



(86) **Date de dépôt PCT/PCT Filing Date:** 2014/07/25  
(87) **Date publication PCT/PCT Publication Date:** 2015/02/05  
(45) **Date de délivrance/Issue Date:** 2017/02/21  
(85) **Entrée phase nationale/National Entry:** 2016/01/19  
(86) **N° demande PCT/PCT Application No.:** FR 2014/051935  
(87) **N° publication PCT/PCT Publication No.:** 2015/015101  
(30) **Priorité/Priority:** 2013/07/29 (FR1357487)

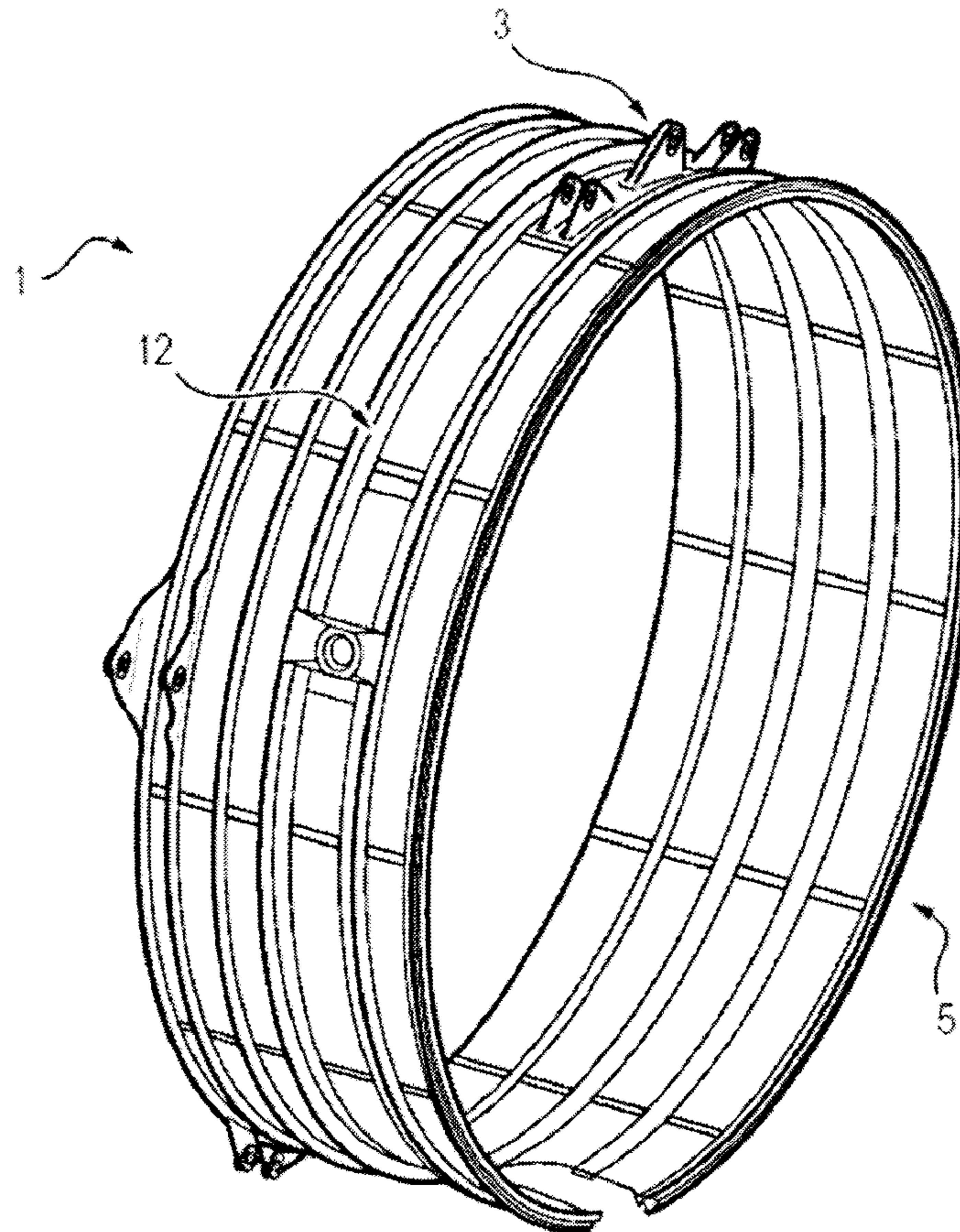
(51) **Cl.Int./Int.Cl. F01D 9/04** (2006.01),  
**F01D 25/16** (2006.01), **F01D 25/24** (2006.01),  
**F01D 9/06** (2006.01)

(72) **Inventeurs/Inventors:**  
DUBOIS, MARGAUX JUSTINE EMMA, FR;  
PERSE, ERWAN PIERRE ANTOINE, FR;  
BADER, VALENTINE, FR;  
TRZEBSKI, JEAN-PIERRE, FR

(73) **Propriétaire/Owner:**  
SNECMA, FR

(74) **Agent:** GOUDREAU GAGE DUBUC

(54) **Titre : CARTER DE TURBOMACHINE ET PROCEDE DE FABRICATION**  
(54) **Title: TURBINE ENGINE CASING AND MANUFACTURING METHOD**



(57) **Abrégé/Abstract:**

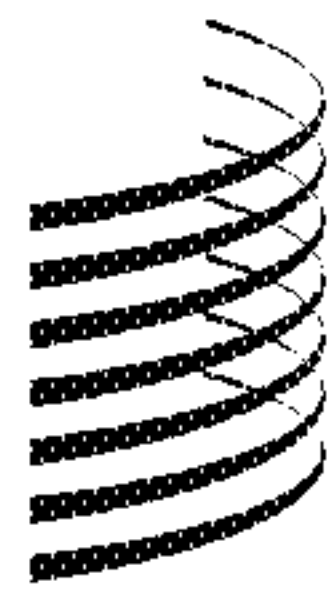
L'invention concerne un procédé de fabrication d'un carter (1) de turbomachine, caractérisé en ce qu'il comprend les étapes consistant à : - fabriquer (E1) une pluralité de secteurs (2), au moins une partie des secteurs (2) étant fabriqués par fonderie et



**(57) Abrégé(suite)/Abstract(continued):**

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 ). L'invention concerne également un carter (1 ) de turbomachine.

## (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  
5 février 2015 (05.02.2015)

WIPO | PCT

(10) Numéro de publication internationale  
**WO 2015/015101 A1**

## (51) Classification internationale des brevets :

*F01D 9/04* (2006.01) *F01D 25/16* (2006.01)*F01D 9/06* (2006.01) *F01D 25/24* (2006.01)

## (21) Numéro de la demande internationale :

PCT/FR2014/051935

## (22) Date de dépôt international :

25 juillet 2014 (25.07.2014)

## (25) Langue de dépôt :

français

## (26) Langue de publication :

français

## (30) Données relatives à la priorité :

1357487 29 juillet 2013 (29.07.2013) FR

(71) Déposant : SNECMA [FR/FR]; 2 boulevard du Général  
Martial Valin, F-75015 Paris (FR).(72) Inventeurs : DUBOIS, Margaux Justine Emma; c/o  
Snecma PI (AJI) Rond-Point René Ravaud - Réau, F-  
77550 Moissy-Cramayel Cedex (FR). PERSE, Erwan  
Pierre Antoine; c/o Snecma PI (AJI) Rond-Point René Ra-

vaud - Réau, F-77550 Moissy-Cramayel Cedex (FR). **BA-  
DER, Valentine**; c/o Snecma PI (AJI) Rond-Point René  
Ravaud - Réau, F-77550 Moissy-Cramayel Cedex (FR).  
**TRZEBSKI, Jean-Pierre**; c/o Snecma PI (AJI) Rond-  
Point René Ravaud - Réau, F-77550 Moissy-Cramayel Ce-  
dex (FR).

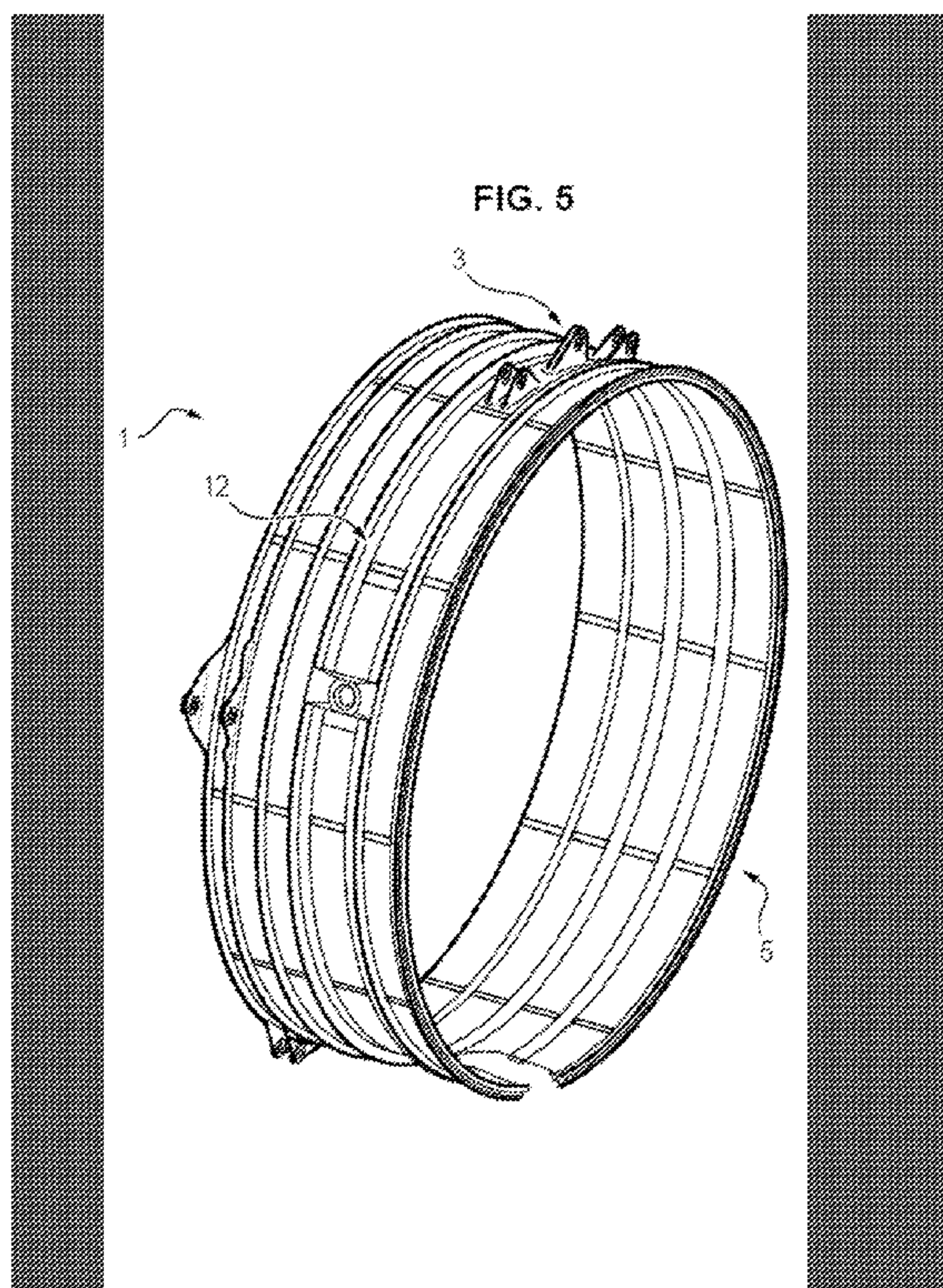
(74) Mandataire : REGIMBEAU; 20, rue de Chazelles, F-  
75847 Paris Cedex 17 (FR).

(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, 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, KN, KP, KR,  
KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME,  
MG, MK, 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.

[Suite sur la page suivante]

(54) Title : TURBINE ENGINE CASING AND MANUFACTURING METHOD

(54) Titre : CARTER DE TURBOMACHINE ET PROCÉDÉ DE FABRICATION



(57) Abstract : The invention relates to a method for manu-  
facturing a turbine engine casing (1), characterised in that said method  
includes the steps of: manufacturing (E1) a plurality of sectors (2),  
at least one portion of the sectors (2) being manufactured by cas-  
ting and including, on the surface thereof, fastening elements (3)  
produced during the casting step, assembly bands (8) being produ-  
ced at the ends of the sectors (2) during the step of manufactu-  
ring the sectors (2) by casting, by means of which the sectors (2) can be  
assembled; and assembling (E2) the sectors (2) end-to-end such as  
to form a ring (5) of the casing (1). The invention also relates to a  
turbine engine casing (1).

(57) Abrégé : L'invention concerne un 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  
comportant à leur surface des éléments (3) d'attache obtenus lors  
de l'étape de fonderie, des bandeaux (8) d'assemblage étant obte-  
nus 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). L'invention concerne  
également un carter (1) de turbomachine.

WO 2015/015101 A1



(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, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasien (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))

## «Carter de turbomachine et procédé de fabrication»

### Domaine de l'invention

L'invention concerne un carter de turbomachine et un procédé de  
5 fabrication d'un carter de turbomachine.

### Présentation de l'Art Antérieur

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

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  
15 d'accessoires (ou ADM pour « *Accessory Drive Module* »).

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

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

Cette solution présente plusieurs inconvénients.

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

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

### Présentation de l'invention

Afin d'améliorer les solutions existantes, l'invention propose un  
30 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, et
- 5           – assembler les secteurs bout à bout de sorte à former un anneau du carter.

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

- 10           – lors de l'étape de fabrication des secteurs par fonderie, des bandeaux d'assemblage sont obtenus aux extrémités des secteurs, par lesquels les secteurs peuvent être assemblés, et/ou des éléments d'attache ;
- le procédé comprend l'étape consistant à usiner la face externe des bandeaux d'assemblage avant l'assemblage des secteurs ;
- 15           – 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 :
- 20           ○ usiner les secteurs, de sorte à façonner des éléments complémentaires de fixation à la surface des secteurs, et/ou
- usiner, au moins partiellement, les bandeaux d'assemblage.

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.

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

Selon un mode de réalisation, les secteurs comprennent des bandeaux d'assemblage à leurs extrémités, par lesquels les secteurs sont

30           assemblés.

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.

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

L'invention offre de nombreux avantages.

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.

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

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

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.

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

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**

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention ressortiront encore de la description qui suit, laquelle 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 ;
- 5        - la Figure 6 est une représentation schématique d'un procédé de fabrication du carter.

### Description détaillée

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

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.).

15        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).

Les secteurs 2 comprennent à leur surface des éléments 3 d'attache.  
20 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.

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

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.

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

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.

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

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.

10 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.

15 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.

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)  
20 est réalisé avant l'assemblage des secteurs.

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.

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

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).

30 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.

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

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.

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

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.

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 maximaux aux mêmes endroits que le profil de l'épaisseur des extrémités des secteurs 2.

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.

L'anneau 5 comprend au moins deux secteurs 2, mais peut également comprendre un nombre supérieur 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).

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.

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.

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).

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.

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.

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.

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.

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 œuvre 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.

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.

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

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

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.

Elle s'applique avantageusement, mais non limitativement, aux  
10 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 :
  - 5        – 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  
10        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).
- 15    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)  
20    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)  
25        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  
30    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  
5 titane.

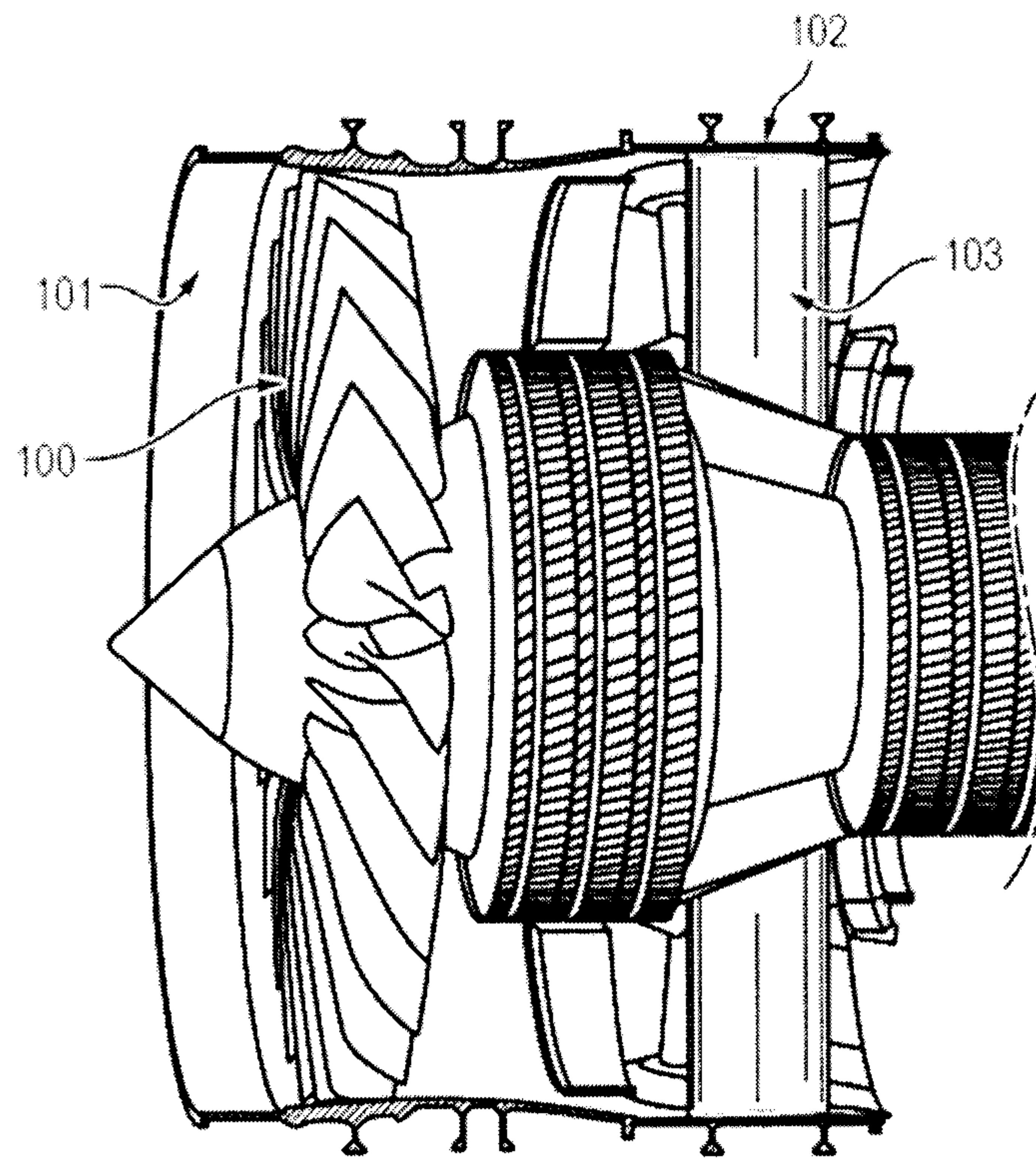
7. Carter selon l'une des revendications 5 ou 6, dans lequel :

- les bandeaux (8) d'assemblage présentent une largeur (L) constante, et/ou
- 10 – 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  
15 revendications 5 à 7.

1/4

FIG. 1



Etat de la technique

FIG. 3

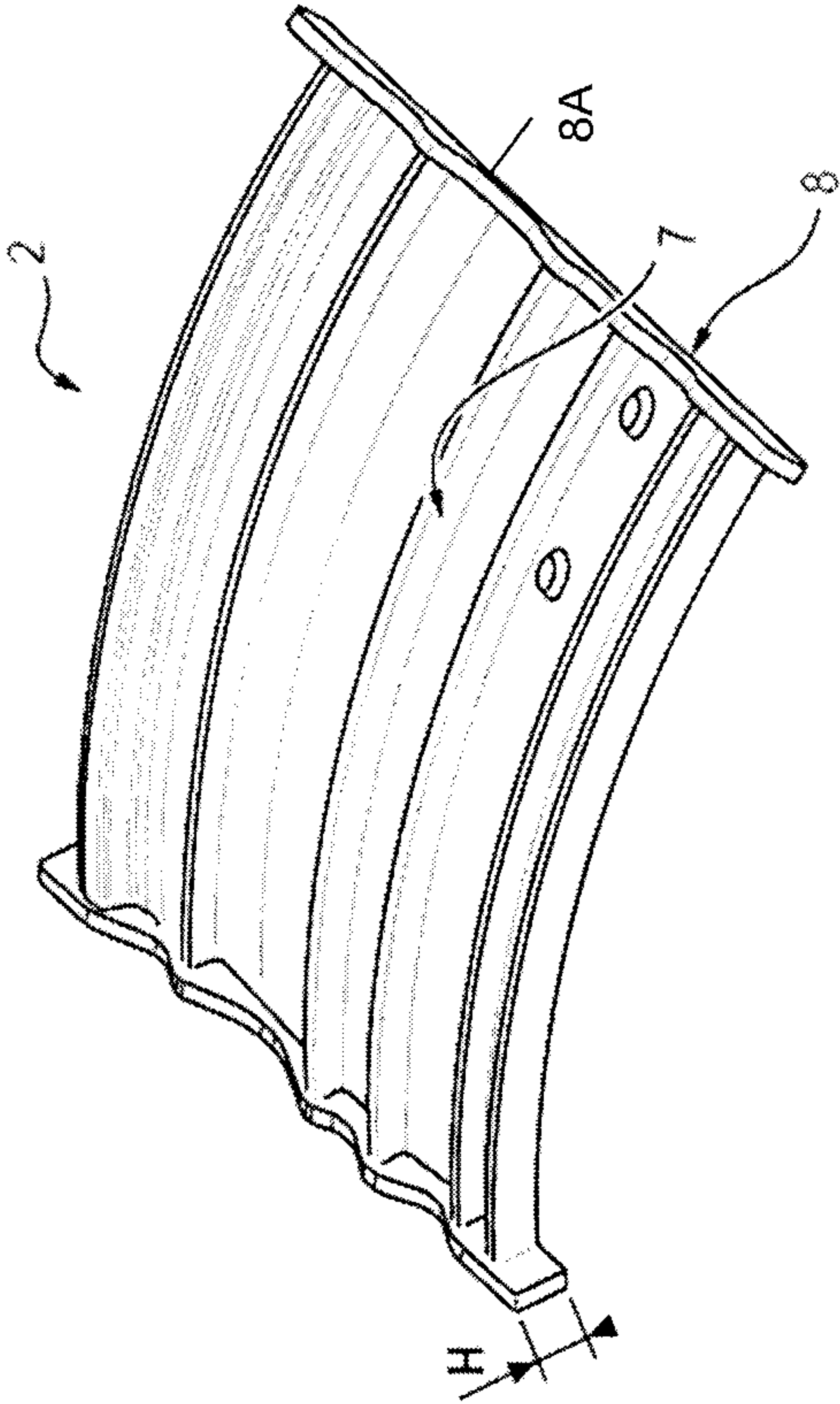
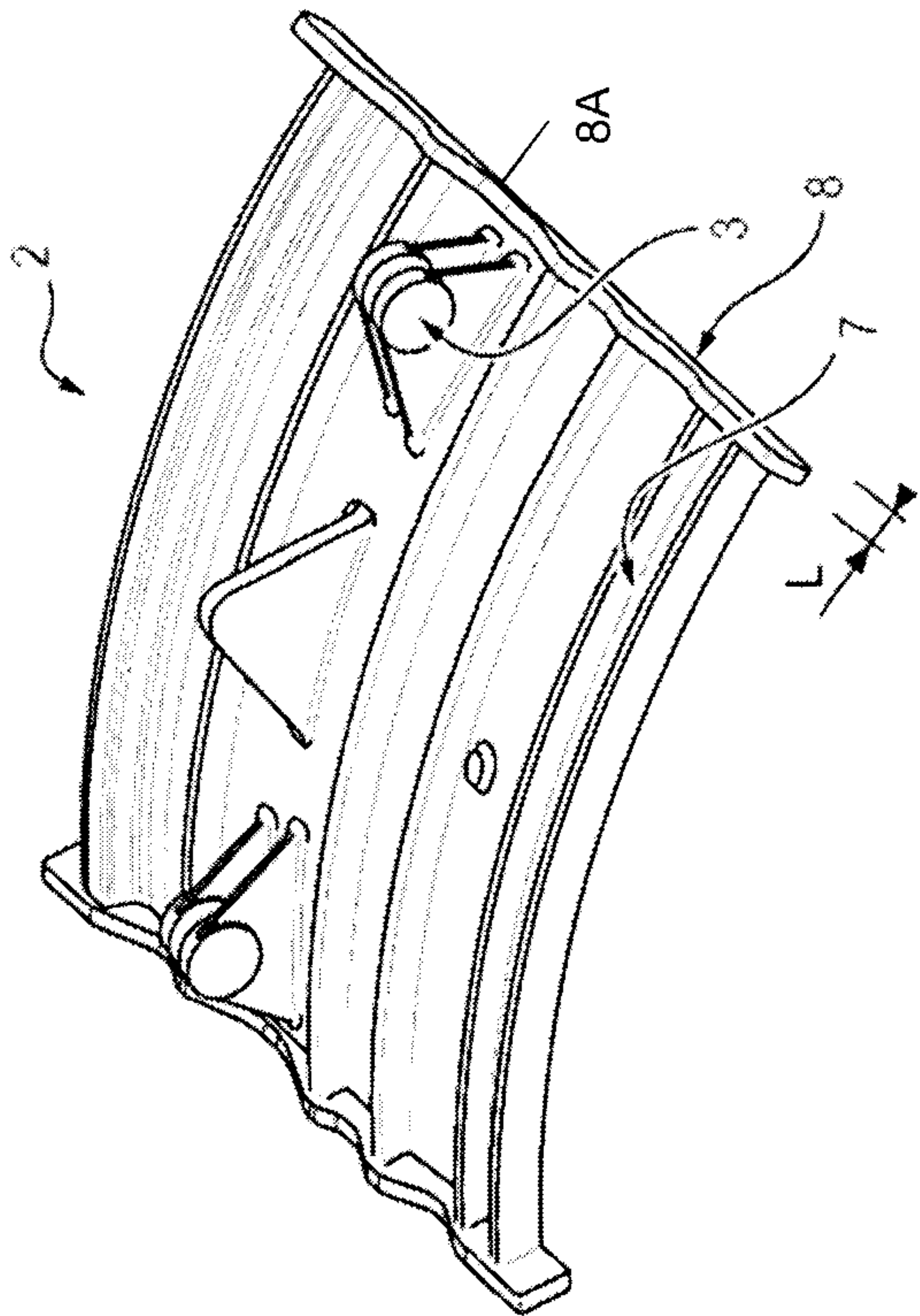


FIG. 2



3/4

FIG. 4B

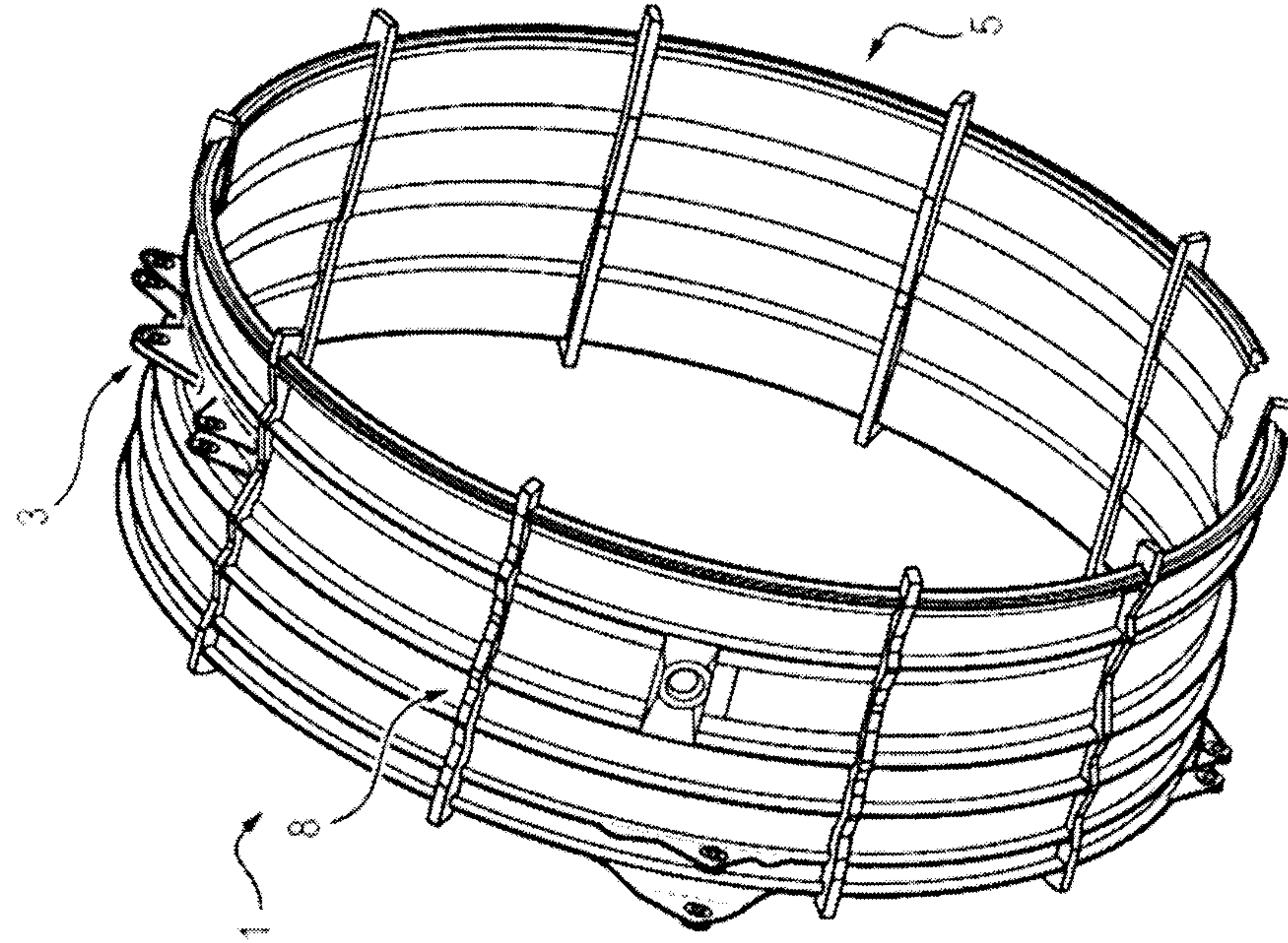
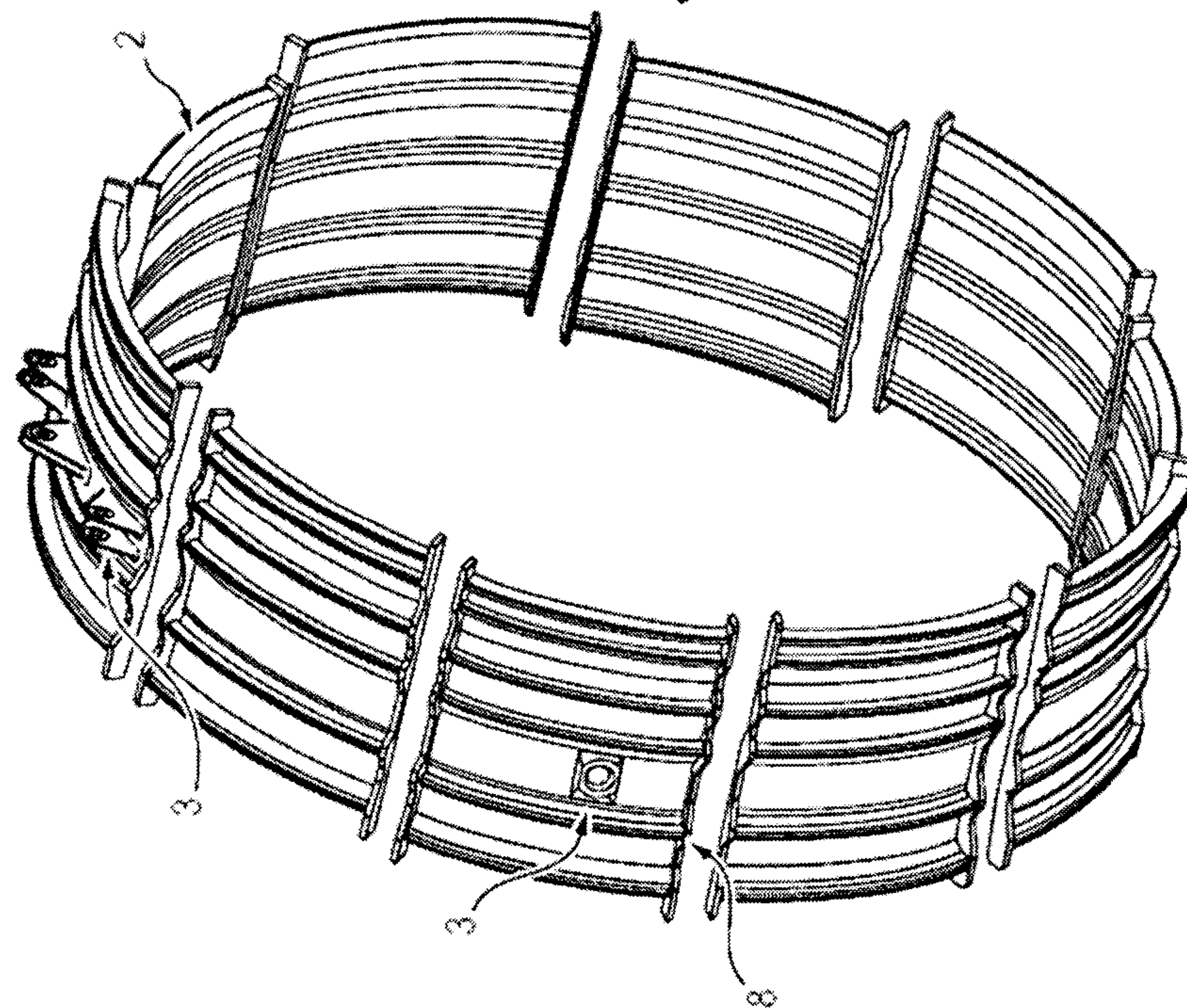


FIG. 4A



4/4

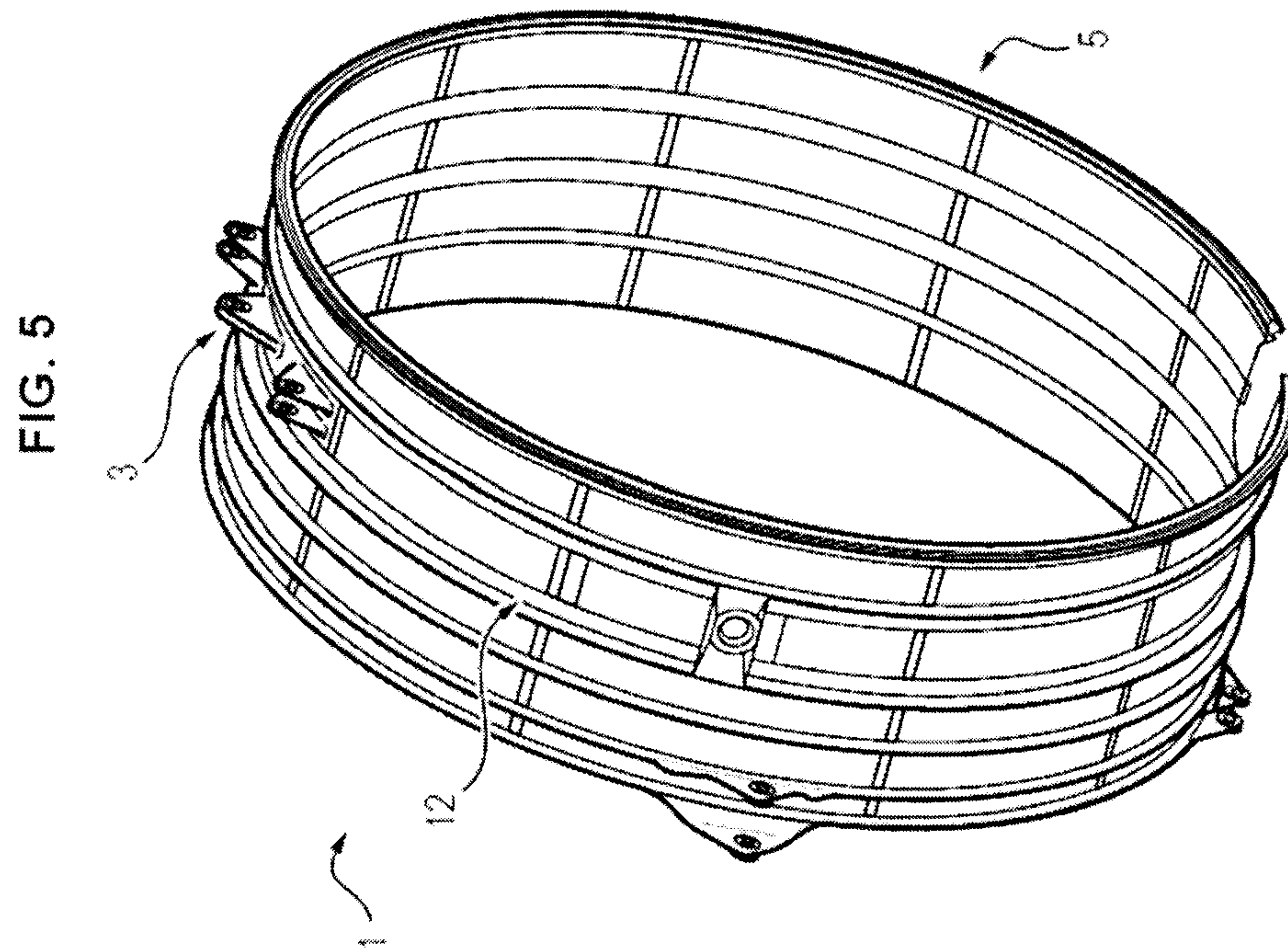


FIG. 6

