

A1

**DEMANDE
DE BREVET D'INVENTION**

(21)

N° 81 09863

(54)

Dispositif pour minimiser et maintenir constant le jeu d'extrémité des aubes de turbines axiales de moteurs à turbines à gaz.

(51)

Classification internationale (Int. Cl. 3). F 01 D 11/08; F 02 C 7/00.

(22)

Date de dépôt..... 18 mai 1981.

(33) (32) (31)

Priorité revendiquée : RFA, 24 mai 1980, n° P 30 19 920.3.

(41)

Date de la mise à la disposition du
public de la demande..... B.O.P.I. — « Listes » n° 48 du 27-11-1981.

(71)

Déposant : Société dite : MTU MOTOREN- UND TURBINEN-UNION MUNCHEN GMBH, rési-
dant en RFA.

(72)

Invention de : Klaus Trappman et Wolfgang Krüger.

(73)

Titulaire : *Idem* (71)

(74)

Mandataire : Cabinet Claude Rodhain, Conseils en brevets d'invention,
30, rue La Boétie, 75008 Paris.

Dispositif pour minimiser et maintenir constant le jeu d'extrémité des aubes de turbines axiales de moteurs à turbines à gaz

L'invention a pour objet un dispositif pour minimiser et maintenir constant le jeu d'extrémité effectif, dans les turbines axiales de moteurs à turbines à gaz entre les extrémités extérieures libres des aubes et un anneau enveloppe adjacent solidaire du carter.

Les roues à aubes de turbines axiales sont entourées par un élément de construction annulaire fixe désigné par "anneau enveloppe". La fonction de cet anneau consiste, pour obtenir des rendements élevés constants des turbines à gaz, à maintenir dans toutes les conditions de fonctionnement et sur une longue période de service, un intervalle étroit sur les têtes des aubes.

Les conditions posées aux anneaux enveloppe des moteurs à turbines à gaz modernes pour remplir cette fonction sont:

- adaptation du diamètre de l'anneau enveloppe à la dilatation de la roue à aubes dépendant des conditions de fonctionnement;
- surface à l'épreuve de l'érosion et de la corrosion de la surface intérieure de l'anneau exposée au flux des gaz avec, simultanément, de bonnes caractéristiques d'entrée évitant l'abrasion des têtes des aubes en cas de contact local des aubes, par exemple à la suite d'une charge de manoeuvre élevée.

Dans les anneaux enveloppe de construction classique on éprouve pour remplir ces conditions des difficultés croissantes lorsque la température des gaz croît. Les débits d'air de refroidissement élevés nuisent au rendement et il est pratiquement impossible d'associer une résistance suffisante à l'érosion et à la corrosion de la surface exposée au flux de gaz chauds à la condition relative aux bonnes caractéristiques d'entrée.

L'invention a pour but d'éliminer les difficultés mentionnées dans le cadre du problème traité dans le préambule, c'est-à-dire d'obtenir en priorité que dans les moteurs à turbines à gaz, les jeux des extrémités des aubes de turbines puissent être maintenus relativement faibles et constants sur un

domaine de fonctionnement étendu au maximum et en tenant compte des conditions de fonctionnement non stationnaires.

Le dispositif prévu dans le cadre du problème posé doit pouvoir être fabriqué et monté de façon relativement simple.

5 Conformément au problème posé, on doit pouvoir obtenir en outre de bonnes caractéristiques d'entrée.

L'invention concerne à cet effet un dispositif du type ci-dessus caractérisé en ce que

10 a) la partie de l'anneau enveloppe dirigée vers le flux de gaz chauds ainsi que vers les extrémités extérieures des aubes est constituée par une garniture formée par des éléments en céramique réfractaire à l'épreuve de la corrosion et de l'érosion ;

15 b) l'anneau enveloppe est constitué en partie par un anneau métallique avec lequel la garniture en éléments céramiques est assemblée par sa forme ;

20 c) un isolateur agissant comme un étranglement thermique d'efficacité élevée est disposé entre le côté extérieur de la garniture en éléments céramiques situé à l'opposé du flux de gaz et l'anneau métallique, cet isolateur étant noyé de façon sensiblement complète dans cet anneau ;

25 d) une paroi intérieure coaxiale de l'anneau métallique est soumise à un courant d'air soufflé (prélevé dans le compresseur) pour adapter la dilatation de l'anneau métallique à la dilatation de la roue de turbine intéressée ;

e) le côté de la garniture céramique dirigé vers les extrémités extérieures des aubes présente des bords d'extrémité en forme de couteaux en saillie radiale.

30 Les dispositions indiquées dans la suite permettent d'obtenir des modes de réalisation avantageux de l'invention.

En résumé, le côté intérieur de l'anneau métallique dirigé vers le flux de gaz doit donc, dans l'objet de l'invention, être constitué par une garniture formée par des éléments en céramique réfractaire à l'épreuve de la corrosion et de l'érosion, ces éléments étant accrochés par leur forme dans un anneau métallique ou assemblés avec lui par une matière de liai-

son (par brasage ou collage par l'intermédiaire d'un feutre métallique extensible). Les couches thermiquement isolantes d'efficacité élevée et les surfaces de contact minimales entre l'anneau métallique et les éléments en céramique étranglent le flux de chaleur arrivant dans l'anneau, de sorte que la quantité d'air de refroidissement demeure faible.

Pour assurer l'ajustement à la dilatation de la roue à aubes, la température et, par suite, la dilatation de l'anneau métallique sont commandées de façon connue ("commande active du jeu") par soufflage d'air à température appropriée. Les éléments en céramique assemblés avec l'anneau métallique suivent les mouvements de dilatation de l'anneau métallique et garantissent ainsi que le jeu des têtes des aubes demeure faible. Les intervalles auxquels on peut s'attendre en service en raison de la dilatation thermique différente du métal et de la céramique entre les éléments en céramique individuels (formant une garniture étanche à l'état froid) n'ont pour conséquence que des pertes par fuites faibles et négligeables.

La céramique a une surface très dure et remplit ainsi la condition d'une résistance élevée à l'érosion. On obtient de bonnes caractéristiques d'entrée en utilisant la fragilité de la céramique. L'extrémité des éléments en céramique dirigée vers les têtes des aubes s'étend en forme de couteau ; lors de l'entrée, les aubes cassent les arêtes des couteaux jusqu'à la profondeur d'entrée sans subir elles-mêmes d'abrasion.

L'invention sera mieux comprise en regard de la description ci-après et des dessins annexés représentant des exemples de réalisation de l'invention, dessins dans lesquels :

- la Fig. 1 est une vue en coupe axiale d'un anneau enveloppe conforme à l'invention ;

- la Fig. 2 représente une partie de cet anneau enveloppe en regardant dans la direction V de la Fig. 1 ;

- la Fig. 3 est une vue de l'anneau enveloppe en coupe suivant la ligne III-III de la Fig. 1 ;

- la Fig. 4 est une vue agrandie d'un premier exemple de réalisation d'une partie d'entrée en forme de couteau ;

- la Fig. 5 est une vue agrandie d'un second exemple de réalisation d'une partie d'entrée en forme de couteau ;

- la Fig. 6 est une vue en coupe axiale d'un second exemple de réalisation d'un anneau enveloppe ;

5 - la Fig. 7 est une vue de l'anneau enveloppe suivant la ligne VII-VII de la Fig. 1 ;

- la Fig. 8 est une vue en coupe axiale d'un troisième exemple de réalisation de l'anneau enveloppe du dispositif ;

10 - la Fig. 9 est une vue en coupe suivant la ligne IX-IX de la Fig. 8 ;

- la Fig. 10 est une vue en coupe axiale d'un quatrième exemple de réalisation de l'anneau enveloppe du dispositif.

15 Les figures 1 à 10 représentent différents dispositifs pour réduire le plus possible et maintenir constant le jeu d'extrémité effectif, dans les turbines axiales de moteurs à turbines à gaz, entre les extrémités extérieures libres des aubes et un anneau enveloppe adjacent solidaire du carter.

Conformément à la Fig. 1, la partie de l'anneau
20 enveloppe 2 dirigée vers le flux de gaz chauds ainsi que vers les extrémités extérieures des aubes 1 (Fig. 3) est constituée par une garniture 3 d'éléments en céramique réfractaires résistant à l'érosion. L'anneau enveloppe 2 est alors constitué en partie
25 par un anneau métallique 4 avec lequel la garniture 3 en éléments céramiques est assemblée par sa forme. Entre le côté intérieur, situé à l'opposé des aubes, de la garniture 3 en éléments céramiques et l'anneau métallique 4 est disposé un isolateur 5 incorporé de façon sensiblement complète dans cet anneau et agissant
30 comme un barrage thermique d'efficacité élevée. Une paroi intérieure coaxiale 4' de l'anneau métallique 4 est en outre soumise à un courant d'air soufflé prélevé dans le compresseur du moteur pour adapter la dilatation de l'anneau métallique à la dilatation de la roue de turbine intéressée.

L'air utilisé pour le soufflage sur la paroi intérieure 4' peut être prélevé à l'extrémité côté compresseur du
35

générateur de gaz. On peut alors admettre, par exemple, que les aubes associées à l'anneau enveloppe 2 appartiennent au premier étage de la turbine d'entraînement du compresseur. L'air de soufflage prélevé à l'extrémité côté compresseur arrive par deux conduites d'air 6,7 disposées coaxialement à l'anneau enveloppe 4. A partir de ces conduites, l'air est soufflé par des orifices 8,9 répartis intentionnellement en direction de la paroi intérieure 4' (flèche F).

Comme on peut le voir sur la Fig. 2, mais plus particulièrement sur la Fig. 4 et la Fig. 5, le côté de la garniture 3 en éléments céramiques dirigé vers les extrémités extérieures des aubes présente des bords d'extrémité respectif 9, 10 en forme de couteaux en saillie radiale. Les bords d'extrémité en saillie radiale 10, en forme de couteaux, sont prévus en outre avec des zones de rupture imposées 5 pour faciliter davantage la rupture des arêtes des couteaux sans abrasion des têtes des aubes, dans l'intérêt d'un bon comportement d'entrée.

Conformément à la Fig. 1 et à la Fig. 3, la garniture 3 en éléments céramiques peut en outre être fixée sur l'anneau métallique 4 au moyen de chevilles 11 s'étendant en direction axiale, ces chevilles étant introduites à travers une paroi frontale avant et une paroi frontale arrière de l'anneau métallique 4, chacune de ces parois étant radiale.

Pour favoriser une grande résistance du dispositif aux températures élevées, il est en outre avantageux de réaliser les chevilles 11 en une matière céramique.

Conformément à la Fig. 1, un isolateur thermique 12 d'efficacité élevée est en outre également disposé respectivement entre la face frontale avant commune ainsi que la face frontale arrière commune de la garniture 3 en éléments céramiques, d'une part, et la paroi frontale avant ou arrière respective de l'anneau métallique 4, d'autre part.

De plus, comme on peut le voir à partir de la Fig. 1 et de la Fig. 3, la garniture 3 en éléments céramiques peut être composée de segments annulaires 13 qui, comme il résulte de la

Fig. 3, viennent en prise comme des fourchettes dans les domaines de jonction d'about périphériques des chevilles 11. Les segments annulaires 13 sont en outre munis de renforcements 13' du côté dirigé vers l'isolateur 5.

5 A l'état monté, les bords de jonction de segments annulaires voisins sont en outre mutuellement décalés en direction radiale (Fig. 3) ainsi qu'en direction axiale (Fig. 2).

 En utilisant les mêmes références numériques pour des éléments de construction essentiellement inchangés, la
10 Fig. 6 et la Fig. 7 représentent une autre variante de réalisation de l'anneau enveloppe, dans laquelle les segments annulaires 14 d'une garniture respective en éléments céramiques comportent des parties de base 15 en forme de têtes de marteaux introduites dans des rainures périphériques 16 de l'isolateur 5.
15 Comme on peut le voir sur la Fig. 6, ces rainures périphériques 16 sont réalisées avec un agrandissement en direction radiale pour recevoir des organes constituant d'assemblages 17 par boulons, rivets ou vis de l'isolateur 5 avec la paroi intérieure coaxiale 4' de l'anneau métallique 4.

20 Dans le but d'assurer une compensation optimale des contraintes et dilatations thermiques dues aux variations de température, l'isolateur 5 suivant la Fig. 7 est constitué par des segments disposés l'un contre l'autre en direction périphérique.

 Dans l'autre variante de réalisation de l'anneau
25 enveloppe représentée sur la Fig. 8 et la Fig. 9, l'isolateur 5' peut être réalisé soit avec une toile métallique, soit avec un feutre métallique. Par brasage (zones de brasage L) l'isolateur 5' est assemblé avec la paroi intérieure 4' de l'anneau métallique 4 et les segments annulaires en céramique 18 sont aussi
30 assemblés avec l'isolateur 5'. Au moins l'un de ces deux assemblages par brasage pourrait être remplacé par un assemblage collé. Conformément à la Fig. 9, l'isolateur 5' n'est pas divisé en segments dans ce cas.

 La Fig. 10 ne se différencie de la Fig. 8 et de la
35 Fig. 9 qu'en ce que les segments annulaires céramiques sont assemblés avec interposition d'une couche thermiquement isolan-

te 19 d'efficacité élevée, avec l'isolateur 5' constitué en toile métallique ou en feutre métallique, les segments annulaires céramiques 18 étant cependant assemblés à leur tour par collage (emplacement K) avec la couche thermiquement isolante 19.

- 5 L'objet de l'invention peut, bien entendu, être mis en application dans les moteurs à réaction à turbines ainsi que dans des turbomachines de types différents dans lesquelles sont prévues des turbines axiales sollicitées par des gaz chauds.

Du reste, l'objet de l'invention peut avantageusement être mis en application sur la base des matières ou combinaisons de matières indiquées ci-après à titre d'exemples :

- 1) anneau métallique 4 : Inconel 718,
- 2) isolateur 5 : $\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3$,
- 3) garniture 3 en matière céramique : SiC (carbure
15 de silicium) fritté,
- 4) toile métallique ou feutre métallique 5' :
Inconel X 750,
- 5) couche thermiquement isolante 19 : ZrO_2

REVENDEICATIONS

1. Dispositif pour minimiser et maintenir constant le jeu d'extrémité effectif, dans les turbines axiales de moteurs à turbines à gaz, entre les extrémités extérieures libres des aubes (1) et un anneau enveloppe (2) adjacent solidaire du carter, caractérisé en ce que :
- 5 a) la partie de l'anneau enveloppe (2) dirigée vers le flux de gaz chauds ainsi que vers les extrémités extérieures des aubes est constituée par une garniture (3) formée par des éléments en céramique réfractaire à l'épreuve de la corrosion
- 10 et de l'érosion;
- b) l'anneau enveloppe (2) est constitué en partie par un anneau métallique (4) avec lequel la garniture (3) en éléments céramiques est assemblée par sa forme;
- c) un isolateur (5) agissant comme un étranglement
- 15 thermique d'efficacité élevée est disposé entre le côté extérieur de la garniture (3) en éléments céramiques situé à l'opposé du flux de gaz et l'anneau métallique (4), cet isolateur étant noyé de façon sensiblement complète dans cet anneau;
- d) une paroi intérieure coaxiale (4') de l'anneau
- 20 métallique (4) est soumise à un courant d'air soufflé (prélevé dans le compresseur) pour adapter la dilatation de l'anneau métallique à la dilatation de la roue de turbine intéressée;
- e) le côté de la garniture céramique (3) dirigé vers les extrémités extérieures des aubes présente des bords d'ex-
- 25 trémité (9) en forme de couteaux en saillie radiale.
2. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que les bords d'extrémité (10) en forme de couteaux en saillie radiale sont munis de zones de rupture imposée (S).
3. Dispositif selon l'une quelconque des revendications
- 30 1 et 2, caractérisé en ce que la garniture (3) en éléments céramiques est fixée sur l'anneau métallique (4) au moyen de chevilles (11) s'étendant en direction axiale, ces chevilles étant guidées à travers une paroi frontale avant et une paroi frontale arrière de l'anneau métallique, ces parois étant radiales.

4. Dispositif selon la revendication 3, caractérisé en ce que les chevilles (11) sont réalisées en une matière céramique.

5 3 et 4, caractérisé en ce qu'un isolateur thermique (12) d'efficacité élevée est également disposé respectivement entre la face frontale avant commune ainsi que la face frontale arrière commune de la garniture (3) en éléments céramiques, d'une part, et la paroi frontale avant ou arrière respective de l'anneau
10 métallique (4), d'autre part.

6. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que la garniture (3) en éléments céramiques est constituée par des segments annulaires (13).

7. Dispositif selon la revendication 6, caractérisé en
15 ce que les segments annulaires (13) présentent des renforcements (13') du côté dirigé vers l'isolateur (5).

8. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, caractérisé en ce que les segments annulaires (13) entourent les chevilles (11) comme des fourchettes dans leur
20 zone de jonction en direction périphérique.

9. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, caractérisé en ce qu'à l'état monté, les bords de jonction des segments annulaires voisins (13) sont décalés en direction radiale ainsi qu'en direction axiale.

25 10. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, caractérisé en ce que les segments annulaires (14) de chaque garniture en éléments céramiques comportent des parties de base (15) en forme de têtes de marteau introduites dans des rainures périphériques (16) de l'isolateur (5).

30 11. Dispositif selon la revendication 10, caractérisé en ce que les rainures périphériques (16) sont agencées pour recevoir des organes constituant d'un assemblage (17) par boulons, rivets ou vis de l'isolateur (5) avec la paroi intérieure coaxiale (4') de l'anneau métallique (4).

12. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 11, caractérisé en ce que l'isolateur (5) est constitué par des segments disposés l'un contre l'autre en direction périphérique.

5 13. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 12, caractérisé en ce que l'isolateur (5') est réalisé avec une toile métallique ou un feutre métallique, l'isolateur (5') étant alors assemblé par brasage avec la paroi intérieure (4') de l'anneau métallique (4) et les segments annulaires cérami-
10 ques (18) étant également assemblés par brasage avec l'isolateur (5').

14. Dispositif selon la revendication 13, caractérisé en ce que l'un des deux assemblages par brasage peut être remplacé par un assemblage collé.

15 15. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 13 et 14, caractérisé en ce que les segments annulaires céramiques (18) sont assemblés avec interposition d'une couche thermiquement isolante supplémentaire (19) d'efficacité élevée, avec l'isolateur (5') et ainsi avec la couche thermiquement
20 isolante.

16. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 15, caractérisé en ce qu'au moins une conduite d'air coaxiale (6, 7) est associée à l'anneau enveloppe à l'extérieur de son pourtour, la paroi intérieure coaxiale (4') de l'anneau
25 métallique (4) pouvant être soumise à un soufflage au moyen d'orifices de soufflage (8, 9) pratiqués dans les conduites.

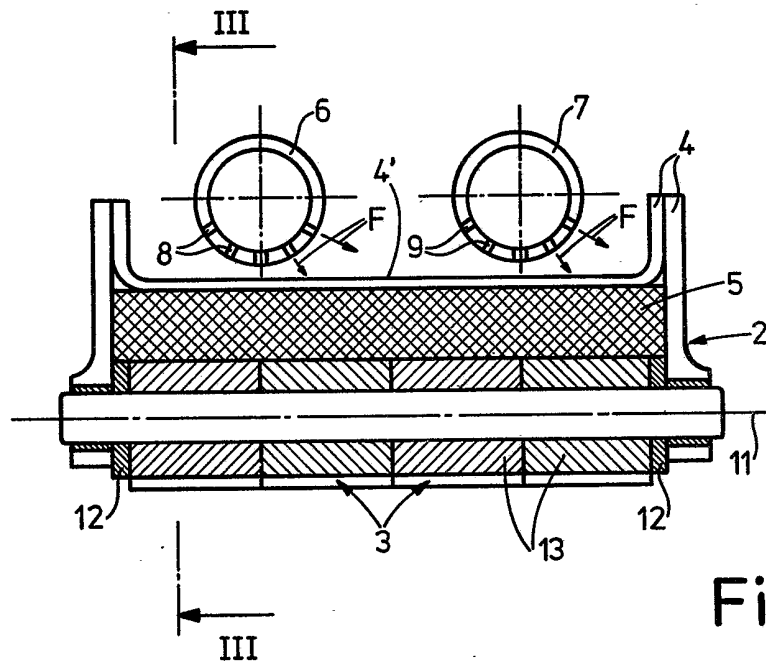


Fig. 1

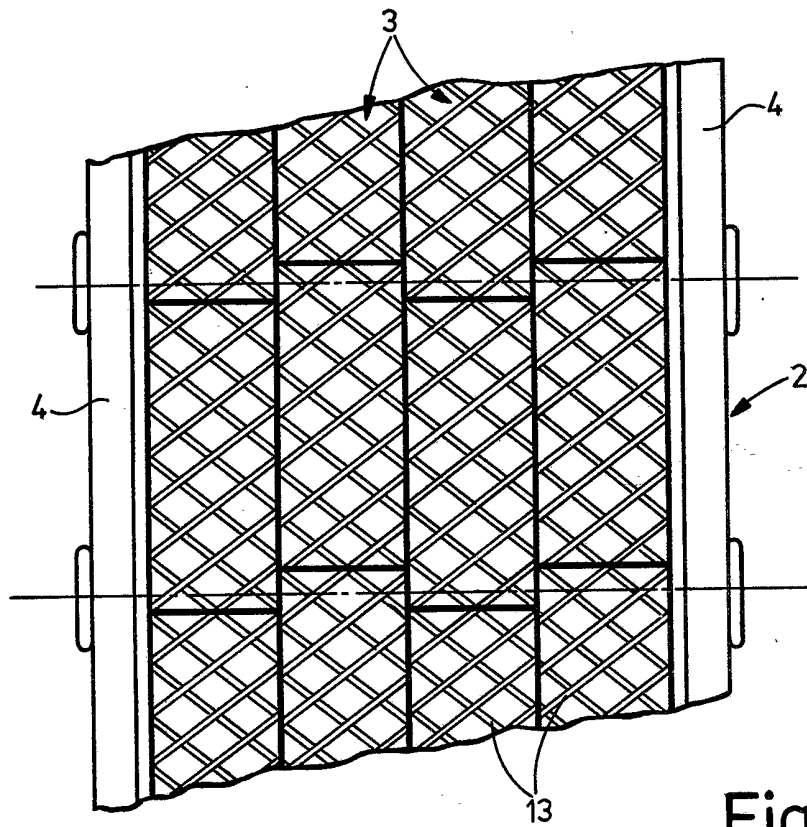


Fig. 2

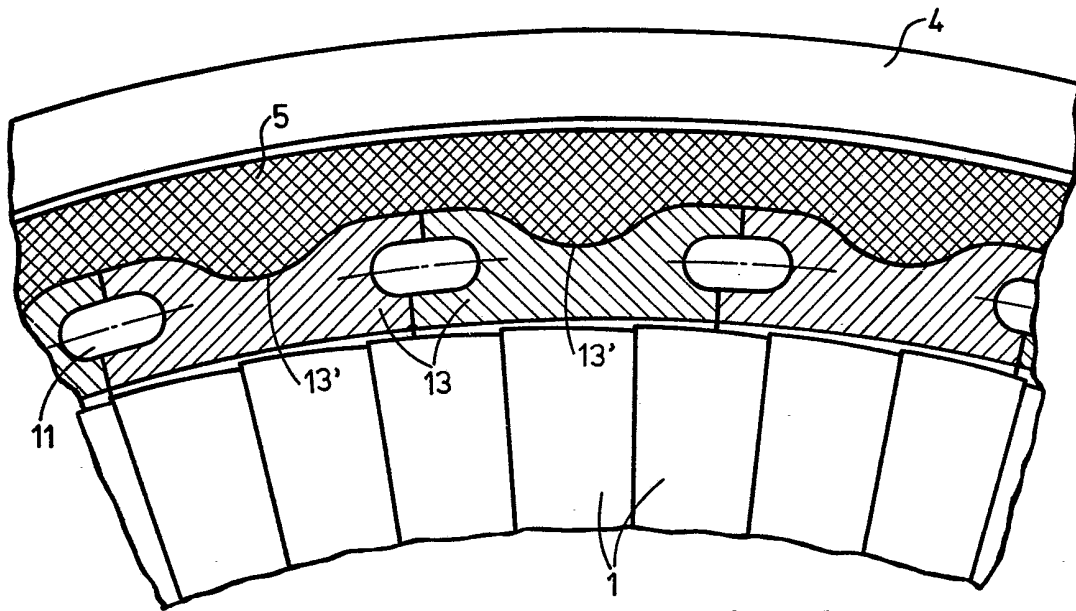


Fig. 3

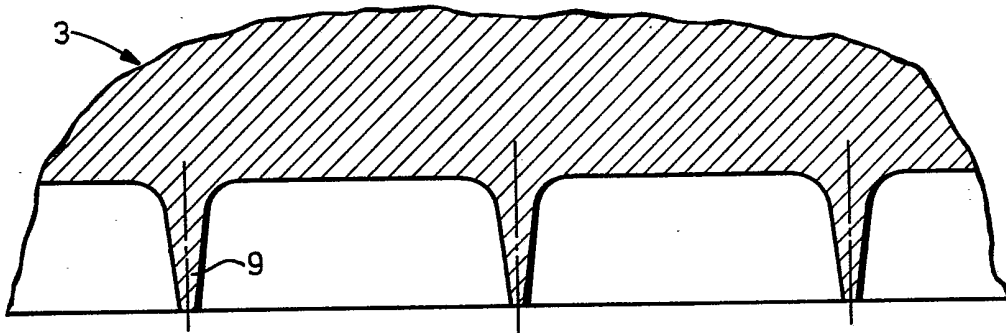


Fig. 4

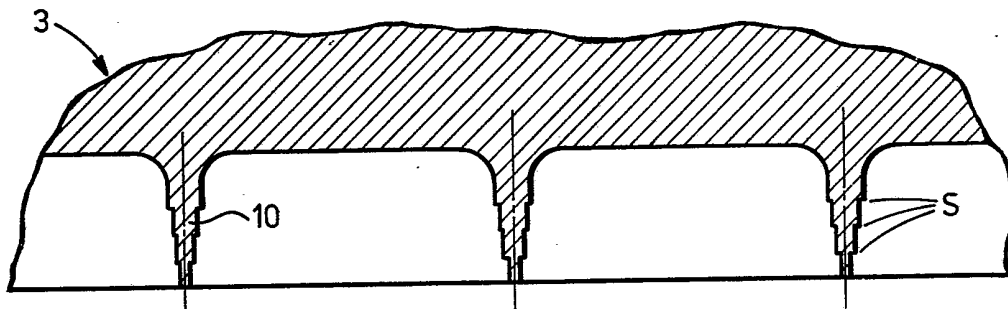
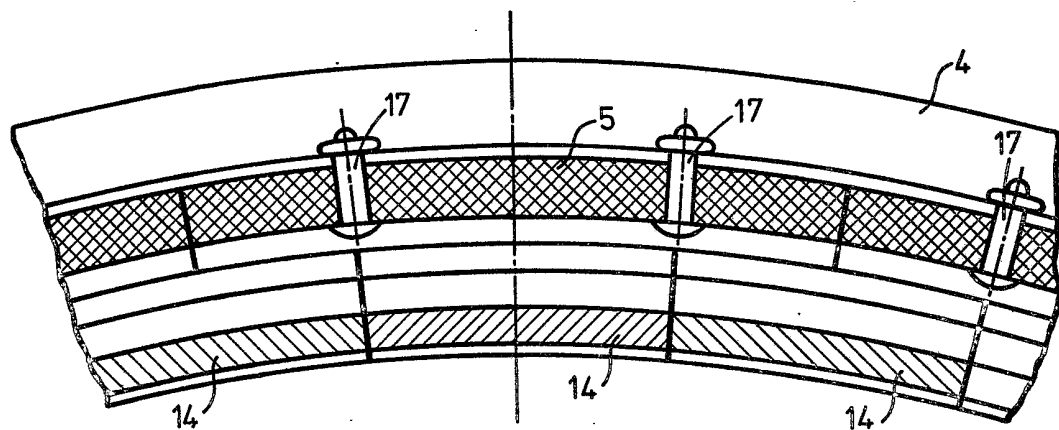
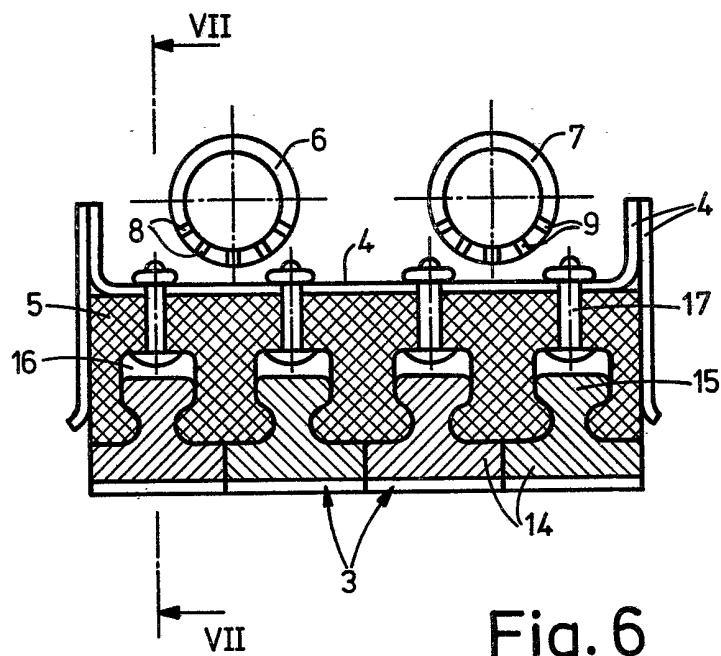


Fig. 5



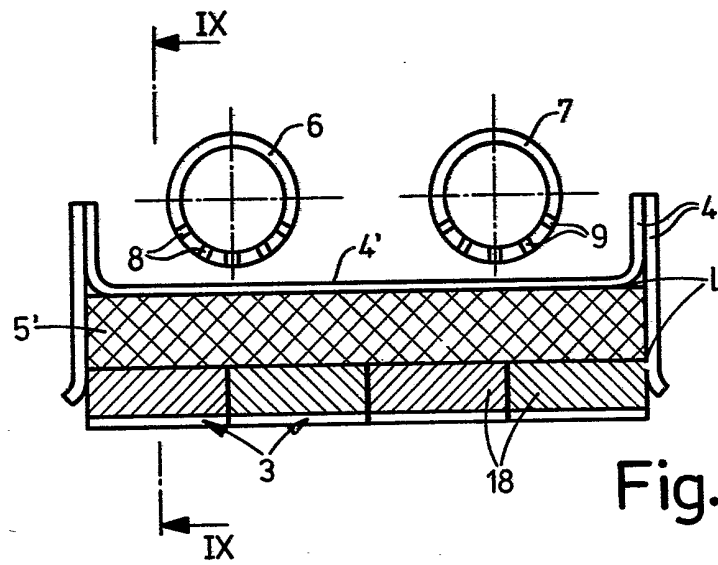


Fig. 8

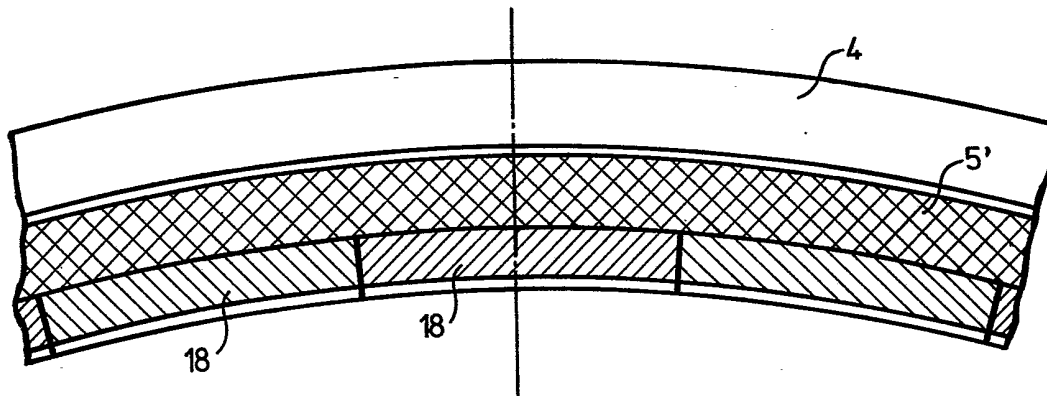


Fig. 9

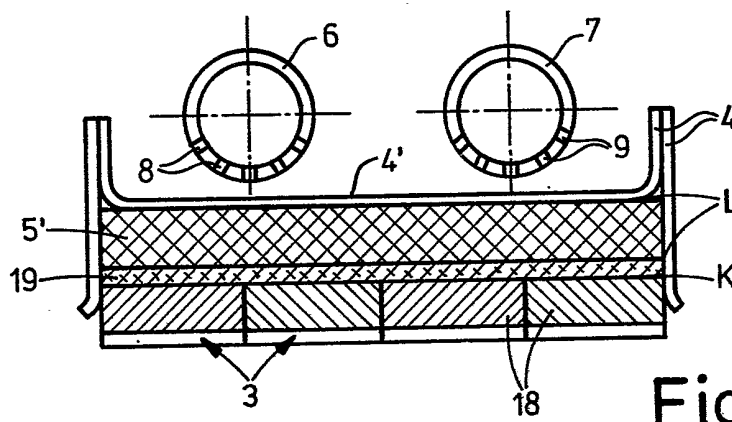


Fig. 10