

(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  
19 novembre 2020 (19.11.2020)

WIPO | PCT

(10) Numéro de publication internationale  
**WO 2020/229763 A1**

(51) Classification internationale des brevets :

F02K 1/44 (2006.01) F02C 7/24 (2006.01)  
F02K 1/82 (2006.01)

PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC,  
SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT,  
TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

(21) Numéro de la demande internationale :

PCT/FR2020/050772

(22) Date de dépôt international :

11 mai 2020 (11.05.2020)

(25) Langue de dépôt :

français

(26) Langue de publication :

français

(30) Données relatives à la priorité :

FR1905160 16 mai 2019 (16.05.2019) FR

(71) Déposant : SAFRAN [FR/FR] ; 2 Boulevard du Général  
Martial Valin, 75015 PARIS (FR).

(72) Inventeurs : MARTY, Benoît ; SAFRAN CEPI, Rond-  
point René Ravaud - Réau, 77550 MOISSY-CRAMAYEL  
(FR). AMBLARD, Frédéric ; SAFRAN CEPI, Rond-point  
René Ravaud - Réau, 77550 MOISSY-CRAMAYEL (FR).

(74) Mandataire : BARBE, Laurent et al. ; GEVERS & ORES,  
Immeuble Palatin 2, 3 Cours du Triangle, CS 80165, 92939  
PARIS LA DEFENSE CEDEX (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, DJ, DK, DM, DO, DZ,  
EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR,  
HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR,  
KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG,  
MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM,

(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))
- avant l'expiration du délai prévu pour la modification des  
revendications, sera republiée si des modifications sont  
reçues (règle 48.2(h))

(54) Title: ACOUSTIC COWL FOR A TURBOMACHINE OR AIRCRAFT PROPULSION ASSEMBLY

(54) Titre : CAPOTAGE ACOUSTIQUE POUR UNE TURBOMACHINE OU UN ENSEMBLE PROPULSIF D'AERONEF

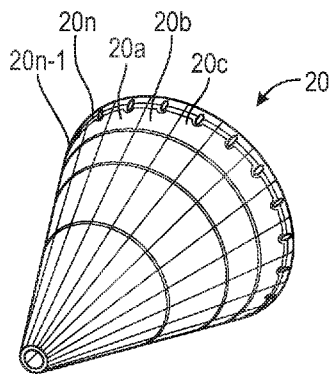


FIG. 2A

(57) Abstract: Acoustic cowl (20) for a turbomachine or an aircraft propulsion assembly, this cowl having a shape that is annular about an axis and comprising two annular skins, these respectively being radially internal and radially external skins, extending one around the other and joined together by partitions defining cells, one of the skins comprising perforations opening into the cells, characterized in that it is formed of more than six pieces (20a-20n) manufactured independently of one another and assembled to form the cowl, each of these pieces comprising an internal skin portion, an external skin portion, and partitions extending between the internal and external skin portions.

(57) Abrégé : Capotage acoustique (20) pour une turbomachine ou un ensemble propulsif d'aéronef, ce capotage ayant une forme annulaire autour d'un axe et comportant deux peaux annulaires, respectivement radialement interne et externe, s'étendant l'une autour de l'autre et reliées entre elles par des cloisons définissant des alvéoles, l'une des peaux comportant des perforations débouchant dans les alvéoles, caractérisé en ce qu'il est formé de plus de six morceaux (20a-20n) fabriqués indépendamment les uns des autres et assemblés pour former le capotage, chacun de ces morceaux comportant une portion de peau interne, une portion peau externe et des cloisons s'étendant entre les portions de peaux interne et externe.

WO 2020/229763 A1

## DESCRIPTION

### TITRE : CAPOTAGE ACOUSTIQUE POUR UNE TURBOMACHINE OU UN ENSEMBLE PROPULSIF D'AERONEF

5

#### Domaine technique de l'invention

La présente invention concerne un capotage acoustique pour une turbomachine ou un ensemble propulsif d'aéronef, ainsi qu'une turbomachine ou un ensemble propulsif comportant ce capotage. La présente invention  
10 concerne en outre un procédé de fabrication du capotage et un procédé de réparation de ce capotage.

#### Arrière-plan technique

L'état de la technique comprend, notamment, les documents EP-A2-1391597,  
15 US-A-5594216 et FR-A1-3039148.

Dans la présente demande, on entend par un capotage, un élément de capot tel qu'un cône ou une virole qui est destiné à être balayé par au moins un flux de gaz s'écoulant dans une turbomachine ou un ensemble propulsif.

Un ensemble propulsif comprend une turbomachine entourée par une nacelle  
20 et cette nacelle peut comporter un capotage balayé par un flux de gaz.

Une tuyère est située à l'extrémité aval d'une turbomachine par référence à l'écoulement des gaz dans cette turbomachine. Un capotage est situé à l'extrémité aval de la turbomachine et est balayé par un flux de gaz de la turbomachine.

25 Dans le cas par exemple où ce capotage est un cône de sortie par exemple, le capotage a une forme conique dont la pointe est orientée vers l'aval. La surface conique extérieure de ce capotage est balayée par le flux primaire de la turbomachine lorsque cette dernière est du type à double flux.

Dans le cas où le capotage est une virole par exemple, le capotage a une  
30 forme tronconique et comprend une surface tronconique interne balayée par le flux primaire et une surface tronconique externe balayée par le flux secondaire.

Dans la présente demande, on entend en outre par capotage acoustique, un capotage ayant une fonction de réduction de bruit et en particulier d'absorption de bruit. Le capotage comprend en général deux peaux reliées entre elles par des cloisons définissant des alvéoles, l'une des peaux comportant des perforations débouchant dans les alvéoles pour former des résonateurs de Helmholtz. Cette technologie est bien connue de l'homme du métier dans le domaine aéronautique.

Un capotage acoustique de tuyère ou de nacelle est en général visible à l'extrémité aval d'une turbomachine ou d'un ensemble propulsif lorsque cette dernière ou ce dernier équipe un aéronef. Ce capotage est exposé à des chocs qui peuvent l'endommager et créer une anomalie. Si la taille de cette anomalie est relativement petite, le capotage peut être réparé in situ sous aile. Si la taille de cette anomalie dépasse un certain seuil, il est nécessaire de remplacer la partie présentant l'anomalie.

Toutefois, dans la technique actuelle, un capotage acoustique est formé d'un ensemble monobloc comportant les deux peaux annulaires reliées entre elles par les cloisons. Lorsqu'une partie d'un capotage présente une anomalie et doit être remplacée, c'est en général 80% du volume du capotage qui est remplacé même si la partie présentant l'anomalie ne représente que quelques pourcents de ce volume. 80% du capotage sont ainsi mis au rebut alors qu'une majeure partie de ces 80% reste conforme au cahier de charge.

La présente invention propose une solution simple, efficace et économique à ce problème, permettant de réduire les pertes liées à la réparation de ce type de pièce.

### Résumé de l'invention

La présente invention concerne un capotage acoustique pour une turbomachine ou un ensemble propulsif d'aéronef, ce capotage ayant une forme annulaire autour d'un axe et comportant deux peaux annulaires, respectivement radialement interne et externe, s'étendant l'une autour de l'autre et reliées entre elles par des cloisons définissant des alvéoles, l'une des peaux comportant des perforations débouchant dans les alvéoles, caractérisé en ce qu'il est formé de plus de six morceaux fabriqués indépendamment les

uns des autres et assemblés pour former le capotage, chacun de ces morceaux comportant une portion de peau interne, une portion de peau externe et des cloisons s'étendant entre les portions de peaux interne et externe.

- 5 Le capotage est formé voire constitué de plus de six morceaux, ce qui signifie que chaque morceau représente moins de 16-17% en volume ou en surface par exemple du capotage. Dans le cas où l'un de ces morceaux présenterait une anomalie liée à un choc par exemple, seul ce morceau serait démonté et remplacé par un morceau neuf. Moins de 16-17% du capotage serait donc
- 10 remplacé, ce qui représente une économie substantielle par rapport à la technique antérieure.

Selon l'invention, les portions de peaux interne et externe sont reliées entre elles par une structure en treillis au sein de chacune des alvéoles.

- Ce type de structure peut être utile voire nécessaire pour autoriser la
- 15 réalisation de chaque morceau par fabrication additive, la structure ayant notamment pour fonction de supporter les portions de peau afin d'éviter leur effondrement lors de la fabrication additive.

- Le capotage selon l'invention peut comprendre une ou plusieurs des caractéristiques suivantes, prises isolément les unes des autres ou en
- 20 combinaison les unes avec les autres :

- les morceaux forment des secteurs angulaire du capotage, le capotage étant divisé en plusieurs morceaux longitudinaux ;
- les morceaux forment des tronçons axiaux du capotage, le capotage étant divisé en plusieurs morceaux annulaires ;
- 25 - le capotage est divisé en plusieurs tronçons axiaux qui sont eux-mêmes divisés en plusieurs secteurs angulaires ;
- les morceaux sont assemblés par rivetage, rainurage, clipsage, etc. ;
- le capotage comprend des renforts de rigidification ;
- les renforts de rigidification sont longitudinaux ou annulaires par rapport à
- 30 l'axe X ;
- les portions de peaux sont inclinées d'un angle compris entre 10 et 30° par rapport à l'axe X ;

- le capotage présente une longueur comprise entre 1 et 2 mètre, de préférence d'environ 1,5 mètre ;

- le capotage est formé voire constitué de plus de dix morceaux.

La présente invention concerne également une turbomachine d'aéronef  
5 comportant une tuyère comportant un capotage tel que décrit ci-dessus.

La présente invention concerne également un ensemble propulsif d'aéronef comportant une nacelle comportant un capotage tel que décrit ci-dessus.

La présente invention concerne encore un procédé de fabrication d'un capotage tel que décrit ci-dessus, caractérisé en ce que chacun des morceaux  
10 est fabriqué indépendamment, par fabrication additive.

La présente invention concerne enfin un procédé de réparation d'un capotage tel que décrit ci-dessus, caractérisé en ce qu'il comprend les étapes suivantes de :

- démontage et retrait d'au moins un des morceaux du capotage, ce  
15 morceau ou chacun de ces morceaux présentant une anomalie, et

- remplacement de ce morceau ou de chacun de ces morceaux par un morceau identique et sans anomalie.

### **Brève description des figures**

20 D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront au cours de la lecture de la description détaillée qui va suivre pour la compréhension de laquelle on se reportera aux dessins annexés dans lesquels :

[Fig.1] la figure 1 est une demi vue schématique en coupe axiale d'une turbomachine d'aéronef,

25 [Fig.2a-2c] les figures 2a à 2c sont des vues schématiques en perspective de capotages de tuyère, formés de plusieurs morceaux, conformément à différents modes de réalisation de l'invention,

[Fig.3a-3c] les figures 3a à 3c sont des vues schématiques en perspective de capotages de tuyère, formés de plusieurs morceaux, conformément à d'autres  
30 modes de réalisation de l'invention,

[Fig.4a-4c] les figures 4a à 4c sont des vues schématiques en perspective de morceaux de capotages,

[Fig.5a-5b] les figures 5a et 5b sont des vues schématiques partielles, respectivement en perspective et en perspective éclatée, d'un capotage acoustique, et

[Fig.6] la figure 6 est une vue schématique en perspective d'un morceau de  
5 capotage réalisé par fabrication additive.

### Description détaillée de l'invention

Par convention dans la présente demande, les termes « intérieur » et « extérieur », et « interne » et « externe » sont définis radialement par rapport à  
10 un axe longitudinal X de la turbomachine. Ainsi, un cylindre s'étendant selon l'axe X du moteur comporte une face intérieure tournée vers l'axe du moteur et une surface extérieure, opposée à sa surface intérieure. On entend par « axial » ou « axialement » toute direction parallèle à l'axe X et par « transversalement » ou « transversal » toute direction perpendiculaire à l'axe  
15 X. De même, les termes « amont » et « aval » sont définis par rapport au sens de circulation de l'air dans la turbomachine.

La figure 1 montre une turbomachine 1 à double flux. Cela n'est cependant pas limitatif et la turbomachine peut être d'un autre type, comme par exemple un turbopropulseur.

20 La turbomachine 1 s'étend suivant un axe longitudinal X et comprend d'amont en aval, dans le sens d'écoulement des gaz, une soufflante 2, un ou plusieurs étages de compresseur (par exemple un compresseur basse pression 3 et un compresseur haute pression 4), une chambre de combustion 5, un ou plusieurs étages de turbine (par exemple une turbine haute pression 6 et une  
25 turbine basse pression 7), et une tuyère d'échappement 8 des gaz.

La soufflante 2, le compresseur basse pression 3 et la turbine basse pression 7 sont reliés à un arbre de basse pression s'étendant suivant l'axe longitudinal. Le compresseur haute pression 4 et la turbine haute pression 6 sont reliés à un arbre haute pression ménagé autour de l'arbre basse pression. La turbine  
30 basse pression 7 entraîne l'arbre basse pression en rotation, tandis que la turbine haute pression 6 entraîne l'arbre haute pression en rotation.

La turbomachine 1 comprend en outre, en amont de la soufflante 2, un cône d'entrée d'air 10 solidaire de la soufflante 2. La soufflante 2 est entourée par

un carter de nacelle 11.

Le flux de gaz F qui traverse la soufflante 2 s'écoule entre le cône d'entrée d'air 10 et le carter de nacelle 11 et est divisé en aval de la soufflante 2 en deux flux annulaires et coaxiaux. Un premier flux, appelé flux primaire F1, s'écoule dans le moteur et est comprimé dans les compresseurs 3, 4, mélangé à du carburant et brûlé dans la chambre de combustion 5, puis détendu dans les turbines 6, 7, pour être enfin évacué entre un cône de sortie 12 et une virole 13 entourant ce cône de sortie 12. Un second flux, appelé flux secondaire F2, s'écoule autour du moteur et jusqu'à la virole 13 et peut fournir la majorité de la poussée de la turbomachine en particulier lorsque cette dernière est du type à grand taux de dilution.

Le cône de sortie 12 et la virole 13 sont des capotages de tuyère au sens de l'invention et il est connu de leur affecter une fonction de réduction de bruit en y intégrant une structure à résonateurs de Helmholtz.

Ce type de structure est représenté de manière schématique aux figures 5a et 5b. Elle comprend deux peaux 14, 15 entre lesquelles s'étendent des cloisons 16. Les cloisons 16 définissent entre elles des alvéoles 17 qui ont une forme quelconque et par exemple hexagonale ou en nid d'abeille comme sur la figure.

L'une 14 des peaux est pleine et l'autre 15 des peaux comprend des perforations 18 débouchant dans les alvéoles 17. Le fonctionnement de ce type de structure est bien connu de l'homme du métier et est par exemple décrit dans la demande antérieure FR-A1-3 028 020.

Les figures 2a à 2c et 3a à 3c représentent plusieurs modes de réalisation d'un capotage 20, 20' de tuyère selon l'invention.

Les figures 2a à 2c représentent des variantes de réalisation d'un capotage 20 qui est un cône de sortie, et les figures 3a à 3c représentent des variantes de réalisation d'un capotage 20' qui est une virole.

Selon l'invention, le capotage 20 (ou 20') est formé de plus de six morceaux 20a, 20b, 20c, ..., 20n-1, 20n (ou 20'a, 20'b, 20'c, ..., 20'n-1, 20'n) fabriqués indépendamment les uns des autres et assemblés pour former le capotage, chacun de ces morceaux comportant une portion de peau interne, une portion de peau externe et des cloisons s'étendant entre les portions de

peaux interne et externe.

Dans le cas des figures 2a et 3a, le capotage 20, 20' est divisé en plusieurs morceaux longitudinaux qui forment des secteurs angulaire du capotage.

Dans le cas des figures 2b et 3b, le capotage 20, 20' est divisé en plusieurs  
5 morceaux annulaires qui forment des tronçons axiaux du capotage.

Dans le cas des figures 2c et 3c, le capotage 20, 20' est divisé en plusieurs tronçons axiaux qui sont eux-mêmes divisés en plusieurs secteurs angulaires.

Les dimensions des capotages ne sont pas limitatives. Les capotages ont par exemple une longueur de 1 à 2m environ. Leurs peaux peuvent être inclinées  
10 d'un angle prédéterminé (par exemple compris entre 10 et 30°) par rapport à l'axe X.

Les figures 4a à 4c représentent des morceaux de capotage. Le morceau de la figure 4a est par exemple issu du capotage de la figure 2a. Les morceaux de la figure 4b sont par exemple issus du capotage de la figure 1b. Les  
15 morceaux de la figure 4c sont par exemple issus du capotage de la figure 2c. Les morceaux sont fabriqués indépendamment les uns des autres, de préférence par fabrication additive. Les figures 4b et 4c permettent de constater que plusieurs morceaux pourraient être réalisés simultanément par fabrication additive, sur un même support plan 21.

20 Dans le cas présent, la fabrication additive de ce type de pièce pourrait être réalisée par fusion laser de poudres, couche par couche, sur un lit de poudres. En variante, elle pourrait être réalisée par fusion d'un matériau en bobine et dépôt de gouttes de ce matériau fondu sur le support plan 21.

La figure 6 représente un exemple plus concret de réalisation d'un morceau  
25 30 de capotage 20, 20' présentant une portion 30a de peau interne, une portion 30b de peau externe, et des cloisons 30c s'étendant entre les portions 30a, 30b. On constate que le morceau 30 comprend en outre une structure en treillis 30d à l'intérieur de chaque alvéole. Cette structure 30d relie les portions 30a, 30b par l'intermédiaire de plusieurs barreaux entrecroisés. Cette structure  
30 a pour fonction de soutenir la peau réalisée en second lieu lors de la fabrication additive, pour éviter l'effondrement de cette peau sur l'autre peau.

Les morceaux peuvent être assemblés les uns aux autres par toute technique appropriée et par exemple par rivetage, rainurage, clipsage, etc.

Afin de rigidifier le capotage, celui-ci peut comprendre des renforts. Un renfort longitudinal 33 est par exemple représenté en traits pointillés à la figure 3b, et un renfort annulaire 34 est par exemple représenté en traits pointillés à la figure 3a.

- 5 Une des avantages de la présente invention repose dans la simplification et dans l'économie du procédé de réparation du capotage 20, 20'. Ce procédé comprend les étapes de :
- démontage et retrait d'au moins un des morceaux du capotage, ce morceau ou chacun de ces morceaux présentant une anomalie, et
  - 10 - remplacement de ce morceau ou de chacun de ces morceaux par un morceau identique et sans anomalie.

Du fait du nombre élevé (supérieur à 6) de morceaux du capotage, le remplacement d'un morceau revient à remplacer moins de 16-17% du capotage. Du fait de la technique de montage et de fixation des morceaux, le

15 remplacement et la réparation de ce type de pièce sont facilités.

L'invention peut s'appliquer à d'autres types de capotage tel qu'un capotage de nacelle par exemple.

## REVENDEICATIONS

1. Capotage acoustique (20, 20') pour une turbomachine (1) ou un ensemble propulsif d'aéronef, ce capotage ayant une forme annulaire autour d'un axe (X) et comportant deux peaux annulaires, respectivement radialement interne et externe, s'étendant l'une autour de l'autre et reliées entre elles par des cloisons définissant des alvéoles, l'une des peaux comportant des perforations débouchant dans les alvéoles, le capotage (20, 20') étant formé de plus de six morceaux (20a-20n, 20a'-20n') fabriqués indépendamment les uns des autres et assemblés pour former le capotage, chacun de ces morceaux comportant une portion (30a) de peau interne, une portion (30b) de peau externe et des cloisons (30c) s'étendant entre les portions de peaux interne et externe, caractérisé en ce que les portions (30a, 30b) de peaux interne et externe sont reliées entre elles par une structure en treillis (31) au sein de chacune des alvéoles.
2. Capotage (20, 20') selon la revendication 1, dans lequel les morceaux forment des secteurs angulaire du capotage, le capotage étant divisé en plusieurs morceaux longitudinaux.
3. Capotage (20, 20') selon la revendication 1, dans lequel les morceaux forment des tronçons axiaux du capotage, le capotage étant divisé en plusieurs morceaux annulaires.
4. Capotage (20, 20') selon la revendication 1, dans lequel il est divisé en plusieurs tronçons axiaux qui sont eux-mêmes divisés en plusieurs secteurs angulaires.
5. Capotage (20, 20') selon l'une des revendications précédentes, dans lequel les morceaux sont assemblés par rivetage, rainurage, ou clipsage.
6. Capotage (20, 20') selon l'une des revendications précédentes, dans lequel il comprend des renforts de rigidification (33, 34).
7. Capotage (20, 20') selon la revendication 6, dans lequel les renforts de rigidification sont longitudinaux (33) ou annulaires (34) par rapport à l'axe X.
8. Capotage (20, 20') selon l'une des revendications précédentes, dans lequel le capotage est formé voire constitué de plus de dix morceaux (20a-20n, 20a'-20n').

9. Capotage (20, 20') selon l'une des revendications, dans lequel les portions (30a, 30b) de peaux sont inclinées d'un angle compris entre 10 et 30° par rapport à l'axe X.

5 10. Capotage (20, 20') selon l'une des revendications, dans lequel le capotage présente une longueur comprise entre 1 et 2 mètre.

11. Turbomachine d'aéronef, comportant une tuyère comportant un capotage (20, 20') selon l'une des revendications précédentes.

12. Ensemble propulsif comportant une nacelle comportant un capotage selon l'une des revendications 1 à 10.

10 13. Procédé de fabrication d'un capotage (20, 20') selon l'une des revendications 1 à 10, caractérisé en ce que chacun des morceaux (20a-20n, 20a'-20n') est fabriqué indépendamment, par fabrication additive.

14. Procédé de réparation d'un capotage (20, 20') selon l'une des revendications 1 à 10, caractérisé en ce qu'il comprend les étapes suivantes  
15 de :

- démontage et retrait d'au moins un des morceaux du capotage, ce morceau ou chacun de ces morceaux présentant une anomalie, et
- remplacement de ce morceau ou de chacun de ces morceaux par un morceau identique et sans anomalie.

1/2

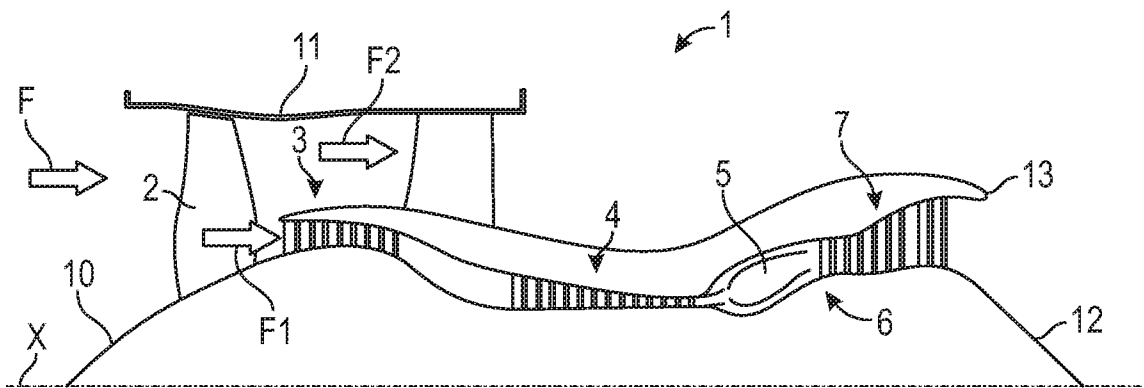


FIG. 1

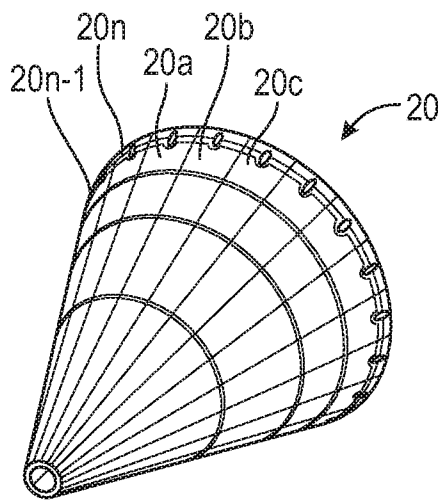


FIG. 2A

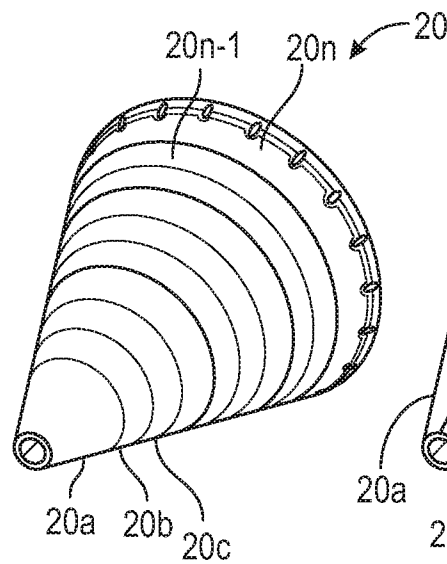


FIG. 2B

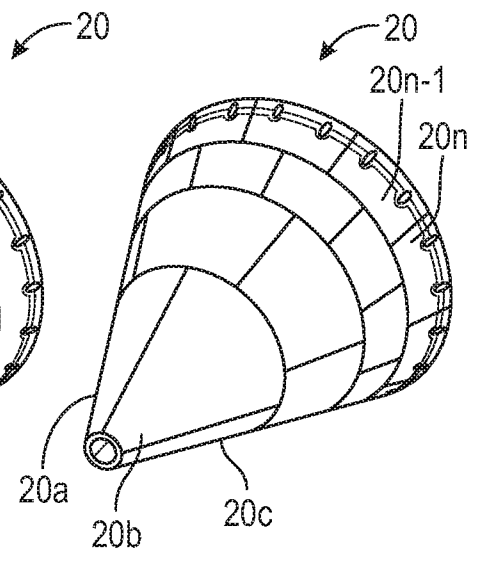


FIG. 2C

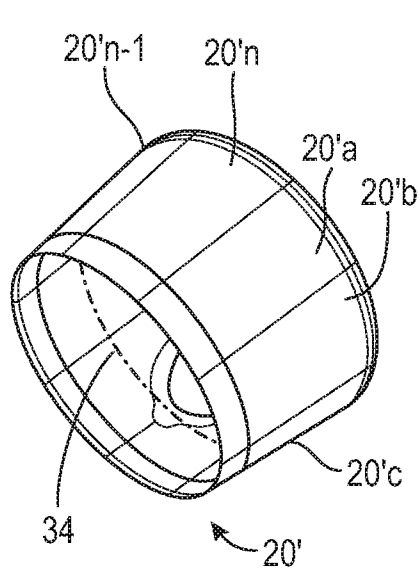


FIG. 3A

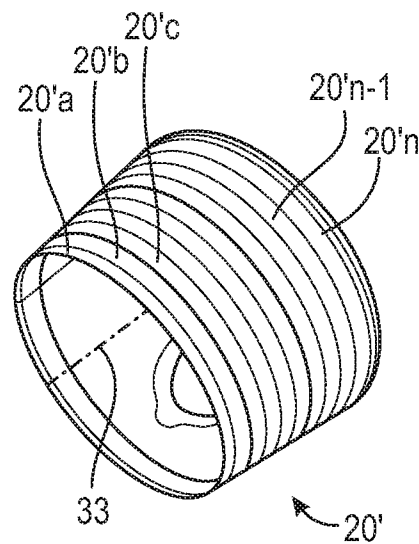


FIG. 3B

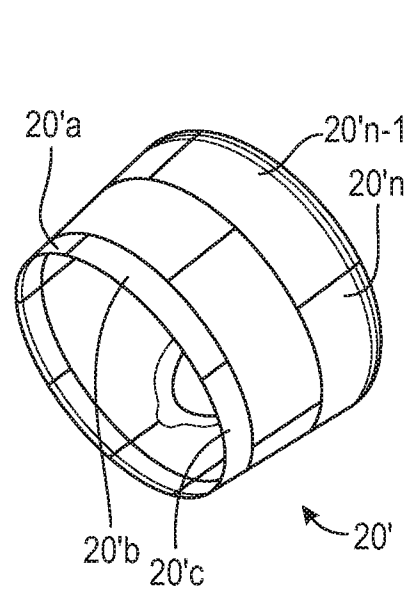


FIG. 3C

2/2

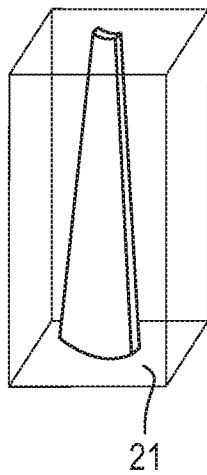


FIG. 4A

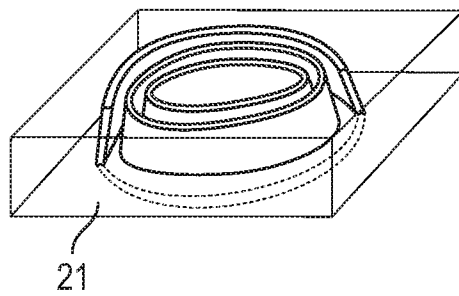


FIG. 4B

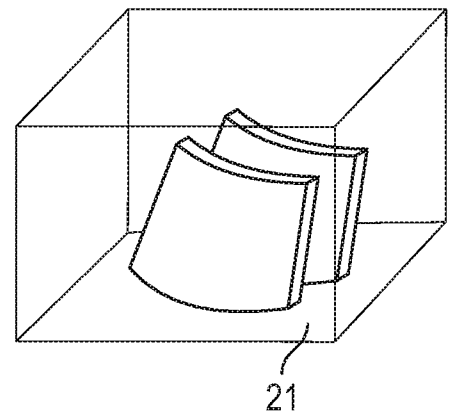


FIG. 4C

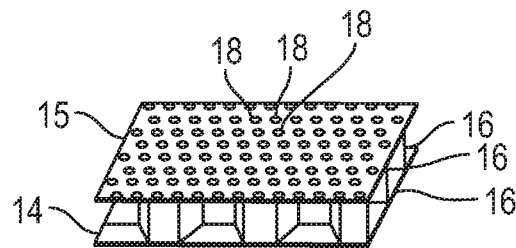


FIG. 5A

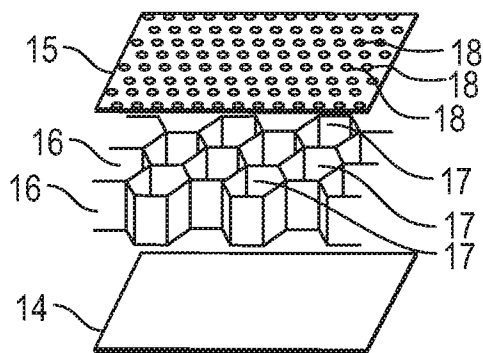


FIG. 5B

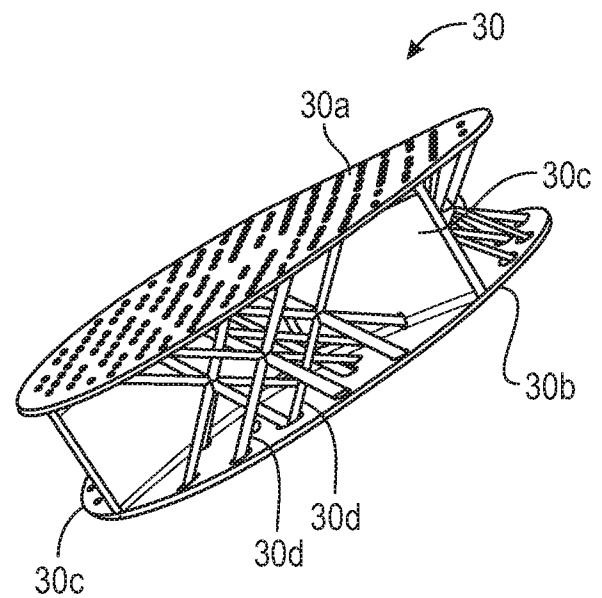


FIG. 6

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/FR2020/050772

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER****F02K 1/44**(2006.01)i; **F02K 1/82**(2006.01)i; **F02C 7/24**(2006.01)i

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)

F02K; F02C

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, WPI Data

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages                                         | Relevant to claim No. |
|-----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| X<br>Y    | US 5594216 A (YASUKAWA ROBERT D [US] ET AL) 14 January 1997 (1997-01-14)<br>column 5 - column 6<br>figure 7                | 1-4,6-12,14<br>5,13   |
| Y         | EP 1391597 A2 (SENER ING & SIST [ES]) 25 February 2004 (2004-02-25)<br>figures 5,8<br>paragraph [0053]<br>paragraph [0049] | 5                     |
| Y         | FR 3039148 A1 (AIRCELLE SA [FR]) 27 January 2017 (2017-01-27)<br>figures 2,4,8<br>page 7, line 19<br>page 9, line 14       | 13                    |
| A         | US 2016046095 A1 (CLOUGH ERIC C [US] ET AL) 18 February 2016 (2016-02-18)<br>paragraph [0043]; figure 78                   | 1                     |



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

26 August 2020

Date of mailing of the international search report

04 September 2020

Name and mailing address of the ISA/EP

European Patent Office  
p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk  
Netherlands

Telephone No. (+31-70)340-2040

Facsimile No. (+31-70)340-3016

Authorized officer

Burattini, Paolo

Telephone No.

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
**Information on patent family members**

International application No.

**PCT/FR2020/050772**

| Patent document<br>cited in search report |            |    | Publication date<br>(day/month/year) | Patent family member(s) |            |    | Publication date<br>(day/month/year) |
|-------------------------------------------|------------|----|--------------------------------------|-------------------------|------------|----|--------------------------------------|
| US                                        | 5594216    | A  | 14 January 1997                      | NONE                    |            |    |                                      |
| EP                                        | 1391597    | A2 | 25 February 2004                     | AT                      | 392542     | T  | 15 May 2008                          |
|                                           |            |    |                                      | CA                      | 2437155    | A1 | 14 February 2004                     |
|                                           |            |    |                                      | EP                      | 1391597    | A2 | 25 February 2004                     |
|                                           |            |    |                                      | ES                      | 2224807    | A1 | 01 March 2005                        |
|                                           |            |    |                                      | US                      | 2004076512 | A1 | 22 April 2004                        |
| FR                                        | 3039148    | A1 | 27 January 2017                      | EP                      | 3325270    | A1 | 30 May 2018                          |
|                                           |            |    |                                      | FR                      | 3039148    | A1 | 27 January 2017                      |
|                                           |            |    |                                      | US                      | 2018230063 | A1 | 16 August 2018                       |
|                                           |            |    |                                      | WO                      | 2017017367 | A1 | 02 February 2017                     |
| US                                        | 2016046095 | A1 | 18 February 2016                     | CN                      | 107000362  | A  | 01 August 2017                       |
|                                           |            |    |                                      | EP                      | 3180185    | A1 | 21 June 2017                         |
|                                           |            |    |                                      | US                      | 2016046095 | A1 | 18 February 2016                     |
|                                           |            |    |                                      | WO                      | 2016025058 | A1 | 18 February 2016                     |

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/FR2020/050772

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                      |                                                |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|
| <b>A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE</b><br>INV. F02K1/44 F02K1/82 F02C7/24<br>ADD.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                      |                                                |
| Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                      |                                                |
| <b>B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE</b><br>Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)<br>F02K F02C                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                      |                                                |
| 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)<br>EPO-Internal, WPI Data                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                      |                                                |
| <b>C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                      |                                                |
| Catégorie*                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents                                                       | no. des revendications visées                  |
| X                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | US 5 594 216 A (YASUKAWA ROBERT D [US] ET AL) 14 janvier 1997 (1997-01-14)                                                                           | 1-4,<br>6-12, 14                               |
| Y                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | colonne 5 - colonne 6<br>figure 7                                                                                                                    | 5, 13                                          |
| Y                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | -----<br>EP 1 391 597 A2 (SENER ING & SIST [ES])<br>25 février 2004 (2004-02-25)<br>figures 5,8<br>alinéa [0053]<br>alinéa [0049]                    | 5                                              |
| Y                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | -----<br>FR 3 039 148 A1 (AIRCELLE SA [FR])<br>27 janvier 2017 (2017-01-27)<br>figures 2,4,8<br>page 7, ligne 19<br>page 9, ligne 14<br>-----<br>-/- | 13                                             |
| <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div> <input checked="" type="checkbox"/> Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents         </div> <div> <input checked="" type="checkbox"/> Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe         </div> </div>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                      |                                                |
| * Catégories spéciales de documents cités:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                      |                                                |
| <div style="display: flex;"> <div style="flex: 1;"> <p>"A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent</p> <p>"E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date</p> <p>"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)</p> <p>"O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens</p> <p>"P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée</p> </div> <div style="flex: 1;"> <p>"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</p> <p>"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</p> <p>"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</p> <p>"&amp;" document qui fait partie de la même famille de brevets</p> </div> </div> |                                                                                                                                                      |                                                |
| Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale                                                                                     |                                                |
| 26 août 2020                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 04/09/2020                                                                                                                                           |                                                |
| Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale<br>Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2<br>NL - 2280 HV Rijswijk<br>Tel. (+31-70) 340-2040,<br>Fax: (+31-70) 340-3016                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                      | Fonctionnaire autorisé<br><br>Burattini, Paolo |

| C(suite). DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS |                                                                                                                |                               |
|-------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|
| Catégorie*                                      | Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents                 | no. des revendications visées |
| A                                               | US 2016/046095 A1 (CLOUGH ERIC C [US] ET AL) 18 février 2016 (2016-02-18)<br>alinéa [0043]; figure 78<br>----- | 1                             |

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/FR2020/050772

| Document brevet cité<br>au rapport de recherche |    | Date de<br>publication | Membre(s) de la<br>famille de brevet(s) | Date de<br>publication |
|-------------------------------------------------|----|------------------------|-----------------------------------------|------------------------|
| US 5594216                                      | A  | 14-01-1997             | AUCUN                                   |                        |
| EP 1391597                                      | A2 | 25-02-2004             | AT 392542 T                             | 15-05-2008             |
|                                                 |    |                        | CA 2437155 A1                           | 14-02-2004             |
|                                                 |    |                        | EP 1391597 A2                           | 25-02-2004             |
|                                                 |    |                        | ES 2224807 A1                           | 01-03-2005             |
|                                                 |    |                        | US 2004076512 A1                        | 22-04-2004             |
| FR 3039148                                      | A1 | 27-01-2017             | EP 3325270 A1                           | 30-05-2018             |
|                                                 |    |                        | FR 3039148 A1                           | 27-01-2017             |
|                                                 |    |                        | US 2018230063 A1                        | 16-08-2018             |
|                                                 |    |                        | WO 2017017367 A1                        | 02-02-2017             |
| US 2016046095                                   | A1 | 18-02-2016             | CN 107000362 A                          | 01-08-2017             |
|                                                 |    |                        | EP 3180185 A1                           | 21-06-2017             |
|                                                 |    |                        | US 2016046095 A1                        | 18-02-2016             |
|                                                 |    |                        | WO 2016025058 A1                        | 18-02-2016             |