

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

(19) Organisation Mondiale de la
Propriété Intellectuelle
Bureau international



(43) Date de la publication internationale
3 novembre 2016 (03.11.2016)

WIPO | PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 2016/174358 A1

(51) Classification internationale des brevets :
F01D 5/14 (2006.01) *F01D 17/16* (2006.01)
F04D 29/56 (2006.01)

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/FR2016/050998

(22) Date de dépôt international :
28 avril 2016 (28.04.2016)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
1553878 29 avril 2015 (29.04.2015) FR

(71) Déposant : SNECMA [FR/FR]; 2 boulevard du Général
Martial Valin, 75015 Paris (FR).

(72) Inventeur : MAHIAS, Stéphane; Snecma Pi (AJI), Rond-
point René Ravaud - Réau, 77550 Moissy-Cramayel (FR).

(74) Mandataire : GUERRE, Fabien; Brevalet, 95, rue d'Am-
sterdam, 75378 Paris Cedex 8 (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, BN, 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, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR,
KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG,
MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM,
PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC,
SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, 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, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ,
TZ, UG, ZM, ZW), eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU,
TJ, TM), européen (AL, 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, RS, SE, SI, SK,
SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ,
GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Publiée :

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

(54) Title : VARIABLE-PITCH STATOR BLADE COMPRISING CRISS-CROSS TRANSVERSE PARTITIONS AND METHOD OF MANUFACTURING SUCH A BLADE

(54) Titre : AUBE DE STATOR A CALAGE VARIABLE, COMPRENANT DES CLOISONS TRANSVERSALES ENTRE-CROISÉES ET PROCÉDÉ DE FABRICATION D'UNE TELLE AUBE

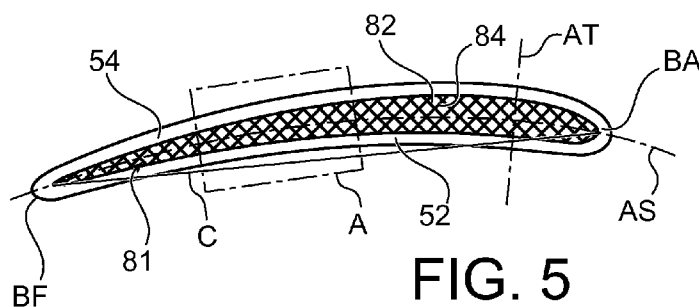


FIG. 5

(57) Abstract : The invention relates to a variable pitch stator blade for a turbo machine, comprising an aerofoil, a pivot member configured to cause the blade to pivot relative to a turbo machine casing, and a plate situated between the pivot member and the aerofoil. The aerofoil comprises a pressure-face wall (52) and a suction-face wall (54). According to the invention, the aerofoil comprises criss-crossed first transverse partitions (82, 84) arranged between the pressure-face wall (52) and the suction-face wall (54). In addition, the plate delimits an internal cavity comprising second criss-crossed transverse partitions and/or the pivot member delimits an internal duct comprising criss-crossed third transverse partitions.

(57) Abrégé : L'invention concerne une aube de stator à calage variable pour turbomachine, comprenant une pale, un organe de pivot configuré pour faire pivoter la pale relativement à un carter de turbomachine, et une platine située entre l'organe de pivot et la

[Suite sur la page suivante]



pale. La pale comprend une paroi intrados (52) et une paroi extrados (54). Selon l'invention, la pale comprend des premières cloisons transversales entrecroisées (82, 84) agencées entre la paroi d'intrados (52) et la paroi d'extrados(54). De plus, la platine délimite une cavité interne comprenant des deuxième cloisons transversales entrecroisées et/ou l'organe de pivot délimite un conduit interne comprenant des troisième cloisons transversales entrecroisées.

AUBE DE STATOR A CALAGE VARIABLE, COMPRENANT DES CLOISONS TRANSVERSALES
ENTRECROISÉES ET PROCÉDÉ DE FABRICATION D'UNE TELLE AUBE

DESCRIPTION

DOMAINE TECHNIQUE

L'invention se rapporte aux aubes de turbomachine. Plus précisément
5 l'invention concerne une aube de stator à calage variable, notamment une aube de redresseur de compresseur.

ÉTAT DE LA TECHNIQUE ANTÉRIEURE

Une aube de turbomachine comprend une pale. La pale comporte un
bord d'attaque, un bord de fuite, une paroi d'intrados et une paroi d'extrados espacées
10 l'une de l'autre et reliant le bord d'attaque au bord de fuite.

Une aube de redresseur de compresseur comporte une pale d'épaisseur
particulièrement fine par rapport à celle d'une pale de turbine, ce qui est susceptible
d'influer sur la résistance mécanique de l'aube et la rend plus difficile à fabriquer.

Les aubes de compresseur sont soumises à des contraintes mécaniques
15 élevées, en particulier celles provenant de phénomènes vibratoires lors du fonctionnement de la turbomachine.

De plus, la réduction de la masse des aubes de stator de turbomachine
implique une importante réduction de la masse du compresseur. La réduction de la masse
de la turbomachine diminue sa consommation de carburant.

20 Il existe donc un besoin pour des aubes de stator à calage variable de masse réduite, tout en présentant une résistance mécanique convenable.

EXPOSÉ DE L'INVENTION

L'invention vise à résoudre au moins partiellement les problèmes
rencontrés dans les solutions de l'art antérieur.

25 A cet égard, l'invention a pour objet une aube de stator à calage variable pour turbomachine, comprenant :

une pale comprenant un bord d'attaque et un bord de fuite, la pale comprenant une paroi intrados et une paroi extrados espacées l'une de l'autre selon une direction transversale et reliant chacune le bord d'attaque au bord de fuite,

au moins un organe de pivot configuré pour faire pivoter la pale
5 relativement à un carter de turbomachine, et

au moins une platine située entre l'organe de pivot et la pale.

Selon l'invention, la pale comprend des premières cloisons transversales entrecroisées agencées entre la paroi d'intrados et la paroi d'extrados, et

la platine délimite une cavité interne comprenant des deuxièmes cloisons
10 transversales entrecroisées et/ou

l'organe de pivot délimite un conduit interne comprenant des troisième cloisons transversales entrecroisées.

Les cloisons transversales entrecroisées permettent de réduire la masse de la pale, tout en conservant une résistance mécanique satisfaisante de la pale, en
15 particulier vis-à-vis de phénomènes vibratoires.

L'aube est de préférence une aube de redresseur de compresseur, dont l'épaisseur, mesurée entre la paroi d'intrados et la paroi d'extrados, est particulièrement faible.

L'invention peut comporter de manière facultative une ou plusieurs des
20 caractéristiques suivantes combinées entre elles ou non.

Avantageusement, la pale s'étend radialement selon une direction d'envergure de l'aube en direction de l'organe de pivot, la platine délimitant à l'intérieur de l'aube la cavité interne comprenant les deuxièmes cloisons transversales entrecroisées,
au moins certaines des deuxièmes cloisons transversales entrecroisées
25 s'étendant selon la direction d'envergure dans la continuité d'au moins certaines des premières cloisons transversales entrecroisées.

Selon une forme de réalisation avantageuse, la platine délimite à l'intérieur de l'aube la cavité interne comprenant les deuxièmes cloisons transversales entrecroisées, l'organe de pivot délimite le conduit interne à l'intérieur de l'aube, le
30 conduit interne comprenant les troisièmes cloisons transversales entrecroisées,

au moins certaines des deuxièmes cloisons transversales entrecroisées s'étendant selon la direction d'envergure dans la continuité d'au moins certaines des troisième cloisons transversales entrecroisées.

5 Selon une autre forme de réalisation avantageuse, les cloisons transversales entrecroisées s'étendent au moins sur la majorité de l'étendue de la cavité selon la direction d'envergure.

Les cloisons transversales entrecroisées s'étendent de préférence sur sensiblement toute l'étendue de la pale selon la direction d'envergure.

10 Selon une particularité de réalisation, les premières cloisons transversales entrecroisées s'étendent dans au moins un plan de section transversale de la pale depuis le bord d'attaque jusqu'au bord de fuite.

Selon une autre particularité de réalisation, les premières cloisons transversales entrecroisées s'étendent depuis la paroi d'intrados jusqu'à la paroi d'extrados.

15 Avantageusement, les cloisons transversales entrecroisées sont inclinées à la fois par rapport à la paroi d'intrados et à la paroi d'extrados.

De préférence, les cloisons transversales entrecroisées forment un maillage régulier.

20 Avantageusement, les premières cloisons transversales entrecroisées forment un premier ensemble d'entrecroisement monobloc, les deuxièmes cloisons transversales entrecroisées forment un deuxième ensemble d'entrecroisement monobloc, et/ou dans lequel les troisièmes cloisons transversales entrecroisées forment un troisième ensemble d'entrecroisement monobloc.

25 L'invention se rapporte aussi à un compresseur de turbomachine comprenant au moins une aube telle que définie ci-dessus, l'aube étant notamment une aube de redresseur du compresseur.

30 L'invention porte en outre sur une turbomachine comprenant un compresseur tel que défini ci-dessus. La turbomachine est de préférence un turbopropulseur ou un turboréacteur.

Enfin, l'invention concerne un procédé de fabrication d'une aube telle que définie ci-dessus. Les cloisons transversales entrecroisées sont fabriquées par fabrication additive, en particulier par fusion de poudre métallique au laser.

BRÈVE DESCRIPTION DES DESSINS

La présente invention sera mieux comprise à la lecture de la description d'exemples de réalisation, donnés à titre purement indicatif et nullement limitatif, en faisant référence aux dessins annexés sur lesquels :

- la figure 1 représente une vue schématique en coupe longitudinale d'un turbopropulseur, selon un mode de réalisation préféré de l'invention ;

- la figure 2 est une représentation schématique, en vue de côté, d'une aube de redresseur du compresseur de la turbomachine représentée à la figure 1 ;

- les figures 3, 4 et 5 sont des vues en sections transversales respectivement selon les lignes III-III, IV-IV et V-V de l'aube représentée à la figure 2 ;

- la figure 6 représente un détail de la vue en section transversale représentée à la figure 5.

EXPOSÉ DÉTAILLÉ DE MODES DE RÉALISATION PARTICULIERS

Des parties identiques, similaires ou équivalentes des différentes figures portent les mêmes références numériques de façon à faciliter le passage d'une figure à l'autre.

La figure 1 représente un turbopropulseur 1 déterminant un axe 3 de turbine de puissance.

La turbomachine 1 comporte, de l'amont vers l'aval en considérant un cheminement dans la direction de l'axe 3, une hélice 10, un réducteur 12, des bras radiaux de carter 4, par exemple au nombre de quatre, un compresseur 6, une chambre de combustion 7, une turbine haute pression 8 et une turbine de puissance 9. Le compresseur 6, la chambre de combustion 7, la turbine haute pression 8 et la turbine de puissance 9 sont entourés par un carter 5. Ils définissent en commun en relation avec le carter 5 une

veine primaire 13 traversée par un flux primaire s'écoulant dans la direction de l'amont vers l'aval, représentée par la flèche 11. L'hélice 10 crée un autre flux d'air représenté par la flèche 14 dans la même direction que celle du flux primaire. La direction des flèches 11 et 14 correspond également à celle de la force de poussée de la turbomachine en fonctionnement.

La poussée des gaz en sortie de chambre de combustion 7 entraîne le compresseur 6 et les turbines 8 et 9 en rotation autour de l'axe 3 de la turbine de puissance. La rotation de la turbine de puissance 9 est transmise à l'hélice 10 par l'intermédiaire du réducteur 12.

Les aubes 15 sont des aubes de redresseur de compresseur. Les aubes à calage variable sont généralement situées dans les premiers étages du compresseur 6, généralement les trois premiers étages du compresseur 6. Elles font partie du stator et servent à rediriger le flux d'air alimentant la veine primaire 13 dans l'axe 3 de la turbomachine 1.

En référence à la figure 2, une telle aube 15 comprend un organe de pivot externe 20, un organe de pivot interne 30 et une pale 50 s'étendant radialement par rapport à l'axe 3 entre l'organe de pivot externe 20 et l'organe de pivot interne 30 selon une direction d'envergure EV de l'aube.

Cette aube 15 est une aube à calage variable. Autrement dit, l'orientation de la pale 50 par rapport à celle de la veine primaire 13 peut varier. La pale 50 pivote notamment relativement à un carter externe (non représenté) autour de l'organe de pivot externe 20 et relativement à un carter interne (non représenté) autour de l'organe de pivot interne 30.

L'aube 15 comporte également une platine externe 40 et une platine interne 45. La platine externe 40 est située entre la pale 50 et l'organe de pivot externe 20 selon la direction d'envergure EV. La platine interne 45 est située entre la pale 50 et l'organe de pivot interne 30 selon la direction d'envergure EV. Les platines externe 40 et interne 45 délimitent la veine primaire 13 selon la direction d'envergure EV relativement à la pale 50.

La pale 50 comprend un bord d'attaque BA et un bord de fuite BF réunis par une paroi d'intrados 52 et une paroi d'extrados 54 visible à la figure 5. Elle s'étend selon une direction longitudinale AS de l'aube depuis le bord d'attaque BA jusqu'au bord de fuite BF.

5 Cette direction longitudinale AS est également connue sous le nom de « ligne de squelette », cette ligne de squelette s'étendant entre le bord d'attaque et le bord de fuite, à équidistance entre la paroi d'intrados 52 et la paroi d'extrados 54.

La paroi intrados 52 et la paroi extrados 54 sont espacées l'une de l'autre selon une direction transversale AT de l'aube. La direction longitudinale AS, la direction
10 d'envergure EV et la direction transversale AT sont sensiblement orthogonales à leur intersection.

La paroi d'intrados 52 et la paroi d'extrados 54 délimitent entre elles une unique cavité, appelée cavité centrale 80, qui s'étend depuis le bord d'attaque BA jusqu'au bord de fuite BF sur sensiblement toute l'étendue H de la pale selon la direction
15 d'envergure EV.

La pale 50 de redresseur de compresseur a une hauteur H, c'est-à-dire l'étendue de l'aube selon la direction d'envergure, par exemple entre 90 et 100 millimètres. La corde moyenne C de la pale, mesurée du bord d'attaque BA au bord de fuite BF, est d'environ 45 millimètres. Ainsi, la corde moyenne C correspond sensiblement à la moitié
20 de la hauteur de l'aube.

La pale 50 présente une épaisseur selon la direction transversale AT qui est particulièrement fine, ce qui implique des contraintes particulières en termes de résistance mécanique de la pale 50 et de fabrication de la pale 50.

Plus précisément, l'épaisseur E_{in} (figure 6) de la paroi d'intrados 52 ou
25 celle E_{ex} (figure 6) de la paroi d'extrados 54 est comprise entre 1 et 1,2 millimètres. L'épaisseur maximale E_m de la pale 50 entre le bord de fuite BA et le bord d'attaque BF est d'environ 6 millimètres, soit environ quinze fois moins importante que la hauteur H de l'aube et environ sept à huit fois moins importante que la corde moyenne C de l'aube. La plus grande épaisseur E_m de la pale 50 est environ 4,5 à 6 fois supérieur à l'épaisseur E_{in} de
30 la paroi d'intrados 52 ou celle E_{ex} de la paroi d'extrados 54 à cet endroit.

Afin de diminuer la masse de l'aube 15, tout en lui conférant une résistance mécanique satisfaisante, l'intérieur de la pale 50, celui de l'organe de pivot externe 20 et/ou celui de la platine externe 40 comportent des cloisons transversales entrecroisées 62, 64, 72, 74, 82, 84. L'intérieur du pivot interne 30 et/ou celui de la platine interne 45 peuvent également comporter des cloisons transversales entrecroisées, pour les mêmes raisons.

Ces cloisons transversales entrecroisées 62, 64, 72, 74, 82, 84 ont chacune une forme de plaque, éventuellement incurvée. Ces plaques 62, 64, 72, 74, 82, 84 sont pleines.

Ces cloisons transversales entrecroisées 62, 64, 72, 74, 82, 84 ont une épaisseur comprise entre 0,2 et 0,4 mm, c'est-à-dire une épaisseur de 2,5 à 6 fois moins épaisse que celle des parois d'intrados 52 et d'extrados 54.

La fine épaisseur des cloisons transversales entrecroisées 62, 64, 72, 74, 82, 84 permet de réduire la masse de l'aube de l'ordre de 30% à 50%.

En référence à la figure 5, l'intérieur de la pale 50 comporte des premières cloisons transversales entrecroisées 82, 84 qui constituent un premier ensemble d'entrecroisement 81.

Le premier ensemble d'entrecroisement 81 comprend un premier jeu de cloisons 82 sensiblement parallèles entre elles et espacées les unes des autres selon la direction longitudinale AS.

Il comporte également un deuxième jeu de cloisons 84 sensiblement parallèles entre elles et espacées les unes des autres selon la direction longitudinale AS.

Les premières cloisons transversales entrecroisées 82, 84 s'étendent depuis le bord d'attaque BA jusqu'au bord de fuite BF sur sensiblement toute l'étendue H de la pale selon la direction d'envergure EV. Autrement dit, le premier ensemble d'entrecroisement 81 s'étend sensiblement à l'intérieur de toute la cavité centrale 80.

Les premières cloisons transversales entrecroisées 82, 84 s'étendent chacune depuis la surface intérieure de la paroi d'intrados 52 jusqu'à la surface intérieure de la paroi d'extrados 54, sur sensiblement toute l'étendue H de la pale selon la direction d'envergure EV.

Les premières cloisons transversales entrecroisées 82, 84 sont inclinées à la fois par rapport à la paroi d'intrados 52 et à la paroi d'extrados 54, et forment entre elles des croisillons.

5 L'angle entre les deux premières cloisons entrecroisées 82, 84 formants un croisillon est sensiblement égal à 90° . Plus généralement, il est compris entre 30° et 120° et de préférence entre 85° et 95° .

Les premières cloisons transversales entrecroisées 82 84 forment un maillage régulier d'alvéoles en section transversale. Les alvéoles 86, 87, 88 ont une forme de losange ou de triangle en section transversale de la pale 50. Les alvéoles en forme de triangle 87, 88 sont délimitées chacune par deux premières cloisons 82, 84 et une des parois latérales d'intrados 52 ou d'extrados 54. Les alvéoles en forme de losange 86 sont délimitées chacune par quatre premières cloisons 82, 84.

15 La majorité des axes longitudinaux des alvéoles 86, 87, 88 est sensiblement orienté selon la direction d'envergure EV sur la majorité de l'étendue de la pale selon la direction d'envergure EV.

L'angle des croisillons et la direction des axes longitudinaux des alvéoles 86, 87, 88 varient selon la direction d'envergure EV. Ils sont déterminés de façon à renforcer au mieux la tenue mécanique de la pale, en particulier sa résistance à l'encontre de phénomènes acoustiques et vibratoires.

20 En référence à la figure 4, la platine externe 40 comprend une paroi extérieure 47 qui délimite latéralement une cavité interne 70. La cavité interne 70 est également délimitée le long de la direction d'envergure par la paroi de fond 73 (figure 2). La cavité interne 70 comprend des deuxièmes cloisons transversales entrecroisées 72, 74. Ces deuxièmes cloisons transversales entrecroisées 72, 74 constituent un deuxième ensemble d'entrecroisement 71.

25 Le deuxième ensemble d'entrecroisement 71 comprend un premier jeu de cloisons 72 espacées les unes des autres selon la direction transversale AT et parallèles les unes aux autres, ainsi qu'un deuxième jeu de cloisons 74 espacées les unes des autres selon la direction transversale AT et espacées les unes des autres.

Les deuxièmes cloisons transversales entrecroisées 72, 74 s'étendent chacune, en section transversale, depuis la surface intérieure 41 de la paroi 47 délimitant la platine externe 40.

5 Les deuxièmes cloisons transversales entrecroisées 72, 74 qui sont situées dans le prolongement de la cavité centrale 80 de la pale s'étendent dans la continuité selon la direction d'envergure EV des premières cloisons transversales entrecroisées 82, 84.

Le deuxième ensemble d'entrecroisement 71 comporte de ce fait un maillage régulier similaire à celui du premier ensemble d'entrecroisement 81.

10 A contrario, les premières cloisons transversales entrecroisées 82, 84 qui sont situées en aval de la platine externe 40 ne se situent dans le prolongement d'aucune des cloisons 72, 74 du deuxième ensemble d'entrecroisement 71.

En référence à la figure 3, l'organe de pivot externe 20 comporte une paroi extérieure 21 qui délimite un conduit interne 60 comprenant des troisièmes cloisons transversales entrecroisées 62, 64. Ces troisièmes cloisons transversales entrecroisées 62, 64 constituent un troisième ensemble d'entrecroisement 61.

L'inclinaison et l'orientation des troisièmes cloisons transversales entrecroisées 62, 64 coïncident avec celles des deuxièmes cloisons transversales entrecroisées 72, 74 dont elles sont dans la continuité selon la direction d'envergure EV.

20 Dans cette configuration, les cloisons transversales entrecroisées confèrent à la fois une épaisseur E_m de l'aube 15 réduite, une résistance mécanique satisfaisante de l'aube 15, ainsi qu'une faible masse de l'aube 15.

Les cloisons transversales entrecroisées 62, 64, 72, 74, 82, 84 sont fabriquées par fabrication additive, de sorte à pouvoir contrôler leur épaisseur. Elles sont 25 fabriquées par fusion de poudre métallique au laser.

Le premier ensemble d'entrecroisement 81, le deuxième ensemble d'entrecroisement 71, et le troisième ensemble d'entrecroisement 61 sont chacun monobloc, notamment lorsqu'ils sont réalisés par fabrication additive.

Les premier, deuxième et troisième ensembles d'entrecroisement 81, 71, 30 81 forment également conjointement un assemblage entrecroisé monobloc.

Au moins certaines des cloisons transversales entrecroisées 62, 64, 72, 74, 82, 84, notamment les premières cloisons transversales entrecroisées 82, 84, peuvent être inclinées par rapport à la direction d'envergure EV de sorte à faire circuler de l'air entre ces cloisons en direction du bord de fuite BF. Cet air provient notamment du compresseur

5 6.

Les cloisons transversales entrecroisées permettent alors d'améliorer les échanges thermiques à l'intérieur de la pale 50, notamment pour réchauffer la pale 50 lorsqu'il s'agit d'une aube de redresseur d'entrée de compresseur.

Bien entendu, diverses modifications peuvent être apportées par

10 l'homme du métier à l'invention qui vient d'être décrite sans sortir du cadre de l'exposé de l'invention.

REVENDICATIONS

1. Aube de stator à calage variable (15) pour turbomachine,
5 comprenant :

une pale (50) comprenant un bord d'attaque (BA) et un bord de fuite (BF), la pale (50) comprenant une paroi intrados (52) et une paroi extrados (54) espacées l'une de l'autre selon une direction transversale (AT) et reliant chacune le bord d'attaque (BA) au bord de fuite (BF),

10 au moins un organe de pivot (20, 30) configuré pour faire pivoter la pale (50) relativement à un carter de turbomachine,

au moins une platine (40, 45) située entre l'organe de pivot (20, 30) et la pale (50),
caractérisée en ce que la pale (50) comprend des premières cloisons transversales entrecroisées (82, 84) agencées entre la paroi d'intrados (52) et la paroi
15 d'extrados (54), et

en ce que la platine (40, 45) délimite une cavité interne (70) comprenant des deuxième cloisons transversales entrecroisées (72, 74) et/ou en ce que l'organe de pivot (20, 30) délimite un conduit interne (60) comprenant des troisième cloisons transversales entrecroisées (62, 64).

20 2. Aube (15) selon l'une quelconque des revendications précédentes, la pale (50) s'étendant radialement selon une direction d'envergure (EV) de l'aube en direction de l'organe de pivot (20, 30),

dans laquelle la platine (40, 45) délimite à l'intérieur de l'aube la cavité
25 interne (70) comprenant les deuxième cloisons transversales entrecroisées (72, 74),

au moins certaines des deuxième cloisons transversales entrecroisées (72, 74) s'étendant selon la direction d'envergure (EV) dans la continuité d'au moins certaines des premières cloisons transversales entrecroisées (82, 84).

3. Aube (15) selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans laquelle la platine (40, 45) délimite à l'intérieur de l'aube la cavité interne (70) comprenant les deuxièmes cloisons transversales entrecroisées (72, 74) et dans laquelle l'organe de pivot (20, 30) délimite le conduit interne (60) à l'intérieur de l'aube, le conduit interne (60) comprenant les troisièmes cloisons transversales entrecroisées (62, 64),

au moins certaines des deuxièmes cloisons transversales entrecroisées (72, 74) s'étendant selon la direction d'envergure (EV) dans la continuité d'au moins certaines des troisièmes cloisons transversales entrecroisées (62, 64).

4. Aube (15) selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans laquelle les premières cloisons transversales entrecroisées (82, 84) s'étendent au moins sur la majorité de l'étendue de pale selon la direction d'envergure (EV).

5. Aube (15) selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans laquelle les premières cloisons transversales entrecroisées (82, 84) s'étendent dans au moins un plan de section transversale (V-V) de la pale (50) depuis le bord d'attaque (BA) jusqu'au bord de fuite (BF).

6. Aube (15) selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans laquelle les premières cloisons transversales entrecroisées (82, 84) s'étendent depuis la paroi d'intrados (52) jusqu'à la paroi d'extrados (54).

7. Aube (15) selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans laquelle les premières cloisons transversales entrecroisées (82, 84) sont inclinées à la fois par rapport à la paroi d'intrados (52) et par rapport à la paroi d'extrados (54).

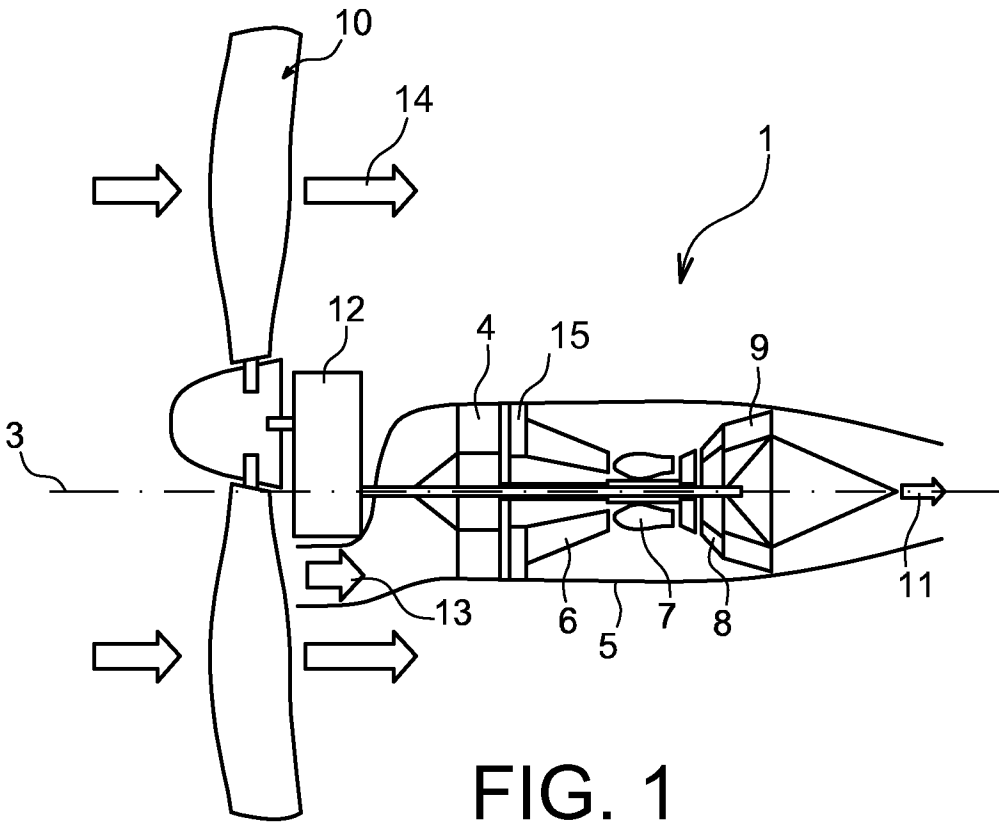
8. Aube (15) selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel les premières cloisons transversales entrecroisées (82, 84) forment un premier ensemble d'entrecroisement (81) monobloc, les deuxièmes cloisons transversales entrecroisées (72, 74) forment un deuxième ensemble d'entrecroisement (71) monobloc,

et/ou dans lequel les troisièmes cloisons transversales entrecroisées (62, 64) forment un troisième ensemble d'entrecroisement (61) monobloc.

5 9. Compresseur (6) de turbomachine comprenant au moins une aube de stator (15) selon l'une quelconque des revendications précédentes.

10. Turbomachine (1) comprenant un compresseur (6) selon la revendication précédente.

10 11. Procédé de fabrication d'une aube (15) selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, comprenant une étape de fabrication des cloisons transversales entrecroisées (62, 64, 72, 74, 82, 84) par fabrication additive, de préférence par fusion de poudre métallique au laser.



2 / 3

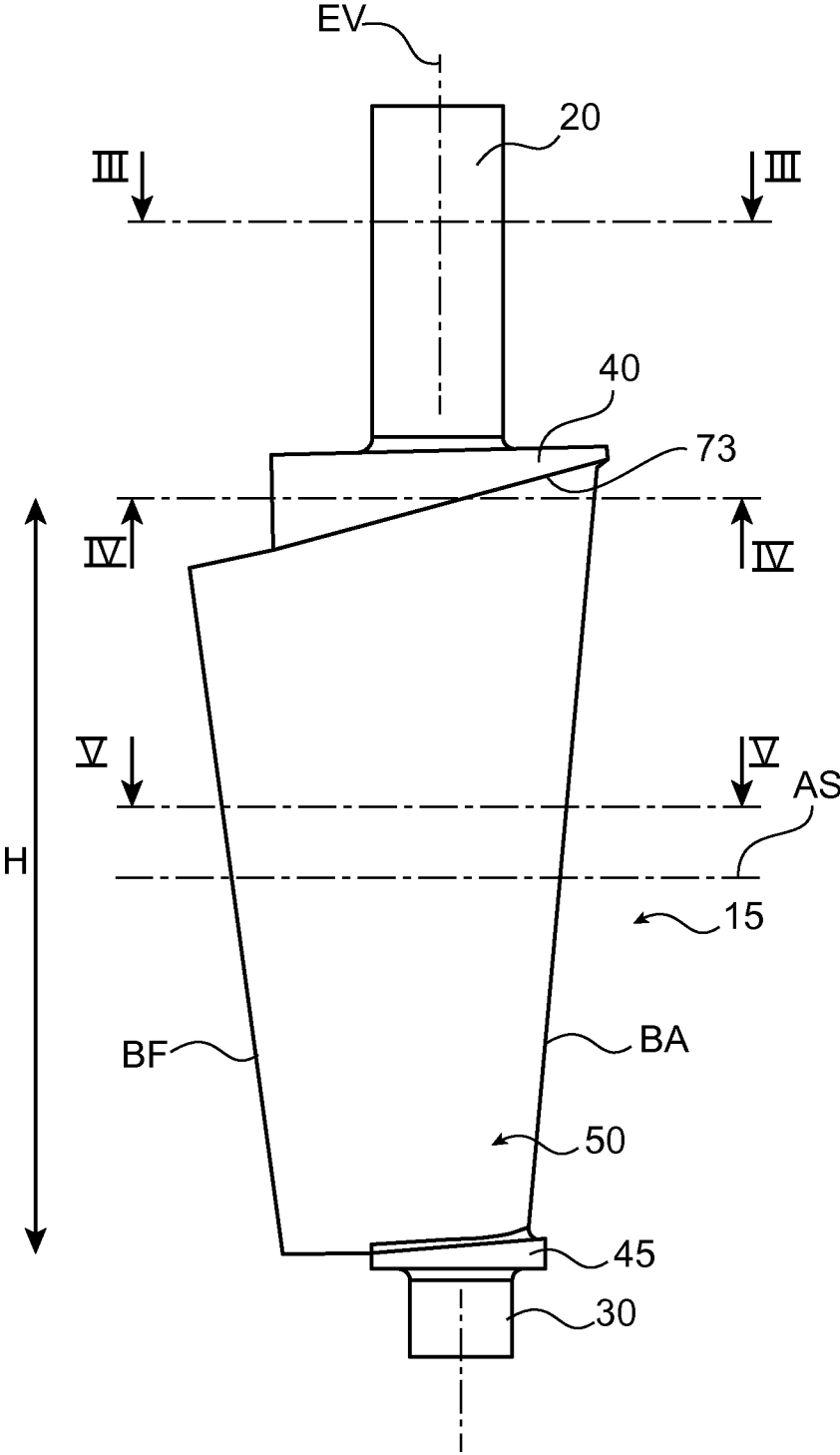


FIG. 2

3 / 3

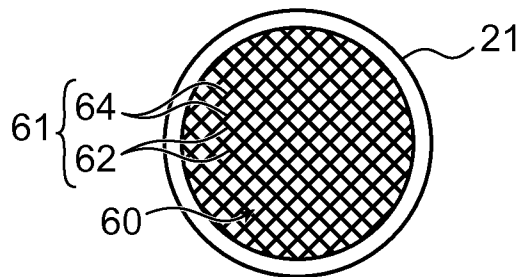


FIG. 3

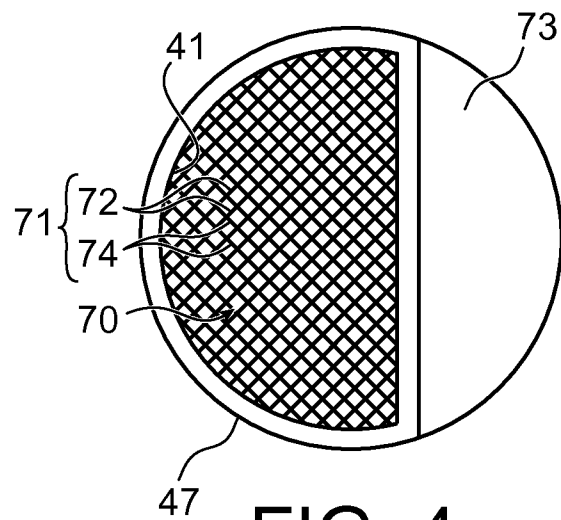


FIG. 4

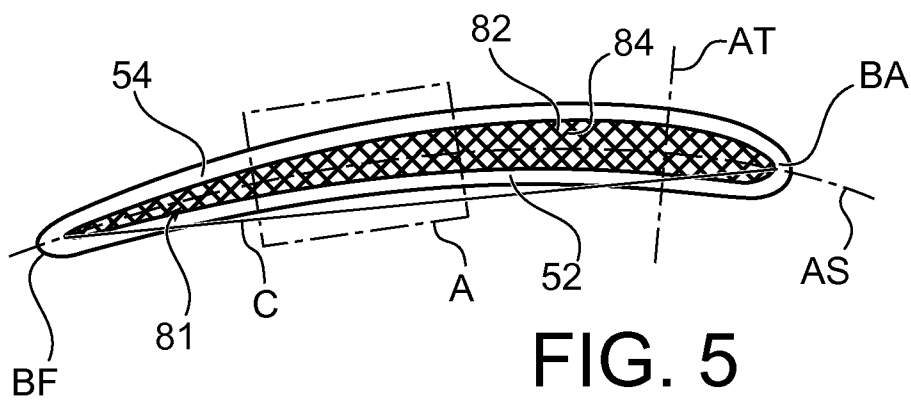


FIG. 5

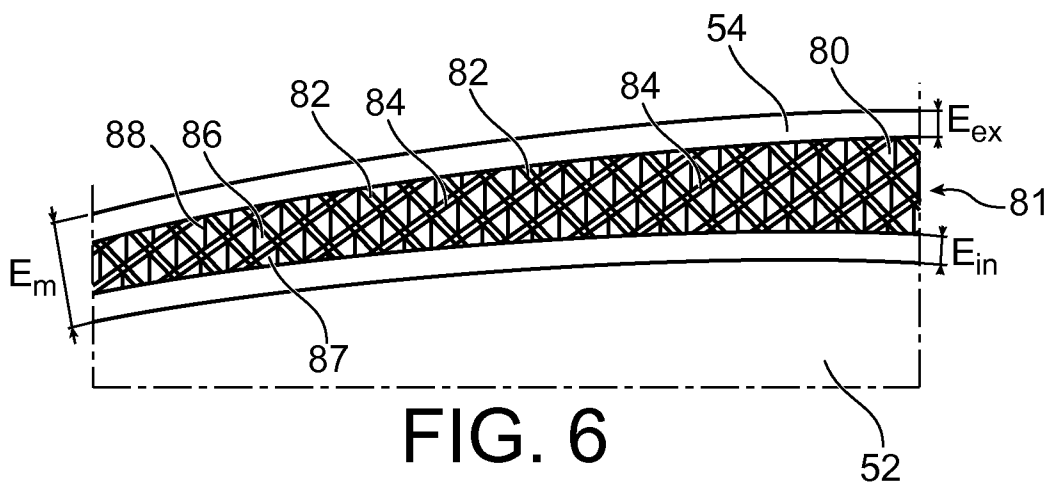


FIG. 6

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/FR2016/050998

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. F01D5/14 F04D29/56 F01D17/16
ADD.

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
F01D F04D

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 1 215 365 A1 (SNECMA MOTEURS [FR]) 19 June 2002 (2002-06-19) figure 9	1-10
X	DE 103 23 132 A1 (MTU AERO ENGINES GMBH [DE]) 16 December 2004 (2004-12-16) figure 3	1-10
X	US 2 921 769 A (FREDRIC FLADER) 19 January 1960 (1960-01-19) figure 7	1-11
X	WO 2014/143339 A1 (THOMAS DAVID J [US]; FREEMAN TED J [US]; USKERT RICHARD C [US]; JUNOD) 18 September 2014 (2014-09-18) figure 2	1-10



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

28 July 2016

Date of mailing of the international search report

05/08/2016

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Rapenne, Lionel

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/FR2016/050998

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 1215365	A1	19-06-2002	DE 60109255 D1 14-04-2005
			DE 60109255 T2 13-04-2006
			EP 1215365 A1 19-06-2002
			FR 2817906 A1 14-06-2002
			US 2002071766 A1 13-06-2002

DE 10323132	A1	16-12-2004	NONE

US 2921769	A	19-01-1960	NONE

WO 2014143339	A1	18-09-2014	EP 2971549 A1 20-01-2016
			US 2015044050 A1 12-02-2015
			WO 2014143339 A1 18-09-2014

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/FR2016/050998

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE INV. F01D5/14 F04D29/56 F01D17/16 ADD.		
Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB		
B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement) F01D F04D		
Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche		
Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si cela est réalisable, termes de recherche utilisés) EPO-Internal		
C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	EP 1 215 365 A1 (SNECMA MOTEURS [FR]) 19 juin 2002 (2002-06-19) figure 9 -----	1-10
X	DE 103 23 132 A1 (MTU AERO ENGINES GMBH [DE]) 16 décembre 2004 (2004-12-16) figure 3 -----	1-10
X	US 2 921 769 A (FREDRIC FLADER) 19 janvier 1960 (1960-01-19) figure 7 -----	1-11
X	WO 2014/143339 A1 (THOMAS DAVID J [US]; FREEMAN TED J [US]; USKERT RICHARD C [US]; JUNOD) 18 septembre 2014 (2014-09-18) figure 2 -----	1-10
☐ Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents ☒ Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe		
* Catégories spéciales de documents cités:		
"A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent "E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date "L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée) "O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens "P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée	"T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention "X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément "Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier "&" document qui fait partie de la même famille de brevets	
Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée 28 juillet 2016	Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale 05/08/2016	
Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Fonctionnaire autorisé Rapenne, Lionel	

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/FR2016/050998

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
EP 1215365	A1	19-06-2002	DE 60109255 D1 14-04-2005
			DE 60109255 T2 13-04-2006
			EP 1215365 A1 19-06-2002
			FR 2817906 A1 14-06-2002
			US 2002071766 A1 13-06-2002

DE 10323132	A1	16-12-2004	AUCUN

US 2921769	A	19-01-1960	AUCUN

WO 2014143339	A1	18-09-2014	EP 2971549 A1 20-01-2016
			US 2015044050 A1 12-02-2015
			WO 2014143339 A1 18-09-2014
