



(11) **EP 1 936 125 B1**

(12) **FASCICULE DE BREVET EUROPEEN**

(45) Date de publication et mention
de la délivrance du brevet:
11.03.2009 Bulletin 2009/11

(51) Int Cl.:
F01D 25/24 ^(2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **06292027.7**

(22) Date de dépôt: **22.12.2006**

(54) **Compresseur de turbomachine**

Turbomaschinenverdichter

Turbomachine compressor

(84) Etats contractants désignés:
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HU IE IS IT LI LT LU LV MC NL PL PT RO SE SI
SK TR**

(43) Date de publication de la demande:
25.06.2008 Bulletin 2008/26

(73) Titulaire: **Techspace Aero**
4041 Milmort Herstal (BE)

(72) Inventeurs:
• **Penalver Castro, Enrique**
4633 Soumagne (BE)

• **Gebbia, Frédéric**
6960 Manhay (BE)

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

(56) Documents cités:
WO-A-95/25879 **GB-A- 960 812**

EP 1 936 125 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

[0001] La présente invention concerne un compresseur de turbomachine, en particulier un compresseur basse-pression, ainsi qu'une turbomachine telle qu'un turboréacteur ou un turbopropulseur d'avion équipé de ce compresseur.

[0002] Les documents WO-A-95025879 et GB-A-960812 décrivent des compresseurs haute-pression de turbomachine.

[0003] Un compresseur basse-pression de turbomachine comprend plusieurs étages de compression comportant chacun une rangée annulaire amont d'aubes mobiles de rotor tournant à l'intérieur d'un carter fixe et entraînées par un arbre de la turbomachine, et une rangée annulaire aval d'aubes fixes de redressement du flux d'air, qui sont portées par le carter à leurs extrémités radialement externes.

[0004] Le carter a une forme sensiblement cylindrique ou tronconique et est formé de viroles annulaires disposées coaxialement bout à bout, et portant chacune une rangée annulaire d'aubes fixes de redressement.

[0005] Dans la technique actuelle, les viroles comprennent à leurs extrémités des rebords cylindriques se terminant chacun par une bride annulaire. Le rebord cylindrique amont de plus grande dimension axiale de chaque virole entoure la rangée annulaire d'aubes de rotor située en amont, et comprend une bride annulaire amont de fixation sur une bride correspondante prévue sur le rebord cylindrique aval de plus petite dimension axiale d'une autre virole située en amont. Le plan de jonction des brides de fixation de deux viroles adjacentes s'étend sensiblement en amont des bords d'attaque des aubes de rotor situées entre les aubes fixes portées par ces viroles. Selon les moteurs, le plan de jonction de ces brides peut s'étendre en aval des bords de fuite des aubes de rotor situées entre les aubes fixes portées par les viroles.

[0006] Un élément annulaire en matériau abrasable est fixé sur la surface cylindrique interne du rebord amont de grande dimension axiale de chaque virole, et coopère avec les sommets des aubes mobiles pour limiter les jeux radiaux entre les aubes mobiles et le carter.

[0007] La technique précitée de fixation des viroles du carter présente un certain nombre d'inconvénients indiqués ci-dessous :

- les parties des viroles situées au droit des aubes mobiles sont relativement fragiles, si bien qu'elles ne permettent pas toujours de retenir les aubes ou des parties d'aubes en cas de casse du rotor du compresseur ;
- après le serrage des brides annulaires, il se peut que l'élément abrasable ne soit pas parfaitement aligné en direction axiale avec la virole amont, ce qui crée un ressaut à l'intérieur du carter entre la virole amont et l'élément abrasable qui peut provoquer des perturbations et des pertes de charge dans le flux d'air

- et diminuer les performances de la turbomachine ;
- comme les aubes fixes sont rapportées et fixées par soudure sur les viroles, les rebords doivent avoir une dimension axiale suffisante pour que leurs brides, où se concentrent des contraintes importantes en fonctionnement, soient suffisamment éloignées des soudures, ce qui se traduit par un encombrement axial important du compresseur ;
- le sens de montage et de démontage, de l'amont vers l'aval ou de l'aval vers l'amont, des étages du compresseur est en général imposé par l'inclinaison et la forme de la veine du compresseur, ce qui peut compliquer les opérations de maintenance du compresseur. A titre d'exemple, le montage/démontage des étages du compresseur est plus complexe lorsque la veine du compresseur est faiblement inclinée par rapport à l'axe de rotation des aubes mobiles, par exemple de l'ordre de 0 à 15° ;
- au repos et à froid, les sommets des aubes mobiles ne peuvent être alignés sur le diamètre externe de la veine théorique dans la partie correspondante du carter. Cependant, dans une configuration idéale, le diamètre externe des rangées annulaires d'aubes mobiles doit être au moins égal à celui de la veine théorique, pendant les différentes phases de fonctionnement du moteur, de manière à limiter le passage d'air entre les sommets des aubes mobiles et le carter.

[0008] L'invention a notamment pour but d'apporter une solution simple, efficace et économique à l'ensemble des problèmes précités de la technique antérieure.

[0009] Elle propose à cet effet un compresseur de turbomachine, comprenant un carter sensiblement cylindrique formé de viroles annulaires disposées coaxialement bout à bout et portant chacune une rangée annulaire d'aubes de redressement, les viroles ayant à leurs extrémités axiales des rebords cylindriques portant des brides annulaires de fixation des viroles entre elles, ces brides de fixation étant en direction axiale sensiblement au milieu d'une rangée annulaire d'aubes mobiles située entre ces viroles, **caractérisé en ce que** les rebords cylindriques des extrémités des viroles adjacentes forment autour des aubes mobiles situées entre ces viroles une rainure annulaire de montage d'un élément en matériau abrasable, cette rainure annulaire ayant un diamètre interne supérieur au diamètre externe de la veine théorique dans cette partie du carter.

[0010] Selon l'invention, les brides de fixation des rebords de deux viroles adjacentes entourent une rangée annulaire d'aubes mobiles, les rebords de ces viroles ayant sensiblement la même dimension axiale. Les rebords cylindriques amont et aval d'une virole peuvent avoir une même dimension axiale ou des dimensions axiales différentes. Cette invention permet de remédier à l'ensemble des problèmes précités.

[0011] Les brides de fixation de deux viroles adjacentes entourent des aubes de rotor et sont sensiblement à

égale distance des viroles, ce qui permet de rigidifier le carter qui peut ainsi résister à des chocs importants tels que ceux produits par des parties d'aubes mobiles lors de la rupture du rotor du compresseur. Les dimensions axiales des rebords amont et aval de chaque virole peuvent être optimisées de manière à diminuer l'encombrement axial du compresseur, ce qui n'était pas possible dans la technique actuelle.

[0012] Selon une autre caractéristique de l'invention, les rebords cylindriques des extrémités des viroles adjacentes s'étendent au moins sur toute la longueur axiale des aubes mobiles situées entre ces viroles et forment une rainure annulaire autour de ces aubes mobiles, cette rainure annulaire ayant un diamètre interne supérieur au diamètre externe de la veine théorique dans cette partie du carter.

[0013] Un élément en matériau abrasable est monté dans la rainure annulaire et a avantageusement une dimension axiale au moins égale à celle du sommet des aubes mobiles qu'il entoure, et un diamètre interne égal ou supérieur au diamètre externe de la veine théorique dans cette partie du carter. Le diamètre externe des aubes mobiles de chaque rangée annulaire peut ainsi être, à froid, égal voire supérieur au diamètre externe de la veine théorique dans la partie correspondante du carter. L'élément abrasable peut être en deux parties montées bout à bout, chaque partie de l'élément abrasable étant fixé sur un rebord cylindrique d'extrémité d'une virole.

[0014] L'élément abrasable s'étend de part et d'autre du plan de jonction entre les viroles, ce qui limite la formation de ressauts à l'intérieur du carter. En cas de désalignement des parties amont et aval de l'élément lors du serrage des brides, les sommets des aubes mobiles qui viennent en fonctionnement user par frottement l'élément abrasable permettent de rattraper tout dénivellement ou ressaut entre les deux parties de l'élément abrasable.

[0015] L'invention concerne également une turbomachine telle qu'un turboréacteur ou un turbopropulseur d'avion, caractérisée en ce qu'elle comprend un compresseur tel que décrit dans ce qui précède.

[0016] L'invention sera mieux comprise et d'autres caractéristiques, détails et avantages de celle-ci, apparaîtront plus clairement à la lecture de la description qui suit, faite à titre d'exemple non limitatif et en référence aux dessins annexés dans lesquels :

- la figure 1 est une demi-vue très schématique en coupe axiale d'une partie d'un compresseur basse-pression d'une turbomachine selon l'invention ;
- la figure 2 est une vue à plus grande échelle d'une partie de la figure 1.

[0017] Dans les figures, ce qui se trouve à gauche est en amont et ce qui se trouve à droite est en aval par rapport au sens d'écoulement de l'air dans le compresseur:

[0018] Le compresseur 10 de la figure 1 comprend un certain nombre d'étages de compression dont un seul a été représenté, chaque étage comportant une rangée annulaire d'aubes mobiles 12 de rotor, dont les extrémités radialement internes sont fixées sur un disque porté par un arbre de la turbomachine, et une rangée annulaire d'aubes fixes 14 de redressement, agencées en aval de la rangée annulaire d'aubes mobile 12 et dont les extrémités radialement externes sont portées par un carter 16 sensiblement cylindrique d'axe 18.

[0019] Le carter 16 est formé de viroles annulaires 20, 22 disposées coaxialement bout à bout, et portant chacune une rangée d'aubes fixes 14. Les viroles 20, 22 comportent chacune un rebord cylindrique amont 26 et un rebord cylindrique aval 28 se terminant par des brides annulaires 30, 30' de fixation des viroles entre elles. La bride 30 portée par le rebord amont de la virole 22 est appliquée et serrée par des moyens appropriés du type vis-écrou sur la bride 30' correspondante portée par le rebord aval de la virole 20 située en amont. Le rebord amont 26 de la virole 22 comprend en outre à son extrémité libre une portée cylindrique 31 dans laquelle est engagée l'extrémité aval du rebord aval 28 de la virole 20.

[0020] Dans la technique antérieure, le plan de jonction J des brides de fixation 30, 30' de deux viroles adjacentes s'étend sensiblement en amont des bords d'attaque (ou en aval des bords de fuite) des aubes mobiles 12 situées entre ces viroles (figure 2). Cependant, cette technique présente plusieurs inconvénients détaillés dans ce qui précède.

[0021] L'invention apporte une solution simple et efficace à l'ensemble de ces problèmes grâce au déplacement en direction axiale du plan de jonction J' des brides 20, 20' sensiblement au milieu des aubes mobiles 12 et à la formation d'une rainure annulaire (« trench ») dans les rebords des viroles autour des aubes mobiles.

[0022] Selon l'invention, le rebord cylindrique amont 26 de chaque virole 20, 22 a une dimension axiale sensiblement égale à celle du rebord cylindrique aval 28 auquel il est fixé. Les rebords 26, 28 de liaison de deux viroles adjacentes entourent une rangée d'aubes mobiles 12 et définissent une rainure annulaire 32 débouchant radialement vers l'intérieur.

[0023] Dans l'exemple représenté, chaque rebord 26, 28 comporte une partie d'extrémité 36 de faible dimension axiale et de faible diamètre interne qui est alignée axialement avec une virole 20. Chaque rebord 26, 28 comporte en outre une partie d'extrémité 40 de plus grande dimension axiale et de plus grand diamètre interne qui s'étend autour des aubes mobiles 12 et délimite intérieurement une partie de la rainure annulaire 32 précitée. Le diamètre interne de la partie d'extrémité 40 du rebord est supérieur au diamètre externe D de la veine théorique dans la partie correspondante du carter, et le diamètre interne de la partie d'extrémité 36 de ce rebord est sensiblement égal au diamètre externe D de cette veine théorique.

[0024] Un élément cylindrique 34 en matériau abrasa-

ble est fixé dans la rainure annulaire 32 et s'étend autour des aubes mobiles 12, sur sensiblement toute leur dimension axiale. Cet élément 34 est destiné à coopérer avec les sommets des aubes mobiles pour empêcher le passage d'air en direction axiale entre les sommets des aubes 12 et le carter 16, comme cela sera décrit plus en détail dans ce qui suit.

[0025] L'élément 34 est formé de deux parties montées coaxialement bout à bout. Chacune de ces parties est fixée par des moyens appropriés sur une partie d'extrémité 40 de plus grand diamètre interne d'un rebord 26, 28. Le diamètre interne de chaque partie de l'élément abrasable est sensiblement égal, à l'une de ses extrémités axiales, avec celui de la partie d'extrémité 36 du rebord auquel elle est fixée, et à l'autre de ses extrémités, avec celui de l'autre partie complémentaire de l'élément.

[0026] Comme cela est bien visible en figure 2, le diamètre externe des aubes mobiles est, à froid, sensiblement égal au diamètre externe D de la veine théorique dans la partie correspondante du carter, c'est-à-dire que les sommets des aubes mobiles 12 sont alignés axialement avec la surface cylindrique interne de cette partie du carter. Les sommets des aubes 12 définissent avec l'élément abrasable 34 qui les entoure un faible jeu radial de manière à limiter le passage d'air entre les aubes 12 et le carter 16. En fonctionnement et selon le régime du moteur, les aubes mobiles 12 se dilatent plus ou moins en direction radiale et ce jeu radial peut disparaître. Les sommets des aubes viennent alors user par frottement l'élément abrasable 34, ce qui permet de rattraper tout ressaut ou dénivellement entre les deux parties de l'élément abrasable 34.

[0027] L'invention présente de nombreux autres avantages détaillés ci-dessus.

Revendications

1. Compresseur de turbomachine, comprenant un carter (16) sensiblement cylindrique formé de viroles annulaires (20, 22) disposées coaxialement bout à bout et portant chacune une rangée annulaire d'aubes de redressement (14), les viroles ayant à leurs extrémités axiales des rebords cylindriques (26, 28) portant des brides annulaires (30, 30') de fixation des viroles entre elles, ces brides de fixation étant en direction axiale sensiblement au milieu d'une rangée annulaire d'aubes mobiles (12) située entre ces viroles, **caractérisé en ce que** les rebords cylindriques (26, 28) des extrémités des viroles adjacentes forment autour des aubes mobiles situées entre ces viroles une rainure annulaire (34) de montage d'un élément (34) en matériau abrasable, cette rainure annulaire ayant un diamètre interne supérieur au diamètre externe (D) de la veine théorique dans cette partie du carter.

2. Compresseur selon la revendication 1, **caractérisé**

en ce que l'élément (34) en matériau abrasable a une dimension axiale au moins égale à celle du sommet des aubes mobiles (12) qu'il entoure, et un diamètre interne égal ou supérieur au diamètre externe (D) de la veine théorique dans cette partie du carter.

3. Compresseur selon la revendication 2, **caractérisé en ce que** l'élément abrasable (34) est en deux parties montées bout à bout, chaque partie de l'élément abrasable étant fixé sur un rebord cylindrique d'extrémité (26, 28) d'une virole.

4. Compresseur selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que**, à froid, le diamètre externe des aubes mobiles (12) de chaque rangée annulaire est égal ou supérieur au diamètre externe (D) de la veine théorique dans la partie correspondante du carter.

5. Turbomachine, telle qu'un turboréacteur ou un turbopropulseur d'avion, **caractérisée en ce qu'elle** comprend un compresseur (10) selon l'une des revendications précédentes.

Claims

1. Turbomachine compressor, comprising a substantially cylindrical casing (16) formed of annular shell rings (20, 22) positioned coaxially end to end and each bearing an annular row of straightening vanes (14), the shell rings having, at their axial ends, cylindrical rims (26, 28) bearing annular flanges (30, 30') for joining the shell rings together, these joining flanges lying, in the axial direction, substantially in the middle of an annular row of moving vanes (12) located between these shell rings, **characterized in that** the cylindrical rims (26, 28) of the ends of the adjacent shell rings form, around the moving vanes that lie between these shell rings, an annular groove, or trench, (32) for fitting an element (34) made of an abrasable material, this annular groove, or trench, having an inside diameter greater than the outside diameter (D) of the theoretical stream in this part of the casing.

2. Compressor according to Claim 1, **characterized in that** the element (34) made of abrasable material has an axial dimension at least equal to that of the tips of the moving vanes (12) that it surrounds, and an inside diameter equal to or greater than the outside diameter (D) of the theoretical stream in this part of the casing.

3. Compressor according to Claim 2, **characterized in that** the abrasable element (34) is made in two parts mounted end to end, each part of the abrasable element being attached to an end cylindrical rim (26,

28) of a shell ring.

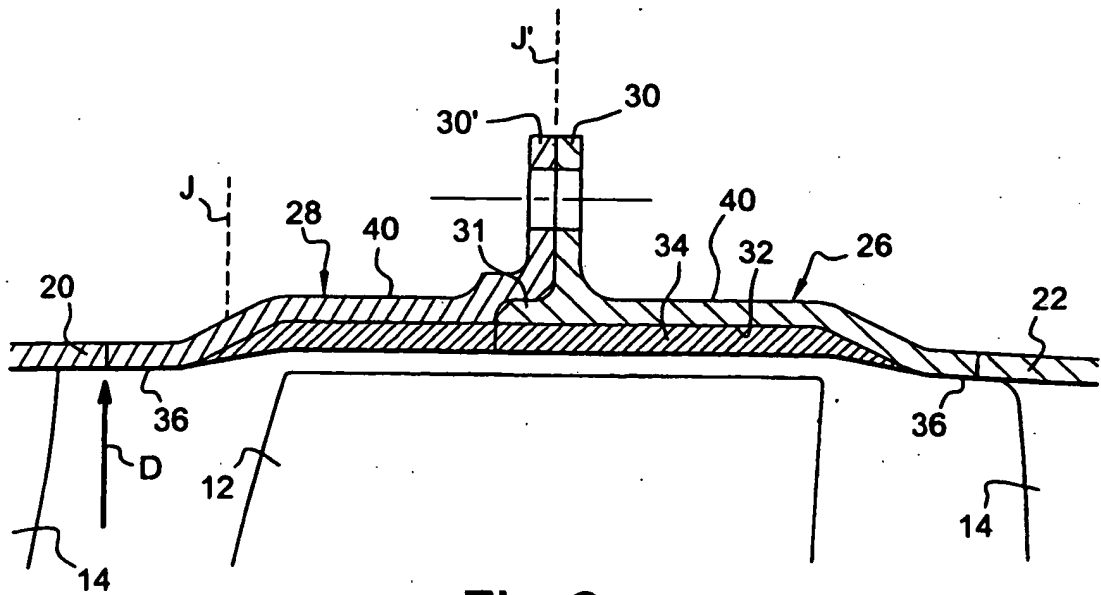
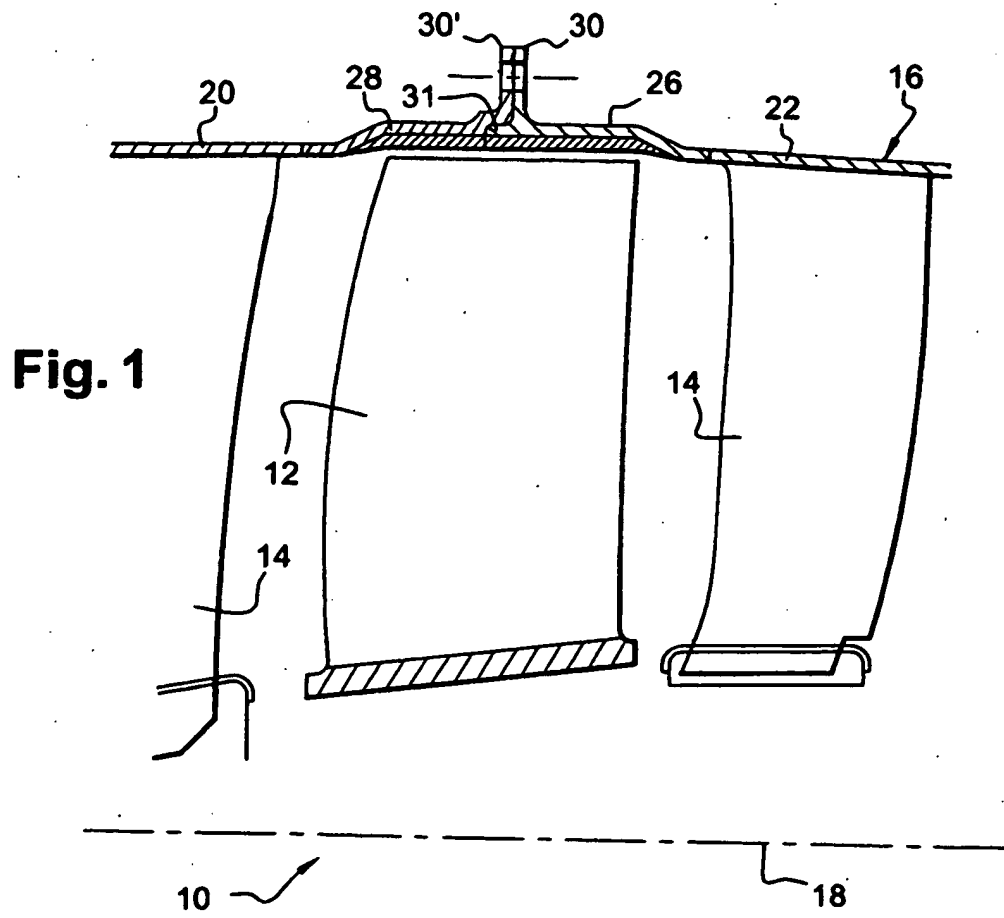
4. Compressor according to one of the preceding claims, **characterized in that**, when cold, the outside diameter of the moving vanes (12) of each annular row is equal to or greater than the outside diameter (D) of the theoretical stream in the corresponding part of the casing.
5. Turbomachine, such as an aircraft turbojet or turbo-prop engine, **characterized in that** it comprises a compressor (10) according to one of the preceding claims.

Patentansprüche

1. Turbomaschinenverdichter, der ein im Wesentlichen zylindrisches Gehäuse (16) umfasst, welches von ringförmigen Bändern (20, 22) gebildet ist, die ko-axial aneinandergrenzend angeordnet sind und jeweils eine ringförmige Reihe von Leitschaufeln (14) tragen, wobei die ringförmigen Bänder an ihren axialen Enden zylindrische Ränder (26, 28) haben, an denen sich ringförmige Flansche (30, 30') zur Befestigung der ringförmigen Bänder aneinander befinden, wobei diese Befestigungsflansche in axialer Richtung im Wesentlichen in der Mitte einer zwischen diesen ringförmigen Bändern befindlichen ringförmigen Reihe von Laufschaufeln (12) angeordnet sind,
dadurch gekennzeichnet,
dass die zylindrischen Ränder (26, 28) der Enden der aneinandergrenzenden ringförmigen Bänder um die zwischen diesen ringförmigen Bändern befindlichen Laufschaufeln herum eine ringförmige Nut (32) zum Einsetzen eines Elements (34) aus Abriebmaterial bilden, wobei diese ringförmige Nut einen Innendurchmesser aufweist, der größer ist als der Außendurchmesser (D) der theoretischen Strömungsbahn in diesem Teil des Gehäuses.
2. Verdichter nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Element (34) aus Abriebmaterial eine axiale Abmessung aufweist, die mindestens gleich groß ist wie die der Spitze der Laufschaufeln (12), die es umgibt, sowie einen Innendurchmesser aufweist, der gleich groß oder größer als der Außendurchmesser (D) der theoretischen Strömungsbahn in diesem Teil des Gehäuses ist.
3. Verdichter nach Anspruch 2,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Abriebelement (34) in zwei Teilen, mit den Enden aneinandergrenzend, eingebaut ist, wobei jeder Teil des Abriebelements an einem zylindrischen Endrand (26, 28) eines ringförmigen Bandes befe-

stigt ist.

4. Verdichter nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet,**
dass in kaltem Zustand der Außendurchmesser der Laufschaufeln (12) jeder ringförmigen Schaufelreihe gleich groß oder größer als der Außendurchmesser (D) der theoretischen Strömungsbahn in diesem Teil des Gehäuses ist.
5. Turbomaschine wie beispielsweise ein Turboluftstrahltriebwerk oder ein Turbinenpropeller-Luftstrahltriebwerk für Flugzeuge,
dadurch gekennzeichnet,
dass sie einen Verdichter (10) nach einem der vorherigen Ansprüche aufweist.



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

- WO 95025879 A [0002]
- GB 960812 A [0002]