



(11)

EP 2 818 635 B1

(12)

FASCICULE DE BREVET EUROPEEN

(45) Date de publication et mention
de la délivrance du brevet:
10.04.2019 Bulletin 2019/15

(51) Int Cl.:
F01D 5/06 (2006.01)

F04D 29/32 (2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **13173510.2**

(22) Date de dépôt: **25.06.2013**

(54) Tambour de compresseur de turbomachine axiale avec fixation mixte d'aubes

Kompressortrommel einer axialen Turbomaschine mit gemischter Befestigung der Laufradschaufeln
Drum of axial turbomachine compressor with mixed fixation of blades

(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**

(43) Date de publication de la demande:
31.12.2014 Bulletin 2015/01

(73) Titulaire: **Safran Aero Boosters SA
4041 Herstal (BE)**

(72) Inventeur: **Penalver Castro, Enrique
4651 Battice (BE)**

(74) Mandataire: **Lecomte & Partners
P.O. Box 1623
1016 Luxembourg (LU)**

(56) Documents cités:
**EP-A1- 1 843 044 EP-A1- 2 369 136
US-B2- 8 087 884**

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**

[0001] L'invention a trait à un rotor de turbomachine. Plus précisément, l'invention a trait à un tambour de rotor de compresseur de turbomachine axiale. L'invention a trait à une turbomachine axiale munie d'un tambour de rotor de compresseur basse pression.

Technique antérieure

[0002] Une turbomachine permet de faire subir à un gaz une compression, une combustion puis une détente. La turbomachine fournit par ce biais une énergie mécanique. Afin d'effectuer ces étapes, la turbomachine comprend un compresseur et une turbine qui sont munis d'un rotor et d'un carter.

[0003] La surface intérieure du carter et la surface extérieure du rotor dessinent les contours de la veine primaire. Celle-ci présente des variations de sections annulaires. Ses contours intérieurs et extérieurs peuvent augmenter et diminuer de diamètre le long de l'axe de la turbomachine. Au niveau d'un compresseur, notamment du type basse-pression, le carter extérieur présente généralement une diminution de diamètre vers l'aval. D'amont en aval, le rotor peut présenter une augmentation de diamètre, puis une réduction de diamètre. Cette conjugaison de surfaces permet de disposer d'une entrée étendue et d'atteindre un taux de compression élevé en sortie.

[0004] Pour apporter un travail mécanique au fluide, le carter et le rotor du compresseur comprennent, chacun, plusieurs rangées annulaires d'aubes. Les rangées d'aubes rotoriques et les rangées d'aubes statoriques forment axialement une alternance.

[0005] Le carter peut comprendre une pluralité de redresseurs annulaires qui comprennent, chacun, une rangée annulaire d'aube. Les redresseurs forment des bagues qui sont rapportées axialement les unes contre les autres en vue de leur fixation. Dans ce cas, chaque aube des rangées rotoriques est fixée au rotor via un pied introduit dans une gorge annulaire formée sur le rotor.

[0006] Lors de l'assemblage d'un compresseur avec rotor en forme de tambour, une première rangée d'aube est montée sur le rotor, puis un redresseur annulaire est rapporté axialement en regard de cette première rangée. Ensuite seulement, une deuxième rangée d'aube succéderait au redresseur par rapport à la première rangée peut être montée sur le rotor. L'assemblage se poursuit ainsi de suite, en montant tour à tour une rangée d'aubes rotorique et un redresseur. Ce mode d'assemblage est imposé par l'aspect monobloc des redresseurs et par leurs diamètres intérieurs qui ne permettent pas d'y introduire le rotor avec ses aubes.

[0007] Le document FR 2 845 436 B1 divulgue un compresseur de turbomachine axiale. Le compresseur comprend un carter externe formé de plusieurs redresseurs

rapportés axialement. Il comprend également des rangées annulaires d'aubes qui sont chacune placée entre les redresseurs. Les aubes du rotor sont fixées à l'aide de pieds qui sont insérés dans des saignées annulaires formées dans le rotor. Ce mode de réalisation permet de réaliser un compresseur simple à assembler. Cependant, le rotor est soumis à des vibrations. Il développe des modes vibratoires complexes, difficiles à analyser et à amortir. Par ailleurs, sa réalisation demande des usinages complexes et coûteux. Ajoutons à cela que son architecture reste massive et lourde.

[0008] Le document EP 1 843 044 A1 divulgue les caractéristiques du préambule de la revendication 1.

15 Résumé de l'invention**Problème technique**

[0009] L'invention a pour objectif de résoudre au moins 20 un des problèmes soulevés par l'état de l'art. Plus précisément, l'invention a pour objectif de réduire les vibrations d'un rotor d'une turbomachine axiale. L'invention a également pour objectif d'alléger un rotor de turbomachine axiale.

25 Solution technique

[0010] L'invention a pour objet un tambour rotorique de turbomachine axiale selon la revendication 1.

[0011] Suivant un mode avantageux de l'invention, la surface extérieure de la ou des gorges de rétention est à une distance moyenne de l'axe qui est inférieure à la distance moyenne de la plateforme de la première rangée audit axe.

[0012] Suivant un mode avantageux de l'invention, la paroi comprend sur sa surface extérieure un jeu de nervures annulaires aptes à coopérer avec une couche annulaire de matériau abradable de sorte à assurer une étanchéité, le jeu de nervure étant disposé axialement entre les première et deuxième rangées d'aubes et/ou entre les première et troisième rangées d'aubes.

[0013] Suivant un mode avantageux de l'invention, la distance minimale des sommets d'un des jeux de nervures par rapport à l'axe est supérieure à la distance maximale par rapport audit axe de la surface extérieure de la ou des gorges de rétention adjacente. Il s'agit de la ou des gorges de la deuxième et/ou de la troisième rangée(s) d'aubes.

[0014] Suivant un mode avantageux de l'invention, les aubes de la première rangée sont soudées sur la plateforme de ladite rangée.

[0015] Suivant un mode avantageux de l'invention, la plateforme de la première rangée d'aubes comprend des moignons d'aube sur lesquels sont soudées des extensions d'aube, préférentiellement les moignons d'aubes représentent plus de 10% de la hauteur radiale des aubes de la première rangée, plus préférentiellement de plus de 25%.

[0016] Suivant un mode avantageux de l'invention, les aubes de la première rangée sont au moins partiellement taillées dans la masse d'un tambour brut.

[0017] Suivant un mode avantageux de l'invention, le profil général courbé de la paroi présente une concavité principale dirigée vers l'axe et s'étendant sur la majeure partie de la longueur du tambour.

[0018] Suivant un mode avantageux de l'invention, la plateforme de la première rangée d'aubes est surélevée par rapport à la paroi directement en amont et en aval de ladite rangée.

[0019] Suivant un mode avantageux de l'invention, la paroi comprend deux portions s'étendant généralement radialement sous la plateforme de la première rangée, de manière à ce que la section longitudinale de la paroi au niveau de ladite plateforme présente un profil en forme de π .

[0020] Suivant un mode avantageux de l'invention, la paroi comprend au moins un raidisseur annulaire s'étendant radialement vers l'intérieur au niveau de la première rangée d'aubes, préférentiellement dans le prolongement d'au moins une des portions radiales.

[0021] Suivant un mode avantageux de l'invention, la paroi directement en amont et en aval de la première rangée comprend une portion d'épaisseur essentiellement constante qui délimite un espace annulaire destiné à recevoir une virole interne de redresseur.

[0022] Suivant un mode avantageux de l'invention, le tambour rotorique comprend les aubes de la deuxième et/ou de la troisième rangée d'aubes, chacune desdites aubes comprenant un pied logé dans la ou une des gorges de rétention.

[0023] Suivant un mode avantageux de l'invention, la ou les gorges de rétention sont annulaires suivant le périmètre du tambour.

[0024] Suivant un mode avantageux de l'invention, les aubes de la première rangée et la plateforme annulaire forment un ensemble monobloc.

[0025] Suivant un mode avantageux de l'invention, le tambour est en matériau métallique, préférentiellement du titane.

[0026] Suivant un mode avantageux de l'invention, la paroi est forgée et taillée dans la masse.

[0027] Suivant un mode avantageux de l'invention, la plateforme annulaire et les gorges de rétention sont venues de matière.

[0028] Suivant un mode avantageux de l'invention, le tambour montre une continuité de matière entre les aubes de la première rangée et la paroi.

[0029] Suivant un mode avantageux de l'invention, un jeu de nervures annulaires est réparti axialement sur la jonction annulaire.

[0030] Suivant un mode avantageux de l'invention, toutes les rangées d'aubes du tambour, hormis la première, comprennent une gorge de rétention des aubes en vue de leur assemblage sur le tambour.

[0031] L'invention a également trait à une turbomachine axiale comprenant un tambour rotorique, remarqua-

ble en ce que le tambour est conforme à l'invention, préférentiellement le rotor est un rotor de compresseur basse pression comprenant essentiellement trois rangées annulaires d'aubes rotoriques.

5

Avantages apportés

[0032] L'invention permet de réduire les vibrations d'un rotor de turbomachine axiale. Pour cela elle supprime la 10 liberté de mouvement entre la paroi annulaire et les aubes de la première rangée. L'invention améliore au passage la rigidité générale du tambour. L'architecture proposée permet en outre d'alléger le rotor, en agissant à la fois sur le tambour et sur les aubes.

[0033] Les usages des surfaces du tambour et des aubes sont simplifiés. Toutes ces améliorations du tambour deviennent possibles tout en conservant la compatibilité du rotor avec un carter formé de redresseurs annulaires.

[0034] L'invention est appliquée à un tambour muni de nervures annulaires en guise de moyen d'étanchéité entre les étages de compression. Cet aspect n'est pas limitatif puisque l'invention peut également être appliquée à un tambour coopérant avec des joints à brosses axiales. Des tels joints sont bien connus de l'homme du métier et peuvent, par exemple, correspondre à ceux divulgués dans le document DE102005042272 A1.

Brève description des dessins

30

[0035]

La figure 1 représente une turbomachine axiale selon l'invention.

35 La figure 2 est un schéma d'un compresseur de turbomachine selon l'invention.

La figure 3 illustre une section du tambour de rotor selon l'invention.

40 Description des modes de réalisation

[0036] Dans la description qui va suivre, les termes intérieur ou interne et extérieur ou externe renvoient à un positionnement par rapport à l'axe de rotation de la turbomachine axiale.

[0037] La figure 1 représente de manière simplifiée une turbomachine axiale. Il s'agit dans ce cas précis d'un turboréacteur double-flux. Le turboréacteur 2 comprend un premier niveau de compression, dit compresseur basse-pression 4, un deuxième niveau de compression, dit compresseur haute-pression 6, une chambre de combustion 8 et un ou plusieurs niveaux de turbines 10. En fonctionnement, la puissance mécanique de la turbine 10 transmise via l'arbre central jusqu'au rotor 12 met en mouvement les deux compresseurs 4 et 6. Des moyens de démultiplication peuvent augmenter la vitesse de rotation transmise aux compresseurs. Alternativement, les différents étages de turbines peuvent chacun être reliés

aux étages de compresseur via des arbres concentriques. Ces derniers comportent plusieurs rangées d'aubes de rotor associées à des rangées d'aubes de stators. La rotation du rotor autour de son axe de rotation 14 permet ainsi de générer un débit d'air et de comprimer progressivement ce dernier jusqu'à l'entrée de la chambre de combustion 10.

[0038] Un ventilateur d'entrée communément désigné fan 16 est couplé au rotor 12 et génère un flux d'air qui se divise en un flux primaire 18 traversant les différents niveaux sus mentionnés de la turbomachine, et un flux secondaire 20 traversant un conduit annulaire (partiellement représenté) le long de la machine pour ensuite rejoindre le flux primaire en sortie de turbine. Les flux primaire 18 et secondaire 20 sont des flux annulaires, ils sont canalisés par le carter de la turbomachine. A cet effet, le carter présente des parois cylindriques ou viroles qui peuvent être internes et externes.

[0039] La figure 2 est une vue en coupe d'un compresseur d'une turbomachine axiale 2 telle que celle de la figure 1. Le compresseur peut être un compresseur basse pression 4. L'enseignement de la présente invention peut également être appliquée à un tambour de rotor de turbine 10.

[0040] On peut observer sur le compresseur 4 un bec de séparation 22 du flux primaire 18 et du flux secondaire 20. Le rotor 12 comprend plusieurs rangées annulaires d'aubes rotoriques, dans le cas précis de la figure 2, trois rangées sont prévues. D'avantage de rangées d'aubes peuvent être prévues. Ces trois rangées sont axialement successives. On observe une première rangée d'aubes rotoriques 24, une deuxième rangée d'aubes rotoriques 26 en aval de la première rangée 24 et une troisième rangée d'aubes rotoriques 28 en amont de la première rangée 24.

[0041] Les aubes rotoriques (24, 26, 28) s'étendent essentiellement radialement depuis le rotor 12. Les aubes d'une même rangée sont régulièrement espacées les unes des autres, et présentent une même orientation angulaire dans le flux. Eventuellement, l'espacement entre les aubes peut varier localement, tout comme leur orientation angulaire. Certaines aubes peuvent être différentes du reste des aubes de la rangée correspondante.

[0042] Le compresseur 4 comprend un carter extérieur. Le carter extérieur comprend plusieurs redresseurs, par exemple quatre, qui comportent chacun, une virole externe 30, une rangée d'aubes statoriques 32 et éventuellement un virole interne 34. Une couche annulaire de matériau abradable 36 peut être appliquée à l'intérieur de la virole externe et de la virole interne d'un redresseur. Les aubes statoriques 32 d'un même redresseur s'étendent radialement depuis leur virole externe 30 vers leur virole interne 34. Les redresseurs forment des bagues fermées circulairement. Ils sont rapportés axialement les uns contre les autres et fixés les uns aux autres à l'aide de brides radiales 38.

[0043] Les redresseurs sont associés au fan ou à une

rangée d'aubes rotoriques (24, 26, 28) pour redresser le flux d'air, de sorte à convertir la vitesse du flux en pression.

[0044] Le rotor 12 comprend un tambour 40. Le tambour 40 comporte une paroi 42 généralement symétrique en révolution autour de son axe de rotation 14, axe qui est commun avec celui de la turbomachine. La paroi 42 peut présenter un profil général de révolution ou profil moyen de révolution autour de l'axe de rotation 14. Le profil général peut être compris dans l'épaisseur des portions de la paroi 42 qui sont au droit axialement des rangées d'aubes statoriques.

[0045] Le profil général est essentiellement courbé et peut présenter une courbure continue et/ou une variation de courbure continue. Il suit radialement la variation de section de la surface intérieure du flux primaire 18. L'extérieur du profil général est convexe. D'amont en aval, le rayon de la surface intérieure croît puis diminue, de sorte que le profil de la paroi présente un sommet. La paroi 42 est essentiellement fine. Son épaisseur est généralement constante. Son épaisseur est inférieure à 10,00 mm, préférentiellement inférieure à 5,00 mm, plus préférentiellement inférieure à 2,00 mm. La paroi 42 forme un corps creux qui délimite un espace creux, ayant une forme d'ogive ou de tonnelet. Le tambour 40 et/ou les aubes rotoriques (24, 26, 28) sont réalisés en matériaux métallique, préférentiellement en titane.

[0046] Le tambour 40 comprend des nervures annulaires 44 ou léchettes. Elles forment des lames annulaires qui s'étendent radialement. Elles sont destinées à coopérer par abrasion avec des couches annulaires de matériau abradable 36 d'un redresseur de sorte à assurer une étanchéité. Généralement, une même couche d'abradable 36 coopère avec deux nervures annulaires 44.

[0047] La figure 3 est vue de détail en coupe du tambour 40 de la figure 2. Le tambour peut également être un tambour de rotor de compresseur haute pression. Il peut éventuellement être un tambour de rotor de turbine.

[0048] La première rangée d'aubes 24 est formée sur la paroi par une plateforme annulaire 46. La plateforme annulaire 46 est intégralement formée avec la paroi 42. La plateforme annulaire 46 est formée au sommet du profil de la paroi 42. La plateforme annulaire 46 a un profil de révolution généralement droit ou sensiblement courbé.

[0049] Les aubes rotoriques de la deuxième rangée 26 et de la troisième rangée 28 comprennent chacune une plateforme d'aube 48 délimitant l'intérieur du flux primaire, une pale 50 s'étendant radialement vers l'extérieur depuis la plateforme d'aube 46, et un pied de rétention 52 s'étendant radialement vers l'intérieur depuis la plateforme d'aube 48. Le pied de rétention 52 peut présenter une forme en queue d'aronde. Il peut présenter une forme dont la dimension axiale augmente lorsque l'on se rapproche de l'intérieur, de sorte à permettre un engagement de matière.

[0050] La paroi 42 du tambour 40 comprend deux zo-

nes de fixation d'aubes par gorge de rétention. Les zones de fixation comprennent chacune une gorge annulaire 54 dans laquelle sont introduits les pieds de rétention 52 des aubes de la deuxième rangée 26 et de la troisième rangée 28. Les gorges annulaires 54 comprennent des surfaces extérieures annulaires contre lesquelles viennent en contact les plateformes d'aubes 48. Les plateformes d'aubes 48 de la deuxième rangée d'aubes 26 viennent en contact de la deuxième surface extérieure 56, et les plateformes d'aubes 48 de la troisième rangée d'aubes 28 viennent en contact de la troisième surface extérieure 58.

[0051] Les pieds de rétention 52 présentent généralement une forme complémentaire de la gorge de rétention correspondante, de sorte à assurer une rétention radiale. Les gorges de rétention 54 présentent un profil avec un rétrécissement au niveau de leur sortie, vers l'extérieur. Ainsi, les aubes de la deuxième rangée 26 et de la troisième rangée 28 sont retenues selon un mode réversible. Un jeu mécanique est prévu entre la paroi annulaire 42 et les aubes rotoriques de la deuxième et de la troisième rangée, de sorte à autoriser un léger mouvement des aubes. Cependant, le rotor est configuré de manière à ce que la force centrifuge présente lors du fonctionnement du compresseur plaque en position les aubes dans leur gorge.

[0052] Suivant une alternative de l'invention les gorges de rétention peuvent être des gorges axiales. La paroi annulaire comporte alors une rangée annulaire de gorges axiales réparties sur sa circonférence, et qui forment chacune une rangée annulaire d'aubes.

[0053] La surface extérieure (56, 58) d'au moins une des gorges annulaires 48 est à une distance moyenne de l'axe 14 qui est inférieure à la distance moyenne de la plateforme annulaire 46 de la première rangée 24 dudit axe. Préférentiellement, chaque rayon d'une extrémité axiale de la plateforme annulaire 46 est supérieur au rayon maximal de la surface extérieure (56, 58) disposée en regard.

[0054] Les aubes de la première rangée 24 sont ancrées sur le tambour selon un mode différent des autres rangées (26 ; 28). La rétention ou la fixation des aubes est hétérogène ou hybride. Les aubes de la première rangée 24 sont fixées par soudage sur la plateforme annulaire 46. Elles peuvent être soudées par friction, par exemple selon un procédé de soudure orbital. Le tambour 40 sert donc de support de fixation à deux types d'aubes.

[0055] A cet effet, des aubes correspondant à la première rangée 24 sont rapportées sur un tambour brut et soudées sur la plateforme annulaire 46. Ces aubes peuvent être directement ou indirectement rapportées sur la plateforme annulaire 46. La plateforme annulaire 46 peut comprendre des moignons d'aubes 60 qui s'étendent radialement depuis sa surface extérieure. Dans ce cas, chaque aube qui est soudée sur la deuxième surface ne forme en réalité qu'une portion radiale de l'aube finale. La soudure 62 entre un moignon et une portion d'aube

est en élévation par rapport à la plateforme annulaire 46.

[0056] Selon une alternative de l'invention, les aubes de la première rangée 24 peuvent être intégralement usinées dans la masse d'un tambour brut dans lequel est également usinée la paroi.

[0057] Ainsi, la paroi du tambour 40 et les aubes 24 de la première rangée forment un ensemble monobloc. Elles présentent une continuité de matière. Leurs matériaux métalliques présentent une continuité cristalline à leur interface. Ils peuvent être au moins partiellement venus de matière. L'ancrage des aubes est irréversible. Les aubes de la première rangée 24 sont solidaires de la paroi annulaire 42. Ce mode de réalisation permet de supprimer des vibrations entre les aubes de la première rangée 26 et la paroi 42 du tambour 40.

[0058] De plus, ce mode d'ancrage des aubes simplifie les usinages à réaliser car la plateforme annulaire 46 et les éventuels moignons 60 sont plus simples à réaliser qu'une gorge annulaire ou que plusieurs gorges axiales.

En effet, une gorge doit être taillée dans un espace généralement peu accessible avec un outil de petite taille, ce qui rallonge le temps de fabrication. Ou alors, une gorge axiale peut être usinée par brochage. Cependant, ce procédé d'enlèvement de matière demande un outillage coûteux et n'est pas compatible avec toutes les formes de tambour.

[0059] La paroi 42 du tambour directement en amont et en aval de la première rangée d'aubes 24 comprend au moins une portion d'épaisseur essentiellement constante 64 ou jonction annulaire axiale 64, préférentiellement deux portions d'épaisseurs essentiellement constantes 64. Chaque portion d'épaisseur constante 64 s'étend axialement depuis la plateforme annulaire 46 vers la deuxième rangée d'aubes 26 ou vers la troisième rangée d'aubes 28. La plateforme annulaire 46 est radialement en élévation annulaire par rapport à chaque portion d'épaisseur constante 64. Les portions d'épaisseurs constantes 64 délimitent un espace annulaire entre la première rangée d'aubes 26 et la deuxième rangée d'aubes 28 ou la troisième rangée d'aubes 24, ces espaces annulaires étant ouverts radialement vers l'extérieur. Ils sont destinés à loger des viroles internes de redresseurs.

[0060] La paroi 42 comprend deux portions 65 qui s'étendent généralement radialement. Elles s'étendent depuis la plateforme annulaire 46 vers l'intérieur. Elles peuvent chacune être disposée à un des bords axiaux de la plateforme annulaire 46. De la sorte, la paroi peut présenter un profil de général de la lettre grecque π . Les profils des portions radiales s'étendent généralement perpendiculairement au profil de la plateforme annulaire 46.

[0061] Les nervures annulaires 44 sont disposées sur les portions d'épaisseurs constantes 64. Chaque jeu de nervure comprend plusieurs nervures 44. De chaque côté de la plateforme annulaire 46 on observe une diminution progressive des rayons extérieurs depuis un bord de la plateforme annulaire 46, des nervures 44, puis des

surfaces extérieures (56 ; 58) des gorges annulaires. Les sommets de ces éléments forment un escalier. Cette configuration permet de rapporter des redresseurs aubagés de part et d'autre de la première rangée d'aubes 24, puis de monter la deuxième rangée 26 et la troisième rangée 28.

[0062] La figure 3 illustre les aubes 32 et la virole interne 36 des deux redresseurs en amont et en aval, respectivement, de la première rangée d'aubes 24. La figure 3 illustre également en trait interrompu ces redresseurs dans une position intermédiaire de montage, selon une direction axiale, autour du tambour.

[0063] La paroi annulaire 42 du tambour comprend des raidisseurs annulaires 66. Les raidisseurs annulaires 66 peuvent comprendre des brides annulaires qui s'étendent radialement vers l'intérieur. Ces brides sont disposées axialement au niveau des extrémités de la plateforme annulaire 46, préférentiellement dans le prolongement radial des portions radiales 65.

[0064] Le tambour est généralement usiné par tournage à partir d'un brut d'usinage en forme de tambour dont les parois englobent le tambour fini. Le tambour brut doit englober radialement les surfaces extérieures des gorges annulaires 54, la plateforme annulaire 46, les raidisseurs intérieurs 66, et les éventuels moignons d'aubes 60. Selon le cas, il peut englober les aubes de la première rangée 54 sur toute leur hauteur radiale.

Revendications

1. Tambour rotorique (40) de turbomachine axiale (2), notamment de compresseur basse-pression (4), le tambour (40) comprenant une paroi (42) généralement symétrique en révolution autour de son axe (14) et présentant un profil général courbé, ladite paroi (42) étant configurée pour supporter plusieurs rangées d'aubes (24 ; 26 ; 28) ; une première rangée d'aubes (24) est formée par une plateforme annulaire (46) intégralement formée avec la paroi (42), au sommet de son profil par rapport à l'axe (14) ; et au moins une, préférentiellement chacune, d'une deuxième rangée d'aubes (26) directement en aval de la première (24) et d'une troisième rangée d'aubes (28) directement en amont de la première (24), est formée par une ou plusieurs gorges de rétention (54) des aubes, formée(s) sur la paroi, **caractérisé en ce que** le profil général courbé de la paroi (42) s'étend sur la majeure partie de la longueur du tambour, ledit profil présentant un rayon maximum au niveau de la première rangée d'aubes (24).
2. Tambour rotorique (40) selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la surface extérieure (56 ; 58) de la ou des gorges de rétention (54) est à une distance moyenne de l'axe (14) qui est inférieure à la distance moyenne de la plateforme (46) de la première rangée (24) audit axe.

3. Tambour rotorique (40) selon l'une des revendications 1 et 2, **caractérisé en ce que** la paroi (42) comprend sur la surface extérieure un jeu de nervures annulaires (44) aptes à coopérer avec une couche annulaire de matériau abradable (36) de sorte à assurer une étanchéité, le jeu de nervure (44) étant disposé axialement entre les première (24) et deuxième (26) rangées d'aubes et/ou entre les première (24) et troisième (28) rangées d'aubes.
4. Tambour rotorique (40) selon la revendication 3, **caractérisé en ce que** la distance minimale des sommets d'un des jeux de nervures (44) par rapport à l'axe (14) est supérieure à la distance maximale par rapport audit axe (14) de la surface extérieure (56 ; 58) de la ou des gorges de rétention (54) adjacente.
5. Tambour rotorique (40) selon l'une des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce que** les aubes de la première rangée (24) sont soudées sur la plateforme (46) de ladite rangée.
6. Tambour rotorique (40) selon l'une des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce que** la plateforme (46) de la première rangée d'aubes (24) comprend des moignons (60) d'aube sur lesquels sont soudées des extensions d'aube, préférentiellement les moignons d'aubes (60) représentent plus de 10% de la hauteur radiale des aubes de la première rangée (24), plus préférentiellement de plus de 25%.
7. Tambour rotorique (40) selon l'une des revendications 1 à 6, **caractérisé en ce que** les aubes de la première rangée (24) sont au moins partiellement taillées dans la masse d'un tambour brut.
8. Tambour rotorique (40) selon l'une des revendications 1 à 7, **caractérisé en ce que** le profil général courbé de la paroi (42) présente une concavité principale dirigée vers l'axe et s'étendant sur la majeure partie de la longueur du tambour.
9. Tambour rotorique (40) selon l'une des revendications 1 à 8, **caractérisé en ce que** la plateforme (46) de la première rangée d'aubes (24) est surélevée par rapport à la paroi directement en amont et en aval de ladite rangée.
10. Tambour rotorique (40) selon la revendication 9, **caractérisé en ce que** la paroi (42) comprend deux portions (65) s'étendant généralement radialement sous la plateforme (46) de la première rangée (24), de manière à ce que la section longitudinale de la paroi (42) au niveau de ladite plateforme (46) présente un profil en forme de π .
11. Tambour rotorique (40) selon la revendication 10, **caractérisé en ce que** la paroi (42) comprend au

- moins un raidisseur annulaire (66) s'étendant radialement vers l'intérieur au niveau de la première rangée d'aubes (24), préférentiellement dans le prolongement d'au moins une des portions radiales (65). 5
12. Tambour rotorique (40) selon l'une des revendications 9 à 11, **caractérisé en ce que** la paroi (42) directement en amont et en aval de la première rangée (24) comprend une portion d'épaisseur essentiellement constante (64) qui délimite un espace annulaire destiné à recevoir une virole interne (34) de redresseur. 10
13. Tambour rotorique (40) selon l'une des revendications 1 à 12, **caractérisé en ce qu'il** comprend les aubes de la deuxième et/ou de la troisième rangée d'aubes, chacune desdites aubes comprenant un pied (52) logé dans la ou une des gorges de rétention (54). 15
14. Tambour rotorique (40) selon l'une des revendications 1 à 13, **caractérisé en ce que** la ou les gorges de rétention (54) sont annulaires suivant le périmètre du tambour (40). 20
15. Turbomachine (2) axiale comprenant un tambour rotorique (40), **caractérisée en ce que** le tambour (40) est conforme à l'une des revendications 1 à 14, préférentiellement le rotor (12) est un rotor de compresseur basse pression (4) comprenant essentiellement trois rangées annulaires d'aubes rotoriques (24 ; 26 ; 28). 25
- Patentansprüche** 30
1. Rotortrommel (40) einer axialen Turbomaschine (2), insbesondere eines Niederdruckverdichters (4), wobei die Trommel (40) eine Wand (42) umfasst, die in Drehung um ihre Achse (14) generell symmetrisch ist und ein generell gekrümmtes Profil aufweist, wobei die Wand (42) dafür ausgelegt ist, eine Vielzahl von Schaufelreihen (24, 26, 28) zu tragen; wobei eine erste Schaufelreihe (24) durch eine ringförmige Plattform (46) gebildet wird, die einstückig mit der Wand (42) ausgebildet ist, auf dem Scheitel ihres Profils in Bezug zur Achse (14); und mindestens eine, bevorzugt jede, zweite Schaufelreihe (26), direkt stromabwärts von der ersten (24), und dritte Schaufelreihe (28), direkt stromaufwärts von der ersten (24), durch eine oder mehrere an der Wand gebildete Schaufelrückhaltenuten (54) gebildet wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** das generell gekrümmte Profil der Wand (42) sich über mehr als die Hälfte der Länge der Trommel erstreckt, wobei das Profil einen maximalen Radius in Höhe der ersten Reihe von Schaufeln (24) aufweist. 35
2. Rotortrommel (40) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Außenflächen (56, 58) der Rückhaltenut oder-nuten (54) sich auf einem durchschnittlichen Abstand von der Achse (14) befindet bzw. befinden, der weniger beträgt als der durchschnittliche Abstand von der Plattform (46) der ersten Reihe (24) zu der besagten Achse. 40
3. Rotortrommel (40) nach einem der Ansprüche 1 und 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Wand (42) an ihrer Außenfläche einen Satz ringförmiger Rippen (44) umfasst, die dafür ausgelegt sind, mit einer ringförmigen Schicht von Einlaufmaterial (36) zusammenzuwirken, um eine Abdichtung bereitzustellen, wobei sich der Satz ringförmiger Rippen (44) axial zwischen der ersten (24) und der zweiten (26) Schaufelreihe und/oder zwischen der ersten (24) und der dritten (28) Schaufelreihe befindet. 45
4. Rotortrommel (40) nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Mindestabstand zwischen den Scheiteln eines Satzes von Rippen (44) und der Achse (14) größer ist als der maximale Abstand zwischen der Achse (14) und den Außenflächen (56, 58) der benachbarten Rückhaltenut(en) (54). 50
5. Rotortrommel (40) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schaufeln der ersten Schaufelreihe (24) an die Plattform (46) dieser Reihe geschweißt sind. 55
6. Rotortrommel (40) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Plattform (46) der ersten Schaufelreihe (24) Schaufelstummel (60) beinhaltet, auf die Schaufelerweiterungen geschweißt sind, wobei die Höhe der Schaufelstummel (60) bevorzugt mehr als 10% der radialen Höhe der ersten Schaufelreihe (24), bevorzugter mehr als 25%, darstellt. 60
7. Rotortrommel (40) nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schaufeln der ersten Schaufelreihe (24) mindestens teilweise in den Körper der unbearbeiteten Trommelgeschnitten sind. 65
8. Rotortrommel (40) nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** das generell gekrümmte Profil der Wand (42) eine Hauptkrümmung aufweist, die zu der Hauptachse gerichtet ist und sich über den Großteil der Länge der Trommel erstreckt. 70
9. Rotortrommel (40) nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Plattform (46) der ersten Schaufelreihe (24) in Bezug zu der Wand direkt stromaufwärts und stromabwärts von der besagten Reihe angehoben ist. 75

10. Rotortrommel (40) nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Wand (42) zwei Teile (65) umfasst, die sich generell radial unter der Plattform (46) der ersten Reihe (24) erstrecken, sodass der Längsschnitt der Wand (42) in Höhe der Plattform (46) ein π -förmiges Profil aufweist. 5
11. Rotortrommel (40) nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Wand (42) mindestens eine ringförmige Versteifung (66) aufweist, die sich auf Höhe der ersten Schaufelreihe (24) radial nach innen erstreckt, bevorzugt in der Verlängerung von mindestens einem der radialen Teile (65). 10
12. Rotortrommel (40) nach einem der Ansprüche 9 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Wand (42) unmittelbar stromaufwärts und stromabwärts von der ersten Reihe (24) einen Teil mit im Wesentlichen konstanter Dicke (64) aufweist, der einen ringförmigen Raum zur Aufnahme eines inneren Leitapparatus-Deckbandes (34) begrenzt. 15 20
13. Rotortrommel (40) nach einem der Ansprüche 1 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie Schaufeln der zweiten und/oder dritten Schaufelreihe umfasst, wovon jede der besagten Schaufeln einen Schaufelfuß (52) umfasst, der in der, oder einer, Rückhaltenut (54) sitzt. 25
14. Rotortrommel (40) nach einem der Ansprüche 1 bis 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Rückhaltenut(en) (54) entlang dem Umfang der Trommel (40) ringförmig ist bzw. sind. 30
15. Axiale Turbomaschine (2), umfassend eine Rotortrommel (40), **dadurch gekennzeichnet, dass** die Trommel (40) einem der Ansprüche 1 bis 14 entspricht, wobei der Rotor (12) bevorzugt ein Niederdruckverdichterotor (4) ist, der im Wesentlichen drei ringförmige Reihen von Rotschaufeln (24, 26, 28) umfasst. 35 40
- wall,
characterized in that
the generally curved profile of the wall (42) extends over more than half of the length of the drum, said profile having a maximum radius at the level of the first row of blades (24).
2. Rotor drum (40) in accordance with claim 1, **characterized in that** the outer surfaces (56, 58) of the retaining groove or grooves (54) is/are at an average distance from the axis (14) which is less than the average distance from the platform (46) of the first row (24) to the said axis.
3. Rotor drum (40) in accordance with claims 1 and 2, **characterized in that** the wall (42) comprises on its outer surface a set of annular ribs (44) designed to cooperate with an annular layer of abradable material (36) so as to provide a seal, the set of annular ribs (44) being located axially between the first (24) and second (26) blade rows and/or between the first (24) and third (28) blade rows.
4. Rotor drum (40) in accordance with claim 3, **characterized in that** the minimum distance between the peaks of one set of ribs (44) and the axis (14) is greater than the maximum distance between said axis (14) and the outer surfaces (56, 58) of the adjacent retaining groove(s) (54).
5. Rotor drum (40) in accordance with claims 1 to 4, **characterized in that** the blades of the first row of blades (24) are welded to the platform (46) of the said row.
6. Rotor drum in accordance with one of claims 1 to 4, **characterized in that** the platform (46) of the first blade row (24) includes blade stubs (60) on which are welded blade extensions, preferably the height of the blade stubs (60) is more than 10% of the radial height of the first blade row (24), more preferably more than 25%.
7. Drum rotor (40) in accordance with claims 1 to 6, **characterized in that** the blades of the first row of blades (24) are at least partially cut into the body of the unmachined drum. 45
8. Rotor drum (40) in accordance with claims 1 to 7, **characterized in that** the general curved profile of wall (42) has a main concavity directed towards the main axis and extending over the major part of the length of the drum. 50
9. Rotor drum (40) in accordance with one of claims 1 to 8, **characterized in that** the platform (46) of the first blade row (24) is raised relative to the wall directly upstream and downstream of the said row. 55

Claims

1. Rotor drum (40) of an axial turbomachine (2), in particular of a low-pressure compressor (4), the drum (40) comprising a wall (42) generally symmetrical in revolution about its axis (14) and having a generally curved profile, the said wall (42) being designed to support a plurality of blade rows (24, 26, 28); wherein a first blade row (24) is formed by an annular platform (46) integrally formed with the wall (42) at the peak of its profile in relation to the axis (14); and at least one, preferably every, second blade row (26) directly downstream of the first (24) and third blade row (28) directly upstream of the first (24), is formed by one or more blade-retaining grooves (54) formed on the 45
- 50
- 55

10. Rotor drum (40) in accordance with claim 9, **characterized in that** the wall (42) comprises two parts (65) extending generally radially under the platform (46) of the first row (24) so that the longitudinal section of the wall (42) at the said platform (46) has a ⁵ π -shaped profile.

11. Rotor drum (40) in accordance with claim 10, **characterized in that** the wall (42) comprises at least one annular stiffener (66) extending radially inwardly ¹⁰ at the first blade row (24), preferably in the extension of at least one of the radial parts (65).

12. Rotor drum (40) in accordance with one of claims 9 to 11, **characterized in that** the wall (42) immediately upstream and downstream of the first row (24) ¹⁵ comprises a substantially constant thickness part (64) which defines an annular space for accommodating a stator inner shell (34). ²⁰

13. Rotor drum (40) in accordance with one of claims 1 to 12, **characterized in that** it comprises blades of the second and/or third blade row, each of the said blades comprising a root (52) housed in the, or a, retaining groove (54). ²⁵

14. Rotor drum (40) in accordance with one of Claims 1 to 13, **characterized in that** the retaining groove(s) (54) is/are annular along the perimeter of the drum (40). ³⁰

15. Axial turbomachine (2) comprising a rotor drum (40), **characterized in that** the drum (40) is in accordance with one of Claims 1 to 14; the rotor (12) being preferably a low-pressure compressor rotor (4) comprising essentially three annular rows of rotor blades (24, 26, 28). ³⁵

40

45

50

55

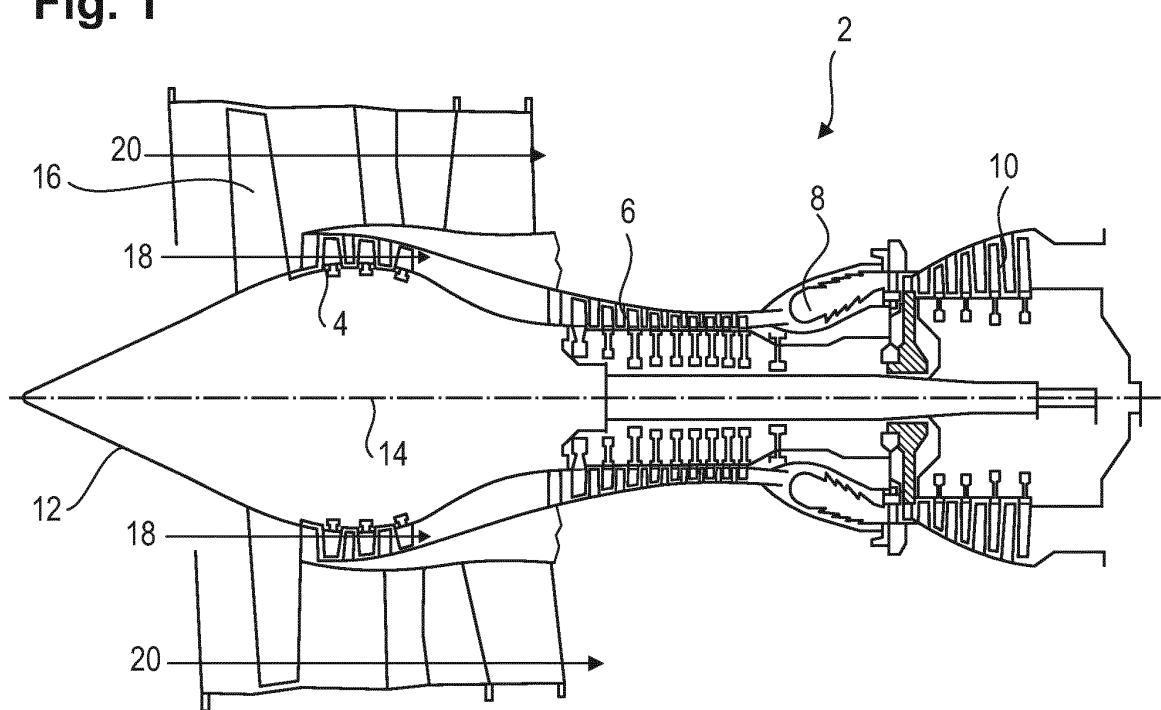
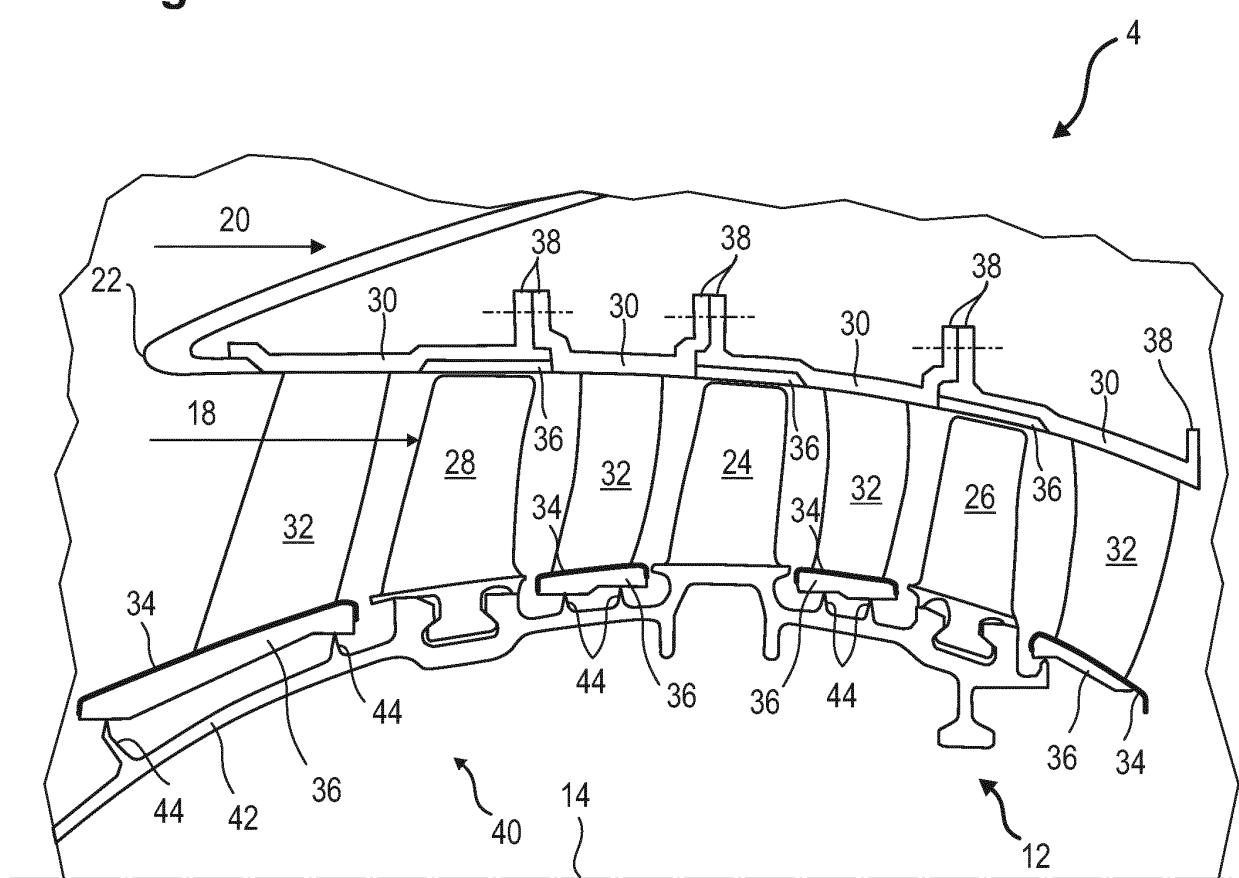
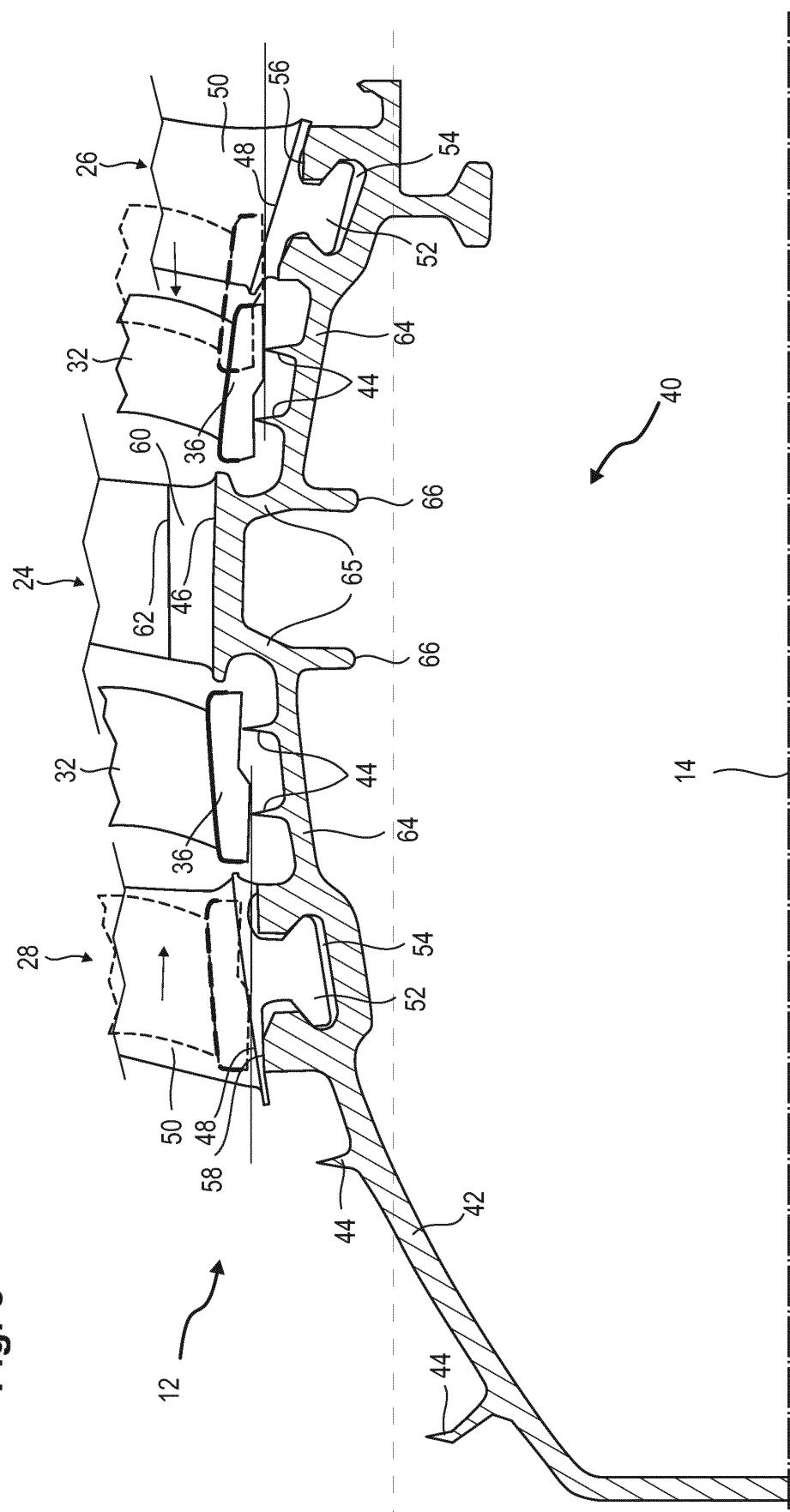
Fig. 1**Fig. 2**

Fig. 3



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

- FR 2845436 B1 **[0007]**
- EP 1843044 A1 **[0008]**
- DE 102005042272 A1 **[0034]**