



(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(43) Date de publication:
31.10.2018 Bulletin 2018/44

(51) Int Cl.:
C23C 4/01 (2016.01) B05B 1/26 (2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **18169178.3**

(22) Date de dépôt: **25.04.2018**

(84) Etats contractants désignés:
AL 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 RS SE SI SK SM TR
Etats d'extension désignés:
BA ME
Etats de validation désignés:
KH MA MD TN

(71) Demandeur: **SAFRAN AIRCRAFT ENGINES**
75015 Paris (FR)

(72) Inventeur: **BERTIN, Sébastien, Philippe, Maurice**
77550 MOISSY-CRAMAYEL (FR)

(74) Mandataire: **Jolly, Christophe et al**
Ernest Gutmann - Yves Plasseraud SAS
3, rue Auber
75009 Paris (FR)

(30) Priorité: **28.04.2017 FR 1753753**

(54) **PROCÉDÉ DE DÉPÔT D'UN REVÊTEMENT DE PROTECTION PAR PROJECTION ET INSTALLATION CORRESPONDANTE**

(57) L'invention concerne un procédé de dépôt d'un revêtement de protection par projection sur des protubérances annulaires (16, 18, 20) d'une pièce (10) comprenant au moins un premier élément (12) et une partie annulaire (14) qui porte les protubérances (16, 18, 20) et qui s'étend axialement depuis une paroi latérale (12b) du premier élément (12), une première protubérance (16) étant agencée axialement au plus près du premier élément (12) et portant une face (16a) en regard du premier élément (12), caractérisé en ce qu'il comprend les étapes

suivantes :

- disposer des moyens de réflexion (34) axialement entre ladite paroi latérale (12a) du premier élément (12) et la première protubérance annulaire (16),
- projeter, via des moyens de projection (28), un jet (30) d'un matériau de protection en direction des moyens de réflexion (34) de manière à ce que le jet (30) de protection impacte la face (16a) en regard du premier élément (12) de la première protubérance (16).

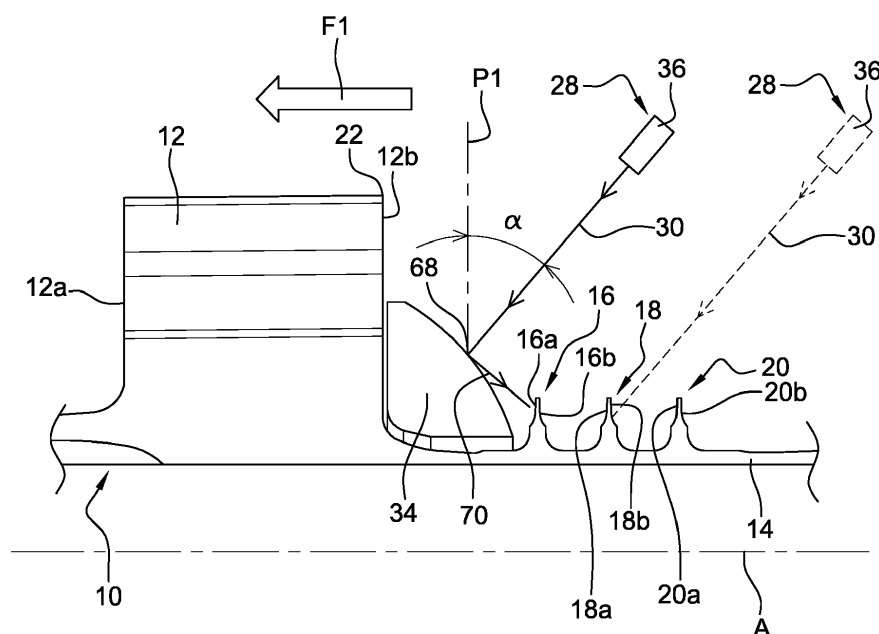


Fig. 5

Description

[0001] La présente invention concerne un procédé de dépôt d'un revêtement de protection par projection sur des lèchettes annulaires d'un tambour de turbomachine ainsi qu'une l'installation correspondante.

[0002] Les tambours axisymétriques de turbomachine sont des éléments de forme générale tubulaire comprenant une succession axiale de disques reliés les uns aux autres par des viroles annulaires portant des lèchettes s'étendant radialement vers l'extérieur. Chaque disque comprend une pluralité d'alvéoles pour le maintien de pieds d'aubes, ces alvéoles ayant un profil sensiblement en queue d'aronde ou en sapin.

[0003] Le terme radial s'entend conventionnellement perpendiculairement à l'axe longitudinal de la turbomachine, axe selon lequel les gaz s'écoulent dans la turbomachine.

[0004] Les lèchettes ont une section en forme de trapèze isocèle dont le sommet de lèchette correspond à la petite base du trapèze. Généralement, ces lèchettes s'étendent sur une faible distance radiale et leurs extrémités radialement externes sont situées radialement en dessous des surfaces externes des alvéoles.

[0005] Afin que les lèchettes ne soient pas endommagées en fonctionnement par les fortes températures, il est nécessaire de les recouvrir, au moins en partie, d'un revêtement de protection thermique. Ce revêtement thermique permet notamment une abrasion d'un abradable monté en regard du sommet des lèchettes sans que les lèchettes ne se dégradent de manière trop importante par frottement. Le sillon créé dans l'abradable forme alors, avec les lèchettes, un palier d'étanchéité aux fluides. Le revêtement de protection est déposé sur les faces amont et aval des lèchettes ainsi que le sommet lèchettes par projection thermique.

[0006] Les termes amont et aval s'entendent selon le sens d'écoulement des gaz dans la turbomachine.

[0007] La projection thermique génère un jet de matériau semi-fondu. Cette projection est assurée par des moyens de projection comprenant une torche dont l'axe est incliné par rapport à l'axe du tambour, la torche suivant une trajectoire linéaire permettant le recouvrement des lèchettes d'un même étage. Les zones du tambour ne devant pas être revêtues sont protégées par un masquage spécifique, notamment à cause de la faible dimension des lèchettes, en regard du diamètre du jet de matériau semi-fondu.

[0008] Pour que la projection du jet de matériau de protection soit optimale, des paramètres tels qu'une inclinaison donnée du jet de matériau de protection, et une vitesse donnée de déplacement, par rapport à l'axe du tambour, et une distance donnée, par rapport au tambour, des moyens de projection, doivent être respectés. En combinaison de ces premiers paramètres, un débit de matériau est déterminé. La distance des moyens de projection par rapport au tambour est notamment expliquée par l'encombrement important des moyens de pro-

jection.

[0009] Toutefois, ces paramètres, particulièrement l'inclinaison nécessaire du jet de matériau de protection, ne permettent pas de projeter le matériau de protection sur la face amont de la lèchette la plus proche du disque. En effet, le disque, par son extension radiale au-delà des extrémités radialement externes des lèchettes, forme un obstacle à la projection du matériau de protection.

[0010] Ainsi, lorsque les moyens de projection sont déplacés axialement depuis le disque amont vers le disque aval, la projection de matériau peut atteindre la face amont de certaines lèchettes mais pas celle de la lèchette la plus proche du disque en amont.

[0011] Pour pallier ce problème, une première solution évidente pourrait consister à modifier l'angle d'inclinaison des moyens de projection. Toutefois, Il résulte de cette modification d'angle que la couche de matériau de protection obtenue n'est pas structurellement conforme aux spécifications techniques de validation. En effet, en réduisant l'angle du jet de projection, c'est-à-dire en le rendant plus perpendiculaire à l'axe du tambour, la première face de la première lèchette est atteinte par le jet, mais la couche obtenue n'a pas de structure convenable. Une couche de matériau de protection est considérée comme n'ayant pas une structure convenable lorsqu'elle est trop fine ou trop épaisse, par exemple, ou avec une épaisseur non uniforme. Pour obtenir un résultat satisfaisant avec un angle plus petit, il serait alors nécessaire de modifier les paramètres de fonctionnement des moyens de projection (débit, vitesse de déplacement...) ce qui n'est toutefois pas envisageable du fait de la forte interdépendance de ceux-ci.

[0012] Une seconde solution visant à réduire la vitesse de déplacement des moyens de projection a également été proposée. Toutefois, cette solution n'est pas acceptable car si la couche de matériau de protection projetée sur la première face de la lèchette la plus proche du disque amont répondrait aux spécifications, la couche de matériau de protection projetée sur la première face des autres lèchettes ne répondrait pas aux spécifications, notamment car son épaisseur serait trop importante et donc sa structure ne serait pas convenable. En effet, la réduction de la vitesse de déplacement des moyens de projection permet qu'avant que le jet ne bute contre le disque, l'ensemble de la première face de la première lèchette soit entièrement recouverte du matériau de protection, notamment par l'effet de gravité du matériau de protection qui s'écoule le long de la première face de la première lèchette, vers l'axe du tambour. Pour les autres lèchettes, la réduction de la vitesse entraînera un dépôt de matériau de protection en trop grande quantité sur la première face, les couches ainsi déposées n'ayant alors pas une structure convenable.

[0013] Notons également que la modification de l'un des paramètres précités de fonctionnement (débit, vitesse de déplacement) des moyens de projection entraîne la modification des autres paramètres et conduit à sortir des spécifications techniques de validation pour la réa-

lisation de la couche de protection. La pièce sur laquelle la projection de matériau de protection est réalisée ne peut alors pas être considérée comme conforme ; il est donc souhaitable de conserver les paramètres de fonctionnement des moyens de projection.

[0014] L'invention a notamment pour but d'apporter une solution simple, efficace et économique à ce problème.

[0015] A cet effet, elle propose un procédé de dépôt d'un revêtement de protection par projection sur des protubérances annulaires d'une pièce comprenant au moins un premier élément annulaire et une partie annulaire qui porte les protubérances et qui s'étend axialement depuis une paroi latérale du premier élément, une première protubérance étant agencée axialement au plus près du premier élément et portant une face en regard du disque, caractérisé en ce qu'il comprend les étapes suivantes :

- a) disposer des moyens de réflexion axialement sur la pièce entre ladite paroi latérale du premier élément et la première protubérance annulaire,
- b) projeter, via des moyens de projection, un jet d'un matériau de protection en direction des moyens de réflexion de manière à ce que le jet de protection impacte la face en regard du premier élément de la première protubérance qui est en regard du premier élément.

[0016] Les moyens de réflexion permettent, lors de la projection du matériau sur la deuxième face des protubérances, que le jet de matériau de protection soit redirigé vers la première face de la protubérance la plus proche du premier élément amont. Ainsi, avec une inclinaison optimale, il est possible de recouvrir d'une couche d'un matériau de protection toutes les deuxièmes faces des protubérances et la première face de la protubérance la plus proche du premier élément dans une même passe de projection, puis la première face des autres protubérances dans une seconde passe de projection.

[0017] Lors de l'étape b), la direction de projection du jet de matériau peut former avec un plan radial interceptant ladite direction au point d'impact du jet sur les moyens de réflexion un angle compris entre 0 et 25°, une sortie de buse des moyens de projection du matériau étant située à l'opposé du disque par rapport audit plan radial. Pour cela, on positionne la buse de sorte que la direction de projection du jet de matériau forme avec un plan radial interceptant ladite direction au point d'impact du jet sur les moyens de réflexion un angle α compris entre 0 et 25°. Cet angle α est mesuré lorsque la sortie des moyens de projection du matériau est située à l'opposé du disque par rapport audit plan radial.

[0018] Cet angle d'inclinaison permet que le jet projeté présente les caractéristiques nécessaires à la réalisation d'une projection conforme aux spécifications tout en limitant la zone recouverte par le matériau de protection à la zone des protubérances.

[0019] Le procédé peut comprendre une étape consis-

tant à déplacer axialement, dans un premier sens orienté depuis les protubérances vers le premier élément, les moyens de projection de sorte que le jet de matériau atteigne toutes les protubérances et les moyens de réflexion.

[0020] Le déplacement permet de recouvrir la deuxième face de chacune des protubérances et la première face de la protubérance la plus proche du premier élément amont.

[0021] Le procédé peut également comprendre une étape consistant à réorienter les moyens de projection, par symétrie par rapport à un plan transversal perpendiculaire à l'axe de la pièce, et à les déplacer axialement, dans un second sens, opposé au premier sens.

[0022] La réorientation des moyens de projection permet de recouvrir la première face des autres protubérances que celle qui est la plus proche du premier élément amont, déjà recouverte lorsque la deuxième face des protubérances est recouverte.

[0023] Le procédé peut en outre comprendre une étape consistant à retirer les moyens de réflexion de la pièce.

[0024] Suite au retrait des moyens de réflexion, la pièce peut alors être montée sur une turbomachine.

[0025] Les moyens de réflexion peuvent comprendre un anneau en matériau polymère, en particulier du silicone, ayant une dureté comprise en 35 et 65 Shore.

[0026] La dureté Shore A spécifique comprise entre 35 et 65, et préférentiellement de 50, permet de contrôler le jet de matériau de protection. Ainsi, la dureté choisie assure que le jet de matériau de protection rebondisse sur les moyens de réflexion en direction de la première face des protubérances.

[0027] L'anneau peut être un anneau fendu et élastiquement déformable de manière à être monté serré autour de la partie annulaire.

[0028] La fente de l'anneau permet de le déformer élastiquement pour favoriser sa mise en position sur la partie annulaire, entre le premier élément amont et la protubérance la plus proche du premier élément.

[0029] Une extrémité radialement externe de la paroi latérale du premier élément peut être située radialement à l'extérieur d'une extrémité radialement externe des protubérances.

[0030] La face et la paroi latérale peuvent être annulaires.

[0031] La pièce peut être un tambour de turbomachine, le premier élément peut être un disque du tambour, la partie annulaire peut être une virole du tambour et les protubérances annulaires peuvent être des léchettes annulaires.

[0032] La partie annulaire peut comprendre une paroi sensiblement cylindrique sur laquelle est monté serrée une paroi cylindrique de l'anneau.

[0033] La partie annulaire peut comprendre une paroi radiale en appui axial sur la paroi latérale du premier élément.

[0034] L'invention propose également un ensemble comprenant une pièce comportant au moins un premier

élément et une partie annulaire portant des protubérances et la partie annulaire s'étendant axialement depuis une paroi latérale dudit premier élément, des moyens de projection d'un jet d'un matériau de protection agencés radialement à l'extérieur de la pièce, caractérisée en ce que l'ensemble comprend également des moyens de réflexion dudit jet de matériau de projection, les moyens de réflexion étant un anneau élastiquement déformable monté serré autour de la partie annulaire agencés axialement entre ladite paroi latérale aval du disque premier élément et la première protubérance annulaire, les moyens de réflexion étant aptes à réfléchir le jet de matériau vers la face en regard du premier élément de la première protubérance, les moyens de réflexion étant par exemple un anneau élastiquement déformable monté serré autour de la partie annulaire.

[0035] Un tel ensemble permet la mise en oeuvre du procédé précité, pour recouvrir à la fois la première face et la deuxième face de chacune des protubérances en respectant les spécifications.

[0036] L'invention sera mieux comprise et d'autres détails, caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront à la lecture de la description suivante faite à titre d'exemple non limitatif en référence aux dessins annexés dans lesquels :

- la figure 1 est une vue de détail des lèchettes d'un tambour de turbomachine ;
- la figure 2 est une vue de détail d'une installation de dépôt d'un revêtement de protection par projection sur des lèchettes annulaires du tambour de la figure 1 ;
- la figure 3 est une vue schématique montrant une buse de projection du matériau de protection sur les lèchettes du tambour ;
- la figure 4 est une vue en section des moyens de réflexion de l'installation de la figure 2, et
- les figures 5 et 6 sont des vues de détail du tambour de la figure 1 sur lequel sont montés des moyens de réflexion d'un jet de matériau de protection, illustrant le déplacement des moyens de projection selon deux sens opposés.

[0037] Conventionnellement, les termes « radial » et « axial » s'entendent par rapport à un axe longitudinal A de la turbomachine.

[0038] De même, les termes « amont » et « aval » s'entendent par rapport au sens d'écoulement des gaz G dans la turbomachine.

[0039] On a représenté, sur la figure 1, un détail d'une pièce, en l'espèce un tambour 10 de turbomachine. Le tambour 10 comprend au moins un premier élément 12, en l'espèce un disque, au moins une partie annulaire 14, en l'espèce une virole annulaire, et des protubérances 16, 18, 20, en l'espèce des lèchettes annulaires.

[0040] L'invention est toutefois applicable à toute pièce de turbomachine comprenant au moins un premier élément annulaire, au moins une partie annulaire, et des

protubérances annulaires en saillie de la partie annulaire.

[0041] Le tambour 10 comprend une succession axiale, c'est-à-dire s'étendant suivant l'axe A du tambour 10, de disques 12 entre lesquels sont intercalées les viroles annulaires 14 portant les lèchettes annulaires 16, 18, 20 s'étendant elles-mêmes radialement à partir de la virole annulaire 14. On comprend donc que les lèchettes 16, 18, 20, sur un tambour 10 tel qu'illustré, sont axialement intercalées entre une partie de virole 14 amont et une partie de virole aval. La figure 1 ne représente qu'un disque 12 complet, et une virole 14 portant trois lèchettes 16, 18, 20, le disque 12 étant, ici, positionné en amont des lèchettes 16, 18, 20.

[0042] Le disque 12 présente une paroi latérale amont 12a et une paroi latérale aval 12b, la paroi latérale aval 12b étant en regard des lèchettes 16, 18, 20. En outre, le disque 12 présente une extrémité radialement externe 22 de la paroi latérale aval 12b, située radialement à l'extérieur d'une extrémité radialement externe 16c, 18c, 20c des lèchettes 16, 18, 20.

[0043] Tel qu'illustré, le tambour 10 comprend une première lèchette 16, une deuxième lèchette 18 et une troisième lèchette 20, la première lèchette 16 étant agencée axialement au plus près du disque 12 représenté à gauche sur la figure 1.

[0044] Les lèchettes 16, 18, 20 sont formées, sur la virole 14, par des saillies de faibles dimensions, ces saillies pouvant être venues de matière avec la virole 14 ou rapportées sur la virole 14.

[0045] Chaque lèchette 16, 18, 20 présente une section sensiblement trapézoïdale qui comprend une première face 16a, 18a, 20a tournée vers le disque 12 amont, et une deuxième face 16b, 18b, 20b opposée, c'est à dire tournée vers un disque aval (partiellement représenté). Comme on le voit sur la figure 1, les lèchettes 16, 18, 20 s'étendent donc sur une faible distance radiale par rapport au disque 12. Les lèchettes 16, 18, 20 sont par exemple réalisées en Ti17 ou en Ti 6.2.4.2. Par ailleurs, chaque lèchette 16, 18, 20 comprend à son sommet, opposé à la virole 14, une troisième face 16c, 18c, 20c, reliant la première face 16a, 18a, 20a à la deuxième face 16b, 18b, 20b.

[0046] Pour assurer leur résistance, notamment à la chaleur, les lèchettes 16, 18, 20 sont revêtues d'au moins une couche d'un matériau de protection tel que, par exemple, un matériau de composition suivante : Al_2O_3 - TiO_2 97-3%w type II.

[0047] Avantagusement, une sous-couche pourra être déposée préalablement à la couche de matériau de protection, cette sous-couche étant, par exemple, un matériau de composition suivante : Ni-Al 95-5%w type II.

[0048] Le revêtement des lèchettes 16, 18, 20 est assuré par une installation 24 de dépôt d'un revêtement de protection dont un détail est représenté sur la figure 2.

[0049] Cette installation 24 comprend un bras 26 portant des moyens de projection 28 d'un jet 30 d'un matériau de protection, un support 32 sur lequel est positionné le tambour 10, et des moyens de réflexion 34 du jet 30.

[0050] Le bras 26 est par exemple du type des bras articulés mécaniques bien connus de l'industrie, aussi il ne sera pas décrit plus en détail. Toutefois, il est à noter que, par ses dimensions, le bras 26 est encombrant par rapport au tambour 10 et aux lèchettes 16, 18, 20.

[0051] Les moyens de projection 28 du jet 30 de matériau de protection sont agencés radialement à l'extérieur du tambour 10 et comprennent une buse 36 de projection (figure 1 et 3), telle qu'une buse plasma par exemple, représentée schématiquement sur la figure 3.

[0052] La buse 26, en action de projection d'un jet 38 de matériau formant une couche de revêtement 40 sur la surface 42 d'une pièce 44, comprend un carter 46 dans lequel sont reçues coaxialement, de l'extérieur vers l'intérieur, une anode 48 et une cathode 50. L'anode 48 et la cathode 50 forment entre elles un passage annulaire 52 pour un gaz plasma destiné à être éjecté de la buse 36, en direction de la pièce 44, par une sortie 54 de la buse 36.

[0053] Le carter 46 porte deux injecteurs de poudre 56, par exemple des poudres aptes à former, avec le gaz plasma, les matériaux précités de la couche et de la sous-couche, ces injecteurs 56 débouchant vers la sortie 54 de la buse 36.

[0054] Le support 32 (figure 2) se présente sous la forme d'une colonne insérée dans le tambour 10, concentriquement aux viroles 14. Le support 32 comprend en outre des butées (non représentées) contre lesquelles le tambour 10 vient reposer pour être maintenu dans une position prédéterminée permettant la projection du jet 30 de matériau de protection sur les lèchettes 16, 18, 20.

[0055] Les moyens de réflexion 34 comprennent un anneau en matériau polymère, en particulier du silicone, ayant une dureté comprise en 35 et 65 Shore A. Cet anneau est fendu et élastiquement déformable de manière à être monté serré autour de la virole 14 comme nous le verrons ci-après.

[0056] L'anneau présente, lorsque vue en section longitudinale, tel que représenté sur la figure 4, une forme sensiblement en quart de disque. La forme en quart de disque comprend une base ou paroi 58 formant une surface cylindrique et un montant ou paroi 60 radiale sensiblement perpendiculaire à la base ou paroi 58 et formant une surface annulaire. La paroi cylindrique 58 est en appui radialement vers l'intérieur sur la surface radialement externe de la partie annulaire 14. La paroi radiale 60 est en appui axial sur la paroi latérale aval 12b du premier élément 12. La jonction entre la base et le montant est formée par un congé 62 et les extrémités libres 58a, 60a de la base et du montant sont reliées l'une à l'autre par une surface de réflexion convexe 64.

[0057] En variantes non représentées sur les figures, les extrémités libres 58a, 60a de la base 58 et du montant 60 pourraient être reliées l'une à l'autre par une surface de réflexion concave, une surface plane ou une combinaison de surfaces concaves, convexes et/ou planes.

[0058] L'installation 24 peut également comprendre un (ou plusieurs) masque(s) 66 (visible sur la figure 6) po-

sitionné(s) sur le disque 12 de sorte à protéger la paroi latérale amont 12a et/ou la paroi latérale aval 12b du jet 30 de matériau de protection. Ce masque 66 peut également être en silicone ce qui lui permet d'être monté et démonté du disque 12 facilement. La fonction de la surface de réflexion sera décrite ultérieurement.

[0059] On se réfère maintenant aux figures 5 et 6 qui illustrent deux étapes d'un procédé de dépôt d'un revêtement de protection par projection sur les lèchettes 16, 18, 20 du tambour 10.

[0060] Ce procédé comprend les étapes consistant à :

a) disposer les moyens de réflexion 34, par déformation élastique, axialement entre ladite paroi latérale aval 12b du disque 12 et la première lèchette 16, et

b) projeter, via les moyens de projection 28, un jet 30 de matériau de protection en direction des moyens de réflexion 34 de manière à ce que le jet 30 de protection impacte la première face 16a, en regard du disque 12, de la première lèchette 16.

[0061] Plus précisément, le jet 30 venant impacter la surface de réflexion convexe 64 des moyens de réflexion 34 est redirigé, par ailleurs, vers la première face 16a de la première lèchette 16.

[0062] Contrairement aux solutions de l'art antérieur illustrées en Sa, S1 et S2 sur la figure 1, la première face 16a de la première lèchette 16 peut être recouverte du matériau de protection de façon à répondre aux spécifications techniques. En effet, avec la solution antérieure Sa, dans laquelle le jet 30 garde son orientation pour recouvrir la première face 16a, 18a, 20a de chacune des lèchettes 16, 18, 20, on voit que la trajectoire du jet 30 trouve un obstacle comprenant le disque 12 et ne peut pas atteindre la première surface 16a de la première lèchette 16.

[0063] La première solution S1 initialement envisagée, illustre que si l'orientation des moyens de projection 28 est modifiée pour permettre de recouvrir la première face 16a de la première lèchette, sans que le disque 12 ne forme obstacle, la distance des moyens de projection 28 par rapport à l'axe A du tambour 10 doit être modifiée, et que le jet 30 se concentre en un point de la surface ce qui empêche que la couche soit structurellement conforme aux spécifications techniques.

[0064] En variante à la première solution S1, on a illustré, toujours sur la figure 1, une solution S2 dans laquelle l'orientation des moyens de projection 28 est plus tangentielle à l'axe A du tambour 10. Toutefois, une telle modification d'orientation ne fait qu'accroître le problème de la solution antérieure Sa en ce que le disque 12 forme un obstacle plus important que dans Sa. De plus, la distance des moyens de projection 28 par rapport à l'axe A est largement modifiée contrairement aux spécifications techniques.

[0065] L'orientation des moyens de projection 28 pour la projection du jet 30 de matériau de protection, et plus

particulièrement l'orientation de la sortie 54 de la buse 36, est donc importante.

[0066] Pour définir cette orientation, on positionne la buse 36 de sorte que la direction de projection du jet 30 de matériau forme avec un plan radial P1 interceptant ladite direction au point d'impact 68 du jet sur les moyens de réflexion 34 un angle α compris entre 0 et 25°. Cet angle α est mesuré lorsque la sortie 54 des moyens de projection 34 du matériau est située à l'opposé du disque 12 par rapport audit plan radial P1.

[0067] L'épaisseur du jet 30 étant définie selon un protocole particulier, il est nécessaire que les moyens de projection 34 soient déplacés axialement de sorte que les moyens de projection 34 puissent projeter le matériau sur toutes les lèchettes 16, 18, 20.

[0068] Ainsi, dans une autre étape du procédé, les moyens de projection sont déplacés axialement, dans un premier sens orienté depuis les lèchettes 16, 18, 20 vers le disque 12 agencé en amont, ce premier sens de déplacement étant représenté par la flèche F1 sur la figure 5. Selon ce premier sens de déplacement, le jet 30 de matériau peut alors atteindre la deuxième face 16b, 18b, 20b de toutes les lèchettes 16, 18, 20 et la première face 16a de la première lèchette 16 par rebond 70 sur la surface de réflexion convexe 64 des moyens de réflexion 34.

[0069] Sur la figure 5, le déplacement, dans le premier sens, des moyens de projection 28, et donc du jet 30, est encore matérialisé par la présence en pointillés d'une position intermédiaire de ceux-ci avant une position quasi-finale en traits pleins.

[0070] Encore dans une autre étape succédant au déplacement des moyens de projection dans le premier sens, les moyens de projection 28 sont réorientés, par symétrie par rapport à un plan transversal P2 perpendiculaire à l'axe A du tambour 10. P2 est situé à une distance axiale L du disque amont 12 plus grande que la distance axiale l entre P1 et le disque amont 12. En outre, P2 est sensiblement parallèle à P1.

[0071] Lorsque les moyens de projection 28 sont réorientés, ils sont déplacés axialement, dans un second sens, opposé au premier sens, ce second sens de déplacement étant représenté par la flèche F2 sur la figure 6. Selon ce second sens de déplacement, le jet 30 de matériau peut alors atteindre la première face 18a, 20a de la deuxième lèchette 18 et de la troisième lèchette 20.

[0072] Il est à noter qu'il n'est pas nécessaire de démonter les moyens de réflexion 34 de la pièce 10.

[0073] Sur la figure 6, le déplacement, dans le second sens, des moyens de projection 28, et donc du jet 30, est encore matérialisé par la présence en pointillés d'une position intermédiaire de ceux-ci avant une position quasi-finale en traits pleins.

[0074] Lorsque la première face 16a, 18a, 20a et la deuxième face 16b, 18b, 20b de chaque lèchette 16, 18, 20 sont revêtues du matériau de protection, les moyens de réflexion 34 peuvent être retirés, dans une dernière étape.

[0075] Le procédé et l'installation décrite permettent donc de réaliser un revêtement, répondant aux spécifications techniques, de la première face 16a, 18a, 20a et de la deuxième face 16b, 18b, 20b de chacune des lèchettes 16, 18, 20.

[0076] Par ailleurs, le premier sens F1 et le second sens F2 de déplacement peuvent être inversés.

10 Revendications

1. Procédé de dépôt d'un revêtement de protection par projection sur des protubérances annulaires (16, 18, 20) d'une pièce (10) comprenant au moins un premier élément (12) annulaire et une partie annulaire (14) qui porte les protubérances (16, 18, 20) et qui s'étend axialement depuis une paroi latérale (12a) du premier élément (12), une première protubérance (16) étant agencée axialement au plus près du premier élément (12) et portant une face (16a) en regard du premier élément (12), **caractérisé en ce qu'il** comprend les étapes suivantes :

a) disposer des moyens de réflexion (34) axialement sur la pièce (10) entre ladite paroi latérale (12b) du premier élément (12) et la première protubérance annulaire (16), ces moyens de réflexion (34) comprenant un anneau élastiquement déformable monté serré autour de la partie annulaire (14),

b) projeter, via des moyens de projection (28), un jet (30) d'un matériau de protection en direction des moyens de réflexion (34) de manière à ce que le jet (30) de protection impacte la face (16a) de la première protubérance (16) qui est en regard du premier élément (12).

2. Procédé selon la revendication 1, dans lequel, lors de l'étape b), la direction de projection du jet (30) de matériau forme avec un plan radial (P1) interceptant ladite direction au point d'impact (68) du jet (30) sur les moyens de réflexion (34) un angle (a) compris entre 0 et 25°, une sortie (54) de buse des moyens de projection (28) du matériau étant située à l'opposé du disque (12) par rapport audit plan radial (P1).
3. Procédé selon la revendication 2, dans lequel il comprend une étape consistant à déplacer axialement, dans un premier sens orienté depuis les protubérances (16, 18, 20) vers le premier élément (12), les moyens de projection (28) de sorte que le jet (30) de matériau atteigne toutes les protubérances (16, 18, 20) et les moyens de réflexion (34).
4. Procédé selon la revendication 3, dans lequel il comprend une étape consistant à réorienter les moyens de projection (28), par symétrie par rapport à un plan transversal (P2) perpendiculaire à l'axe (A) de la pièce (10).

ce (10), et à les déplacer axialement, dans un second sens, opposé au premier sens.

5. Procédé selon l'une des revendications précédentes, dans lequel il comprend une étape consistant à retirer les moyens de réflexion (34) de la pièce (10). 5
6. Procédé selon l'une des revendications précédentes, dans lequel l'anneau est en matériau polymère, en particulier du silicone, ayant une dureté comprise entre 35 et 65 Shore A. 10
7. Procédé selon la revendication 6, dans lequel l'anneau est un anneau fendu. 15
8. Procédé selon l'une des revendications précédentes, dans lequel une extrémité radialement externe (22) de la paroi latérale (12a) du premier élément (12) est située radialement à l'extérieur d'une extrémité radialement externe (16c, 18c, 20c) des protubérances (16, 18, 20). 20
9. Procédé selon l'une des revendications précédentes, dans lequel la face (16a) et la paroi latérale (12a) sont annulaires. 25
10. Procédé selon l'une des revendications précédentes, dans lequel la pièce (10) est un tambour de turbomachine, le premier élément (12) est un disque du tambour, la partie annulaire (14) est une virole du tambour et les protubérances annulaires (16) sont des lèchettes annulaires. 30
11. Procédé selon l'une des revendications 1 à 10, dans lequel la partie annulaire comprend une paroi sensiblement cylindrique sur laquelle est montée serrée une paroi cylindrique de l'anneau. 35
12. Procédé selon l'une des revendications 1 à 11, dans lequel la partie annulaire comprend une paroi radiale en appui axial sur la paroi latérale (12b) du premier élément (12). 40
13. Ensemble comprenant une pièce (10) comportant au moins un premier élément (12) et une partie annulaire (14) portant les protubérances (16, 18, 20) et la partie annulaire (14) s'étendant axialement depuis une paroi latérale (12b) du premier élément (12), des moyens de projection (28) d'un jet (30) d'un matériau de protection agencés radialement à l'extérieur de la pièce (10), **caractérisée en ce que** l'ensemble comprend également des moyens de réflexion (34) dudit jet (30) de matériau de projection, les moyens de réflexion (34) étant un anneau élastiquement déformable monté serré autour de la partie annulaire (14) axialement entre ladite paroi latérale aval (12b) du premier élément (12) et la première protubérance annulaire (16), les moyens de ré- 45 50 55

flexion (34) étant aptes à réfléchir le jet (30) de matériau vers la face (16a) en regard du premier élément (12) de la première protubérance (16), les moyens de réflexion (34) étant un anneau élastiquement déformable monté serré autour de la partie annulaire (14).

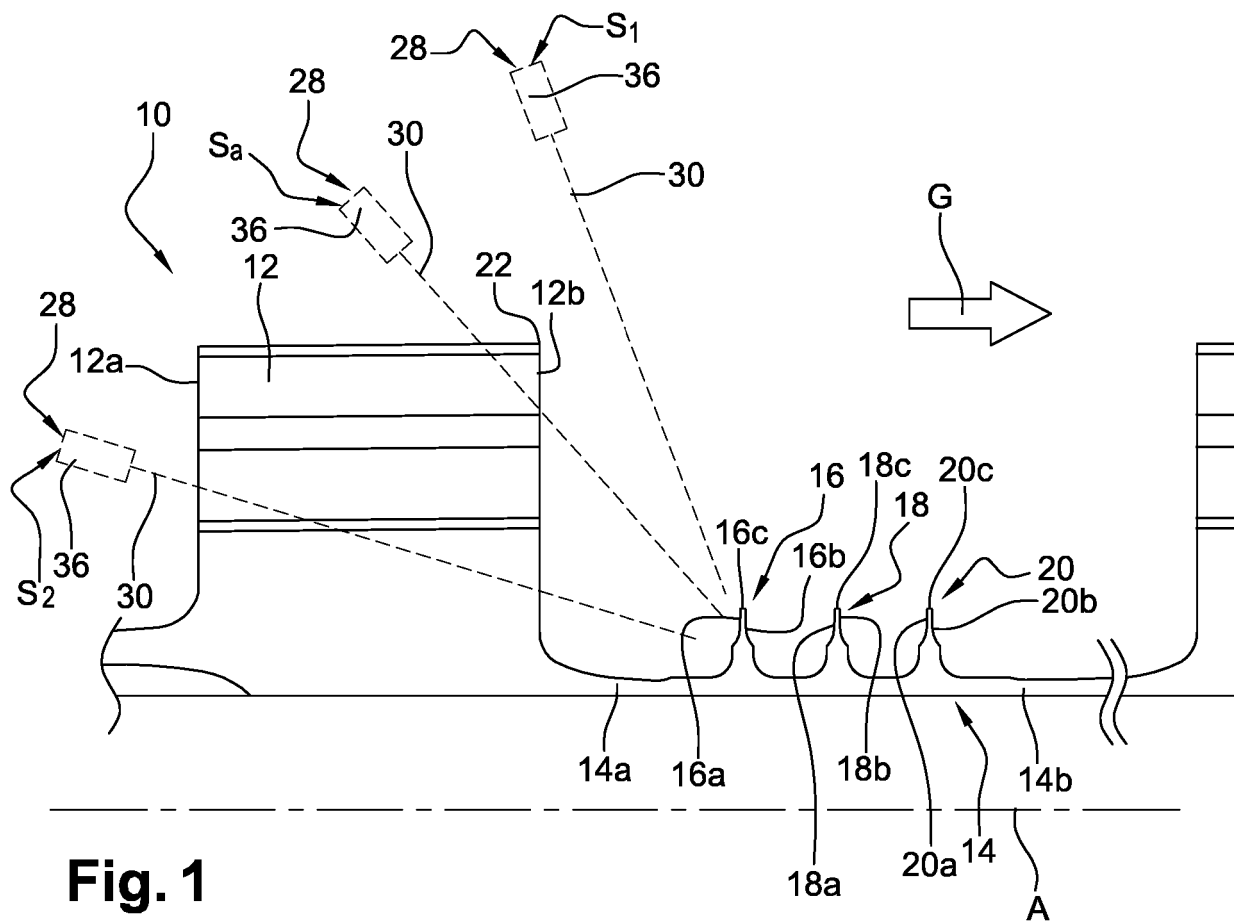


Fig. 1

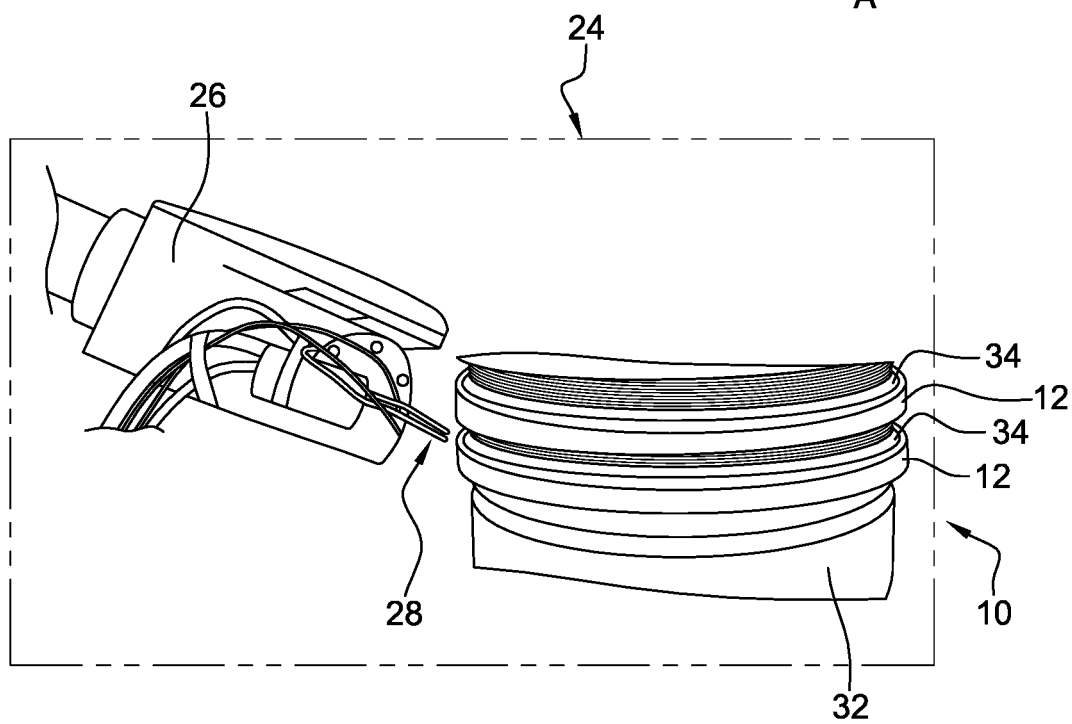


Fig. 2

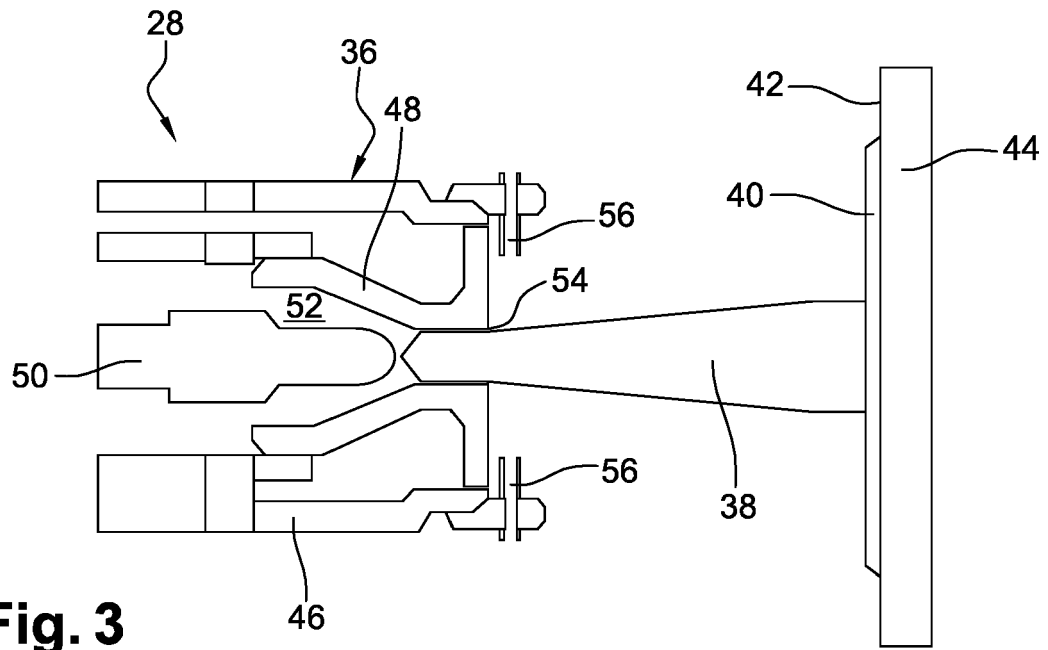


Fig. 3

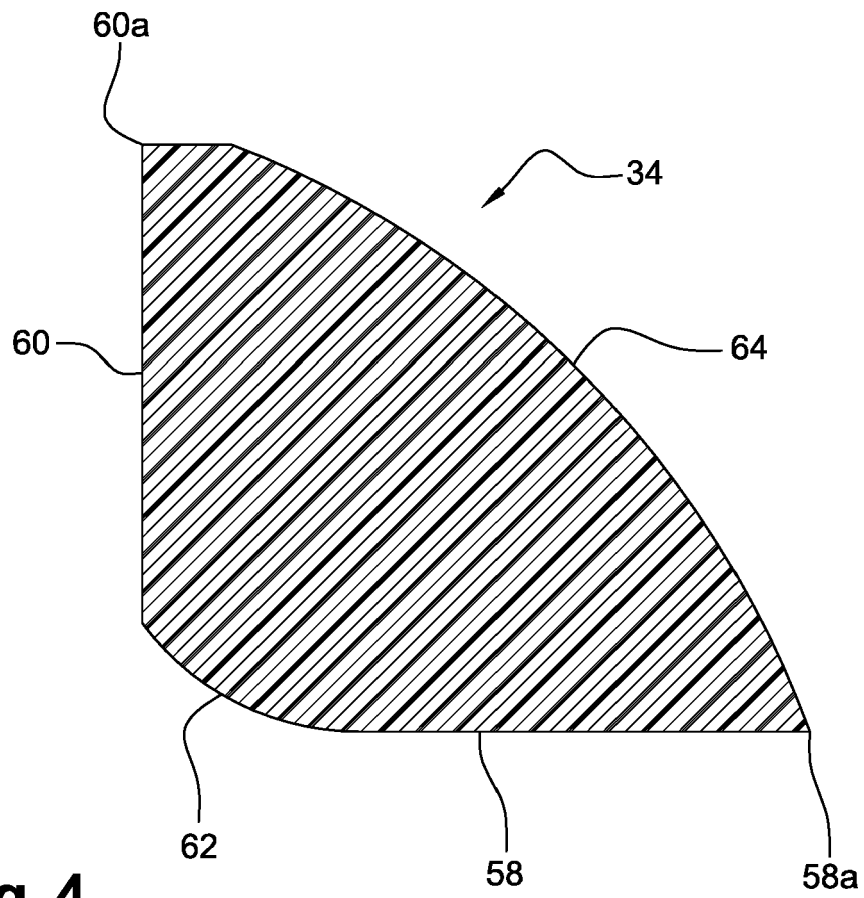
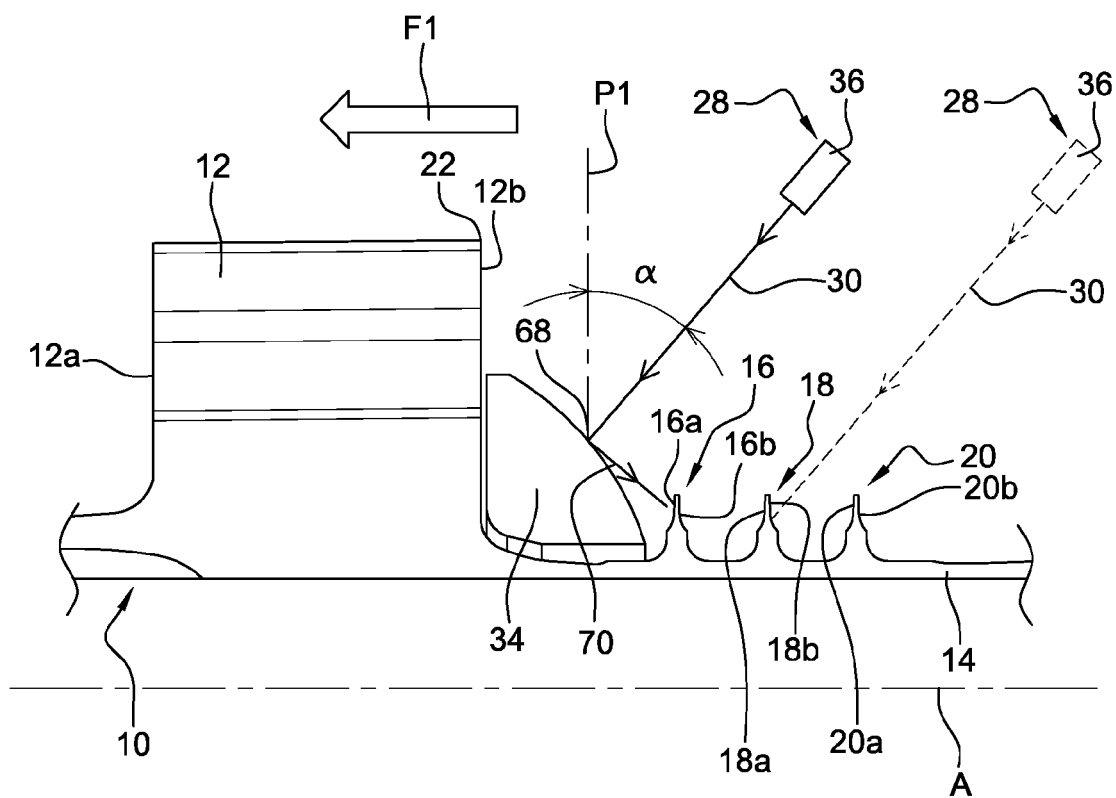
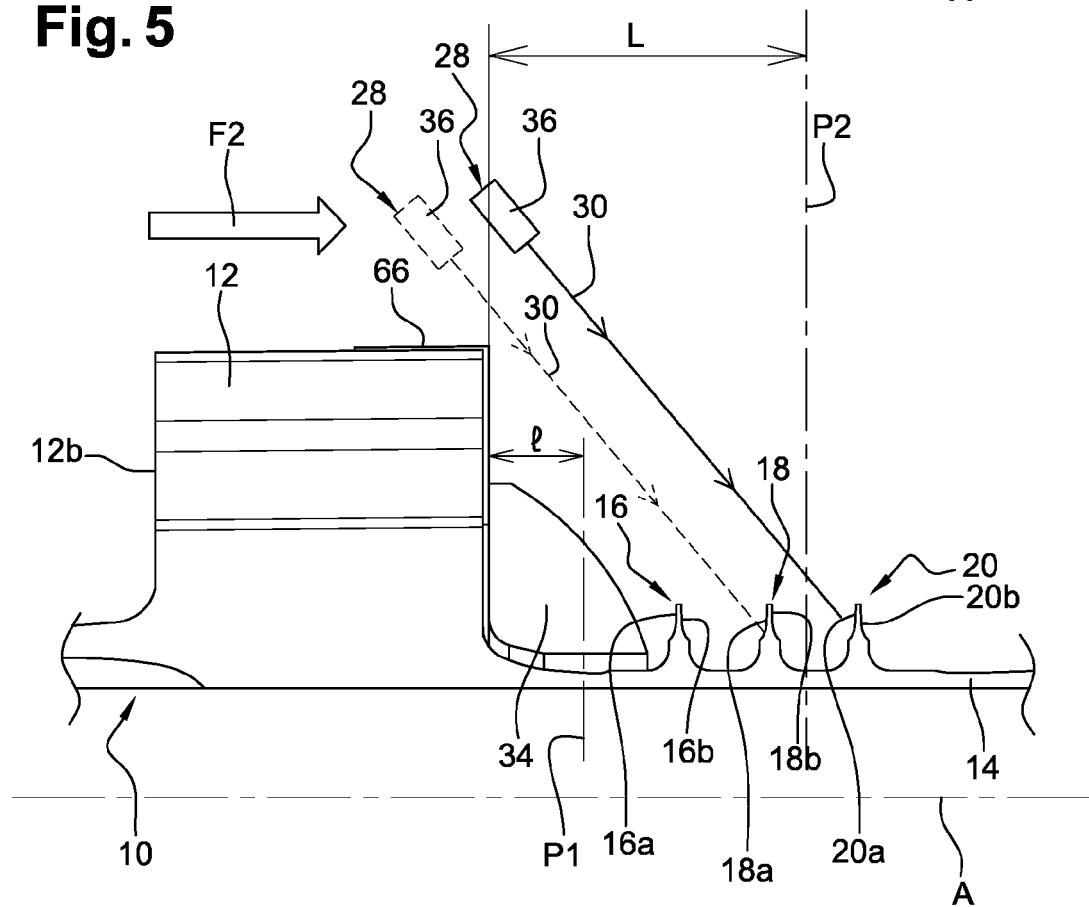


Fig. 4

**Fig. 5****Fig. 6**



RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande

EP 18 16 9178

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (IPC)
A	WO 2014/113064 A1 (GEN ELECTRIC [US]) 24 juillet 2014 (2014-07-24) * page 2, alinéa 5-7 * * page 5, alinéa 19 - page 8, alinéa 26 * * figures 1-6 *	1-13	INV. C23C4/01 B05B1/26
A	FR 3 018 210 A1 (MESSIER BUGATTI DOWTY [FR]) 11 septembre 2015 (2015-09-11) * page 1, ligne 27 - page 2, ligne 20 * * page 3, ligne 24 - page 4, ligne 35 * * page 5, ligne 23 - page 7, ligne 6 * * page 8, lignes 1-28 * * figures 1,2 *	1-13	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC)
			C23C B05B F01D
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche Munich		Date d'achèvement de la recherche 29 mai 2018	Examineur Joffreau, P
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C02)

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET EUROPEEN NO.**

EP 18 16 9178

5 La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche européenne visé ci-dessus.
Lesdits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets.

29-05-2018

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
WO 2014113064 A1	24-07-2014	BR 112015017117 A2	11-07-2017
		CA 2897035 A1	24-07-2014
		CN 104919074 A	16-09-2015
		EP 2946025 A1	25-11-2015
		JP 2016507003 A	07-03-2016
		US 2016010199 A1	14-01-2016
		WO 2014113064 A1	24-07-2014

FR 3018210 A1	11-09-2015	AUCUN	

EPO FORM P0460

Pour tout renseignement concernant cette annexe : voir Journal Officiel de l'Office européen des brevets, No.12/82