

12

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22 Date de dépôt : 22.03.21.

30 Priorité :

43 Date de mise à la disposition du public de la
demande : 23.09.22 Bulletin 22/38.

56 Liste des documents cités dans le rapport de
recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du
présent fascicule*

60 Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

○ Demande(s) d'extension :

71 Demandeur(s) : SAFRAN AIRCRAFT ENGINES
Société par actions simplifiée — FR.

72 Inventeur(s) : TANG Ba-Phuc, BASSERY Josserand
Jacques André, JUGE Samuel Laurent Noël Mathieu,
OSTAU DE LA FOND André, AMAR Léo, BARATON
Yann François Louis, ELIASSON Nils et MERRIEN
Morgan.

73 Titulaire(s) : SAFRAN AIRCRAFT ENGINES Société
par actions simplifiée.

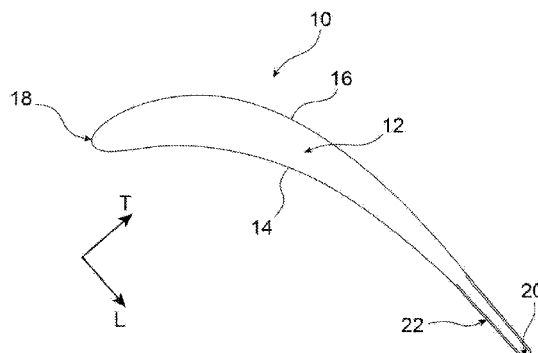
74 Mandataire(s) : BREVALEX.

54 Aube de turbomachine comportant un bord de fuite renforcé.

57 L'invention concerne une aube mobile (10) de rotor de
turbomachine s'étendant selon une direction principale ra-
diale et selon une direction longitudinale, comportant une
pale (12) délimitée par :

- une face d'intrados (14) située d'un premier côté trans-
versal de la pale (12);
- une face d'extrados (16) située d'un deuxième côté
transversal de la pale (12);
- un bord d'attaque (18) d'orientation principale radiale,
situé à une extrémité longitudinale amont de la pale (12); et
- un bord de fuite (20) d'orientation principale radiale, si-
tué à une extrémité longitudinale aval de la pale (12),
dans laquelle l'aube mobile (10) est réalisée en un al-
liage de titane
caractérisée en ce qu'elle comporte une couche de ma-
térial de revêtement (22) qui recouvre en partie chacune de
la face d'intrados (14) et de la face d'extrados (16) et qui re-
couvre aussi le bord de fuite (20).

Figure pour l'abrégé : figure 1



Description

Titre de l'invention : Aube de turbomachine comportant un bord de fuite renforcé

Domaine technique

- [0001] L'invention concerne une aube de turbomachine comportant un bord de fuite renforcé.
- [0002] L'invention concerne plus particulièrement une aube mobile de turbomachine destinée à résister à des impacts sur son bord de fuite.

ÉTAT DE LA TECHNIQUE ANTÉRIEURE

- [0003] Actuellement, une aube mobile de turbomachine est réalisée par taille dans la masse à partir d'un barreau en alliage de titane, avec une forme optimisée pour être compatible avec tous les types d'usinages à disposition.
- [0004] Cependant, l'alliage de titane communément utilisé est l'aluminium de titane, ou TIAL, et c'est un matériau fragile très peu tolérant aux impacts d'objets. En effet, lors du fonctionnement de la turbomachine, des objets peuvent être expulsés par les gaz chauds et viennent impacter l'aube mobile.
- [0005] Des criques et autres peuvent se former alors dans l'aube mobile, la fragilisant. En conséquence, l'aube mobile doit être remplacée, ce qui résulte en une dépose moteur non prévue et une augmentation du coût d'utilisation de la turbomachine.
- [0006] L'invention a pour but de proposer une aube mobile dont le bord de fuite est renforcé afin de limiter l'effet de ces impacts.

Exposé de l'invention

- [0007] L'invention propose une aube mobile de rotor de turbomachine s'étendant selon une direction principale radiale et selon une direction longitudinale, comportant une pale délimitée par :
- [0008] - une face d'intrados située d'un premier côté transversal de la pale ;
 - [0009] - une face d'extrados située d'un deuxième côté transversal de la pale ;
 - [0010] - un bord d'attaque d'orientation principale radiale, situé à une extrémité longitudinale amont de la pale ; et
 - [0011] - un bord de fuite d'orientation principale radiale, situé à une extrémité longitudinale aval de la pale,
- [0012] dans laquelle l'aube mobile est réalisée en un alliage de titane,
- [0013] caractérisée en ce qu'elle comporte une couche de matériau de revêtement qui recouvre en partie chacune de la face d'intrados et de la face d'extrados et qui recouvre aussi le bord de fuite.
- [0014] La présence d'une couche de matériau de revêtement sur le bord de fuite permet de

renforcer celui-ci et ainsi de limiter les risques d'apparition de défauts. La durée de vie de l'aube mobile s'en retrouve augmentée.

- [0015] De préférence, chacune de la face d'intrados et de la face d'extrados comporte un renforcement formé en retrait dans le sens de l'épaisseur de la pale qui s'étend depuis le bord de fuite en direction du bord d'attaque et dans lequel la couche de matériau de revêtement est déposée.
- [0016] De préférence, chaque renforcement s'étend sur toute la longueur radiale de la pale.
- [0017] De préférence, la couche de matériau de revêtement est réalisée à partir d'une céramique, de préférence une zircone yttrée.
- [0018] De préférence, l'épaisseur de la couche de matériau de revêtement est égale à la profondeur des renforcements.
- [0019] De préférence, la longueur du renforcement de la face d'intrados, selon la direction longitudinale, est sensiblement égale à la longueur du renforcement de la face d'extrados.
- [0020] De préférence, les renforcements sont réalisés par usinage classique ou au moyen d'électrode de forme.
- [0021] L'invention propose aussi une turbomachine d'aéronef comportant un rotor portant au moins une aube mobile selon l'invention, dont la pale s'étend radialement par rapport à un axe principal du rotor.
- [0022] De préférence, l'aube mobile est une aube de turbine basse pression de la turbomachine.

Brève description des dessins

- [0023] [Fig.1] est une section d'une aube mobile selon l'invention, prise selon un plan radial.
- [0024] [Fig.2] est un détail à plus grande échelle de l'aube mobile représentée à la [Fig.1], montrant le bord de fuite et la couche de matériau de revêtement.

EXPOSÉ DÉTAILLÉ DES MODES DE REALISATIONS

- [0025] On a représenté à la [Fig.1] une section transversale une aube mobile 10 de turbomachine. Cette section est prise selon un plan perpendiculaire à une direction principale radiale de l'aube mobile 10.
- [0026] Lorsque l'aube mobile 10 est montée sur un rotor de la turbomachine, l'axe principal radial de l'aube mobile 10 est orienté perpendiculairement à l'axe du rotor.
- [0027] L'aube mobile 10 est de préférence une aube de turbine basse pression et elle possède un profil aérodynamique conçu pour optimiser son interaction avec les gaz chauds produits dans une chambre de combustion de la turbomachine.
- [0028] L'aube mobile comporte ainsi une pale 12 s'étendant selon la direction radiale entre une première extrémité radialement interne appelée pied, par lequel l'aube est reliée au rotor et une deuxième extrémité radialement externe appelée tête, qui évolue à

proximité d'une paroi de la turbomachine.

[0029] La pale 12 de l'aube mobile 10 comporte une face d'intrados 14 située du côté amont de la pale 12, dans le sens de rotation du rotor ; une face d'extrados 16 située du côté aval de la pale 12, dans le sens de rotation du rotor ; un bord d'attaque 18 d'orientation principale radiale, situé à une extrémité longitudinale amont, par rapport à un écoulement de gaz dans la turbomachine ; et un bord de fuite 20 d'orientation principale radiale, situé à une extrémité longitudinale aval, par rapport à l'écoulement des gaz dans la turbomachine.

[0030] Dans la description qui va suivre, et comme on peut le voir à la [Fig.1], on utilisera l'orientation radiale comme étant la direction principale de la pale 12 de l'aube mobile 10, c'est-à-dire une direction perpendiculaire au plan de la [Fig.1], l'orientation longitudinale comme étant une direction passant par le bord d'attaque 18 et le bord de fuite 20 et l'orientation transversale T comme étant une direction perpendiculaire aux orientations radiale et longitudinale.

[0031] L'aube mobile 10 est réalisée à partir d'un alliage de titane, de préférence en aluminure de titane (TIAL). Aussi, l'aube mobile 10 est réalisée par usinage.

[0032] L'extrémité longitudinale de l'aube 10 qui est située au niveau du bord de fuite 20 présente une dimension transversale réduite. Cela induit une fragilité locale de l'aube mobile 10.

[0033] Pour renforcer l'aube mobile au niveau du bord de fuite 20, l'aube mobile 10 comporte une couche de matériau de revêtement 22 qui recouvre une partie de la face d'intrados 14, une partie de la face d'extrados 16 et qui recouvre aussi le bord de fuite 20.

[0034] Cette couche de matériau de revêtement 22 est réalisée en une céramique qui est de préférence de la zircone yttrée. La céramique est plus résistante que l'alliage de titane vis-à-vis des impacts. La faible quantité de céramique utilisée permet en outre d'avoir une augmentation de poids limitée.

[0035] La face d'intrados 14 et la face d'extrados 16 comportent chacune un renforcement 24 qui s'étend longitudinalement sur la face 14, 16 depuis le bord de fuite 20, en direction du bord d'attaque 18.

[0036] La profondeur du renforcement 24 est égale à l'épaisseur de la couche de matériau de revêtement 22. Ainsi, la couche de matériau de revêtement 22 s'étend dans la continuité du reste de la face 14, 16 associée, il n'y a donc pas de saut de forme et donc pas de création de perturbations au niveau du bord longitudinal de la couche de matériau de revêtement 22.

[0037] Selon un exemple de réalisation, la profondeur du renforcement 24 est de 0.71 mm, avec une tolérance de plus ou moins 0.05 mm. L'épaisseur de la couche de matériau de revêtement 22 est ainsi égale à cette dimension de 0.71 mm +/- 0.05 mm.

- [0038] La longueur longitudinale du renforcement 24, prise depuis le bord de fuite 20 est de 5.93 mm, avec une tolérance de 0.5 mm.
- [0039] Comme on l'a dit précédemment, l'aube mobile 10 est réalisée par usinage. Ainsi, les renforcements 24 pratiqués dans la face d'intrados 14 et la face d'extrados 16 sont elles aussi réalisées par usinage, soit un usinage classique ou au moyen d'électrode de forme.

Revendications

- [Revendication 1] Aube mobile (10) de rotor de turbomachine s'étendant selon une direction principale radiale et selon une direction longitudinale, comportant une pale (12) délimitée par :
- une face d'intrados (14) située d'un premier côté transversal de la pale (12);
 - une face d'extrados (16) située d'un deuxième côté transversal de la pale (12) ;
 - un bord d'attaque (18) d'orientation principale radiale, situé à une extrémité longitudinale amont de la pale (12) ; et
 - un bord de fuite (20) d'orientation principale radiale, situé à une extrémité longitudinale aval de la pale (12),
- dans laquelle l'aube mobile (10) est réalisée en un alliage de titane caractérisée en ce qu'elle comporte une couche de matériau de revêtement (22) qui recouvre en partie chacune de la face d'intrados (14) et de la face d'extrados (16) et qui recouvre aussi le bord de fuite (20).
- [Revendication 2] Aube mobile (10) selon la revendication précédente, caractérisée en ce que chacune de la face d'intrados (14) et de la face d'extrados (16) comporte un renforcement (24) formé en retrait dans le sens de l'épaisseur de la pale (12) qui s'étend depuis le bord de fuite (20) en direction du bord d'attaque (18) et dans lequel la couche de matériau de revêtement (22) est déposée.
- [Revendication 3] Aube mobile (10) selon la revendication précédente, caractérisée en ce que chaque renforcement (24) s'étend sur toute la longueur radiale de la pale (12).
- [Revendication 4] Aube mobile (10) selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisée en ce que la couche de matériau de revêtement (22) est réalisée à partir d'une céramique, de préférence une zircone yttrée.
- [Revendication 5] Aube mobile (10) selon l'une quelconque des revendications 2 à 4, caractérisée en ce que l'épaisseur de la couche de matériau de revêtement (22) est égale à la profondeur des renforcements (24).
- [Revendication 6] Aube mobile (10) selon l'une quelconque des revendications 2 à 5, caractérisée en ce que la longueur du renforcement (24) de la face d'intrados (14), selon la direction longitudinale, est sensiblement égale à la longueur du renforcement (24) de la face d'extrados (16).
- [Revendication 7] Aube mobile (10) selon l'une quelconque des revendications 2 à 6, ca-

ractérisée en ce que les renforcements (24) sont réalisés par usinage classique ou au moyen d'électrode de forme.

- [Revendication 8] Turbomachine d'aéronef comportant un rotor portant au moins une aube mobile (10) selon l'une quelconque des revendications précédentes, dont la pale (12) s'étend radialement par rapport à un axe principal du rotor.
- [Revendication 9] Turbomachine d'aéronef selon la revendication précédente, caractérisée en ce que l'aube mobile (10) est une aube de turbine basse pression de la turbomachine.

[Fig. 1]

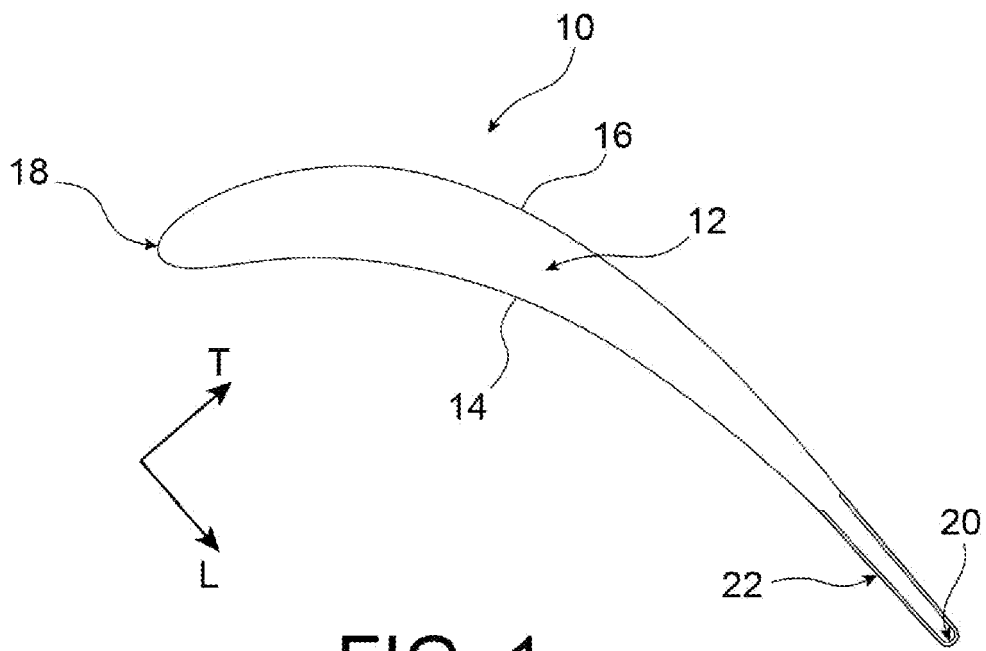


FIG. 1

[Fig. 2]

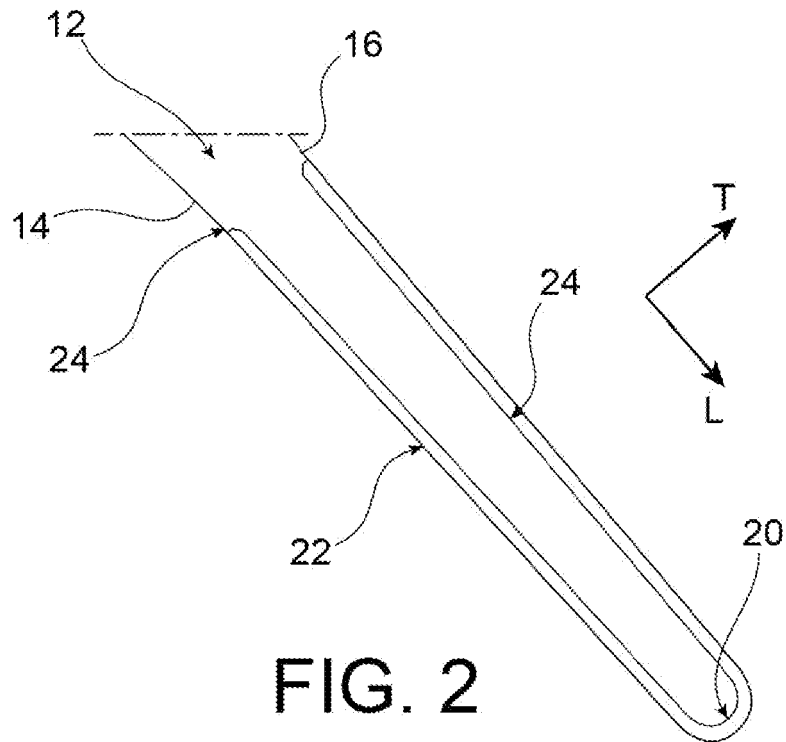


FIG. 2

RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE

établi sur la base des dernières revendications
déposées avant le commencement de la recherche

N° d'enregistrement
national

FA 892605
FR 2102832

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
X	US 7 186 092 B2 (GEN ELECTRIC [US]) 6 mars 2007 (2007-03-06) * colonne 2, lignes 40-52 * * colonne 5, lignes 51-67 * * colonne 6, lignes 7-22; figures 3,4 * -----	1-3,5-9	F01D5/14 F04D29/38 F02K3/02
X	FR 2 979 660 A1 (GEN ELECTRIC [US]) 8 mars 2013 (2013-03-08) * page 3, lignes 15-23 * * page 7, lignes 18-22 * * page 13, lignes 10-12; figure 3 * -----	1-9	
X	EP 1 420 144 A2 (ROLLS ROYCE PLC [GB]) 19 mai 2004 (2004-05-19) * alinéas [0019], [0024], [0041], [0043], [0045]; figures 1,2 * -----	1,4,8,9	
X	WO 2010/044936 A1 (GEN ELECTRIC [US]; BRUCE ROBERT WILLIAM [US] ET AL.) 22 avril 2010 (2010-04-22) * alinéas [0017], [0018]; figures 1,2 * -----	1,4,8	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)
			F01D
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
16 novembre 2021		Pileri, Pierluigi	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS			
X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 2102832 FA 892605**

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche préliminaire visé ci-dessus.
Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du **16-11-2021**
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 7186092	B2	06-03-2007	US 2006018760 A1 26-01-2006
			US 2007253825 A1 01-11-2007
FR 2979660	A1	08-03-2013	DE 102012108057 A1 07-03-2013
			FR 2979660 A1 08-03-2013
			RU 2012137139 A 10-03-2014
			US 2013058791 A1 07-03-2013
			US 2016017722 A1 21-01-2016
EP 1420144	A2	19-05-2004	EP 1420144 A2 19-05-2004
			GB 2395204 A 19-05-2004
			US 2004096332 A1 20-05-2004
WO 2010044936	A1	22-04-2010	CA 2734605 A1 22-04-2010
			DE 112009002080 T5 07-07-2011
			GB 2476884 A 13-07-2011
			JP 2012501386 A 19-01-2012
			US 2009011195 A1 08-01-2009
			WO 2010044936 A1 22-04-2010