtenus par intégration par fonderie ou par venue de matière avec les secteurs 2.

[0035] Ces bandeaux 8 d'assemblage sont fabriqués lors de l'étape de fonderie. Par conséquent, ceux-ci sont également d'un seul tenant avec les secteurs 2, et ne nécessitent pas de rapporter des pièces supplémentaires.

[0036] Ces bandeaux 8 d'assemblage, présents aux extrémités des secteurs 2 présentent une face externe 8a brute de fonderie nécessitant un usinage. Un usinage de la face externe 8a brute des bandeaux 8 (étape E2) est réalisé avant l'assemblage des secteurs.

[0037] Les bandeaux 8 permettent notamment de faciliter les opérations de soudage ou de boulonnage des secteurs 2 entre eux, et de réduire les variations d'épaisseur aux extrémités des secteurs 2.

[0038] Différentes formes de bandeaux 8 d'assemblage peuvent être utilisées. Une forme simple est celle d'un parallélépipède.

[0039] Selon un exemple de réalisation, les bandeaux 8 d'assemblage présentent une largeur L constante. La largeur est la dimension du bandeau 8 d'assemblage selon l'axe tangentiel à l'anneau 5 formée par les secteurs 2 (voir Figure 2).

[0040] Ce choix d'une largeur L constante permet une meilleure diffusion de l'énergie de soudage, ou une distribution suffisante de la matière pour des efforts de boulonnage uniformément répartis et l'usage de vis identiques.

[0041] La hauteur H des bandeaux 8 d'assemblage peut être constante ou variable.

[0042] Il est préférable que la hauteur H présente une variation dont l'amplitude est limitée (en particulier, les variations brusques, de type marches d'escalier, sont à proscrire), afin de faciliter le soudage des bandeaux 8 entre eux.

[0043] Selon un exemple de réalisation, la hauteur H présente un profil qui suit l'évolution du profil d'épaisseur des extrémités des secteurs 2.

[0044] Le profil de la hauteur H n'est pas strictement identique au profil des épaisseurs des extrémités des secteurs 2, afin de ne pas avoir de variations en forme de marches d'escalier, mais en suit la tendance.

[0045] Ceci est notamment visible en Figures 2 et 3, où l'on peut voir que le profil de la hauteur H présente des minimas et des maximas aux mêmes endroits que le profil de l'épaisseur des extrémités des secteurs 2.

[0046] Les secteurs 2 sont des secteurs angulaires, dont l'étendue angulaire varie selon différents critères comme le nombre souhaité de secteurs de l'anneau, le diamètre du carter à fabriquer, les tolérances de fabrication de l'opération de fonderie, et la position des éléments 3 d'attache sur les secteurs 2.

[0047] L'anneau 5 comprend au moins deux secteurs 2, mais peut également comprendre un nombre supé-

rieur de secteurs 2 (par exemple, dans le cas d'un anneau de diamètre égal à 2m, une dizaine de secteurs de 600mm de corde environ).

[0048] L'étendue angulaire des secteurs 2 est choisie afin que les bandeaux 8 d'attache situés en leurs extrémités ne soient pas en contact avec les éléments 3 d'attache des secteurs 2.

[0049] En outre, il est souhaitable de disposer d'un maximum de secteurs 2 dont l'étendue angulaire est la même, afin de réduire le nombre de bruts différents nécessaires à leur fabrication, et donc les coûts de fabrication.

[0050] Après assemblage (étape E3) des secteurs 2 via leurs bandeaux 8 d'assemblage, les bandeaux 8 peuvent être, au moins partiellement, usinés (étape E4). Cet usinage permet de réduire l'épaisseur des bandeaux 8 au strict minimum, afin de réduire la masse du carter 1. Avantageusement, les bandeaux 8 sont supprimés par usinage (voir la Figure 5 où les bandeaux 8 ont été usinés après l'assemblage opéré à la Figure 4B).

[0051] En outre, les secteurs 2 sont usinés après leur assemblage de sorte à façonner des éléments 12 complémentaires de fixation à la surface des secteurs 2.

[0052] Ces éléments 12 complémentaires de fixation sont par exemple des éléments dont les tolérances de fabrication requises sont fines et ne peuvent être atteintes lors de l'étape de fonderie. Il s'agit par exemple d'ouvertures pratiquées dans les nervures 7 des secteurs 2.

[0053] Selon un mode de réalisation, les secteurs 2 sont en titane. Le titane est connu pour sa bonne tenue mécanique et sa bonne tenue au feu. Il devient possible de réduire significativement les épaisseurs de brides ou de corps.

[0054] Ce choix de matériau permet ainsi de réduire la masse du carter 1 par rapport à d'autres matériaux connus, comme l'aluminium, l'usage de ce dernier étant moins adapté compte tenu de ses moindres tenues mécanique et au feu.

[0055] En outre, la fabrication du carter 1 par l'intermédiaire d'un assemblage d'une pluralité de secteurs 2 issus d'un procédé de fonderie permet de réduire la matière nécessaire pour les bruts, notamment par rapport aux solutions mettant en oeuvre un usinage dans la masse d'un unique brut. En effet, le rapport entre la matière de la pièce finale et la matière du brut est nettement plus avantageux dans cette solution que dans un usinage dans la masse d'un unique brut.

[0056] Par conséquent, bien que le titane présente un coût supérieur à l'aluminium et présente des problèmes d'usinabilité, le coût engendré par le choix du titane comme matériau des bruts est faible, l'aluminium présentant d'autre part des problèmes de moulage lors des opérations de fonderie.

[0057] La fabrication des secteurs 2 par fonderie permet en outre d'intégrer les éléments 3 d'attache à la surface des secteurs 2 dès la fabrication des secteurs, ce qui évite des étapes ultérieures de rapport et de boulon-

nage de pièces supplémentaires. La masse et les coûts associés sont donc réduits.

[0058] Le préformage des secteurs 2 par fonderie permet en outre de réduire le nombre et la complexité des étapes d'usinage, ce qui réduit encore les coûts associés.

[0059] La solution s'applique à tout carter de turbomachine. Elle s'applique notamment au carter intermédiaire de la turbomachine, en aval du carter fan selon le sens d'écoulement du flux.

[0060] Elle s'applique avantageusement, mais non limitativement, aux carters de grande dimension, c'est-à-dire dont le diamètre est supérieur à 1,50 mètres.

Revendications

1. Procédé de fabrication d'un carter (1) de turbomachine, **caractérisé en ce qu'il** comprend les étapes consistant à :

- fabriquer (E1) une pluralité de secteurs (2), au moins une partie des secteurs (2) étant fabriqués par fonderie et comprenant à leur surface des éléments (3) d'attache obtenus lors de l'étape de fonderie,
- des bandeaux (8) d'assemblage étant obtenus aux extrémités des secteurs (2) lors de l'étape de fabrication des secteurs (2) par fonderie, par lesquels les secteurs (2) peuvent être assemblés, et
- assembler (E2) les secteurs (2) bout à bout de sorte à former un anneau (5) du carter (1).

2. Procédé selon la revendication 1, comprenant l'étape (E2) consistant à usiner la face externe des bandeaux (2) d'assemblage avant l'assemblage des secteurs (2).

3. Procédé selon l'une des revendications 1 ou 2, comprenant l'étape (E3) consistant à assembler les secteurs (2) par soudage ou par boulonnage.

4. Procédé selon l'une des revendications 1 à 3, comprenant l'étape (E4) consistant à, après l'assemblage des secteurs (2) :

- usiner les secteurs (2), de sorte à façonner des éléments (12) complémentaires de fixation à la surface des secteurs (2), et/ou
- usiner, au moins partiellement, les bandeaux (2) d'assemblage.

5. Carter (1) de turbomachine, **caractérisé en ce qu'il** comprend un anneau (5) constitué d'un assemblage d'une pluralité de secteurs (2), au moins une partie des secteurs (2) étant fabriquée d'un seul tenant avec des éléments (3) d'attache à leur surface par

un procédé de fonderie, les secteurs (2) comprenant des bandeaux (8) d'assemblage à leurs extrémités, par lesquels les secteurs (2) sont assemblés.

6. Carter selon la revendication 5, dans lequel les secteurs (2) sont en titane.
7. Carter selon l'une des revendications 5 ou 6, dans lequel :
 - les bandeaux (8) d'assemblage présentent une largeur (L) constante, et/ou
 - les bandeaux (8) d'assemblage présentent une hauteur (H) dont le profil suit l'évolution du profil d'épaisseur des extrémités des secteurs (2).
8. Turbomachine comprenant une soufflante et un carter (1) selon l'une des revendications 5 à 7.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung eines Turbomaschinengehäuses (1), **dadurch gekennzeichnet, dass** es die Schritte umfasst, die bestehen im:
 - Herstellen (E1) einer Vielzahl von Sektoren (2), wobei wenigstens ein Teil der Sektoren (2) durch Gusstechnik hergestellt wird und an ihrer Oberfläche Befestigungselemente (3) umfasst, die bei dem Gusstechnik-Schritt erhalten werden, wobei bei dem Schritt des Herstellens der Sektoren (2) durch Gusstechnik Fügebänder (8) an den Enden der Sektoren (2) erhalten werden, durch die die Sektoren (2) zusammengefügt werden können, und
 - endweisen Zusammenfügen (E2) der Sektoren (2) derart, dass ein Ring (5) des Gehäuses (1) gebildet wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, umfassend den Schritt (E2), der darin besteht, die Außenfläche der Fügebänder (2) vor dem Zusammenfügen der Sektoren (2) zu bearbeiten.
3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 2, umfassend den Schritt (E3), der darin besteht, die Sektoren (2) durch Schweißen oder durch Verbolzen zu zusammenzufügen.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, umfassend den Schritt (E4), der darin besteht, nach dem Zusammenfügen der Sektoren (2):
 - die Sektoren (2) derart zu bearbeiten, dass komplementäre Verbindungselemente (12) an der Oberfläche der Sektoren (2) gestaltet wer-

den, und/oder

- die Fügebänder (2) wenigstens teilweise zu bearbeiten.

5. Turbomaschinengehäuse (1), **dadurch gekennzeichnet, dass** es einen Ring (5) umfasst, der aus einer Zusammenfügung einer Vielzahl von Sektoren (2) besteht, wobei wenigstens ein Teil der Sektoren (2) einstückig mit Befestigungselementen (3) an ihrer Oberfläche durch ein Gusstechnikverfahren hergestellt wird, wobei die Sektoren (2) an ihren Enden Fügebänder (8) umfassen, durch die die Sektoren (2) zusammengefügt werden.
6. Gehäuse nach Anspruch 5, wobei die Sektoren (2) aus Titan sind.
7. Gehäuse nach einem der Ansprüche 5 oder 6, wobei:
 - die Fügebänder (8) eine konstante Breite (L) aufweisen, und/oder
 - die Fügebänder (8) eine Höhe (H) aufweisen, deren Profil der Entwicklung des Dickenprofils der Enden der Sektoren (2) folgt.
8. Turbomaschine, umfassend ein Gebläse und ein Gehäuse (1) nach einem der Ansprüche 5 bis 7.

Claims

1. A method for manufacturing a turbine engine casing (1), **characterized in that** it comprises the steps consisting in:
 - manufacturing (E1) a plurality of sectors (2), at least a part of the sectors (2) being manufactured by casting and comprising on their surface attaching elements (3) obtained in the casting step, assembling strips (8) being obtained at the ends of the sectors (2) in the step of manufacturing the sectors (2) by casting, via which the sectors (2) can be assembled, and
 - assembling (E2) the sectors (2) end-to-end so as to form a ring (5) of the casing (1).
2. The method according to claim 1, comprising the step (E2) consisting in machining the outer face of the assembling strips (2) before assembling the sectors (2).
3. The method according to one of claims 1 or 2, comprising the step (E3) consisting in assembling the sectors (2) by welding or bolting.
4. The method according to one of claims 1 to 3, com-

prising the step (E4) consisting in, after assembling the sectors (2):

- machining the sectors (2), so as to form additional fastening elements (12) on the surface of the sectors (2), and/or
- machining, at least partly, the assembling strips (2).

5. A turbine engine casing (1), **characterized in that** it comprises a ring (5) composed of an assembly of a plurality of sectors (2), at least a part of the sectors (2) being manufactured from a single piece with attaching elements (3) on their surface by a casting method, the sectors (2) comprising assembling strips (8) at their ends, via which the sectors (2) are assembled.
6. The casing according to claim 5, wherein the sectors (2) are made of titanium.
7. The casing according to one of claims 5 or 6, wherein:
 - the assembling strips (8) have a constant width (L), and/or
 - the assembly strips (8) have a height (H), the profile of which follows the variation of the thickness profile of the ends of the sectors (2).
8. A turbine engine comprising a fan and a casing (1) according to one of claims 5 to 7.

FIG. 1

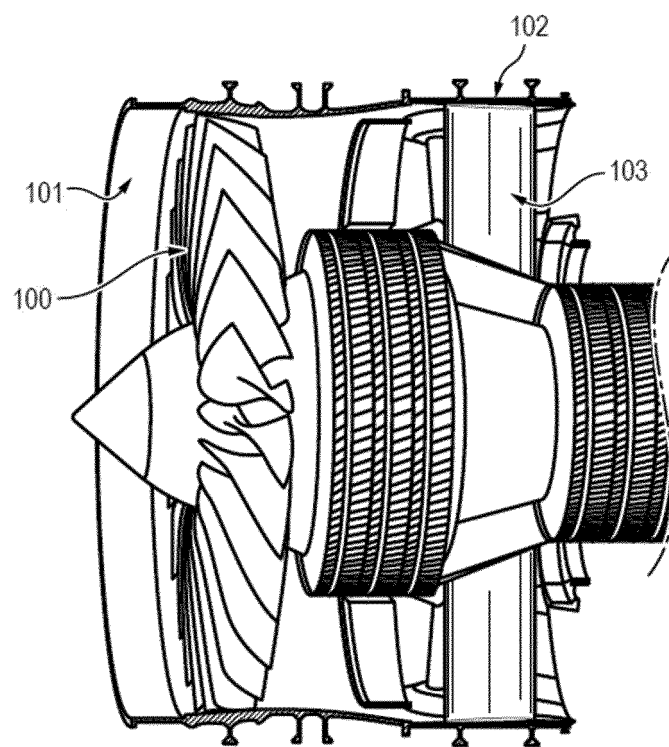


FIG. 3

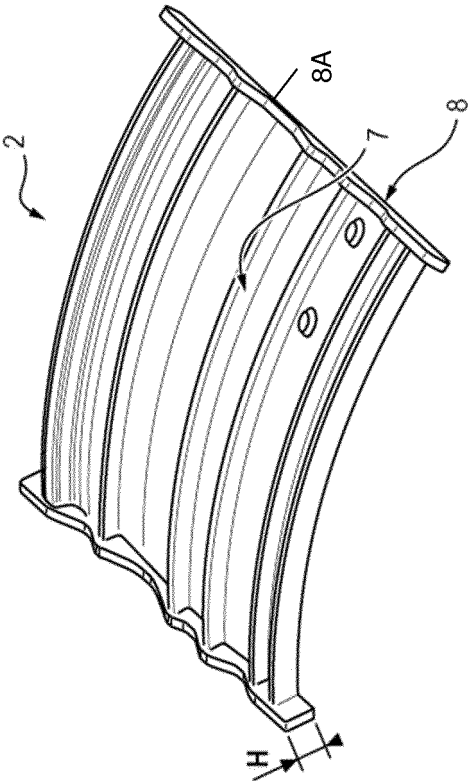


FIG. 2

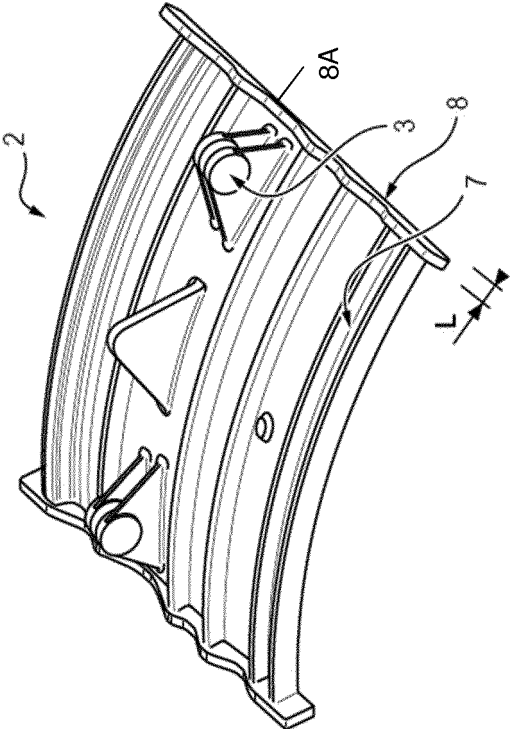


FIG. 4B

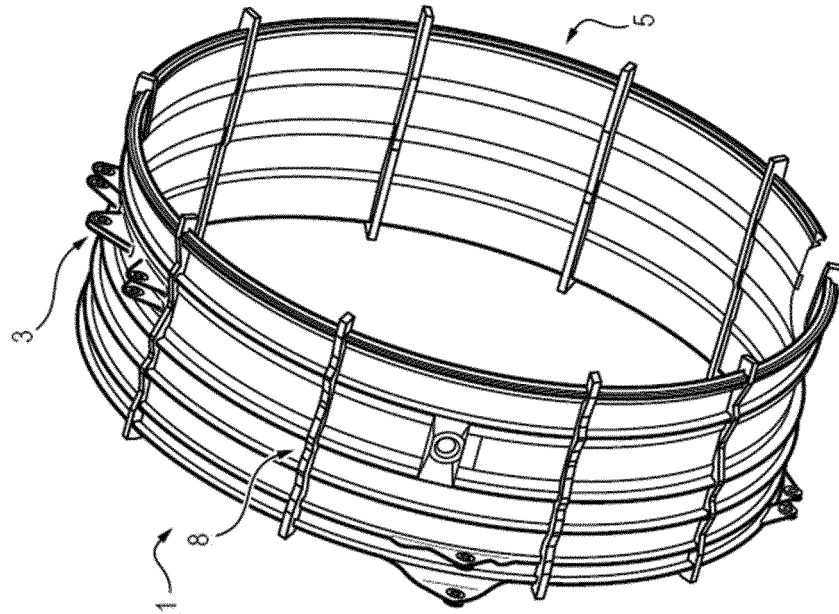


FIG. 4A

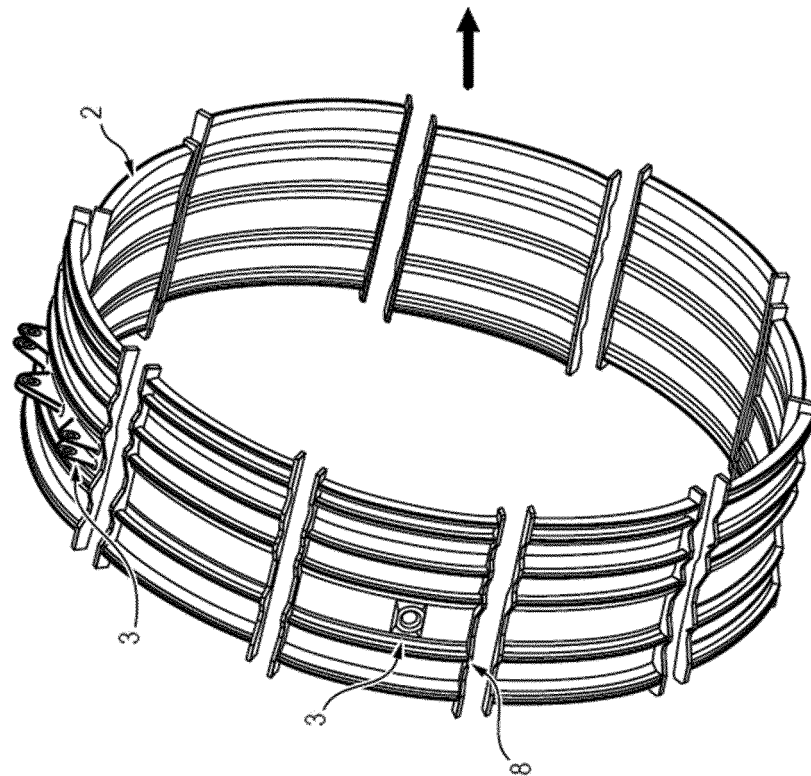


FIG. 5

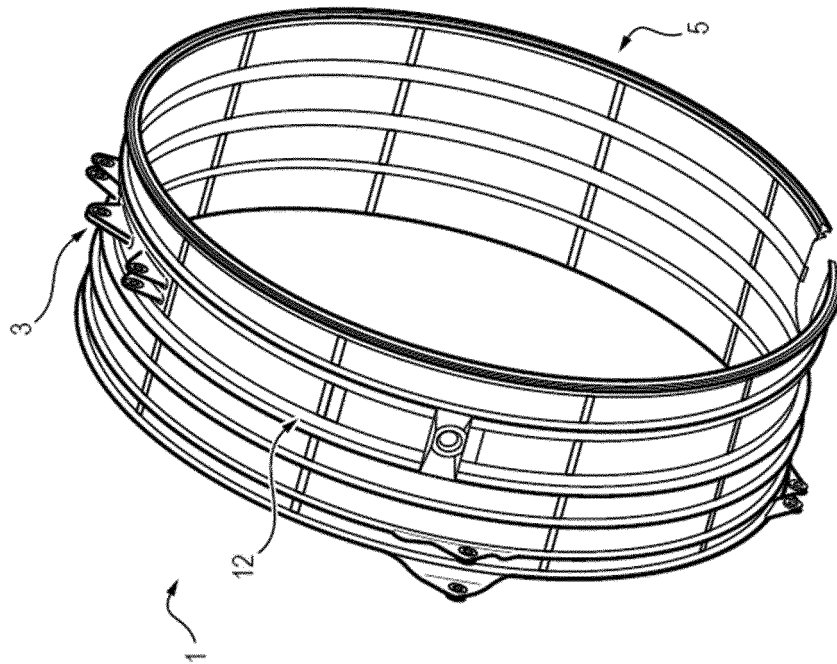
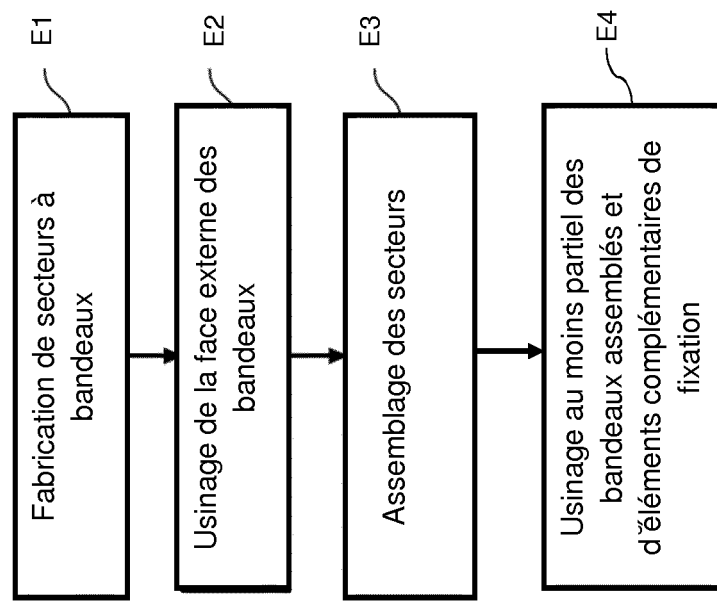


FIG. 6



RÉFÉRENCES CITÉES DANS LA DESCRIPTION

Cette liste de références citées par le demandeur vise uniquement à aider le lecteur et ne fait pas partie du document de brevet européen. Même si le plus grand soin a été accordé à sa conception, des erreurs ou des omissions ne peuvent être exclues et l'OEB décline toute responsabilité à cet égard.

Documents brevets cités dans la description

- FR 2925120 [0004]
- FR 1262269 [0004]
- FR 2978495 [0009]