

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 808 989 A1

(12)

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(43) Date de publication:

26.11.1997 Bulletin 1997/48

(51) Int Cl.⁶: **F01D 5/04**

(21) Numéro de dépôt: **97401078.7**

(22) Date de dépôt: **15.05.1997**

(84) Etats contractants désignés:
DE GB IE IT NL SE

(30) Priorité: **23.05.1996 FR 9606405**

(71) Demandeur: **ALCATEL ALSTHOM COMPAGNIE
GENERALE D'ELECTRICITE
75008 Paris (FR)**

(72) Inventeur: **Fally, Jacques
91400 Orsay (FR)**

(74) Mandataire: **Fournier, Michel et al
c/o ALCATEL ALSTHOM RECHERCHE IPD,
30, avenue Kléber
75116 Paris (FR)**

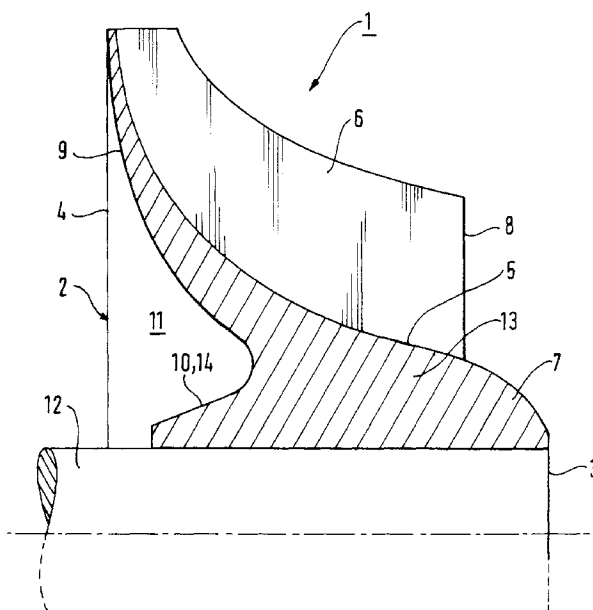
(54) **Roue de turbine radiale**

(57) L'invention concerne une roue de turbine radiale comprenant :

un corps de roue (2) de forme générale tronconique ou équivalente ayant une petite base (3), une grande base (4), et une surface latérale (5); et des aubes (6) émergeant radialement de la surface latérale (5) dudit corps de roue (2); selon l'invention, la roue comprend :
un prolongement axial (7) de la petite base (3) du

corps de roue (2) s'étendant au-delà d'un plan transversal (8) de fin des aubes (6);
au moins une partie de la surface latérale (5) constituée par un voile (9); et
un moyeu axial (10);
ladite partie de la surface latérale (5) constituée par un voile (9) et ledit moyeu axial (10) définissant un évidement annulaire axial (11) de la grande base (4) de la roue de turbine.

FIG.1



Description

L'invention concerne une roue de turbine radiale.

L'invention concerne plus précisément, une roue de turbine radiale de petit diamètre (de l'ordre d'une centaine de millimètres), soumise à des vitesses de rotation importantes (de l'ordre de 50000 tours/mn), et à des températures de fonctionnement élevées (supérieures à 1000°C).

Dans ces domaines de vitesses et de températures, les matériaux réfractaires actuellement utilisés pour réaliser des roues de turbine radiale sont limités.

L'une des raisons en est que les roues de turbine radiale tournant aux vitesses mentionnées ci-dessus comprennent des zones présentant des distributions de contraintes en pic par rapport au niveau moyen de contraintes dans la roue. Ces pics de contraintes imposent de choisir des matériaux capables de les supporter en toute sécurité (au sens statistique de la loi de Weibull).

Ainsi, c'est une partie minime de la roue qui impose de choisir un matériau ayant des caractéristiques très supérieures à celles requises pour le reste de la roue.

Il est connu de modifier les formes des roues pour diminuer le niveau de contrainte dans ces zones.

On sait que la forme de ces roues a une grande influence sur la distribution et sur le niveau maximal des contraintes observées.

Dans les formes de roues actuellement utilisées, les matériaux réfractaires ayant les propriétés mécaniques susceptibles de répondre à ces pics de contraintes sont peu nombreux.

On connaît l'utilisation de carbone-carbone pour la réalisation de roues de turbine axiale. C'est un matériau réfractaire ayant des bonnes propriétés mécaniques à haute température. Cependant le carbone-carbone est un matériau très onéreux, difficilement façonnable pour des roues de turbine radiale. En outre, cette difficulté augmente avec des roues de turbine radiale de petit diamètre. De plus c'est un matériau anisotrope ce qui rend son emploi difficile.

On connaît de nombreuses réalisations de roues de turbines radiales en céramique Si_3N_4 . Là encore, la fabrication de telles roues de turbine en céramique est compliquée et onéreuse. Notamment la céramique n'est pas facilement usinable. En outre, les profils proposés présentent, en fonctionnement, des pics de contraintes très élevées notamment à proximité de l'axe de roue de turbine. Par exemple une roue de Si_3N_4 ayant un diamètre de 112 mm, présente un pic de contrainte supérieur à 230 MPa pour une vitesse de l'ordre de 90000 tours/mn à une température de l'ordre de 1200°C.

Les forces de pression dues aux charges aérodynamiques des aubes sont très faibles par rapport au contraintes centrifuges d'où l'intérêt d'utiliser des matériaux de faible densité.

Le but de la présente invention est de proposer une roue de turbine ayant un profil limitant sensiblement les pics de contraintes. De ce fait, de nouveaux matériaux

réfractaires de faible densité, moins chers et plus facilement façonnables, et qui étaient jusqu'à présent rejetés du fait de leurs caractéristiques mécaniques insuffisantes, peuvent être utilisés pour la réalisation des roues de turbines dans les domaines de températures et de vitesses mentionnés en début de description.

A cet effet l'invention concerne une roue de turbine radiale comprenant un corps de roue de forme générale tronconique ou équivalente ayant une petite base, une grande base, et une surface latérale, des aubes émergeant radialement de la surface latérale dudit corps de roue, selon l'invention, la roue de turbine comprend un prolongement axial de la petite base du corps de roue s'étendant au-delà du plan transversal de fin des aubes, au moins une partie de la surface latérale constituée par un voile, et un moyeu axial, ladite partie de la surface latérale constituée par un voile et ledit moyeu axial définissant un évidement annulaire axial de la grande base de la roue de turbine.

Le moyeu axial est avantageusement un manchon axial creux à travers lequel passe l'axe de la turbine.

Dans un mode de réalisation, la roue de turbine comprend des nervures radiales de rigidification localisée dans l'évidement annulaire axial, et s'étendent entre le voile et le manchon axial.

Selon l'invention la roue de turbine peut être notamment en graphite dense ou en carbone vitreux.

D'autres avantages et caractéristiques de la présente invention résulteront de la description qui va suivre en référence aux dessins annexés dans lesquels :

La figure 1 est une représentation schématique en coupe longitudinale d'une roue de turbine radiale selon un premier mode de réalisation de l'invention.

La figure 2 est un graphique schématique mettant en parallèle les contraintes observées, en fonction du niveau considéré sur le rayon, sur une roue de turbine pleine en graphite dense et sur une roue de turbine en graphite dense selon le premier mode de réalisation de l'invention.

La figure 3 est une représentation schématique en coupe longitudinale d'une roue de turbine radiale selon un deuxième mode de réalisation de l'invention.

La figure 4 est un graphique schématique mettant en parallèle les contraintes observées sur deux roues de turbine en carbone vitreux selon le deuxième mode de réalisation de l'invention.

L'invention concerne une roue de turbine radiale 1 comprenant un corps de roue 2 de forme générale tronconique ou équivalente ayant une petite base 3, une grande base 4, et une surface latérale 5, et des aubes 6 émergeant radialement de la surface latérale 5 du corps de roue 2. Selon des caractéristiques de cette invention, la roue de turbine comprend un prolongement axial 7 de la petite base 3 du corps de roue 2 s'étendant au-delà du plan transversal 8 de fin des aubes 6, au moins une partie de la surface latérale 5 constituée par un voile 9, et un moyeu 10. La partie de la surface latérale constituée par le voile 9 et le moyeu 10 définissent

ensemble un évidement annulaire axial 11 de la grande base 4 de la roue de turbine radiale 1.

Dans les modes de réalisation représentés sur les figures 1 et 3, le moyeu 10 est un manchon axial 14 à travers lequel passe l'axe 12 de rotation de la turbine.

Dans un mode de réalisation non représenté, le moyeu 10 est plein et constitue alors l'axe de rotation de la turbine.

Dans le premier mode de réalisation représenté sur la figure 1, seule une partie de la surface latérale 5 est constituée d'un voile 9. La roue de turbine présente alors un museau plein 13 percé axialement pour le montage sur l'axe de la turbine, s'étendant au-delà du plan transversal 8 de fin des aubes 6 du côté de la petite base 3, et formant ainsi le prolongement 7, et prolongé à l'opposé par un épanouissement radial formé d'un voile 9 et par un manchon axial creux 14 s'étendant vers la grande base 4 de la roue de turbine.

Avantageusement mais non limitativement, l'épaisseur du voile diminue de l'axe vers la périphérie de la roue.

Avantageusement mais non limitativement, la roue de turbine selon le premier mode de réalisation est réalisée en graphite dense. La figure 2 représente une courbe 20 des contraintes calculées à différents niveaux du rayon d'une roue de turbine pleine en graphite et sans prolongement axial de la petite base (non représentée) tournant à 50000 tours/minute et une courbe 21 des contraintes calculées à différents rayons d'une roue de turbine en graphite selon la représentation de la figure 1 tournant à la même vitesse.

La forme particulière de la roue de la figure 1 permet de diminuer de plus de 50 % (de 88 MPa à 42 MPa) la contrainte maximale par rapport à la roue de turbine pleine. Comme l'enseigne l'art antérieur, cette contrainte maximale est située à proximité de l'axe de rotation.

Les graphites denses ont une résistance maximale à la traction/flexion de l'ordre de 65 MPa pour les plus courants et de l'ordre de 85 MPa pour ceux de qualité supérieure.

Le profil de la roue de turbine radiale selon le premier mode de réalisation permet donc l'emploi, en toute sécurité (au sens de la loi de Weibull), de graphite dense pour la réalisation de roues de turbine radiale tournant à des vitesses de l'ordre de 50000 tours par minute. Ce matériau a pour avantage sa densité faible, sa facilité d'usinage, son coût peu élevé, ses propriétés mécaniques croissantes avec la température (une augmentation de 30% aux températures envisagées par rapport aux valeurs à température ambiante). La roue de turbine radiale selon le premier mode de réalisation permet donc une diminution de l'ordre de 50 % des contraintes maximales. En outre, associée à un matériau comme le graphite, elle permet de produire des roues de turbine radiale à des coûts compatibles avec des grandes séries. Une telle roue de turbine pourra être avantageusement utilisée dans les véhicules hybrides turbine-alternateur à cycle fermé ou à cycle ouvert. Aux tempéra-

tes de fonctionnement prévues, dans la mesure où une telle roue de turbine en graphite serait utilisée en atmosphère oxydante, il est nécessaire de la protéger par un revêtement antioxydant, par exemple du SiC. De même, le graphite étant relativement poreux, il peut être envisagé de revêtir la roue de turbine radiale en graphite de PyroCarbone pour éviter la diffusion du fluide moteur à travers la roue de turbine.

Le profil du premier mode de réalisation peut être utilisé avec tout autre matériau que le graphite, notamment par exemple des céramiques ou équivalent.

Dans le deuxième mode de réalisation représenté sur la figure 3, la totalité de la surface latérale 5 est constituée d'un voile 9. La roue de turbine comprend alors un voile 9 formant la surface latérale 5, un manchon axial creux 14 issu de la petite base 3 et s'étendant vers la grande base 4 de la roue de turbine, et une pluralité de nervures radiales de rigidification 15 localisée dans l'évidement annulaire axial 11 défini par le voile 9 et le manchon 14. Les nervures 15 s'étendent entre le voile 9 et le manchon axial 14. Ce type de profil en coque avec nervures 15 est fait pour permettre l'utilisation de matériaux dont les méthodes de fabrication imposent des épaisseurs limitées.

Avantageusement, mais non limitativement, la roue de turbine radiale selon le deuxième mode de réalisation est en carbone vitreux.

La figure 4 représente deux courbes 30, 31 des contraintes calculées à différents rayons d'une roue de turbine en carbone vitreux selon la représentation de la figure 3 tournant à 50000 tours/minute. L'une 30 des courbes concerne une roue de turbine radiale en carbone vitreux ayant une coque de 3 mm d'épaisseur avec 16 nervures radiales de 3 mm équidistantes, l'autre 31 des courbes concerne une roue de turbine radiale en carbone vitreux ayant une coque de 3 mm d'épaisseur avec 32 nervures radiales de 2 mm équidistantes.

La résistance maximale de traction/flexion du carbone vitreux est de l'ordre de 180 MPa à température ambiante, les contraintes maximales calculées sur les roues de turbine radiale selon le deuxième mode de réalisation sont donc bien inférieures à ce maximum.

Le deuxième mode de réalisation de la présente invention permet donc d'utiliser des matériaux légers dont les épaisseurs nominales de fabrication sont limitées, mais qui sont peu onéreux et qui peuvent facilement être moulés. Le carbone vitreux, comme le graphite, a des propriétés mécaniques croissantes avec la température.

Bien entendu, l'invention n'est pas limitée aux modes de réalisation décrits et représentés, mais elle est susceptible de nombreuses variantes accessibles à l'homme du métier sans que l'on s'écarte de l'invention. En particulier, on pourra, sans sortir du cadre de l'invention, remplacer les matériaux utilisés par tout autre matériau équivalent.

Revendications

1. Roue de turbine radiale comprenant:

un corps de roue (2) de forme générale tronconique ou équivalente ayant une petite base (3), une grande base (4), et une surface latérale (5);
et
des aubes (6) émergeant radialement de la surface latérale (5) dudit corps de roue (2);

5

10

caractérisée en ce qu'elle comprend

un prolongement axial (7) de la petite base (3) du corps de roue (2) s'étendant au-delà d'un plan transversal (8) de fin des aubes (6);
au moins une partie de la surface latérale (5) constituée par un voile (9); et
un moyeu axial (10);
ladite partie de la surface latérale (5) constituée par un voile (9) et ledit moyeu axial (10) définissant un évidement annulaire axial (11) de la grande base (4) de la roue de turbine.

15

20

2. Roue de turbine selon la revendication 1 caractérisée en ce que le moyeu axial (10) est un manchon axial creux (14) à travers lequel passe l'axe (12) de la turbine.

25

3. Roue de turbine selon la revendication 1 ou 2 caractérisée en ce qu'elle comprend des nervures radiales de rigidification (15) localisées dans l'évidement annulaire axial (11), et s'étendant entre le voile (9) et le moyeu axial (10).

30

35

4. Roue de turbine selon l'une quelconque des revendications 1 à 3 caractérisée en ce qu'elle est en graphite dense.

5. Roue de turbine selon la revendication 3 caractérisée en ce qu'elle est en carbone vitreux.

40

45

50

55

FIG.1

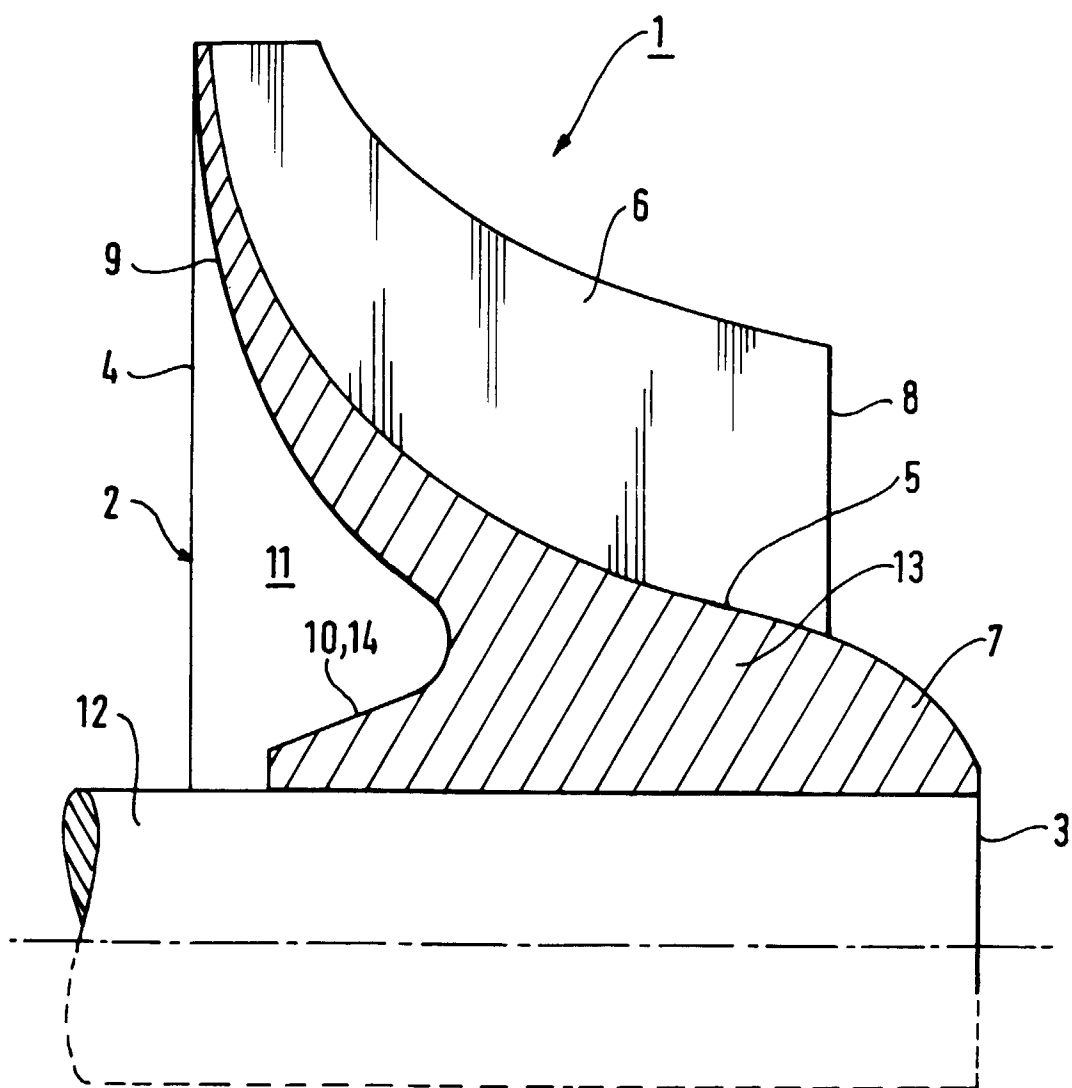


FIG. 2

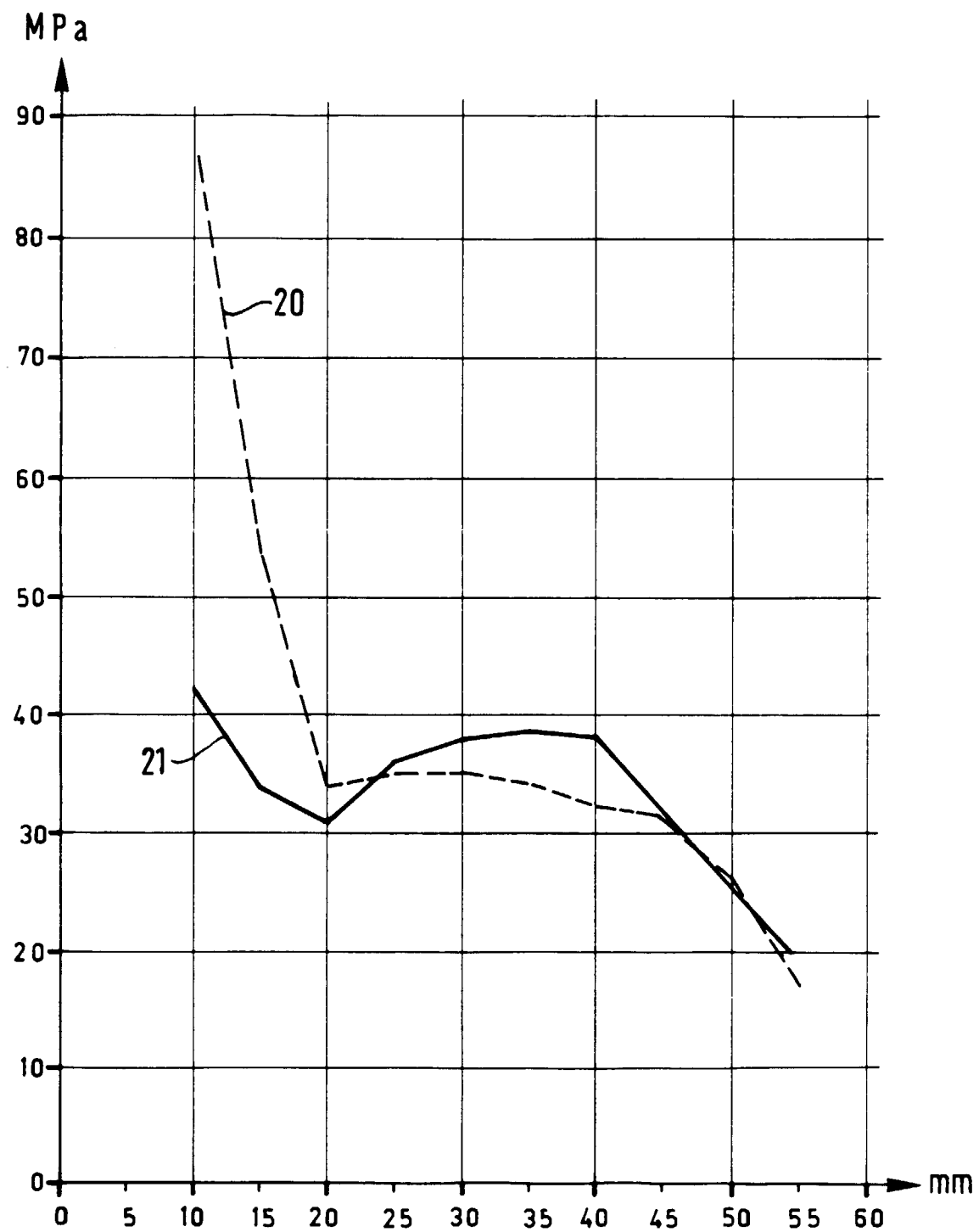


FIG. 3

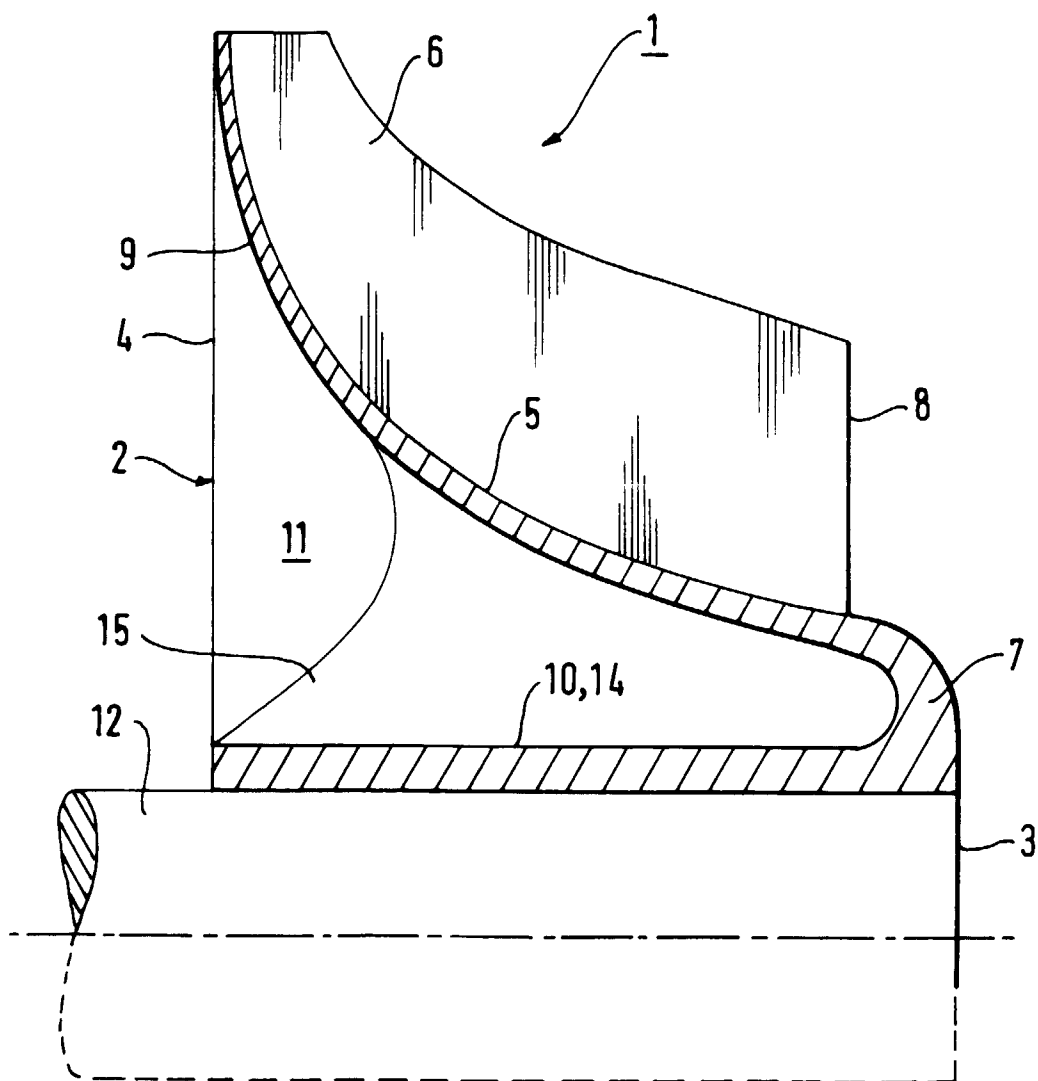
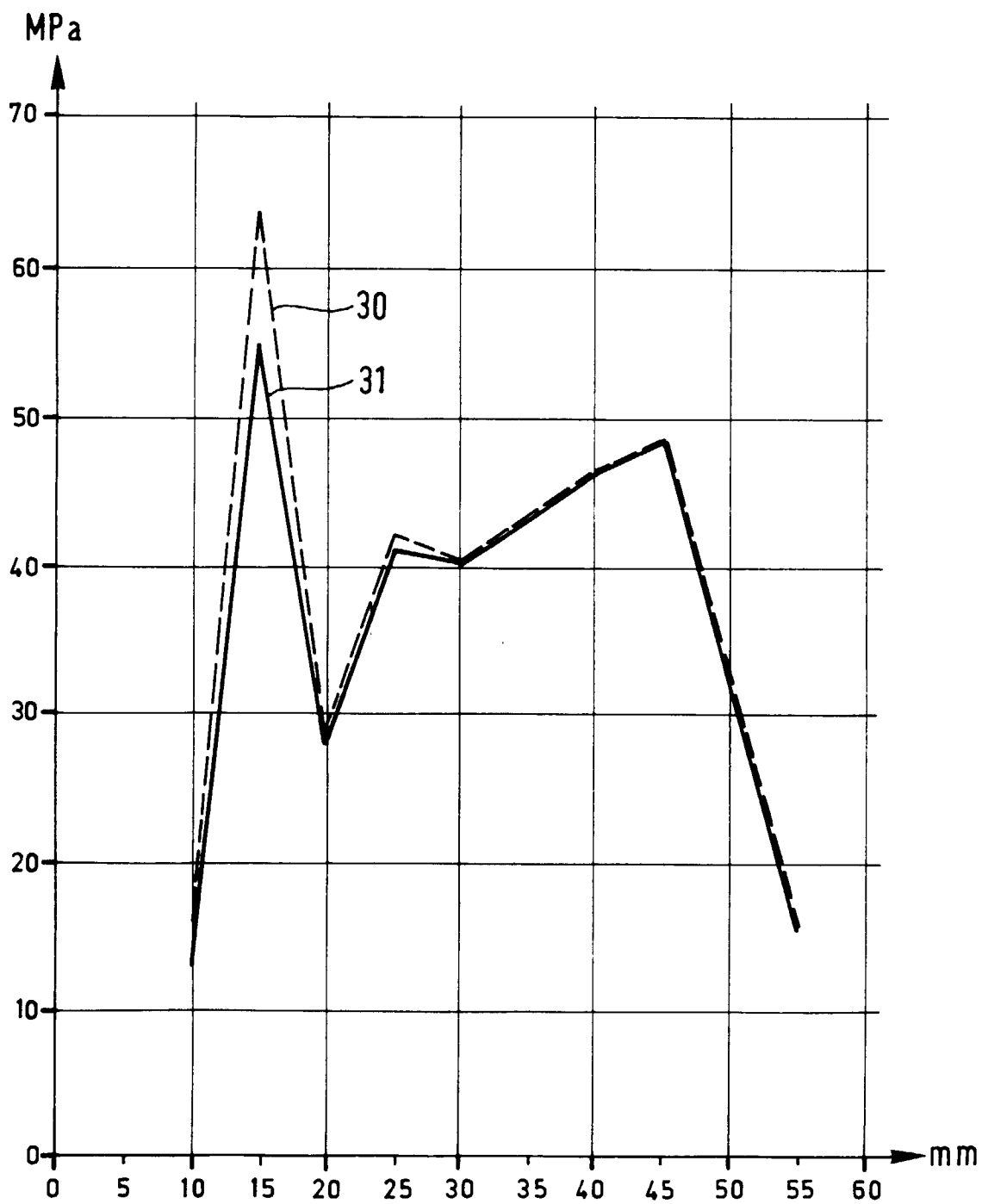


FIG. 4





Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numero de la demande
EP 97 40 1078

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int.Cl.6)
X	GB 2 058 941 A (NISSAN MOTOR) 15 avril 1981 * le document en entier *	1-3	F01D5/04
X	DE 10 83 481 B (MAN) 15 juin 1958 * le document en entier *	1-3	
X	GB 1 515 296 A (PENNY TURBINES LTD N) 21 juin 1978 * le document en entier *	1-3	
A	US 4 787 821 A (CRUSE LOUIS D ET AL) 29 novembre 1988 * le document en entier *	1-3	
A	US 2 441 432 A (MC GEE) 11 mai 1948		
A	EP 0 124 325 A (GARRETT CORP) 7 novembre 1984		
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 008, no. 253 (M-339), 20 novembre 1984 & JP 59 128902 A (TOYOTA JIDOSHA KK), 25 juillet 1984, * abrégé *		DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.Cl.6) F01D
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lien de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 4 septembre 1997	Examineur Iverus, D
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)