

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
COURBEVOIE

①1 N° de publication :
(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

3 148 622

②1 N° d'enregistrement national : 23 04760

⑤1 Int Cl⁸ : F 01 D 5/18 (2023.01)

⑫

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②2 Date de dépôt : 12.05.23.

③0 Priorité :

④3 Date de mise à la disposition du public de la
demande : 15.11.24 Bulletin 24/46.

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 (SAS) — FR.

⑦2 Inventeur(s) : DANRE Paul Olivier, BACHA Jean-
Luc, BOISNAULT Franck Davy, KUHN Nicolas Li-Yen
et NGUYEN Alexandre Thanh Nhan.

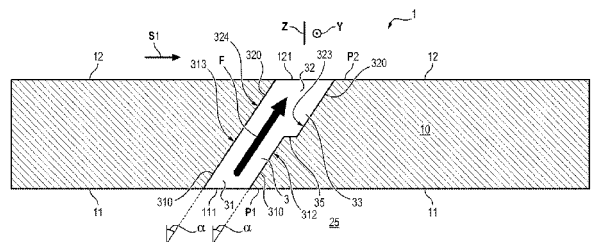
⑦3 Titulaire(s) : Safran Aircraft Engines Société par
actions simplifiée (SAS).

⑦4 Mandataire(s) : REGIMBEAU.

⑤4 Composant de turbomachine, turbomachine l'ayant et procédé de fabrication de celui-ci.

⑤7 L'invention concerne un composant de turboma-
chine (1) de turbomachine, comportant une paroi (10) ayant
au moins un perçage (3) de refroidissement en oblique d'un
angle (α) prédéterminé vis-à-vis de la direction (Z) d'épais-
seur, le perçage (3) de refroidissement comprenant une por-
tion de dosage (310), et une portion de diffusion (32) délimitée par une sur-
face de diffusion (320). L'invention est caractérisée en ce
que la surface de diffusion (320) est raccordée à la surface
de dosage (310) par une surface de liaison (35), qui est in-
clinée par rapport à une partie aval (312) de la surface de
dosage (310) et par rapport à une partie aval (323) de la sur-
face de diffusion (320), de sorte à ce que la surface de liai-
son (35) forme une marche à la jonction entre celles-ci.

Figure pour l'abrégié: Figure. 1



FR 3 148 622 - A1



Description

Titre de l'invention : Composant de turbomachine, turbomachine l'ayant et procédé de fabrication de celui-ci

- [0001] L'invention concerne un composant de turbomachine, une turbomachine comportant ce composant, ainsi qu'un procédé de fabrication de celui-ci.
- [0002] Le domaine de l'invention concerne notamment les aubes de turbomachine.
- [0003] Les aubes de turbomachine sont soumises à des températures élevées lors du fonctionnement de la turbomachine, pouvant aller au-delà de la température de fusion du/des matériau(x) de ces aubes, et nécessitent donc des moyens pour refroidir ces aubes.
- [0004] L'un des moyens connus pour refroidir ces aubes est de percer des trous traversants dans leur paroi pour les refroidir par effet de pompage d'une part et par refroidissement de film (en anglais : film cooling) d'autre part. Ces trous pratiqués dans les parois sont alimentés par de l'air plus frais alimentant des cavités internes de refroidissement des aubes.
- [0005] Le document FR-A-3 106 157 décrit un composant de turbomachine ayant des trous traversants de refroidissement, comportant un perçage se prolongeant par une embouchure évasée.
- [0006] On connaît des procédés de fabrication de ces trous traversants par perçage dit avancé, obtenu par usinage par électroérosion (en anglais : Electro Discharge Machining) au moyen d'une électrode.
- [0007] Un inconvénient de ces procédés de fabrication est leur complexité et le temps élevé passé pour effectuer chaque perçage. Un autre inconvénient est le taux de non-qualité lié à l'usinage des perçages, qui reste élevé.
- [0008] Un objectif de l'invention est d'obtenir un composant de turbomachine, une turbomachine munie de ce composant, ainsi qu'un procédé de fabrication de celui-ci, qui pallient les inconvénients mentionnés ci-dessus.
- [0009] A cet effet, un premier objet de l'invention est un composant de turbomachine, destiné à être refroidi par un fluide gazeux de refroidissement, comportant
une paroi ayant une première surface et une deuxième surface, qui est opposée à la première surface, la distance qui sépare la première surface et la deuxième surface définissant une direction d'épaisseur de la paroi,
au moins un perçage de refroidissement traversant la paroi en débouchant d'une part, à la première surface et, d'autre part, à la deuxième surface,
le perçage de refroidissement étant oblique d'un angle (α) prédéterminé dans un plan de coupe comprenant la direction d'épaisseur et étant configuré pour permettre en fonctionnement un écoulement de fluide gazeux allant de l'amont vers l'aval, de la

première surface à la deuxième surface,

le perçage de refroidissement comprenant une portion de dosage, qui débouche sur la première surface et qui est délimitée par une surface de dosage, et une portion de diffusion, qui débouche sur la deuxième surface et qui est délimitée par une surface de diffusion, la portion de diffusion ayant une section transversale de passage, qui est plus grande que la section transversale de passage de la portion de dosage, caractérisé en ce que

la surface de diffusion est raccordée à la surface de dosage par une surface de liaison, qui, dans le plan de coupe comprenant la direction d'épaisseur, est inclinée par rapport à une partie aval de la surface de dosage et par rapport à une partie aval de la surface de diffusion, de sorte à ce que la surface de liaison forme une marche à la jonction entre la partie aval de la surface de dosage et la partie aval de la surface de diffusion.

- [0010] Suivant un mode de réalisation de l'invention, la première surface est une surface interne du composant, délimitant au moins en partie une cavité interne du composant, et la deuxième surface est une surface externe du composant.
- [0011] Suivant un mode de réalisation de l'invention, la surface de diffusion présente une portion cylindrique dont l'axe de révolution est incliné selon l'angle prédéterminé.
- [0012] Suivant un mode de réalisation de l'invention, la surface de liaison comporte un premier lobe latéral et un deuxième lobe latéral, les lobes étant situés de part et d'autre d'une direction médiane du perçage de refroidissement, la direction médiane étant sensiblement parallèle à un sens allant de l'amont vers l'aval et à un premier plan tangent pris à l'intersection de la première surface et de la surface de dosage et/ou à un deuxième plan tangent pris à l'intersection de la deuxième surface et de la surface de diffusion.
- [0013] Suivant un mode de réalisation de l'invention, le premier lobe latéral et le deuxième lobe latéral sont symétriques par rapport à la direction médiane du perçage de refroidissement.
- [0014] Suivant un mode de réalisation de l'invention, la surface de liaison est formée par un perçage borgne faisant partie de la portion de diffusion.
- [0015] Suivant un mode de réalisation de l'invention, la surface de liaison est sensiblement plane.
- [0016] Suivant un mode de réalisation de l'invention, la surface de liaison est sensiblement parallèle à un premier plan tangent pris à l'intersection de la première surface et de la surface de dosage et/ou est sensiblement parallèle à un deuxième plan tangent pris à l'intersection de la deuxième surface et de la surface de diffusion.
- [0017] Suivant un mode de réalisation de l'invention, l'angle prédéterminé est supérieur ou égal à 30° et inférieur ou égal à 60° par rapport à la direction d'épaisseur.
- [0018] Suivant un mode de réalisation de l'invention, le composant de turbomachine

consiste en une aube de turbomachine.

[0019] Suivant un mode de réalisation de l'invention, le composant de turbomachine consiste en une aube de turbine de turbomachine.

[0020] Suivant un mode de réalisation de l'invention, le composant de turbomachine consiste en une aube de turbine de turbomachine.

[0021] Un deuxième objet de l'invention est une turbomachine comportant au moins un composant de turbomachine tel que décrit ci-dessus.

[0022] Un troisième objet de l'invention est un procédé de fabrication d'un composant de turbomachine à partir d'une pièce ayant une paroi ayant une première surface et une deuxième surface qui est opposée à la première surface, la distance qui sépare la première surface et la deuxième surface définissant une direction d'épaisseur de la paroi, le procédé comportant

au cours d'une première étape, un déplacement d'une électrode d'électroérosion ayant une broche rectiligne, qui se termine par une extrémité libre contre la deuxième surface dans la paroi, l'électrode étant inclinée suivant un angle prédéterminé par rapport à la direction d'épaisseur pour réaliser dans la paroi une première partie de perçage, qui est cylindrique et traversante d'une deuxième ouverture de la deuxième surface à une première ouverture de la première surface, qui est inclinée suivant l'angle prédéterminé et qui va dans un sens allant de l'amont vers l'aval et de la première surface à la deuxième surface,

caractérisé en ce que le procédé comporte en outre les étapes suivantes :

au cours d'une deuxième étape, retrait partiel de l'électrode d'électroérosion ayant la broche inclinée suivant l'angle prédéterminé dans la première partie de perçage, pour positionner l'extrémité libre de l'électrode d'électroérosion à une première distance non nulle de la première ouverture suivant l'angle prédéterminé et à une deuxième distance non nulle de la deuxième ouverture suivant l'angle prédéterminé,

au cours d'une troisième étape, déplacement de l'électrode d'électroérosion ayant la broche inclinée suivant l'angle prédéterminé dans le sens allant de l'amont vers l'aval, pour réaliser dans la paroi à partir de la première partie de perçage une deuxième partie de perçage,

la pièce ayant la première partie de perçage et la deuxième partie de perçage formant le composant de turbomachine tel que décrit ci-dessus, dont le perçage de refroidissement est formé par la première partie de perçage et la deuxième partie de perçage.

[0023] Suivant un mode de réalisation de l'invention, la deuxième partie de perçage comprend une portion cylindrique, l'axe de révolution de cette portion cylindrique étant parallèle à la première partie de perçage suivant l'angle prédéterminé.

[0024] L'invention sera mieux comprise à la lecture de la description qui va suivre, donnée uniquement à titre d'exemple non limitatif en référence aux figures ci-dessus des

dessins annexés.

- [0025] [Fig.1] représente une vue schématique en coupe verticale de la paroi d'un composant de turbomachine suivant un mode de réalisation de l'invention.
- [0026] [Fig.2] représente une vue schématique de dessus partielle de la paroi d'un composant de turbomachine suivant un premier mode de réalisation de l'invention.
- [0027] [Fig.3] représente une vue schématique en perspective partielle de la paroi d'un composant de turbomachine suivant le premier mode de réalisation de l'invention.
- [0028] [Fig.4] représente une vue schématique de dessus partielle de la paroi d'un composant de turbomachine suivant un deuxième mode de réalisation de l'invention.
- [0029] [Fig.5] représente une vue schématique en perspective partielle de la paroi d'un composant de turbomachine suivant le deuxième mode de réalisation de l'invention.
- [0030] [Fig.6] représente schématiquement une étape initiale d'un procédé de fabrication du composant de turbomachine suivant un mode de réalisation de l'invention.
- [0031] [Fig.7] représente schématiquement une première étape d'un procédé de fabrication du composant de turbomachine suivant un mode de réalisation de l'invention.
- [0032] [Fig.8] représente schématiquement une deuxième étape d'un procédé de fabrication du composant de turbomachine suivant un mode de réalisation de l'invention.
- [0033] [Fig.9] représente schématiquement une troisième étape d'un procédé de fabrication du composant de turbomachine suivant un mode de réalisation de l'invention.
- [0034] [Fig.10] représente schématiquement une quatrième étape d'un procédé de fabrication du composant de turbomachine suivant un mode de réalisation de l'invention.
- [0035] [Fig.11] représente schématiquement un exemple de turbomachine dans laquelle peut être utilisé le composant de turbomachine suivant un mode de réalisation de l'invention.
- [0036] [Fig.12] schématique en perspective d'une aube de turbomachine formant le composant de turbomachine suivant un mode de réalisation de l'invention.
- [0037] On décrit ci-dessous plus en détail en référence aux figures 1 à 12 un exemple de réalisation d'un composant 1 de turbomachine et d'un procédé de fabrication de celui-ci.
- [0038] Le composant 1 de turbomachine comporte une paroi 10 ayant une première surface 11 et une deuxième surface 12, qui sont éloignées l'une de l'autre par rapport à une direction Z d'épaisseur locale de la paroi 10, normale à celles-ci. Un (ou plusieurs) perçage 3 traversant, allant de la première surface 11 à la deuxième surface 12, est prévu dans la paroi 10. Le perçage 3 de refroidissement traverse la paroi 10 (ou est débouchant). Le perçage 3 de refroidissement est en oblique suivant un angle α prédéterminé par rapport à la direction Z d'épaisseur, à savoir dans un plan de coupe contenant la direction d'épaisseur Z. Le perçage 3 de refroidissement est en oblique et va à la fois dans un sens S1 allant de l'amont vers l'aval et de la première surface 11 à la deuxième surface 12. Le perçage 3 de refroidissement permet de faire passer un

fluide de refroidissement de la première surface 11 à la deuxième surface 12. Le sens S1 est une direction comprise localement dans la première surface 11 et dans la deuxième surface 12. L'autre direction Y latérale de la première surface 11 et de la deuxième surface 12 est perpendiculaire au sens S1 et à la direction Z d'épaisseur locale.

[0039] Suivant un mode de réalisation de l'invention, la première surface 11 est une surface interne du composant 1, délimitant une cavité interne 25 du composant 1, et la deuxième surface 12 est une surface externe du composant 1. Ainsi que représenté à titre d'exemple à la [Fig.12], le composant 1 peut avoir une autre paroi 20 qui délimite la cavité interne 25 avec la première surface 11 interne de la paroi 10. Dans un premier mode de réalisation du composant 1, l'autre paroi 20 n'est pas du même type que la paroi 10 et ne comporte pas de perçages 3 de refroidissement. Dans un deuxième mode de réalisation du composant 1, l'autre paroi 20 est du même type que la paroi 10 et comporte un (ou plusieurs) perçages 3 de refroidissement tels que décrits pour la paroi 10.

[0040] Le perçage 3 de refroidissement comprend une portion 31 de dosage, qui débouche par une première ouverture 111 sur la première surface 11 et qui est délimitée par une surface de dosage 310, et une portion 32 de diffusion, qui débouche par une deuxième ouverture 121 sur la deuxième surface 12 et qui est délimitée par une surface de diffusion 320. La portion 32 de diffusion a une deuxième section transversale de passage de fluide, qui est plus grande (ou plus large) qu'une première section transversale de passage de fluide de la portion 31 de dosage. Le sens S1 allant de l'amont vers l'aval va donc de la portion 31 de dosage à la portion 32 de diffusion, de la première ouverture 111 à la deuxième ouverture 121, de la surface de dosage 310 à la surface de diffusion 320 et de la première section transversale de passage de fluide à la deuxième section transversale de passage de fluide. Le sens S1 est sensiblement parallèle à un premier plan tangent P1 pris à l'intersection de la première surface 11 et de la surface de dosage 310, c'est-à-dire au niveau de l'ouverture 111 et/ou est sensiblement parallèle à un deuxième plan tangent P2 pris à l'intersection de la deuxième surface 12 et de la surface de diffusion 320, c'est-à-dire au niveau de l'ouverture 121.

[0041] La surface de diffusion 320 est raccordée à la surface de dosage 310 par une surface 35 de liaison, qui est inclinée par rapport à une partie aval 312 de la surface de dosage 310 et par rapport à une partie aval 323 de la surface de diffusion 320. La partie aval 312 de la surface de dosage 310 est en aval suivant le sens S1 par rapport à une partie amont 313 de la surface de dosage 310. La partie aval 323 de la surface de diffusion 320 est en aval suivant le sens S1 par rapport à une partie amont 324 de la surface de diffusion 320. La surface de liaison 35 est en aval suivant le sens S1 par rapport à la partie amont 313 de la surface de dosage 310. La partie aval 323 de la surface de

diffusion 320 est décalée par la surface 35 de liaison par rapport à la partie aval 312 de la surface de dosage 310. La surface de liaison 35 forme une marche 35 (ou un bord 35) à la jonction entre la partie aval 312 de la surface de dosage 310 et la partie aval 323 de la surface de diffusion 320. La surface 35 de liaison est à une première distance D1 non nulle de la première ouverture 111 suivant l'angle α prédéterminé et à une deuxième distance D2 non nulle de la deuxième ouverture 121 suivant l'angle α prédéterminé. La surface de liaison est donc inclinée dans le plan de coupe comprenant la direction d'épaisseur Z par rapport à la partie aval 312 de la surface de dosage 310 et par rapport à la partie aval 323 de la surface de diffusion 320.

[0042] L'invention permet ainsi de réduire le temps de fabrication du composant de turbomachine, tout en ayant une bonne efficacité de refroidissement de la paroi 10 par un fluide (par exemple de l'air) traversant le perçage 3 de refroidissement de la première ouverture 111 à la deuxième ouverture 121 dans le sens F d'écoulement de fluide. La portion 32 de diffusion, qui est située en aval et plus large de la portion 31 de dosage, permet la recirculation d'un film de fluide de refroidissement dans cette portion 32 de diffusion, et ainsi de retarder le mélange de ce fluide avec l'air chaud en veine sur la deuxième surface 12 contre la paroi 10.

[0043] Suivant un mode de réalisation de l'invention, la surface de diffusion 320 présente une portion cylindrique dont l'axe de révolution est incliné selon l'angle α prédéterminé. La surface de dosage 310 peut présenter une portion cylindrique dont l'axe de révolution est incliné selon l'angle α prédéterminé. Suivant un mode de réalisation, la surface de diffusion 320 est cylindrique suivant l'angle α prédéterminé et est parallèle à la surface de dosage 310 également cylindrique suivant l'angle α prédéterminé. La partie amont 324 de la surface de diffusion 320 peut prolonger suivant l'angle α prédéterminé la partie amont 313 de la surface de dosage 310. Par exemple, la surface de dosage 310 et la surface de diffusion 320 peuvent être cylindriques et être en forme d'une portion d'ellipse (par exemple aux figures 2 et 3) ou en forme de plusieurs portions d'ellipse (par exemple aux figures 4 et 5) dans des plans parallèles à la première surface 11 et/ou à la deuxième surface 12, c'est-à-dire parallèles à un premier plan tangent P1 pris à l'intersection de la première surface 11 et de la surface de dosage 310 et contenant le sens S1 et l'autre direction Y latérale et/ou à un deuxième plan tangent P2 pris à l'intersection de la deuxième surface 12 et de la surface de diffusion 320 et contenant le sens S1 et l'autre direction Y latérale.

[0044] Le composant 1 de turbomachine peut être par exemple une aube de turbomachine, notamment une (ou plusieurs) aube de turbine de turbomachine.

[0045] On décrit ci-dessous en référence aux figures 6 à 10 un procédé de fabrication du composant 1 de turbomachine par usinage à l'aide d'une électrode 501 d'électroérosion. L'électrode 501 d'électroérosion comporte une broche rectiligne 503 se

terminant par une extrémité libre 502 et sert à réaliser le perçage 3 de refroidissement.

[0046] Au cours d'une étape initiale E0 à la [Fig.6], la paroi 10 du composant 1 de turbomachine, formée initialement par une pièce 1a, est fournie.

[0047] Puis, au cours d'une première étape E1 à la [Fig.7], on déplace la broche rectiligne 503 de l'électrode 501 d'électroérosion contre la deuxième surface 12 dans la paroi 10, la broche rectiligne 503 étant inclinée suivant l'angle α prédéterminé, pour réaliser dans la paroi 10 une première partie 41 de perçage. La première partie 41 de perçage est cylindrique et traversante (ou débouchante) de la deuxième ouverture 121 de la deuxième surface 12 à la première ouverture 111 de la première surface 11 suivant l'angle α prédéterminé. La première partie 41 de perçage est inclinée suivant l'angle α prédéterminé et va dans le sens S1 allant de l'amont vers l'aval et de la première surface 11 à la deuxième surface 12.

[0048] Puis, au cours d'une deuxième étape E2 à la [Fig.8], on retire partiellement de la première partie 41 de perçage la broche 503 de l'électrode 501 d'électroérosion inclinée suivant l'angle α prédéterminé, pour positionner l'extrémité libre 502 de l'électrode d'électroérosion dans la première partie 41 de perçage à une première distance D1 non nulle de la première ouverture 111 suivant l'angle α prédéterminé et à une deuxième distance D2 non nulle de la deuxième ouverture 121 suivant l'angle α prédéterminé.

[0049] Puis, au cours d'une troisième étape E3 à la [Fig.9], on déplace la broche rectiligne 503 de l'électrode 501 d'électroérosion inclinée suivant l'angle α prédéterminé dans le sens S1 allant de l'amont vers l'aval, pour réaliser dans la paroi 10 à partir de la première partie 41 de perçage une (ou plusieurs) deuxième partie 42 de perçage. La deuxième partie 42 de perçage forme la partie aval de la portion 32 de diffusion. La deuxième partie 42 de perçage est cylindrique suivant l'angle α prédéterminé et est parallèle à la première partie 41 de perçage suivant l'angle α prédéterminé. La deuxième partie 42 de perçage communique avec la première partie 41 de perçage. La deuxième partie 42 de perçage est réalisée par balayage de la broche rectiligne 503 de l'électrode 501 d'électroérosion qui est inclinée suivant l'angle α prédéterminé pour avoir la forme souhaitée de la partie aval de la portion 32 de diffusion. La deuxième partie 42 de perçage est non débouchante vers la première surface 11. On peut effectuer plusieurs fois la troisième étape E3 pour réaliser plusieurs deuxièmes parties 42 de perçage, comme par exemple la deuxième partie 42a de perçage et l'autre deuxième partie 42b de perçage aux figures 4 et 5.

[0050] On obtient ainsi à la [Fig.10], lors de la quatrième étape E4 postérieure à la troisième étape E3, le composant 1 de turbomachine formé par la pièce 1a ayant la première partie 41 de perçage et la deuxième partie 42 de perçage. Le perçage 3 de refroidissement est formé par la première partie 41 de perçage et par la deuxième partie 42

de perçage. La première partie 41 de perçage et la (ou les) deuxième partie 42 de perçage sont délimitées par la surface de dosage 310, la surface de diffusion 320 et la surface de liaison 35.

- [0051] Suivant un mode de réalisation de l'invention, la deuxième partie 42 de perçage comprend une portion cylindrique, l'axe de révolution de cette portion cylindrique étant parallèle à la première partie 41 de perçage suivant l'angle α prédéterminé. Ainsi, la deuxième partie 42 de perçage peut être cylindrique suivant l'angle α prédéterminé et être parallèle à la première partie 41 de perçage suivant l'angle α prédéterminé.
- [0052] Suivant un mode de réalisation de l'invention, la surface de liaison 35 est formée par un trou borgne 33 (ou non débouchant) aval faisant partie de la portion 32 de diffusion. Le trou borgne 33 est formé par la deuxième partie 42 de perçage.
- [0053] La surface de liaison 35 peut être sensiblement plane dans un plan distant de la première surface 11 et de la deuxième surface 12 et peut être par exemple sensiblement parallèle au premier plan tangent P1 pris à l'intersection de la première surface 11 et de la surface de dosage 310 et/ou est sensiblement parallèle au deuxième plan tangent P2 pris à l'intersection de la deuxième surface 12 et de la surface de diffusion 320.
- [0054] Suivant un mode de réalisation de l'invention, l'angle α prédéterminé est supérieur ou égal à 30° et inférieur ou égal à 60° par rapport à la direction (Z) d'épaisseur.
- [0055] Les figures 2 et 3 représentent un premier exemple de forme possible pour le perçage 3 de refroidissement. La [Fig.2] représente en vue de dessus la forme de la deuxième ouverture 121 dans la deuxième surface 12, les autres parties de la paroi 10 située sous la deuxième surface 12 n'étant pas représentées. La [Fig.3] représente en perspective le perçage 3 de refroidissement, les parties de la paroi 10 n'étant pas représentées. Aux figures 2 et 3, la deuxième partie 42 de perçage se trouve dans le prolongement dans le sens S1 vers l'aval par rapport à la première partie 41 de perçage au-dessus de la surface de liaison 35.
- [0056] Aux figures 2 et 3, le procédé de fabrication suivant l'invention permet d'avoir dans la surface de diffusion 320 raccordant la première partie 41 de perçage à la deuxième partie 42 de perçage une zone 321 de transition, qui est plane dans des plans parallèles au sens S1 et à la direction Z d'épaisseur locale. On évite ainsi dans cette zone de transition 321 un rétrécissement de la section transversale de passage de fluide du perçage 3 de refroidissement dans le sens S1 vers l'aval, qui provoquerait des perturbations du refroidissement par film d'air (décollement, recirculation) réduisant l'efficacité de refroidissement du perçage. Un tel rétrécissement de la section transversale de passage de fluide du perçage 3 de refroidissement dans le sens S1 vers l'aval, engendrant des perturbations du refroidissement par film d'air (décollement, recirculation) réduisant l'efficacité de refroidissement du perçage, est provoqué par les procédés de fabrication de l'état de la technique dans lesquels la broche 503 de

l'électrode 501 d'électroérosion est complètement sortie de la portion 31 de dosage pour réaliser la portion 32 de diffusion.

- [0057] Les figures 4 et 5 représentent un deuxième exemple de forme possible pour le perçage 3 de refroidissement. La [Fig.4] représente en vue de dessus la forme de la deuxième ouverture 121 dans la deuxième surface 12, les parties de la paroi 10 située sous la deuxième surface 12 n'étant pas représentées. La [Fig.5] représente en perspective le perçage 3 de refroidissement, les autres parties de la paroi 10 n'étant pas représentées.
- [0058] Suivant un mode de réalisation de l'invention, représenté à titre d'exemple aux figures 4 et 5, la surface de liaison 35 comporte un premier bord 35a en forme de lobe (ou courbe et concave) et un deuxième bord 35b en forme de lobe (ou courbe et concave), qui sont situés de part et d'autre d'une direction médiane S10 du perçage 3 de refroidissement ou d'un plan médian du perçage 3 de refroidissement. La direction médiane S10 du perçage 3 de refroidissement est sensiblement parallèle au sens S1 allant de l'amont vers l'aval et au premier plan tangent P1 et/ou au deuxième plan tangent P2. Le plan médian du perçage 3 de refroidissement contient le sens S1 et la direction Z d'épaisseur. La surface de liaison 35 comporte un creux aval 35c situé entre le premier bord 35a en forme de lobe et le deuxième bord 35b en forme de lobe.
- [0059] Suivant un mode de réalisation de l'invention, représenté à titre d'exemple aux figures 4 et 5, le premier bord 35a en forme de lobe et le deuxième bord 35b en forme de lobe sont symétriques par rapport à la direction médiane S10 du perçage 3 de refroidissement ou au plan médian du perçage 3 de refroidissement. Le creux aval 35c peut être situé sur la direction médiane S10 du perçage ou sur le plan médian du perçage 3 de refroidissement.
- [0060] Suivant un mode de réalisation de l'invention, représenté à titre d'exemple aux figures 4 et 5, le premier bord 35a en forme de lobe et le deuxième bord 35b en forme de lobe sont planes et dans le même plan.
- [0061] Suivant un mode de réalisation de l'invention, représenté à titre d'exemple aux figures 4 et 5, la partie aval 323 de la surface de diffusion 320 comporte une première surface aval 323a en forme de lobe et une deuxième surface aval 323b en forme de lobe, qui sont situées de part et d'autre de la direction médiane S10 du perçage 3 de refroidissement décrite ci-dessus ou d'un plan médian du perçage 3 de refroidissement décrit ci-dessus. Une saillie 323c tournée vers l'amont peut être située sur la partie aval 323 de la surface de diffusion 320 entre la première surface aval 323a en forme de lobe et la deuxième surface aval 323b en forme de lobe. La saillie 323c est reliée au creux aval 35c.
- [0062] Suivant un mode de réalisation de l'invention, représenté à titre d'exemple aux figures 4 et 5, la première surface aval 323a en forme de lobe et la deuxième surface

aval 323b en forme de lobe sont symétriques par rapport à la direction médiane S10 du perçage 3 de refroidissement ou au plan médian du perçage 3 de refroidissement. La saillie 323c peut être située sur la direction médiane S10 du perçage ou sur le plan médian du perçage 3 de refroidissement.

[0063] Suivant un mode de réalisation de l'invention, aux figures 4 et 5, deux deuxième parties 42 de perçage, à savoir la deuxième partie 42a de perçage et l'autre deuxième partie 42b de perçage sont réalisées au cours de la troisième étape E3. Cette deuxième partie 42a de perçage et l'autre deuxième partie 42b de perçage délimitent la première surface aval 323a en forme de lobe et la surface aval 323a en forme de lobe, le premier bord 35a en forme de lobe et le deuxième bord 35b en forme de lobe. La deuxième partie 42a de perçage est située en aval de la première partie 41 de perçage et s'élargit au-delà de la première partie 41 de perçage suivant un premier sens Y1 de l'autre direction de Y latérale. L'autre deuxième partie 42b de perçage est située en aval de la première partie 41 de perçage et s'élargit au-delà de la première partie 41 de perçage suivant un deuxième sens Y2 de l'autre direction Y latérale, inverse du premier sens Y1.

[0064] La structure représentée aux figures 4 et 5 permet également d'éviter dans la zone de transition 322 de transition de la surface de diffusion 320 raccordant la première partie 41 de perçage aux deuxième parties 42a, 42b de perçage un rétrécissement de la section transversale de passage de fluide du perçage 3 de refroidissement dans le sens S1 vers l'aval, qui provoquerait des perturbations du refroidissement par film d'air (décollement, recirculation) réduisant l'efficacité de refroidissement du perçage.

[0065] Le procédé de fabrication suivant l'invention permet également d'enlever une étape par rapport aux procédés de fabrication de l'état de la technique dans lesquels la broche 503 de l'électrode 501 d'électroérosion est complètement sortie de la portion 31 de dosage pour réaliser la portion 32 de diffusion, ce qui simplifie la réalisation du perçage 3 de refroidissement et réduit ainsi son coût. Le procédé de fabrication suivant l'invention est rapide à mettre en œuvre et permet d'améliorer la résistance du perçage 3 de refroidissement. En outre, le procédé de fabrication suivant l'invention permet de réduire les non-conformités en production.

[0066] On décrit ci-dessous plus en détail en référence à la [Fig.11] un exemple de turbomachine T aéronautique, dans laquelle peut être utilisé le composant 1 de turbomachine suivant l'invention.

[0067] Ainsi que cela est connu, la turbomachine T représentée à la [Fig.11] est destinée à être installée sur un aéronef non représenté pour le propulser dans les airs.

[0068] L'ensemble moteur à turbine à gaz ou turbomachine T s'étend autour d'un axe AX ou direction axiale AX (ou première direction longitudinale AX mentionnée ci-dessous) orientée de l'amont vers l'aval. A la [Fig.11], les termes « amont », respec-

tivement « aval » ou « avant », respectivement « arrière », ou « gauche » respectivement « droite » ou « axialement » sont pris le long de la direction générale des gaz qui s'écoulent dans la turbomachine selon l'axe AX. La direction allant de l'intérieur vers l'extérieur est la direction radiale DR (ou troisième direction DR de hauteur mentionnée ci-dessous) partant de l'axe AX.

- [0069] La turbomachine T est par exemple à double corps. La turbomachine T comprend un premier étage formé par une soufflante rotative 280 et un générateur de gaz 130, situé en aval de la soufflante rotative 280. Central à la turbomachine, le générateur de gaz 130 comprend, de l'amont vers l'aval dans le sens d'écoulement des gaz, un compresseur basse pression CBP1, un compresseur haute pression CHP1, une chambre de combustion 160, une turbine haute pression THP1 et une turbine basse pression TBP1, qui délimitent un flux primaire de gaz FP1.
- [0070] La soufflante rotative 280 comprend un ensemble d'aubes 2 rotatives de soufflante s'étendant radialement vers l'extérieur depuis un moyeu rotatif 250 de soufflante. Les aubes 2 rotatives de soufflante sont entourées extérieurement par un carter 300 de soufflante.
- [0071] La turbomachine T présente une extrémité amont d'admission 290 située en amont de la soufflante 280, et une extrémité aval d'échappement 311. La turbomachine T comprend également un carter inter-veine 360 qui délimite une veine primaire dans laquelle circule le flux primaire FP1 qui traverse en aval de la soufflante 280 le compresseur basse pression CBP1, le compresseur haute pression CHP1, la turbine haute pression THP1 et la turbine basse pression TBP1.
- [0072] Le carter inter-veine 360 comporte, de l'amont vers l'aval, un carter 361 du compresseur basse pression CBP1, un carter intermédiaire 260, qui est interposé entre le compresseur basse pression CBP1 et le compresseur haute pression CHP1, un carter 362 du compresseur haute pression CHP1, un carter 363 de la turbine haute pression THP1 et un carter 190 de la turbine basse pression TBP1.
- [0073] Le compresseur basse pression CBP1 et le compresseur haute pression CHP1 peuvent comporter chacun un ou plusieurs étages, chaque étage étant formé par un ensemble d'aubes fixes (ou aubage de stator) et un ensemble d'aubes rotatives (ou aubage de rotor).
- [0074] Les aubes fixes 101 du compresseur basse pression CBP1 sont fixées au carter 361. Les aubes rotatives 102 du compresseur basse pression CBP1 sont fixées à un premier arbre rotatif 410 de transmission.
- [0075] Les aubes fixes 103 du compresseur haute pression CHP1 sont fixées au carter 362. Les aubes rotatives 104 du compresseur haute pression CHP1 sont fixées à un deuxième arbre rotatif 400 de transmission.
- [0076] La turbine haute pression THP1 et la turbine basse pression TBP1 peuvent comporter

chacun un ou plusieurs étages, chaque étage étant formé par un ensemble d'aubes fixes (ou aubage de stator) et un ensemble d'aubes rotatives (ou aubage de rotor).

- [0077] Les aubes fixes 105 de la turbine haute pression THP1 sont fixées au carter 363. Les aubes rotatives 106 de la turbine haute pression THP1 sont fixées au deuxième arbre rotatif 400 de transmission.
- [0078] Les aubes fixes 107 de la turbine basse pression TBP1 sont fixées au carter 190. Les aubes rotatives 108 de la turbine basse pression TBP1 sont fixées au premier arbre rotatif 410 de transmission.
- [0079] Les aubes 108 rotatives de la turbine basse pression TBP1 entraînent les aubes rotatives 102 du compresseur basse pression CBP1 en rotation autour de l'axe AX sous l'effet de la poussée des gaz provenant de la chambre de combustion 160. Les aubes rotatives 106 de la turbine haute pression THP1 entraînent les aubes rotatives 104 du compresseur haute pression CHP1 en rotation autour de l'axe AX sous l'effet de la poussée des gaz provenant de la chambre de combustion 160.
- [0080] Les aubes 2 de soufflante rotative sont en amont des aubes 101,102, 103, 104 105, 106, 107 et 108 et sont de forme différente de celles-ci.
- [0081] En fonctionnement, l'air s'écoule à travers la soufflante rotative 280 et une première partie FP1 (flux primaire FP1) du flux d'air est acheminée à travers le compresseur basse pression CBP1 et le compresseur haute pression CHP1, dans lesquels le flux d'air est comprimé et envoyé à la chambre de combustion 160. Les produits de combustion chauds (non représentés sur les figures) provenant de la chambre de combustion 160 sont utilisés pour entraîner les turbines THP1 et TBP1 et produire ainsi la poussée de la turbomachine T. La turbomachine T comprend également une veine secondaire 390 qui est utilisée pour faire passer un flux secondaire FS1 du flux d'air évacué de la soufflante rotative 280 autour du carter inter-veine 360. Plus précisément, la veine secondaire 390 s'étend entre une paroi interne 201 d'un carénage 200 ou nacelle 200 et le carter inter-veine 360 entourant le générateur de gaz 130, le carter 300 de soufflante étant la partie amont de ce carénage 200 ou nacelle 200. Des bras 340 relient le carter intermédiaire 260 à la paroi interne 201 du carénage 200 dans la veine secondaire 390 du flux secondaire FS1.
- [0082] Le composant 1 de turbomachine peut être par exemple une ou plusieurs des aubes 101 et/ou une ou plusieurs des aubes 102 et/ou une ou plusieurs des aubes 103 et/ou une ou plusieurs des aubes 104 et/ou une ou plusieurs des aubes 105 et/ou une ou plusieurs des aubes 106 et/ou une ou plusieurs des aubes 107 et/ou une ou plusieurs des aubes 108.
- [0083] Notamment, le composant 1 de turbomachine peut être par exemple une ou plusieurs des aubes rotatives 106 de la turbine haute pression THP1.
- [0084] La [Fig.12] représente un exemple de réalisation d'une aube rotative 106 de la

turbine haute pression THP1. L'aube 106 de turbomachine comporte une pale 21, un pied 22 destiné à être logé dans un logement d'un disque (non représenté) du deuxième arbre rotatif 400 de transmission et une plateforme 23 destinée à délimiter radialement vers l'intérieur le conduit 11A de passage du flux primaire FP1, ce conduit 11A de passage étant délimité vers l'extérieur par le carter 363 de la turbine haute pression THP1. Lors du fonctionnement de la turbomachine T, la pale 21 se trouve dans le conduit 11A de passage du flux primaire FP1 et par conséquent exposé au gaz chaud provenant de la chambre 160 de combustion. La turbomachine T comporte un circuit de refroidissement permettant d'acheminer de l'air frais (fluide de refroidissement) jusque dans une cavité interne 25 de l'aube 106. L'aube 106 comporte les perçages 3 de refroidissement reliant la surface interne de la pale 21, laquelle est formée par la première surface 11, à la surface externe de la pale 21, laquelle est formée par la deuxième surface 12. La première surface 11 délimite en partie la cavité interne 25. La deuxième surface 12 est exposée au flux primaire FP1 dans le conduit 11A de passage. Les perçages 3 de refroidissement permettent d'évacuer une partie de l'air frais circulant dans la cavité interne 25 de l'aube 106 de manière à former sur la deuxième surface 12 un film d'air frais protégeant des gaz chauds 10A de combustion du flux primaire FP1 dans le conduit 11A de passage la pale 21.

- [0085] Bien entendu, la structure décrite ci-dessus en référence à la [Fig.12] pourrait également être prévue pour une ou plusieurs des aubes 101 et/ou une ou plusieurs des aubes 102 et/ou une ou plusieurs des aubes 103 et/ou une ou plusieurs des aubes 104 et/ou une ou plusieurs des aubes 105 et/ou une ou plusieurs des aubes 107 et/ou une ou plusieurs des aubes 108.
- [0086] Bien entendu, les modes de réalisation, caractéristiques, possibilités et exemples décrits ci-dessus peuvent être combinés l'un avec l'autre ou être sélectionnés indépendamment l'un de l'autre.

Revendications

- [Revendication 1] Composant (1) de turbomachine destiné à être refroidi par un fluide gazeux de refroidissement, comportant une paroi (10) ayant une première surface (11) et une deuxième surface (12), qui est opposée à la première surface (11), la distance qui sépare la première surface (11) et la deuxième surface (12) définissant une direction d'épaisseur (Z) de la paroi (10), au moins un perçage (3) de refroidissement traversant la paroi (10) en débouchant d'une part, à la première surface (11) et, d'autre part, à la deuxième surface (12), le perçage (3) de refroidissement étant oblique d'un angle (α) pré-déterminé dans un plan de coupe comprenant la direction d'épaisseur (Z) et étant configuré pour permettre en fonctionnement un écoulement de fluide gazeux (S1) allant de l'amont vers l'aval, de la première surface (11) à la deuxième surface (12), le perçage (3) de refroidissement comprenant une portion de dosage (31), qui débouche sur la première surface (11) et qui est délimitée par une surface de dosage (310), et une portion de diffusion (32), qui débouche sur la deuxième surface (12) et qui est délimitée par une surface de diffusion (320), la portion de diffusion (32) ayant une section transversale de passage, qui est plus grande que la section transversale de passage de la portion de dosage (31), caractérisé en ce que la surface de diffusion (320) est raccordée à la surface de dosage (310) par une surface de liaison (35), qui, dans le plan de coupe comprenant la direction d'épaisseur (Z), est inclinée par rapport à une partie aval (312) de la surface de dosage (310) et par rapport à une partie aval (323) de la surface de diffusion (320), de sorte à ce que la surface de liaison (35) forme une marche à la jonction entre la partie aval (312) de la surface de dosage (310) et la partie aval (323) de la surface de diffusion (320).
- [Revendication 2] Composant de turbomachine suivant la revendication 1, caractérisé en ce que la première surface (11) est une surface interne du composant (1), délimitant au moins en partie une cavité interne (25) du composant, et la deuxième surface (12) est une surface externe du composant (1).
- [Revendication 3] Composant de turbomachine suivant l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que la surface de diffusion (320) présente une portion cylindrique dont l'axe de révolution est incliné

- selon l'angle (α) prédéterminé.
- [Revendication 4] Composant de turbomachine suivant l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que la surface de liaison (35) comporte un premier lobe latéral (35a) et un deuxième lobe latéral (35b), les lobes étant situés de part et d'autre d'une direction médiane (S10) du perçage (3) de refroidissement, la direction médiane (S10) étant sensiblement parallèle à un sens (S1) allant de l'amont vers l'aval et à un premier plan tangent (P1) pris à l'intersection de la première surface (11) et de la surface de dosage (310) et/ou à un deuxième plan tangent (P2) pris à l'intersection de la deuxième surface (12) et de la surface de diffusion (320).
- [Revendication 5] Composant de turbomachine suivant la revendication 4, caractérisé en ce que le premier lobe latéral (35a) et le deuxième lobe latéral (35b) sont symétriques par rapport à la direction médiane (S10) du perçage (3) de refroidissement.
- [Revendication 6] Composant de turbomachine suivant l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que la surface de liaison (35) est formée par un perçage borgne (33) faisant partie de la portion de diffusion (32).
- [Revendication 7] Composant de turbomachine suivant l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que la surface de liaison (35) est sensiblement plane.
- [Revendication 8] Composant de turbomachine suivant l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que la surface de liaison (35) est sensiblement parallèle à un premier plan tangent (P1) pris à l'intersection de la première surface (11) et de la surface de dosage (310) et/ou est sensiblement parallèle à un deuxième plan tangent (P2) pris à l'intersection de la deuxième surface (12) et de la surface de diffusion (320).
- [Revendication 9] Composant de turbomachine suivant l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que l'angle (α) prédéterminé est supérieur ou égal à 30° et inférieur ou égal à 60° par rapport à la direction d'épaisseur (Z).
- [Revendication 10] Composant de turbomachine suivant l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il consiste en une aube (106) de turbine de turbomachine.
- [Revendication 11] Turbomachine (T) comportant au moins un composant (1) de turbomachine suivant l'une quelconque des revendications précédentes.

[Revendication 12] Procédé de fabrication d'un composant (1) de turbomachine à partir d'une pièce (1a) ayant une paroi (10) ayant une première surface (11) et une deuxième surface (12) qui est opposée à la première surface (11), la distance qui sépare la première surface (11) et la deuxième surface (12) définissant une direction d'épaisseur (Z) de la paroi (10), le procédé comportant

au cours d'une première étape (E1), un déplacement d'une électrode (501) d'électroérosion ayant une broche rectiligne (503), qui se termine par une extrémité libre (502) contre la deuxième surface (12) dans la paroi (10), l'électrode (501) étant inclinée suivant un angle (α) prédéterminé par rapport à la direction d'épaisseur (Z) pour réaliser dans la paroi (10) une première partie (41) de perçage, qui est cylindrique et traversante d'une deuxième ouverture (121) de la deuxième surface (12) à une première ouverture (111) de la première surface (11), qui est inclinée suivant l'angle (α) prédéterminé et qui va dans un sens (S1) allant de l'amont vers l'aval et de la première surface (11) à la deuxième surface (12),

caractérisé en ce que le procédé comporte en outre les étapes suivantes :

au cours d'une deuxième étape (E2), retrait partiel de l'électrode (501) d'électroérosion ayant la broche (503) inclinée suivant l'angle (α) prédéterminé dans la première partie (41) de perçage, pour positionner l'extrémité libre (502) de l'électrode (501) d'électroérosion à une première distance (D1) non nulle de la première ouverture (111) suivant l'angle (α) prédéterminé et à une deuxième distance (D2) non nulle de la deuxième ouverture (121) suivant l'angle (α) prédéterminé,

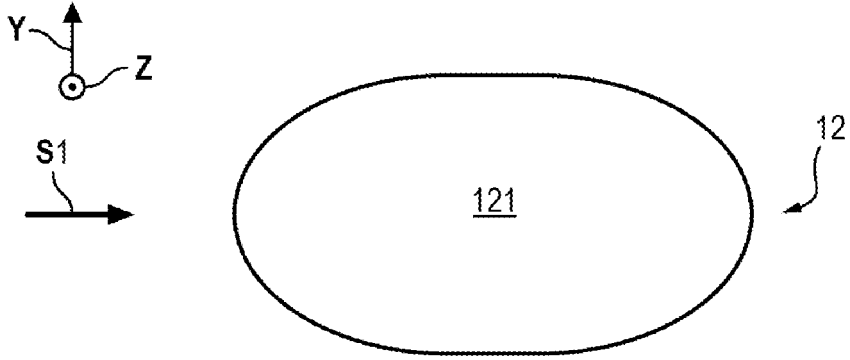
au cours d'une troisième étape (E3), déplacement de l'électrode (501) d'électroérosion ayant la broche (503) inclinée suivant l'angle (α) prédéterminé dans le sens (S1) allant de l'amont vers l'aval, pour réaliser dans la paroi (10) à partir de la première partie (41) de perçage une deuxième partie (42) de perçage,

la pièce (1a) ayant la première partie (41) de perçage et la deuxième partie (42) de perçage formant le composant (1) de turbomachine suivant l'une quelconque des revendications 1 à 10, dont le perçage (3) de refroidissement est formé par la première partie (41) de perçage et la deuxième partie (42) de perçage.

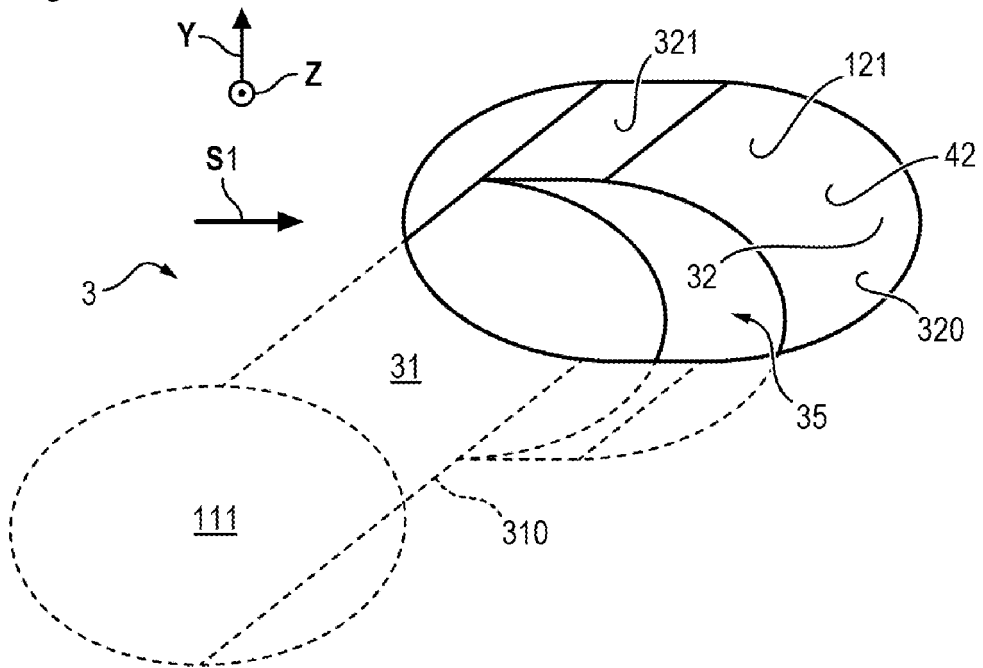
[Revendication 13] Procédé suivant la revendication 12, caractérisé en ce que la deuxième partie (42) de perçage comprend une portion cylindrique, l'axe de révolution de cette portion cylindrique étant parallèle à la première partie

(41) de perçage suivant l'angle (α) prédéterminé.

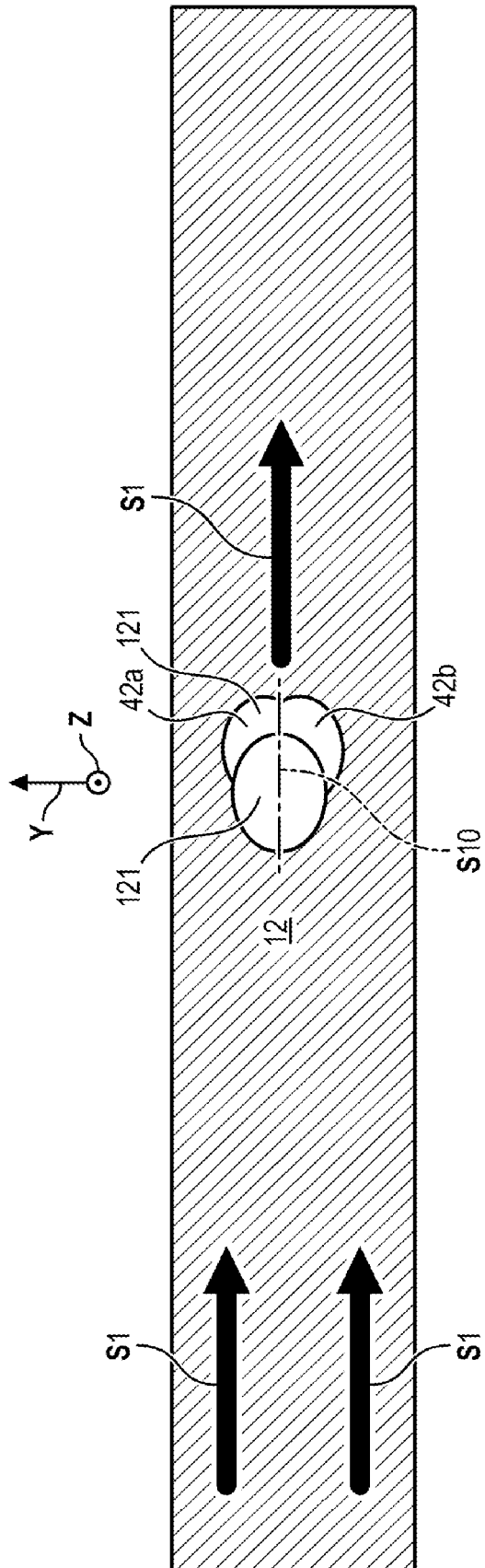
[Fig. 2]



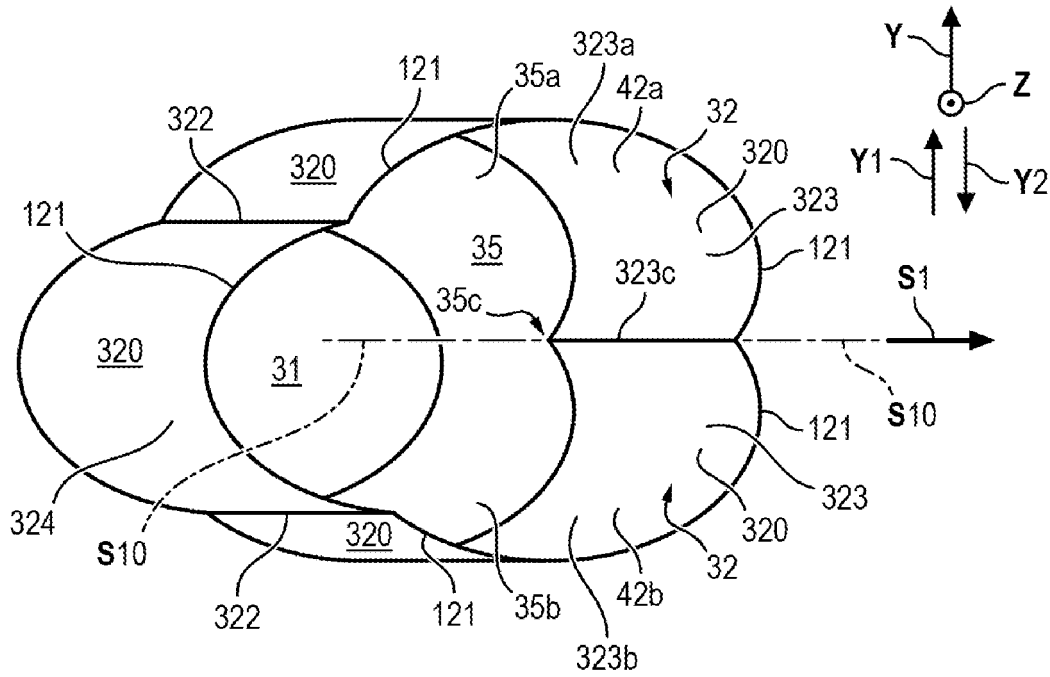
[Fig. 3]



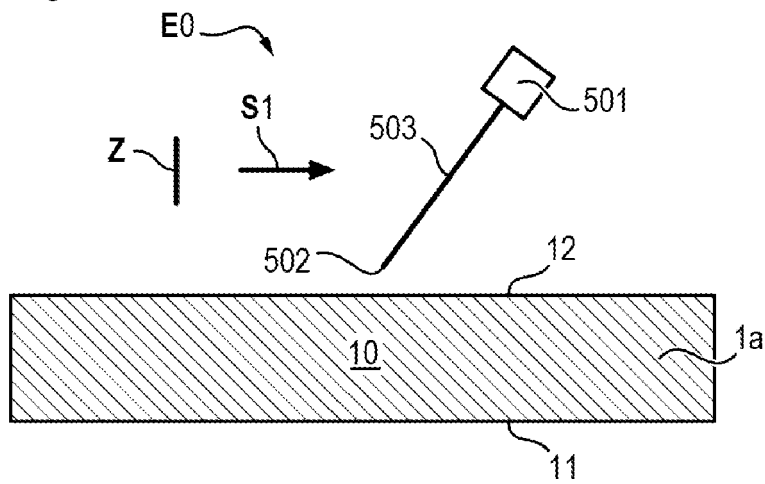
[Fig. 4]



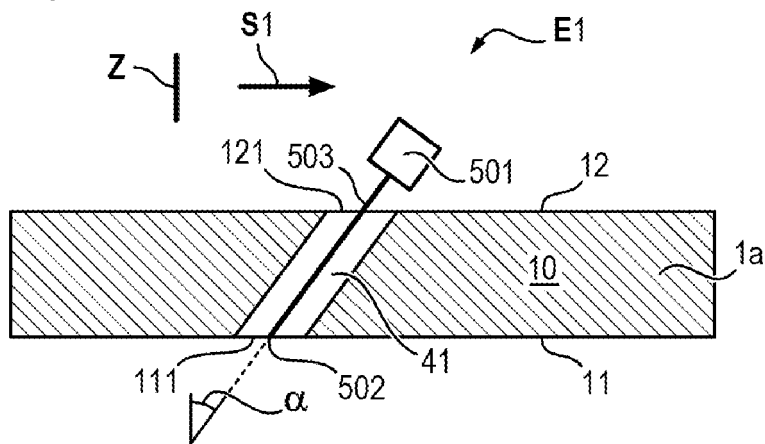
[Fig. 5]



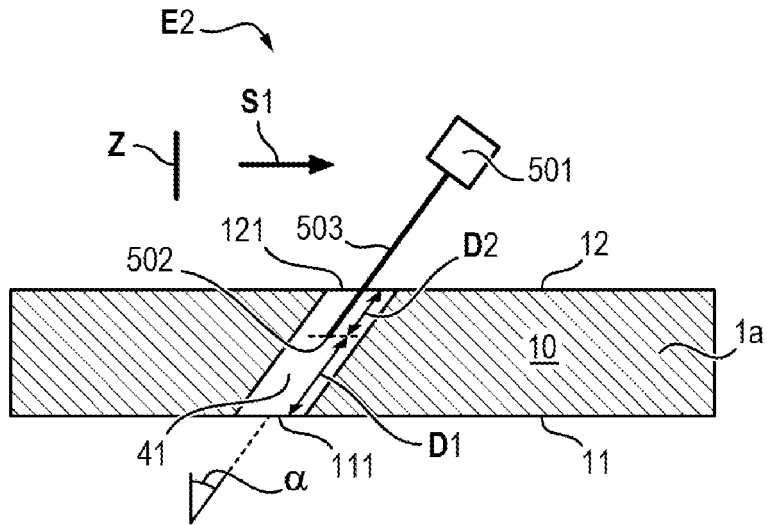
[Fig. 6]



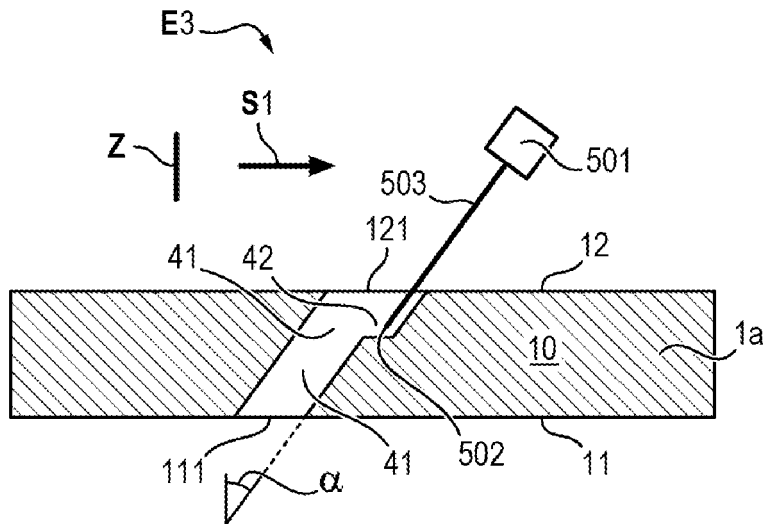
[Fig. 7]



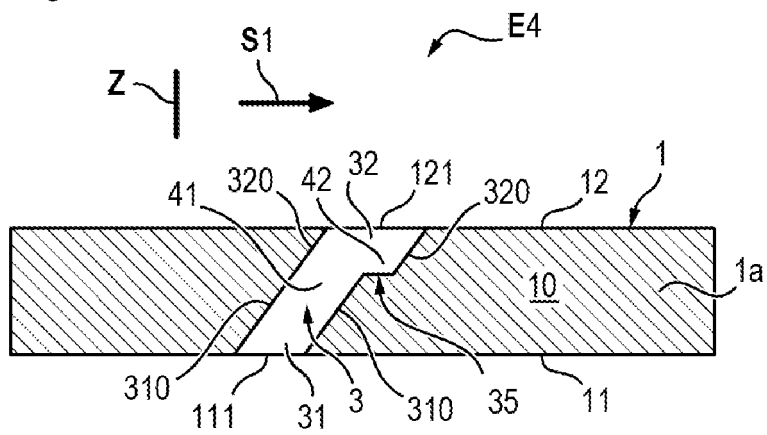
[Fig. 8]



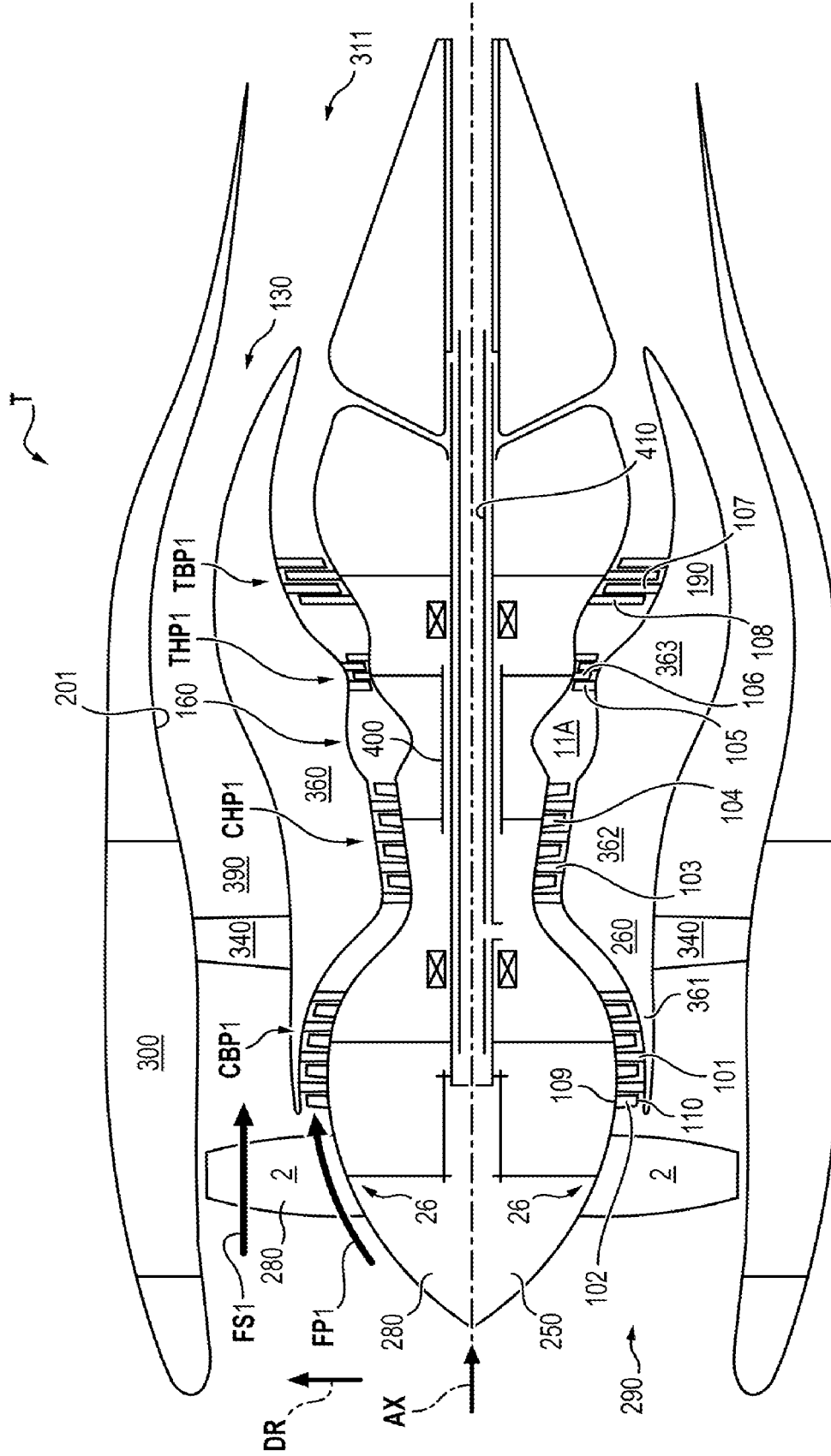
[Fig. 9]



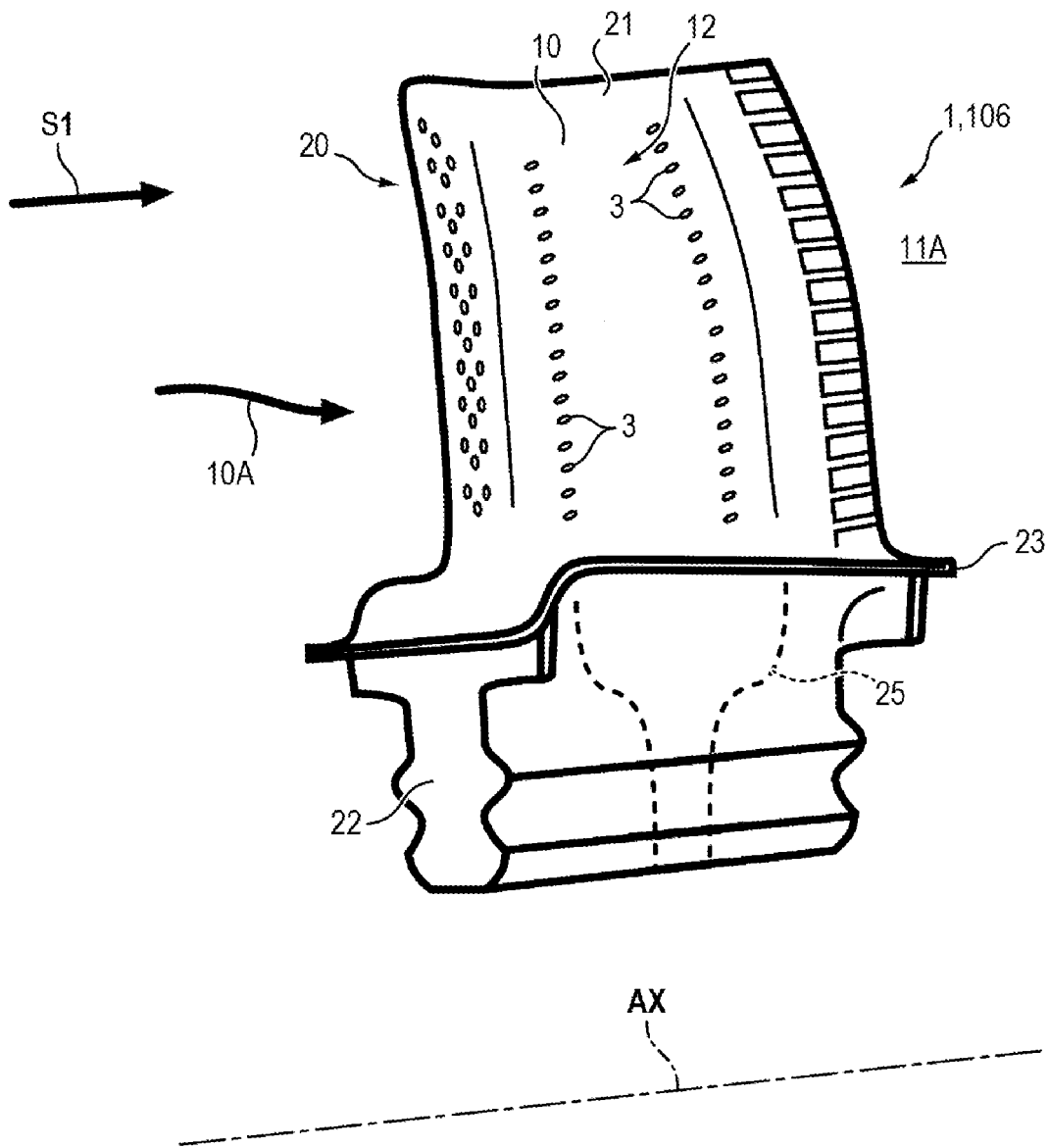
[Fig. 10]



[Fig. 11]



[Fig. 12]



**RAPPORT DE RECHERCHE
PRÉLIMINAIRE**

N° d'enregistrement
national

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

FA 919391
FR 2304760

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 2020/024951 A1 (HERMAN WILLIAM CHARLES [US] ET AL) 23 janvier 2020 (2020-01-23)	1-3, 6-11	F01D 5/18
Y	* alinéas [0042] - [0048], [0072]; figures 4, 5 *	4, 5	
Y	US 2013/294889 A1 (MALAK MALAK FOUAD [US] ET AL) 7 novembre 2013 (2013-11-07)	4, 5	
	* alinéa [0033]; figures 3-9 *		
X	US 9 969 009 B2 (ANSALDO ENERGIA IP UK LTD [GB]) 15 mai 2018 (2018-05-15)	1-3, 6, 7, 9-11	
	* colonne 8, ligne 13 - colonne 9, ligne 9; figures 3, 6, 8, 13 *		
X	US 3 542 486 A (KERCHER DAVID M ET AL) 24 novembre 1970 (1970-11-24)	1-3, 6, 7, 9-11	
	* colonne 3, ligne 60 - colonne 4, ligne 22; figures 3-5 *		
X	JP 2013 079588 A (HITACHI LTD) 2 mai 2013 (2013-05-02)	1, 2, 6, 7, 9-11	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)
	* alinéas [0031] - [0036]; figures 3, 4 *		F01D
A	US 4 738 588 A (FIELD ROBERT E [US]) 19 avril 1988 (1988-04-19)	1-13	
	* colonne 6, lignes 15-18; figures 2-4, 16 *		
	* colonne 6, ligne 52 - colonne 8, ligne 50 *		
A	US 2018/361512 A1 (LEWIS SCOTT D [US] ET AL) 20 décembre 2018 (2018-12-20)	1-13	
	* alinéas [0053] - [0059]; figures 9a-9c *		
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
27 octobre 2023		Teusch, Reinhold	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS			
X : particulièrement pertinent à lui seul		T : théorie ou principe à la base de l'invention	
Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie		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.	
A : arrière-plan technologique		D : cité dans la demande	
O : divulgation non-écrite		L : cité pour d'autres raisons	
P : document intercalaire		& : membre de la même famille, document correspondant	

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 2304760 FA 919391**

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 **27-10-2023**
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 2020024951 A1	23-01-2020	CN 110725718 A	24-01-2020
		US 2020024951 A1	23-01-2020

US 2013294889 A1	07-11-2013	EP 2662528 A2	13-11-2013
		US 2013294889 A1	07-11-2013

US 9969009 B2	15-05-2018	CN 105756718 A	13-07-2016
		EP 3043023 A1	13-07-2016
		JP 2016128207 A	14-07-2016
		KR 20160084814 A	14-07-2016
		US 2016193667 A1	07-07-2016

US 3542486 A	24-11-1970	BE 739198 A	02-03-1970
		DE 1946535 A1	23-04-1970
		FR 2019076 A1	26-06-1970
		GB 1271819 A	26-04-1972
		US 3542486 A	24-11-1970

JP 2013079588 A	02-05-2013	JP 5632812 B2	26-11-2014
		JP 2013079588 A	02-05-2013

US 4738588 A	19-04-1988	AU 593308 B2	08-02-1990
		CA 1275053 A	09-10-1990
		CN 86108816 A	08-07-1987
		DE 227582 T1	17-12-1987
		EP 0227582 A2	01-07-1987
		IL 81037 A	29-03-1992
		JP H07103806 B2	08-11-1995
		JP S62165505 A	22-07-1987
		US 4738588 A	19-04-1988

US 2018361512 A1	20-12-2018	EP 3415257 A1	19-12-2018
		US 2018361512 A1	20-12-2018
		US 2020368851 A1	26-11-2020
