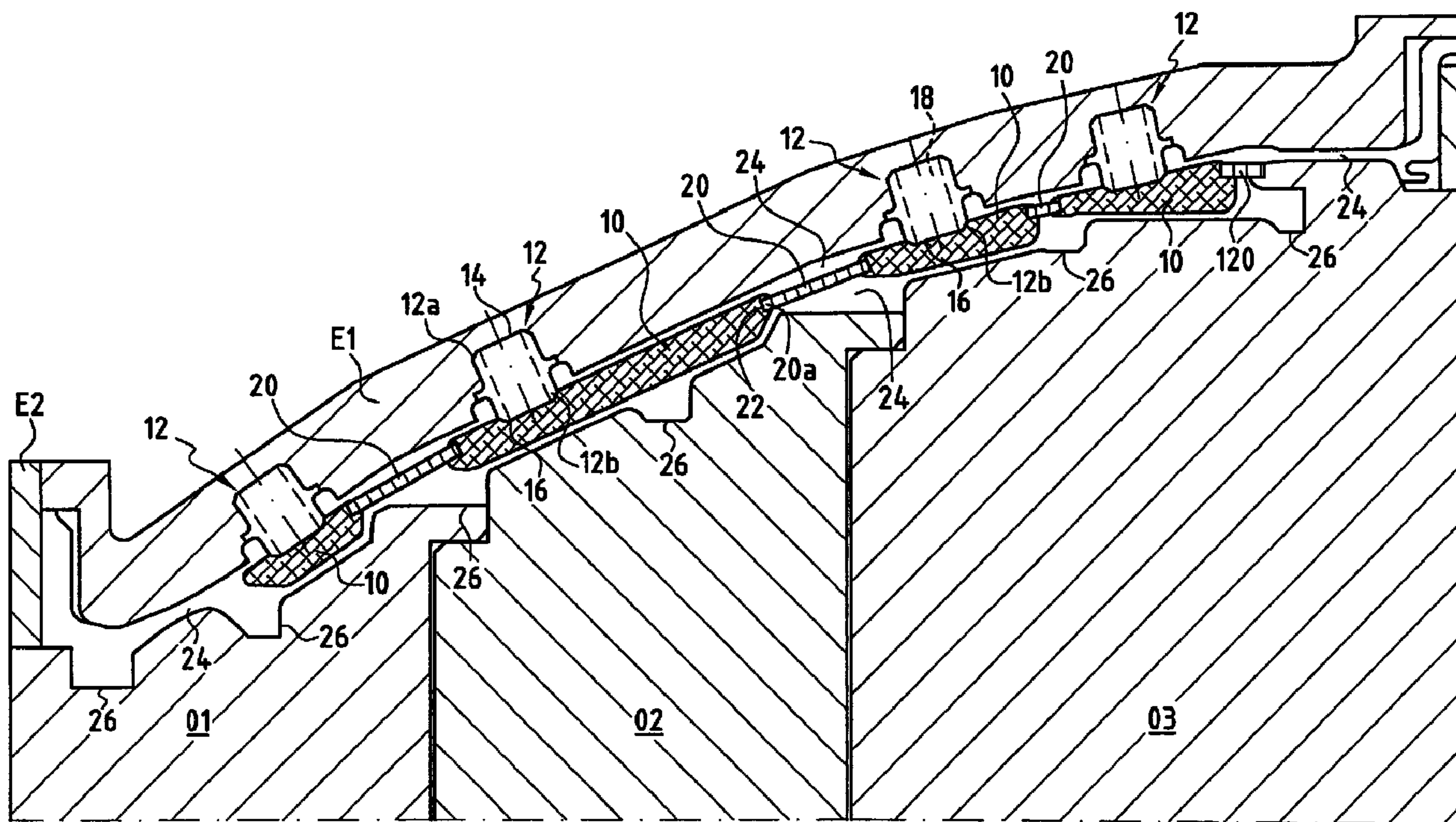




(22) Date de dépôt/Filing Date: 2005/06/07
(41) Mise à la disp. pub./Open to Public Insp.: 2005/12/15
(45) Date de délivrance/Issue Date: 2012/09/04
(30) Priorité/Priority: 2004/06/15 (FR04 06469)

(51) Cl.Int./Int.Cl. *B22F 5/00* (2006.01)
(72) Inventeurs/Inventors:
IMBOURG, SEBASTIEN, FR;
MONS, CLAUDE, FR;
PABION, PHILIPPE, FR;
SOUPIZON, JEAN-LUC, FR
(73) Propriétaire/Owner:
SNECMA, FR
(74) Agent: ROBIC

(54) Titre : PROCÉDE DE FABRICATION D'UN CARTER DE STATOR DE TURBINE
(54) Title: PROCESS FOR MANUFACTURING A TURBINE STATOR CASING



(57) Abrégé/Abstract:

L'invention a pour objet un procédé de fabrication de carter de stator de turbine comprenant les opérations consistant à ménager entre les parois des parties (O1, O2, O3, E1, E2) d'un moule, une cavité de forme correspondant à celle de l'enveloppe dudit carter ; solidariser des noyaux solubles (10), à au moins une desdites parties de moule (E1), ces noyaux étant maintenus à distance de la paroi de cette partie de moule et matérialisant des espaces libres que l'on souhaite ménager à l'intérieur de ladite enveloppe ; mettre en place, entre les noyaux (10), des inserts (20) solubles matérialisant des chemins de circulation entre lesdits espaces libres ; remplir ladite cavité avec une poudre d'un alliage métallique (24) ; fritter cette poudre (24) par compression isostatique à chaud ; éliminer les noyaux (10) et les inserts (20) par dissolution ; et extraire l'enveloppe ainsi moulée. Application à la fabrication d'un carter de stator de turbine de turboréacteur d'avion.



ABREGE

L'invention a pour objet un procédé de fabrication de carter de stator de turbine comprenant les opérations consistant à ménager entre les parois des parties (O1, O2, O3, E1, E2) d'un moule, une cavité de forme correspondant à celle de l'enveloppe dudit carter ; solidariser des noyaux solubles (10), à au moins une desdites parties de moule (E1), ces noyaux étant maintenus à distance de la paroi de cette partie de moule et matérialisant des espaces libres que l'on souhaite ménager à l'intérieur de ladite enveloppe ; mettre en place, entre les noyaux (10), des inserts (20) solubles matérialisant des chemins de circulation entre lesdits espaces libres ; remplir ladite cavité avec une poudre d'un alliage métallique (24) ; fritter cette poudre (24) par compression isostatique à chaud ; éliminer les noyaux (10) et les inserts (20) par dissolution ; et extraire l'enveloppe ainsi moulée.

Application à la fabrication d'un carter de stator de turbine de turboréacteur d'avion.

PROCÉDÉ DE FABRICATION D'UN CARTER DE STATOR DE TURBINE

L'invention concerne un procédé de fabrication d'un carter de stator de turbine, et plus particulièrement de turbine de turboréacteur d'avion.

Un tel carter comprend une enveloppe de forme générale tronconique qui porte sur sa face interne, tournée vers l'intérieur de la turbine, des crochets de fixation servant à soutenir un ou plusieurs distributeurs de turbine formés par des anneaux ou des segments d'anneau porteurs d'aubes fixes. Entre ces distributeurs, on trouve des roues mobiles qui portent les aubes mobiles du rotor de la turbine. Le couple formé par un distributeur et une roue mobile constitue un étage de turbines.

Les turbines, et plus particulièrement les turbines de turboréacteur d'avion, sont traversées par des gaz de combustion très chauds dont les températures peuvent parfois atteindre, pour certains étages de la turbine, 1100°C. Aussi, l'enveloppe du carter est soumise à un échauffement très important et il est nécessaire de refroidir cette dernière à l'aide d'un système de refroidissement.

La demande de brevet européen publiée sous le numéro EP 1 288 444 A1 donne un exemple de système de refroidissement formé de rampes annulaires perforées, alimentées en air frais, qui entourent l'enveloppe. L'air frais est soufflé sur la face externe de l'enveloppe, à travers les perforations des rampes. Toutefois, dans la pratique, on a pu constater qu'un tel système de refroidissement nécessitait des équipements volumineux et coûteux et ne permettait pas de réduire significativement l'échauffement de l'enveloppe au niveau de sa face interne.

Pour réduire l'encombrement des systèmes de refroidissement à rampes et améliorer le refroidissement de la face interne de l'enveloppe, on a conçu des enveloppes double-paroi ou double-peau qui présentent entre leurs peaux intérieure et extérieure des espaces libres dans lesquels on fait circuler de l'air frais. Pour réaliser de telles enveloppes, on a recours à des techniques de fonderie classiques utilisant des noyaux solubles. Plus précisément, on coule un alliage fondu dans un moule dont les parois ont la forme des contours de l'enveloppe, les noyaux solubles étant fixés à ce moule. Une fois l'alliage refroidi et solidifié, on extrait l'enveloppe du moule et on la plonge dans un bain de dissolution basique

de sorte que les noyaux se dissolvent en laissant apparaître à leur place lesdits espaces libres.

Ce mode de réalisation présente néanmoins certains inconvénients liés à la nature même de l'élaboration par coulée. Ainsi, la précision dimensionnelle de l'enveloppe moulée est difficile à contrôler. De plus, les propriétés mécaniques comme la limite d'élasticité et la tenue à la fatigue de l'enveloppe formée ne sont pas optimales, souvent en raison de la forte porosité de cette dernière ou de la présence dans sa masse de défauts de structure qui la fragilisent (ces défauts sont souvent liés au refroidissement non uniforme de la pièce moulée).

10

L'invention est relative à un procédé de fabrication de carter de stator de turbine qui permet de réaliser des enveloppes de carter double-peau avec une bonne précision dimensionnelle, ces enveloppes présentant, en outre, de bonnes propriétés mécaniques.

La présente invention vise un procédé de fabrication d'un carter de stator d'une turbine, ledit carter comprenant une enveloppe à double-peau comportant des peaux intérieure et extérieure et présentant des espaces libres entre les peaux intérieure et extérieure, le procédé comprenant :

ménager une cavité de forme correspondante à celle de l'enveloppe, entre des parois de parties d'un moule formé d'au moins deux parties ;

20

solidariser des noyaux réalisés en un matériau soluble, à au moins une desdites parties du moule avec des pions tubulaires, ces noyaux étant maintenus à distance des parois des parties du moule au moyen des pions et matérialisant lesdits espaces libres que l'on souhaite ménager à l'intérieur de ladite enveloppe, chaque pion ayant une première extrémité et une seconde extrémité, la première extrémité étant montée dans un logement ménagé dans un desdits noyaux et la seconde extrémité étant montée dans un logement ménagé dans la partie correspondante du moule, chaque pion présentant un trou traversant au niveau de ses première et seconde extrémités ;

2a

remplir la cavité avec une poudre d'un alliage métallique de façon à ce que les pions soient en contact avec ladite poudre ;

effectuer un frittage de ladite poudre par compression isostatique à chaud de façon à ce que la poudre se densifie pour former l'enveloppe durant le frittage, et de façon à ce que les pions se soudent à la peau extérieure de l'enveloppe durant le frittage ;

10 effectuer une élimination desdits noyaux par une dissolution des noyaux avec un solvant qui ne dissout pas les pions de façon à ce que la première extrémité de chaque pion soit située dans les espaces libres entre les peaux intérieures et extérieures de l'enveloppe ; et

extraire l'enveloppe du moule avec la seconde extrémité de chaque pion qui fait saillie depuis la peau extérieure de l'enveloppe de sorte que le trou traversant de chaque pion constitue un passage d'air de refroidissement depuis l'extérieur de l'enveloppe, à travers la peau extérieure de l'enveloppe jusque dans les espaces libres prévus entre les peaux intérieure et extérieure de l'enveloppe.

De préférence, sous sa forme la plus générale, l'invention concerne un procédé de fabrication d'un carter de stator de turbine, ledit carter comprenant une enveloppe, ce procédé étant caractérisé en ce qu'il comprend les opérations consistant à:

- ménager entre les parois des parties d'un moule formé d'au moins deux parties, une cavité de forme correspondant à celle de ladite enveloppe;

- solidariser des noyaux réalisés en un matériau soluble, à l'une desdites parties de moule, au moins, ces noyaux étant maintenus à distance de la paroi de ladite partie et matérialisant des espaces libres que l'on souhaite ménager à l'intérieur de ladite enveloppe;

- remplir ladite cavité avec une poudre d'un alliage métallique;

- fritter cette poudre par compression isostatique à chaud ;

- éliminer lesdits noyaux par dissolution ; et

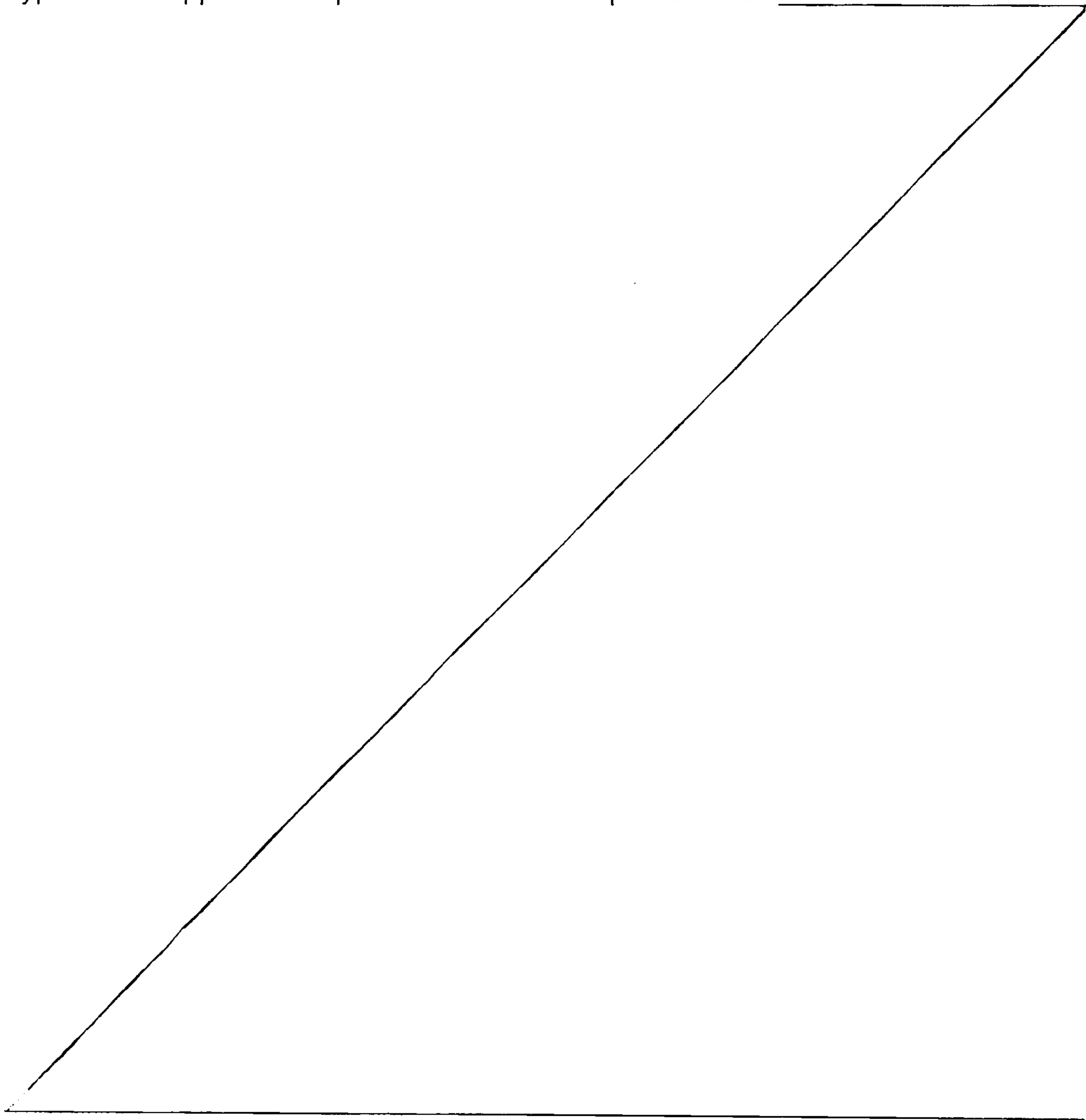
- extraire l'enveloppe ainsi moulée.

2b

Lesdits espaces libres servent bien entendu à créer des chemins de circulation d'air frais dans l'épaisseur de l'enveloppe.

De préférence, le fait de réaliser l'enveloppe par compression isostatique à chaud (C.I.C.) d'une poudre métallique, permet d'obtenir directement une pièce aux cotes souhaitées avec une grande précision.

D'autre part, en comparant les propriétés mécaniques d'un premier type d'enveloppe double-peau réalisé selon le procédé de



l'invention avec un deuxième type d'enveloppe double-peau réalisé par fonderie à noyau soluble, la société demanderesse a pu constater que les enveloppes du premier type présentaient en moyenne une limite d'élasticité et une tenue à la fatigue respectivement supérieure de 30 et
5 de 50 % à celles du deuxième type.

Pour ces tests comparatifs, les enveloppes réalisées selon le procédé de l'invention l'ont été à partir d'une poudre d'alliage métallique connu sous la marque Astroloy[®], tandis que les autres enveloppes ont été réalisées à partir d'un alliage utilisé en fonderie connu sous la marque
10 Inconel 718[®].

Selon un mode particulier de mise en œuvre du procédé de l'invention, on met en place, entre les noyaux, des inserts matérialisant des chemins de circulation entre lesdits espaces libres; et on élimine ces inserts après l'opération de frittage.

15 Ces inserts permettent de connecter entre eux les chemins de circulation d'air ménagés par la dissolution des noyaux, ce qui favorise la circulation de l'air frais et donc le refroidissement de l'enveloppe.

Pour éliminer ces inserts, on peut les extraire ou les percer à l'aide d'un outillage à renvoi. Il est également possible de les éliminer par
20 électroérosion (i.e. de dissoudre ces noyaux à l'aide d'un courant électrique généré par une électrode). Enfin, on peut réaliser ces inserts en un matériau soluble et dissoudre ces derniers dans un solvant comme l'acide nitrique.

Les caractéristiques et les avantages du procédé de l'invention seront mieux compris à la lecture de la description détaillée qui suit, d'un
25 exemple de mise en œuvre du procédé. Cette description détaillée fait référence aux figures suivantes :

- la figure 1 est une coupe axiale partielle d'un exemple d'outillage utilisé pour mettre en œuvre le procédé de l'invention ;
- 30 - la figure 2 est une vue en perspective partielle d'un carter de stator de turbine obtenu selon le procédé de l'invention ;
- la figure 3 est une coupe axiale partielle d'une turbine équipée du carter de la figure 2.

L'outillage représenté sur la figure 1 comprend un moule en
35 plusieurs parties. Cinq de ces parties sont représentées : trois parties intérieures O1, O2 et O3 et deux parties extérieures E1 et E2. La

conception de ces parties de moule est très rigoureuse. Cette conception est assistée par ordinateur et prend en compte les retraits locaux intervenant lors de la compression isostatique à chaud ou C.I.C. Cette technique particulière de C.I.C, plus connue sous la
5 dénomination « procédé Isoprec[®] » (marque déposée), permet d'obtenir une enveloppe de carter directement aux cotes et de limiter ainsi son usinage ultérieur.

Des noyaux 10, réalisés en un matériau soluble dans un solvant particulier, sont solidarités à la partie de moule extérieure E1 par des
10 pions tubulaires 12. Ces pions 12 maintiennent ces noyaux 10 en position, à la place des espaces libres 110 de circulation d'air frais que l'on souhaite ménager dans l'épaisseur de l'enveloppe 105.

Chaque noyau 10 se présente soit sous la forme d'un anneau, soit sous la forme d'un segment d'anneau (chaque segment étant
15 susceptible d'être mis bout à bout avec d'autres segments pour former un anneau complet).

Chaque pion 12 présente deux extrémités 12a et 12b, l'une des extrémités 12a est montée dans un premier logement 14, ménagé dans la partie de moule E1, et l'autre extrémité 12b est montée dans un deuxième
20 logement 16 ménagé dans un desdits noyaux 10.

Comme ces pions 12 sont tubulaires, ils présentent un trou traversant 18 qui débouche au niveau des extrémités 12a et 12b. Ces trous 18 constituent des voies d'accès aux noyaux 10 par lesquelles passe le solvant utilisé pour dissoudre ces derniers.

Certains pions tubulaires 12 peuvent également présenter un
25 filetage intérieur ou extérieur. Ce filetage est susceptible d'être utilisé pour fixer auxdits pions des outils pouvant servir à leur mise en place, ou une conduite d'alimentation en air de refroidissement.

L'outillage représenté sur la figure 1 comprend, en outre, des
30 inserts 20 disposés entre les noyaux 10 et réalisés dans le même matériau soluble que ces derniers. Pour pouvoir rester en position, les inserts 20 sont fixés aux noyaux 10, par tout moyen de fixation approprié. Dans l'exemple représenté, des logements 22, susceptibles de recevoir les extrémités 20a des inserts 20, sont ménagés au niveau des bords des
35 noyaux 10, de sorte que les inserts 20 peuvent être emboîtés dans ces noyaux 10.

Une fois que les noyaux 10 et les inserts 20 sont montés sur la partie de moule extérieure E1, on assemble l'ensemble des parties de moule de manière à ménager entre elles une cavité de forme correspondante à celle de l'enveloppe 105. Par forme correspondante, on entend une forme qui reproduit par excès la forme de la pièce souhaitée, tant pour tenir compte du retrait lors de la C.I.C. que pour réserver, si besoin, des épaisseurs destinées à être usinées par la suite. On remplit ensuite ladite cavité avec une poudre d'un alliage métallique 24. Cette poudre vient alors envelopper les noyaux 10 et les inserts 20. Les grains de poudre 24 situés entre les noyaux 10 ou les inserts 20 et les parties de moule extérieures E1 vont ainsi former la peau extérieure 105a de l'enveloppe 105, tandis que les grains de poudre 24 situés entre les noyaux 10 ou les inserts 20 et les parties de moule intérieures O1, O2, O3, vont former la peau intérieure 105b de l'enveloppe 105.

Pour fritter la poudre 24 par C.I.C, on dispose les parties de moule intérieures autour d'un cylindre d'appui, non représenté, et on passe autour des parties de moule extérieures une bague de serrage. L'ensemble ainsi formé est placé dans un autoclave sous une pression élevée à température élevée, par exemple 1000 bar et 1200°C. Comme il existe un léger jeu entre les parties du moule, ce dernier va se déformer de manière à comprimer la poudre 24. Sous l'effet cumulé de la compression et des hautes températures, cette poudre va se densifier pour former l'enveloppe 105, c'est l'étape de frittage.

En outre, il est possible de profiter du cycle de C.I.C. pour solidariser les pions 12 à l'enveloppe 105. On choisit alors les pions 12 et la poudre d'alliage métallique 24 dans des alliages de compositions compatibles pour pouvoir être soudées par soudage-diffusion. De manière connue en soi, le soudage-diffusion est un procédé qui consiste à maintenir des pièces en contact, ici l'enveloppe 105 (ou la poudre 24) et les pions 12, sous une pression et une température données pendant un temps contrôlé. Ici, les bonnes conditions de température et de pression sont atteintes durant le cycle de C.I.C. Les déformations plastiques créées à la surface des pièces permettent un contact intime ainsi qu'une migration, ou diffusion, des éléments entre les pièces, pour autant que ces dernières soient réalisées dans des alliages compatibles.

Comme exemples d'alliages compatibles, on peut utiliser, pour la poudre 24, de alliages adaptés au domaine de l'aéronautique et connus sous les marques Waspaloy®, Astroloy® ou Inconel 718®, et pour les pions 12 des alliages de base nickel ou de base cobalt.

5 Une fois le cycle de C.I.C. terminé, on détruit le moule, réalisé en acier doux, d'abord par usinage et ensuite en le plongeant dans un bain d'acide nitrique qui va le dissoudre. L'acide nitrique est en effet un bon solvant de l'acier doux et présente l'avantage de ne pas endommager les alliages précités, utilisés pour réaliser l'enveloppe 105 ou les pions 12.

10 Les noyaux 10 et les inserts 20 sont également réalisés en un matériau soluble dans l'acide nitrique, comme l'acier doux, de sorte qu'on utilise le même solvant que celui utilisé pour dissoudre le moule et que ces différentes dissolutions vont avoir lieu lors d'une même opération. L'acide va passer par les trous traversant 18 des pions tubulaires 12 pour
15 atteindre d'abord les noyaux 10 et ensuite les inserts 20. La dissolution des noyaux 10 a pour conséquence la formation d'espaces libres 110 et la dissolution des inserts 20 a pour conséquence la formation de chemins de circulation 120 reliant entre eux lesdits espaces libres 110. On notera que le chemin emprunté par l'acide est le même que celui qui sera emprunté
20 par l'air de refroidissement.

Comme expliqué plus haut, le carter réalisé est destiné à soutenir un ou plusieurs distributeurs de turbine au moyen de crochets de fixation répartis sur la face interne du carter, tournée vers l'intérieur de la turbine (c'est-à-dire sur la peau intérieur de l'enveloppe). Ces crochets
25 peuvent être réalisés de différentes manières. Dans l'exemple représenté, on a moulé l'enveloppe 105 de manière à ménager sur sa face interne des projections ayant la forme générale 26 des crochets et on a usiné ensuite ces projections pour leurs donner la forme « finale » 126 des crochets.

Selon un autre exemple de mise en œuvre du dispositif, les
30 crochets de fixation peuvent être fabriqués préalablement au moulage de l'enveloppe, par fonderie par exemple, et ensuite fixés sur la face interne du carter par toute technique d'assemblage appropriée. Cette solution peut se révéler intéressante dans le cas où on envisage de réaliser les crochets dans un matériau plus réfractaire que l'enveloppe afin qu'ils
35 résistent mieux aux fortes températures. Si des techniques d'assemblage comme le frettage, le soudage conventionnel ou le boulonnage sont

envisageables, elles peuvent présenter, dans certains cas, des inconvénients. Ainsi, le soudage conventionnel par fusion favorise parfois la fissuration à chaud dans la zone fondue et l'apparition de criques au niveau de la zone affectée thermiquement par le soudage. Le boulonnage, 5 quant à lui, complique la structure du carter en augmentant le nombre de pièces qui le constitue. Et, de manière générale, tous ces moyens d'assemblage peuvent présenter une résistance à la fatigue insuffisante compte tenu des conditions d'utilisation de la turbine.

Pour palier à ces inconvénients, on peut fabriquer les crochets 10 dans un matériau compatible du point de vue du soudage-diffusion, avec le matériau de l'enveloppe (c'est-à-dire avec la poudre d'alliage métallique 24 choisie). Ainsi, lors du frittage de la poudre 24, on peut solidariser les crochets à l'enveloppe 105 par soudage-diffusion, de la même manière que les pions 12.

15 Les figures 2 et 3 représentent un carter de stator de turbine obtenu selon le procédé de l'invention. Ce carter soutient par le biais de ses crochets de fixation les aubes fixes 200 du distributeur de la turbine. Entre ces aubes fixes 200, se situent les aubes mobiles 220 du rotor de la turbine.

20 Sur la face extérieure du carter, la première extrémité 12a des pions 12 fait saillie, de sorte que ces pions 12 forment des bossages susceptibles de servir de points de fixation pour divers accessoires extérieurs au carter. En outre, la première extrémité 12a d'au moins un desdits pions 12 est susceptible de coopérer, par exemple par vissage, 25 avec l'extrémité d'une conduite d'alimentation en air de refroidissement, non représentée sur les figures.

Dans les conditions de fonctionnement de la turbine, l'enveloppe 105 du carter est refroidie par la circulation d'air frais à l'intérieur des espaces libres 110 et des chemins de circulation 120 30 ménagés entre ces espaces libres 110.

Dans le cas d'un turboréacteur d'avion, l'air frais est prélevé généralement au niveau du compresseur haute pression ou du carter intermédiaire et amené jusqu'au carter de stator par au moins une conduite d'alimentation d'air. Cet air frais s'écoule ensuite entre les peaux 35 105a, 105b de l'enveloppe 105, de l'avant vers l'arrière, selon les flèches

représentées sur les figures 2 et 3. Il est nécessaire de prévoir au moins une entrée d'air à l'avant du carter et une sortie d'air 130 à l'arrière.

Dans l'exemple représenté, tous les pions 12 sont destinés à être reliés à une conduite d'alimentation d'air frais de sorte que plusieurs
5 entrées d'air sont réparties le long de l'enveloppe 105. Ces entrées permettent d'injecter la quantité d'air frais nécessaire au bon refroidissement de l'enveloppe 105 et leur répartition est faite de manière à garantir l'écoulement de l'air vers la sortie 130. La sortie 130 est formée
10 par un chemin de circulation d'air 120 qui débouche à l'extérieur de l'enveloppe 105.

En résumé, le procédé de fabrication de l'invention permet de réaliser un carter de stator de turbine de forme complexe, mais de structure simple, qui présente de bonnes propriétés mécaniques et qui, lors du fonctionnement de la turbine, va pouvoir être refroidi efficacement.

15

REVENDEICATIONS

1. Procédé de fabrication d'un carter de stator d'une turbine, ledit carter comprenant une enveloppe à double-peau comportant des peaux intérieure et extérieure et présentant des espaces libres entre les peaux intérieure et extérieure, le procédé comprenant :

ménager une cavité de forme correspondante à celle de l'enveloppe, entre des parois de parties d'un moule formé d'au moins deux parties ;

10 solidariser des noyaux réalisés en un matériau soluble, à au moins une desdites parties du moule avec des pions tubulaires, ces noyaux étant maintenus à distance des parois des parties du moule au moyen des pions et matérialisant lesdits espaces libres que l'on souhaite ménager à l'intérieur de ladite enveloppe, chaque pion ayant une première extrémité et une seconde extrémité, la première extrémité étant montée dans un logement ménagé dans un desdits noyaux et la seconde extrémité étant montée dans un logement ménagé dans la partie correspondante du moule, chaque pion présentant un trou traversant au niveau de ses première et seconde extrémités ;

remplir la cavité avec une poudre d'un alliage métallique de façon à ce que les pions soient en contact avec ladite poudre ;

20 effectuer un frittage de ladite poudre par compression isostatique à chaud de façon à ce que la poudre se dentifie pour former l'enveloppe durant le frittage, et de façon à ce que les pions se soudent à la peau extérieure de l'enveloppe durant le frittage ;

effectuer une élimination desdits noyaux par une dissolution des noyaux avec un solvant qui ne dissout pas les pions de façon à ce que la première extrémité de chaque pion soit située dans les espaces libres entre les peaux intérieures et extérieures de l'enveloppe ; et

extraire l'enveloppe du moule avec la seconde extrémité de chaque pion qui fait saillie depuis la peau extérieure de l'enveloppe de sorte que le trou

traversant de chaque pion constitue un passage d'air de refroidissement depuis l'extérieur de l'enveloppe, à travers la peau extérieure de l'enveloppe jusque dans les espaces libres prévus entre les peaux intérieure et extérieure de l'enveloppe.

2. Le procédé selon la revendication 1, comprenant les étapes de :
mettre en place, entre les noyaux, des inserts matérialisant des chemins de circulation entre les espaces libres ; et
éliminer les inserts après le frittage.
3. Le procédé selon la revendication 2, dans lequel les inserts sont réalisés en un matériau soluble, et dans lequel les inserts sont éliminés par dissolution.
- 10 4. Le procédé selon la revendication 1, dans lequel la seconde extrémité d'au moins un des pions est susceptible de coopérer avec une extrémité d'une conduite d'alimentation en air de refroidissement.
5. Le procédé selon la revendication 1, dans lequel les pions sont solidarités à l'enveloppe par soudage-diffusion lors du frittage de la poudre, les pions et l'enveloppe étant faits de matériaux compatibles d'un point de vue du soudage-diffusion.
- 20 6. Le procédé selon la revendication 1, dans lequel le carter comprend, en outre, des crochets de fixation pour soutenir au moins un distributeur de turbine, dans lequel l'enveloppe est moulée de manière à ménager sur une face interne de ladite enveloppe, tournée vers l'intérieur du carter, des projections, et dans lequel lesdites projections sont usinées pour leur donner une forme desdits crochets.
7. Le procédé selon la revendication 1, dans lequel le carter comprend des crochets de fixation pour soutenir au moins un distributeur de turbine, dans lequel les crochets sont fabriqués préalablement au moulage de l'enveloppe, et dans

lequel les crochets sont ensuite fixés sur une face interne de l'enveloppe, tournés vers l'intérieur du carter.

8. Le procédé selon la revendication 7, dans lequel les crochets sont solidarités à l'enveloppe par soudage-diffusion, lors du frittage de la poudre, les crochets et l'enveloppe étant faits de matériaux compatibles d'un point de vue du soudage-diffusion.

9. Le procédé selon la revendication 1, dans lequel les parties de moules sont réalisées en matériaux solubles, et dans lequel les parties de moules sont éliminées par dissolution.

10 10. Le procédé selon la revendication 1, dans lequel ledit matériau soluble est choisi en acier doux, et dans lequel un acide nitrique est utilisé comme solvant pour éliminer lesdits noyaux.

11. Le procédé selon la revendication 4, dans lequel la seconde extrémité d'au moins un des pions est filetée pour permettre de fixer audit pion une extrémité d'une conduite d'alimentation en air de refroidissement.

12. Le procédé selon la revendication 1, dans lequel quelques uns des pions présentent un filetage intérieur ou extérieur pour permettre de fixer audit pion des outils servant à la mise en place desdits pions.

20 13. Le procédé selon la revendication 1, dans lequel l'élimination des noyaux est réalisée par dissolution desdits noyaux avec un solvant qui passe à travers les première et seconde extrémités de chaque pion tubulaire.

14. Le procédé selon la revendication 2, dans lequel l'élimination des noyaux est réalisée par dissolution des noyaux avec un solvant qui passe à travers les première et seconde extrémités de chaque pion tubulaire.

15. Le procédé selon la revendication 14, dans lequel l'élimination des inserts est réalisée par dissolution desdits inserts avec le solvant de façon à relier lesdits espaces libres, et dans lequel la dissolution des inserts avec le solvant est réalisée lors de l'élimination des noyaux avec le solvant.

16. Le procédé selon la revendication 15, dans lequel les pions tubulaires sont reliés à une conduite d'alimentation d'air frais, dans lequel la dissolution des noyaux est réalisée de façon à former plusieurs entrées d'air qui sont reliées à ladite conduite d'alimentation d'air frais et sont réparties le long de l'enveloppe, et dans lequel la dissolution des noyaux et des inserts est réalisée en passant le solvant à travers un chemin de solvant qui correspond à un chemin de circulation d'air incluant lesdites entrées d'air, le chemin de circulation d'air formant un chemin pour faire circuler l'air depuis ladite conduite d'alimentation d'air frais pour refroidir l'enveloppe durant un fonctionnement de la turbine qui comprend ladite enveloppe.

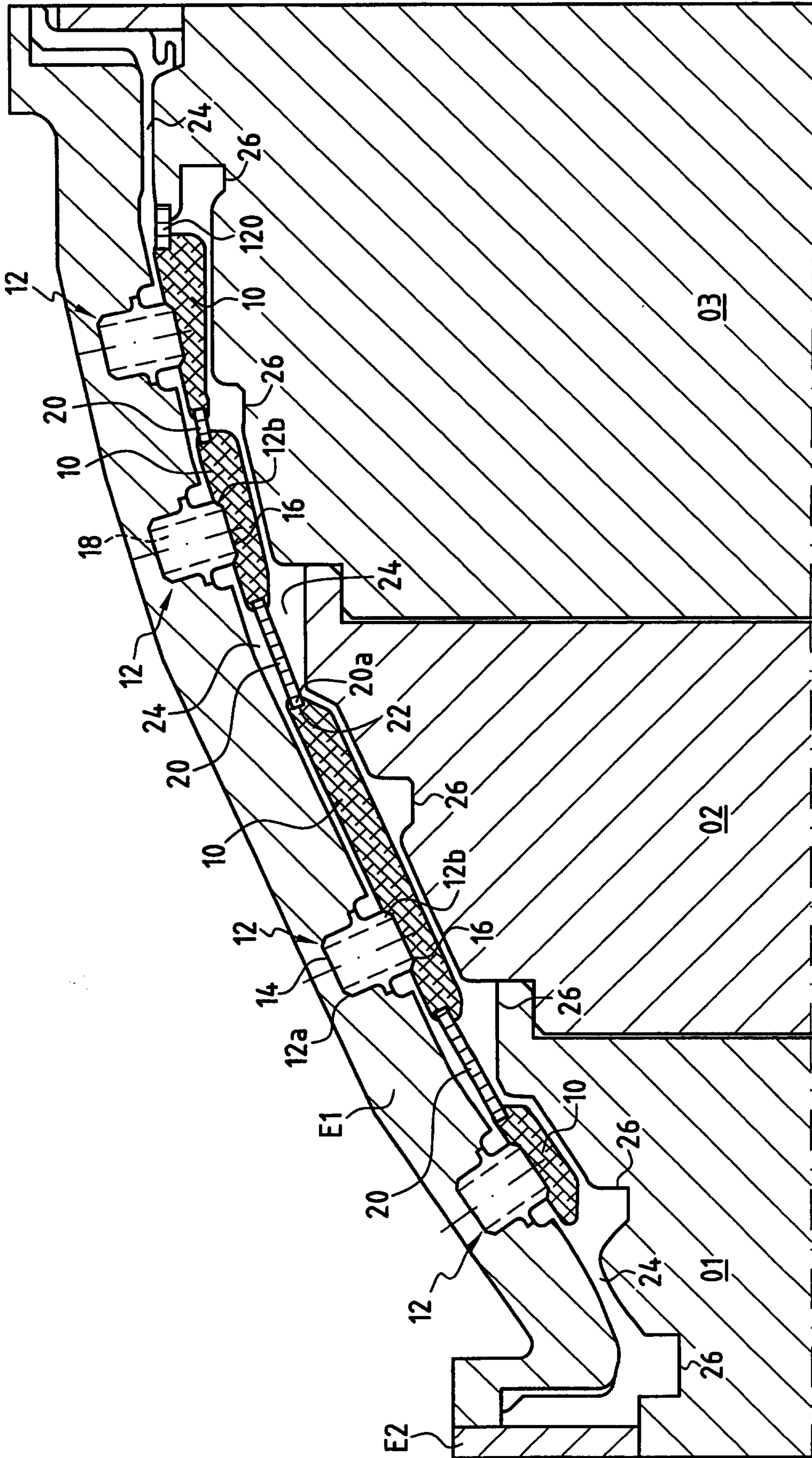


FIG. 1

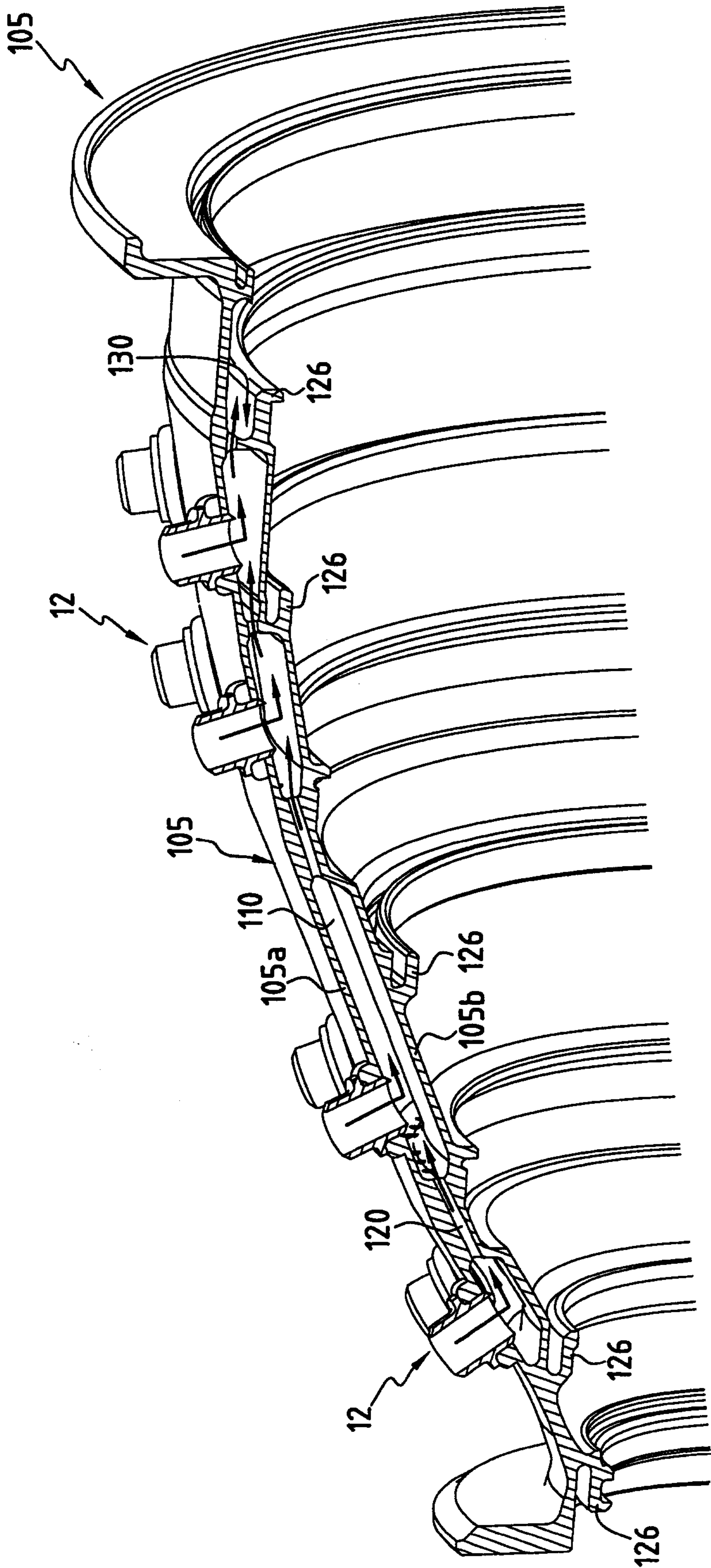


FIG.2

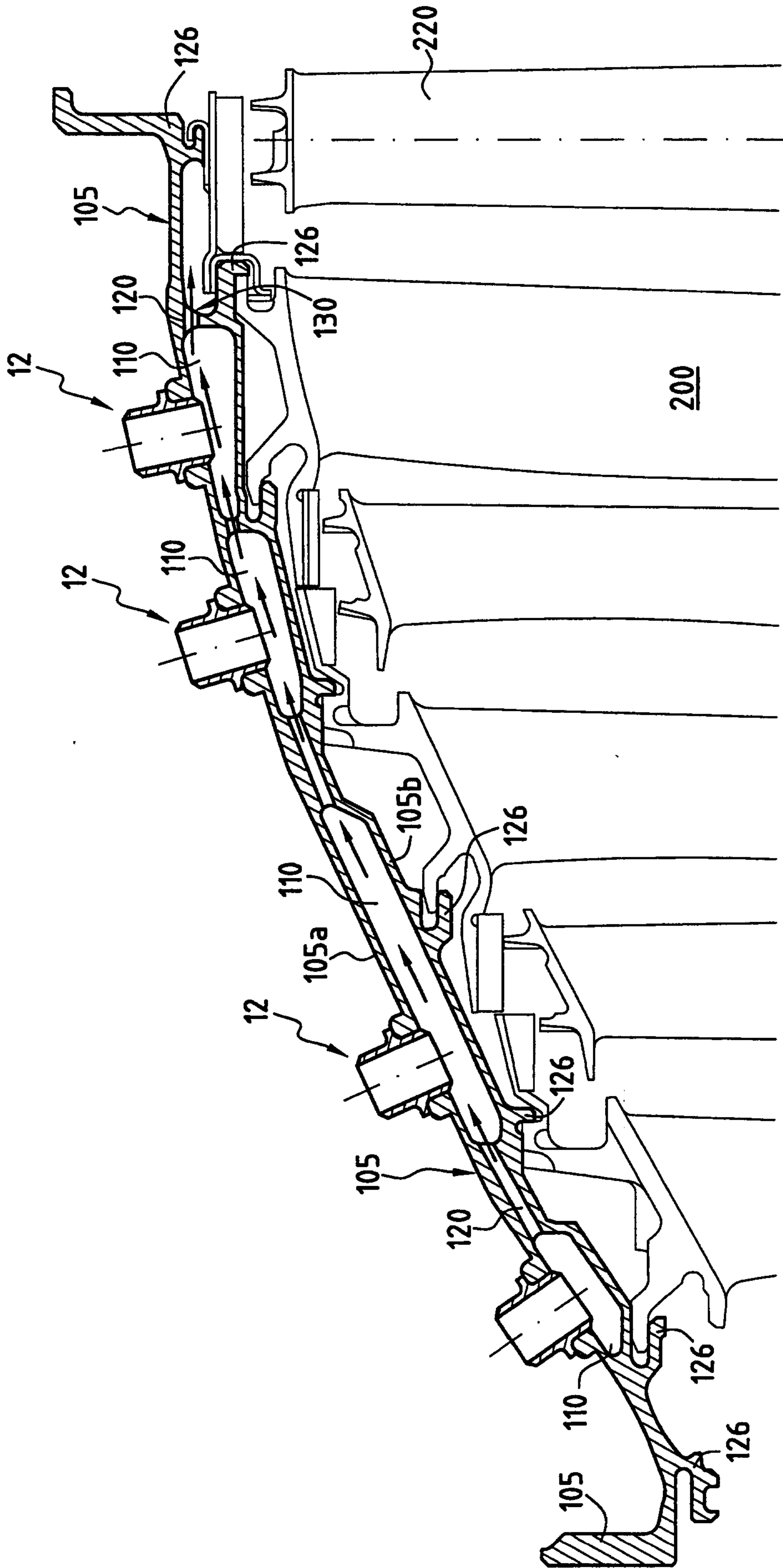


FIG. 3

