



(12)

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(43) Date de publication:
03.05.2006 Bulletin 2006/18

(51) Int Cl.:
F01D 5/18 (2006.01)

(21) Numéro de dépôt: 05292209.3

(22) Date de dépôt: 20.10.2005

(84) Etats contractants désignés:
AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HU IE IS IT LI LT LU LV MC NL PL PT RO SE SI
SK TR
Etats d'extension désignés:
AL BA HR MK YU

(72) Inventeurs:
• Boury, Jacques
77720 Saint Ouen en Brie (FR)
• Judet, Maurice
77190 Dammarie les Lys (FR)

(30) Priorité: 27.10.2004 FR 0411436

(74) Mandataire: Ramey, Daniel et al
Ernest Gutmann - Yves Plasseraud S.A.S.
3, rue Auber
75009 Paris (FR)

(71) Demandeur: SNECMA
75015 Paris (FR)

(54) Aube de rotor d'une turbine à gaz

(57) Aube de rotor (10) d'une turbine à gaz, en particulier de turboréacteur, comprenant une pale, une plateforme (20) raccordant la pale à un pied d'aube (22) et comportant au moins un raidisseur (26) s'étendant sous la partie aval de la plateforme (20), et des moyens de refroidissement de l'aube (10) par circulation d'un fluide de refroidissement dans des conduits (34) formés dans la pale, et dans une cavité (50) formée dans le raidisseur (26) sensiblement au droit du bord de fuite (18) de la pale et comportant des orifices de sortie (58) orientés vers l'aval.

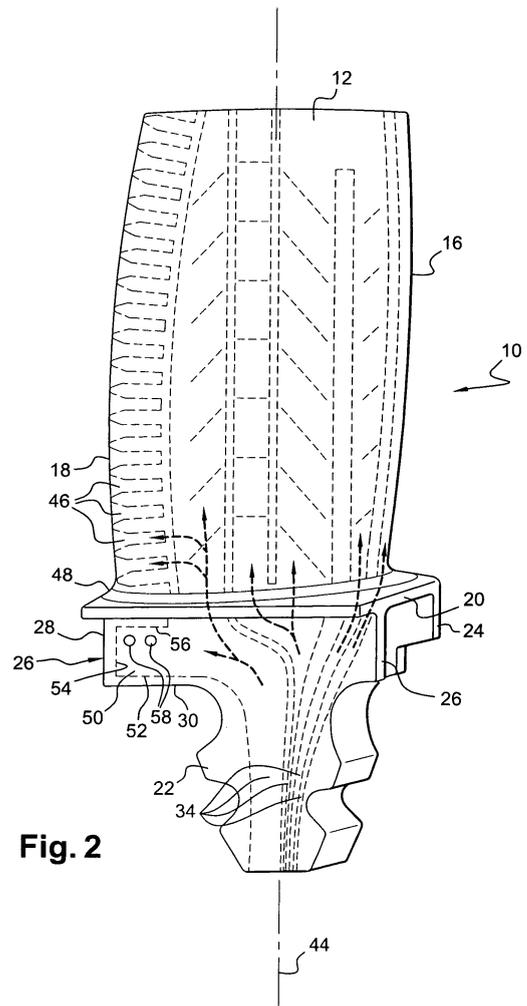


Fig. 2

Description

[0001] La présente invention concerne une aube de rotor d'une turbine à gaz, en particulier d'une turbine haute-pression de turboréacteur.

[0002] De façon connue, une aube de rotor d'une turbine à gaz comprend une pale formée avec un extradados ou surface extérieure convexe et avec un intrados ou surface intérieure concave, reliés à leurs extrémités amont par un bord d'attaque et à leurs extrémités aval par un bord de fuite des gaz. La pale est raccordée par une plateforme à un pied d'aube du type en queue d'aronde, en sapin ou analogue, destiné à être inséré dans une cavité correspondante d'un disque de rotor de la turbine à gaz. Au moins un voile de renfort appelé « raidisseur » est formé à l'extrémité aval de la plateforme du côté opposé à la pale et s'étend transversalement en étant raccordé au pied d'aube.

[0003] L'aube comprend également des moyens de refroidissement par circulation d'un fluide tel que l'air dans des conduits formés de fonderie à l'intérieur de la pale et du pied d'aube. L'air de refroidissement sort notamment par des fentes d'évacuation qui débouchent vers l'aval le long du bord de fuite et qui sont orientées de façon sensiblement perpendiculaire à l'axe longitudinal de l'aube et parallèle à la plateforme.

[0004] La zone de raccordement du bord de fuite à la plateforme se trouve entre une fente d'évacuation d'air de refroidissement et le raidisseur, dont la partie radialement interne est refroidie par contact avec l'air de refroidissement. Cette zone de raccordement, en contact avec les gaz chauds passant dans la turbine, est soumise à des contraintes thermiques intenses qui provoquent la formation de criques susceptibles de détruire l'aube et aussi la turbine.

[0005] On a déjà proposé de refroidir cette zone de raccordement par un écoulement d'air sortant par des orifices formés dans la plateforme et débouchant sur l'extrados mais cette solution n'est pas mécaniquement satisfaisante.

[0006] L'invention a notamment pour but d'apporter une solution simple, économique et efficace à ce problème.

[0007] Elle a pour objet une aube du type précité dans laquelle on refroidit la zone de raccordement entre le bord de fuite et la plateforme par limitation du gradient thermique entre cette zone de raccordement et le raidisseur.

[0008] Elle propose à cet effet une aube de rotor d'une turbine à gaz, en particulier de turboréacteur, comprenant une pale, une plateforme raccordant la pale à un pied d'aube et au moins un raidisseur formé par un voile plan s'étendant depuis la plateforme du côté opposé à la pale et passant sous un bord de fuite de la pale, et des conduits de circulation d'un fluide de refroidissement formés dans la pale et dans le pied d'aube, caractérisée en ce qu'elle comprend également des moyens de refroidissement formés dans une partie du raidisseur adjacen-

te à la plateforme et située sensiblement dans l'alignement du bord de fuite de la pale.

[0009] Avantageusement, ces moyens de refroidissement comprennent une cavité formée dans le raidisseur et raccordée à un conduit d'alimentation passant dans le pied d'aube et à au moins un orifice de sortie de fluide de refroidissement débouchant vers l'aval sous la plateforme.

[0010] La cavité de refroidissement formée dans le raidisseur sensiblement au droit du bord de fuite permet de refroidir la matière située entre cette cavité et le raccordement du bord de fuite à la plateforme. Cela se traduit par une réduction sensible du gradient thermique entre ce raccordement et le raidisseur et par une réduction concomitante des risques de formation de criques au raccordement du bord de fuite à la plateforme.

[0011] Le ou les orifices de sortie de la cavité sont avantagement sensiblement parallèles au bord de fuite. Ils permettent une sortie du fluide de refroidissement circulant dans la cavité du raidisseur sans perturber l'écoulement des gaz quittant l'aube.

[0012] La cavité du raidisseur est réalisable de fonderie avec les conduits de circulation du fluide de refroidissement et les orifices de sortie de la cavité sont également obtenus de fonderie quand ils ont un diamètre supérieur ou égal à environ 0,6 millimètre, ou sont réalisés par perçage laser ou par électroérosion quand ils ont un diamètre plus faible.

[0013] Pour faciliter la formation de cette cavité par fonderie, on peut donner au raidisseur une épaisseur légèrement supérieure à celle normalement prévue, l'augmentation de masse due à cette augmentation d'épaisseur étant compensée par la formation de la cavité.

[0014] L'invention propose également une turbine de turboréacteur, caractérisée en ce qu'elle comprend une pluralité d'aubes du type précité dont les raidisseurs sont formés avec des cavités de refroidissement sensiblement au droit des bords de fuite des aubes.

[0015] L'invention concerne encore un turboréacteur, caractérisé en ce qu'il comprend une turbine telle que décrite ci-dessus.

[0016] D'autres avantages et caractéristiques de l'invention apparaîtront à la lecture de la description suivante faite à titre d'exemple non limitatif et en référence aux dessins annexés dans lesquels :

- la figure 1 est une vue schématique en perspective d'une aube de turbine selon l'invention, vue du côté amont ;
- la figure 2 est une vue schématique en perspective de l'aube de turbine de la figure 1, vue du côté aval.

[0017] En figures 1 et 2 est représentée une aube 10 d'un étage haute-pression d'une turbine à gaz, en particulier d'un turboréacteur. Cette aube 10 comprend une pale formée avec un extradados 12 ou surface extérieure convexe et avec un intrados 14 ou surface intérieure concave qui sont reliés à leurs extrémités amont par un bord

d'attaque 16 et à leurs extrémités aval par un bord 18 de fuite des gaz qui s'écoulent dans la turbine.

[0018] La pale est reliée par une plateforme transversale 20 sensiblement rectangulaire à un pied d'aube 22 au moyen duquel l'aube 10 est montée sur un disque (non représenté) du rotor de la turbine à gaz, par emmanchement de ce pied 22 dans une cavité de forme correspondante de la périphérie du disque de rotor. Grâce à cet emmanchement mâle / femelle, qui est du type en sapin dans l'exemple représenté, l'aube 10 est retenue radialement sur le disque de rotor. D'autres moyens sont prévus pour bloquer axialement le pied 22 de l'aube 10 dans la cavité du disque. Chaque disque de rotor comprend une pluralité d'aubes 10 réparties régulièrement sur sa périphérie externe.

[0019] La plateforme 20 est également reliée au pied d'aube 22 par des voiles de renfort appelés raidisseurs 24, 26 qui s'étendent du côté opposé à la pale aux extrémités amont et aval de la plateforme 20, respectivement, de façon sensiblement perpendiculaire à la plateforme 20 et transversalement ou en direction circonférentielle par rapport à l'axe de rotation lorsque l'aube 10 est montée sur un disque de rotor.

[0020] Le raidisseur aval 26 s'étend sous la jonction entre le bord de fuite 18 et la plateforme 20 et est relié au pied d'aube 22. Son bord latéral 28 sensiblement perpendiculaire à la plateforme 10 relie son bord radialement interne 30 à un bord latéral de la plateforme 20 au niveau de la jonction entre le bord de fuite 18 et la plateforme 20.

[0021] Les raidisseurs amont et aval 24, 26 rigidifient la plateforme 20 et l'empêchent de fléchir vers l'extérieur autour d'un axe parallèle à l'axe de rotation, et délimitent entre eux un logement d'une chemise d'étanchéité (non représentée) qui est agencée sous la plateforme 20 et qui s'étend entre cette aube 10 et une aube adjacente du disque de rotor.

[0022] Ces chemises d'étanchéité empêchent le passage de gaz ou d'air depuis la partie interne de la turbine radialement vers l'extérieur entre les plates-formes 20 des aubes adjacentes, et inversement empêchent le passage de gaz ou d'air depuis l'extérieur vers la partie interne de la turbine entre les plates-formes 20 des aubes adjacentes.

[0023] L'air de la partie interne s'engage dans des orifices 32 de la face d'extrémité du pied d'aube 22 et circule dans des conduits d'alimentation 34 formés dans le pied d'aube 22 et se prolongeant dans la pale de l'aube 10, comme indiqué par des lignes en pointillés en figure 2, ces conduits étant sensiblement parallèles à l'axe longitudinal 44 de l'aube 10 et servant au refroidissement de celle-ci. La circulation de l'air dans les conduits d'alimentation est schématiquement représentée par des flèches en pointillés.

[0024] Le canal 34 situé à proximité du bord de fuite 18 de l'aube 10 alimente des fentes 46 d'évacuation d'air, représentées en figure 1 et délimitées en figure 2 par des lignes en pointillés, formées sur une partie de l'intrados 14 proche du bord de fuite 18 et orientées de façon sen-

siblement perpendiculaire à l'axe longitudinal 44 de l'aube 10 et parallèle à la plateforme 20.

[0025] En fonctionnement, l'air de refroidissement sortant par les fentes 46 du bord de fuite 18 ne peut refroidir le raccordement 48 entre le bord de fuite 18 et la plateforme 20, qui est en contact avec les gaz chauds et est soumis à des contraintes thermiques importantes. L'invention prévoit de réduire ces contraintes par réduction du gradient thermique vertical entre le raidisseur aval 26 et le raccordement 48 du bord de fuite 18 à la plateforme 20. Pour cela, une cavité 50 est formée dans le raidisseur 26, sensiblement au droit du bord de fuite 18, et commune avec un conduit 34 d'alimentation en air de refroidissement et avec des moyens de sortie de l'air de refroidissement.

[0026] Dans l'exemple de réalisation des figures 1 et 2, la cavité 50 a une forme sensiblement parallélépipédique avec un bord interne 52 à proximité du bord interne 30 du raidisseur 26 et sensiblement parallèle à celui-ci, un bord latéral 54 à proximité du bord latéral 28 du raidisseur 26 et sensiblement parallèle à celui-ci, et un bord externe 56 sensiblement adjacent à la plateforme 20. La cavité 50 est reliée directement au conduit 34 d'alimentation des fentes d'évacuation 46 en air de refroidissement.

[0027] La cavité 50 est reliée à l'extérieur par un ou plusieurs orifices 58 débouchant vers l'aval sous la plateforme, qui permettent d'assurer une circulation continue d'air à l'intérieur de la cavité 50 et de refroidir la matière située entre cette cavité 50 et le raccordement 48 du bord de fuite 18 à la plateforme 20. La circulation de l'air dans la cavité 50 et sa sortie par les orifices 58 réalise un transfert et une évacuation de chaleur à partir de la matière entre la cavité 50 et le raccordement 48 du bord de fuite 18, et refroidit ce raccordement 48 par conduction.

[0028] Ces orifices 58 peuvent être de formes et de dimensions quelconques. Ils peuvent être formés sur la face aval du raidisseur 26.

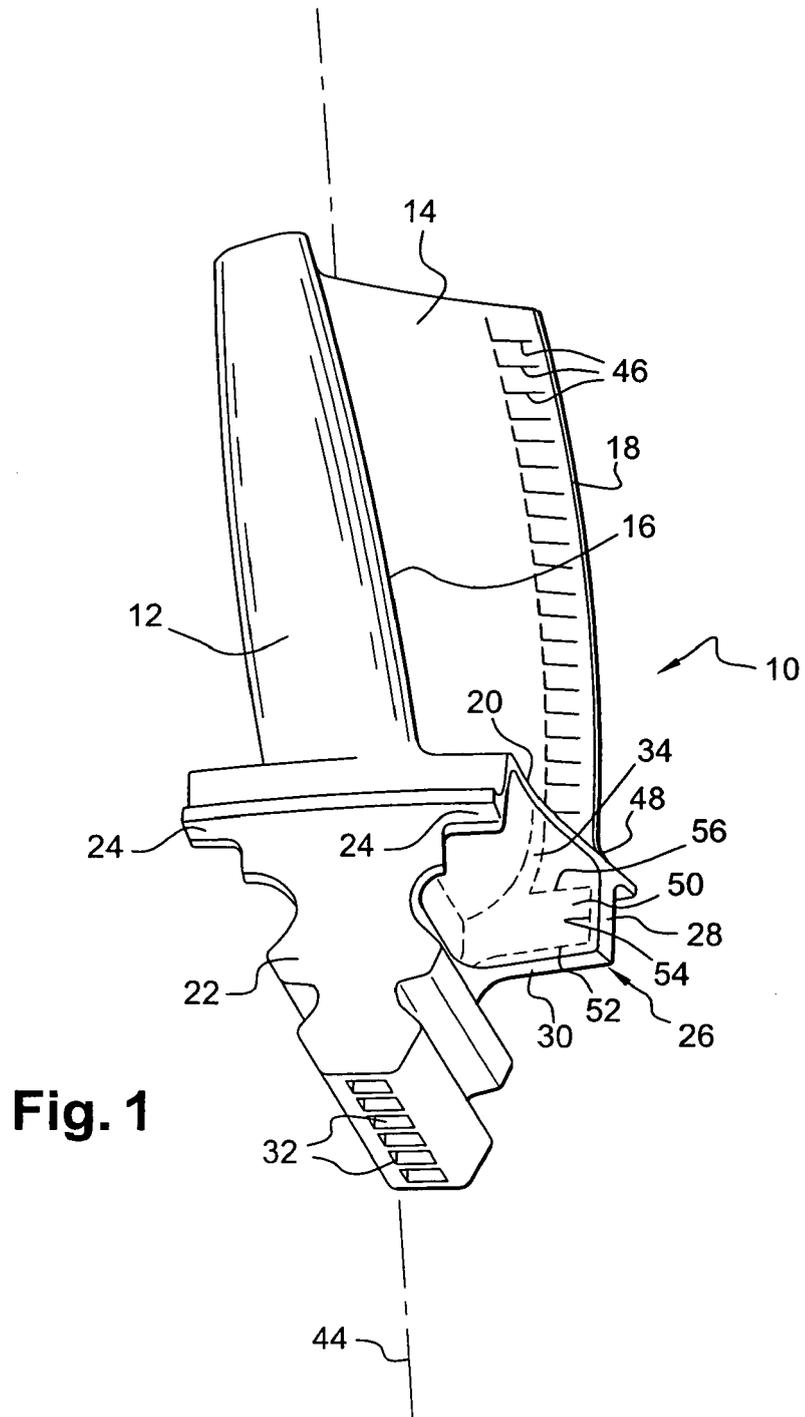
[0029] Typiquement, pour une aube de turbine haute-pression d'environ 50 millimètres de hauteur, la cavité 50 a une longueur de 5 à 6 millimètres environ en dimension transversale ou circonférentielle, une hauteur de 3 millimètres environ le long de l'axe 44 de l'aube, et une épaisseur de 1 millimètre ou moins, par exemple de 0,8 millimètre environ, le long de l'axe de rotation.

[0030] Cette cavité 50 est réalisée avantageusement de fonderie. Afin de ne pas fragiliser le raidisseur aval 26 de l'aube 10, l'épaisseur de celui-ci peut être augmentée, l'augmentation de masse due à cette augmentation d'épaisseur étant compensée par la formation de la cavité 50.

[0031] Les orifices 58 sont réalisés de fonderie, par perçage laser ou par électroérosion, les techniques de perçage laser et de l'électroérosion étant substituées à la fonderie pour la réalisation d'orifices de diamètre inférieur à 0,6 millimètre environ.

Revendications

1. Aube de rotor (10) d'une turbine à gaz, en particulier de turboréacteur, comprenant une pale, une plateforme (20) raccordant la pale à un pied d'aube (22) et au moins un raidisseur (26) formé par un voile plan s'étendant depuis la plateforme (20) du côté opposé à la pale et passant sous un bord de fuite (18) de la pale, et des conduits (34) de circulation d'un fluide de refroidissement formés dans la pale et dans le pied d'aube (22), **caractérisée en ce qu'elle** comprend également des moyens de refroidissement formés dans une partie du raidisseur (26) adjacente à la plateforme (20) et située sensiblement dans l'alignement du bord de fuite (18) de la pale. 5
10
15
2. Aube selon la revendication 1, **caractérisée en ce que** lesdits moyens de refroidissement comprennent une cavité (50) formée dans le raidisseur (26) et raccordée à un conduit d'alimentation (34) formé dans le pied d'aube (22) et à au moins un orifice (58) de sortie de fluide de refroidissement débouchant vers l'aval sous la plateforme (22). 20
3. Aube selon la revendication 2, **caractérisée en ce que** le ou les orifices de sortie (58) de la cavité (50) sont orientés sensiblement parallèlement au bord de fuite (18) de la pale. 25
4. Aube selon la revendication 2 ou 3, **caractérisée en ce que**, dans le cas d'une aube (10) d'étage haute-pression, la cavité (50) du raidisseur (26) a des dimensions de quelques millimètres le long de l'axe (44) de l'aube et dans une direction perpendiculaire à cet axe et à l'axe de rotation de la turbine, et de l'ordre d'un millimètre ou moins dans une direction perpendiculaire aux deux axes précités. 30
35
5. Aube selon l'une des revendications 2 à 4, **caractérisée en ce que** la cavité (50) du raidisseur (26) est réalisée de fonderie. 40
6. Aube selon l'une des revendications 2 à 5, **caractérisée en ce que** le ou les orifices de sortie (58) de la cavité (50) sont réalisés de fonderie ou par perçage laser ou par électroérosion. 45
7. Turbine de turboréacteur, **caractérisée en ce qu'elle** comprend une pluralité d'aubes (10) selon l'une des revendications précédentes. 50
8. Turboréacteur, **caractérisé en ce qu'il** comprend une turbine selon la revendication 7. 55



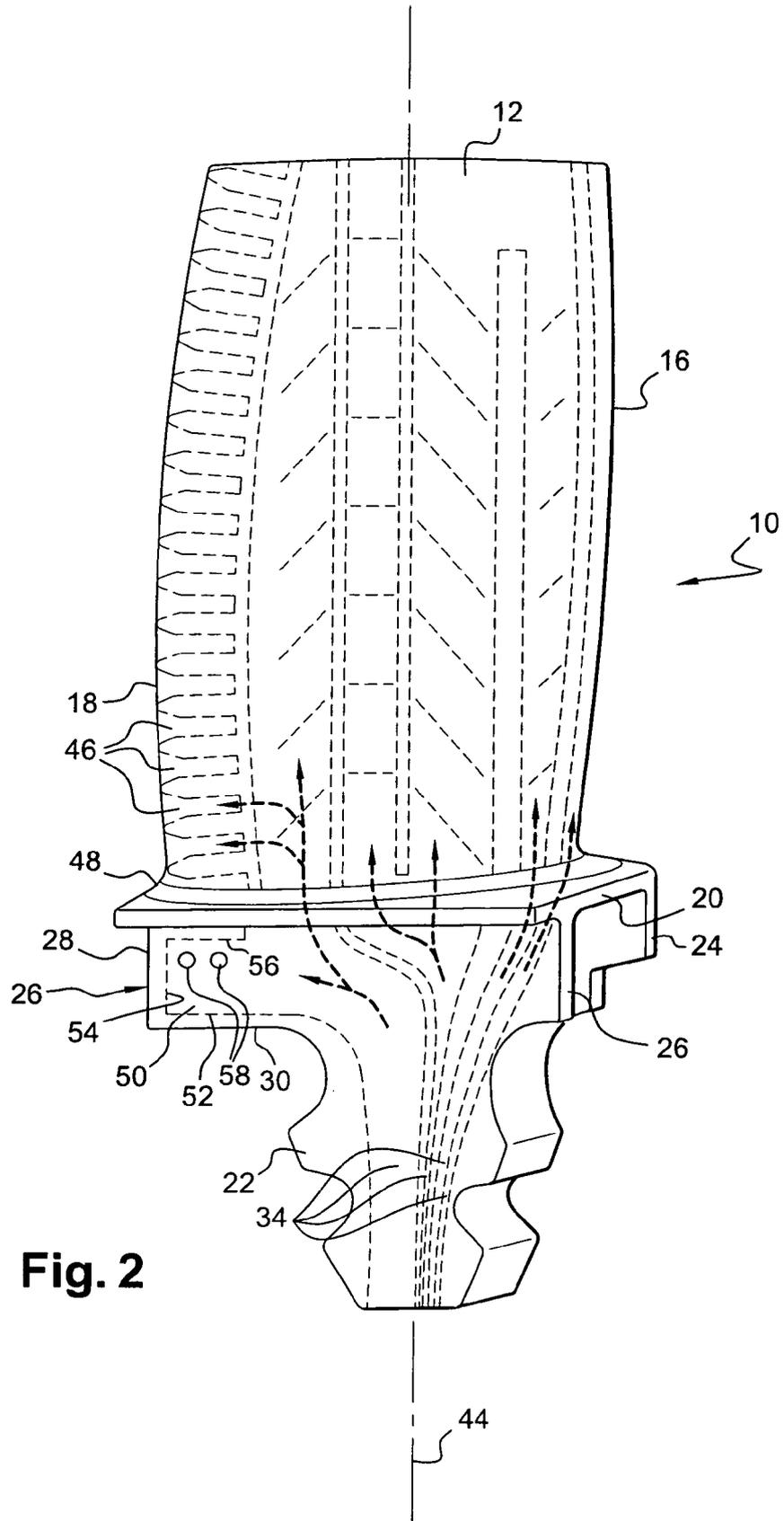


Fig. 2