

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) Numéro de publication: **0 475 329 A2**

(12)

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(21) Numéro de dépôt: **91115218.9**

(51) Int. Cl.⁵: **F01D 5/14, F04D 29/68**

(22) Date de dépôt: **09.09.91**

(30) Priorité: **13.09.90 FR 9011336**

(43) Date de publication de la demande:
18.03.92 Bulletin 92/12

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

(71) Demandeur: **GEC ALSTHOM SA**
38, avenue Kléber
F-75116 Paris(FR)

(72) Inventeur: **Vincent de Paul, Michel**
18 rue Lucas Championnière, Saint Leonard
F-63000 Senlis(FR)
Inventeur: **Detanne, François**
29 rue des Batignolles
F-75017 Paris(FR)

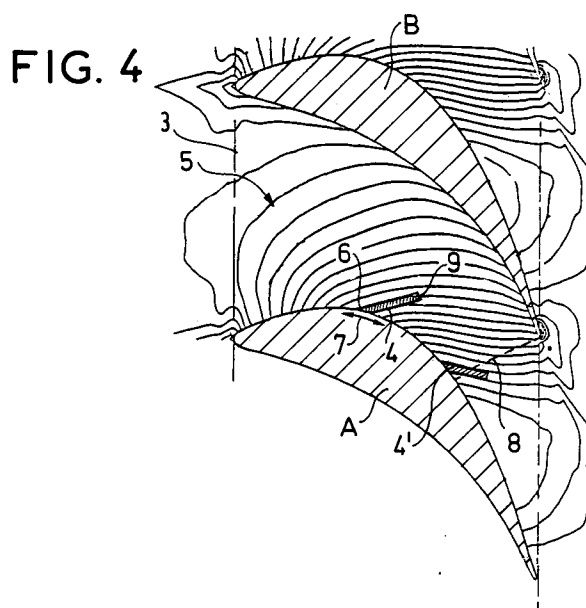
(74) Mandataire: **Weinmiller, Jürgen et al**
Lennéstrasse 9 Postfach 24
W-8133 Feldafing(DE)

(54) **Grilles d'aubes pour turbomachine munie de fentes d'aspiration.**

(57) Grille d'aubes pour turbomachine comportant des aubes (A, B) disposées entre un plancher et un plafond et dont le plancher et/ou le plafond est muni d'une fente d'aspiration (4, 4') au voisinage d'au moins certaines aubes (A) ladite fente (4, 4') ayant une première extrémité (6) située le long de l'extrados dans un domaine de l'aube (A) allant de la zone de courbure maximale (7) au col (8) du canal (3) entre cette aube (A) et l'aube voisine (B) caracté-

sée en ce que ladite fente (4, 4') est orientée selon une ligne isobare et à une longueur telle que la seconde extrémité (9) soit écartée de l'extrados de l'aube (A) d'une distance comprise entre le quart et la moitié de la largeur du col (8) du canal (3).
Turbomachine comportant cette grille d'aubes.

Diminution des pertes secondaires et amélioration du rendement.



La présente invention concerne une grille d'aubes pour turbomachine comportant des aubes disposées entre un plancher et un plafond et dont le plancher et/ou le plafond est muni d'une fente d'aspiration au voisinage d'au moins certaines aubes, ladite fente ayant une première extrémité située le long de l'extrados dans un domaine de l'aube allant de la zone de courbure maximale au col du canal entre cette aube et l'aube voisine.

Dans de telles grilles d'aubes on a disposé les fentes d'aspiration dans le plancher et/ou le plafond pour aspirer les couches limites le long du plancher et du plafond. En effet ces couches sont le siège de perturbations (voir par exemple l'article "Sur les pertes à l'extrémité des aubes de turbine" revue Brown, Boveri en français, novembre 1941, p.356 à 361 en particulier figures 2 et 3).

Or ces perturbations s'accompagnent de pertes importantes qui sont connues sous le nom de pertes secondaires qui affectent d'autant plus le rendement d'une grille d'aubes que le rapport entre la hauteur des aubes et la corde est faible.

Un exemple de grille d'aubes avec fentes d'aspiration est connu du document japonais JP-A- 52-54807 publié le 4 mai 1977.

Les fentes connues traversent le canal et partent de l'extrados d'une aube pour rejoindre l'intrados de l'aube voisine.

On a remarqué que de telles fentes n'apportent pas d'amélioration et avaient même pour effet d'augmenter les pertes.

Dans les grilles selon l'invention la fente permettant d'augmenter le rendement est orientée selon une ligne isobare et a une longueur telle que la seconde extrémité soit écartée de l'extrados de l'aube d'une distance comprise entre le quart et la moitié de la largeur du col du canal.

La pression le long de la fente est constante si bien que le fluide aspiré ne sera pas rejeté à un autre endroit de la fente comme dans les grilles connues.

L'invention concerne également une turbomachine comportant plusieurs étages constitués chacun d'une grille d'aubes fixes suivie d'une grille d'aubes mobiles, lesdites aubes d'une grille étant disposées entre un plancher et un plafond, le plafond des grilles étant muni d'une garniture d'étanchéité définissant plusieurs chambres avec la partie du rotor en regard, le plafond de la grille d'aubes fixes étant munie d'une fente d'aspiration au voisinage d'au moins certaines aubes, ladite fente ayant une première extrémité située le long de l'extrados dans un domaine allant de la zone de courbure maximale au col du canal entre cette aube et l'aube voisine caractérisée en ce que ladite fente est orientée selon une ligne isobare et a une longueur telle que la seconde extrémité soit écartée de l'extrados d'une distance comprise entre le

quart et la moitié de la largeur du col du canal, ladite fente étant reliée à un point à plus basse pression de la turbomachine.

Lorsque l'invention est appliquée à la grille fixe d'un étage la fente est reliée par un canal à une des chambres d'étanchéité située dans la partie aval de la garniture de la grille mobile de l'étage suivant.

Lorsque l'invention est appliquée à la grille mobile d'un étage, le plancher de la grille d'aubes mobiles est muni d'une fente d'aspiration au voisinage d'au moins certaines aubes, ladite fente ayant une première extrémité située le long de l'extrados dans un domaine allant de la zone de courbure maximale au col du canal entre cette aube et l'aube voisine, ladite fente étant orientée selon une ligne isobare et ayant une longueur telle que la seconde extrémité soit écartée de l'extrados d'une distance comprise entre le quart et la moitié de la largeur du col du canal, et en ce que ladite fente est reliée par un conduit traversant l'aube de bas en haut et débouchant en aval de la garniture d'étanchéité ou dans l'une des dernières chambres de cette garniture.

De préférence la seconde extrémité de la fente est écartée de l'extrados de l'aube correspondante d'une distance voisine du tiers de la largeur du col du canal correspondant.

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

- la figure 1 représente une coupe axiale d'une turbine classique,
- la figure 2 montre une fente d'aspiration dans une turbine connue,
- la figure 3 montre l'évolution des pertes suivant la distance à la paroi dans la turbine de la figure 2,
- la figure 4 montre la position de la fente d'aspiration selon notre invention dans une grille d'aubes fixes,
- la figure 5 montre l'évolution des pertes dans la configuration de la figure 4,
- la figure 6 montre la position de la fente suivant l'invention pour une grille d'aubes mobiles,
- la figure 7 représente une coupe axiale d'une turbine comprenant les grilles d'aubes selon l'invention,
- la figure 8 représente une coupe horizontale partielle de la turbine de la figure 7.

Sur la figure 1 on a représenté deux aubes A et B qui font partie d'une couronne et dont le pied est fixé sur un plancher 1 et la tête sur un plafond 2. Le plancher 1 et le plafond 2 sont habituellement des surfaces cylindriques ou tronconiques.

L'intrados de l'aube B, l'extrados de l'aube A, le plancher 1 et le plafond 2 définissent un canal 3

avec son col 8 passant par l'arête de sortie de l'aube B, ledit col 8 correspondant à la largeur minimale du canal.

Dans ce canal, loin des parois, l'écoulement se fait en suivant des filets sains tels que (h). Par contre, au contact du plafond et du plancher les filets de fluide sont orthogonaux aux isobares et suivent des directions représentés (l), (m) puis commencent à tourbillonner dès qu'ils ont heurté d'extrados de l'aube (A).

La figure 2 représente une disposition de fente 4 selon le brevet japonais 52-54807.

Cette fente 4 disposée dans le plancher et/ou le plafond a pour but d'aspirer une partie de la couche limite.

La figure 3 montre des mesures de la perte locale P suivant la distance (y) au plancher 1 ou au plafond 2 de la grille d'aubes. La courbe en trait plein (a) montre l'évolution de la perte pour une grille ne présentant pas d'aspiration dans le canal. Près de la paroi la perte est importante à cause de la couche limite qui se forme sur cette paroi. Elle diminue lorsqu'on s'éloigne de la paroi puis se met à croître à nouveau : ce sont les pertes dissipées dans le tourbillon de passage : puis la perte diminue à nouveau lorsqu'on s'éloigne encore de la paroi ; assez loin des parois la perte est simplement due aux couches limites qui se développent sur les aubes.

Les courbes (b) et (c) représentent ces mêmes évolutions de perte dans le cas d'une grille d'aubes présentant une fente d'aspiration comme représentée sur la figure 2. Lorsque le débit aspiré est faible de l'ordre de 0,5% du débit total passant dans la grille d'aubes la perte (courbe b) est très nettement augmentée. Lorsque le débit aspiré croît, la perte diminue (courbe c) mais pour un pourcentage de débit aspiré de 3% du débit principal, ce qui devient très important, la perte globale est encore supérieure à la perte dans la grille d'aubes sans aspiration.

La raison de ces mauvaises performances est à rechercher dans l'écoulement dans la fente d'aspiration. La pression n'est pas constante le long de la fente d'aspiration ; aussi à certains endroits de la fente, où la pression est la plus élevée, du fluide sera effectivement aspiré, mais il pourra être réinjecté dans la veine à un autre endroit de la fente où la pression est plus faible ; cette réinjection s'accompagnant, bien entendu, de pertes importantes.

La figure 4 présente deux positions extrêmes de la fente suivant l'invention. Dans le canal 3 formé par les deux aubes A et B on a tracé les lignes isobares 5 déduites d'un calcul de grille d'aubes bidimensionnel. Un tel calcul (accessible à tous les hommes de l'art qui s'occupent de turbomachines) permet de connaître les caractéristiques

de l'écoulement suffisamment loin des parois. Près des parois les caractéristiques de l'écoulement sont très différentes, en ce qui concerne le module et la direction des vitesses du fluide, mais on sait que les pressions statiques ne sont que fort peu modifiées par rapport aux pressions statiques dans une section éloignée des parois. La figure 4 montre deux positions extrêmes de la fente 4, 4'.

La fente d'aspiration 4, 4' est disposée au voisinage de l'aube A. Sa première extrémité 6 est située le long de l'extrados dans un domaine allant de la zone de courbure maximale 7 au col 8 du canal 3.

La fente 4, 4' est rectiligne et dirigée selon une ligne isobare. Sa seconde extrémité 9 est écartée d'un tiers de largeur minimale du canal 3 qui correspond à la largeur du col 8. La fente est limitée en longueur à sa partie utile près de l'extrados pour minimiser le débit aspiré.

La figure 5 montre (courbe d) les pertes mesurées P avec une aspiration par une fente 4 conforme à l'invention. On constate un gain important par rapport aux pertes mesurées en l'absence de tout dispositif d'aspiration (courbe a).

La figure 6 montre un autre cas d'application de l'invention a une grille d'aubes mobiles où les lignes isobares ont une forme assez différente de celle de la figure 4.

La figure 7 montre deux étages 10 de turbine, chacun étant constitué d'une grille d'aubes fixes 11 et d'une grille d'aubes mobiles 12. Cette figure permet de comprendre comment est réalisée l'aspiration. Pour les grilles fixes 11, la fente d'aspiration 4 est reliée par un canal 13 qui débouche par un orifice 14 dans une chambre de la garniture d'étanchéité 15 située au sommet de la grille mobile 12 de l'étage suivant. La détente importante dans les grille fixes permet d'obtenir la différence de pression nécessaire à l'aspiration.

Pour la grille mobile 12 ce procédé ne peut bien entendu être utilisé. Au sommet de ces aubes l'aspiration n'est guère possible. Par contre à la base il est possible de réaliser l'aspiration en utilisant l'effet centrifuge. On perce un conduit 16 radial (ou oblique) dans l'épaisseur de l'aube qui met en communication la fente 4, ménagée dans le plancher base du canal (rayon R1) avec la chambre 17 la plus en aval de la garniture d'étanchéité située au sommet (rayon R2). La communication entre la fente 4 et le conduit radial 16 se fait par une liaison 18 (voir figure 8).

C'est le travail de la force centrifuge $\frac{1}{2} \omega^2 (R_2^2 - R_1^2)$ où ω est la vitesse angulaire, qui crée la différence de pression propre à mettre le fluide en mouvement de la base au sommet.

Lorsque la différence de pression ainsi créée est trop importante compte-tenu du débit que l'on veut assurer, on peut faire déboucher le trou radial 16

dans l'avant dernière chambre 17' de la garniture d'étanchéité 15 de la grille mobile 12, ce qui permet de limiter le débit de fuite 19 passant par cette garniture, débit qui est soutiré du fluide qui sort des aubes fixes, et qui bien sûr ne produit pas de travail.

Le total du débit qui arrive dans la garniture par l'orifice 14 ou par le conduit 16 est inférieur ou égal au débit de fuite qui passerait normalement dans ces garnitures en l'absence de ces aspirations : la quasi-totalité du gain dû à l'amélioration des pertes secondaires est ainsi sauvegardé.

Revendications

1. Grille d'aubes pour turbomachine comportant des aubes (A, B) disposées entre un plancher (1) et un plafond (2) et dont le plancher (1) et/ou le plafond (2) est muni d'une fente d'aspiration (4, 4') au voisinage d'au moins certaines aubes (A), ladite fente (4, 4') ayant une première extrémité (6) située le long de l'extrados dans un domaine de l'aube (A) allant de la zone de courbure maximale (7) au col (8) du canal (3) entre cette aube (A) et l'aube voisine (B) caractérisée en ce que ladite fente (4, 4') est orientée selon une ligne isobare et a une longueur telle que la seconde extrémité (9) soit écartée de l'extrados de l'aube (A) d'une distance comprise entre le quart et la moitié de la largeur du col (8) du canal (3).

2. Turbomachine comportant plusieurs étages (10) constitués chacun d'une grille d'aubes fixes (11) munie d'une grille d'aubes mobiles (12), lesdites aubes d'une grille (11, 12) étant disposées entre un plancher (1) et un plafond (2), le plafond (2) des grilles d'aubes mobiles (12) étant muni d'une garniture d'étanchéité (15) définissant plusieurs chambres (17, 17') avec la partie du rotor en regard, le plafond (2) de la grille d'aubes fixes (11) étant munie d'une fente d'aspiration (4) au voisinage d'au moins certaines aubes, ladite fente (4) ayant une première extrémité (6) située le long de l'extrados dans un domaine allant de la zone de courbure maximale (7) au col (8) du canal (3) entre cette aube (A) et l'aube voisine (B) caractérisée en ce que ladite fente (4) est orientée selon une ligne isobare et une longueur telle que la seconde extrémité (9) soit écartée de l'extrados d'une distance comprise entre le quart et la moitié de la largeur du col (8) du canal (3), ladite fente (4) étant reliée à un point (14) à plus basse pression de la turbomachine.

3. Turbomachine selon la revendication 2, caracté-

térisée en ce que la fente (4) est reliée par un canal à une des chambres (17) d'étanchéité située dans la partie aval de la garniture (15) de la grille mobile (12) de l'étage suivant (10).

4. Turbomachine comportant plusieurs étages (10) constitués chacun d'une grille d'aubes fixes (11) suivie d'une grille d'aubes mobiles (12) lesdites aubes d'une grille (11, 12) étant disposées entre un plancher (1) et un plafond (2), le plafond (2) des grilles mobiles (12) étant muni d'une garniture d'étanchéité (15) définissant plusieurs chambres (17, 17') avec la partie du rotor en regard, caractérisée en ce que le plancher (1) des grilles d'aubes mobiles (12) est muni d'une fente d'aspiration (4) au voisinage d'au moins certaines aubes (A), ladite fente (4) ayant une première extrémité (6) située le long de l'extrados dans un domaine allant de la zone de courbure maximale (7) au col (8) du canal (3) entre cette aube (A) et l'aube voisine (B), ladite fente (4) étant orientée selon une ligne isobare et ayant une longueur telle que la seconde extrémité (9) soit écartée de l'extrados d'une distance comprise entre le quart et la moitié de la largeur du col (8) du canal (3), et en ce que ladite fente (4) est reliée par un conduit (16) traversant l'aube de bas en haut et débouchant en aval de la garniture d'étanchéité ou dans l'une des dernières chambres (17, 17') de cette garniture (15).

5. Grille d'aubes selon l'une des revendications précédentes, caractérisée en ce que la seconde extrémité (9) de la fente (4) est écartée de l'extrados de l'aube correspondante, d'une distance voisine du tiers de la largeur du col (8) du canal (3) correspondant.

FIG. 1

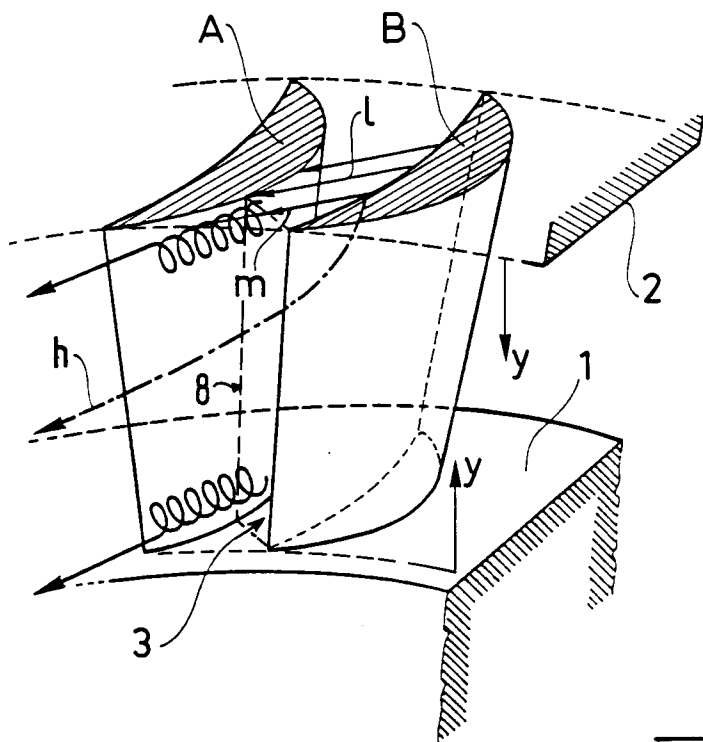


FIG. 2

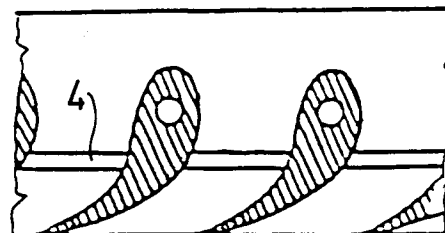


FIG. 3

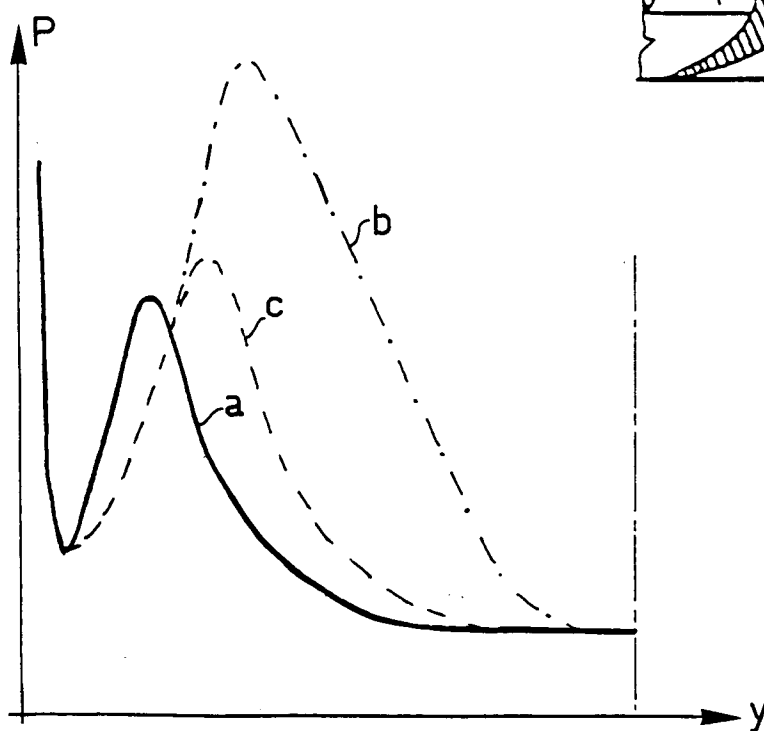


FIG. 4

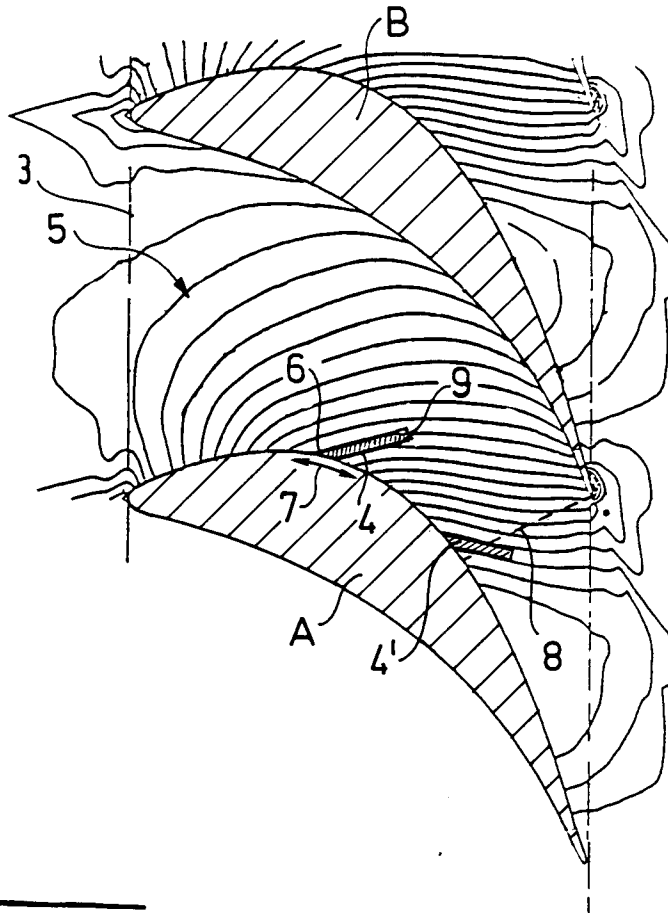


FIG. 5

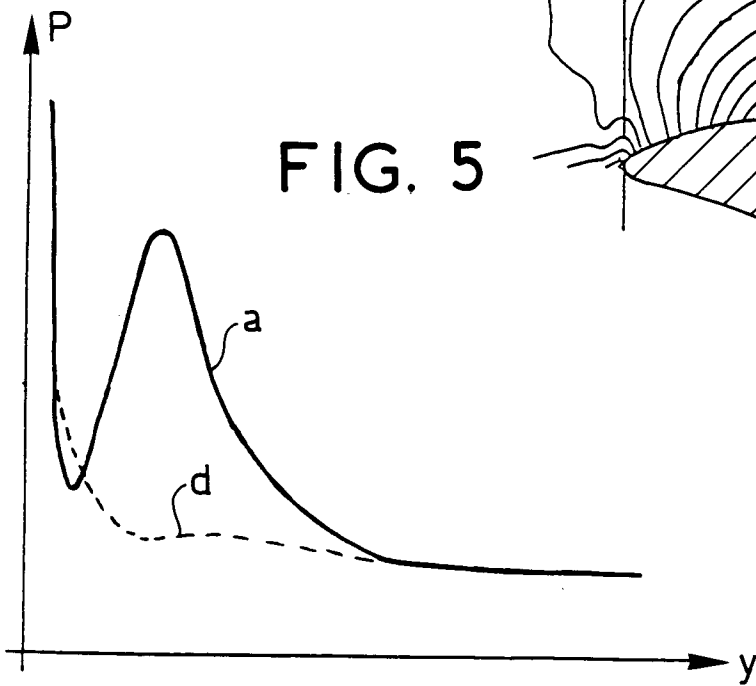


FIG. 6

