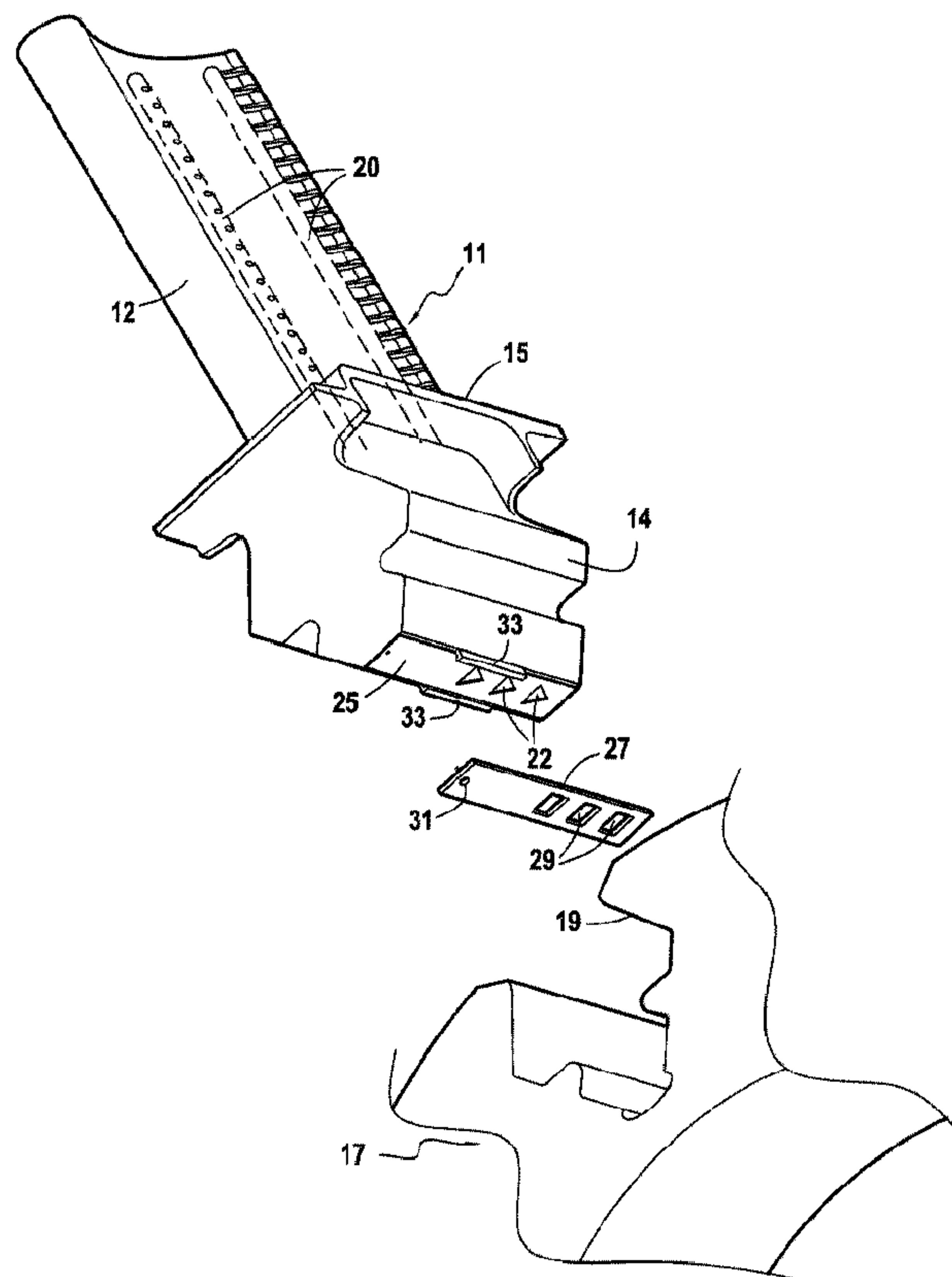




(86) Date de dépôt PCT/PCT Filing Date: 2009/10/16
(87) Date publication PCT/PCT Publication Date: 2010/04/29
(45) Date de délivrance/Issue Date: 2016/11/15
(85) Entrée phase nationale/National Entry: 2011/04/13
(86) N° demande PCT/PCT Application No.: FR 2009/051975
(87) N° publication PCT/PCT Publication No.: 2010/046584
(30) Priorité/Priority: 2008/10/22 (FR0857154)

(51) Cl.Int./Int.Cl. *F01D 5/08* (2006.01),
G05D 23/02 (2006.01), *F01D 5/30* (2006.01)
(72) Inventeurs/Inventors:
GROHENS, REGIS, FR;
ROYAN, RENAUD GABRIEL CONSTANT, FR
(73) Propriétaire/Owner:
SNECMA, FR
(74) Agent: GOUDREAU GAGE DUBUC

(54) Titre : AUBE DE TURBINE EQUIPEE DE MOYENS DE REGLAGE DE SON DEBIT DE FLUIDE DE
REFROIDISSEMENT
(54) Title: TURBINE BLADE EQUIPPED WITH MEANS OF ADJUSTING ITS COOLING FLUID FLOW RATE



(57) Abrégé/Abstract:

Aube de turbine refroidie par circulation interne, automatiquement variable, de fluide de refroidissement. L'aube comporte des orifices (22) situés sous le pied d'aube (14) par lesquels le fluide de refroidissement pénètre et une plaquette de réglage (27) munis de trous (29) situés en regard des orifices, la plaquette de réglage ayant un coefficient de dilatation différent de celui du pied d'aube.

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la Propriété
Intellectuelle
Bureau international



(10) Numéro de publication internationale
WO 2010/046584 A1

(43) Date de la publication internationale
29 avril 2010 (29.04.2010)

(51) Classification internationale des brevets :
F01D 5/08 (2006.01) *F01D 5/30* (2006.01)
G05D 23/02 (2006.01)

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/FR2009/051975

(22) Date de dépôt international :
16 octobre 2009 (16.10.2009)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
0857154 22 octobre 2008 (22.10.2008) FR

(71) Déposant (pour tous les États désignés sauf US) :
SNECMA [FR/FR]; 2 boulevard du Général Martial
Valin, F-75015 Paris (FR).

(72) Inventeurs; et

(75) Inventeurs/Déposants (pour US seulement) :
GROHENS, Régis [FR/FR]; 7 rue Jean-Baptiste Lully,
F-77220 Tournan En Brie (FR). ROYAN, Renaud
Gabriel Constant [FR/FR]; 4 rue du Maréchal de Lattre
de Tassigny, F-94370 Sucy En Brie (FR).

(74) Mandataires : BARBIN LE BOURHIS, Joël et al.;
Cabinet BEAU DE LOMENIE, 158 rue de l'Université,
F-75340 Paris Cedex 07 (FR).

(81) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de protection nationale disponible) : AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de protection régionale disponible) : ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), européen (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Publiée :

— avec rapport de recherche internationale (Art. 21(3))

(54) Title : TURBINE BLADE EQUIPPED WITH MEANS OF ADJUSTING ITS COOLING FLUID FLOW RATE

(54) Titre : AUBE DE TURBINE EQUIPEE DE MOYENS DE REGLAGE DE SON DEBIT DE FLUIDE DE REFROIDISSEMENT.

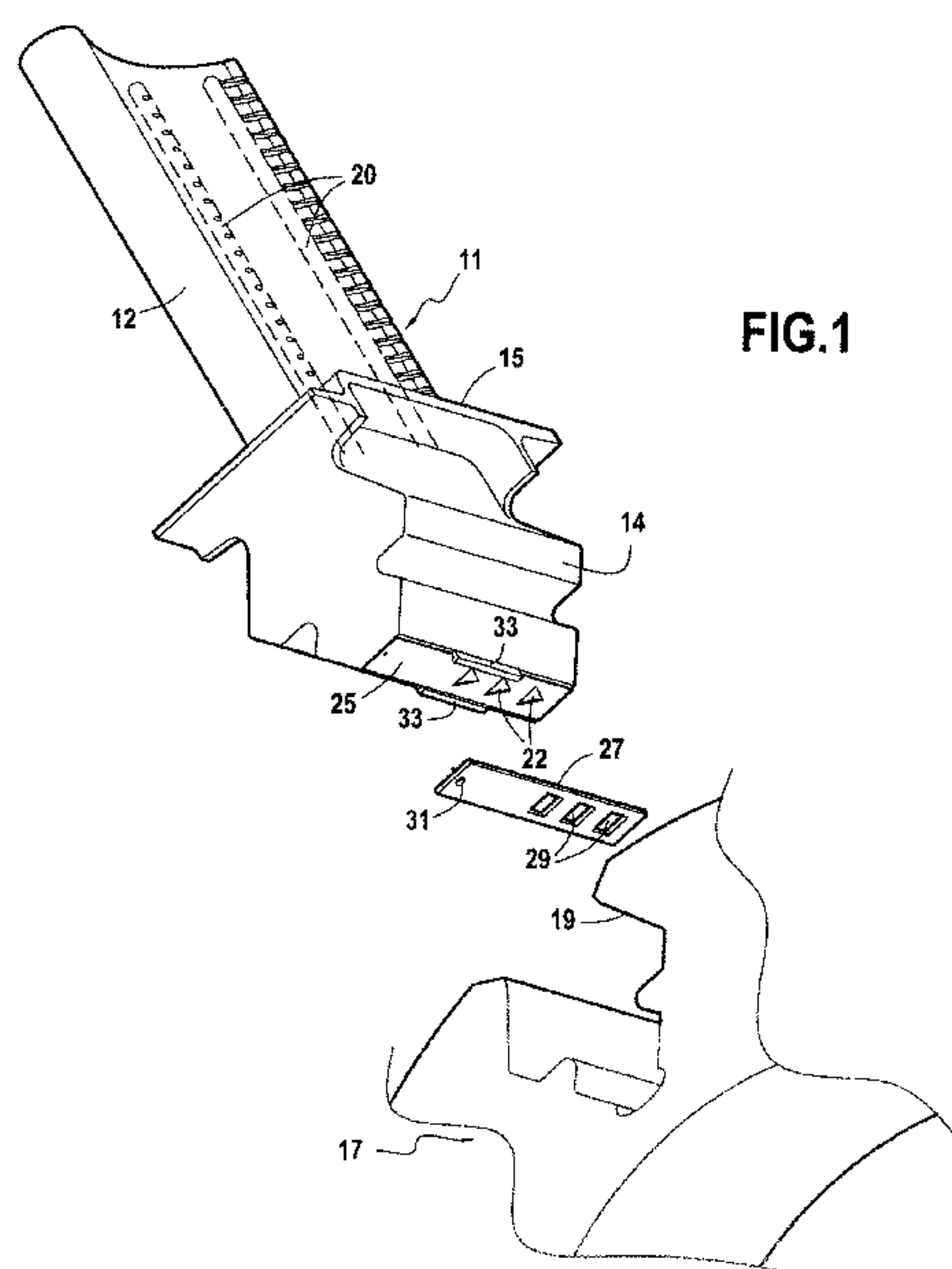


FIG.1

(57) Abstract : Turbine blade that is cooled by automatically variable internal circulation of coolant. The blade comprises orifices (22) situated under the blade root (14) and via which the coolant enters, and an adjusting plate (27) with holes (29) which are situated facing the orifices, the adjusting plate having a different coefficient of expansion from that of the blade root.

(57) Abrégé : Aube de turbine refroidie par circulation interne, automatiquement variable, de fluide de refroidissement. L'aube comporte des orifices (22) situés sous le pied d'aube (14) par lesquels le fluide de refroidissement pénètre et une plaquette de réglage (27) munis de trous (29) situés en regard des orifices, la plaquette de réglage ayant un coefficient de dilatation différent de celui du pied d'aube.

**Aube de turbine équipée de moyens de réglage de son débit de
fluide de refroidissement**

L'invention se rapporte à une aube de turbine refroidie par
5 circulation interne d'un fluide de refroidissement tel que de l'air. Elle
concerne plus particulièrement un perfectionnement permettant un
réglage automatique, passif, c'est-à-dire non commandé, du débit de
fluide de refroidissement des aubes d'une roue de rotor haute pression
10 dans un turboréacteur d'avion, la variation du débit de fluide de
refroidissement étant fonction du régime de fonctionnement du
turboréacteur.

Dans un turboréacteur d'avion, les aubes mobiles de la turbine
haute pression sont situées juste en sortie de la chambre de combustion.
Elles sont soumises à des températures très élevées. Il est donc
15 nécessaire de les refroidir en permanence. On procède généralement par
circulation interne d'un fluide de refroidissement, typiquement de l'air
prélevé à la sortie du compresseur haute pression.

On rappelle qu'une telle turbine haute pression comporte un
disque muni d'alvéoles à sa périphérie extérieure, chaque alvéole recevant
20 un pied d'aube. L'aube est ainsi rattachée au disque par la liaison de
forme définie entre l'alvéole et ledit pied d'aube.

Chaque aube comprend des cavités alimentées en fluide de
refroidissement. Ainsi, l'air provenant du compresseur haute pression
pénètre par quelques perçages ménagés sous le pied d'aube, traverse les
25 cavités et ressort par de multiples orifices répartis sur la surface de l'aube.
L'air de refroidissement prélevé au niveau du compresseur haute pression
est injecté dans les alvéoles du disque pour pouvoir pénétrer dans les
aubes.

Etant donné que cet air de refroidissement est prélevé sur le
30 débit du compresseur haute pression et qu'il ne participe pas à la
combustion dans la chambre de combustion, il est important de minimiser
son débit pour augmenter la performance du réacteur et donc diminuer sa
consommation spécifique.

L'invention résulte de l'analyse suivante.

Les plus fortes températures sont atteintes au décollage et pendant la phase de montée. C'est donc pendant ces phases que l'endommagement des aubes est le plus grand.

On est donc amené à tenir compte d'une température maximum admissible au décollage permettant de garantir une durée de vie prescrite des aubes. Cette température détermine un certain débit d'air de refroidissement.

En revanche, la phase de croisière est la plus longue et la température des aubes est plus faible, d'une centaine de degrés environ.

Il serait donc avantageux de réduire le débit d'air de refroidissement pendant cette phase, ce qui se traduirait par une augmentation de la température des aubes, tolérable en régime de croisière. Cependant, le nouveau débit d'air de refroidissement ainsi calculé serait pratiquement le même au décollage et se traduirait par une augmentation correspondante de la température des aubes au décollage, abrégeant considérablement la durée de vie de celles-ci. On estime qu'une augmentation de 20 degrés de cette température au décollage et pendant la phase de montée, serait responsable d'une réduction de moitié de la durée de vie.

L'idée de base de l'invention consiste à ne réduire le débit d'air de refroidissement (comparé aux valeurs déterminées selon les règles en vigueur) que pour le régime de croisière, tout en faisant appel à un réglage "passif" du débit, non commandé, entièrement piloté par les différences de températures de l'aube entre sa température en régime de croisière et sa température aux autres régimes, notamment pendant le décollage.

Plus précisément, l'invention concerne donc une aube de turbine refroidie par circulation interne de fluide de refroidissement entrant par des orifices situés sous un pied d'aube, caractérisée en ce qu'elle comporte une plaquette de réglage munie de trous situés en regard desdits orifices, en ce que cette plaquette de réglage est constituée d'un matériau à coefficient de dilatation différent de celui qui constitue le pied d'aube et en ce qu'elle est montée sous ledit pied d'aube avec guidage longitudinal et selon un mode de fixation conservant la possibilité d'un déplacement relatif entre les trous de la plaquette de réglage et les

orifices du pied d'aube en sorte que la section de passage de fluide augmente avec la température.

L'aube en question peut être une aube mobile de rotor de turbine, notamment une aube de rotor de turbine haute pression dans un
5 turboréacteur d'avion.

Selon un mode de réalisation avantageux, la plaquette de réglage est en céramique, à faible coefficient de dilatation comparé à celui du pied d'aube.

De façon connue en soi, le pied d'aube comporte, à sa partie
10 inférieure, une plaquette de calibrage métallique dans laquelle sont définis les orifices précités. Ces orifices sont donc en correspondance partielle avec les trous de ladite plaquette de réglage. La plaquette métallique est par exemple soudée sous le pied d'aube.

Avantageusement, ladite plaquette de réglage est fixée à une
15 seule de ses extrémités audit pied d'aube, ce qui préserve la libre dilatation du pied d'aube par rapport à la plaquette.

Selon un mode de réalisation, la plaquette est engagée dans un guide rectiligne solidaire du pied d'aube, pour empêcher la rotation de la plaquette par rapport au pied d'aube.

Pour mieux exploiter l'amplitude de la variation de longueur du
20 pied d'aube (c'est-à-dire de la plaquette de calibrage), les orifices situés sous le pied d'aube peuvent avoir une forme triangulaire.

Selon une autre caractéristique avantageuse, les trous de la plaquette de réglage peuvent avoir une forme carrée ou rectangulaire.

L'invention concerne aussi une turbine comportant un disque et
25 des aubes rattachées à la périphérie de ce disque, chaque aube étant conforme à la définition qui précède.

L'invention sera mieux comprise et d'autres avantages de celle-ci apparaîtront mieux à la lumière de la description qui va suivre, donnée
30 uniquement à titre d'exemples et faite en référence aux dessins annexés, dans lesquels :

- la figure 1 représente en perspective éclatée, une aube conforme à l'invention et une partie d'un disque de rotor ;

- la figure 2 est une vue schématique de dessous du pied d'aube
35 au décollage ;

- la figure 3 est une vue schématique partielle de dessous, du pied d'aube, illustrant la variation de débit.

On a représenté une aube mobile de turbine 11 composée d'une pale 12 et d'un pied d'aube 14. La pale est séparée du pied d'aube par une plateforme 15. Une roue de turbine est constituée d'un disque 17 et d'une pluralité de telles aubes. Le disque 17 comporte, à sa périphérie, des alvéoles 19. Chaque alvéole a un profil correspondant à celui d'un pied d'aube 14 en sorte que chaque aube est rattachée au disque par la liaison de forme définie entre l'alvéole et le pied d'aube. Les plateformes 15 reconstituent la paroi interne de la veine d'écoulement des gaz chauds éjectés de la chambre de combustion du turboréacteur. Cet agencement est connu et ne sera pas décrit plus en détail. On sait aussi qu'il est nécessaire de refroidir les aubes puisque cette turbine est entraînée par l'écoulement des gaz chauds. Pour ce faire, chaque aube est creuse et comprend des cavités 20 alimentées par des orifices 22, calibrés, situés sous le pied d'aube. Une circulation interne de fluide de refroidissement est ainsi entretenue dans chaque aube. Plus précisément, de l'air est prélevé au niveau d'un compresseur haute pression normalement chargé d'alimenter en comburant la chambre de combustion. Cet air est canalisé vers les alvéoles 19 du disque 17, il pénètre par les orifices 22 situés sous les pieds d'aube, s'écoule dans les cavités internes 20 et est évacué par de multiples orifices débouchant à la surface de la pale 12.

Pour le calibrage du débit d'air, une plaquette de calibrage 25, métallique, est fixée, généralement brasée, à la face interne du pied d'aube 14. Cette plaquette de calibrage 25, sous forme d'une languette rectangulaire étroite comporte un certain nombre de perçages définissant les orifices 22. Les coefficients de dilatation du pied d'aube 14 et de la plaquette 25 sont identiques en sorte que l'ensemble se dilate en fonction de la température. Cette dilatation est mise à profit, dans le cadre de l'invention, pour faire varier le débit d'air de refroidissement.

Plus particulièrement, une plaquette de réglage 27 constituée d'un matériau à coefficient de dilatation différent de celui qui constitue le pied d'aube 14 et la plaquette de calibrage 25, est munie de trous 29 situés en regard des orifices 22 de la plaquette de calibrage. La plaquette de réglage 27 a une forme générale rectangulaire étroite, comparable à celle de la plaquette de calibrage.

Ladite plaquette de réglage 27 est montée sous le pied d'aube, ici en regard et au contact de la plaquette de calibrage 22, avec un guidage longitudinal (obtenu ici par un guide rectiligne 33) et selon un mode de fixation préservant la possibilité d'un déplacement relatif entre
5 les trous 29 de la plaquette de réglage et les orifices 22 du pied d'aube (ici de la plaquette de calibrage) en sorte que la section de passage de fluide augmente avec une augmentation de température.

Plus précisément, la plaquette de réglage 27 est en matériau céramique ou composite avec un coefficient de dilatation très faible
10 comparé à celui du pied d'aube et de la plaquette de calibrage, métalliques.

Les orifices d'entrée 22 définis sous le pied d'aube sont en correspondance avec les trous 29 de la plaquette de réglage 27. Cette plaquette de réglage est fixée à une seule de ses extrémités audit pied
15 d'aube par un élément d'ancrage 31. La plaquette de réglage 27 est maintenue dans le guide rectiligne 33 solidaire du pied d'aube 14 ou de la plaquette de calibrage 25. Elle est appliquée contre la plaquette de calibrage par la force centrifuge.

De cette façon, au décollage, l'aube mobile 11 qui est
20 naturellement portée à une température plus élevée est amenée à se dilater dans son ensemble. Au niveau du pied d'aube 14, on observe une variation de la correspondance entre les orifices 22 de la plaquette de calibrage et les trous 29 de la plaquette de réglage 27, puisque cette dernière ne s'allonge pratiquement pas. Comme le montre la figure 2,
25 cette variation relative se traduit par une section d'entrée disponible maximum pour l'air de refroidissement, au décollage. Il suffit de calibrer cette section pour que la température au décollage plafonne à une valeur garantissant une durée de vie prescrite de l'aube. En revanche, en régime de croisière, la contraction du pied d'aube résultant d'un abaissement de
30 température de l'aube se traduit par une diminution de la section d'alimentation de l'air de refroidissement (figure 3) et par conséquent par un prélèvement moindre du débit d'air sur le compresseur. Il en résulte une augmentation du rendement global du turboréacteur, en régime de croisière. Si on ne diminue le débit que pendant le régime de croisière, la
35 durée de vie des aubes n'est diminuée que d'une faible valeur, de l'ordre de 15 %. Ceci peut être facilement compensé en augmentant légèrement

le débit pendant la phase décollage-montée. En définitive, on préserve la durée de vie prescrite des aubes tout en augmentant les performances du turboréacteur, en réduisant la consommation spécifique de celui-ci en régime de croisière.

- 5 Pour optimiser la variation de débit en fonction des différences de dilatation entre le pied d'aube et la plaquette de réglage, on a donné une forme triangulaire aux perçages de la plaquette de calibrage et une forme carrée ou rectangulaire aux trous de la plaquette de réglage.

- 10 Selon l'exemple, chaque orifice 22 a une surface de 3,5 mm². En regard de chaque orifice de la plaquette de calibrage, se trouve un trou 29 carré ou rectangulaire de la plaquette de réglage. Le bord de ce trou se trouve en coïncidence avec le côté transversal du triangle pour une température du pied d'aube au décollage de 580°C.

- 15 Après le décollage, le pied d'aube se rétracte, ce qui provoque une obturation partielle de l'orifice triangulaire au voisinage de sa base transversale. Lorsque le turboréacteur est en régime de croisière, la température est ramenée à 450°C. La contraction du pied d'aube vue par la plaquette céramique est de 0,025 mm. Il en résulte une diminution de la section de 2,8 %. La réduction du débit consommé par l'aube mobile en
20 régime de croisière est proportionnelle à cette réduction de surface.

REVENDICATIONS

1. Aube de turbine refroidie par circulation interne de fluide de refroidissement entrant par des orifices situés sous un pied d'aube, caractérisée en ce qu'elle comporte une plaquette de réglage munie de trous situés en regard desdits orifices, en ce que cette plaquette de réglage est constituée d'un matériau à coefficient de dilatation différent de celui qui constitue le pied d'aube et en ce qu'elle est montée sous ledit pied d'aube avec guidage longitudinal et selon un mode de fixation conservant la possibilité d'un déplacement relatif entre les trous de la plaquette de réglage et les orifices du pied d'aube en sorte que la section de passage de fluide augmente avec la température.

2. Aube de turbine selon la revendication 1, caractérisée en ce que cette aube est mobile.

3. Aube de turbine selon la revendication 1 ou 2, caractérisée en ce que ladite plaquette de réglage est en d'un matériau à coefficient de dilatation inférieur à celui qui constitue le pied d'aube.

4. Aube de turbine selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisée en ce que ladite plaquette de réglage est en matériau céramique, à faible coefficient de dilatation comparé à celui dudit pied d'aube.

5. Aube de turbine selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisée en ce que ladite plaquette de réglage est en matériau composite, à faible coefficient de dilatation comparé à celui dudit pied d'aube.

6. Aube de turbine selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisée en ce que ledit pied d'aube comporte à sa partie inférieure une plaquette de calibrage métallique dans laquelle sont définis les orifices précités, en correspondance avec les trous de ladite plaquette de réglage.

7. Aube de turbine selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisée en ce que ladite plaquette de réglage est fixée à une seule de ses extrémités audit pied d'aube.

8. Aube de turbine selon la revendication 7, caractérisée en ce que ladite plaquette est engagée dans un guide rectiligne solidaire dudit pied d'aube ou de la plaquette de calibrage.

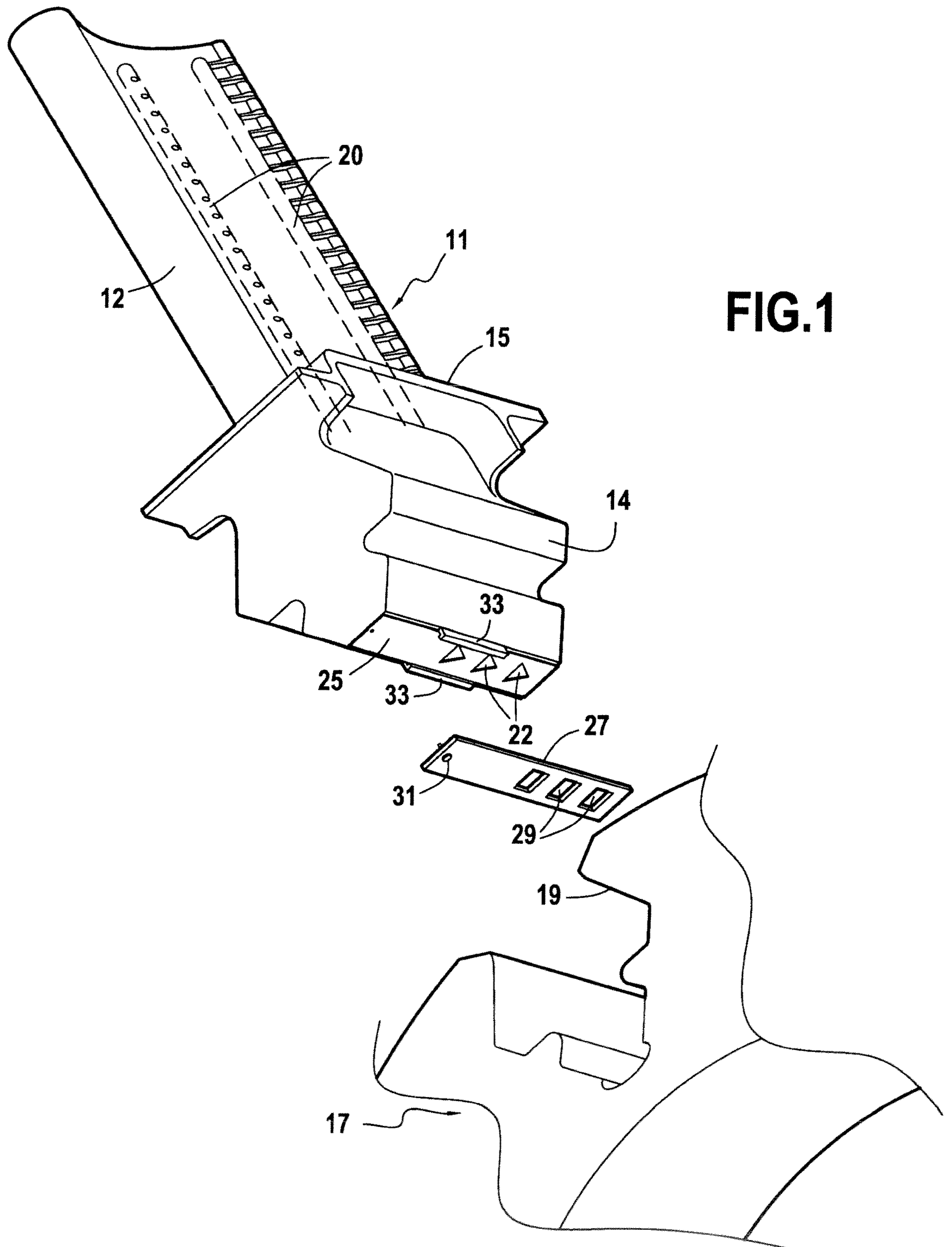
9. Aube de turbine selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, caractérisée en ce que les orifices situés sous le pied d'aube ont une forme triangulaire.

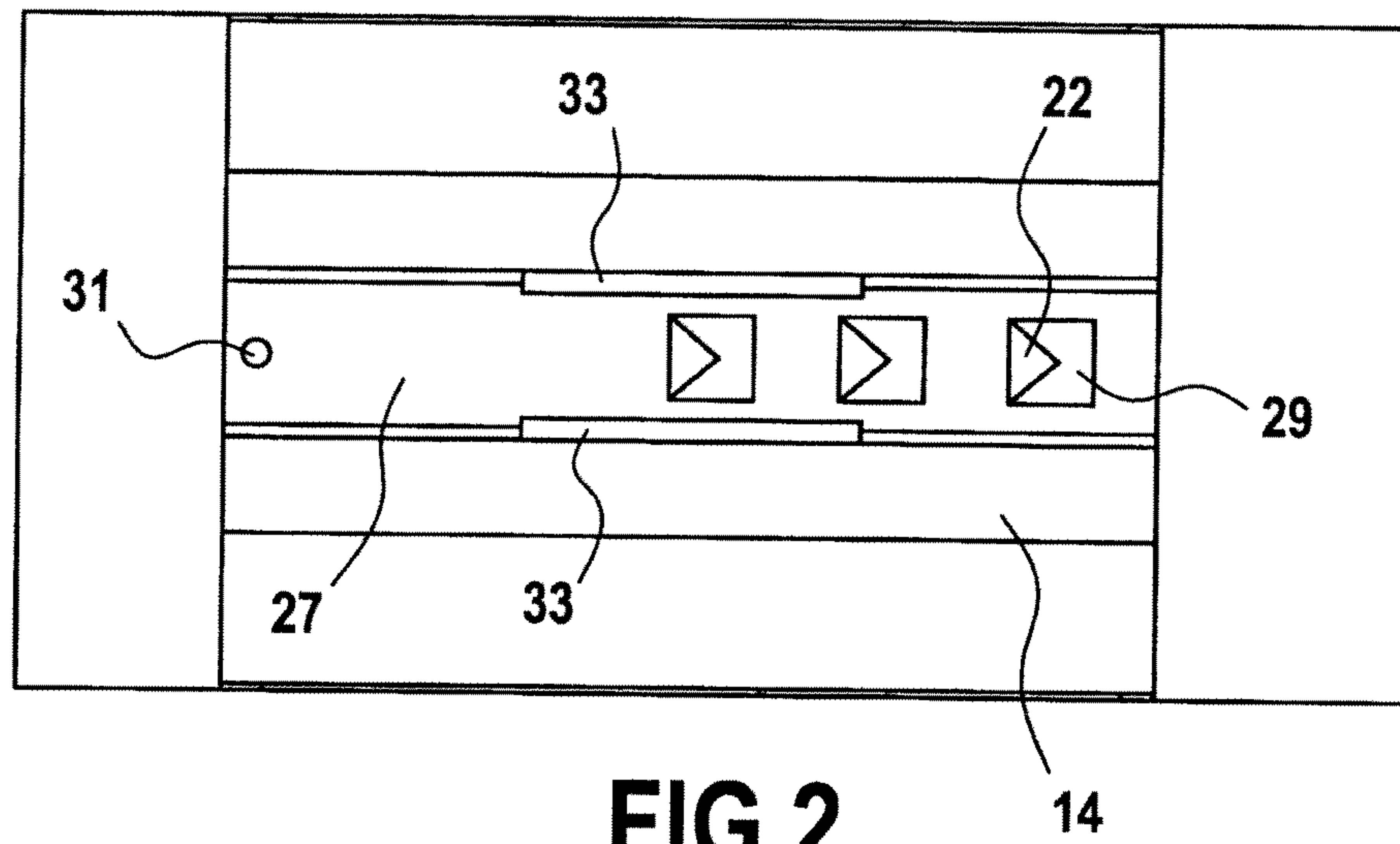
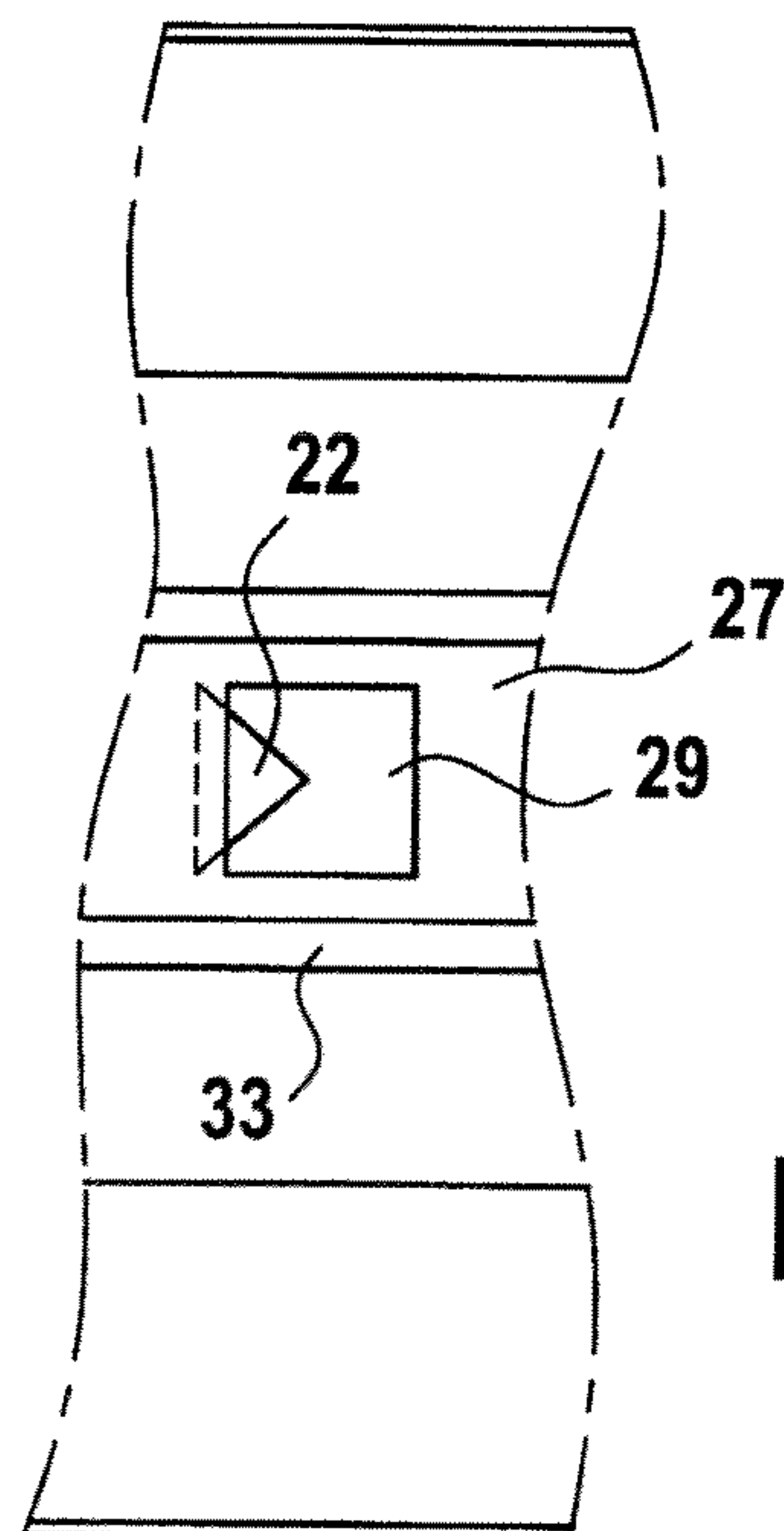
5 10. Aube de turbine selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, caractérisée en ce que les trous de la plaquette de réglage ont une forme carrée ou rectangulaire.

10 11. Turbine comportant un disque et des aubes, le disque étant muni d'alvéoles à sa périphérie recevant chacune un pied d'aube, de l'air étant canalisée vers lesdites alvéoles, caractérisée en ce que chaque aube est conforme à l'une quelconque des revendications 1 à 10.

12. Turbine selon la revendication 11, caractérisée en ce qu'il s'agit d'une turbine haute pression d'un turboréacteur d'avion.

1/2



2/2**FIG.2****FIG.3**

