



(11)

EP 1 950 381 B1

(12)

FASCICULE DE BREVET EUROPEEN

(45) Date de publication et mention de la délivrance du brevet:
02.03.2016 Bulletin 2016/09

(51) Int Cl.:
F04D 29/32 (2006.01) **F01D 5/30** (2006.01)
F01D 21/04 (2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **07291632.3**

(22) Date de dépôt: **27.12.2007**

(54) Disque de rotor de soufflante de turbomachine

Rotorscheibe für ein Triebwerksfan

Rotor disc for turbomachine fan

(84) Etats contractants désignés:
DE FR GB

(30) Priorité: **18.01.2007 FR 0700326**

(43) Date de publication de la demande:
30.07.2008 Bulletin 2008/31

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

(72) Inventeur: **Le Hong, Son**
77810 Thomery (FR)

(74) Mandataire: **Ramey, Daniel et al**
Ernest Gutmann - Yves Plasseraud S.A.S.
3, rue Auber
75009 Paris (FR)

(56) Documents cités:
EP-A- 1 048 821 **EP-A- 1 703 079**
GB-A- 2 100 808 **GB-A- 2 380 770**
US-B1- 6 634 863

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

[0001] La présente invention concerne un disque de rotor de soufflante pour turbomachine, telle en particulier qu'un turboréacteur d'avion.

[0002] De façon connue, un disque de rotor de soufflante comprend une pluralité d'aubes montées à sa périphérie et séparées entre elles par des plates-formes fixées sur des brides du disque. Chaque aube est formée d'une pale raccordée à un pied d'aube par l'intermédiaire d'une échasse. Les pieds d'aubes sont engagés dans des rainures sensiblement axiales, formées en périphérie du disque et y sont maintenus radialement par coopération de formes, les pieds d'aube étant par exemple à section transversale en queue d'aronde ou analogue.

[0003] Lors du fonctionnement de la turbomachine, la rupture de la liaison d'une aube avec le disque peut entraîner la destruction des aubes voisines et des plates-formes attenantes. En effet, en cas de perte d'aube de soufflante, celle-ci vient en appui sur l'aube voisine, et l'effort résultant appliqué à cette aube se traduit notamment par une contrainte axiale dirigée de l'aval vers l'amont du fait du calage angulaire de la pale par rapport à la rainure, ce qui a tendance à faire basculer l'aube vers l'amont et à générer une forte contrainte au niveau de la liaison arrière entre le pied d'aube et le disque. Une cassure du pied d'aube ou d'une dent du disque peut ainsi survenir, conduisant à une réaction en chaîne pouvant détruire toutes les aubes de la soufflante ainsi que les plates-formes et endommageant fortement la turbomachine.

[0004] Dans certains types d'aubes, le pied d'aube qui est engagé dans la rainure, est raccordé en aval à un crochet. Des encoches formées radialement de part et d'autre de chaque crochet coopèrent avec un flasque annulaire afin d'assurer le maintien axial des aubes lorsqu'elles sont positionnées dans les rainures du disque. En cas de perte d'aube, ce mode de fixation génère une forte contrainte au niveau de la zone de raccordement de l'échasse avec le crochet et au niveau du raccordement de l'encoche avec le crochet. Comme précédemment, cette contrainte peut engendrer une cassure, au niveau du crochet de l'aube ou au niveau du disque, et entraîner une destruction en chaîne des aubes et des plates-formes.

[0005] Dans la technique actuelle, une rainure axiale d'environ 10 mm de long, débouchant sur l'encoche, est usinée de chaque côté du pied d'aube, pour limiter la contrainte appliquée au niveau de la zone de raccordement de l'échasse avec le crochet et au niveau de la zone de raccordement entre l'encoche et le crochet, en orientant les efforts en amont de l'usinage. Cette rainure, si elle permet de limiter les efforts au niveau du crochet, présente néanmoins l'inconvénient de générer un pic de contrainte à son extrémité amont ce qui engendre une usure importante du pied d'aube et du disque et limite ainsi leur durée de vie. Plusieurs solutions ont été envisagées pour limiter l'usure de ces pièces et ont consisté

à former un détalonnage à l'extrémité amont de l'usinage, ou à placer un clinquant entre l'aube et le disque. Cependant, ces moyens ne permettent pas de résoudre de manière satisfaisante le problème d'usure tout en limitant la contrainte appliquée au crochet de l'aube et transmise aux plates-formes.

[0006] Le document GB-A-2100808, décrit une aube de soufflante comprenant un pied en queue d'aronde engagé dans une rainure d'un disque. Le pied de l'aube comporte à son extrémité aval des moyens de renfort permettant de le rigidifier. En cas de perte d'aube, l'énergie du choc est transmise au disque et les zones du disque situées radialement à l'extérieur de la rainure vont se déformer élastiquement ou plastiquement.

[0007] Le document GB-A-23800770, décrit une aube de turbine engagée dans une rainure d'un disque lequel comprend des cavités situées radialement à l'extérieur des rainures. Les cavités sont ouvertes latéralement et débouchent à l'intérieur des rainures. La forme des cavités est optimisée pour éviter la formation de pics de contraintes dus aux efforts en vol des pieds d'aubes sur la rainure du disque. Ces cavités sont également aptes à se déformer en cas de perte d'aube.

[0008] Le document US-B1-6634863, décrit un disque de soufflante comportant à sa périphérie une pluralité de rainures dans lesquelles sont engagées axialement les pieds d'aube. Chaque pied d'aube comprend des surfaces en contact avec des surfaces correspondantes de la rainure du disque. La rainure comprend des renflements permettant de réduire les contraintes en vol du pied d'aube sur la rainure au niveau des surfaces de contact.

[0009] L'invention a notamment pour but d'apporter une solution simple, économique et efficace à ces différents problèmes.

[0010] Elle propose à cet effet une turbomachine comprenant un disque de rotor de soufflante pour turbomachine, comportant en périphérie des rainures sensiblement axiales destinées au montage et à la retenue radiale de pieds d'aubes, le disque comprenant des zones déformables en cas de perte d'aube formées par des cavités situées à l'extrémité aval des rainures, caractérisé en ce que les cavités sont formées dans des brides destinées à l'accrochage de plates-formes inter-aubes, ces brides s'étendant dans le prolongement des parois latérales des rainures.

[0011] En cas de perte d'aube, les contraintes exercées par les pieds d'aube sur le disque sont maximales à l'extrémité aval du disque et induisent une déformation locale plastique des cavités situées au niveau des brides d'accrochage des plates-formes inter-aubes, ce qui limite le niveau de contrainte appliquée au disque ainsi qu'aux plates-formes inter-aubes. Les aubes et les plates-formes peuvent ainsi être maintenues en position durant le temps nécessaire à l'arrêt du moteur, ce qui évite ainsi d'importants endommagements de la turbomachine.

[0012] Les aubes du disque de rotor selon l'invention ne nécessitent plus un usinage axial permettant la dé-

vation des efforts. On supprime ainsi les phénomènes d'usure du disque et de l'aube dus à cet usinage tout en limitant les contraintes appliquées aux crochets et transmises aux plates-formes, grâce aux cavités réalisées dans les brides d'accrochage de plates-formes inter-aubes.

[0013] Selon une autre caractéristique de l'invention, les cavités sont formées par usinage.

[0014] Avantageusement, les cavités sont orientées axialement et sont de forme tubulaire à fond fermé.

[0015] Dans une réalisation de l'invention, les cavités sont formées par perçage ou fraisage.

[0016] Dans une autre variante de l'invention, les cavités sont ouvertes latéralement et débouchent à l'intérieur des rainures.

[0017] L'invention concerne également une turbomachine, telle qu'un turboréacteur d'avion, caractérisée en ce qu'elle comprend un disque de rotor de soufflante du type décrit ci-dessus.

[0018] D'autres avantages et caractéristiques de l'invention apparaîtront à la lecture de la description suivante faite à titre d'exemple non limitatif et en référence aux dessins annexés dans lesquels :

- la figure 1 est une vue partielle en perspective d'un disque selon l'invention ;
- la figure 2 est une vue en perspective de la partie aval d'un pied d'aube de soufflante selon la technique antérieure ;
- la figure 3 est une vue schématique en perspective d'un premier mode de réalisation d'un disque de rotor selon l'invention ;
- la figure 4 est une vue schématique en perspective d'un deuxième mode de réalisation d'un disque de rotor selon l'invention ;
- la figure 5 est une vue schématique en perspective d'un troisième mode de réalisation d'un disque de rotor selon l'invention.

[0019] On se réfère tout d'abord à la figure 1, représentant un disque 10 de soufflante portant une aube 12 ainsi qu'à la figure 2 qui représente la partie aval radialement interne d'une aube selon la technique antérieure.

[0020] Une aube est formée d'une pale 14 raccordée à un pied d'aube 20 par l'intermédiaire d'une échasse 18. Le disque 10 comporte une pluralité de rainures 22 sensiblement axiales réparties régulièrement à sa périphérie externe et dans lesquelles sont engagées les aubes 12. Des plates-formes (non représentées) sont disposées entre les aubes et servent à orienter le flux d'air en entrée de la turbomachine. Le pied d'aube 20 en forme de queue d'aronde ou analogue coopère avec la rainure 22 afin d'assurer la retenue radiale de l'aube (12) sur le disque 10 de rotor. Dans le prolongement aval du pied d'aube 20 du disque 10 est formé un crochet 24 comprenant une encoche 26 radiale sur chacune de ses faces latérales. Ces encoches coopèrent avec un flasque annulaire 28 pour bloquer axialement le pied 20 de l'aube 12 dans la rainure 22 du disque 10.

[0021] Lors du fonctionnement de la turbomachine, les zones de raccordement échasse/crochet 30 et encoche/crochet 32 sont fortement sollicitées. En cas de perte d'aube, le contact radial de l'aube désolidarisée du disque avec l'aube voisine se traduit du fait de la fixation de l'aube dans une rainure par une contrainte supplémentaire dans les zones de raccordement échasse/crochet 30 et encoche/crochet 32. Des lors, la contrainte appliquée à l'arrière de l'aube fragilise le crochet 24, ce qui peut entraîner sa rupture. Une telle contrainte peut également endommager le disque et donc les plates-formes inter-aubes qui y sont fixées. La rupture de la liaison avec le disque d'une deuxième aube peut entraîner une réaction en chaîne conduisant à la destruction complète des aubes de soufflante et des plates-formes attenantes, conduisant à un important endommagement de la turbomachine. Il est donc impératif de maintenir les aubes en position dans leurs rainures ainsi que les plates-formes sur les brides d'accrochage du disque en cas de perte d'aubes.

[0022] Dans la technique connue, représentée en figure 2, un usinage axial 38 est réalisé de chaque côté du crochet 24, et débouche sur l'encoche 26. L'usinage axial 38 permet de déporter les efforts, représentés en flèches pointillées, au-delà de l'usinage ce qui réduit les contraintes appliquées au crochet, les efforts en l'absence d'usinage étant représentés en flèches pleines. Les contraintes appliquées au crochet sont ainsi limitées et l'aube bénéficie d'une meilleure tenue. Cependant, ce type de solution n'est pas satisfaisant puisqu'une forte contrainte est générée à l'extrémité amont de l'usinage 38, ce qui engendre une usure importante du pied d'aube et du disque.

[0023] L'invention propose, pour supprimer ce phénomène d'usure tout en limitant la contrainte appliquée à la liaison de l'aube avec le disque et transmise aux plates-formes, de former des zones déformables 34 dans le disque 10 situées radialement à l'extérieur des rainures 22, au niveau des crochets des pieds d'aube.

[0024] Comme représenté aux figures 3, 4 et 5, des zones déformables 34 sont formées par des cavités 34 réalisées dans des brides d'accrochage 36 de plates-formes inter-aubes (non représentées), et sont fixées sur des brides 36 s'étendant sensiblement dans le prolongement des parois latérales des rainures 22 (figure 3 à 5).

[0025] En figures 3 et 4 sont représentés deux premiers modes de réalisation de l'invention dans lesquels les cavités 34 sont orientées axialement et sont de forme tubulaires à fond fermé.

[0026] Dans un troisième mode de réalisation de l'invention, représenté en figure 5, les cavités 34 sont ouvertes latéralement et débouchent à l'intérieur des rainures.

[0027] Dans ces différents modes de réalisation, la cavité a par exemple un diamètre de l'ordre de 6 à 9 mm, l'épaisseur de la paroi de la cavité est comprise entre 0 et 3 mm, la profondeur étant d'environ 20 mm. Ces valeurs sont données à titre indicatif pour un disque 10 de rotor de diamètre extérieur de l'ordre de 200 mm.

[0028] Ces cavités peuvent être réalisées par des techniques d'usinage simples et rapides telles que le perçage ou bien le fraisage.

[0029] L'intégration de cavités 34 dans les brides 36 d'accrochage des plates-formes inter-aubes autorise la déformation plastique de ces cavités en cas de perte d'aube. Les efforts en sortie de portée d'aube sont orientés vers les cavités 34. Ainsi la contrainte appliquée au crochet arrière est plus faible, ce qui évite la rupture du crochet et permet à l'aube de rester en position dans sa rainure et aux plates-formes attenantes de rester fixées sur les brides 36 du disque 10 jusqu'à l'arrêt de la turbomachine. De plus, en fonctionnement normal, la durée de vie n'est plus limitée par les phénomènes d'usures dus à un usinage axial dans le pied d'aube 20, celui-ci n'étant plus nécessaire.

[0030] Si l'invention précédemment décrite est particulièrement intéressante dans le cas d'une utilisation combinée avec des aubes 12 à crochets 24, elle n'est cependant pas limitée à ce type d'application et peut être utilisée avec tous les autres types d'aubes 12 de soufflante.

Revendications

1. Disque (10) de rotor de soufflante pour turbomachine, comportant en périphérie des rainures (22) sensiblement axiales destinées au montage et à la retenue radiale de pieds d'aubes (20), le disque comprenant des zones déformables en cas de perte d'aube formées par des cavités (34) situées à l'extrémité aval des rainures (22), **caractérisé en ce que** les cavités (34) sont formées dans des brides destinées à l'accrochage (32) de plates-formes inter-aubes, ces brides s'étendant dans le prolongement des parois latérales des rainures.
2. Disque selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** les cavités (34) sont formées par usinage.
3. Disque selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** les cavités (34) sont orientées axialement et sont de forme tubulaire à fond fermé.
4. Disque selon l'une des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** les cavités (34) sont formées par perçage ou par fraisage.
5. Disque selon l'une des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce que** les cavités (34) sont ouvertes latéralement et débouchent à l'intérieur des rainures (22).
6. Turbomachine, telle qu'un turboréacteur d'avion, **caractérisée en ce qu'elle comprend** un disque (10) de rotor de soufflante selon l'une des revendications précédentes.

Patentansprüche

1. Rotorscheibe (10) für den Fan einer Turbomaschine bzw. eines Turbotriebwerks, mit am Umfang vorhandenen Nuten (22), die im Wesentlichen axial verlaufen und für die Lagerung und den radialen Halt von Schaufelfüßen (20) bestimmt sind, wobei die Scheibe Bereiche aufweist, die bei Schaufelverlust verformbar sind und von Hohlräumen (34) gebildet werden, die am stromabwärtigen Ende der Nuten (22) liegen, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Hohlräume (34) in Flanschen ausgebildet sind, die zum Verhaken (32) von Zwischenschaufel-Plattformen bestimmt sind, wobei diese Flansche sich in der Verlängerung der Seitenwände der Nuten erstrecken.
 2. Scheibe nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Hohlräume (34) durch spanende Bearbeitung ausgebildet sind.
 3. Scheibe nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Hohlräume (34) axial ausgerichtet sind und in Rohrform mit verschlossenem Boden vorliegen.
 4. Scheibe nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Hohlräume (34) durch Bohren oder durch Fräsen hergestellt sind.
 5. Scheibe nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Hohlräume (34) seitlich offen sind und innerhalb der Nuten (22) ausmünden.
 6. Turbomaschine bzw. Turbotriebwerk, wie etwa Turbostrahltriebwerk für Flugzeuge, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie bzw. es eine Fan-Rotorscheibe (10) nach einem der vorangehenden Ansprüche aufweist.
- #### Claims
1. A rotor disk (10) for a fan in a turbomachine, comprising in its periphery a plurality of substantially axial grooves (22) for the installation and retention of vane roots (20) having hooks at their downstream ends, deformable regions formed by cavities (34) being situated at the downstream end of the grooves (22), **characterized in that** the cavities (34) are formed in attachment (32) flanges for inter-vane platforms, these flanges extending substantially in line with the side walls of the grooves 22.
 2. The disk as claimed in claim 1, **characterized in that** the cavities (34) are machined out.
 3. The disk as claimed in claim 1 or 2, characterize in that the cavities (34) are oriented axially and are tu-

bular with closed bottoms.

4. The disk as claimed in claim 1 to 3, **characterized in that** the cavities (34) are formed by drilling or milling. 5

5. The disk as claimed in claim 1 to 4, **characterized in that** the cavities (34) are open laterally and lead into the grooves (22). 10

6. A turbomachine, such as an aircraft turbojet, **characterized in that** it comprises a fan rotor disk (10) according to any preceding claim. 15

15

20

25

30

35

40

45

50

55

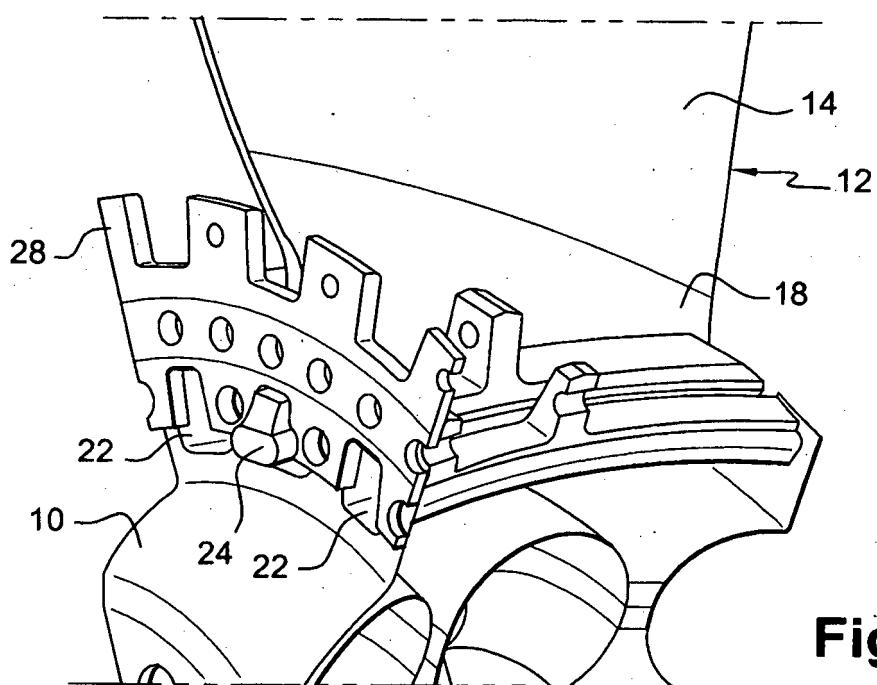


Fig. 1

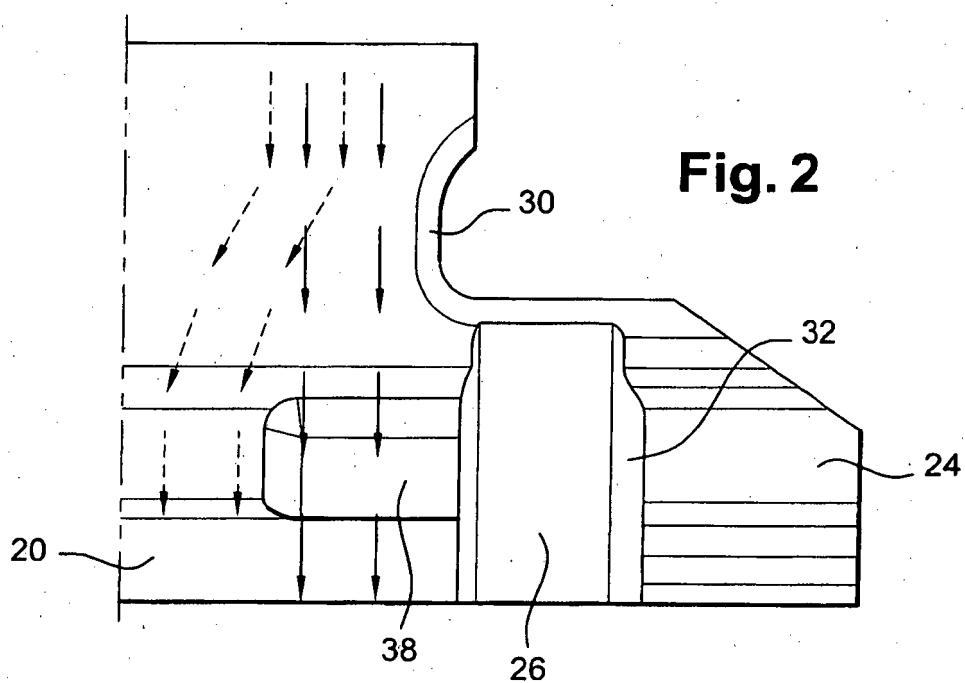


Fig. 2

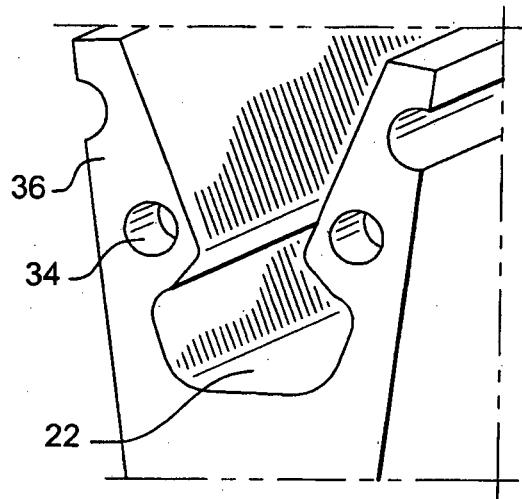


Fig. 3

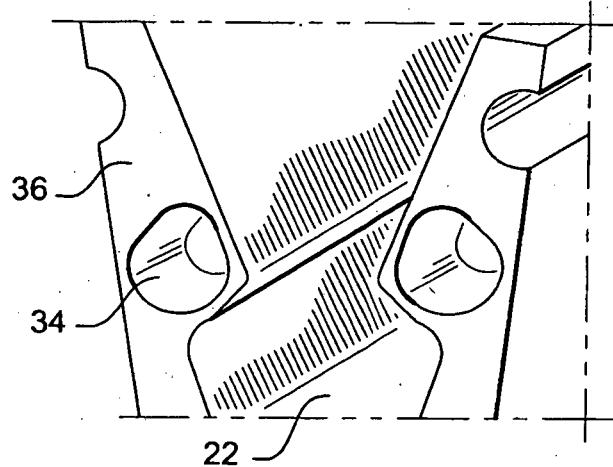


Fig. 4

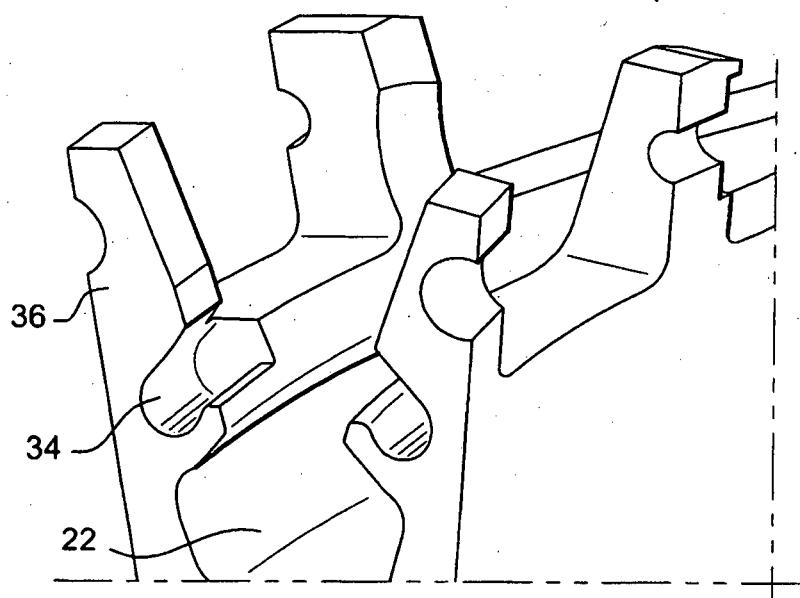


Fig. 5

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

- GB 2100808 A [0006]
- GB 23800770 A [0007]
- US 6634863 B1 [0008]