



(11) **EP 2 323 807 B1**

(12) **FASCICULE DE BREVET EUROPEEN**

(45) Date de publication et mention
de la délivrance du brevet:
25.06.2014 Bulletin 2014/26

(51) Int Cl.:
F04D 29/02 ^(2006.01) **F04D 29/32** ^(2006.01)
B24B 31/00 ^(2006.01) **F01D 5/00** ^(2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **09809337.0**

(86) Numéro de dépôt international:
PCT/EP2009/061004

(22) Date de dépôt: **26.08.2009**

(87) Numéro de publication internationale:
WO 2010/023226 (04.03.2010 Gazette 2010/09)

(54) **PROCÉDÉ DE POLISSAGE DE DISQUES MUNIS D'UN AUBAGE POUR TURBOMACHINE ET DISPOSITIF DE POLISSAGE**

VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUM POLIEREN VON SCHAUFELRÄDERN FÜR
TURBOMASCHINEN

METHOD OF POLISHING BLADED DISKS (BLISKS) FOR A TURBOMACHINE AND POLISHING
DEVICE

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

(30) Priorité: **29.08.2008 FR 0855808**

(43) Date de publication de la demande:
25.05.2011 Bulletin 2011/21

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

(72) Inventeurs:
• **BAUDIMONT, Cyrille
F-91310 Montlhery (FR)**
• **CHABOT, Jean-François, Laurent
F-77000 Melun (FR)**

(74) Mandataire: **Ilgart, Jean-Christophe et al
Brevaalex
95, rue d'Amsterdam
F-75378 Paris Cedex 8 (FR)**

(56) Documents cités:
EP-A- 1 177 857 EP-A- 1 731 262
JP-A- 63 109 973 US-A1- 2006 246 825

EP 2 323 807 B1

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

Description

DOMAINE TECHNIQUE ET ART ANTÉRIEUR

[0001] La présente invention se rapporte principalement à un procédé de polissage de disques munis d'un aubage et comportant une veine aérodynamique pour turbomachines, plus particulièrement à un procédé de polissage de rouets centrifuges pour compresseur de turbomachine et de disques aubagés monoblocs, et à un dispositif de polissage pour la mise en oeuvre d'un tel procédé.

[0002] Les turbomachines comportent classiquement un compresseur, une chambre de compression et une turbine.

[0003] Le compresseur est destiné à augmenter la pression de l'air atmosphérique, la chambre de combustion mélange l'air qui est comprimé par le compresseur avec du carburant et brûle ce mélange, et la turbine, placée dans le flux éjecté, est entraînée par ce flux d'air très chaud. Elle sert à entraîner le compresseur par l'intermédiaire de l'axe de la turbomachine.

[0004] Le compresseur comporte des rotors, lesdits rotors comportant des disques aubagés, appelés pour certains d'entre eux des rouets centrifuges, et des stators. Un rouet centrifuge, désigné par la suite rouet, comporte un corps sensiblement tronconique et des pales réparties sur toute la surface du corps.

[0005] Ces pales délimitent deux à deux avec le corps tronconique, une veine d'écoulement d'air en forme de portion d'hélice.

[0006] Un rouet centrifuge présente donc une forme complexe.

[0007] Ce rouet est, pour certaines applications, taillé directement dans la masse, par exemple dans un bloc en alliage de titane ou de nickel. Un tel rouet peut également être obtenu par fonderie, par prototypage rapide ou par voie électrochimique.

[0008] En outre, du fait de la fonction aérodynamique que doivent remplir les rouets centrifuges, l'état de surface du rouet, plus spécialement de la surface du corps tronconique formant le fond de la veine le long de laquelle s'écoule l'air, et celui des pales, revêtent une grande importance et un soin tout particulier est apporté à leur réalisation.

[0009] Pour satisfaire aux conditions aérodynamiques de l'air s'écoulant sur le rouet, le critère de rugosité Ra ne doit pas dépasser 0,6 μm (Ra est une valeur statistique et correspond à l'écart moyen arithmétique par rapport à la ligne moyenne ; Rt est la hauteur maximale des crêtes). Or cette valeur de rugosité ne peut être obtenue directement par usinage, par fonderie ou par une autre technique de réalisation du rouet. Une étape de polissage est donc nécessaire afin d'atteindre la qualité de surface exigée.

[0010] Il existe plusieurs techniques pour polir de telles pièces.

[0011] Le polissage peut être effectué manuellement

à l'aide de bandes abrasives. Cette technique présente l'avantage de permettre le polissage de pièces de formes complexes. Cependant, ce polissage est très long, il est donc coûteux en main d'oeuvre. Par ailleurs, sa qualité dépend entièrement de l'opérateur qui effectue ce polissage.

[0012] Des machines, telles que celles décrites dans le brevet US 2 547 056 peuvent être utilisées, cependant elles sont de structures très complexes et ne permettent pas le polissage de pièces de formes complexes.

[0013] Le document JP-A-63109973 décrit un procédé de polissage d'un disque muni d'un aubage, l'aubage comportant une pluralité de pales définissant deux à deux une veine d'air.

[0014] Il existe également un polissage au moyen de particules abrasives, tel que décrit dans le document JP 57211469. Cette technique prévoit de monter un couvercle sur le rouet de manière à enfermer la zone active du rouet comportant les pales dans un espace clos et à placer dans ce volume des particules abrasives, puis de mettre en rotation le rouet autour de son axe disposé horizontalement. La rotation et la gravité provoquent le déplacement des particules sur la surface à polir. Lorsque l'état de surface requis est atteint, la rotation du rouet est interrompue, le couvercle et les particules sont retirés. Avec cette technique, il existe un risque de ne pas atteindre le critère de rugosité Ra voulu du fait d'une stagnation des particules abrasives dans les zones en question.

[0015] Le document EP-A-1 177 857 se réfère à un dispositif de polissage comportant une cuve destinée à être remplie d'agent polissant, un support de pièce et des moyens d'entraînement entraînant en rotation le support autour de son axe longitudinal et en translation le long dudit axe longitudinal simultanément de sorte à faire parcourir à chaque point du support au moins une portion d'hélice, dans lequel le support comporte un arbre d'axe longitudinal sur lequel la pièce à polir est destinée à être fixée de manière coaxiale.

[0016] C'est par conséquent un but de la présente invention de proposer un procédé de polissage de rouets centrifuge, et plus généralement de pièces aubagées de turbomachine, simple, adapté à tous les types de rouets quelle que soit la complexité de leur forme et offrant un état de surface particulièrement performant pour l'écoulement de l'air.

[0017] C'est également un but de la présente invention de proposer un dispositif de polissage de disques munis d'un aubage, simple et robuste.

EXPOSÉ DE L'INVENTION

[0018] Le but de la présente invention est atteint par un procédé de polissage utilisant au moins un agent polissant dans lequel on prévoit de déplacer le rouet, ou plus généralement le disque muni d'un aubage comportant des pales définissant des veines d'air formées d'une portion d'hélice, selon un mouvement hélicoïdal dont le

pas est proche du pas de l'hélice.

[0019] Deux pales du rouet délimitent une veine d'air, cette veine d'air a sensiblement le profil d'une portion d'hélice conique. On appelle alors « pas de l'hélice du rouet », le pas de l'hélice formée par la veine d'air. Toutes les veines d'air délimitées par deux pales successives ont sensiblement le même profil en hélice.

[0020] Selon l'invention, le rouet est déplacé en translation et en rotation de sorte à reproduire la portion d'hélice décrite par les veines d'air. Les vitesses de rotation et de translation sont alors adaptées pour que tout point du rouet ait un déplacement dont la trajectoire est proche de l'hélice du rouet.

[0021] Ainsi le mouvement de l'agent polissant par rapport à l'aubage est sensiblement celui de l'écoulement de l'air entre les pales, ce qui améliore les performances du procédé.

[0022] De manière avantageuse, le procédé selon l'invention prévoit d'appliquer un mouvement alternatif, l'aubage est alors déplacé dans un premier sens de rotation et un premier sens de translation, puis est déplacé dans un deuxième sens de rotation opposé au premier sens de rotation et dans un deuxième sens de translation opposé au premier sens de translation, ces deux combinaisons de mouvement étant reproduites alternativement.

[0023] La présente invention a alors principalement pour objet un procédé de polissage d'un disque muni d'un aubage, l'aubage comportant une pluralité d'aubes définissant deux à deux une veine d'air ayant sensiblement un profil général en forme de portion d'hélice de pas p, ledit disque étant immergé dans un lit d'agent polissant, ledit procédé comportant au moins :

- une étape A de déplacement dudit disque dans un premier sens de rotation autour de l'axe longitudinal du disque et dans un premier sens de translation le long dudit axe longitudinal simultanément, de sorte que le parcours de chacun des points dudit disque soit au moins une portion d'une hélice dont le pas est proche du pas p de l'hélice dont est issue la forme générale des veines d'air.

[0024] Le procédé selon l'invention peut également comporter au moins :

- une étape B ultérieure à l'étape A de déplacement en rotation autour de l'axe longitudinal du disque dans un deuxième sens opposé au premier sens et de déplacement en translation le long dudit axe longitudinal dans un deuxième sens opposé au premier sens simultanément de sorte que tous les points du disque parcourent respectivement les mêmes hélices qu'à l'étape A mais dans un sens opposé.

[0025] De manière particulièrement avantageuse, les étapes A et B sont répétées alternativement.

[0026] La vitesse de rotation du rouet et la vitesse de

translation du rouet sont avantageusement reliées par un coefficient de proportionnalité calculé en fonction de la tangente de la portion d'hélice dont est issue la forme générale des veines d'air.

[0027] Le procédé selon l'invention peut comporter une étape C, préalable à l'étape A, de détermination de la pression statique à appliquer au disque et de mise en place d'une quantité d'agent polissant donnée en fonction de la pression statique déterminée précédemment au-dessus dudit disque.

[0028] L'agent polissant peut être constitué par des particules abrasives solides, de formes appropriées à la circulation entre les aubages du rouet.

[0029] Avantageusement, l'agent polissant peut être mélangé avec de l'eau, avec un acide adapté au matériau à polir ou être mélangé à un média de sorte à former une pâte.

[0030] Le procédé de polissage s'applique avantageusement aux rouets centrifuges pour un compresseur de turbomachine.

[0031] La présente invention a également pour objet un dispositif de polissage comportant une cuve destinée à être remplie d'un agent polissant, un support de disque muni d'un aubage, l'aubage comportant une pluralité d'aubes définissant deux à deux une veine d'air ayant sensiblement un profil général en forme de portion d'hélice de pas p, et des moyens d'entraînement aptes à entraîner en rotation le support autour de son axe longitudinal et en translation le long dudit axe longitudinal simultanément, les moyens d'entraînement étant programmés de sorte à faire parcourir à chaque point du support au moins une portion d'hélice dont le pas est proche du pas p de l'hélice dont est issue la forme générale des veines d'air du disque à polir.

[0032] Le support comporte un arbre d'axe longitudinal sur lequel le disque à polir est destiné à être fixé de manière coaxiale et dans lequel la cuve comporte un fond muni d'une ouverture traversée par ledit arbre du support, le dispositif comportant également des moyens d'étanchéité entre le fond de la cuve et le disque.

[0033] Les moyens d'étanchéité comportent avantageusement un tube apte à coulisser dans ladite ouverture selon la direction longitudinale de manière étanche, un plateau sur lequel le disque est destiné à être monté, ledit plateau étant fixé sur une extrémité longitudinale du tube pénétrant dans la cuve, ledit tube ayant un diamètre extérieur sensiblement égal au diamètre extérieur de la partie du disque en appui sur le tube et au diamètre de l'ouverture pratiquée dans la cuve.

[0034] De manière particulièrement avantageuse, la face du plateau destinée à être en contact avec le disque comporte une rainure annulaire recevant un joint d'étanchéité destiné à venir en contact avec le disque et à empêcher la pénétration de l'agent polissant entre le disque et le plateau.

[0035] Le dispositif selon l'invention peut comporter des moyens de maintien du disque sur le support, ledit disque étant destiné à être maintenu par serrage entre

une platine fixée sur une extrémité libre de l'arbre du support et le plateau.

[0036] Le dispositif selon l'invention comporte avantageusement un joint d'étanchéité entre la cuve et le tube, du type joint torique ou joint à lèvre.

[0037] Avantageusement, le diamètre du tube est sensiblement égal au diamètre du disque du côté de son bord de fuite.

[0038] Les moyens d'entraînement comportent, par exemple un premier moteur destiné à entraîner le support en rotation autour de son axe longitudinal et un deuxième moteur destiné à entraîner le support en translation le long dudit axe longitudinal, le premier moteur étant apte à entraîner le support en rotation dans un premier sens et dans un deuxième sens opposé au premier sens de manière alternative, et le deuxième moteur étant apte à entraîner le support en translation dans un premier sens de translation et dans un deuxième sens de translation opposée au premier sens de manière alternative.

[0039] Le dispositif de polissage selon l'invention est avantageusement utilisé pour polir un rouet centrifuge de compresseur pour turbomachine.

BRÈVE DESCRIPTION DES DESSINS

[0040] La présente invention sera mieux comprise à l'aide de la description qui va suivre et des dessins en annexe sur lesquels :

- la figure 1 est une vue en perspective d'un rouet centrifuge auquel peut être appliqué l'invention,
- la figure 2 est une représentation schématique en coupe d'un dispositif de polissage selon la présente invention, le rouet étant en place,
- la figure 3 est une représentation du dispositif de polissage de la figure 2, le dispositif de polissage étant dans un état différent, le rouet étant en place.

EXPOSÉ DÉTAILLÉ DE MODES DE RÉALISATION PARTICULIERS

[0041] Dans la suite de la description, nous appliquerons le procédé de polissage à un rouet centrifuge de compresseur de turbomachine, cependant la présente invention s'applique à toute pièce munie d'un aubage, telle qu'un disque aubagé monobloc utilisé dans une turbine.

[0042] Sur la figure 1, on peut voir un exemple de rouet centrifuge 2 de compresseur auquel s'applique l'invention.

[0043] Un rouet centrifuge est une pièce mobile en rotation autour de l'axe longitudinal de la turbomachine et est entraîné par la turbine.

[0044] Le rouet 2 comporte un flasque 3 de forme sensiblement annulaire d'axe X. Le flasque 3 comporte, à une première extrémité longitudinale, une grande base 3.1 de plus grand diamètre et, à une deuxième extrémité longitudinale, une petite base 3.2 de plus petit diamètre,

le plus grand diamètre et le plus petit diamètre étant raccordés par une surface annulaire concave 4 appelée veine.

[0045] Le rouet 2 comporte également des pales 6 en saillie de la surface annulaire concave 4. Les pales 6 sont réparties sur toute la périphérie extérieure du flasque 3 de manière régulière, et s'étendent de la petite base 3.2 du flasque vers la grande base 3.1 du flasque 3, et se raccordent au flasque par des rayons.

[0046] Les extrémités 6.1 des pales du côté de la petite base 3.2 forment les bords d'attaque et les extrémités du côté de la grande base 3.1 forment les bords de fuite.

[0047] Chaque pale 6 a, vu de dessus, approximativement la forme d'une portion d'hélice. Toutes les pales sont sensiblement identiques et donc issues d'une même portion d'hélice de pas p.

[0048] Les pales délimitent deux à deux des veines d'air dans lesquelles l'air à comprimer circule du bord d'attaque vers le bord de fuite. Les veines d'air ont donc un profil général en forme de portion d'hélice sensiblement identique à celle des pales 6.

[0049] Le rouet peut être réalisé par usinage d'un bloc de métal, par exemple du titane. A la fin de l'étape d'usinage, la surface du rouet est facettée et est inacceptable dans l'état. Il peut également être réalisé directement par fonderie, par prototypage rapide ou par procédé électrochimique.

[0050] Ce rouet subit ensuite de manière connue une étape de polissage.

[0051] La présente invention propose un procédé de polissage de mise en oeuvre simple et un dispositif de polissage robuste d'un tel rouet, offrant par ailleurs des propriétés aérodynamiques améliorées au rouet.

[0052] Sur les figures 2 et 3, on peut voir un exemple de réalisation d'un dispositif de polissage selon la présente invention comportant une cuve 8 destinée à contenir un agent polissant. Le rouet 2 est représenté schématiquement.

[0053] L'agent polissant est formé au moins en partie par des particules solides abrasives. L'agent polissant peut être contenu dans une pâte ou mélangé à un fluide, tel que de l'eau. Les particules formant l'agent polissant peuvent être formées d'alumine, de carbure de silicium, de carbure de bore... Cette liste n'est pas exhaustive, le matériau des particules étant choisi en fonction du matériau de la pièce à polir. La taille de ces particules est également choisie en fonction de l'état de surface à atteindre. On peut prévoir d'associer aux particules abrasives un abrasif chimique, tel qu'un acide.

[0054] Selon la présente invention, le dispositif de polissage comporte également un support mobile 10 apte à déplacer le rouet 2 en rotation autour d'un axe X1 et en translation le long de l'axe X1 dans la cuve 8.

[0055] Selon la présente invention, le déplacement du support dans la cuve est commandé de telle sorte que tout point de celui-ci se déplace selon une hélice de pas identique, ou au moins proche du pas p de celle dont sont issues les pales du rouet.

[0056] Pour cela, le dispositif de polissage comporte des moyens d'entraînement (non représentés) du support destinés à appliquer simultanément au support 10 un mouvement de rotation et un mouvement de translation, chaque mouvement ayant une vitesse déterminée de sorte à reproduire le pas p de l'hélice.

[0057] De manière avantageuse, les moyens d'entraînement sont aptes à déplacer le support 10 de sorte que tout point de celui-ci parcourt une hélice de pas donné dans une direction, par exemple de bas en haut, puis parcourt la même hélice dans un sens opposé, c'est-à-dire de haut en bas. Ainsi, le support a un mouvement alternatif, et se déplace vers le haut, puis vers le bas alternativement. L'agent polissant entre les pales 6 a alors un mouvement de va-et-vient par rapport au rouet de forme hélicoïdale et de pas p . Ce mouvement de va-et-vient permet également d'avoir un dispositif plus compact puisque la course de déplacement du disque peut être réduite.

[0058] Les moyens d'entraînement peuvent déplacer le support 10 sur moins d'un pas d'hélice, un pas d'hélice ou plus d'un pas d'hélice.

[0059] Par conséquent, en fixant un rouet 2 sur le support de telle sorte que l'axe X du rouet 2 soit coaxial à l'axe $X1$ de rotation du support, l'agent polissant va se déplacer entre les pales 6 en reproduisant sensiblement les lignes de courant dans les veines d'air. Le polissage s'opère donc de manière directionnelle et améliore les performances aérodynamiques du rouet 2.

[0060] Plus particulièrement, le dispositif tel que représenté comporte une ouverture 11 dans le fond de la cuve 8 pour le passage du support 10. Le support 10 est formé d'un arbre 12 d'axe $X1$ autour duquel le rouet 2 est monté, entraîné par les moyens d'entraînement. Le support 10 comporte des moyens de solidarisation de manière fixe du rouet 2 sur une extrémité libre (non visible) de l'arbre 12 située dans la cuve 8. Ces moyens de solidarisation sont, par exemple formés par un système de serrage prenant en sandwich une partie centrale du rouet 2 ne nécessitant pas de polissage par le dispositif selon l'invention.

[0061] Une platine 14, obturant l'alésage central du rouet 2, est prévue et fait partie du système de serrage. La platine 14 est par exemple maintenue au moyen d'un boulon vissé dans l'arbre 12.

[0062] Une étanchéité est également prévue entre le support 10 et la cuve 8, plus particulièrement entre le support 10 et l'ouverture 11.

[0063] Dans l'exemple de réalisation représenté, la tige 12 est surmontée d'un plateau 19 servant d'appui au rouet 2, sur lequel repose la grande base 3.1 du rouet. Un tube 16 de diamètre extérieur sensiblement égal au diamètre extérieur du rouet côté bord de fuite est fixé, par une extrémité longitudinale 16.1, sur le plateau 19, par exemple au moyen d'une soudure, le plateau 19 forme alors le fond du tube 16. Le diamètre de l'ouverture 11 est sensiblement égal au diamètre extérieur du tube 16 afin d'assurer un contact glissant entre le tube 16 et

la périphérie de l'ouverture 11.

[0064] Le plateau 19 comporte à sa périphérie extérieure une rainure annulaire dans laquelle un joint 21 est disposé. Ce joint 21 assure l'étanchéité entre le plateau 19 et le rouet 2 afin d'éviter que des particules ou du fluide, par exemple un acide, ne vienne s'insérer entre le rouet et le plateau.

[0065] Le tube 16 est apte à se déplacer au moins en translation le long de l'axe $X1$ afin de suivre le rouet 2 et de rester en contact avec celui-ci.

[0066] Un joint d'étanchéité 17, de type joint torique ou joint à lèvres, est également prévu pour confirmer l'étanchéité entre le tube 16 et le fond de la cuve 8.

[0067] Dans une variante de réalisation, on pourrait prévoir que le rouet repose directement sur l'extrémité longitudinale 16.1 du tube 16, l'étanchéité entre le tube 16 et le rouet 2 étant alors obtenue par un simple contact métal/métal ou par un joint supplémentaire. De manière avantageuse, le tube 16 est immobile par rapport au rouet 2, i.e. il se déplace selon un mouvement identique à celui du rouet 2 afin d'éviter tout déplacement relatif entre le tube 16 et le rouet 2, améliorant ainsi l'étanchéité entre le tube 16 et le rouet 2 et évite une usure du tube 16 et/ou du rouet 2. On peut prévoir également de fixer le tube sur le rouet, ou alors de solidariser le tube au support mobile 10 en rotation et en translation.

[0068] Le maintien du rouet est obtenu, de manière avantageuse, par serrage de celui-ci entre la platine 14 et le plateau 19.

[0069] Le rouet 2 est immergé dans un lit d'agent polissant (non représenté). Dans cet exemple de réalisation, les particules abrasives sont disposées au-dessus de la surface à polir, la pression statique des particules abrasives sur le rouet 2 est donc directement proportionnelle à la hauteur de particules au dessus du rouet 2, qui correspond à la distance moyenne d'immersion du rouet 2 dans la cuve 8.

[0070] Les particules abrasives sont telles qu'elles se comportent comme un fluide.

[0071] Il est alors possible de faire varier l'efficacité du polissage, et donc le temps requis pour obtenir l'état de surface souhaité en modifiant simplement la quantité de particules dans la cuve, plus précisément la hauteur de particules. Aucun moyen spécifique pour exercer une pression supplémentaire sur les particules n'est alors nécessaire. Le réglage de la pression ne s'effectue que de manière mécanique en choisissant la hauteur de l'agent polissant. Ce dispositif est très simple et ne demande aucun moyen de surveillance particulier. Il est donc très robuste. Cependant un tel moyen, de type piston, exerçant un effort axial en direction du fond de la cuve pourrait être envisagé.

[0072] En outre, la vitesse relative entre l'agent polissant et le rouet dépend directement de la vitesse de rotation du rouet 2, est donc de la vitesse de déplacement du support 10. Par conséquent, il est possible de faire varier le temps de polissage du rouet 2 en faisant varier la vitesse de déplacement du support 10.

[0073] Les moyens d'entraînement comportent un premier moteur destiné à entraîner en rotation le support et un deuxième moteur destiné à entraîner en translation le support 10 le long de l'axe X.

[0074] A titre d'exemple, la vitesse de déplacement des particules par rapport au rouet peut être comprise entre 2 m/min et 20 m/min ; le temps de polissage peut alors être compris entre 10 min et 5 heures. Il est à noter qu'il s'agit de vitesses estimées. De manière générale, on règle les paramètres après expérimentation en trouvant le meilleur compromis entre le temps de traitement, la préservation de la pièce et le critère de rugosité Ra obtenu.

[0075] Les vitesses de translation et de rotation sont reliées par un coefficient de proportionnalité qui est obtenu à partir de la valeur de la tangente de l'hélice du rouet. Les vitesses de rotation et de translation varient donc au cours du mouvement puisque la tangente de l'hélice varie, mais il peut également être prévu une proportionnalité constante entre les deux vitesses. Il est rappelé que le fond de la veine du rouet a une surface annulaire concave.

[0076] Nous allons maintenant décrire les étapes de polissage au moyen d'un dispositif de polissage selon la présente invention.

[0077] Sur la figure 2, le dispositif de polissage selon la présente invention se trouve en position basse, ce qui correspond à la position repos.

[0078] Lors d'une première étape, le rouet 2 est fixé sur le support 10, pour cela on monte le rouet 2 autour de l'arbre 12 du support 10 qui traverse l'alésage central du rouet, le rouet 2 et le support 10 étant alors coaxiaux et immobiles en mouvement l'un par rapport à l'autre.

[0079] Le rouet 2 vient alors en appui sur le plateau 19. La platine 14 est ensuite fixée sur l'extrémité supérieure de l'arbre 12 du support 10 et maintient serré le rouet entre le plateau 19 et la platine 14.

[0080] L'agent polissant est ensuite mis en place dans la cuve 8, la quantité d'agent polissant, plus particulièrement la hauteur d'agent polissant recouvrant le rouet 2, est déterminée en fonction du polissage que l'on souhaite effectuer, notamment de la durée de celui-ci.

[0081] Les moyens d'entraînement sont ensuite mis en route, leur commande ayant été programmée en fonction du pas de l'hélice des aubes 6 du rouet 2 à reproduire. Le premier et le deuxième moteur entraînent alors en rotation et en translation respectivement le support 10 qui déplace le rouet 2 dans la cuve 8 remplie d'agent polissant, le tube 16 coulissant de manière étanche à travers le fond de la cuve 8, comme on peut le voir sur la figure 2.

[0082] La vitesse de rotation du support et le temps pendant lequel le rouet est poli sont préalablement déterminés en fonction du niveau de polissage requis, ces caractéristiques étant généralement déterminées par l'expérience.

[0083] Le rouet est alors déplacé en rotation et en translation, dans l'exemple représenté il tourne dans le

sens antihoraire (flèche 18) et se déplace vers le haut (flèche 20). Tous les points du rouet 2 parcourent donc des hélices virtuelles de pas p du bas vers le haut, jusqu'à atteindre une position haute représentée sur la figure 3.

[0084] Ensuite, la commande des premier et deuxième moteurs est inversée, le rouet tourne dans le sens horaire (flèche 18' sur la figure 2) et se déplace en translation du haut vers bas (flèche 21), tous les points du rouet parcourent les mêmes hélices mais du haut vers le bas.

[0085] Par conséquent, la direction de déplacement relatif de l'agent polissant et du rouet, plus particulièrement des parties délimitant les veines d'air est sensiblement la même que celle que l'air va parcourir dans le rouet lorsqu'il équipera le compresseur.

[0086] Dans l'exemple représenté, le rouet 2 pénètre dans la cuve 8 par une extrémité inférieure de la cuve 8, mais on pourrait prévoir que le rouet pénètre dans la cuve par son extrémité supérieure et se déplace en direction de l'extrémité inférieure de la cuve. Dans ce cas, la pression exercée par les particules ne serait pas simplement la pression statique proportionnelle à la hauteur de particules, mais serait celle appliquée par le support selon une direction axiale orientée vers le fond de la cuve. Par conséquent, le contrôle de cette pression serait plus complexe que dans l'exemple représenté.

[0087] On peut également prévoir d'imprimer aux agents polissants un mouvement, par exemple un mouvement de vibration, pour cela il peut être prévu des moyens aptes à mettre la cuve en vibration.

[0088] Le procédé selon la présente invention permet de polir tout type de rouet, quelles que soient leurs dimensions.

[0089] En outre, le polissage suivant le procédé de l'invention peut être facilement automatisé, il ne nécessite pas d'intervention humaine pendant le polissage. Il est en outre simple et robuste.

[0090] De plus, ce procédé s'applique à tous les matériaux en choisissant l'abrasif adapté.

Revendications

1. Procédé de polissage d'un disque (2) muni d'un aubage, l'aubage comportant une pluralité de pales (6) définissant deux à deux une veine d'air ayant sensiblement un profil général en forme de portion d'hélice de pas p, ledit disque (2) étant immergé dans un lit d'agent polissant, ledit procédé comportant au moins :

- une étape A de déplacement dudit disque (2) dans un premier sens de rotation autour de l'axe longitudinal (X) du disque (2) et dans un premier sens de translation le long dudit axe longitudinal (X) simultanément, de sorte que le parcours de chacun des points dudit disque (2) soit au moins une portion d'une hélice dont le pas est proche du pas p de l'hélice dont est issue la forme gé-

nérale des veines d'air.

2. Procédé de polissage selon la revendication 1, comportant au moins :

- une étape B ultérieure à l'étape A de déplacement en rotation autour de l'axe longitudinal (X) du disque (2) dans un deuxième sens opposé au premier sens et de déplacement en translation le long dudit axe longitudinal (X) dans un deuxième sens opposé au premier sens simultanément de sorte que tous les points du disque (2) parcourent respectivement les mêmes hélices qu'à l'étape A mais dans un sens opposé.

3. Procédé de polissage selon la revendication 2, dans lequel les étapes A et B sont répétées alternativement.

4. Procédé de polissage selon l'une des revendications 1 à 3, dans lequel la vitesse de rotation du rouet et la vitesse de translation du rouet sont reliées par un coefficient de proportionnalité calculé en fonction de la tangente de la portion d'hélice dont est issue la forme générale des veines d'air.

5. Procédé de polissage selon l'une des revendications précédentes, comportant une étape C, préalable à l'étape A, de détermination de la pression statique à appliquer au disque (2) et de mise en place d'une quantité d'agent polissant donnée en fonction de la pression statique déterminée précédemment au-dessus dudit disque (2).

6. Procédé de polissage selon l'une des revendications précédentes, dans lequel l'agent polissant comporte aux moins des particules solides, de formes appropriées à la circulation entre les aubages du rouet.

7. Procédé de polissage selon l'une des revendications précédentes, dans lequel l'agent polissant est mélangé avec de l'eau, avec un acide adapté au matériau du disque à polir ou être mélangé à un média de sorte à former une pâte.

8. Procédé de polissage selon l'une des revendications précédentes, le disque (2) muni d'un aubage étant un rouet centrifuge pour un compresseur de turbomachine.

9. Dispositif de polissage comportant une cuve (8) destinée à être remplie d'agent polissant, un support (10) de disque (2) muni d'un aubage, l'aubage comportant une pluralité d'aubes définissant deux à deux une veine d'air ayant sensiblement un profil général en forme de portion d'hélice de pas p, et des moyens d'entraînement entraînant en rotation le support autour de son axe longitudinal et en translation le

long dudit axe longitudinal simultanément de sorte à faire parcourir à chaque point du support (10) au moins une portion d'hélice dont le pas est proche du pas p de l'hélice dont est issue la forme générale des veines d'air du disque (2) à polir, dans lequel le support (10) comporte un arbre (12) d'axe longitudinal (X1) sur lequel le disque (2) à polir est destiné à être fixé de manière coaxiale, et dans lequel la cuve (8) comporte un fond muni d'une ouverture (11) traversée par ledit arbre (12) du support (10), le dispositif comportant également des moyens d'étanchéité entre le fond de la cuve (8) et le disque (2).

10. Dispositif de polissage selon la revendication précédente, dans lequel les moyens d'étanchéité comportent un tube (16) apte à coulisser dans ladite ouverture (11) selon une direction longitudinale (X1) de manière étanche, un plateau (19) sur lequel le disque (2) est destiné à être monté, ledit plateau (19) étant fixé sur une extrémité longitudinale (16.1) du tube (16) pénétrant dans la cuve (8), ledit tube (16) ayant un diamètre extérieur sensiblement égal au diamètre extérieur de la partie du disque (2) en appui sur le tube (16) et au diamètre de l'ouverture (11) pratiquée dans le fond de la cuve (8).

11. Dispositif de polissage selon la revendication 10, dans lequel la face du plateau (19) destinée à être en contact avec le disque comporte une rainure annulaire (21) recevant un joint d'étanchéité destiné venir en contact avec le disque et à empêcher la pénétration de l'agent polissant entre le disque et le plateau.

12. Dispositif selon la revendication 10 ou 11, comportant des moyens de maintien du disque sur le support, ledit disque étant destiné à être maintenu par serrage entre une platine (14) fixée sur une extrémité libre de l'arbre (12) du support (10) et le plateau (19).

13. Dispositif de polissage selon l'une des revendications 10 à 12, comportant un joint d'étanchéité (17) entre la cuve (8) et le tube (16), du type joint torique ou joint à lèvres.

14. Dispositif selon l'une des revendications 10 à 13, dans lequel le diamètre du tube (16) est sensiblement égal au diamètre du disque du côté de son bord de fuite.

15. Dispositif de polissage selon l'une des revendications 9 à 14, dans lequel les moyens d'entraînement comportent un premier moteur destiné à entraîner le support (10) en rotation autour de son longitudinal (X1) et un deuxième moteur destiné à entraîner le support en translation le long dudit axe longitudinal (X1), le premier moteur étant apte à entraîner en rotation dans un premier sens et dans un deuxième sens

opposé au premier sens de manière alternative, et le deuxième moteur étant apte à entraîner en translation dans un premier sens de translation et dans un deuxième sens de translation opposée au premier sens de manière alternative.

16. Dispositif de polissage selon l'une des revendications 9 à 15, le disque (2) muni d'un aubage étant un rouet centrifuge de compresseur pour turbomachine.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Polieren einer mit einem Schaufelrad versehenen Scheibe (2), wobei das Schaufelrad mehrere Blätter (6) umfasst, die paarweise einen Luftstrom definieren, der im Wesentlichen ein Grundprofil in Form eines Schraubenabschnittes mit der Steigung p aufweist, wobei die Scheibe (2) in eine Poliermittelschicht eingetaucht wird, wobei das Verfahren zumindest Folgendes umfasst:

- einen Schritt A des Verschiebens der Scheibe (2) in eine erste Drehrichtung um die Längsachse (X) der Scheibe (2) und gleichzeitig in eine erste Translationsrichtung entlang dieser Längsachse (X), damit der Verlauf von jedem der Punkte der Scheibe (2) mindestens einen Schraubenabschnitt darstellt, dessen Steigung nahe der Steigung p der Schraube ist, aus der sich die Grundform der Luftströme ergibt.

2. Verfahren zum Polieren gemäß Anspruch 1, mit zumindest:

- einem auf den Schritt A folgenden Schritt B des Verschiebens in Drehung um die Längsachse (X) der Scheibe (2) in eine zur ersten Richtung entgegengesetzte, zweite Richtung und gleichzeitig der Translationsverschiebung entlang dieser Längsachse (X) in eine zur ersten Richtung entgegengesetzte, zweite Richtung, damit alle Punkte der Scheibe (2) jeweils dieselben Schrauben durchlaufen wie in dem Schritt A, jedoch in entgegengesetzter Richtung.

3. Verfahren zum Polieren gemäß Anspruch 2, bei dem die Schritte A und B abwechselnd wiederholt werden.

4. Verfahren zum Polieren gemäß einem der Ansprüche 1 bis 3, bei dem die Drehgeschwindigkeit des Rades und die Translationsgeschwindigkeit des Rades über einen Proportionalitätsfaktor verknüpft sind, der in Abhängigkeit der Tangente des Schraubenabschnittes berechnet wird, aus dem sich die Grundform der Luftströme ergibt.

5. Verfahren zum Polieren gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, mit einem dem Schritt A vorangehenden Schritt C des Bestimmens des statischen, auf die Scheibe (2) aufzubringenden Drucks und des Bereitstellen einer Menge an Poliermittel, die in Abhängigkeit des zuvor oberhalb der Scheibe (2) bestimmten, statischen Drucks vorgegeben wird.

6. Verfahren zum Polieren gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem das Poliermittel zumindest feste Partikel in einer zur Zirkulation zwischen den Schaufelrädern des Rades geeigneten Form aufweist.

7. Verfahren zum Polieren gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem das Poliermittel mit Wasser, mit einer für das Material der zu polierenden Scheibe geeigneten Säure gemischt wird oder einem Mittel zur Herstellung einer Paste beigemischt wird.

8. Verfahren zum Polieren gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die mit einem Schaufelrad versehene Scheibe (2) ein Zentrifugalrad für einen Turbomaschinenkompressor darstellt.

9. Vorrichtung zum Polieren, mit einem Behälter (8), der dazu vorgesehen ist, mit Poliermittel gefüllt zu werden, einem Träger (10) für eine mit einem Schaufelrad versehene Scheibe (2), wobei das Schaufelrad mehrere Schaufeln umfasst, die paarweise einen Luftstrom definieren, der im Wesentlichen ein Grundprofil in Form eines Schraubenabschnittes mit einer Steigung p aufweist, sowie Mitnehmereinrichtungen, die den Träger in Drehung um seine Längsachse und gleichzeitig in Translation entlang dieser Längsachse versetzen, um an jedem Punkt des Trägers (10) mindestens einen Schraubenabschnitt durchlaufen zu lassen, dessen Steigung nahe der Steigung p der Schraube ist, aus der sich die Grundform der Luftströme der zu polierenden Scheibe (2) ergibt, wobei der Träger (10) eine Welle (12) mit einer Längsachse (X1) umfasst, auf der die zu polierende Scheibe (2) auf koaxiale Weise befestigt werden soll, und wobei der Behälter (8) einen Boden mit einer Öffnung (11) aufweist, durch die die Welle (12) des Trägers (10) hindurchgeht, wobei die Vorrichtung außerdem Dichtungseinrichtungen zwischen dem Boden des Behälters (8) und der Scheibe (2) aufweist.

10. Vorrichtung zum Polieren gemäß dem vorhergehenden Anspruch, in der die Dichtungseinrichtungen ein Rohr (16), das dicht in der Öffnung (11) in einer Längsrichtung (X1) gleiten kann, und eine Platte (19) umfassen, auf der die Scheibe (2) angebracht werden soll, wobei die Platte (19) an einem längsverlaufenden Ende (16.1) des in den Behälter (8) hin-

einragenden Rohres (16) befestigt ist, wobei das Rohr (16) einen Außendurchmesser aufweist, der im Wesentlichen gleich dem Außendurchmesser des sich an dem Rohr (16) abstützenden Teils der Scheibe (2) und dem Durchmesser der im Boden des Behälters (8) ausgeführten Öffnung (11) ist.

11. Vorrichtung zum Polieren gemäß Anspruch 10, bei der die Seite der Platte (19), die sich in Anlage mit der Scheibe befinden soll, eine ringförmige Nut (21) zur Aufnahme einer Dichtung aufweist, die in Anlage mit der Scheibe kommen soll und das Eindringen des Poliermittels zwischen die Scheibe und die Platte verhindern soll.
12. Vorrichtung gemäß Anspruch 10 oder 11, mit Einrichtungen zum Abstützen der Scheibe an dem Träger, wobei die Scheibe durch Einklemmen zwischen einer an einem freien Ende der Welle (12) des Trägers (10) befestigten Auflageplatte (14) und der Platte (19) gehalten werden soll.
13. Vorrichtung zum Polieren gemäß einem der Ansprüche 10 bis 12, mit einer Dichtung (17) zwischen dem Behälter (8) und dem Rohr (16), vom Typ einer O-Ring-Dichtung oder einer Lippendichtung.
14. Vorrichtung gemäß einem der Ansprüche 10 bis 13, bei der der Durchmesser des Rohres (16) im Wesentlichen gleich dem Durchmesser der Scheibe auf der Seite ihrer Hinterkante ist.
15. Vorrichtung zum Polieren gemäß einem der Ansprüche 9 bis 14, bei der die Mitnehmereinrichtungen einen ersten Motor zum Versetzen des Trägers (10) in Drehung um seine Längsachse (X1) und einen zweiten Motor zum Versetzen des Trägers in Translation entlang dieser Längsachse (X1) aufweisen, wobei der erste Motor zum Versetzen in Drehung in einer ersten Richtung und abwechselnd in einer zur ersten Richtung entgegengesetzten, zweiten Richtung geeignet ist, und wobei der zweite Motor zum Versetzen in Translation in einer ersten Translationsrichtung und abwechselnd in einer zur ersten Richtung entgegengesetzten, zweiten Translationsrichtung geeignet ist.
16. Vorrichtung zum Polieren gemäß einem der Ansprüche 9 bis 15, wobei die mit einem Schaufelrad versehene Scheibe (2) ein Zentrifugalrad des Kompressors für eine Turbomaschine ist.

Claims

1. A method for polishing a bladed disk (2), the blading comprising a plurality of blades (6) defining, two by two, an airflow channel substantially having a gen-

eral profile in the form of a helix portion with pitch p , said disk (2) being submerged in a bed of polishing agent, said method comprising at least:

- a step A for moving said disk (2) in a first direction of rotation around the longitudinal axis (X) of the disk (2) and in a first direction of translation along said longitudinal axis (X) simultaneously, such that the travel of each of the points of said disk (2) is at least a portion of a helix whereof the pitch is close to the pitch p of the helix from which the general shape of the airflow channels comes.
2. The polishing method according to claim 1, comprising at least:
 - a step B after step A for rotational movement around the longitudinal axis (X) of the disk (2) in a second direction opposite the first direction and translational movement along said longitudinal axis (X) in a second direction opposite the first direction simultaneously such that all of the points of the disk (2) respectively pass through the same helixes as in step A, but in the opposite direction.
3. The polishing method according to claim 2, wherein steps A and B are repeated alternatively.
4. The polishing method according to one of claims 1 to 3, wherein the speed of rotation of the impeller and the speed of translation of the impeller are linked by a proportionality factor calculated as a function of the tangent of the helix portion from which the general shape of the airflow channels comes.
5. The polishing method according to one of the preceding claims, comprising a step C, before step A, for determining the static pressure to be applied to the disk (2) and placing a given quantity of polishing agent as a function of the static pressure previously determined above said disk (2).
6. The polishing method according to one of the preceding claims, wherein the polishing agent comprises at least solid abrasive particles, with shapes suitable for circulating between the bladings of the impeller.
7. The polishing method according to one of the preceding claims, wherein the polishing agent is mixed with water, with an acid adapted to the material to be polished, or is mixed with a medium so as to form a paste.
8. The polishing method according to one of the preceding claims, the bladed disk (2) being a centrifugal

compressor impeller for a turbomachine compressor.

9. A polishing device comprising a vat (8) intended to be filled with a polishing agent, a bladed disk (2) support (10), the blading comprising a plurality of blades defining, two by two, an airflow channel substantially having a general profile in the form of a helix portion with pitch p , and driving means able to drive the support in rotation around its longitudinal axis and in translation along said longitudinal axis simultaneously, so as to make at least a portion of the helix, the pitch of which is close to the pitch p from which the general shape of the airflow channels of the disk (2) to be polished comes, travel to each point of the support (10), wherein the support (10) comprises a shaft (12) with a longitudinal axis (X1) on which the disk (2) to be polished is intended to be fixed coaxially, and wherein the vat (8) comprises a bottom provided with an opening (11) passed through by said shaft (12) of the support (10), the device also comprising sealing means between the bottom of the vat (8) and the disk (2).
10. The polishing device according to the preceding claim, wherein the sealing means comprise a tube (16) able to slide in said opening (11) in the longitudinal direction (X1) sealably, a plate (19) on which the disk (2) is intended to be mounted, said plate (19) being fixed on a longitudinal end (16.1) of the tube (16) penetrating the vat (8), said tube (16) having an outer diameter substantially equal to the outer diameter of the portion of the disk (2) bearing on the tube (16) and the diameter of the opening (11) formed in the vat (8).
11. The polishing device according to claim 10, wherein the face of the plate (19) intended to be in contact with the disk comprises an annular groove (21) receiving a sealing device intended to come into contact with the disk and prevent the polishing agent from penetrating between the disk and the plate.
12. The device according to claim 10 or 11, comprising means for maintaining the disk on the support, said disk being intended to be maintained by gripping between a platen (14) fixed on a free end of the shaft (12) of the support (10) and the plate (19).
13. The polishing device according to one of claims 10 to 12, comprising a sealing device (17) between the vat (8) and the tube (16), of the O-ring or lip seal type.
14. The device according to one of claims 10 to 13, wherein the diameter of the tube (16) is substantially equal to the diameter of the disk on its trailing edge side.
15. The polishing device according to one of claims 9 to 14, wherein the driving means comprise a first motor intended to drive the support (10) in rotation around its longitudinal axis (X1) and a second motor intended to drive the support in translation along said longitudinal axis (X1), the first motor being able to drive the support in rotation in a first direction and in a second direction opposite the first direction alternatively, and the second motor being able to drive the support in translation in a first direction of translation and in a second direction of translation opposite the first, alternatively.
16. The polishing device according to one of claims 9 to 15, the bladed disk (2) being a centrifugal compressor impeller of a turbomachine compressor.

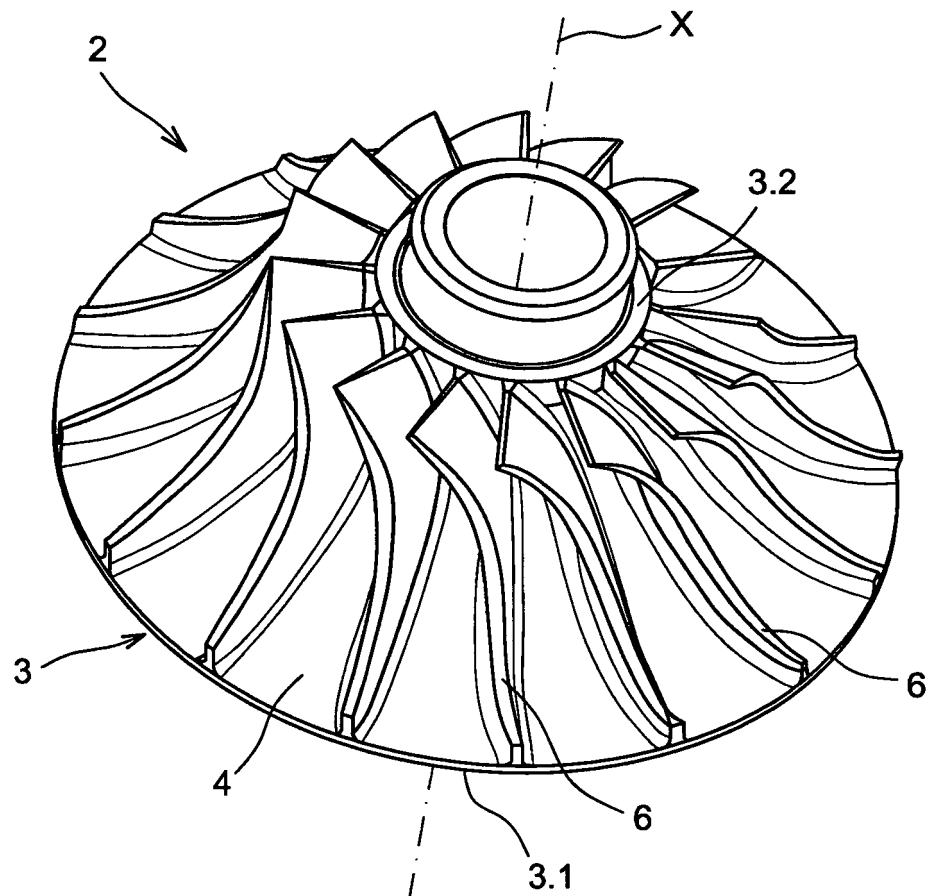
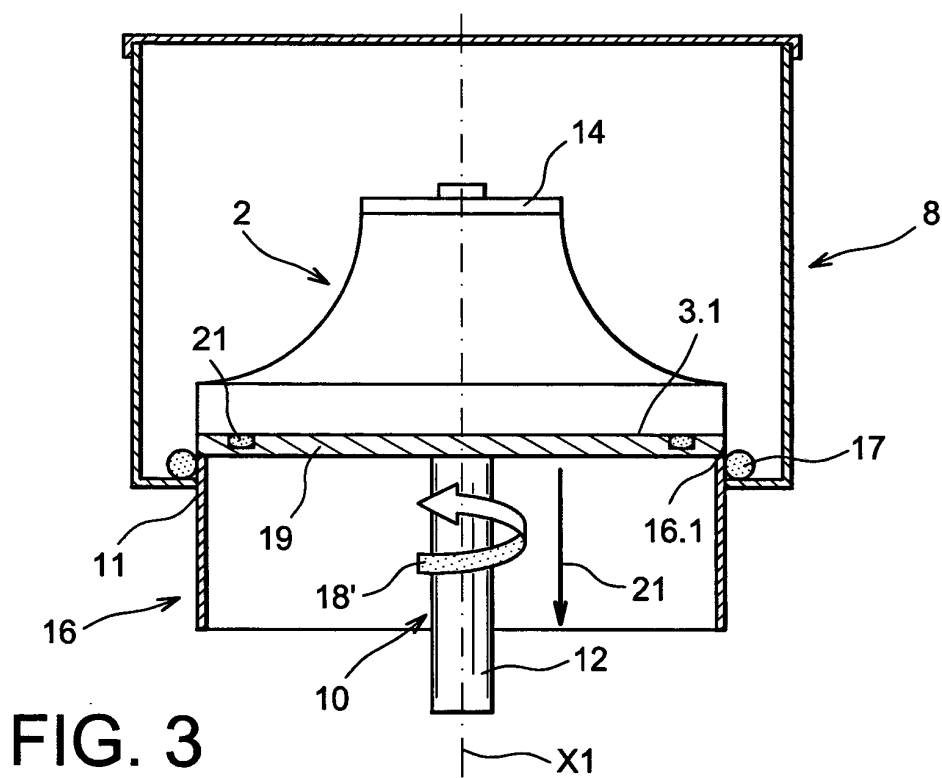
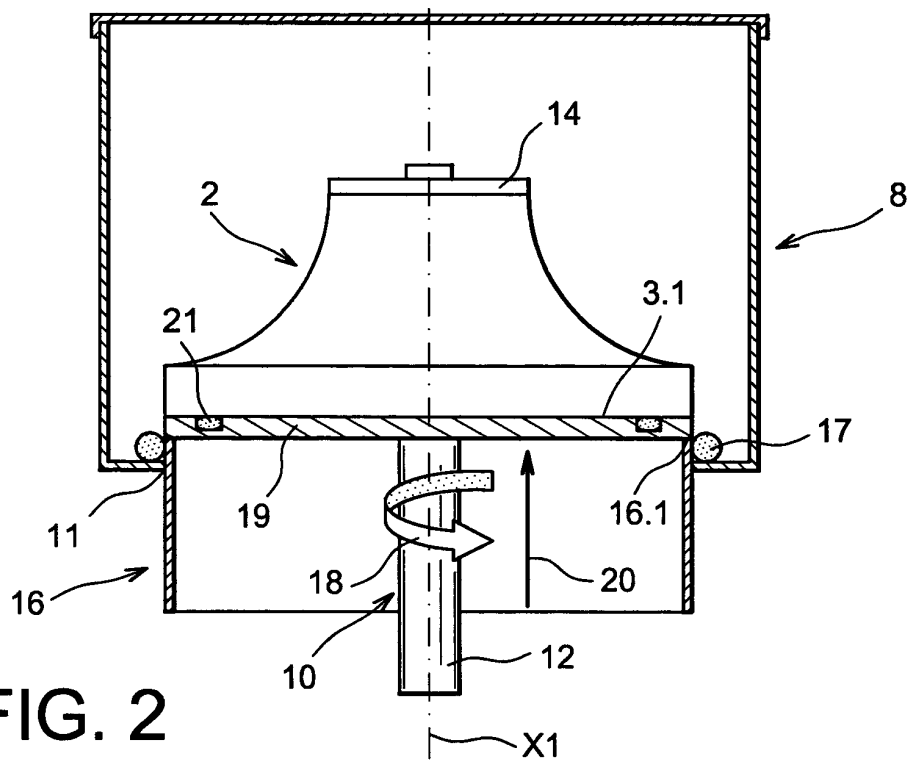


FIG. 1



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 2547056 A [0012]
- JP 63109973 A [0013]
- JP 57211469 B [0014]
- EP 1177857 A [0015]