



(11)

EP 1 739 282 B1

(12)

FASCICULE DE BREVET EUROPEEN

(45) Date de publication et mention
de la délivrance du brevet:
03.01.2018 Bulletin 2018/01

(51) Int Cl.:
C22C 49/00 (2006.01) **F04D 29/32** (2006.01)
F01D 5/28 (2006.01) **F04D 29/02** (2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **06116258.2**

(22) Date de dépôt: **28.06.2006**

(54) **Rotor de turbomachine comprenant au moins un disque renforcé par un anneau composite**

Rotor einer Turbomaschine mit einer mittels einem Faserverbundring verstärkten Rotorscheibe

Rotor of a turbomachine comprising a disk reinforced by a composite ring

(84) Etats contractants désignés:
DE FR GB

(30) Priorité: **29.06.2005 FR 0506629**

(43) Date de publication de la demande:
03.01.2007 Bulletin 2007/01

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

(72) Inventeurs:
• **AUMONT, Caroline**
75012, PARIS (FR)
• **CHATEL, Sandrine**
77000, VAUX LE PENIL (FR)
• **DAMBRINE, Bruno**
77820, LE CHATELET EN BRIE (FR)
• **ESCURE, Didier**
77176, NANDY (FR)
• **FROMENTIN, Jean-François**
77240, CESSON LA FORET (FR)
• **GUEDOU, Jean-Yves**
77350, LE MEE SUR SEINE (FR)

• **MOLLIEX, Ludovic**
91800, BRUNOY (FR)
• **ROUSSELIN, Stéphane**
77850, HERICY (FR)

(74) Mandataire: **Intès, Didier Gérard André et al**
Cabinet Beau de Loménie
158 rue de l'Université
75340 Paris Cedex 07 (FR)

(56) Documents cités:
WO-A-2005/065002 DE-U- 7 033 020
FR-A- 2 874 232 US-A- 4 782 992
US-A- 4 919 594 US-A- 5 305 520
US-A- 5 470 524

• **HIROSE A ET AL: "JOINING PROCESSES FOR
STRUCTURAL APPLICATIONS OF CONTINUOUS
FIBER REINFORCED MMCS" KEY ENGINEERING
MATERIALS, AEDERMANNSDORF, CH, vol.
104-107, no. PART 2, 1995, pages 853-872,
XP009041009**

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).

EP 1 739 282 B1

Description

[0001] L'invention se rapporte à un disque de rotor de turbomachine. Le document US 2003/0233822 décrit un rotor du genre mentionné ci-dessus comportant au moins un disque muni, à sa partie radialement la plus interne, d'un anneau composite. Un tel anneau peut par exemple être constitué d'un fil résistant bobiné (tel que du carbure de silicium) englobé dans une matrice métallique. Par exemple, il est connu de fabriquer un tel anneau en enrobant en continu un fil de carbure de silicium d'une enveloppe de titane et en formant une bobine à partir d'un tel fil enrobé.

[0002] Selon le document indiqué ci-dessus, différents types d'assemblage entre l'anneau et le disque sont envisagés. Certains impliquent de donner une forme particulière à la partie radialement la plus interne du disque, pour servir de socle à l'anneau, fixé latéralement. Dans tous les cas, le montage implique que le métal du disque et celui de la matrice de l'anneau soient identiques.

[0003] Par ailleurs, US A 5 305 520 décrit un disque de rotor incorporant un anneau composite où ledit anneau est inséré dans une cavité créée entre deux parties interne et externe du disque.

[0004] L'invention concerne un perfectionnement permettant une meilleure intégration de l'anneau à la structure du disque.

[0005] Plus particulièrement, l'invention concerne un disque de rotor selon l'objet de la revendication indépendante 1. Un tel "moyeu" se trouve classiquement à la partie radialement la plus interne du disque.

[0006] Cette intégration de l'anneau à l'intérieur du "moyeu" du disque est avantageuse car il n'est plus nécessaire que la matrice métallique de l'anneau soit du même métal que le disque.

[0007] En effet, pour de hautes températures, il est nécessaire de réaliser le disque dans un alliage à base de nickel. Par ailleurs, on ne peut envisager actuellement de réaliser l'anneau composite avec une matrice à base de nickel. L'invention permet notamment de surmonter cette difficulté puisqu'il suffit d'insérer l'anneau dans la cavité annulaire ménagée à cet effet et refermer celle-ci.

[0008] L'invention concerne également un procédé de réalisation d'un disque de rotor métallique présentant une partie élargie en forme de moyeu, caractérisé en ce qu'il consiste

- à creuser une gorge annulaire dans ladite partie élargie, ladite gorge étant centrée sur l'axe de rotation dudit disque et débouchant latéralement d'un côté de celui-ci,
- à fabriquer séparément, de façon connue en soi, un anneau en matériau composite aux dimensions de ladite gorge,
- à mettre en place ledit anneau dans ladite gorge ; et
- à refermer ladite gorge au moyen d'une plaque métallique annulaire la plaque refermant la gorge en s'ajustant le long des bords intérieur et extérieur de

celle-ci et à la fixer à ladite partie élargie.

[0009] Il est aussi possible de procéder à une brasure de l'anneau à l'intérieur de la gorge, au moyen d'un matériau de brasage approprié, compatible avec les deux métaux et se présentant par exemple sous forme de poudre. La poudre est introduite dans la cavité avec l'anneau et la brasure peut se faire automatiquement au cours d'une opération ultérieure de compactage isostatique à chaud dudit disque.

[0010] Pour ce qui concerne l'assemblage de la plaque annulaire, on peut de préférence souder cette plaque à ladite partie élargie. La soudure peut avantageusement être du type faisant usage d'un faisceau électronique sous-vide.

[0011] En ce qui concerne l'anneau lui-même, il pourra être réalisé sous forme d'une bobine d'un fil de carbure de silicium enrobé dans une base métallique. Cette base métallique est par exemple un alliage de titane. On peut aussi remplacer le fil de carbure de silicium par un fil d'alumine.

[0012] La fixation de la plaque annulaire peut être suivie d'une opération de compactage isostatique à chaud dudit disque. Entre autres avantages, ce traitement opère une distribution de contraintes dans la soudure entre ladite partie élargie et la plaque annulaire, ce qui améliore la fermeture de la gorge.

[0013] On termine la pièce par un usinage de finition classique.

[0014] A titre d'exemple, l'anneau en matériau composite peut être réalisé en bobinant un fil de carbure de silicium, en englobant ce fil dans un alliage à base de titane. L'alliage « Ti6242 » convient jusqu'à une température d'utilisation de l'ordre de 450°C.

[0015] La partie composite ainsi réalisée offre des caractéristiques mécaniques nettement supérieures à celles du matériau métallique de base. Cet anneau peut être intégré dans la cavité annulaire ménagée dans ladite partie élargie en forme de moyeu. Le disque peut être réalisé dans un alliage à base de nickel (INCO 718, par exemple).

[0016] L'invention permet de placer l'anneau composite le plus près possible de l'axe de rotation pour optimiser son efficacité. Comme l'anneau est placé à faible rayon, la température maximum atteint par celui-ci est inférieure à 300°C alors que la température de la jante (au niveau de la veine) est supérieure à 600°C.

[0017] Par exemple, on a pu comparer les caractéristiques obtenues avec l'invention pour la conception d'un disque de l'étage 5 d'un compresseur basse pression d'un turboréacteur, comprenant un anneau composite tel que décrit ci-dessus intégré dans une partie élargie en « INCO718 ». La masse du disque avec anneau composite est de 75 kg au lieu de 137 kg pour un disque entièrement métallique.

[0018] Plus généralement, il est possible d'installer un anneau composite à matrice X dans la cavité d'un disque d'une matière Y sous réserve de la compatibilité entre

les matériaux. Si besoin une enveloppe en matériau Z, différente de X et Y, peut être intercalée autour de l'anneau composite pour assurer la compatibilité entre couples respectifs X-Z et Z-Y.

[0019] L'invention sera mieux comprise et d'autres avantages de celle-ci apparaîtront mieux à la lumière de la description qui va suivre, donnée uniquement à titre d'exemple et faite en référence aux dessins annexés dans lesquels :

- la figure 1 est une demi coupe partielle d'un compresseur basse pression pour turboréacteur, comprenant un rotor selon l'invention ;
- la figure 2 est une vue schématique en coupe radiale d'un disque de rotor susceptible de faire l'objet du perfectionnement selon l'invention ; et
- les figures 3 à 5 illustrent trois étapes successives de mise en oeuvre du procédé selon l'invention.

[0020] La figure 1 illustre une partie d'un compresseur 30 comprenant un carter 32, un rotor 34 d'axe de rotation X-X, comportant cinq étages a - e d'aubes mobiles 36a-36e monté à la périphérie d'un moyen 38 constitué de l'assemblage côte à côte de disques 39a-39e.

[0021] Des aubes fixes 40a, 40d sont montées dans la veine 42 entre les étages d'aubes mobiles.

[0022] L'agencement décrit ci-dessus est classique. Le perfectionnement selon l'invention peut s'appliquer à n'importe quel disque, mais préférentiellement à ceux des derniers étages, par exemple d et e, comme représenté.

[0023] Sur la figure 2, on a représenté schématiquement un disque de rotor 11 classique, comprenant principalement une jante 12 portant extérieurement des aubes (non représentée), un voile annulaire 13, encore appelé "toile" relativement mince et une partie élargie 14 en forme de moyeu, se situant aussi près que possible de l'axe de rotation X.

[0024] Selon la technique classique, un tel disque de rotor portant un étage d'aubes mobiles est réalisé dans un même métal, par exemple un alliage de titane ou un alliage de nickel si la température atteinte à ce niveau du rotor le justifie.

[0025] C'est cette structure classique qui est modifiée conformément à l'invention pour y insérer un anneau composite, par exemple en SiC/Ti. Pour ce faire, on définit une cavité annulaire close dans la partie élargie 14.

[0026] Selon une première étape (figure 3) on usine une gorge 16 dans ladite partie élargie 14. L'ouverture de cette gorge s'étend sur une surface latérale perpendiculaire à l'axe de rotation X. Bien entendu, on peut usiner cette gorge dans une ébauche déjà pourvue d'une partie annulaire évidée, l'usinage n'ayant pour effet que de donner à la gorge sa forme et ses dimensions définitives correspondant à celles d'un anneau composite 18 fabriqué séparément, comme indiqué ci-dessus et consistant en un bobinage 19 d'un fil de carbure de silicium noyé dans un alliage 21 à base de titane.

[0027] Une plaque annulaire 20 est par ailleurs découpée ; elle est du même métal que celui du disque. Ses dimensions sont choisies pour qu'elle puisse venir refermer la gorge 16 en s'ajustant le long des bords intérieur et extérieur de celle-ci.

[0028] L'anneau composite 18 est placé (figure 4) dans la gorge 16, éventuellement avec introduction d'une poudre de brasage compatible avec le métal du disque et celui de la matrice de l'anneau.

10 [0029] Puis (figure 5) la plaque annulaire 20 est mise en place pour refermer la cavité et on procède à sa fixation à ladite partie élargie. Comme indiqué précédemment, on peut fixer la plaque annulaire au moyen d'une soudure faisant usage d'un faisceau électronique sous vide.

15 [0030] Les opérations peuvent être complétées par un compactage isostatique à chaud et un usinage final.

20 Revendications

1. Disque de rotor comportant un anneau composite (18) agencé à la partie radialement la plus interne du disque, **caractérisé en ce que** ledit anneau formé séparément est logé dans une cavité annulaire close aménagée dans une partie élargie (14) dudit disque, en forme de moyeu et **en ce que** ladite cavité annulaire est formée par une gorge annulaire (16) usinée dans ladite partie élargie, latéralement d'un côté de celle-ci et refermée par une plaque métallique annulaire (20) après mise en place dudit anneau, la plaque refermant la gorge en s'ajustant le long des bords intérieur et extérieur de celle-ci.
- 25 2. Disque selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** ledit anneau (18) est constitué d'une bobine d'un fil de carbure de silicium enrobé de métal.
3. Disque selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** ledit anneau (18) est constitué d'une bobine d'un fil d'alumine enrobé de métal.
- 40 4. Disque selon la revendication 2 ou 3, **caractérisé en ce que** ledit métal est un alliage à base de titane.
5. Disque selon l'une des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce que** ledit anneau (18) est brasé dans ladite gorge annulaire.
- 50 6. Rotor de turbomachine comportant au moins un disque (11) selon l'une quelconque des revendications 1 à 5.
- 55 7. Procédé de réalisation d'un disque de rotor métallique présentant une partie élargie en forme de moyeu définie dans sa partie radialement la plus interne, **caractérisé en ce qu'il** consiste

- à creuser une gorge annulaire (16) dans ladite partie élargie, ladite gorge étant centrée sur l'axe de rotation dudit disque et débouchant latéralement d'un côté de celui-ci, à fabriquer séparément, de façon connue en soi, un anneau composite (18) aux dimensions de ladite gorge, - à mettre en place ledit anneau dans ladite gorge ; et
- à refermer ladite gorge au moyen d'une plaque métallique annulaire (20), la plaque refermant la gorge en s'ajustant le long des bords intérieur et extérieur de celle-ci et à la fixer à ladite partie élargie.
8. Procédé selon la revendication 7, **caractérisé en ce que** ledit anneau est brasé dans ladite cavité après sa mise en place dans celle-ci.
9. Procédé selon la revendication 7 ou 8, **caractérisé en ce que** ladite plaque est assemblée à ladite partie élargie, par soudure.
10. Procédé selon la revendication 9, **caractérisé en ce que** ladite soudure est du type faisant usage d'un faisceau électronique sous-vide.
11. Procédé selon l'une des revendications 7 à 10, **caractérisé en ce qu'il** comporte en outre, après fixation de ladite plaque annulaire, une opération de compactage isostatique à chaud dudit disque.
4. Scheibe nach Anspruch 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Metall eine Legierung auf Titanbasis ist.
5. Scheibe nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Ring (18) in die Ringnut gelötet ist.
6. Rotor einer Turbomaschine, der wenigstens eine Scheibe (11) nach einem der Ansprüche 1 bis 5 umfasst.
7. Verfahren zur Herstellung einer metallischen Rotor-scheibe, die einen erweiterten, nabenförmigen Teil, welcher in ihrem radial innersten Teil definiert ist, aufweist, **dadurch gekennzeichnet, dass** es darin besteht,
- eine Ringnut (16) in dem erweiterten Teil auszuhehlen, wobei die Nut um die Rotationsachse der Scheibe zentriert ist und auf einer Seite derer seitlich ausmündet,
 - einen Verbundring (18) mit den Abmessungen der Nut auf an sich bekannte Art und Weise getrennt herzustellen,
 - den Ring in der Nut anzubringen und
 - die Nut mittels einer ringförmigen Metallplatte (20) wieder zu verschließen,
- wobei die Platte die Nut unter Anliegen entlang der Innen- und Außenkanten derer wieder verschließt, und sie an dem erweiterten Teil zu befestigen.

Patentansprüche

1. Rotorscheibe, umfassend einen Verbundring (18), der an dem radial innersten Teil der Scheibe angeordnet ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** der getrennt ausgebildete Ring in einem geschlossenen ringförmigen Hohlraum, welcher in einem erweiterten, nabenförmigen Teil (14) der Scheibe eingerichtet ist, aufgenommen ist, und dass der ringförmige Hohlraum durch eine Ringnut (16) gebildet ist, welche in den erweiterten Teil seitlich auf einer Seite dessen gearbeitet ist und durch eine ringförmige Metallplatte (20) nach Anbringen des Rings wieder verschlossen wird, wobei die Platte die Nut unter Anliegen entlang der Innen- und Außenkanten derer wieder verschließt.
2. Scheibe nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Ring (18) von einer Spule aus einem Draht aus Siliziumkarbid, der mit Metall ummantelt ist, gebildet ist.
3. Scheibe nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Ring (18) von einer Spule aus einem Draht aus Aluminiumoxid, der mit Metall ummantelt ist, gebildet ist.
8. Verfahren nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Ring nach seinem Einsetzen in den Hohlraum in diesem verlötet wird.
9. Verfahren nach Anspruch 7 oder 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Platte mit dem erweiterten Teil durch Schweißen verbunden wird.
10. Verfahren nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Schweißen von der Art ist, bei der ein Vakuum-Elektronenstrahl eingesetzt wird.
11. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** es ferner nach dem Befestigen der ringförmigen Platte einen Vorgang zum isostatischen Heißverdichten der Scheibe umfasst.

Claims

1. A rotor disk including a composite ring (18) arranged at the radially innermost portion of the disk, the disk being **characterized in that** said ring, fabricated separately, is housed in a closed annular cavity

formed in an enlarged portion (14) of said disk, in the form of a hub, and **in that** said annular cavity is formed by an annular groove (16) machined in said enlarged portion, laterally on a side thereof, and closed by an annular metal plate (20) after said ring 5 has been put into place, the plate closing the groove by fitting along the inside and outside edges thereof.

annular plate has been secured, an operation of hot isostatic compacting of said disk.

2. A disk according to claim 1, **characterized in that** said ring (18) is constituted by a winding of metal-coated silicon carbide yarn. 10
3. A disk according to claim 1, **characterized in that** said ring (18) is constituted by a coil of metal-coated alumina yarn. 15
4. A disk according to claim 2 or claim 3, **characterized in that** said metal is a titanium-based alloy.
5. A disk according to any one of claims 1 to 4, **characterized in that** said ring (18) is brazed in said annular groove. 20
6. A turbomachine rotor including at least one disk (11) according to any one of claim 1 to 5. 25
7. A method of making a metal rotor disk presenting an enlarged portion in the form of a hub defined in its radially innermost portion, the method being **characterized in that** it consists: 30
 - in forming an annular groove (16) in said enlarged portion, said groove being centered on the axis of rotation of said disk and opening out laterally into one side thereof; 35
 - in fabricating separately in conventional manner a composite ring (18) having the dimensions of said groove;
 - in placing said ring in said groove; and
 - in closing said groove by means of an annular metal plate (20), the plate closing the groove by fitting along the inside and outside edges thereof, and in securing it to said enlarged portion. 40
8. A method according to claim 7, **characterized in that** said ring is brazed in said cavity after it has been put into place therein. 45
9. A method according to claim 7 or claim 8, **characterized in that** said plate is assembled to said enlarged portion by welding. 50
10. A method according to claim 9, **characterized in that** said welding is of the type making use of a beam of electrons in a vacuum. 55
11. A method according to any one of claims 7 to 10, **characterized in that** it further comprises, after said

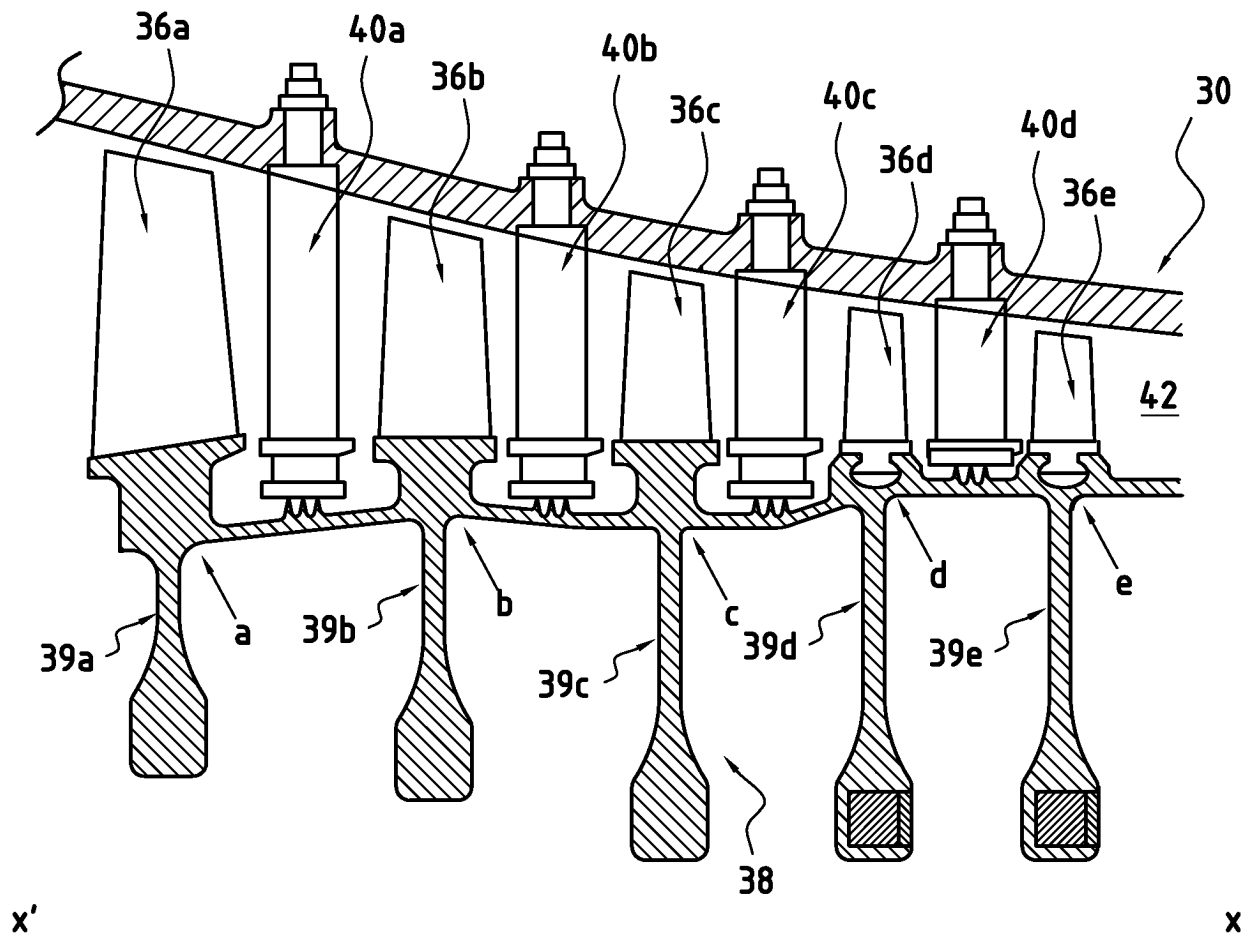


FIG.1

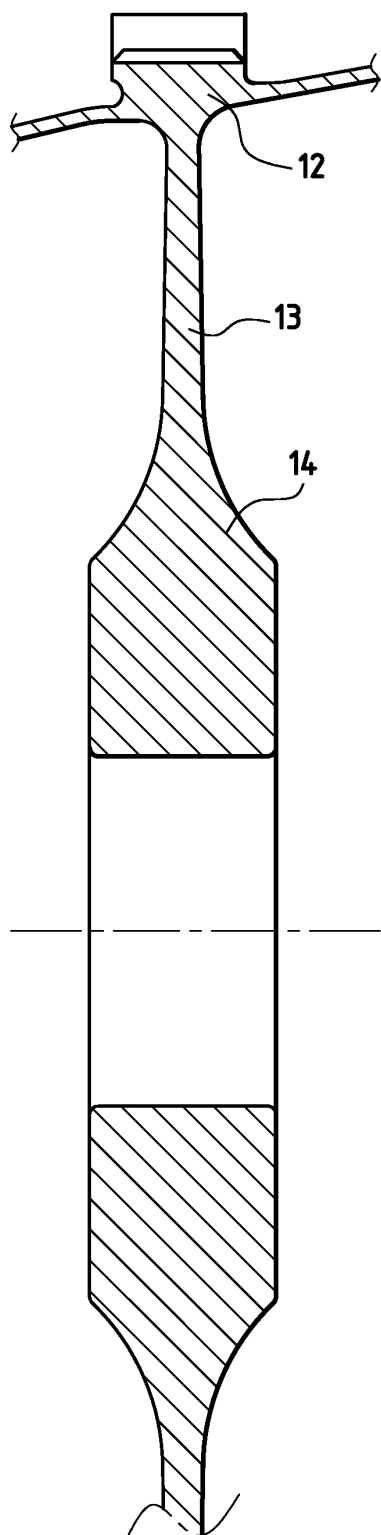


FIG. 2

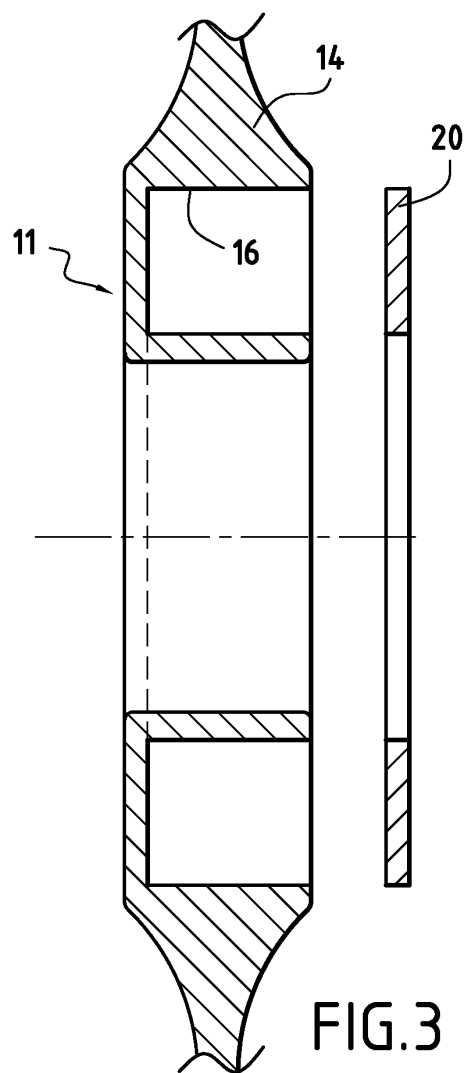


FIG. 3

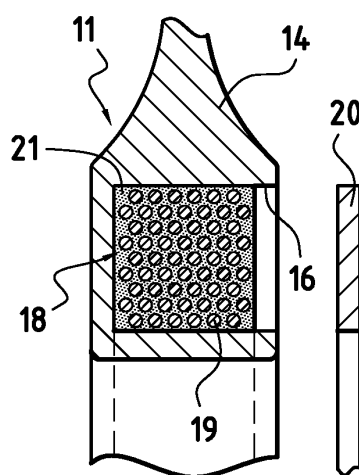


FIG. 4

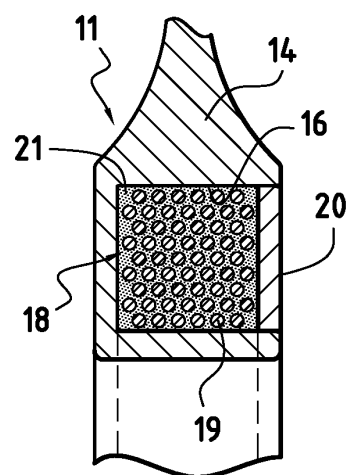


FIG. 5

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

- US 20030233822 A [0001]
- US 5305520 A [0003]