

12

**DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

21 Numéro de dépôt: **88103498.7**

51 Int. Cl.4: **F01D 5/22**

22 Date de dépôt: **07.03.88**

30 Priorité: **12.03.87 FR 8703390**

43 Date de publication de la demande:  
**05.10.88 Bulletin 88/40**

84 Etats contractants désignés:  
**AT BE CH DE ES FR GB GR IT LI LU NL SE**

71 Demandeur: **ALSTHOM**  
**38, avenue Kléber**  
**F-75784 Paris Cédex 16(FR)**

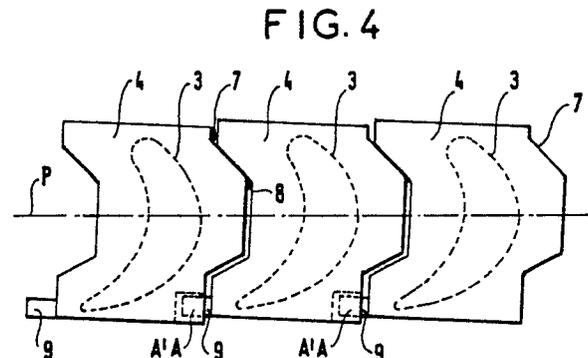
72 Inventeur: **Bourcier, Pierre**  
**5 rue Bréa**  
**F-75006 Paris(FR)**  
Inventeur: **Riollet, Gilbert**  
**11 rue du Cherche-Midi**  
**F-75006 Paris(FR)**

74 Mandataire: **Weinmiller, Jürgen et al**  
**Lennéstrasse 9 Postfach 24**  
**D-8133 Feldafing(DE)**

54 **Aubage mobile pour turbines à vapeur.**

57 Aubage mobile pour turbines à vapeur comportant des aubes (1) avec des corps (3) munis de chapeaux ou d'ailerons (4) lesdits chapeaux ou ailerons (4) d'aubes adjacentes étant en contact au moins pendant la rotation de l'aubage sur une surface plane sensiblement parallèle à l'axe radial de l'aube et entraînant par ces contacts (7, 8) une torsion du corps des aubes, caractérisé en ce qu'il comporte une liaison en plus des contacts (7 et 8) entre chapeaux ou ailerons (4) adjacents, ladite liaison étant réalisée à l'aide de contacts additionnels (A, A') ayant une liberté de glissement rectiligne dans un plan correspondant à celui de chaque chapeau ou aileron (4) selon un axe sensiblement perpendiculaire à l'axe de rotation de l'aubage, lesdits contacts additionnels (A, A') étant situés à distance relativement grande des contacts (7, 8) entraînant la torsion.

Amélioration des propriétés vibratoires des aubes.



### Aubage mobile pour turbines à vapeur

La présente invention a trait à un aubage mobile pour turbines à vapeur comportant des aubes avec des corps munis de chapeaux ou d'ailerons, lesdits chapeaux ou ailerons d'aubes adjacentes étant en contact au moins pendant la rotation de l'aubage sur une surface plane sensiblement parallèle à l'axe radial de l'aube et entraînant par ces contacts une torsion du corps des aubes.

Les chapeaux (ou ailerons) serrés par torsion sur une face plane sensiblement parallèle à l'axe radial ZZ de l'aube transmettent mal les moments dynamiques  $M_z$  existants par rapport à ce même axe radial dès que les deux faces de contact appartenant à des chapeaux (ou ailerons) adjacents ne sont pas rigoureusement parallèles (voir figure 3). Il s'ensuit que le rôle joué par la face de contact serrée par torsion dépend de sa qualité de réalisation ce qui a pour inconvénient de créer une dispersion dans les propriétés vibratoires de chaque aube prise séparément. Cette dispersion affecte l'aubage mobile tout entier en modifiant de façon incontrôlée ses fréquences propres et en les multipliant ce qui rend difficile la prévention des résonances avec les fréquences excitatrices connues.

L'aubage mobile permettant de remédier à cet inconvénient est caractérisé en ce qu'il comporte une liaison en plus des contacts entre chapeaux ou ailerons adjacents, ladite liaison étant réalisée à l'aide de contacts additionnels ayant une liberté de glissement rectiligne dans un plan correspondant à celui de chaque chapeau ou aileron selon un axe sensiblement perpendiculaire à l'axe de rotation OO' de l'aubage, lesdits contacts additionnels étant situés à distance relativement grande des contacts entraînant la torsion.

La liaison créée entre chapeaux (ou ailerons) voisins par ces contacts additionnels a pour effet que le mouvement relatif de ces chapeaux (ou ailerons) engendre sur chacun d'eux en des points A et A' (distincts ou confondus) des efforts de frottement  $f$  et  $f'$  contenus dans le plan des chapeaux (ou ailerons) qui possèdent un moment  $\Delta M_z$  par rapport au point moyen de contact C sur la surface plane. La somme  $M_z + \Delta M_z$  peut différer d'une aube à l'autre de sorte que même dans le cas extrême où les faces serrées par la torsion sont incapables de transmettre le moindre moment entre chapeaux (ou ailerons) voisins, cette transmission se trouve assurée par  $\Delta M_z$  (voir figure n° 3). Il est important que les points A et A' soient situés à la plus grande distance possible des faces de contact de manière à mieux bloquer tout mouvement de rotation du chapeau (ou de l'aileron) qui se manifesterait autour d'un point de contact ponc-

tuel C.

Selon une première réalisation de l'invention les contacts additionnels sont réalisés par des prolongements des chapeaux (ou ailerons) dont les faces supérieures viennent s'appliquer sur les faces supérieures de cavités complémentaires prévues dans les chapeaux (ou ailerons) adjacents.

Dans ce cas le point A d'une aube est confondu avec le point A' de l'aube voisine.

Selon une seconde réalisation de l'invention les contacts additionnels sont réalisés par des organes situés dans des gorges débouchant sur la surface latérale des chapeaux ou ailerons opposée aux contacts entraînant la torsion et frottant sur des parois de ces gorges.

La présente invention sera mieux comprise à la lumière de la description qui va suivre dans laquelle.

La figure 1 représente une coupe d'une aube connue perpendiculaire à son plan médian.

La figure 2 représente une coupe d'une partie de l'aubage connu constitué des aubes de la figure 1 par un plan parallèle au plan médian des aubes.

La figure 3 représente une vue de dessus de l'aubage de la figure 2.

La figure 4 représente une vue de dessus d'une partie d'un aubage selon une première réalisation de l'invention.

La figure 5 représente une vue de côté de la partie d'aubage de la figure 4.

La figure 6 représente schématiquement une vue de côté d'une partie d'aubage selon une seconde réalisation de l'invention avant montage des cales de liaisonnement.

La figure 7 représente la même vue que la figure 6 après montage des cales.

La figure 8 représente une vue de dessus de l'aubage de la figure 7.

La figure 9 présente une coupe d'une aube de l'aubage des figures 7 et 8 perpendiculaire au plan médian et passant par l'axe de la turbine.

La figure 10 représente schématiquement une vue de côté d'une partie d'aubage selon une variante de la seconde réalisation de l'invention avant montage des moyens de liaisonnement et au repos.

La figure 11 représente la même vue que celle de la figure 10 avec l'aubage en rotation.

La figure 12 représente l'aubage des figures 10 et 11 après montage des moyens de liaisonnement.

La figure 13 représente une vue de dessus de l'aubage de la figure 12.

La figure 14 représente une coupe d'une aube de l'aubage des figures 12 et 13 perpendiculaire au plan médian et passant par l'axe de la turbine.

La figure 15 représente une vue de côté d'une partie de l'aubage selon une autre variante de la seconde réalisation de l'invention, la dent étant enlevée.

La figure 16 représente une vue de dessus d'un troisième exemple de réalisation de l'aubage.

La figure 17 représente une vue de côté de l'aubage de la figure 16, avec la dent enlevée.

La figure 18 représente une vue de côté d'une variante du troisième exemple de réalisation.

La figure 19 représente une coupe de la variante de la figure 18.

La figure 20 représente un exemple de réalisation de l'aubage avec des ailerons.

La figure 21 représente une vue de côté de l'aubage de la figure 20, avec la dent enlevée.

L'aubage connu représenté aux figures 1, 2 et 3 comporte des aubes 1 comprenant un pied 2 un corps 3 et un chapeau 4. Les pieds 2 des aubes 1 sont bloqués dans un moyen central 5 faisant partie du rotor de la turbine par l'intermédiaire de clavettes 6. Chaque chapeau 4 comporte une face avant 7 inclinée par rapport au plan médian vertical P et sensiblement parallèle à l'axe radial (z'z) de l'aube et une face arrière 8 sensiblement parallèle à la face avant 7, les faces avant et arrière 7 et 8 de toutes les aubes étant situées du même côté du plan médian P. L'aubage est mobile en rotation autour de l'axe OO'.

Lorsqu'on met les pieds 2 des aubes 1 en place, la face avant 7 de chaque aube 1 vient s'appuyer contre la face arrière 8 de l'aube 1 située devant et les faces 7 et 8 tournent pour se rapprocher de la perpendiculaire au plan médian. Le corps 3 de chaque aube 1 est alors tordu sous l'effet des forces que les aubes adjacentes 1 appliquent sur ses faces avant et arrière.

En réalité en raison des défauts d'usinage des faces 7 et 8 des aubes le contact entre aubes voisines ne peut se faire que sur une partie des faces en regard. Cette partie peut être limitée à une zone très étroite de point moyen C qui varie d'aube à aube. Les moments dynamiques  $M_z$ ,  $M_{z_1}$ ,  $M_{z_2}$  par rapport aux axes radiaux des aubes (zz') sont mal transmis étant donné ce contact limité entre les faces 7 et 8. Pour transmettre ces moments on prévoit selon l'invention une liaison par contacts additionnels en A et A' entre chapeaux 4 voisins de façon que le mouvement relatif des chapeaux 4 engendre aux points A et A' des forces de frottement f et f' contenues dans le plan du chapeau qui engendre un moment  $\Delta M_z$  permettant de transmettre tout ou partie du moment entre chapeaux voisins.

Sur les figures 2 et 3 on a représenté des aubes dont les chapeaux sont appliqués les uns contre les autres sous l'effet des forces de torsion au repos des corps des aubes mais il est également connu de monter les chapeaux écartés, les chapeaux n'étant appliqués les uns contre les autres que lors de la mise en rotation des aubes dont les corps se dévillent sous l'effet de la force centrifuge.

Une réalisation de l'aubage selon l'invention est représentée sur les figures 4 et 5. Du côté opposé aux faces 7 et 8 en contact, le chapeau 4 de chaque aube est muni d'un prolongement 9 de forme parallélépipédique dont la face supérieure 10 vient frotter sur la face supérieure 11 d'une cavité 12 complémentaire ménagée dans l'aube adjacente. Le prolongement 9 et la cavité 12 sont situés sur la surface latérale 13 des chapeaux 4 située du côté opposée aux faces 7 et 8 en contact, par rapport au plan P.

Le contact entre la face du prolongement 9 et celle de la cavité complémentaire 12 peut être obtenu par précontrainte au repos et/ou déformation due aux forces centrifuges.

Dans cette réalisation le point A de chaque aube est confondu avec le point A' de l'aube voisine.

Selon une seconde réalisation de l'invention représentée aux figures 6 à 9, les chapeaux 4 sont munis d'une gorge usinée 14 débouchant sur la surface latérale 13 des chapeaux 4 opposée aux faces en contact 7, 8.

Les gorges 14 des aubes adjacentes 1 ne sont pas dans le prolongement l'une de l'autre.

On dispose des cales 15 dans les gorges 14, chaque cale 15 étant emboîtée dans deux chapeaux 4 consécutifs. Les cales sont espacées les unes des autres et leurs extrémités viennent à peu près vers le milieu de la surface latérale 13 des chapeaux.

Pour mettre les cales 15 en place il est nécessaire de fléchir les aubes 1 et on obtient ainsi pendant la rotation de l'aubage un frottement entre les cales 15 et les gorges 14 des aubes 1.

La gorge 14 est munie d'une dent périphérique 16 à sa partie supérieure qui empêche les cales 15 de sortir lors de la rotation de l'aubage.

Cette dent 16 a été rabattue après mise en place des cales 15 dans les gorges 14.

Selon une variante de cette seconde réalisation représentée aux figures 10 à 14, les chapeaux 4 comportent des gorges 14 qui sont dans le prolongement les unes des autres lorsque l'aubage n'est pas entraîné en rotation. Mais sous l'effet des forces centrifuges les corps 3 des aubes 2 ont tendance à fléchir (voir figure 11) en l'absence de la présence d'organes de liaisonnement dans les gorges 14.

On introduit un élément de calage constitué par exemple par un fil plat 17 qui s'oppose à la flexion des aubes 1 sous l'effet de la force centrifuge et développe des forces de frottement. Ce fil peut être constitué de quatre quarts de circonférence.

La gorge 14 débouche sur la surface latérale 13 des chapeaux 4 du côté opposé aux faces en contact 7 et 8 et elle peut être munie d'un rebord 16 empêchant le fil de calage 17 de sortir de la gorge 14 lors de la rotation de l'aubage (voir figure 14).

Selon une seconde variante représentée à la figure 15 les gorges 14 sont dans le prolongement les unes des autres au repos et elles le restent lorsque l'aubage est entraîné en rotation.

On introduit un élément de liaison tel qu'un fil plat 18 dans la gorge.

Ce fil 18 est muni d'excroissances 19 disposées vers le milieu des gorges 14 qui frottent contre la paroi supérieure de ces gorges 14 lorsque l'aubage est en rotation.

La gorge 14 est située comme dans la seconde réalisation sur la surface latérale 13 des chapeaux 4 du côté opposé aux faces en contact 7 et 8 et elle peut être munie d'un rebord 16 empêchant le fil de calage 18 de sortir de la gorge 14.

Selon une troisième réalisation de l'invention représentée aux figures 16 et 17 on a introduit un organe en forme de barreau 20 dans la gorge 14 débouchant sur la surface latérale 13 des chapeaux 4 opposée aux faces 7 et 8, les gorges au repos étant comme sur la figure 10.

Chaque organe 20 comporte à une extrémité un axe parallèle 21 à l'axe de rotation  $OO'$  de l'aubage qui est logé sans coulissement dans un alvéole creusé 22 dans les parois de la gorge 14. L'axe 21 de l'organe 20 est relié par un bras 23 à une masse cubique 24 située dans la gorge du chapeau 4 voisin de celui dans lequel est logé l'axe 21.

Ainsi lorsque les chapeaux 5 vibrent, l'axe 21 de l'organe 20 peut s'orienter et il se produit une force de frottement entre la masse 24 et la paroi de la gorge 14.

Comme précédemment la gorge 14 est munie d'une dent périphérique 16 qui empêche les organes 20 de sortir de la gorge 14.

Selon une variante de la troisième réalisation de l'invention représentée aux figures 18 et 19 on introduit des organes en forme de barreau 25 à deux appuis 26 dans les gorges 14 débouchant sur les surfaces latérales 13 des chapeaux 4 opposées aux surfaces 7 et 8, les gorges 14 au repos étant comme sur la figure 10.

Les barreaux 25 sont à cheval sur les gorges 14 de deux chapeaux 4 adjacents avec un appui 26

dans chacune des gorges 14. Les barreaux 26 sont arrêtés tangentiellement par un téton 27 et axialement par une dent 16.

Le téton 27 est logé avec jeu dans un logement 28 de la gorge 14.

Dans les exemples de réalisation précédemment décrit les corps 3 des aubes étaient terminés par des chapeaux mais ils pourraient à la place être munis d'ailerons 4 situés à une hauteur intermédiaire.

La réalisation représentée aux figures 20 et 21 montre une vue partielle d'un aubage muni d'ailerons 4 montés sur leurs corps 3 serrés les uns contre les autres par leur face de contact 7, 8 et comportant une gorge 14 débouchant sur la surface latérale 13 des ailerons 4 opposée aux faces latérales 7 et 8.

Dans la gorge on a introduit un fil plat 18 muni de deux excroissances 19 par aileron 4 qui frottent contre la paroi supérieure de ces gorges 14 lorsque l'aubage est en rotation.

## Revendications

1/ Aubage mobile pour turbines à vapeur comportant des aubes (1) avec des corps (3) munis de chapeaux ou d'ailerons (4) lesdits chapeaux ou ailerons (4) d'aubes adjacentes étant en contact au moins pendant la rotation de l'aubage sur une surface plane sensiblement parallèle à l'axe radial (Z'Z) de l'aube et entraînant par ces contacts (7, 8) une torsion du corps des aubes, caractérisé en ce qu'il comporte une liaison en plus des contacts (7 et 8) entre chapeaux ou ailerons (4) adjacents, ladite liaison étant réalisée à l'aide de contacts additionnels (A, A') ayant une liberté de glissement rectiligne dans un plan correspondant à celui de chaque chapeau ou aileron (4) selon un axe sensiblement perpendiculaire à l'axe de rotation O'O de l'aubage, lesdits contacts additionnels (A, A') étant situés à distance relativement grande des contacts (7, 8) entraînant la torsion.

2/ Aubage mobile selon la revendication 1, caractérisé en ce que les contacts additionnels (A, A') sont réalisés par des prolongements (9) des chapeaux ou ailerons (4) dont les faces supérieures viennent s'appliquer sur les faces supérieures (11) de cavités complémentaires (12) prévues dans les chapeaux ou ailerons adjacents (4).

3/ Aubage mobile selon la revendication 1, caractérisé en ce que les contacts additionnels (A, A') sont réalisés par des organes (15, 17, 18, 20) situés dans des gorges (14) débouchant sur la surface latérale (13) des chapeaux ou ailerons (4) opposée aux contacts (7, 8) entraînant la torsion et frottant sur des parois de ces gorges (14).

- 4/ Aubage mobile selon la revendication 3, caractérisé en ce que les organes de liaison (15) ne sont introduits dans les gorges (14) qu'après flexion des aubes (1).
- 5/ Aubage mobile selon la revendication 4, caractérisé en ce que les organes de liaison sont constitués par des cales (15) reliant deux aubes (11) adjacentes. 5
- 6/ Aubage mobile selon les revendications 3 à 5, caractérisé en ce que les gorges (14) sont munies d'une dent (16) à leur partie supérieure. 10
- 7/ Aubage mobile selon la revendication 3, caractérisé en ce que les organes de liaison (17, 18, 20, 25) sont introduits dans les gorges (14) sans flexion des aubes (4). 15
- 8/ Aubage mobile selon la revendication 7, caractérisé en ce que les organes sont constitués par des barreaux (20) comportant à une extrémité un axe (21) parallèle à l'axe OO' de rotation de l'aubage logé sans coulissement dans la gorge (14) d'une aube et une masse (24) reliée par un bras (23) à l'axe (21) et coulissant dans la gorge (14) de l'aube adjacente en frottant sur ses parois. 20
- 9/ Aubage mobile selon la revendication 7, caractérisé en ce que les organes de liaison sont constitués par des barreaux (25) comportant deux appuis (26) logés dans les gorges (14) de deux aubes adjacentes, les barreaux (25) étant munis d'un téton (27) logé avec jeu dans un logement (28) de la gorge (14) d'une des aubes (4). 25
- 10/ Aubage mobile selon la revendication 7, caractérisé en ce que les organes de liaison (17, 18) sont constitués par des fils (17, 18) reliant plusieurs aubes adjacentes (4). 30
- 11/ Aubage mobile selon la revendication 10, caractérisé en ce que les fils (18) sont munis d'excroissances (19) venant frotter contre les parois des gorges (14). 35
- 12/ Aubage mobile selon l'une des revendications 7 à 11, caractérisé en ce que les gorges (14) sont munies d'une dent (16) à leur partie supérieure. 40

45

50

55

5

FIG.1

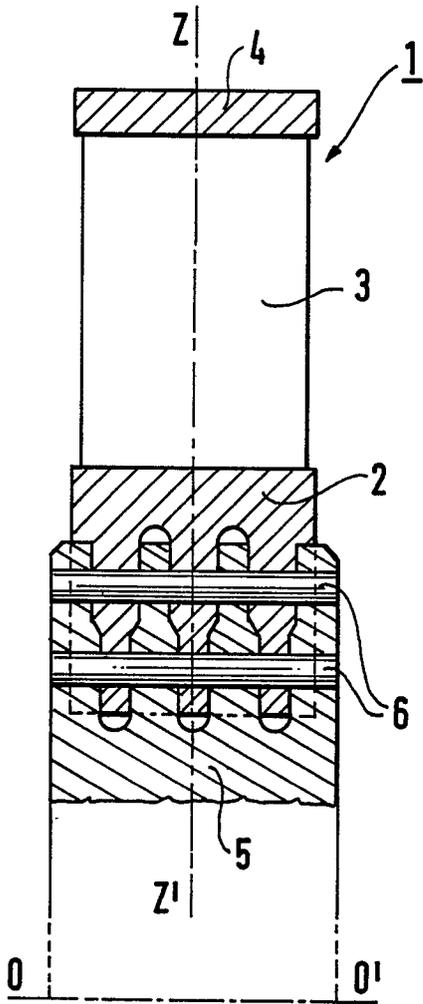


FIG.2

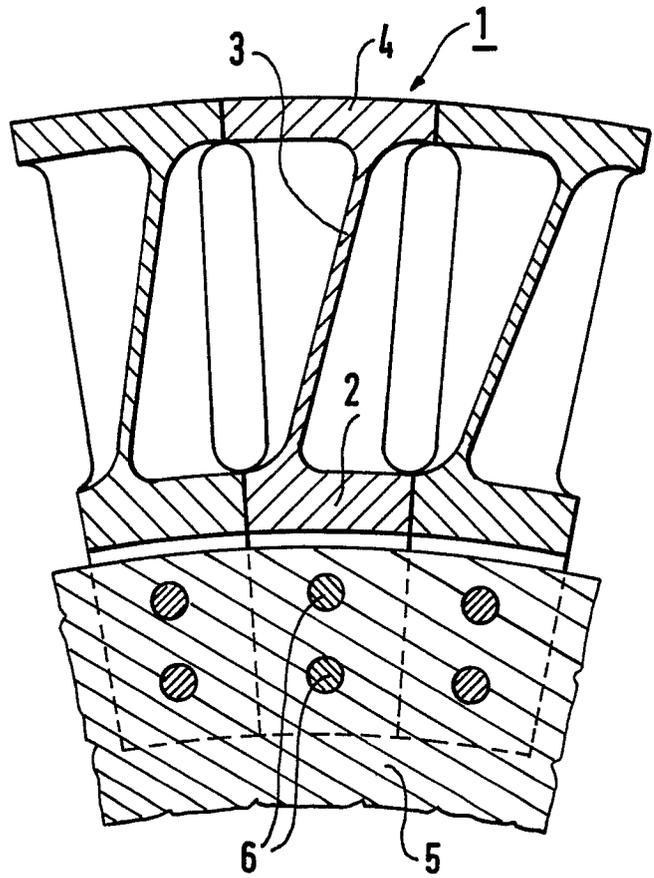


FIG.3

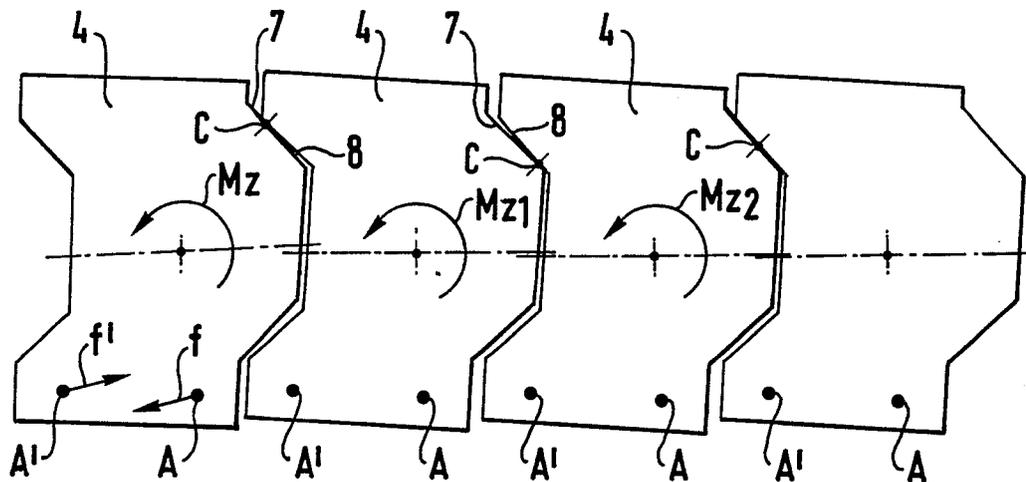


FIG. 4

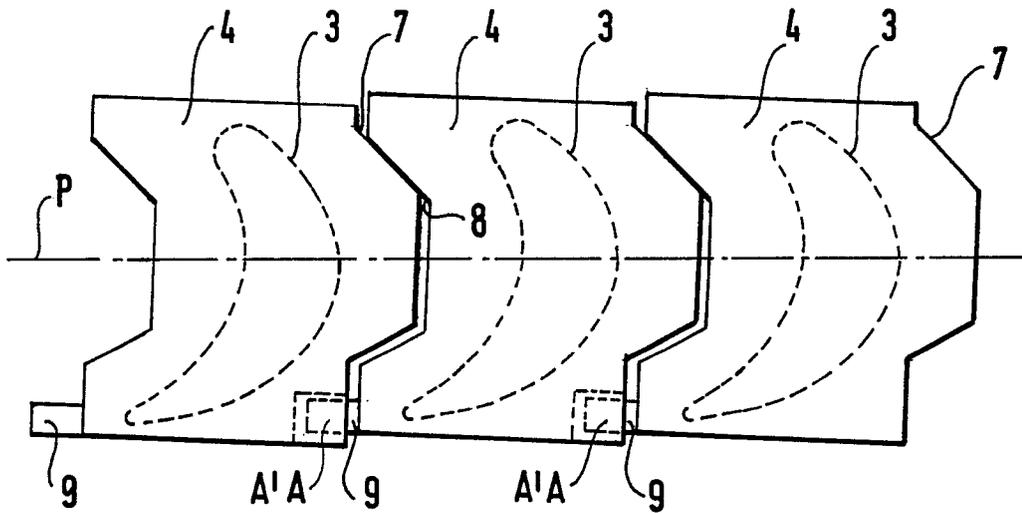


FIG. 5

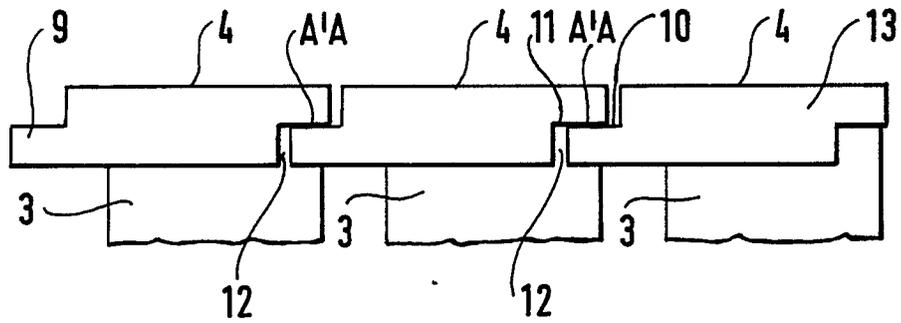


FIG. 6

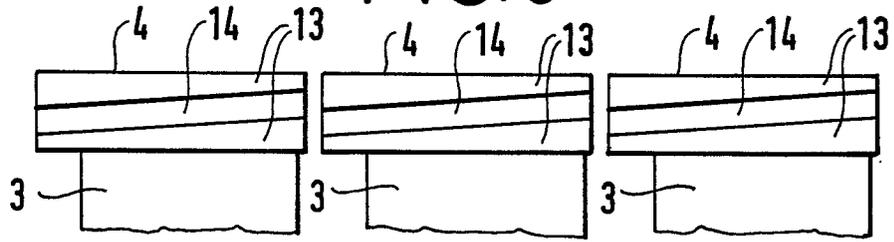


FIG. 7

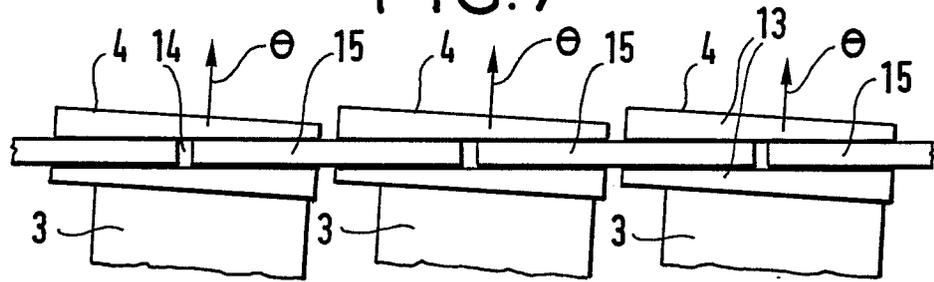


FIG. 8

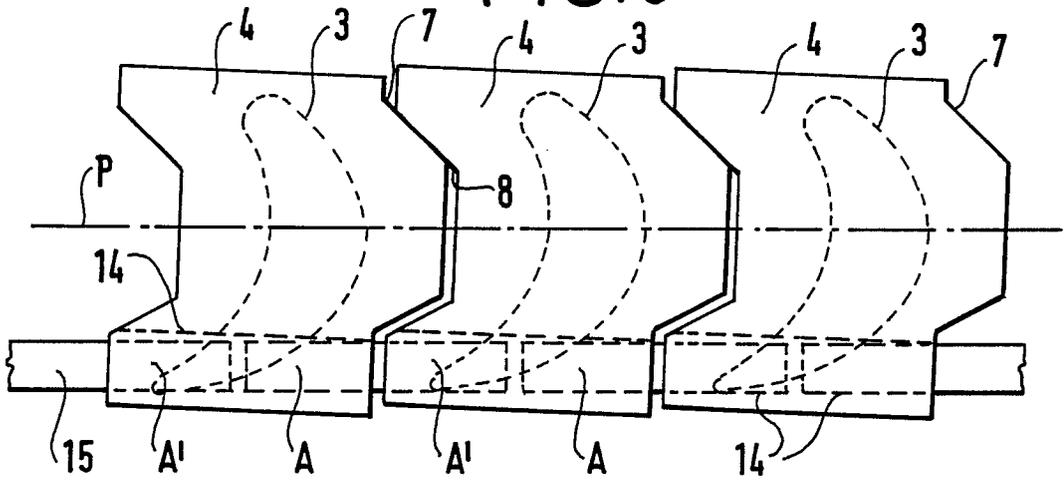


FIG. 9

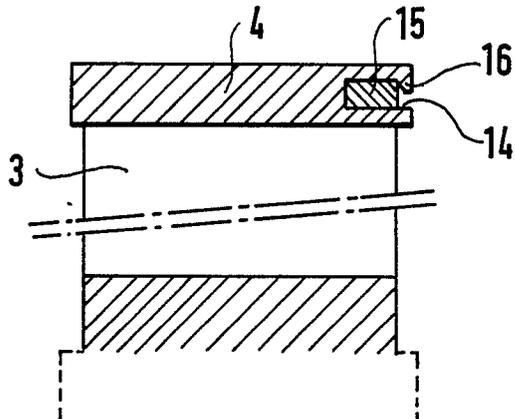


FIG.10

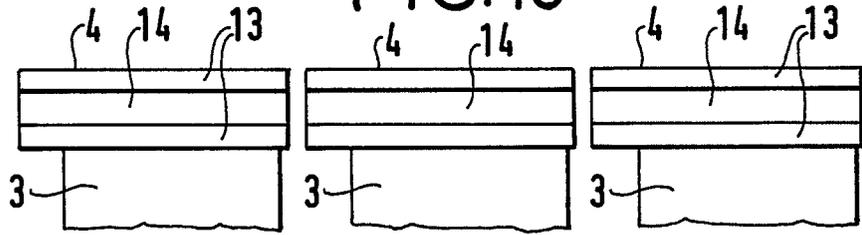


FIG.11

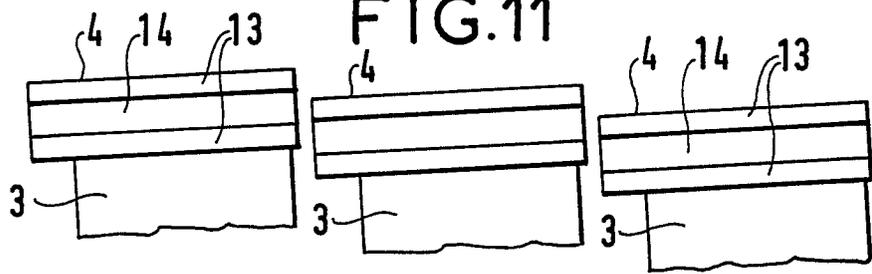


FIG.12

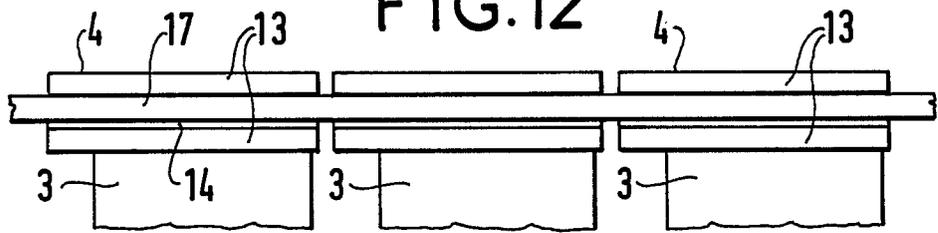


FIG.13

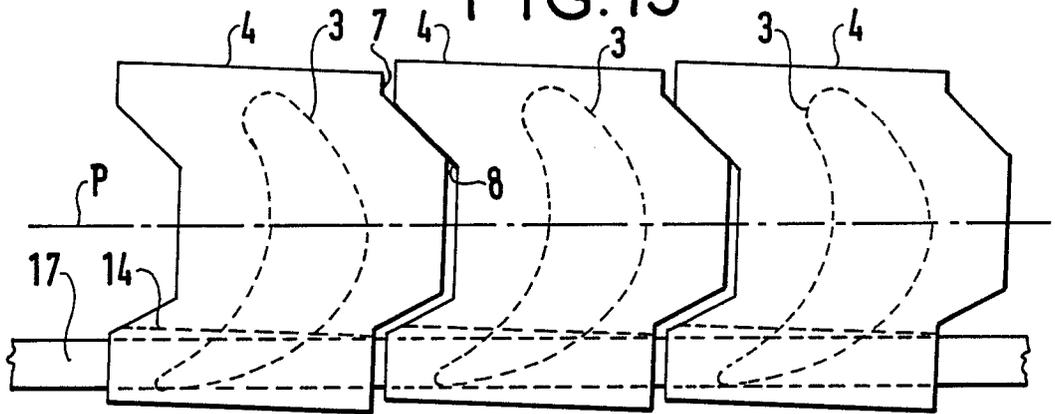


FIG.14

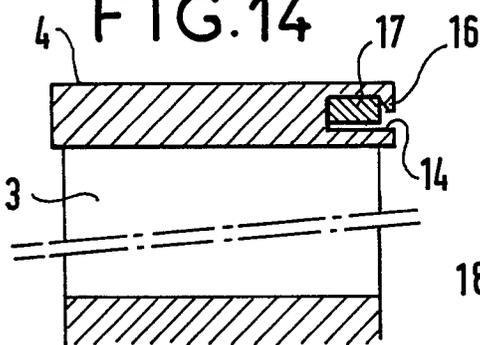


FIG.15

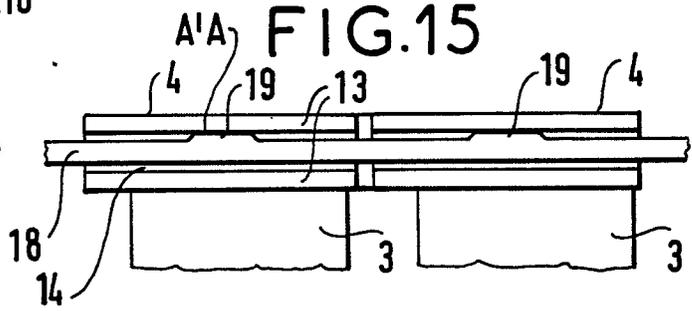


FIG. 16

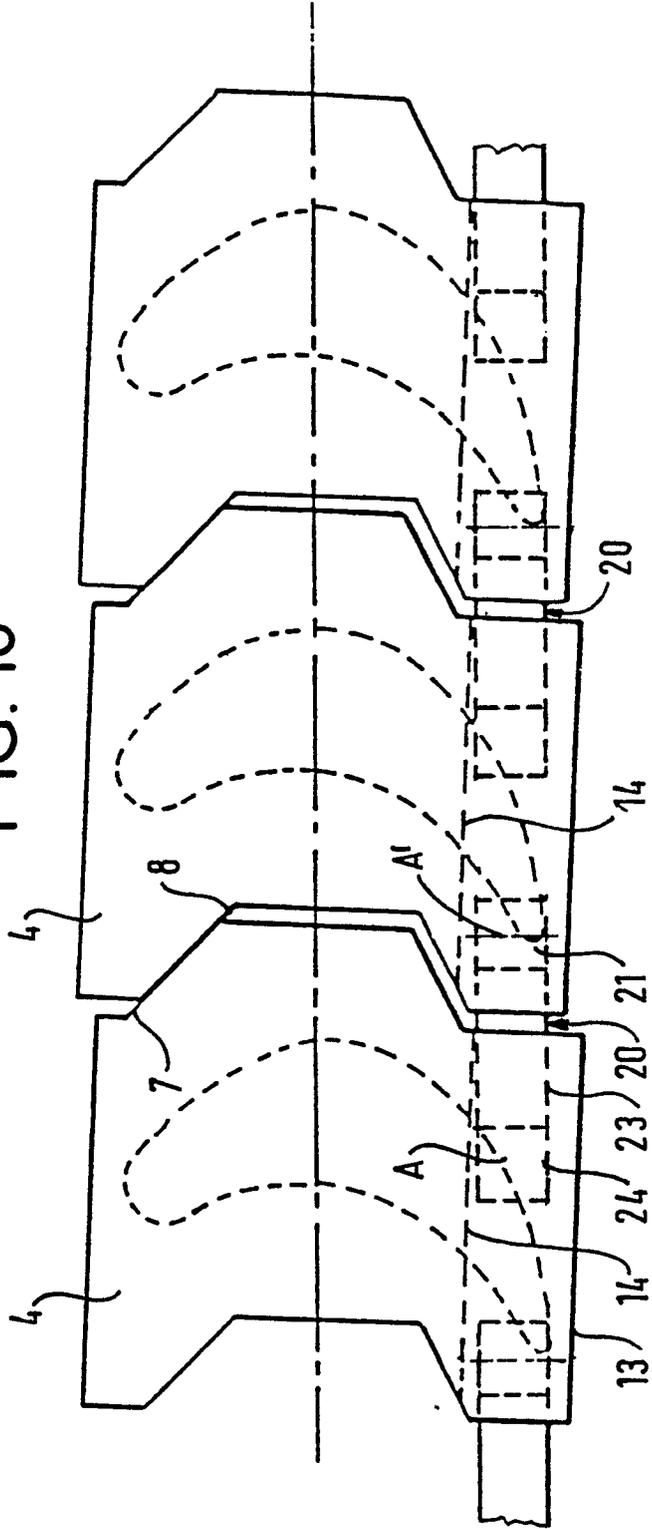


FIG. 17

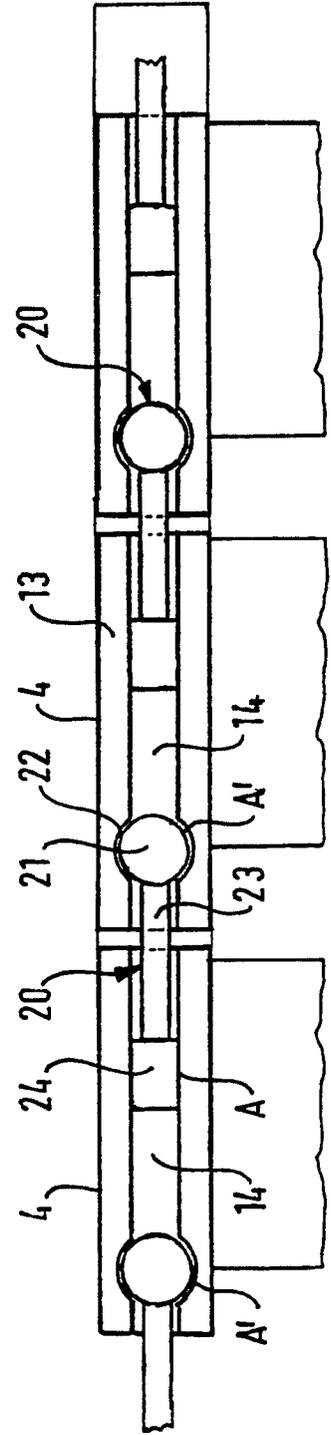


FIG.18

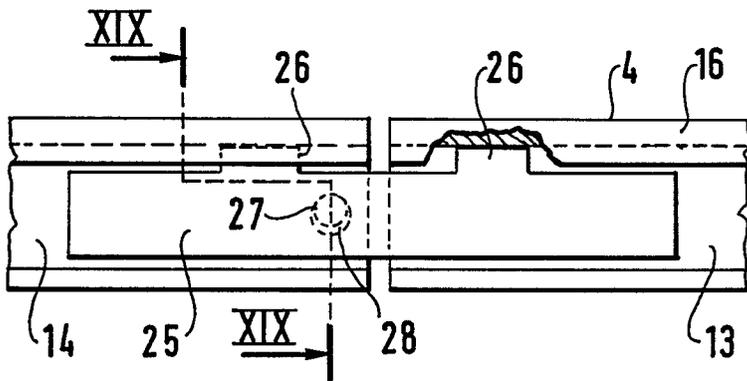


FIG.19

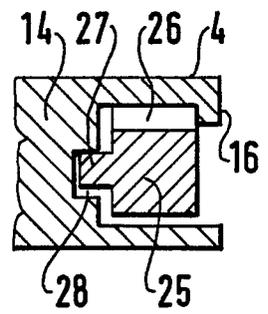


FIG. 20

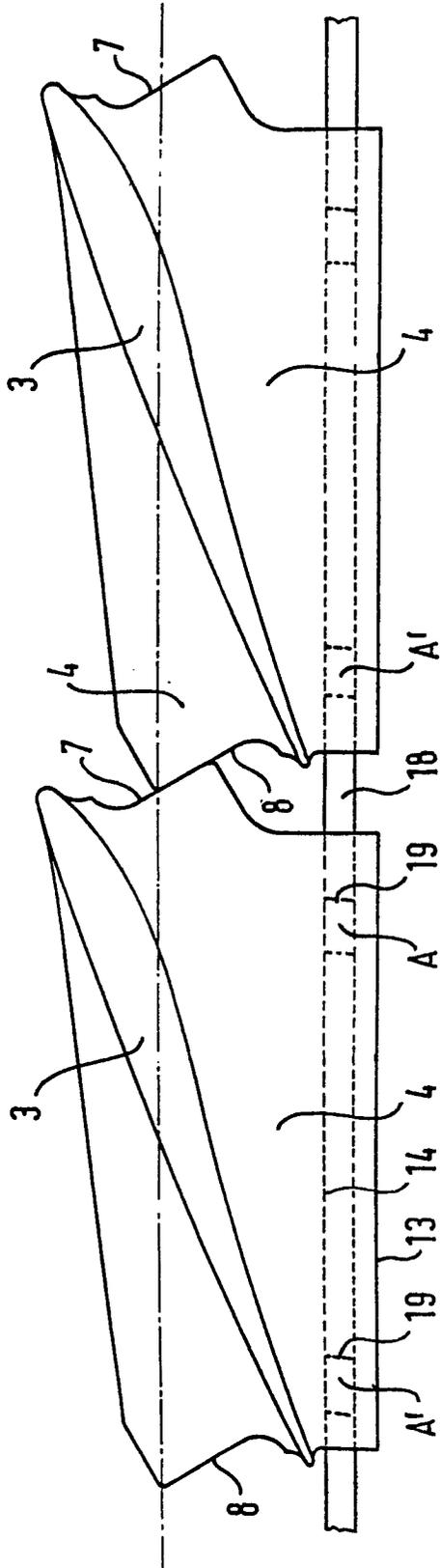
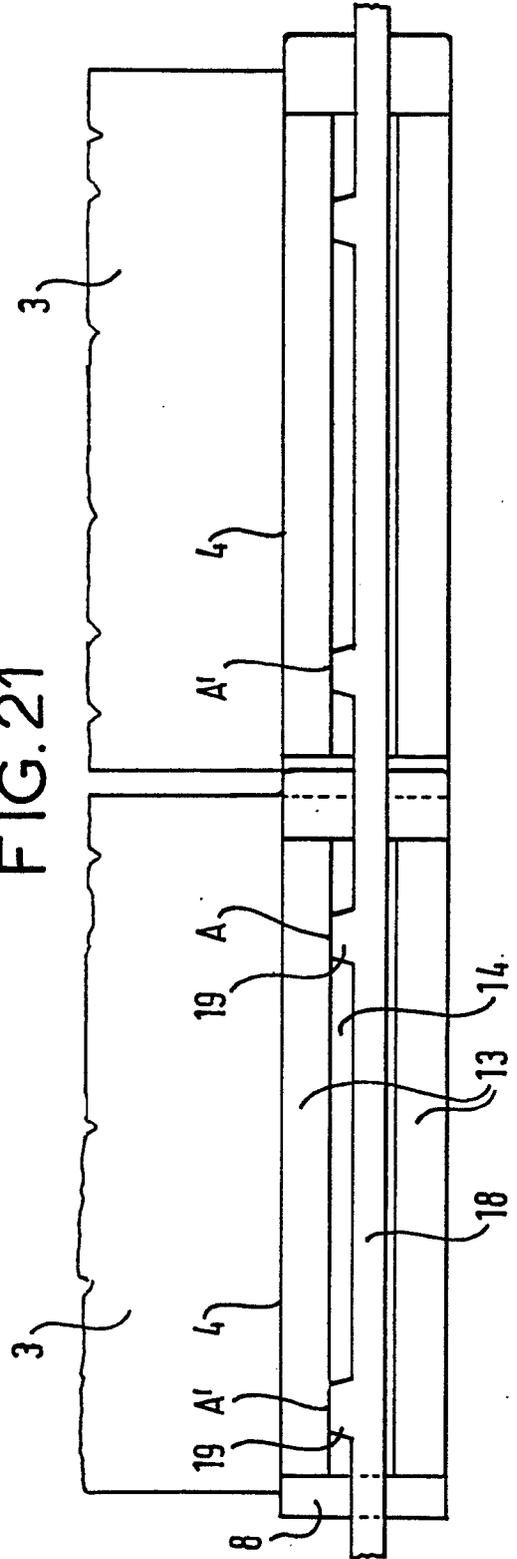


FIG. 21





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.4)
X	FR-A-1 519 898 (CREUSOT & RATEAU) * En entier * ---	1	F 01 D 5/22
X	FR-A-1 403 799 (CREUSOT & RATEAU) * En entier * ---	1,5,7	
A	FR-A-1 340 331 (CREUSOT & RATEAU) * En entier * ---	1	
A	FR-A-2 337 251 (G.E.T.T.) * En entier * ---	1,4	
A	US-A-2 772 854 (ANXIONNAZ) * En entier * ---	1,2	
A	US-A-1 544 318 (HODGKINSON) * En entier * ---	1,3,7, 10	
A	FR-A-1 382 057 (ELECTRO-MECANIQUE) ---	1,3,7, 10	
A	FR-A-2 432 134 (WRIGHT) ---		DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl.4)
A	FR-A-2 329 845 (G.E.T.T.) -----		F 01 D
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 20-06-1988	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	