

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

①1 N° de publication :
(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

2 733 791

②1 N° d'enregistrement national : **96 05503**

⑤1 Int Cl⁶ : F 01 D 5/30, 5/32

①2

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②2 Date de dépôt : 02.05.96.

③0 Priorité : 06.05.95 DE 19516694.

④3 Date de la mise à disposition du public de la demande : 08.11.96 Bulletin 96/45.

⑤6 Liste des documents cités dans le rapport de recherche préliminaire : *Ce dernier n'a pas été établi à la date de publication de la demande.*

⑥0 Références à d'autres documents nationaux apparentés :

⑦1 Demandeur(s) : MTU MOTOREN UND TURBINEN UNION MUNCHEN GMBH GESELLSCHAFT MIT BESCHRANKTER HAFTUNG — DE.

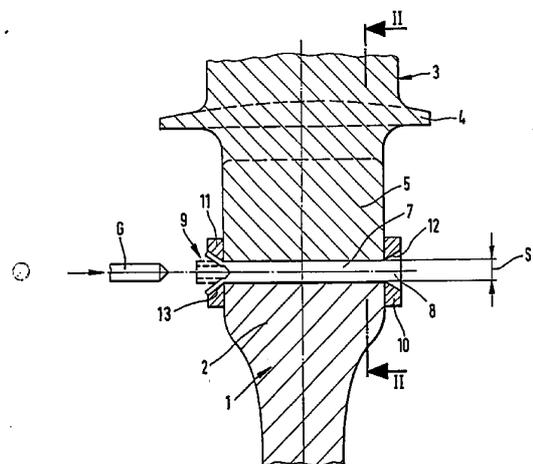
⑦2 Inventeur(s) : LUXENBURGER GERD.

⑦3 Titulaire(s) :

⑦4 Mandataire : BREVETS RODHAIN ET PORTE.

⑤4 DISPOSITIF DE FIXATION D'AUBES MOBILES, NOTAMMENT DANS UNE TURBINE D'UN ENSEMBLE DE PROPULSION A TURBINE A GAZ.

⑤7 Selon ce dispositif, les aubes mobiles 3 sont maintenues par l'intermédiaire de pieds d'aube 5 à profil du type denté, dans des rainures axiales de forme correspondante d'une couronne de roue 2, et sont liées par rivetage à la couronne de roue. Dans chaque rainure axiale, entre l'extrémité de pied d'une aube mobile 3 et le fond de rainure, est réalisé un interstice axial S. Dans l'interstice axial est disposé, dans la direction longitudinale de l'interstice, un rivet 7 qui comporte une tête de pose 8 et une tête fermante 9. La tête de pose ainsi que la tête fermante reçoivent chacune une plaque d'appui 10, 11, par l'intermédiaire desquelles le rivet, par formage de la tête fermante, est fixé sur les deux surfaces frontales de la couronne de roue et du pied d'aube considéré.



FR 2 733 791 - A1



L'invention se rapporte à un dispositif de fixation d'aubes mobiles sur la roue mobile, notamment d'une turbine d'un ensemble de propulsion à turbine à gaz, les aubes mobiles étant maintenues par l'intermédiaire de pieds d'aube à profil du type denté, dans des rainures axiales de forme correspondante d'une couronne de roue, et les aubes mobiles étant liées par rivetage à la couronne de roue.

Pour la fixation d'aubes mobiles à la couronne de roue d'un disque de roue, notamment dans la direction axiale, on a expérimenté des liaisons par rivetage, selon lesquelles une partie en forme de tige du rivet est guidée axialement dans une fente, entre le pied d'aube et la rainure de pied. Le cas expérimenté englobe l'utilisation de lamages, par exemple réalisés par fraisage, qui, dans le but de recevoir une tête de pose ou une tête fermante des rivets, sur le côté avant ou le côté arrière du disque, sont usinés en des points de la périphérie, en partie dans les pieds d'aube et en partie dans la couronne de roue. La réalisation des lamages, au moins au nombre de deux par liaison aube-disque, conduit à un processus de fabrication d'un coût important. Les moindres écarts en ce qui concerne les lamages, par rapport à des positions et des dimensions prédéterminées, conduisent à un risque de fabrication important, le cas échéant, à rendre impropre à l'utilisation le disque de roue très cher en soi.

Dans le cas d'une avarie d'aube ou de rivetage, l'aube et le rivet peuvent être repoussés axialement hors de la rainure de pied et de la fente, uniquement lorsqu'auparavant la tête fermante ou la tête de pose ont été éliminées de manière appropriée par

perçage. Une conséquence de tels enlèvements de matière sur les rivets, réside dans le risque relativement important d'une détérioration grave du pied d'aube, de la rainure de pied et de la couronne de roue, la
5 détérioration pouvant affecter chaque élément pour soi ou affecter en commun tous ces éléments. Dans le cas extrême, les détériorations conduisent à la perte complète du disque de roue.

10 Un autre inconvénient du cas expérimenté, réside dans le fait qu'en raison des lamages réalisés localement, il n'est pas possible de réaliser, au niveau des têtes, un appui parfait et précis du rivet. Cela est dû au fait qu'au niveau des liaisons disque-aube, en-
15 dehors des lamages, il existe également des tolérances de fabrication, ainsi qu'au fait qu'un lamage est formé sensiblement de deux demi-évidements, à savoir d'une partie de matériau prélevée du pied d'aube et d'une partie prélevée de la couronne de roue. Dans la liaison
20 par complémentarité de forme des têtes de rivet, il en résulte alors des positions de coincement et de rotation relative non voulues, des aubes avec leur pied dans les rainures axiales; aussi, il n'est pas possible de garantir une liaison disque-aube portant de manière
25 uniforme en surface, le long des dentures pied-rainure considérées et pouvant être sollicitée de manière uniforme. En outre, il faut s'attendre à une espérance de durée de vie réduite des aubes et du disque. Par ailleurs, il n'est pas possible d'exclure des
30 déformations des têtes de pose et des têtes fermantes des rivets, résultant de sollicitations par la force centrifuge et la température, ce qui entraîne des modifications d'orientation des aubes avec pour conséquence des états de balourd modifiés sur le disque
35 ou le rotor.

En outre, il faut s'attendre, dans le cas expérimenté et précédemment décrit, à des phénomènes de fatigue du matériau relativement prématurée au niveau des liaisons par rivet, notamment au niveau des têtes, la raison en étant les moitiés des lamages mobiles relativement l'une par rapport à l'autre et entraînant des forces de cisaillement, qui peuvent, par exemple, résulter de sollicitations de traction au niveau des pieds d'aube.

10

Le but de l'invention consiste à fournir une fixation côté pied, des aubes à la couronne de roue, par rivetage, qui, tout en garantissant une sécurité de fonctionnement élevée, soit d'une conception permettant un montage et un entretien aisés, et qui ne nécessite pas de modifications mécaniques de pièce notables, sur les aubes et la couronne de roue.

Conformément à l'invention, ce but est atteint grâce au fait que

- dans chaque rainure axiale, entre l'extrémité de pied d'une aube mobile et le fond de rainure, est réalisé un interstice axial,
- dans l'interstice axial est disposé, dans la direction longitudinale de l'interstice, un rivet qui présente une tête de pose et une tête fermante,
- et la tête de pose ainsi que la tête fermante reçoivent chacune une plaque d'appui, par l'intermédiaire desquelles le rivet, par formage de la tête fermante, est fixé sur les deux surfaces frontales de la couronne de roue et du pied d'aube considéré.

Conformément à l'invention, les plaques d'appui présentent les lamages destinés à recevoir la tête de pose et la tête fermante d'un rivet. Les plaques d'appui réalisent avec leurs lamages, des surfaces de

portée de forme conique complètement fermées en soi dans le sens périphérique, et destinées aux surfaces périphériques de forme conique adaptée, de la tête de pose et de la tête fermante. Les appuis de surface
5 parfaitement définis au niveau des têtes, conduisent à une liaison par rivetage précise.

Des opérations de lamage très risquées sur les pieds d'aube et des tronçons du disque ou sur la
10 couronne de roue, ne sont plus nécessaires. Dans le cas d'un lamage éventuellement défectueux ou d'une détérioration, les plaques d'appui constituent des pièces à jeter économiques, pouvant être aisément remplacées.

15 Il est possible, pratiquement sans risque pour le disque de roue et l'aube mobile considérée (pied), de réaliser un démontage par perçage de la tête de pose ou de la tête fermante. Un rivet endommagé, peut être
20 retiré axialement, par exemple par l'intermédiaire de la plaque d'appui au niveau de la tête de pose, hors de l'interstice axial entre l'extrémité de pied et le fond de rainure, après avoir auparavant percé de manière appropriée la tête fermante cylindrique creuse, et en
25 ayant retiré la plaque d'appui correspondante.

L'invention peut également parfaitement être mise en oeuvre dans le cas de rainures axiales s'étendant de manière régulièrement inclinée par rapport
30 à l'axe de roue. Aussi, dans le cas où les rainures axiales pour les pieds d'aube sont agencées dans le disque de roue ou la couronne de roue, selon des positions inclinées régulièrement en continu par rapport à l'axe de roue ou de rotor, les plaques d'appui
35 présentent frontalement et sur le côté arrière de la couronne de roue, des renflements de paroi sur lesquels

sont agencés, dans une position centrée adaptée à la position inclinée des rainures axiales et des pieds d'aube, des lamages ou des trous fraisés, en commun avec des tronçons d'appui des plaques d'appui, s'engageant dans l'interstice axial. Ainsi, grâce à des renflements de matériau sur les plaques d'appui, formés d'un seul côté en direction périphérique, et grâce à des tronçons d'appui des plaques d'appui, s'engageant à partir des têtes dans l'interstice axial, les lamages ou les trous fraisés nécessaires peuvent être réalisés de manière adaptée à la position inclinée évoquée.

La sécurité de fonctionnement du dispositif est optimisée davantage encore, lorsque le rivet est, en supplément, guidé de manière forcée et maintenu centré ou en appui à l'intérieur de l'interstice axial entre l'extrémité du pied et le fond de rainure, le contour prédéterminé du disque et de la rainure ne devant en priorité, pas être modifié, ni être sollicité de manière néfaste sur le plan des contraintes. A cet effet, il est prévu selon l'invention, que le rivet s'engage dans un creux s'étendant en direction longitudinale, dans l'extrémité du pied d'aube considéré. En section transversale, le creux peut présenter une configuration de forme sensiblement triangulaire ou semi-circulaire, et être adapté au contour cylindrique de la tige du rivet.

Selon d'autres variantes de l'invention, la tête fermante présente un tronçon cylindrique creux s'engageant à l'intérieur de l'interstice axial, et la plaque d'appui au niveau de la tête fermante, s'engage à l'intérieur de l'interstice axial, avec des nervures disposées de part et d'autre du tronçon cylindrique creux, ou bien la plaque d'appui reçue par la tête de pose présente deux nervures de guidage axiales, qui

s'engagent à l'intérieur dans l'interstice axial, et forment des surfaces d'appui pour le pied d'aube considéré, ainsi que des surfaces de centrage rectilignes ou arrondies, par rapport au rivet. Ces
5 variantes réalisent un maintien et un appui centrés des rivets (partie en forme de tige) sensiblement "découplé" par rapport au pied d'aube. Dans ce cas, les nervures de guidage s'étendant de part et d'autre d'un rivet peuvent
10 présenter un contour extérieur d'une configuration sensiblement adaptée aux parties de l'interstice axial, qui restent libres latéralement au rivet.

Des tolérances de réalisation des pieds d'aube et de la couronne de roue, peuvent avantageusement être
15 compensées par une déformation par basculement de la plaque d'appui reçue par la tête fermante.

Selon une caractéristique tout à fait générale de l'invention, les plaques d'appui présentent des trous
20 fraisés de forme conique ou des lamages adaptés au contour conique de la tête de pose d'une part, et respectivement au contour conique totalement formé de la tête fermante d'autre part.

25 Selon une configuration de l'invention, la plaque d'appui reçue par la tête de pose s'engage à l'intérieur de l'interstice axial par deux nervures de guidage axiales, entre lesquelles le rivet est guidé dans la direction longitudinale, et qui sont déformées
30 de manière coudée par rapport à l'axe de rivetage de manière à former dans l'interstice axial un appui de surface en précontrainte radiale, sur le pied d'aube. Conformément à une caractéristique de l'invention, le rivet est guidé à l'intérieur de l'interstice axial, au
35 moins partiellement le long d'un insert, de façon à ce qu'il soit déformé par le rivetage, de manière excentrée

par rapport au fond de rainure, en direction de l'extrémité du pied d'aube. L'insert peut être formé par une douille dont l'épaisseur augmente de manière excentrée par rapport au rivet. L'insert présente une

5 section transversale sensiblement du type en demi-anneau, ou bien en forme de faucille. Par ailleurs, l'insert, sur sa périphérie extérieure, présente une configuration sensiblement adaptée au contour

10 radialement intérieur de la rainure axiale considérée, au niveau de l'interstice axial. Selon une autre caractéristique de l'invention, le rivet est guidé dans un évidement de l'insert, évidement qui est ouvert en regard de l'extrémité du pied d'aube. Par ailleurs, l'insert peut être relié à la plaque d'appui de la tête

15 de pose. En outre, les plaques d'appui peuvent s'engager, par des tronçons d'appui destinés à l'extrémité de pied d'aube considérée, dans l'interstice axial, les tronçons d'appui respectifs étant disposés à distance du fond de rainure. Selon un autre mode de

20 réalisation conforme à l'invention, au moins un tronçon d'appui est déformé par rapport à l'axe de rivet de manière à réaliser dans l'interstice axial, une force de précontrainte radiale sur le pied d'aube. Par ailleurs, le creux évoqué est réalisé à une partie d'extrémité du

25 pied d'aube réduisant la hauteur relative de l'interstice axial par rapport au fond de rainure, de façon telle, que le rivet, suite au rivetage, soit déformé et serré de manière excentrée entre le creux et le fond de rainure. il est ainsi possible, grâce à

30 l'invention, d'une manière relativement simple, d'obtenir par la liaison rivetée considérée, non seulement une fixation axiale, mais également une fixation radiale optimale quant au fonctionnement, des aubes mobiles, par l'intermédiaire de leur pied, dans

35 les rainures axiales. Les aubes sont donc ancrées par leur pied, dans les rainures axiales, en étant

précontraintes radialement, de sorte que le jeu de montage résultant des tolérances de fabrication, entre des surfaces d'appui relatives réciproques de dents de pied, et des surfaces conjuguées des rainures axiales, est pratiquement déjà réduit à zéro dans l'état de repos du disque de roue. En conséquence, les aubes mobiles restent dans leur position de montage initiale, également durant le fonctionnement (vitesses de rotation, force centrifuge). Cela est particulièrement avantageux dans l'optique d'un serrage des aubes mobiles, par un anneau de recouvrement radialement extérieur, ainsi que dans l'optique de l'équilibrage souhaité du disque de roue ou du rotor muni des aubes et comprenant un serrage par anneau de recouvrement. Dans le cadre du jeu de montage évoqué, le serrage par des anneaux de recouvrement entraîne normalement des positions d'aube irrégulières, et en conséquence des balourds de disque ou de rotor, qui le plus souvent ne peuvent être maîtrisés, malgré des opérations d'équilibrage répétées.

Selon une autre caractéristique de l'invention, l'une au moins des deux plaques d'appui forme une étanchéité secondaire faisant saillie de l'interstice axial dans la direction radiale et transversale, au niveau d'une rainure axiale.

Par ailleurs, conformément à l'invention, des tronçons d'appui des plaques d'appui, s'engageant frontalement ou par l'arrière dans l'interstice axial considéré, présentent une configuration adaptée au contour de pied et de rainure existant localement en ces endroits, en vue de garantir l'appui réciproque de surface des pièces, fiable en fonctionnement, tel que souhaité. La sécurité de fonctionnement du dispositif de fixation peut être augmentée lorsque les tronçons

d'appui sont équipés en supplément, de creux, de rainures longitudinales ou d'évidements pour le rivet. Ainsi, selon une configuration avantageuse de l'invention, les tronçons d'appui présentent chacun un creux respectif ouvert dans la direction longitudinale en regard de l'extrémité du pied d'aube ou en regard du fond de rainure dans l'interstice axial, creux sur ou dans lequel est guidé de manière centrée, le rivet.

10 Finalement, il est prévu, qu'essentiellement le tronçon d'appui d'au moins une plaque d'appui, s'engageant dans l'interstice axial, présente un trou fraisé adapté au contour conique de la tête de pose ou de la tête fermante ayant été formée, ou bien présente
15 un lamage adapté de manière correspondante.

Dans la suite, l'invention va être explicitée plus en détail, à titre d'exemple, au regard des dessins annexés, qui montrent:

20 Fig. 1 le dispositif de fixation dans ou au niveau de l'interstice axial entre une extrémité de pied d'aube et le fond de rainure d'une rainure axiale dans la couronne de roue d'un disque de roue, selon une représentation partielle en vue de côté et en coupe axiale, incluant selon
25 une représentation en coupe axiale, un tronçon de disque de roue interrompu radialement à l'intérieur, et radialement à l'extérieur du
30 côté des aubes,

- Fig. 2 le dispositif de fixation selon la figure 1 comprenant un rivet à l'intérieur de l'interstice axial, selon une coupe partielle périphérique, conformément à la ligne II-II de la figure 1, la figure 2 présentant une réduction par rapport à la figure 1, de l'étendue radiale globale du pied d'aube,
- Fig. 3 une variante du dispositif de fixation comprenant un creux pour le rivet, qui s'étend la direction longitudinale sur le pied d'aube, selon une représentation correspondant à celle de la figure 2, des tronçons locaux d'aube et du disque de la figure 2 ayant été omis,
- Fig. 4 un mode de réalisation du dispositif de fixation, différent de ceux des figures 1 à 3, dans ou au niveau de l'interstice axial, selon une représentation partielle en vue de côté et en coupe axiale, englobant des nervures de guidage des plaques d'appui dans l'interstice axial, la figure constituant une représentation en coupe axiale d'un ensemble disque-aube, plus réduite par rapport à la figure 1, radialement vers l'extérieur du côté des aubes et radialement vers l'intérieur du côté du disque, la figure 4 indiquant en outre, un mode de réalisation à nervure serrée par rapport à l'extrémité du pied d'aube, dans l'interstice axial (contour indiqué en pointillés),

- Fig. 5 le dispositif de fixation selon la figure 4, dans ou au niveau de l'interstice axial, représenté sensiblement en vue de dessus, à savoir entre des tronçons de disque enserrant l'interstice axial, interrompus dans la direction périphérique, et représentés ici en coupe dans la direction longitudinale du disque,
- 5
- 10 Fig. 6 une représentation en coupe du dispositif de fixation dans l'interstice axial, selon la ligne de coupe VI-VI de la figure 5, la représentation englobant un tronçon de pied et de disque représenté de manière localement interrompue, l'échelle étant agrandie par rapport à la figure 5,
- 15
- Fig. 7 une représentation en coupe correspondant à celle de la figure 6, la fixation étant toutefois différente de celle des figures 4 à 6 par le fait que les nervures de guidage ensèrent le rivet au moins sur une partie de sa périphérie, en le centrant,
- 20
- 25 Fig. 8 un mode de réalisation du dispositif de fixation, différent de ceux des figures 1 à 7, selon une représentation partielle en coupe axiale, et mettant en oeuvre des moyens de guidage sur les plaques d'appui, qui s'engagent exclusivement des deux côtés dans l'interstice axial et entourent complètement le rivet,
- 30
- Fig. 9 une représentation en coupe selon la ligne IX-IX de la figure 8,
- 35

- Fig. 10 un mode de réalisation du dispositif de fixation, différent de ceux des figures 1 à 9, selon une représentation en coupe axiale longitudinale centrale, y compris la représentation de principe, en coupe axiale, d'un tronçon d'aube et de disque correspondant à ceux des figures 4 ou 8, un insert étant agencé dans l'interstice axial, et réalisant un coincement et un serrage radial du rivet par rapport à l'extrémité de pied,
- Fig. 11 une représentation en coupe selon la ligne XI-XI de la figure 10,
- Fig. 12 une vue de dessus axialement élargie, du dispositif de fixation selon les figures 10 et 11, avec indication schématique d'une position inclinée par rapport à l'axe de roue, en ce qui concerne la rainure axiale et ainsi également l'interstice axial pour le dispositif de fixation,
- Fig. 13 la configuration représentée de manière schématique, d'une plaque d'appui et de son tronçon d'appui, vue selon la direction d'observation X de la figure 12,
- Fig. 14, 15 et 16 d'autres variantes de tronçons d'appui, ici par exemple au niveau d'une plaque d'appui située du côté de la tête de pose, et selon une représentation en coupe conforme à la figure 9,

- Fig. 17 un tronçon d'aube et de disque en coupe axiale, présentant une variante de mode de construction des plaques d'appui et des tronçons d'appui montrés sur la figure 8, de manière telle que, par exemple, la tête de pose se trouve entièrement à l'intérieur de l'interstice axial, en tenant compte d'une configuration d'extrémité partiellement oblique (pied) et partiellement arrondie en douceur (rainure) de l'interstice axial,
- 5
- 10
- Fig. 18 un tronçon d'aube et de disque, côté pied, selon la coupe B-B de la figure 16, indiquant la situation de montage d'un tronçon d'appui axialement relativement long, par exemple associé à la plaque d'appui côté tête de pose, et indiquant en variante une réalisation à serrage radial par rapport à l'extrémité du pied d'aube, en coudant à l'avance le tronçon d'appui (contour R dans la même optique que la figure 4), et
- 15
- 20
- Fig. 19 une autre variante destinée à la fixation axiale et radiale par la surface de pied d'une aube mobile dans une rainure de pied, concrétisée dans le cadre de la représentation en coupe axiale d'un tronçon d'aube et de disque, le rivet étant déformé le long d'un évidement ou d'un creux d'une partie de pied faisant saillie radialement, et l'ensemble comprenant également des tronçons d'appui s'engageant dans l'interstice axial et d'une configuration correspondant sensiblement à celle de la figure 16.
- 25
- 30
- 35

Conformément aux figures 1 et 2, on part du principe qu'un disque de roue de turbine 1 destiné à un ensemble de propulsion à turbine à gaz, présente plusieurs aubes mobiles 3 disposées de manière répartie selon des intervalles réguliers, le long de la périphérie de la couronne de roue 2. Par exemple sous des plaques de pied 4, les aubes mobiles 3 comportent des pieds d'aube 5 à plusieurs dents, par l'intermédiaire desquels les aubes mobiles 3 sont ancrées dans la couronne de roue 2, sur des surfaces conjuguées de forme dentée correspondante, de rainures de pied axiales 6 (figure 2). Avec leurs pieds d'aube 5, les aubes mobiles 3 sont conçues et disposées dans les rainures de pied axiales 6, de manière à conserver un interstice axial S entre l'extrémité de pied radialement intérieure et le fond de la rainure axiale 6. A l'intérieur de l'interstice axial S, s'étend la tige ou la partie en forme de barre d'un rivet 7, notamment d'un rivet dit à noyer. Pour la fixation ici essentiellement axiale des aubes à la couronne de roue 2 du disque de roue 1, le rivet comporte une tête de pose 8 de forme conique et une tête fermante 9 présentant ici, par exemple, une forme cylindrique creuse, et dont la position déformée de manière conique par rivetage est représentée en trait continu. Pour la mise en oeuvre du principe de base de l'invention, il est essentiel que la tête de pose et la tête fermante 8 et respectivement 9, reçoivent chacune une plaque d'appui 10 et respectivement 11; ces dernières englobent chacune, relativement à un perçage pour le rivet, un lamage respectif 12 et 13, de forme conique, ou des trous fraisés, dont la configuration est sensiblement adaptée au contour conique de la tête de pose 8 et au contour fini envisagé pour la tête fermante 9. Le montage ou le démontage du blocage par rivetage peuvent s'effectuer, l'aube mobile 3 montée sur la couronne de roue 2, le

montage pouvant, par exemple, s'effectuer de la manière suivante: tout d'abord on enfile la première plaque d'appui 10 sur le rivet, en direction de la tête de pose 8, ensuite, le rivet 7 est emmanché de la droite vers la gauche, dans une position étendue, non encore déformé, au travers de l'interstice axial S, de façon à ce que la première plaque d'appui 10 repose axialement sur des surfaces frontales du pied d'aube 5 et de la couronne de roue 2. Après la mise en place de l'autre plaque d'appui 11 sur l'extrémité de douille résiduelle du rivet 7, faisant saillie hors de l'interstice axial S et non encore déformée (contour en pointillés), on effectué le rivetage à l'aide d'un outil de formage G approprié, par exemple à la main, ce qui conduit à une déformation sous forme de tête noyée au niveau de l'autre plaque d'appui 11. Ainsi, le rivet 7 est fixé par l'intermédiaire des plaques d'appui 10 et 11, de manière à être immobile par rapport aux surfaces frontales du pied d'aube 5 et de la couronne de roue 2, axialement voisines des plaques.

Pour le démontage de la liaison ou du blocage par rivet, la tête fermante 8 et l'autre plaque d'appui 11 peuvent être éliminées par usinage mécanique jusqu'à ce que le rivet, avec la première plaque d'appui 10 au niveau de la tête de pose 8 puisse être retiré, par la droite sur la figure 1, hors de l'interstice axial S. Dans le cas d'un rivetage à froid, par exemple effectué à la main, il peut se produire un certain refoulement du rivet, qui a un effet favorable sur l'assise fixe dans la direction axiale et radiale, de la liaison rivetée et de la liaison aube-disque.

A la place du formage à froid, à la main, qui a été décrit, l'invention peut toutefois également être

réalisée par un rivetage à la machine à entraînement hydraulique, pneumatique ou électrique.

Comme le laissent entrevoir les figures 2 et 3, la première plaque d'appui 10 peut être de forme circulaire, tandis que l'autre plaque d'appui 11 peut être d'une configuration carrée ou sensiblement rectangulaire (contours indiqués en pointillés); les deux plaques d'appui 10 et 11 peuvent également être de configuration carrée ou rectangulaire; grâce à la plaque d'appui 11 relativement plus grande en ce qui concerne sa surface, il est possible de réaliser de grandes surfaces de portée axiales sur des surfaces conjuguées correspondantes du pied d'aube 5 et de la couronne de roue 2, en combinaison avec une étanchéité secondaire de surface localement importante, au niveau de l'interstice axial S et de la rainure axiale 6.

De manière différente par rapport aux figures 1 et 2, le rivet 7 s'engage dans le cas de la figure 3, dans un creux 14 s'étendant dans la direction longitudinale dans l'extrémité du pied d'aube; dans le cas de la figure 3, la hauteur d'encombrement de l'interstice axial S est représentée d'une manière légèrement réduite par rapport à celle de la figure 2. Le creux 14 peut présenter une forme triangulaire, mais il peut également, conformément à la figure 3, présenter un contour arrondi adapté à la périphérie cylindrique de la tige du rivet 7. Le creux 14 permet d'obtenir un guidage centré, exact, du rivet 7 dans l'interstice axial.

Conformément aux figures 4 à 7, il est possible d'obtenir en soi un guidage et un appui centrés du rivet 7 à l'intérieur de l'interstice axial S, par le fait que la plaque d'appui 10 recevant la tête de pose

8, présente des nervures de guidage 15, qui s'engagent axialement et longitudinalement dans l'interstice axial S et s'étendent de part et d'autre le long de la plus grande partie de la longueur de la tige du rivet 7; cet agencement peut être combiné à des nervures de guidage 16 d'une étendue axiale plus réduite et réalisées sur la plaque d'appui 11 reçue par la tête fermante 9 (figures 4 et 5).

10 La tête fermante 9 comprend ici un tronçon cylindrique creux se terminant en pointe vers l'intérieur (contour en pointillés sur la figure 5), qui s'étend à l'intérieur d'une partie en forme de tige du rivet 7, à l'intérieur de l'interstice axial S. Il est également possible de prévoir pour soi, un agencement ne comprenant exclusivement que les nervures de guidage 16 axialement plus courtes sur la plaque d'appui 11, côté tête fermante, ou comprenant exclusivement les nervures de guidage d'une longueur axiale plus importante, sur la plaque d'appui 11 du côté tête fermante, ces versions n'étant toutefois pas représentées. Notamment les nervures de guidage 15 sont d'une configuration adaptée au contour résiduel prédéterminé, par rapport au rivet 7, dans l'interstice axial S, ces nervures reposant par des surfaces d'extrémité planes sur l'extrémité de pied et sur le rivet 7, et étant maintenues, par l'intermédiaire de surfaces extérieures arrondies, latéralement et par rapport au fond de rainure, à faible distance de celui-ci, dans l'interstice axial S (figure 6). Par analogie, il en est de même en ce qui concerne les nervures de guidage 16 axialement plus courtes, se trouvant sur la plaque d'appui 11, côté tête fermante, et qui peuvent toutefois, notamment comme le laisse entrevoir la figure 5, être plus effilées que les longues nervures de guidage 15. En variante aux figures 4 à 6, les nervures de guidage 15 relativement longues

peuvent, par exemple, conformément à la figure 7, présenter des surfaces d'appui et de centrage 17 arrondies de manière adaptée à la périphérie extérieure du rivet 7.

5

Selon le mode de réalisation de principe conforme au figures 4, 5 et 6, il est avantageusement possible de réaliser le dispositif de fixation de manière telle, que par l'intermédiaire des nervures de guidage 15 relativement longues, il s'exerce, dans l'état de montage fixe, une force d'appui radiale P à l'extrémité locale du pied d'aube. Les nervures de guidage 15 sont mises en forme déjà avant le montage dans l'interstice axial S, en étant coudées par rapport à l'axe de rivetage (contour R), de manière à ce qu'elles réalisent un appui de surface en précontrainte radiale pour le pied d'aube, dans l'interstice axial S. Il en résulte une assise pratiquement sans jeu des aubes 3, à savoir des pieds d'aubes 5 dans les rainures axiales 6, même à l'état de repos, et lors d'opérations d'équilibrage.

Conformément aux figures 8 et 9, les deux plaques d'appui 10, 11 présentent chacune un tronçon d'appui respectif 18, 19, dont l'un 18 s'engage axialement du côté frontal, et l'autre 19 par l'arrière dans l'interstice axial S. En vue de recevoir des tronçons axialement extérieur de la partie en forme de tige du rivet 7, les tronçons d'appui 18, 19 sont percés axialement, les perçages se raccordant aux lamages coniques correspondants 12, 13. Comme le laisse notamment entrevoir la figure 9, chaque tronçon d'appui, ici par exemple 18, présente une configuration en direction périphérique, adaptée au contour du pied et de la rainure existant localement dans l'interstice axial S. Après rivetage, le rivet 7 est ainsi inséré par

adhérence et par complémentarité de forme dans l'interstice axial S, par l'intermédiaire des tronçons d'appui 18, 19.

5 Dans l'exemple de réalisation selon les figures 10 à 13, dans la même optique que le contour de nervure R mis en forme à l'avance dans le cas des figures 4, 5 et 6 et mentionné en tant que mesure alternative (compression radiale du pied), la partie en
10 forme de tige du rivet 7 doit s'appuyer à l'extrémité locale du pied d'aube 5 en étant déformée de manière excentrée par rapport à sa position normale initiale (figure 11, en pointillés, dans le bas). A cet effet, dans l'interstice axial S peut être disposé un insert
15 20, qui présente un évidement axial 21 (figure 12), dans lesquels est guidé un tronçon en forme de tige du rivet 7, le long d'une partie de sa périphérie; une section de fond de l'évidement 21 est réalisée de manière axialement raccourcie relativement aux deux extrémités
20 de l'insert 20 (voir notamment la figure 12). L'évidement 21 réalise ainsi, après rivetage, le long de son fond arrondi, et relativement au fond de la rainure axiale 6 dans l'interstice axial S, la déformation excentrée du rivet 7, montrée sur les figures 10 et 11.
25 De manière similaire à l'agencement selon les figures 8 et 9, l'agencement selon les figures 10 à 13 prévoit des tronçons d'appui 18, 19 des deux plaques d'appui 10, 11, qui s'engagent axialement de l'extérieur, dans l'interstice axial S; les tronçons d'appui, par exemple
30 19 de la figure 13, sont disposés dans l'interstice axial S, à une distance prédéterminée A, notamment par rapport au fond de rainure; ils forment en outre, radialement à l'extérieur, un appui de pied d'aube.

35 Dans la même optique, mais à la place du mode de réalisation représenté de l'insert 20, il est

également possible d'utiliser une pièce d'insert de section transversale sensiblement en forme de faucille, un tronçon de la partie en forme de tige du rivet 7 pouvant alors être déformé de manière excentrée en direction de l'extrémité de pied d'aube, le long de la section la plus épaisse de la "faucille". Il est ici également possible de mettre à profit une certaine rotation angulaire de la "faucille" dans l'interstice axial S, en vue de positionner la zone de la plus forte épaisseur de paroi, par rapport au rivet 7. En principe, il serait également possible d'utiliser un insert, qui serait disposé de manière à enserrer partiellement la périphérie du rivet 7, à la manière d'une douille ou d'un demi-anneau.

15

La figure 10 montre par ailleurs, que des différences de dimensions locales, engendrées par la fabrication, ici quant à l'épaisseur de disque L par rapport à la longueur de pied L', peuvent être compensées par une déformation locale Df de la plaque d'appui 11 considérée, au cours du rivetage.

Notamment la figure 12 montre la possibilité d'utilisation de l'invention dans le cas de rainures axiales 6 agencées dans la couronne de roue 2 du disque de roue 1, selon des positions inclinées régulièrement en continu, par rapport à l'axe de roue ou l'axe du disque, et en étant réparties de manière régulière le long de la périphérie. Relativement à l'interstice axial S incliné d'une rainure axiale 6, et en relation avec les surfaces frontales St planes de la couronne de roue 2, on obtient aux extrémités, des pièces 18, 19, 20 s'étendant parallèlement aux surfaces frontales et de configuration sensiblement en forme de parallélogramme. Il en résulte des renflements d'épaisseur de paroi D, D' des deux plaques d'appui 10, 11, qui sont plus épais

d'un côté dans leur direction périphérique, de manière à ce que les lamages coniques 12, 13 (trous fraisés) nécessaires au rivetage, puissent être réalisés au moins partiellement en direction périphérique, dans le
5 matériau des tronçons d'appui 18, 19 associés; lorsque le montage du dispositif de fixation est achevé, les lamages coniques 12, 13 se trouvent ainsi au moins partiellement à l'intérieur de l'interstice axial S.

10 Les figures 14, 15 et 16 représentent des modes de réalisation de tronçons d'appui sur les plaques d'appui 10, 11, différents par rapport à ceux des figures 8 à 13. Il s'agit ici, par exemple, des tronçons d'appui 18' (figure 14), 18" (figure 15) et 18"' (figure
15 16) qui sont disposés sur les plaques d'appui 10 pour la tête de pose 8. Du côté de la tête fermante, il est ainsi possible d'utiliser suivant le cas, des tronçons d'appui identiques à ceux des figures 14 à 16. Conformément à la figure 14, le tronçon d'appui
20 18' présente dans l'interstice axial S, un creux 22 ouvert en regard de l'extrémité du pied d'aube, et recevant le rivet 7 par un contour périphérique adapté de manière appropriée, en le guidant de manière centrée. Les figures 15 et 16 diffèrent, quant au principe, de la
25 figure 14, par le fait que les tronçons d'appui 18" et 18"' dans l'interstice axial S, présentent un creux 22' (figure 15) ou 22" (figure 16) ouvert en regard du fond de rainure. Le rivet 7 est guidé de manière centrée à
30 l'intérieur du creux 22', qui présente une configuration sensiblement adaptée au contour périphérique du rivet. Sur la figure 16, le creux 22" présente une configuration sensiblement de forme triangulaire, en offrant ainsi au rivet 7 des surfaces de portée et de guidage tangentielles.

35

Dans le cadre de l'invention, un insert 20 déjà montré et évoqué précédemment (figures 10 à 13), peut non seulement être réalisé dans l'optique de la figure 14, mais également des figures 15 ou 16.

5

La figure 17 montre une variante légèrement modifiée par rapport à la figure 8 et 9, de la configuration, par exemple, du tronçon d'appui 18 sur la plaque d'appui 10, en l'adaptant à un contour d'allure oblique K et un coin d'allure arrondie R' à l'extrémité 10 extérieure considérée de l'interstice axial S, entre l'extrémité de pied et le fond de rainure. Conformément à la figure 17, au moins l'une 10 des plaques d'appui peut présenter une épaisseur de matière du tronçon 15 d'appui, augmentée de manière adaptée aux allures des contours K, R', de façon à disposer d'une épaisseur de matériau suffisante pour enserrer de manière fiable en fonctionnement, par exemple la tête de pose 8, à l'intérieur de l'interstice axial S, par l'intermédiaire 20 du trou conique 12. Pour la suite de l'appui et du guidage du rivet 7, le trou fraisé 12 se poursuit dans le tronçon d'appui 18, sous la forme d'une ouverture ou d'un perçage coaxial au trou fraisé.

25 Les tronçons d'appui 18'', par exemple utilisés dans le cas de la figure 18, sur la plaque d'appui 10 pour la tête de pose 8, et transposés de la figure 16, peuvent de manière similaire ou comparable aux nervures d'appui 15 selon les figures 4 et 5, 30 présenter une longueur d'encombrement relativement grande par rapport à l'interstice axial S. Dans la même optique que les figures 4 et 5, il est possible dans le cas de la figure 18, de combiner la tête fermante 9 à un tronçon d'appui d'une longueur axiale réduite en 35 conséquence, et présentant un contour sensiblement identique à celui du tronçon d'appui 18'', mais qui

s'engage toutefois de la droite vers la gauche dans l'interstice axial S.

De manière similaire à la représentation selon la figure 4, R désigne sur la figure 18, un contour coudé ou cintré à l'avance, du tronçon d'appui 18'', de manière à exercer, lorsque le montage est achevé, une force d'appui radiale P à l'extrémité du pied d'aube 5, ce pour quoi l'aube mobile 3 (figures 1 et 2) s'appuie, par l'intermédiaire de son pied 5 et sous l'effet d'une pression superficielle radiale, sur des surfaces conjuguées de la rainure de pied 6 dans la couronné de roue 2. Comme le laisse par ailleurs entrevoir la figure 18, la courbure R formée au préalable par cambrage, peut se situer au niveau ou après un creux T s'étendant transversalement et longitudinalement, sur le tronçon d'appui 18''.

Une autre variante de la fixation axiale et radiale des aubes, selon la figure 19, prévoit que le rivet 7, suite au rivetage, soit déformé le long d'une rainure ou d'un creux 14 du pied d'aube 5, similaire à la figure 2, c'est à dire déformé de manière excentrée entre le fond de rainure dans l'interstice axial S et le creux 14. A une partie d'extrémité 23 du pied d'aube 5, le creux 14 présente ici en direction longitudinale, une allure bombée en direction du fond de rainure; le creux 14 entoure une partie de la périphérie du rivet 7. Par ailleurs, la figure 19 prévoit une configuration relativement courte des tronçons d'appui 18'' et 19'' sur les plaques d'appui 10 et 11 respectivement correspondantes. Les tronçons d'appui 18'' et 19'' peuvent présenter en section transversale, une configuration conforme à la figure 15 ou 16, mais peuvent toutefois être plus courts ou plus étroits, radialement ou quant à l'étendue partielle périphérique,

par rapport à la hauteur locale ou à la largeur locale de l'interstice axial S; ils forment, après rivetage, des surfaces d'appui à l'extrémité du pied d'aube 5. A la place des tronçons d'appui 18'' et 19'' montrés sur la figure 19, il est également possible de mettre en oeuvre des tronçons d'appui selon les figures 10, 12 et 13, ou similaires à ceux de la figure 17. En-dehors d'un blocage axial de l'aube, il résulte de la figure 19, également un agencement de rivet à coincement et à serrage radial dans l'interstice axial S, d'où découle une pression superficielle radiale, souhaitée, entre les dents de pied d'aube et les surfaces conjuguées dans les rainures de pied 6.

REVENDEICATIONS.

1. Dispositif de fixation d'aubes mobiles (3) sur la roue mobile (1) , notamment d'une turbine d'un ensemble de propulsion à turbine à gaz, les aubes mobiles (3) étant maintenues par l'intermédiaire de pieds d'aube (5) à profil du type denté, dans des rainures axiales (6) de forme correspondante d'une couronne de roue (2), et les aubes mobiles étant liées par rivetage à la couronne de roue (2), caractérisé en ce que:

- dans chaque rainure axiale (6), entre l'extrémité de pied d'une aube mobile (3) et le fond de rainure, est réalisé un interstice axial (S),
- dans l'interstice axial (S) est disposé, dans la direction longitudinale de l'interstice, un rivet (7) qui présente une tête de pose (8) et une tête fermante (9),
- et la tête de pose (8) ainsi que la tête fermante (9) reçoivent chacune une plaque d'appui (10, 11), par l'intermédiaire desquelles le rivet (7), par formage de la tête fermante (9), est fixé sur les deux surfaces frontales de la couronne de roue (2) et du pied d'aube (5) considéré.

2. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que le rivet (7) s'engage dans un creux (14) s'étendant en direction longitudinale, dans l'extrémité du pied d'aube considéré.

3. Dispositif selon les revendications 1 ou 2, caractérisé en ce que la tête fermante (9) présente un tronçon cylindrique creux s'engageant à l'intérieur de l'interstice axial (S), et en ce que la plaque d'appui (11) au niveau de la tête fermante (9), s'engage à

l'intérieur de l'interstice axial, avec des nervures (16) disposées de part et d'autre du tronçon cylindrique creux.

5 4. Dispositif selon les revendications 1 ou 3, caractérisé en ce que la plaque d'appui (10) reçue par la tête de pose (8) présente deux nervures de guidage axiales (15), qui s'engagent à l'intérieur dans l'interstice axial (S), et forment des surfaces d'appui
10 pour le pied d'aube (5) considéré, ainsi que des surfaces de centrage rectilignes ou arrondies, par rapport au rivet (7).

 5. Dispositif selon l'une des revendications 1
15 à 4, caractérisé en ce que des tolérances de réalisation des pieds d'aube (5) et de la couronne de roue (2), peuvent être compensées par une déformation par basculement (Df) de la plaque d'appui (11) reçue par la tête fermante (9).

20 6. Dispositif selon l'une des revendications 1, 3 et 5, caractérisé en ce que la plaque d'appui (10) reçue par la tête de pose (8) s'engage à l'intérieur de l'interstice axial (S) par deux nervures de guidage
25 axiales (15) entre lesquelles le rivet (7) est guidé dans la direction longitudinale, et qui sont déformées de manière coudée par rapport à l'axe de rivetage de manière à former dans l'interstice axial (S) un appui de surface en précontrainte radiale, sur le pied d'aube
30 (5).

 7. Dispositif selon l'une des revendications 1
à 6, caractérisé en ce que les plaques d'appui (10, 11) présentent des trous fraisés de forme conique (12, 13)
35 ou des lamages adaptés au contour conique de la tête de pose (8) d'une part, et respectivement au contour

conique totalement formé de la tête fermante (9) d'autre part.

8. Dispositif selon l'une des revendications
5 1, 5 et 7, caractérisé en ce que le rivet (7) est guidé
à l'intérieur de l'interstice axial (S), au moins
partiellement le long d'un insert (20), de façon à ce
qu'il soit déformé par le rivetage, de manière excentrée
par rapport au fond de rainure, en direction de
10 l'extrémité du pied d'aube.

9. Dispositif selon la revendication 8,
caractérisé en ce que l'insert est formé par une douille
d'épaisseur qui augmente de manière excentrée par
15 rapport au rivet.

10. Dispositif selon la revendication 8,
caractérisé en ce que l'insert présente une section
transversale sensiblement du type en demi-anneau, ou
20 bien en forme de faucille.

11. Dispositif selon la revendication 8,
caractérisé en ce que l'insert (20), sur sa périphérie
extérieure, présente une configuration sensiblement
25 adaptée au contour radialement intérieur de la rainure
axiale (6) considérée, au niveau de l'interstice axial
(S).

12. Dispositif selon la revendication 8,
30 caractérisé en ce que le rivet (7) est guidé dans un
évidement (21) de l'insert (20), évidemment qui est
ouvert en regard de l'extrémité du pied d'aube.

13. Dispositif selon la revendication 8,
35 caractérisé en ce que l'insert (20) est relié à la
plaque d'appui (10) de la tête de pose (8).

14. Dispositif selon la revendication 8, caractérisé en ce que les plaques d'appui (10, 11) s'engagent, par des tronçons d'appui (18, 19) destinés à l'extrémité de pied d'aube considérée, dans l'interstice axial (S), les tronçons d'appui respectifs (18, 19) étant disposés à distance (A) du fond de rainure.

15. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 14, caractérisé en ce que l'une au moins des deux plaques d'appui (10, 11) forme une étanchéité secondaire faisant saillie de l'interstice axial (S) dans la direction radiale et transversale, au niveau d'une rainure axiale (6).

15

16. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 15, caractérisé en ce que des tronçons d'appui (18, 19) des plaques d'appui (10, 11), s'engageant frontalement ou par l'arrière dans l'interstice axial (S) considéré, présentent une configuration adaptée au contour de pied et de rainure existant localement en ces endroits.

17. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 16, les rainures axiales (6) pour les pieds d'aube (5) étant agencées dans le disque de roue (1) ou la couronne de roue (2), selon des positions inclinées régulièrement en continu par rapport à l'axe de roue ou de rotor, caractérisé en ce que les plaques d'appui (10, 11) présentent frontalement et sur le côté arrière de la couronne de roue (2), des renflements de paroi (D, D') sur lesquels sont agencés, dans une position centrée adaptée à la position inclinée des rainures axiales (6) et des pieds d'aube (5), des lamages ou des trous fraisés (12, 13), en commun avec les tronçons d'appui

35

(18, 19) des plaques d'appui (10, 11), s'engageant dans l'interstice axial (S).

18. Dispositif selon la revendication 16, caractérisé en ce que les tronçons d'appui (18'; 18"; 18''') présentent chacun un creux respectif (22; 22'; 22'') ouvert dans la direction longitudinale en regard de l'extrémité du pied d'aube ou en regard du fond de rainure dans l'interstice axial (S), creux sur ou dans lequel est guidé de manière centrée, le rivet (7).

19. Dispositif selon la revendication 18, caractérisé en ce qu'au moins un tronçon d'appui (18''') est déformé par rapport à l'axe de rivet de manière à réaliser dans l'interstice axial (S), une force de précontrainte radiale (P) sur le pied d'aube (5).

20. Dispositif selon la revendication 2, caractérisé en ce que le creux (14) est réalisé à une partie d'extrémité (23) du pied d'aube (5) réduisant la hauteur relative de l'interstice axial par rapport au fond de rainure, de façon telle, que le rivet (7), suite au rivetage, soit déformé et serré de manière excentrée entre le creux (14) et le fond de rainure.

21. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 20, caractérisé en ce qu'essentiellement le tronçon d'appui (18) d'au moins une plaque d'appui (10), s'engageant dans l'interstice axial (S), présente un trou fraisé (12) adapté au contour conique de la tête de pose (8) ou de la tête fermante ayant été formée, ou bien présente un lamage adapté de manière correspondante.

FIG. 1

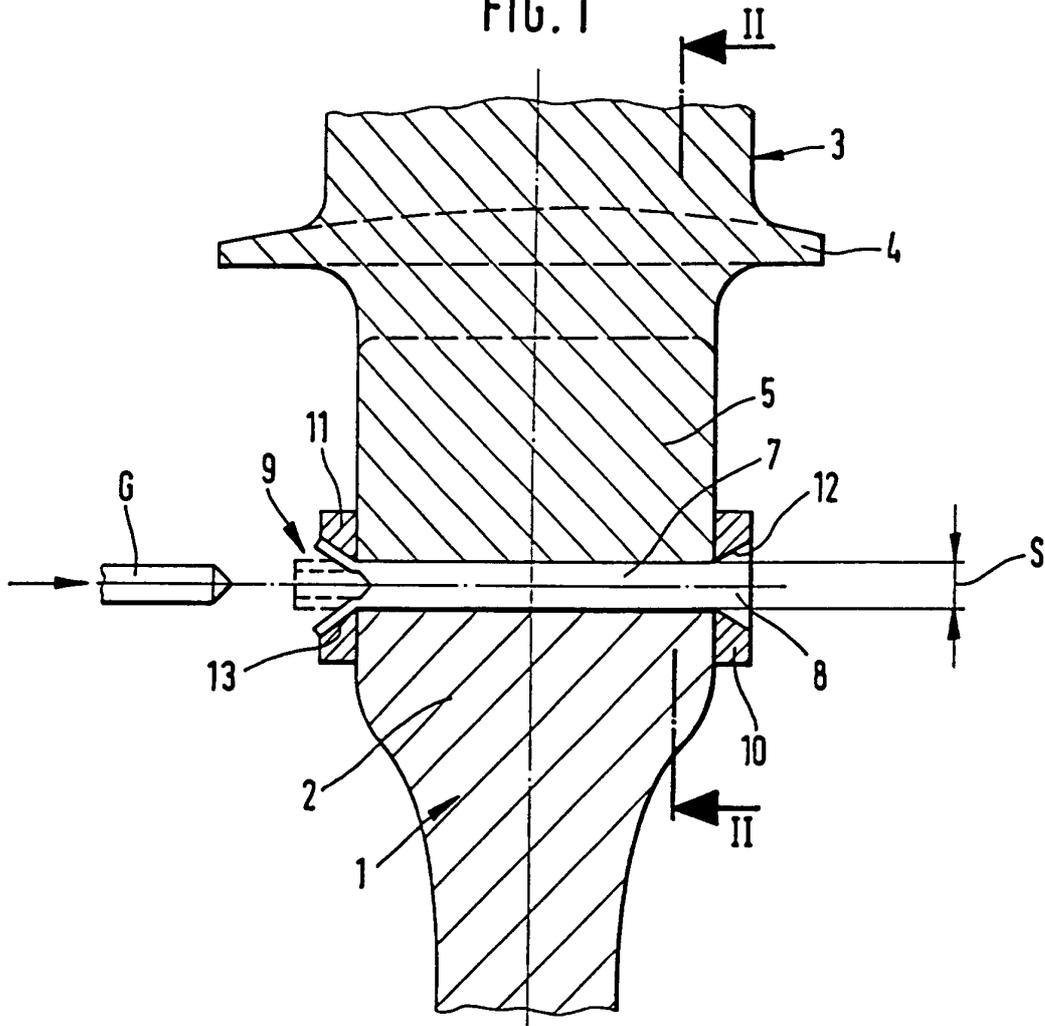


FIG. 2

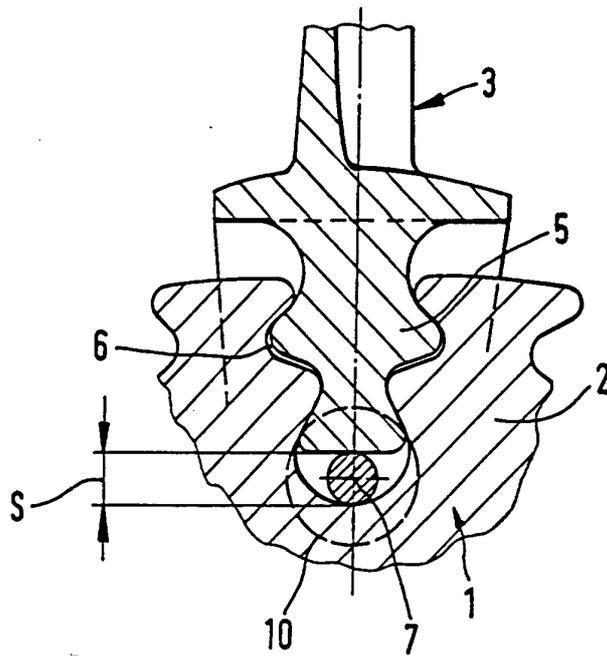


FIG. 3

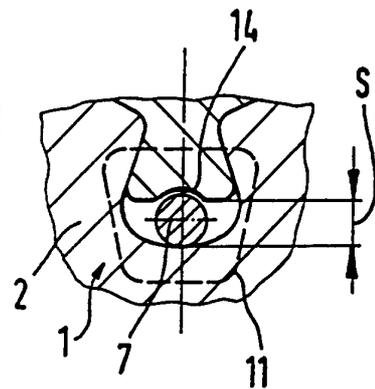


FIG. 4

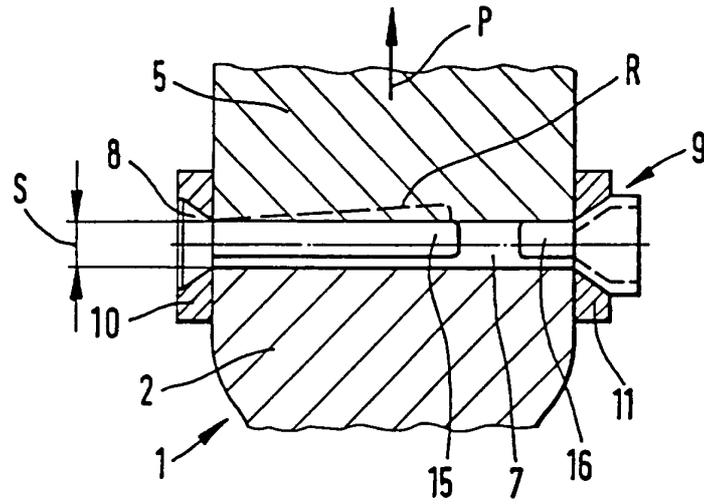


FIG. 5

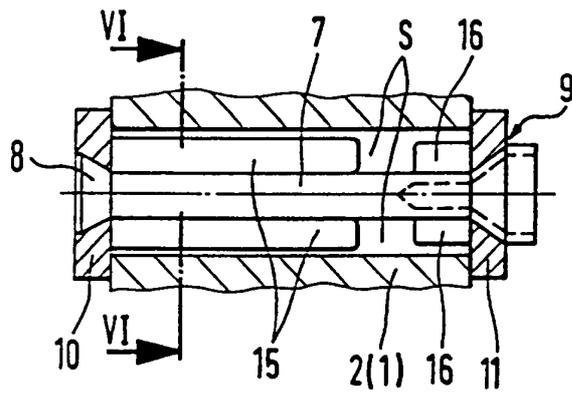


FIG. 6

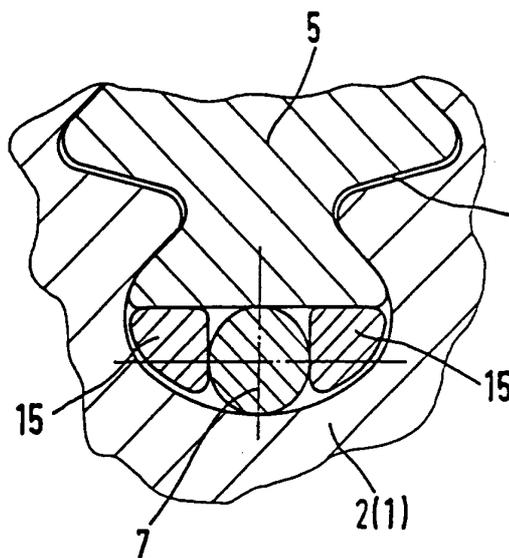


FIG. 7

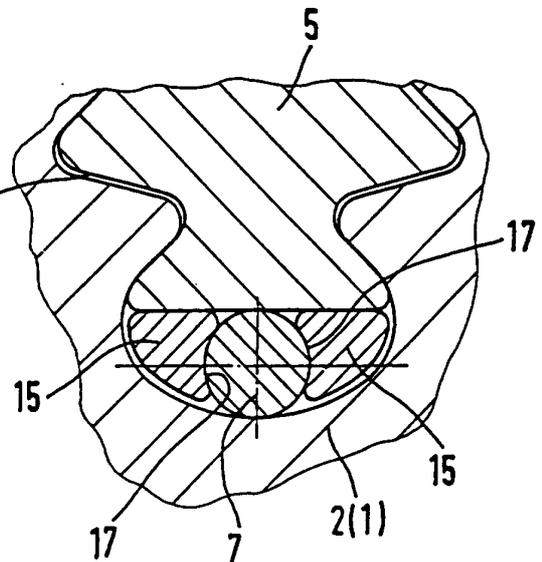


FIG. 8

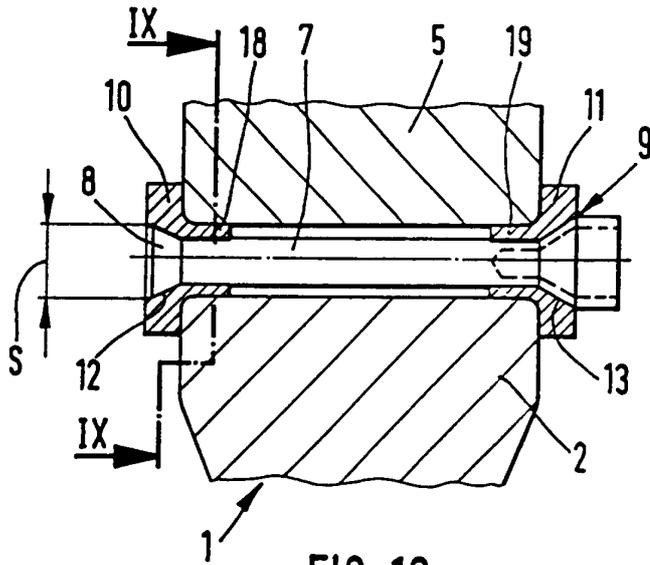


FIG. 9

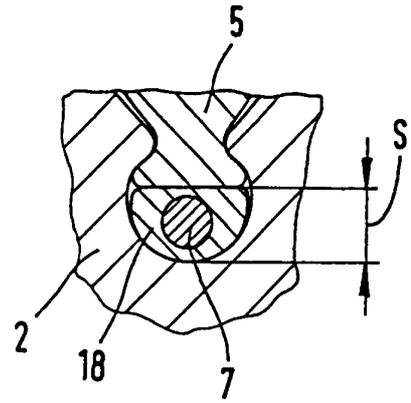


FIG. 10

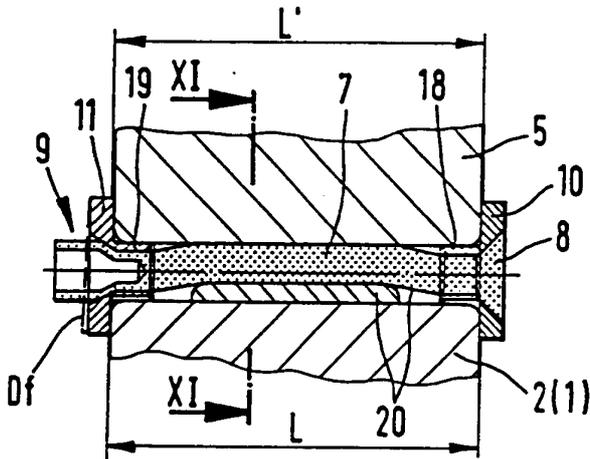


FIG. 11

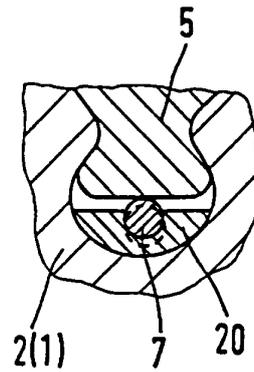


FIG. 12

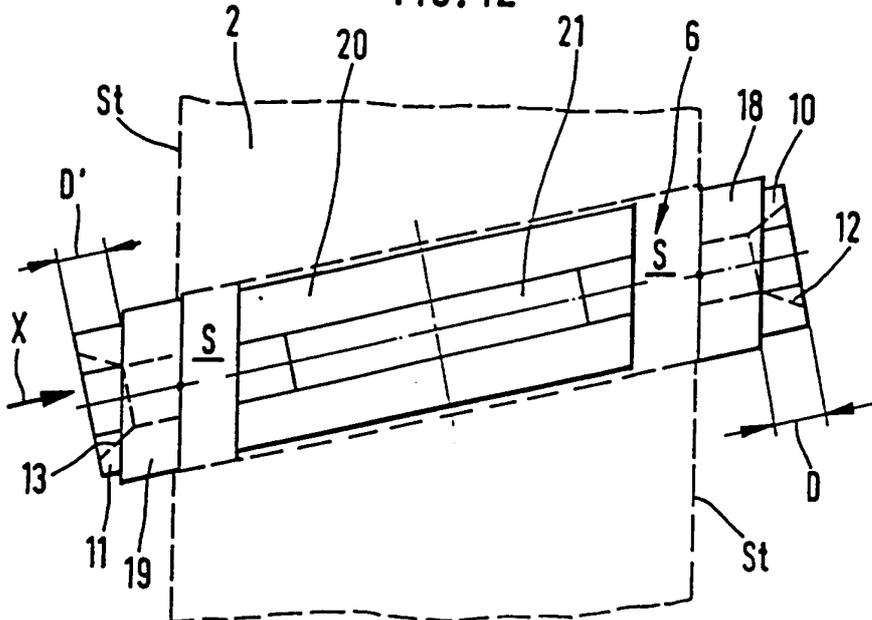


FIG. 13

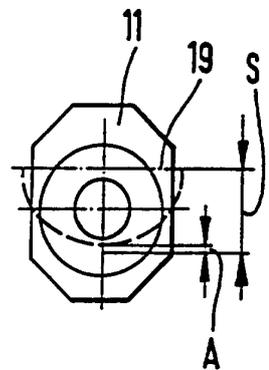


FIG. 14

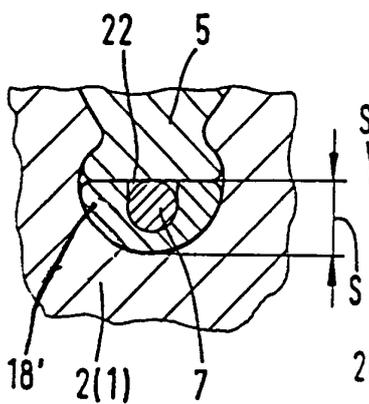


FIG. 15

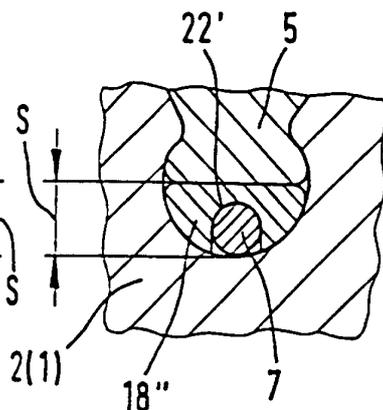


FIG. 16

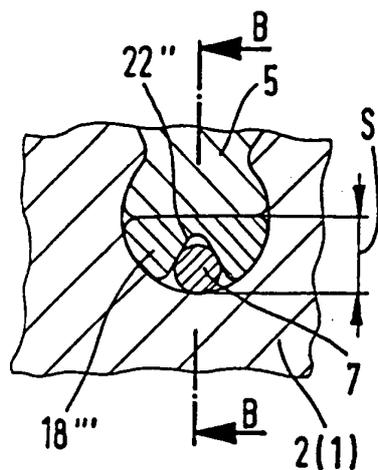


FIG. 17

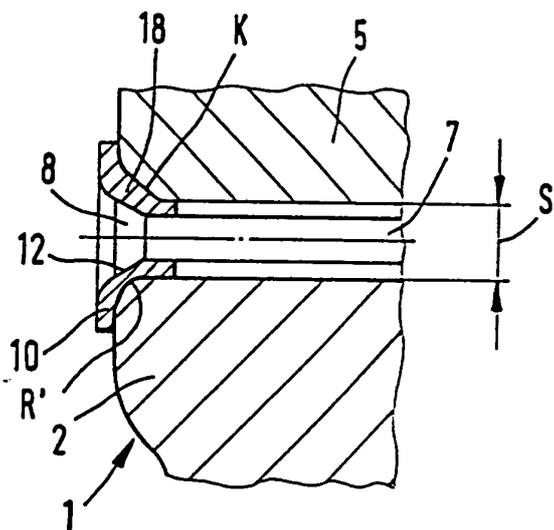


FIG. 18

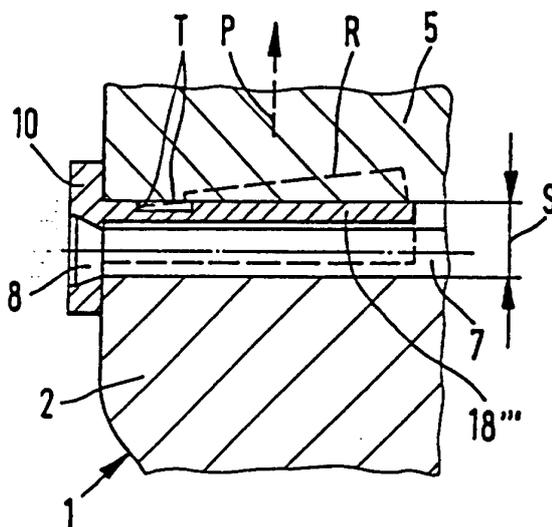


FIG. 19

