

(19)



(11)

EP 1 534 932 B1

(12)

FASCICULE DE BREVET EUROPEEN

(45) Date de publication et mention
de la délivrance du brevet:

05.04.2017 Bulletin 2017/14

(51) Int Cl.:

F01D 1/34 (2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **03758237.6**

(86) Numéro de dépôt international:

PCT/FR2003/002525

(22) Date de dépôt: **13.08.2003**

(87) Numéro de publication internationale:

WO 2004/022921 (18.03.2004 Gazette 2004/12)

(54) **TURBINE A GAZ A ROUE DE TURBINE DE TYPE RADIAL**

GASTURBINE MIT EINEM RADIALEN TURBINENRAD

GAS TURBINE WITH RADIAL-TYPE TURBINE WHEEL

(84) Etats contractants désignés:

**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HU IE IT LI LU MC NL PT RO SE SI SK TR**

(74) Mandataire: **Cabinet Plasseraud**

**66 rue de la Chaussée d'Antin
75440 Paris Cedex 09 (FR)**

(30) Priorité: **05.09.2002 FR 0210977**

(56) Documents cités:

**CH-A- 520 264 DE-C- 646 797
GB-A- 154 287 GB-A- 276 676
US-A- 2 911 189 US-A- 3 286 984
US-A- 4 029 431 US-A- 4 278 397
US-A- 5 219 271 US-A1- 2002 102 159**

(43) Date de publication de la demande:

01.06.2005 Bulletin 2005/22

(73) Titulaire: **Electricité de France Service National**

75008 Paris (FR)

(72) Inventeur: **LELAIT, Laurent**

F-77140 Darvault (FR)

EP 1 534 932 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 une turbine à gaz comprenant d'une part une roue de turbine de type radial et d'autre part un distributeur fixe alimenté par une volute et entourant la roue, grâce auquel les gaz d'entrée provenant d'une chambre de combustion peuvent être amenés sur la périphérie de la roue avant de la traverser en direction centripète. Une roue de turbine connue est divulguée par le document US 4029431.

[0002] L'invention concerne plus précisément les turbines radiales de faibles dimensions, à savoir celles dont la roue ne dépasse pas un diamètre de l'ordre de 200 mm, pour lesquelles le refroidissement est difficile et dont pour cette raison la température des gaz à l'entrée est limitée à 950 °C dans le cas d'une roue métallique.

[0003] Le but de l'invention est de mettre en oeuvre une nouvelle technologie, permettant d'atteindre des températures de fonctionnement de l'ordre de 1300 °C pour des roues de turbines de faibles dimensions, à base essentiellement métallique.

[0004] A cet effet, une turbine à gaz de type radial conforme à l'invention est caractérisée en ce que ladite roue de turbine est constituée sous forme massive et est traversée, depuis des entrées de sa périphérie jusqu'à des sorties sensiblement axiales, par des premiers canaux à double inclinaison pour lesdits gaz, à savoir des canaux possédant par rapport à la direction radiale une première inclinaison dans le sens de rotation de la roue, et une seconde inclinaison par rapport à la direction axiale, les dirigeant depuis la périphérie vers le centre de la roue, ces premiers canaux étant chemisés par un garnissage de matériau réfractaire du genre céramique.

[0005] Avantagusement, lesdits premiers canaux de la roue de turbine auront une forme conique, leur section allant en s'élargissant desdites entrées auxdites sorties, grâce à quoi la force centrifuge s'exerçant sur les garnissages de matériau réfractaire aura tendance à les maintenir fermement dans lesdits canaux lors de la rotation de la roue de turbine.

[0006] De préférence encore, lesdits premiers canaux comporteront à leurs extrémités des inserts de protection en matériau réfractaire du genre céramique, maintenus en place par assemblages à concordance de formes dans l'extrémité correspondante du canal.

[0007] Sur le plan de la réalisation pratique, on pourra prévoir que ladite roue de turbine sera constituée de deux disques emboîtés et fixés l'un sur l'autre, à savoir un disque d'entrée et un disque de sortie, et en ce que lesdits premiers canaux comprennent chacun un premier tronçon traversant le disque d'entrée et un second tronçon traversant le disque de sortie, ces tronçons, à inclinaisons différentes, se raccordant l'un à l'autre à la surface de jonction entre les deux disques.

[0008] Cette disposition permettra de donner aux premiers canaux les différentes inclinaisons nécessaires tout en rendant possible leur fabrication au moyen d'outils classiques tels que des fraises.

[0009] Selon un mode de réalisation particulièrement avantageux, on peut encore prévoir que les entrées desdits premiers canaux sur la roue de turbine sont disposées en une série périphérique de $S \times N$ entrées, leurs sorties de la roue étant disposées selon S séries concentriques comprenant chacune N sorties.

[0010] Dans ce cas, la roue de turbine pourra encore se caractériser en ce qu'une entrée sur S , desdits premiers canaux, est reliée à une sortie d'une première série de N sorties, l'entrée suivante à une sortie voisine d'une seconde série de N sorties etc, la $S_{i\text{ème}}$ entrée suivante, du groupe de S entrées considéré, étant reliée à une sortie voisine de la $S_{i\text{ème}}$ série de N sorties, l'entrée encore suivante ou première entrée du groupe suivant de S entrées étant reliée à une autre sortie voisine de ladite première série de N sorties, et ainsi de suite.

[0011] Avantagusement, le nombre S sera compris entre 2 et 5, et le nombre N entre 9 et 15. Préférentiellement, on choisira $S = 3$ et $N = 11$, le nombre total desdits premiers canaux dans la roue de turbine étant donc de 33.

[0012] Pour ce qui est du distributeur fixe entourant la roue de turbine, on pourra prévoir qu'il est constitué d'une couronne massive, préférentiellement en céramique, traversée de seconds canaux pour les gaz d'entrée, ces seconds canaux étant inclinés chacun sur le rayon correspondant de la couronne, dans le sens prévu pour la rotation de ladite roue, auquel cas il sera avantageux de prévoir aussi des seconds canaux de distributeur constitués par des trous coniques dont la section se rétrécit de leurs entrées vers leurs sorties.

[0013] Selon un autre mode de mise en oeuvre plus classique, le distributeur fixe entourant la roue de turbine pourra aussi être constitué d'une série d'aubes fixes inclinées sur la direction radiale correspondante de la roue, dans le sens prévu pour la rotation de cette dernière.

[0014] Un mode d'exécution de l'invention va maintenant être décrit à titre d'exemple nullement limitatif avec référence aux figures du dessin ci-annexé dans lequel :

μ la figure 1 est une vue en coupe axiale schématique de la turbine ;

μ la figure 2 est une demi-vue en coupe axiale de la roue de turbine, par l'axe d'un canal ;

μ la figure 3 est une vue en perspective de la face interne du disque d'entrée de la roue de turbine, montrant la disposition particulière des canaux ;

μ la figure 4 est une vue de face de la plaque de fermeture de la volute, montrant le distributeur fixe en bout ;

μ la figure 5 est une vue de profil du distributeur, avec demi vue en coupe axiale, montrant un second canal ;

[0015] La roue de turbine 1, en alliage d'aluminium, a été représentée dans sa forme constituée de deux disques concentriques mutuellement emboîtés et fixés l'un sur l'autre par des boulons 2 masqués par un bouchon

3, à savoir un disque d'entrée 4 et un disque de sortie 5. Le trajet des canaux 6 du gaz moteur qui traversent la roue de turbine 1 pour entraîner sa rotation ont été schématisés sur la figure 1 par des lignes en pointillés, chacun de ces canaux comprenant un premier tronçon 6a traversant le disque d'entrée 4 et un second tronçon 6b traversant le disque de sortie 5 (voir figure 2) ; ces tronçons, à inclinaisons différentes, se raccordent l'un à l'autre à la surface de jonction 23 entre les deux disques. Sur la figure 2 on a montré aussi que les premiers canaux 6 comportent à leurs extrémités des élargissements 21 et 22 pour des inserts de protection en matériau réfractaire du genre céramique, maintenus en place par assemblages à concordance de formes dans l'extrémité correspondante du canal, ces assemblages étant ici du genre à queue d'aronde ou analogue.

[0016] Par l'intermédiaire du moyeu d'extrémité 7 du disque d'entrée 4, la roue de turbine 1 est montée en porte-à-faux à l'extrémité d'un arbre 8 qui peut la relier à la roue d'un compresseur, non représenté. En 9 on a schématisé la boîte à paliers de cet arbre.

[0017] A la figure 3 on a montré une disposition particulière possible des tronçons 6a des canaux traversant le disque d'entrée 4 de la roue 1 de turbine. Sur la surface périphérique 24 de ce disque, une seule série périphérique des entrées de 33 tronçons de canaux sont considérées comme associées par groupes de $S = 3$ entrées e_1, e_2, e_3 , puis $e_1, e_2, e_3 \dots$. Les sorties des $N = 11$ tronçons de canaux correspondant aux onze entrées e_1 sont disposées selon une série extérieure de onze sorties S_1 , les sorties des onze tronçons de canaux correspondant aux onze entrées e_2 sont disposées selon une série intermédiaire de onze autres sorties s_2 , et les sorties des onze tronçons de canaux correspondant aux onze entrées e_3 sont disposées selon une série intérieure d'en-
core onze autres sorties s_3 , ces sorties étant angulairement équiréparties dans chacune des $S = 3$ séries. Bien entendu, les tronçons traversant le disque de sortie 5 de la roue seront situés à la suite des précédents, sans toutefois s'aligner avec eux.

[0018] Dans ce mode de réalisation, on a représenté à la figure 4 un distributeur fixe constitué sous la forme d'une couronne massive 10 en céramique entourant la roue de turbine 1 et traversée de seconds canaux 11 pour les gaz d'entrée, par exemple au nombre de 19, ces canaux étant inclinés chacun sur le rayon correspondant de la couronne, dans le sens prévu pour la rotation de ladite roue, et étant constitués par des trous coniques dont la section se rétrécit de leurs entrées vers leurs sorties (voir aussi figure 5). A titre indicatif, l'angle d'inclinaison de l'axe des seconds canaux sur la tangente au périmètre du distributeur au niveau de leur entrée dans celui-ci est de l'ordre de 19° . La figure 5a montre, dans le système de coordonnées à trois axes Or, Oa, Ou , centré en O à l'extrémité inférieure de l'axe OX d'un second canal 11, l'angle dit de nutation $\varphi \# 71^\circ$ que fait cet axe OX avec la direction radiale Or , et l'angle dit de précession $\psi \# 82^\circ$ que fait avec la direction axiale Oa la pro-

jection de cet axe OX dans le plan horizontal aOu, l'inclinaison de l'axe OX par rapport au plan vertical étant de l'ordre de 21° . Ces valeurs ne sont bien entendu données qu'à titre indicatif.

[0019] Le gaz moteur issu d'une chambre de combustion ou analogue non représentée est amené à ce distributeur 10 par une volute comportant un corps de volute profilé 12 obturé par une plaque de fermeture 13, l'espace interne de cette volute allant en se rétrécissant en coin, depuis sa périphérie jusqu'au distributeur. La volute a pour fonction d'offrir au gaz moteur un canal dont la section va aussi en se rétrécissant progressivement en faisant le tour de la couronne de distributeur, depuis l'entrée 14 de la volute jusqu'à un becquet de carénage 15 qui ferme l'espace ménagé entre la paroi de cette volute et la couronne 10. La fonction de ce becquet 15 est également d'assurer l'écoulement le plus uniforme possible au gaz moteur entrant dans le distributeur. Une cale d'étanchéité de type poronite (non représentée) est intercalée entre les extrémités de ce becquet 15 et les parois latérales de la volute 12-13.

[0020] Les gaz détendus sortent de la turbine par une virole de sortie 16 connectée au distributeur fixe 10 et par laquelle s'échappent également les gaz fuyant par l'espace, pourvu de joints à labyrinthes, ménagé entre la roue de turbine 1 d'une part, le distributeur 10 et cette virole de sortie 16 d'autre part. A l'opposé, l'espace dans lequel tourne la roue de turbine 1 est limité par un écran 17 fixé par un ensemble de vissage sur le carter 18 de la turbine et sur la boîte à paliers 9 de l'arbre 8, et qui a pour fonction de limiter les fuites de l'air de ventilation hydrodynamique autour du moyeu d'extrémité 7 du disque d'entrée 4 de la roue de turbine 1. Une autre fonction de cet écran 17 est, grâce à un système de quatre broches de positionnement 19, d'empêcher la rotation du distributeur fixe 10 lors de la mise en fonctionnement de la turbine. Cette rotation est également empêchée par des plots arqués 25 visibles sur la figure 5, qui sont bloqués dans des logements correspondants de la volute et de la virole 16.

[0021] Enfin, une bague de fixation 20 et un autre système de vissage permettent de compléter l'assujettissement des parties fixes de la turbine sur son carter 18 par l'intermédiaire du couvercle 21 de celui-ci, lui-même vissé sur le carter.

Revendications

1. Turbine à gaz comprenant d'une part une roue de turbine de type radial et d'autre part un distributeur fixe alimenté par une volute et entourant ladite roue, grâce auquel les gaz d'entrée provenant d'une chambre de combustion peuvent être amenés sur la périphérie de la roue avant de la traverser en direction centripète, **caractérisée en ce que** ladite roue (1) de turbine est constituée sous forme massive et est traversée, depuis des entrées de sa périphérie

- jusqu'à des sorties sensiblement axiales, par des premiers canaux (6) à double inclinaison pour lesdits gaz, à savoir des canaux possédant par rapport à la direction radiale une première inclinaison dans le sens de rotation de la roue (1), et une seconde inclinaison par rapport à la direction axiale, les dirigeant depuis la périphérie vers le centre de la roue (1), la roue étant **caractérisée en ce que** ces premiers canaux (6) sont chemisés par un garnissage de matériau réfractaire du genre céramique.
2. Turbine à gaz selon la revendication 1, **caractérisée en ce que** lesdits premiers canaux (6) de la roue (1) de turbine ont une forme conique, leur section allant en s'élargissant desdites entrées auxdites sorties.
3. Turbine à gaz selon la revendication 1 ou 2, **caractérisée en ce que** lesdits premiers canaux (6) comportent à leurs extrémités des inserts de protection (21, 22) en matériau réfractaire du genre céramique, maintenus en place par assemblages à concordance de formes dans l'extrémité correspondante du canal.
4. Turbine à gaz selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** ladite roue (1) de turbine est constituée de deux disques (4, 5) emboîtés et fixés l'un sur l'autre, à savoir un disque d'entrée (4) et un disque de sortie (5), et **en ce que** lesdits premiers canaux (6) comprennent chacun un premier tronçon (6a) traversant le disque d'entrée (4) et un second tronçon (6b) traversant le disque de sortie (5), ces tronçons, à inclinaisons différentes, se raccordant l'un à l'autre à la surface de jonction (23) entre les deux disques.
5. Turbine à gaz selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** les entrées desdits premiers canaux (6) sur la roue de turbine sont disposées en une série périphérique de $S \times N$ entrées, leurs sorties de la roue étant disposées selon S séries concentriques comprenant chacune N sorties.
6. Turbine à gaz selon la revendication 5, **caractérisée en ce qu'**une entrée sur S , desdits premiers canaux (6), est reliée à une sortie d'une première série de N sorties, l'entrée suivante à une sortie voisine d'une seconde série de N sorties etc, la $S_{i\text{ème}}$ entrée suivante, du groupe de S entrées considéré, étant reliée à une sortie voisine de la $S_{i\text{ème}}$ série de N sorties, l'entrée encore suivante ou première entrée du groupe suivant de S entrées étant reliée à une autre sortie voisine de ladite première série de N sorties, et ainsi de suite.
7. Turbine à gaz selon la revendication 6, **caractérisée en ce que** le nombre S est compris entre 2 et 5, et le nombre N est compris entre 9 et 15.
8. Turbine à gaz selon la revendication 7, **caractérisée en ce que** le nombre S est égal à 3 et le nombre N est égal à 11, le nombre total desdits premiers canaux dans la roue de turbine étant donc de 33.
9. Turbine à gaz selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** le distributeur fixe (10) entourant la roue (1) de turbine est constitué d'une couronne massive traversée de seconds canaux (11) pour les gaz d'entrée, ces seconds canaux étant inclinés chacun sur le rayon correspondant de la couronne (10), dans le sens prévu pour la rotation de ladite roue (1).
10. Turbine à gaz selon la revendication 9, **caractérisée en ce que** lesdits seconds canaux (11) du distributeur (10) sont constitués par des trous coniques dont la section se rétrécit de leurs entrées vers leurs sorties.
11. Turbine à gaz selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** le distributeur fixe (10) entourant la roue (1) de turbine est constitué d'une série d'aubes fixes inclinées sur la direction radiale correspondante de la roue, dans le sens prévu pour la rotation de cette dernière.

Patentansprüche

1. Gasturbine, welche einerseits ein radiales Turbinenrad umfasst, und andererseits einen feststehenden Verteiler, der von einem Spiralgehäuse gespeist wird und das Rad umgibt, und durch welchen die aus einer Brennkammer stammenden Eintrittsgase auf den Umfang des Rades geleitet werden, bevor sie es in zentripetaler Richtung durchqueren, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Turbinenrad (1) in massiver Form ausgebildet ist und von Eingängen seines Umfangs bis zu im Wesentlichen axialen Ausgängen von ersten Kanälen (6) mit doppelter Neigung für die Gase durchquert wird, nämlich Kanälen, die bezüglich der radialen Richtung eine erste Neigung in der Drehrichtung des Rades (1) besitzen, sowie eine zweite Neigung bezüglich der axialen Richtung, welche sie vom Umfang zum Mittelpunkt des Rades (1) hin lenkt, wobei das Rad **dadurch gekennzeichnet ist, dass** diese ersten Kanäle (6) von einer Auskleidung aus feuerfestem Material von keramischer Art ummantelt sind.
2. Gasturbine nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die ersten Kanäle (6) des Turbinenrades (1) eine konische Form aufweisen, wobei sich ihr Querschnitt von den Eingängen zu den Ausgängen erweitert.

3. Gasturbine nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die ersten Kanäle (6) an ihren Enden Schutzzeinsätze (21, 22) aus feuerfestem Material von keramischer Art aufweisen, die durch form-schlüssige Verbindungen im entsprechenden Ende des Kanals in Position gehalten werden.
4. Gasturbine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Turbinenrad (1) aus zwei Scheiben (4, 5) besteht, die ineinander gepasst und aneinander befestigt sind, nämlich einer Eingangsscheibe (4) und einer Ausgangsscheibe (5), und dadurch, dass die ersten Kanäle (6) jeweils einen ersten Teilabschnitt (6a), der die Eingangsscheibe (4) durchquert, und einen zweiten Teilabschnitt (6b), der die Ausgangsscheibe (5) durchquert, umfassen, wobei sich diese Teilabschnitte, mit unterschiedlichen Neigungen, an der Verbindungsfläche (23) zwischen den zwei Scheiben aneinander anschließen.
5. Gasturbine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Eingänge der ersten Kanäle (6) auf dem Turbinenrad in einer Umfangsreihe von S x N Eingängen angeordnet sind, wobei ihre Ausgänge aus dem Rad in S konzentrischen Reihen angeordnet sind, die jeweils N Ausgänge umfassen.
6. Gasturbine nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** einer von S Eingängen der ersten Kanäle (6) mit einem Ausgang einer ersten Reihe von N Ausgängen verbunden ist, der folgende Eingang mit einem benachbarten Ausgang einer zweiten Reihe von N Ausgängen usw., wobei der S-te folgende Eingang der betrachteten Gruppe von S Eingängen mit einem benachbarten Ausgang der S-ten Reihe von N Ausgängen verbunden ist, wobei der nächstfolgende Eingang oder erste Eingang der folgenden Gruppe von S Eingängen mit einem benachbarten anderen Ausgang der ersten Reihe von N Ausgängen verbunden ist, und so fort.
7. Gasturbine nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Anzahl S zwischen 2 und 5 liegt und die Anzahl N zwischen 9 und 15 liegt.
8. Gasturbine nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Anzahl S gleich 3 ist und die Anzahl N gleich 11 ist, wobei die Gesamtzahl der ersten Kanäle in dem Turbinenrad folglich 33 beträgt.
9. Gasturbine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der feststehende Verteiler (10), der das Turbinenrad (1) umgibt, aus einem massiven Ring besteht, der von zweiten Kanälen (11) für die Eintrittsgase durchquert wird, wobei diese zweiten Kanäle jeweils auf dem

entsprechenden Radius des Ringes (10) in der Richtung geneigt sind, die für die Drehung des Rades (1) vorgesehen ist.

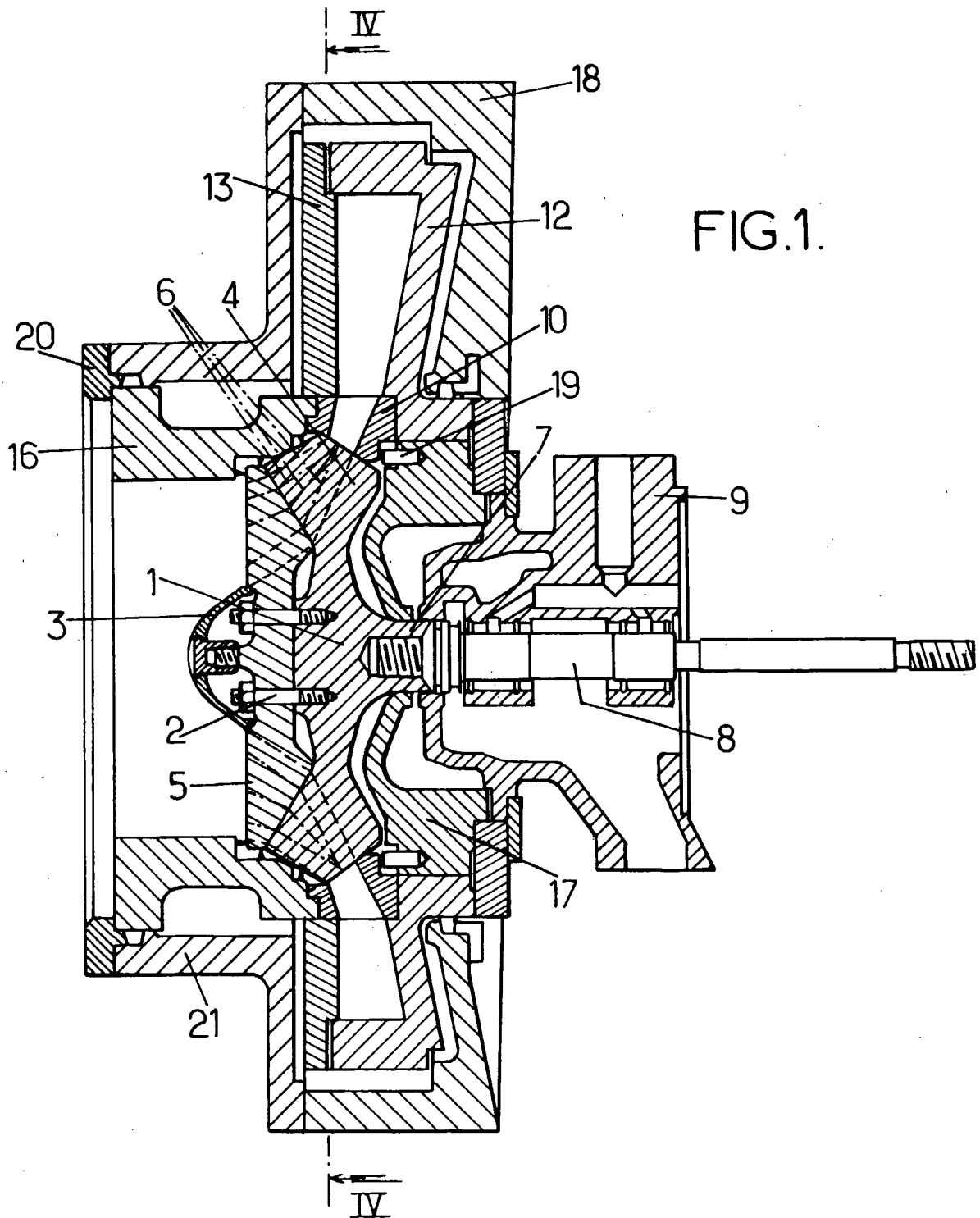
- 5 10. Gasturbine nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die zweiten Kanäle (11) des Verteilers (10) aus konischen Löchern bestehen, deren Querschnitt sich von ihren Eingängen zu ihren Ausgängen verengt.
- 10 11. Gasturbine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der feststehende Verteiler (10), der das Turbinenrad (1) umgibt, aus einer Reihe von feststehenden Schaufeln besteht, die entlang der entsprechenden radialen Richtung des Rades in der Richtung geneigt sind, die für die Drehung dieses Letzteren vorgesehen ist.

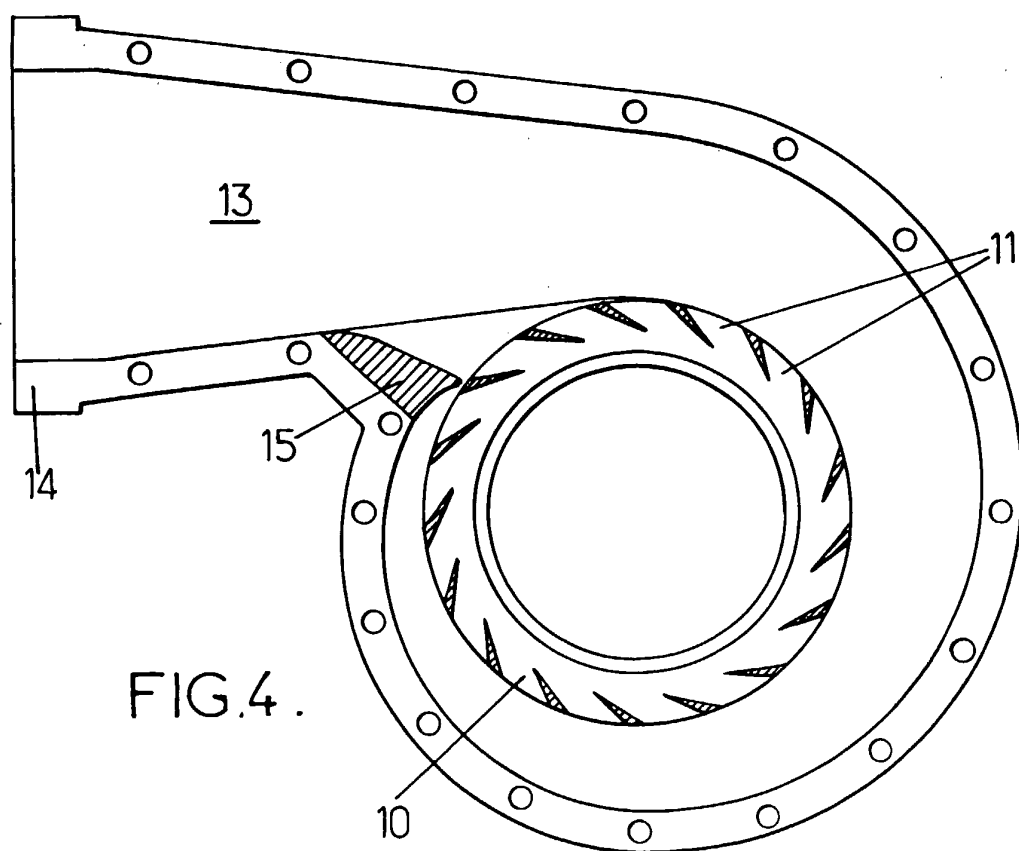
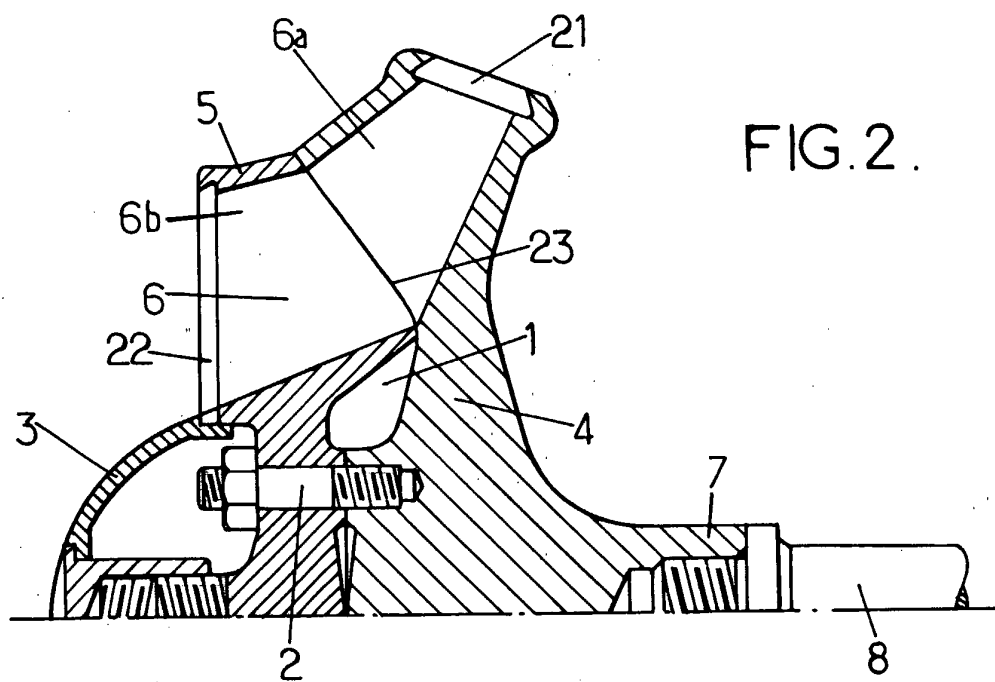
20 Claims

1. Gas turbine comprising, on the one hand, a radial-type turbine wheel and, on the other hand, a fixed distributor, fed by a volute and surrounding said wheel, said distributor enabling the inlet gases coming from a combustion chamber to be conveyed to the periphery of the wheel before passing through it in a centripetal direction, **characterized in that** said turbine wheel (1) is constructed in massive form and has passing through it, from inlets of its periphery to substantially axial outlets, first ducts (6) with a dual inclination for said gases, namely ducts having, with respect to the radial direction, a first inclination in the direction of rotation of the wheel (1), and a second inclination with respect to the axial direction, directing them from the periphery towards the centre of the wheel (1), the wheel being **characterized in that** these first ducts (6) are lined with a lining of refractory material of the ceramic kind.
2. Gas turbine according to claim 1, **characterized in that** said first ducts (6) of the turbine wheel (1) are conical in shape, their cross section widening from said inlets to said outlets.
3. Gas turbine according to claim 1 or 2, **characterized in that** said first ducts (6) comprise at their ends protection inserts (21, 22) made of refractory material of the ceramic kind, held in place by form fitting assemblies in the corresponding end of the duct.
4. Gas turbine according to any one of the preceding claims, **characterized in that** said turbine wheel (1) is made up of two discs (4, 5) nested and fixed one on the other, namely an inlet disc (4) and an outlet disc (5), and **in that** said first ducts (6) each comprise a first section (6a) passing through the inlet disc (4) and a second section (6b) passing through the outlet

disc (5), these sections, with different inclinations, connecting to one another at the junction surface (23) at which the two discs are joined.

5. Gas turbine according to any one of the preceding claims, **characterized in that** the inlets of said first ducts (6) on the turbine wheel are arranged in a peripheral series of $S \times N$ inlets, their outlets from the wheel being arranged in S concentric series each comprising N outlets. 5
10
6. Gas turbine according to claim 5, **characterized in that** one inlet out of S , of said first ducts (6), is connected to an outlet of a first series of N outlets, the next inlet to an adjacent outlet of a second series of N outlets, etc., the S_{th} next inlet, of the group of S inlets being considered, being connected to an adjacent outlet of the S_{th} series of N outlets, the next inlet again, or the first inlet of the next group of S inlets being connected to another adjacent outlet of said first series of N outlets, and so on. 15
20
7. Gas turbine according to claim 6, **characterized in that** the number S is comprised between 2 and 5, and the number N is comprised between 9 and 15. 25
8. Gas turbine according to claim 7, **characterized in that** the number S is equal to 3 and the number N is equal to 11, the total number of said first ducts in the turbine wheel therefore being 33. 30
9. Gas turbine according to any one of the preceding claims, **characterized in that** the fixed distributor (10) surrounding the turbine wheel (1) is made up of a massive ring through which second ducts (11) for the inlet gases pass, these second ducts each being inclined to the corresponding radius of the ring (10), in the direction that it is intended that the said wheel (1) should rotate. 35
40
10. Gas turbine according to claim 9, **characterized in that** said second ducts (11) of the distributor (10) are made up of conical holes the cross section of which narrows from their inlets towards their outlets. 45
11. Gas turbine according to any one of the preceding claims, **characterized in that** the fixed distributor (10) surrounding the turbine wheel (1) is made up of a series of fixed vanes which are inclined to the corresponding radial direction of the wheel, in the direction in which it is intended that the latter should rotate. 50
55





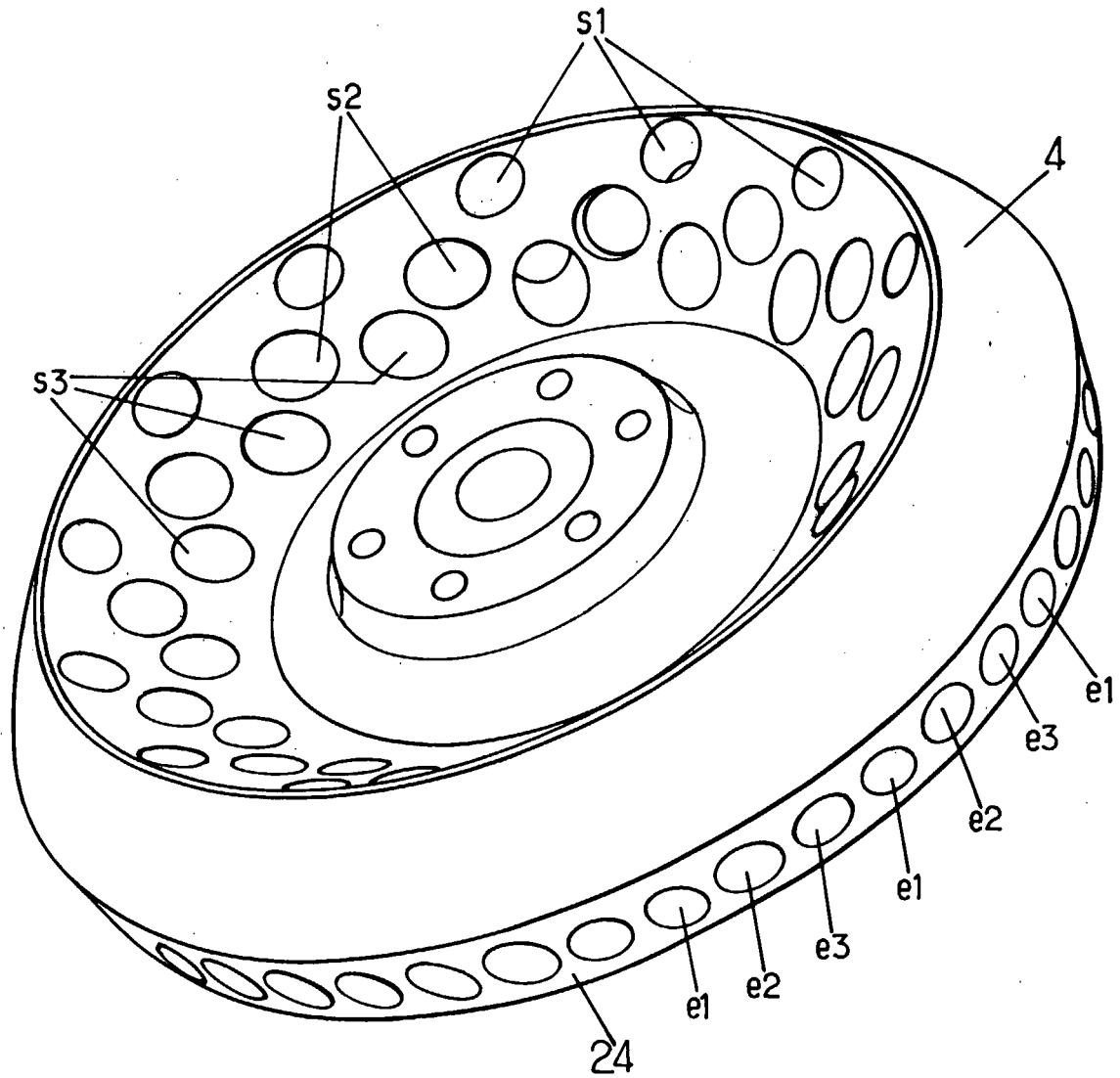


FIG.3.

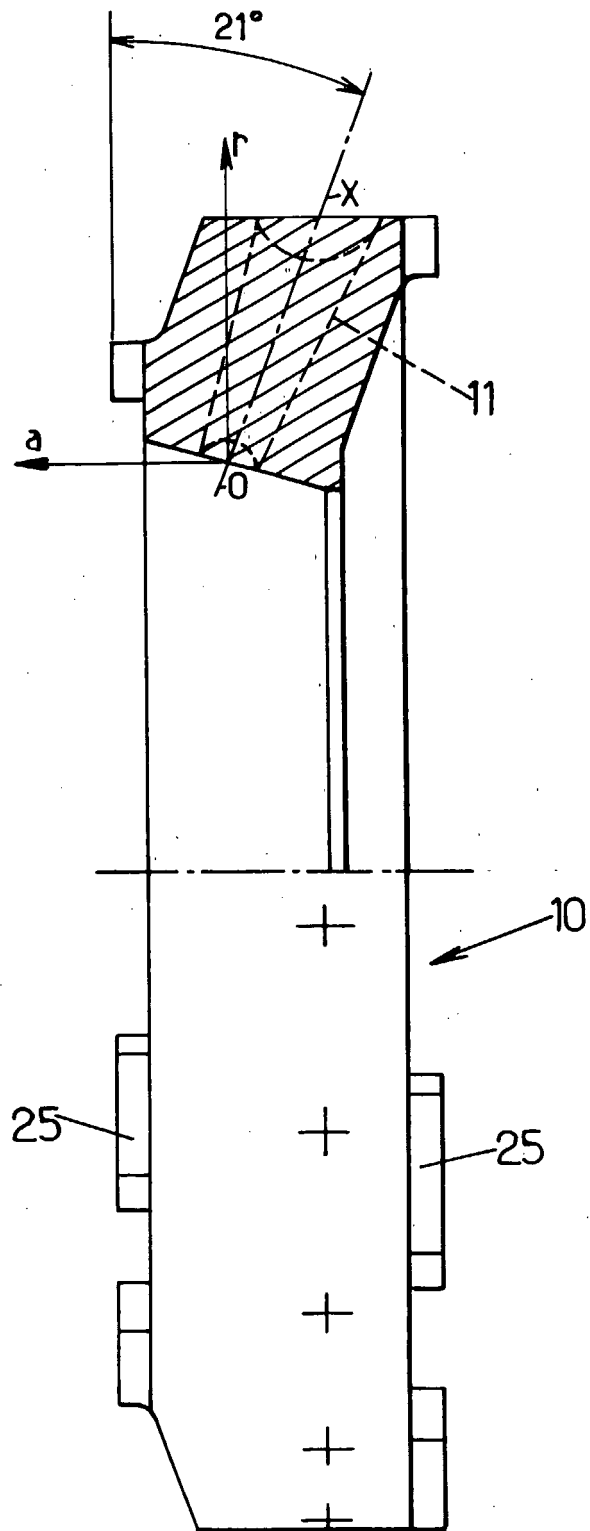
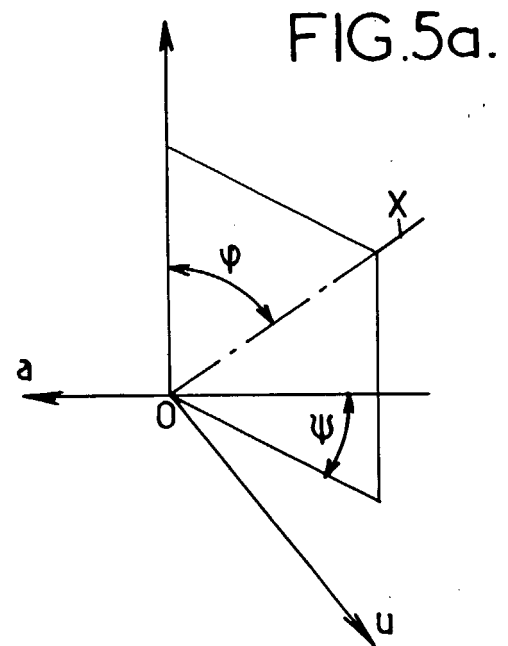


FIG. 5.



RÉFÉRENCES CITÉES DANS LA DESCRIPTION

Cette liste de références citées par le demandeur vise uniquement à aider le lecteur et ne fait pas partie du document de brevet européen. Même si le plus grand soin a été accordé à sa conception, des erreurs ou des omissions ne peuvent être exclues et l'OEB décline toute responsabilité à cet égard.

Documents brevets cités dans la description

- US 4029431 A [0001]