



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) **EP 1 314 895 A1**

(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(43) Date de publication:
28.05.2003 Bulletin 2003/22

(51) Int Cl.7: **F04D 29/04**, F04D 29/58,
F04D 7/06, F04D 7/08

(21) Numéro de dépôt: **02292872.5**

(22) Date de dépôt: **19.11.2002**

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

(72) Inventeur: **Mazuy, Louis**
59600 Maubeuge (FR)

(74) Mandataire: **Lanceplaine, Jean-Claude et al**
CABINET LAVOIX
2, Place d'Estienne d'Orves
75441 Paris Cédex 09 (FR)

(30) Priorité: **21.11.2001 FR 0115076**

(71) Demandeur: **JEUMONT S.A.**
92400 Courbevoie (FR)

(54) **Ecran de protection thermique pour un arbre tournant**

(57) L'invention concerne un écran de protection thermique pour un arbre tournant, caractérisé en ce qu'il comprend, dans la zone de transition thermique entre le fluide chaud et le fluide froid, une bague (11) en alliage de nickel frettée sur ledit arbre (1).

L'invention s'applique aux arbres de pompes primaires de centrale nucléaire.

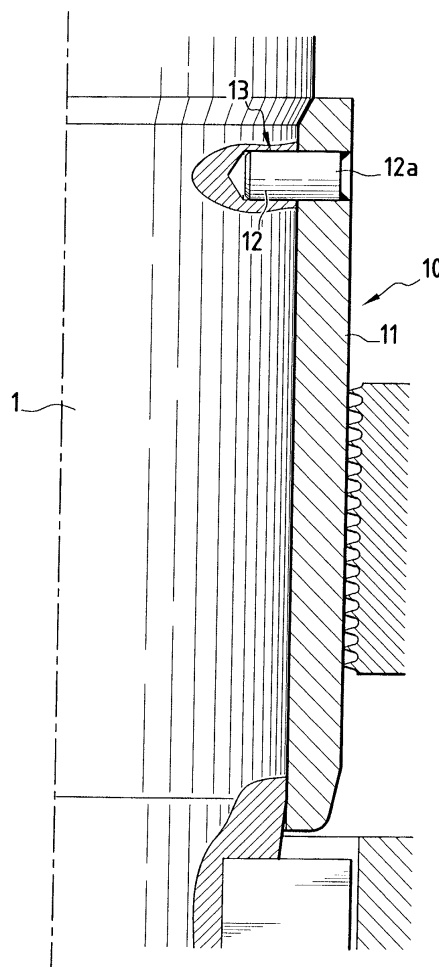


FIG.2

Description

[0001] La présente invention concerne un écran de protection thermique pour un arbre tournant, notamment pour un arbre de pompe primaire de centrale nucléaire.

[0002] De nombreuses installations industrielles comportent des arbres tournants qui sont soumis à des différentiels de températures entre deux zones engendrant sur ces arbres des variations de contraintes thermiques importantes.

[0003] C'est le cas notamment pour les pompes primaires de centrale nucléaire qui véhiculent de l'eau chaude à haute température.

[0004] Dans leur partie haute, ces pompes primaires comportent un échangeur de chaleur appelé barrière thermique, qui refroidit l'eau alimentant un palier hydrodynamique et les joints tournants d'étanchéité avec l'arbre longitudinal. Il existe donc une zone de transition entre l'eau chaude et l'eau froide située au bas de la barrière thermique.

[0005] La partie de l'arbre située dans cette zone de transition est par conséquent soumise à un important gradient thermique qui favorise les instabilités thermiques pouvant créer des fissures dans l'arbre.

[0006] Afin de réduire ce risque de fissurations, un écran thermique est disposé sur l'arbre dans la zone où le gradient thermique est le plus important.

[0007] Jusqu'à présent, cet écran thermique est formé par une bague en acier inoxydable entourant l'arbre dans ladite zone de transition. Cette solution ne suffit pas pour se prémunir totalement du risque de fissuration, car après quelques années de fonctionnement, les fissures peuvent apparaître en divers endroits dans l'arbre au-dessous de cette bague.

[0008] L'invention a pour but de proposer un écran de protection thermique qui permet d'améliorer l'efficacité de la protection et de ce fait de diminuer les risques de fissuration dans l'arbre.

[0009] L'invention a donc pour objet un écran de protection thermique pour un arbre tournant, notamment pour un arbre de pompe primaire de centrale nucléaire, caractérisé en ce qu'il comprend, dans la zone de transition thermique entre le fluide chaud et le fluide froid, une bague en alliage de nickel frettée sur ledit arbre.

[0010] Selon d'autres caractéristiques de l'invention :

- la bague en alliage de nickel est entourée d'une bague externe en acier inoxydable austénitique frettée à chacune de ses extrémités sur cette bague en alliage de nickel et comportant, entre les deux extrémités frettées, un évidement cylindrique pour former un jeu avec la surface externe de ladite bague en alliage de nickel,
- la paroi de l'évidement cylindrique de la bague externe comporte des portions annulaires en saillie de réduction du jeu entre ladite paroi et la face externe de la bague en alliage de nickel,

- la longueur totale des extrémités frettées de la bague externe représente environ 20% de la longueur de cette bague,
- l'écran comporte un pion transversal en alliage de nickel de liaison de la bague en alliage de nickel avec l'arbre, ledit pion étant monté dans un orifice ménagé dans l'arbre et la bague et l'extrémité libre de ce pion étant soudée sur cette bague,
- l'écran comporte un pion transversal en acier inoxydable austénitique de liaison de la bague en alliage de nickel et de la bague externe en acier inoxydable austénitique avec l'arbre, ledit pion étant monté dans un orifice ménagé dans l'arbre et les bagues et l'extrémité libre de ce pion étant soudée sur la bague externe,
- l'arbre comporte, au niveau de la partie inférieure de la bague en alliage de nickel, un évidement dans lequel est montée une bague fendue,
- la bague fendue est réalisée en un matériau dont le coefficient de dilatation est identique au matériau de l'arbre.

[0011] Les caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront au cours de la description qui va suivre, donnée à titre d'exemple et faite en référence aux dessins annexés, sur lesquels :

- la Fig. 1 est une demi-vue schématique en coupe axiale d'une partie d'une pompe primaire équipée d'un écran de protection thermique conforme à l'invention,
- la Fig. 2 est une vue schématique en coupe axiale et à plus grande échelle d'un premier mode de réalisation de l'écran de protection thermique conforme à l'invention,
- la Fig. 3 est une vue schématique en coupe axiale et à plus grande échelle d'un deuxième mode de réalisation de l'écran de protection thermique conforme à l'invention,
- la Fig. 4 est une vue à plus grande échelle du détail A de la Fig. 3,
- la Fig. 5 est une vue schématique en coupe axiale et à plus grande échelle d'un troisième mode de réalisation de l'écran de protection thermique conforme à l'invention, et
- la Fig. 6 est une vue partielle en coupe selon la ligne 6-6 de la Fig. 5, selon un premier mode de réalisation,
- la Fig. 7 est une vue partielle en coupe selon la ligne 6-6 de la Fig. 5, selon un second mode de réalisation.

[0012] Sur la Fig. 1, on a représenté schématiquement une partie d'une pompe primaire d'une centrale nucléaire et qui est destinée à véhiculer de l'eau chaude à une température de l'ordre de 300°C.

[0013] De manière classique, cette pompe comporte une partie inférieure A dite chaude dans laquelle circule

l'eau chaude à la température d'environ 300°C et une partie supérieure B dite froide dans laquelle circule l'eau froide à environ 40°C.

[0014] Les zones A et B sont traversées par un arbre 1 et la partie inférieure comporte, de manière classique, une roue 2 et une volute de pompe 3.

[0015] La partie supérieure B comporte un carter 4, un palier hydrodynamique 5 et des joints tournants d'étanchéité 6.

[0016] Le carter 4 est fixé à la volute 3 au moyen d'éléments de liaison 7 démontables, comme par exemple des goujons.

[0017] Entre la partie inférieure A et la partie supérieure B, la pompe comporte un échangeur de chaleur 8 appelé barrière thermique, qui refroidit l'eau alimentant le palier hydrodynamique 5 et les joints tournants d'étanchéité 6.

[0018] Entre la partie inférieure A dite chaude et la partie supérieure B dite froide, il existe une zone de transition C entre l'eau chaude et l'eau froide au bas de l'échangeur de chaleur 8 et dans laquelle la zone de l'arbre est soumise à un important gradient thermique de 260°C environ.

[0019] Dans cette zone de transition C, l'arbre 1 est équipé d'un écran de protection thermique désigné dans son ensemble par la référence 10.

[0020] Selon un premier mode de réalisation représenté à la Fig. 2, l'écran de protection thermique 10 comprend, dans la zone de transition thermique C entre le fluide chaud et le fluide froid, une bague 11 en alliage de nickel frettée sur toute sa longueur sur ledit arbre 1.

[0021] L'alliage de nickel constituant la bague 11 est choisi pour que le contact métal/métal entre l'arbre 1 qui est en acier inoxydable austénitique et cette bague 11 en alliage de nickel soit conservé dans les situations courantes de fonctionnement.

[0022] Les caractéristiques de l'alliage de nickel permettent d'assurer ce contact grâce à son coefficient de dilatation plus faible que celui du métal constituant l'arbre 1 et aussi par sa capacité à supporter les transitoires thermiques sans se plastifier.

[0023] Un des alliages les plus performants pour cette fonction est par exemple "l'inconel 718".

[0024] L'écran de protection 10 comporte également un pion 12 transversal en alliage de nickel assurant la liaison de la bague 11 avec l'arbre 1. Ce pion 12 est monté dans un orifice 13 ménagé dans l'arbre 1 et dans la bague 10 et l'extrémité libre 12a de ce pion 12 est soudée sur cette bague 11.

[0025] Selon un deuxième mode de réalisation représenté à la Fig. 3, la bague 11 en alliage de nickel est entourée d'une bague externe 15 en acier inoxydable austénitique.

[0026] Cette bague externe 15 est frettée à chacune de ses extrémités sur la bague 11 en alliage de nickel et comporte entre les deux extrémités frettées, un évidement cylindrique 16 pour former un jeu avec la surface externe de la dite bague 11.

[0027] Ainsi, la bague externe 15 protège la bague 11 en alliage de nickel contre les instabilités de la zone de transition entre l'eau chaude et l'eau froide.

[0028] Le jeu formé par l'évidement 16 est fixé de telle manière que la bague externe 15 déformée par le gradient thermique en situation nominale de fonctionnement vienne en contact avec la surface externe de la bague 11 en alliage de nickel.

[0029] Cette déformation permet de supprimer ou de minimiser le film d'eau pouvant circuler entre les deux bagues 11 et 15 car la circulation de l'eau entre lesdites bagues favorise la fatigue thermique.

[0030] L'isolation thermique est également améliorée grâce à la présence de la bague 11 en alliage de nickel qui présente une faible conductivité.

[0031] De préférence, la longueur totale des extrémités frettées de la bague externe 15 sur la bague 11 en alliage de nickel représente environ 20% de la longueur de cette bague externe 15.

[0032] Dans ce mode de réalisation également, l'écran de protection 10 comporte un pion transversal 17 en acier inoxydable austénitique de liaison des bagues 11 et 15 avec l'arbre 1. Ce pion 17 est monté dans un orifice 18 ménagé dans l'arbre 1 et les bagues 11 et 15 et l'extrémité libre 17a de ce pion 17 est soudée sur la bague externe 15.

[0033] Selon une variante représentée à la Fig. 4, la paroi de l'évidement cylindrique 16 de la bague externe 15 comporte des portions annulaires 16a en saillie permettant de réduire le jeu entre la paroi de l'évidement et la face externe de la bague 11 en alliage de nickel.

[0034] De préférence, les portions en saillie 16a sont réparties de façon équidistante.

[0035] Au cours d'une opération de maintenance relative à la surveillance de l'état superficiel de l'arbre 1 dans la zone critique, on opère systématiquement au retrait de la bague 11 en alliage de nickel. Dans le cas où la zone de l'arbre à protéger par l'écran thermique comporte des fissures peu profondes, ces fissures peuvent être éliminées de la façon suivante.

[0036] Après démontage de la bague 11 en alliage de nickel et éventuellement de la bague externe 15, l'arbre 1 est creusé localement pour éliminer les fissures.

[0037] Ainsi que représenté à la Fig. 5, dans l'évidement ainsi formé sur l'arbre 1, une bague fendue 20 est disposée et les bords adjacents de la fente 21 de cette bague 20 sont solidarisés entre eux par un cordon de soudure 22 (Fig. 6), ou par au moins un pion radial 23 (Fig. 7) ou par collage ou au moyen d'un enroulement de fil. Cet enroulement est placé dans une gorge, non représentée, ménagée dans la bague 20, de préférence dans la partie haute de cette bague 20. La largeur de cette gorge est déterminée pour recevoir au minimum deux spires de fil, ce dernier est soudé à ses deux extrémités dans le fond de la gorge.

[0038] La bague 11 ou les bagues 11 et 15 selon le mode de réalisation, sont ensuite de nouveau montées sur l'arbre 1.

[0039] De préférence, la bague fendue 20 est réalisée en un matériau dont le coefficient de dilatation est identique au matériau de l'arbre 1.

[0040] Le fretage de la bague 11 en alliage de nickel, ainsi que la mise en place de la bague fendue 20 évitent la présence d'eau en mouvement et assurent donc une protection thermique efficace.

[0041] L'écran de protection thermique selon l'invention permet d'obtenir une protection thermique plus efficace de l'arbre grâce notamment à la présence de la bague en alliage de nickel, tout en conservant un encombrement identique aux solutions utilisées jusqu'à présent.

[0042] Dans ces conditions, les gradients thermiques dans l'arbre sont atténués et se font de manière plus progressive si bien que les risques de fissuration de l'arbre notamment dans le cas d'un arbre de pompe primaire, sont de ce fait diminués.

Revendications

1. Ecran de protection thermique pour un arbre tournant (1), notamment pour un arbre de pompe primaire de centrale nucléaire, **caractérisé en ce qu'il** comprend, dans la zone de transition thermique entre le fluide chaud et le fluide froid, une bague (11) en alliage de nickel frettée sur ledit arbre (1). 25
2. Ecran selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la bague (11) en alliage de nickel est entourée d'une bague externe (15) en acier inoxydable austénitique frettée à chacune de ses extrémités sur cette bague (11) en alliage de nickel et comportant, entre les deux extrémités frettées, un évidement cylindrique (16) pour former un jeu avec la surface externe de ladite bague (11) en alliage de nickel. 30 35
3. Ecran selon la revendication 2, **caractérisé en ce que** la paroi de l'évidement cylindrique (16) de la bague externe (15) comporte des portions annulaires (16a) en saillie de réduction du jeu entre ladite paroi et la face externe de la bague (11) en alliage de nickel. 40 45
4. Ecran selon la revendication 2 ou 3, **caractérisé en ce que** la longueur totale des extrémités frettées de la bague externe (15) représente environ 20% de la longueur de cette bague (15). 50
5. Ecran selon la revendication 1, **caractérisé en ce qu'il** comporte un pion transversal (12) en alliage de nickel de liaison de la bague (11) en alliage de nickel avec l'arbre (1), ledit pion (12) étant monté dans un orifice (13) ménagé dans l'arbre (1) et dans la bague (11) et l'extrémité libre (12a) de ce pion (12) étant soudée sur cette bague (11). 55

6. Ecran selon l'une quelconque des revendications 2 à 3, **caractérisé en ce qu'il** comporte un pion transversal (17) en acier inoxydable austénitique de liaison de la bague (11) en alliage de nickel et de la bague externe (15) en acier inoxydable austénitique avec l'arbre (1), ledit pion (17) étant monté dans un orifice (18) ménagé dans l'arbre (1) et les bagues (11 ; 15) et l'extrémité libre (17a) de ce pion (17) étant soudée sur la bague externe (15). 5 10
7. Ecran selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** l'arbre (1) comporte, au niveau de la partie inférieure de la bague (11) en alliage de nickel, un évidement dans lequel est montée une bague fendue (20). 15 20
8. Ecran selon la revendication 7, **caractérisé en ce que** la bague fendue (20) est réalisée en un matériau dont le coefficient de dilatation est identique au matériau de l'arbre (1).

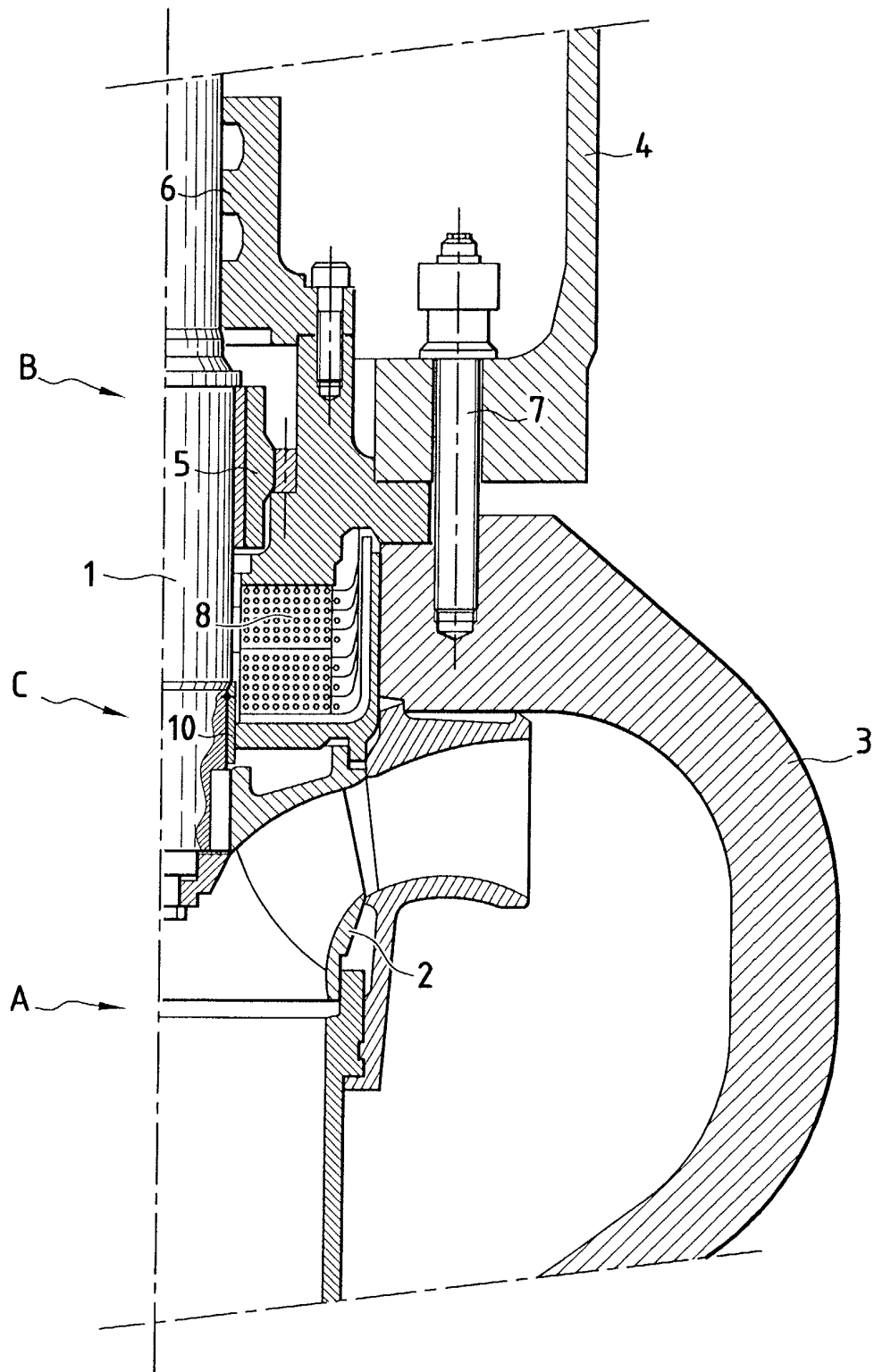


FIG.1

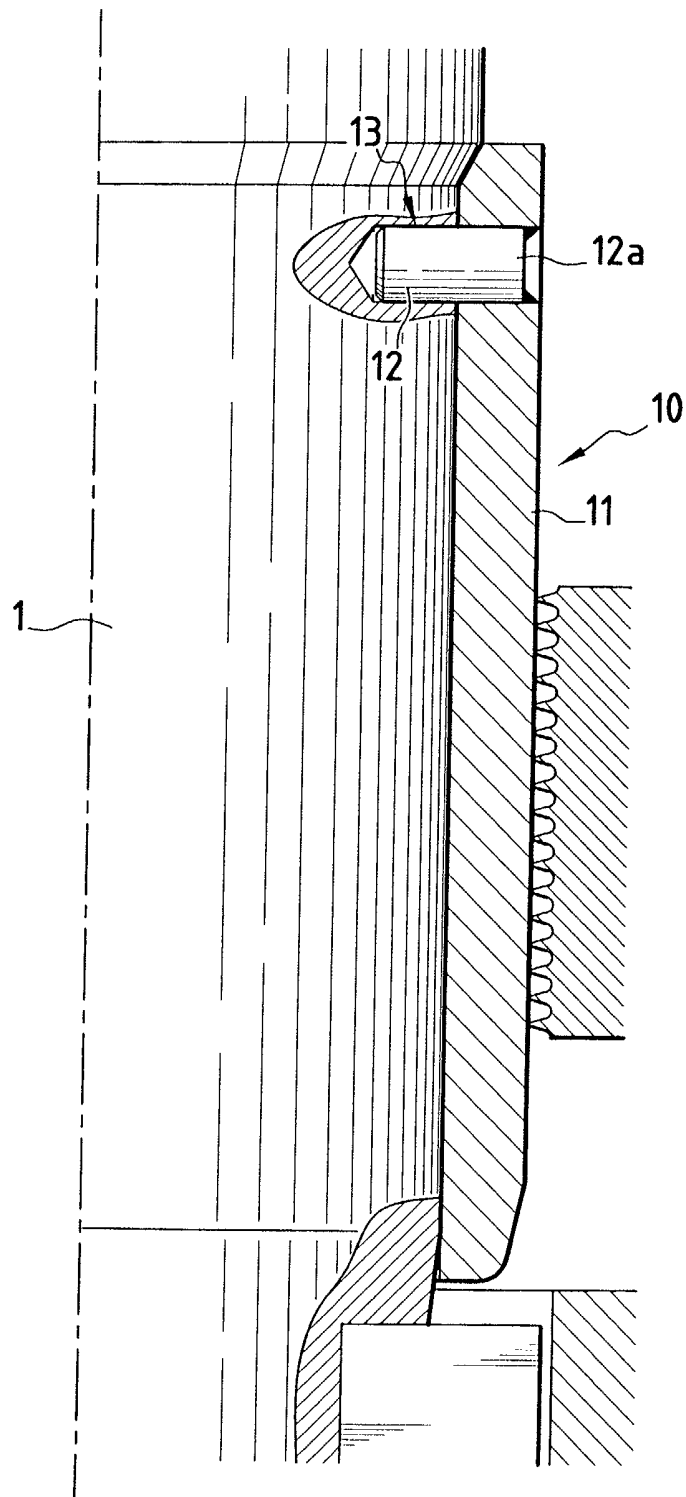


FIG.2

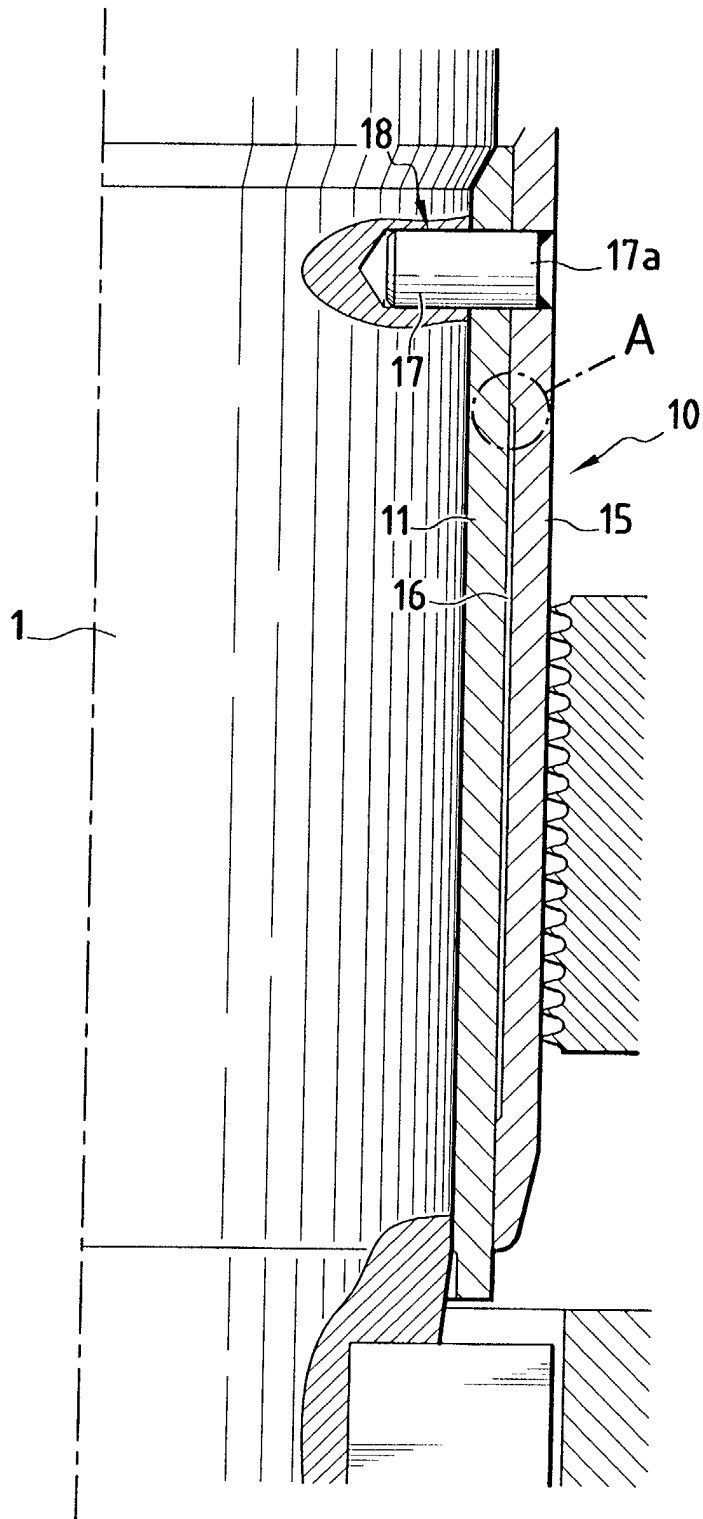


FIG.3

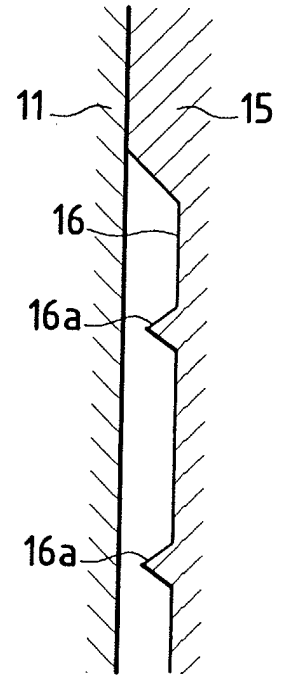


FIG.4

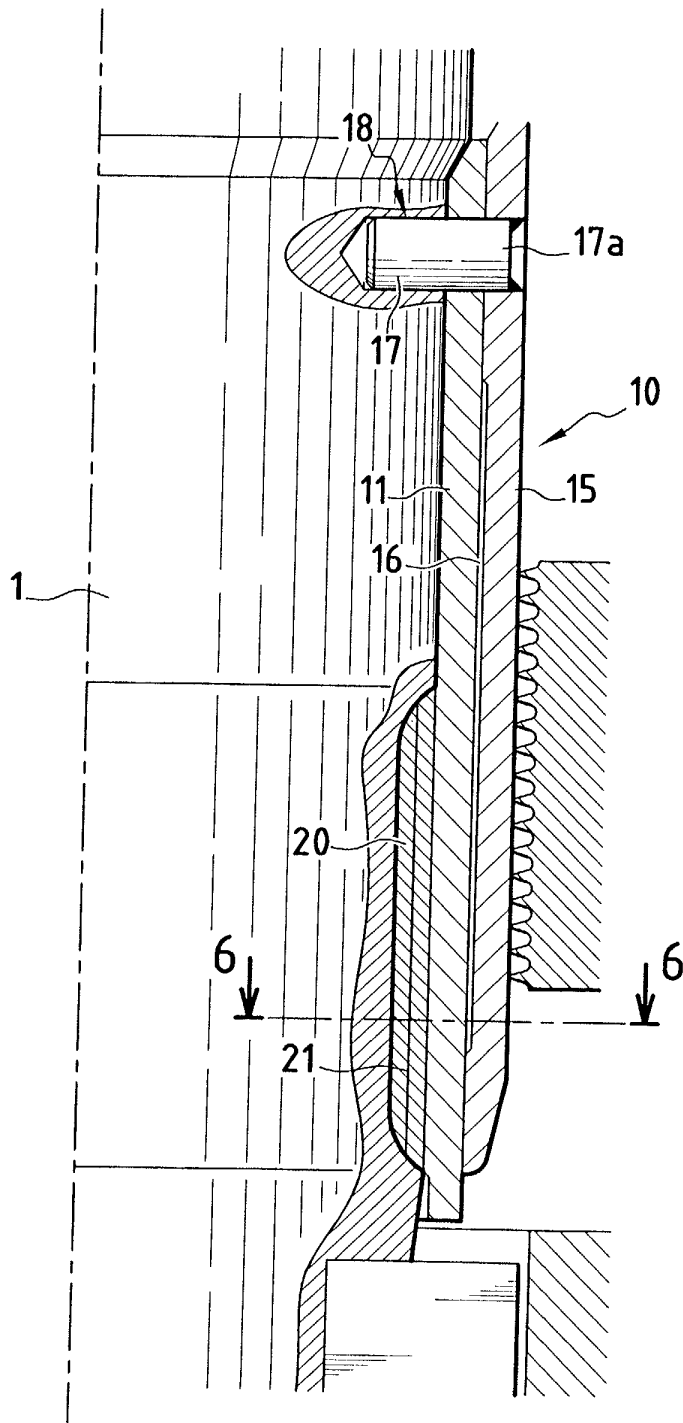


FIG. 5

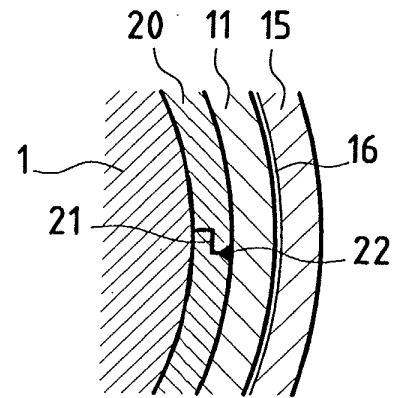


FIG. 6

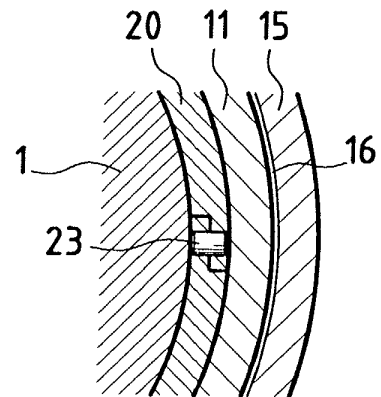


FIG. 7



Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande
EP 02 29 2872

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.7)
E	WO 01 94069 A (WESTINGHOUSE ELECTRIC CORP) 13 décembre 2001 (2001-12-13) * le document en entier * * page 6, ligne 5 - ligne 8 * ---	1	F04D29/04 F04D29/58 F04D7/06 F04D7/08
E	FR 2 812 117 A (JEUMONT IND) 25 janvier 2002 (2002-01-25) * le document en entier * ---	1,5	
A	US 5 072 608 A (LORETT JERZY A) 17 décembre 1991 (1991-12-17) * le document en entier * ---	1	
A	US 4 932 836 A (BOSTER CLARK S) 12 juin 1990 (1990-06-12) * le document en entier * ---	1	
A	EP 0 844 399 A (JEUMONT IND) 27 mai 1998 (1998-05-27) * figure 1 * -----	1	
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.Cl.7) F04D
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 18 février 2003	Examineur Ingelbrecht, P
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant			

EPO FORM 1503 03 82 (P04C02)

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

EP 02 29 2872

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche européenne visé ci-dessus.

Lesdits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du

Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets.

18-02-2003

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
WO 0194069	A	13-12-2001	US 6358000 B1	19-03-2002
			AU 6975201 A	17-12-2001
			WO 0194069 A2	13-12-2001
FR 2812117	A	25-01-2002	FR 2812117 A1	25-01-2002
US 5072608	A	17-12-1991	US 4964029 A	16-10-1990
			US 4974141 A	27-11-1990
			AU 3562689 A	12-12-1989
			GB 2230113 A	10-10-1990
			WO 8911691 A1	30-11-1989
US 4932836	A	12-06-1990	AUCUN	
EP 0844399	A	27-05-1998	FR 2756328 A1	29-05-1998
			EP 0844399 A1	27-05-1998
			ZA 9710212 A	03-06-1998

EPO FORM P0460

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