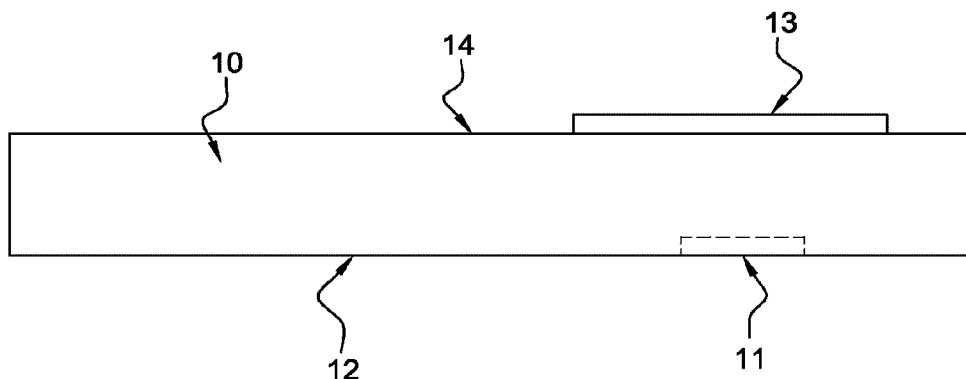




(86) **Date de dépôt PCT/PCT Filing Date:** 2015/12/16
(87) **Date publication PCT/PCT Publication Date:** 2016/06/23
(45) **Date de délivrance/Issue Date:** 2023/03/28
(85) **Entrée phase nationale/National Entry:** 2017/06/13
(86) **N° demande PCT/PCT Application No.:** FR 2015/053536
(87) **N° publication PCT/PCT Publication No.:** 2016/097597
(30) **Priorité/Priority:** 2014/12/16 (FR1462472)

(51) **Cl.Int./Int.Cl.** *B23P 6/00* (2006.01),
B64F 5/40 (2017.01), *F01D 25/24* (2006.01)
(72) **Inventeurs/Inventors:**
DESREUMAUX, ANTOINE PATRICE MARIE, FR;
REGHEZZA, PATRICK JEAN-LOUIS, FR;
PEREZ, SEBASTIEN MARC JEAN-MICHEL, FR
(73) **Propriétaire/Owner:**
SAFRAN AIRCRAFT ENGINES, FR
(74) **Agent:** LAVERY, DE BILLY, LLP

(54) **Titre : PROCÉDE DE REPARATION D'UN CARTER DE SOUFFLANTE**
(54) **Title: METHOD FOR REPAIRING A FAN CASING**



(57) **Abrégé/Abstract:**

L'invention porte notamment sur un procédé (100) de réparation d'un carter de soufflante (10) présentant un dommage (11) sur sa surface interne (12). Le procédé (100) comporte une étape (102) de fixation d'un élément de renfort (13) sur le carter de soufflante (10), l'élément de renfort (13) étant fixé sur la surface externe (14) du carter de soufflante (10) et en regard du dommage (11).

(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
23 juin 2016 (23.06.2016)

WIPO | PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 2016/097597 A1

- (51) Classification internationale des brevets :
B23P 6/00 (2006.01) *F01D 25/24* (2006.01)
F01D 5/00 (2006.01)
- (21) Numéro de la demande internationale :
PCT/FR2015/053536
- (22) Date de dépôt international :
16 décembre 2015 (16.12.2015)
- (25) Langue de dépôt : français
- (26) Langue de publication : français
- (30) Données relatives à la priorité :
1462472 16 décembre 2014 (16.12.2014) FR
- (71) Déposant : SNECMA [FR/FR]; 2 Boulevard du Général
Martial Valin, 75015 Paris (FR).
- (72) Inventeurs : DESREUMAUX, Antoine Patrice Marie;
11 rue des Alouettes, 77390 Guignes (FR). REGHEZZA,
Patrick Jean-Louis; 1 Allée des Tilleuls, 77000 Vaux Le
Penil (FR). PEREZ, Sébastien Marc Jean-Michel; 12 rue
du parc, 38540 Heyrieux (FR).
- (74) Mandataires : CAMUS, Olivier et al.; 25 Rue de Mau-
beuge, 75009 Paris (FR).
- (81) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre
de protection nationale disponible) : AE, AG, AL, AM,
AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY,
BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM,
DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR,
KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG,
MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM,
PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC,
SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN,
TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre
de protection régionale disponible) : ARIPO (BW, GH,
GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ,
TZ, UG, ZM, ZW), eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU,
TJ, TM), européen (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE,
DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU,
LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK,
SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ,
GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).
- Publiée :
— avec rapport de recherche internationale (Art. 21(3))

(54) Title : METHOD FOR REPAIRING A FAN CASING

(54) Titre : PROCEDE DE REPARATION D'UN CARTER DE SOUFFLANTE

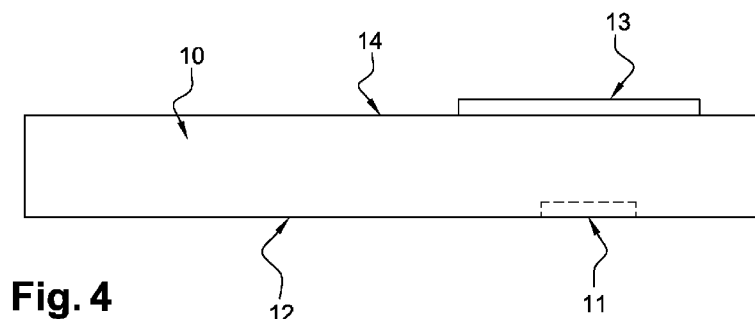


Fig. 4

(57) Abstract : The invention relates in particular to a method (100) for repairing a fan casing (10) in which the inner surface (12) is damaged (11). The method (100) comprises a step (102) of attaching a reinforcement element (13) to the fan casing (10), the reinforcement element (13) being attached to the outer surface (14) of the fan casing (10) opposite the damage (11).

(57) Abrégé : L'invention porte notamment sur un procédé (100) de réparation d'un carter de soufflante (10) présentant un dommage (11) sur sa surface interne (12). Le procédé (100) comporte une étape (102) de fixation d'un élément de renfort (13) sur le carter de soufflante (10), l'élément de renfort (13) étant fixé sur la surface externe (14) du carter de soufflante (10) et en regard du dommage (11).



WO 2016/097597 A1

PROCEDE DE REPARATION D'UN CARTER DE SOUFFLANTE

DOMAINE TECHNIQUE DE L'INVENTION

5 L'invention se rapporte à un procédé de réparation d'un carter de soufflante d'un moteur d'avion. A titre d'exemple non limitatif, le procédé de réparation d'un carter de soufflante s'applique à des carters de soufflante mis en œuvre sur des moteurs d'avion de type CFM56-7B.

10 ARRIERE PLAN TECHNOLOGIQUE DE L'INVENTION

Tel qu'illustré sur la figure 1, un moteur d'avion 1 comporte habituellement un compresseur basse pression 2 muni d'un arbre de compresseur 3 entouré par un carter de soufflante 4 (également connu sous la dénomination carter FAN) et d'un carter intermédiaire 5. Le carter de soufflante 4 assure notamment la rétention des aubes de soufflante 6 et également la rétention de fragments d'aube de soufflante 6. En effet, lorsqu'un corps étranger entre en collision avec une aube de soufflante 6, cette dernière peut être endommagée. Lors d'un tel endommagement, des fragments d'aubes peuvent se détacher de l'aube 6 en rotation pour venir se positionner, sous un effet de centrifugation, au contact de la surface interne du carter de soufflante 4. Un tel endommagement peut également être dû à des phénomènes vibratoires.

Plus particulièrement, comme illustré à la figure 2, ce type de carter de soufflante 4 présente habituellement trois parties distinctes 7, 8, 9 dimensionnées de sorte à contenir chaque fragment d'aube lors d'un événement de perte d'aube 6. Lors de la perte d'une aube 6, les parties amont 7 et aval 9, moins épaisses, contiennent respectivement le sommet d'aube et le pied d'aube alors que la partie centrale 8 (dénommée partie de rétention) permet de contenir les fragments d'aube centrifugés à plus haute énergie. Ainsi, au cours de la vie d'un moteur d'avion 1, des dommages de types impacts apparaissent sur le carter de soufflante 4 et il est nécessaire de garantir que celui-ci puisse résister à de tels dommages. Dans le but

d'améliorer la durée de vie du carter de soufflante 4, il est possible d'utiliser des carters de soufflante 4 dont la zone de rétention est plus épaisse. Néanmoins, cet épaississement ayant été mis en œuvre à compter de 2013, la majeure partie de la flotte de moteurs d'avion 1 commercialisés auparavant ne bénéficie pas de cet épaississement. De ce fait, une grande quantité de carters 4 sont hors services suite à l'apparition de dommages. En outre, un tel épaississement augmente la masse totale de l'avion muni de ce carter de soufflante et augmente de facto la consommation de carburant.

10 DESCRIPTION GENERALE DE L'INVENTION

L'invention offre une solution aux problèmes évoqués précédemment en proposant un procédé de réparation d'un carter de soufflante ayant subi des dommages au niveau de sa surface interne, le procédé de réparation permettant d'augmenter la durée de vie des carters de soufflante tout en ayant un impact limité en termes de masse.

Un aspect de l'invention porte sur un procédé de réparation d'un carter de soufflante présentant un dommage sur sa surface interne, ledit procédé comportant une étape de fixation d'un élément de renfort sur le carter de soufflante, ledit élément de renfort étant fixé sur la surface externe du carter de soufflante et en regard du dommage.

On entend par surface interne, la surface périphérique intérieure du carter de soufflante, et par surface externe, la surface périphérique extérieure du carter de soufflante.

En d'autres termes, la réparation réalisée au moyen du procédé selon l'invention prend la forme d'un élément de renfort (ou patch) fixé sur la surface extérieure du carter de soufflante, c'est-à-dire à l'opposé du dommage qui est situé au niveau de la surface intérieure. Cet élément de renfort reprend les sollicitations (traction et cisaillement) sur la surface extérieure et permet une surépaisseur locale au niveau de la partie endommagée. Cet élément de renfort augmente les caractéristiques mécaniques du carter de soufflante. En outre, le fait de fixer cet élément de renfort sur la surface extérieure permet de s'affranchir des contraintes liées à la réparation sur surface intérieure qui sont

notamment le respect des jeux de fonctionnement et la complexité de réparation.

Le procédé selon l'invention offre donc une réparation simple réalisée sur la surface extérieure du carter de soufflante, cette réparation permettant
5 de restituer les propriétés mécaniques initiales du carter de soufflante ayant subi un dommage au niveau de sa surface interne.

En outre, le procédé selon l'invention est applicable à tous les modèles de moteurs (indifféremment sur carter alu, titane, acier ou même composite).

Par ailleurs, comme il n'y a pas de modification de la surface interne du
10 carter de soufflante, les jeux de fonctionnement ne sont pas modifiés.

De surcroît, l'élément de renfort peut être adapté pour tout type de dommages et toutes dimensions.

En outre, en comparaison avec les carters de soufflante présentant une épaisseur plus importante que propose l'état de la technique, le gain de
15 masse est considérable puisque l'élément de renfort permet une réparation locale des dommages.

En sus, le procédé de réparation selon l'invention permet d'éviter les rebuts de carters de soufflante considérés comme non acceptables du fait des dommages présents sur la surface interne.

20 Outre les caractéristiques qui viennent d'être évoquées dans le paragraphe précédent, le procédé de réparation d'un carter de soufflante selon l'invention peut présenter une ou plusieurs caractéristiques complémentaires parmi les suivantes, considérées individuellement ou selon toutes les combinaisons techniquement réalisables.

25 Dans un mode de mise en œuvre non limitatif du procédé de réparation conforme à l'invention, le procédé comporte une étape préalable de dimensionnement de l'élément de renfort.

Dans un mode de mise en œuvre non limitatif du procédé de réparation conforme à l'invention, l'étape de dimensionnement de l'élément de renfort est
30 réalisée en estimant une zone de fissuration prenant naissance au niveau de la surface interne et sur le pourtour du dommage et se propageant en s'évasant en direction de la surface externe pour créer, sur la surface externe

du carter de soufflante, une surface de fissuration externe, la surface de l'élément de renfort devant être fixée sur la surface externe du carter de soufflante étant au moins égale à la surface de fissuration externe. De telles dimensions de l'élément de renfort permettent de conférer, au carter de soufflante réparé, des propriétés mécaniques similaires aux propriétés mécaniques que possède un carter de soufflante ne comportant pas de dommage.

Dans un mode de mise en œuvre non limitatif du procédé de réparation conforme à l'invention, l'étape de dimensionnement de l'élément de renfort est réalisée en estimant une zone de fissuration prenant naissance au niveau de la surface interne et sur le pourtour du dommage et se propageant en s'évasant en direction de la surface externe pour créer, sur la surface externe du carter de soufflante, une surface de fissuration externe, la surface de l'élément de renfort devant être fixée sur la surface externe du carter de soufflante étant égale à la surface de fissuration externe. De telles dimensions de l'élément de renfort permettent de conférer, au carter de soufflante réparé, des propriétés mécaniques similaires aux propriétés mécaniques que possède un carter de soufflante ne comportant pas de dommage, et en outre n'augmente pas le poids du carter de soufflante de façon significative puisque les dimensions de l'élément de renfort sont limitées.

Dans un mode de mise en œuvre non limitatif du procédé de réparation conforme à l'invention, la zone de fissuration prend naissance au niveau de la surface interne et sur le pourtour du dommage et se propage en s'évasant en direction de la surface externe selon un angle de propagation α compris entre 40 et 50 degrés.

Dans un mode de mise en œuvre non limitatif du procédé de réparation conforme à l'invention, l'épaisseur de l'élément de renfort est au moins égale à 1,5 fois la profondeur du dommage.

Dans un mode de mise en œuvre non limitatif du procédé de réparation conforme à l'invention, l'élément de renfort est fixé sur la surface externe du carter de soufflante par soudage, par rivetage ou par collage.

Un autre aspect de l'invention concerne un carter de soufflante comportant :

- un dommage positionné sur la surface interne du carter de soufflante, et
- 5 – un élément de renfort fixé sur la surface externe du carter de soufflante et en regard du dommage.

Dans un mode de mise en œuvre non limitatif du procédé de réparation conforme à l'invention, l'élément de renfort est en aluminium, inconel, ou en titane.

- 10 Dans un mode de mise en œuvre non limitatif du procédé de réparation conforme à l'invention, l'élément de renfort présente une forme de type rectangulaire, circulaire ou elliptique.

BREVE DESCRIPTION DES FIGURES

- 15 Les figures ne sont présentées qu'à titre indicatif et nullement limitatif de l'invention. Les figures montrent :
- A la figure 1, une représentation schématique d'un moteur d'avion muni d'un carter de soufflante selon l'état de la technique ;
 - A la figure 2, un agrandissement d'une partie du carter de soufflante
 - 20 illustré à la figure 1 ;
 - A la figure 3, un synoptique des étapes d'un procédé de réparation d'un carter de soufflante conforme à l'invention ;
 - A la figure 4, une partie d'un carter de soufflante comportant un dommage et un élément de renfort;
 - 25 - A la figure 5A, une vue de profil d'une partie d'un carter de soufflante présentant un dommage, une zone de fissuration et un élément de renfort,
 - A la figure 5B, une vue de dessus de la partie du carter de soufflante représentée à la figure 5A et une surface de fissuration externe, la figure 5B ne représentant pas, pour des raisons de clarté, l'élément de renfort
 - 30 illustré à la figure 5A,
 - A la figure 6, un carter de soufflante comportant un élément de renfort.

DESCRIPTION DETAILLEE D'AU MOINS UN MODE DE REALISATION DE L'INVENTION

5 Sauf précision contraire, un même élément apparaissant sur des figures différentes présente une référence unique.

La figure 3 représente les étapes du procédé 100 de réparation d'un carter de soufflante selon une mise en œuvre non limitative de l'invention.

10 Pour des raisons de clarté, la figure 4 illustre de façon schématique seulement une partie d'un carter de soufflante 10 comportant un dommage 11, par exemple de type impact, au niveau de sa surface interne 12. Cette figure 4 illustre également un élément de renfort 13 conforme à celui utilisé par le procédé 100 de réparation. L'élément de renfort 13 est fixé sur la surface externe 14 du carter de soufflante 10.

15 Le procédé de réparation 100 de carter de soufflante 10 comporte une étape 101 de dimensionnement d'un élément de renfort 13. Lors d'une étape ultérieure 102, l'élément de renfort 13 dimensionné est fixé sur la surface externe 14 du carter de soufflante 10 et en regard du dommage 11.

20 Dans une mise en œuvre non limitative, l'étape 101 de dimensionnement de l'élément de renfort 13 est réalisée en estimant une surface de fissuration. Pour ce faire, on détermine dans un premier temps une zone de fissuration.

25 En effet, des contraintes de cisaillement sont appliquées au carter de soufflante 10 lors de son fonctionnement. Ainsi, lorsque le carter de soufflante 10 présente un dommage 11 sur la surface interne 12, des contraintes de cisaillement sont appliquées au niveau du dommage 11. Sous l'effet de ces contraintes, le dommage 11 a tendance à se propager en direction de la surface externe 14 du carter de soufflante 10. Cette propagation du dommage 11 forme une zone de fissuration.

30 Ainsi, lorsque l'on simule une contrainte de cisaillement appliquée au dommage 11, il est possible de prédire la zone de fissuration.

La figure 5A illustre une telle zone de fissuration 15, laquelle créée sur la surface externe 14 du carter de soufflante 10, une surface de fissuration S15 externe. Plus particulièrement, la zone de fissuration 15 prend naissance au niveau de la surface interne 12 et sur le pourtour du dommage 11 et se
5 propage en s'évasant en direction de la surface externe 14 pour créer la surface de fissuration S15 externe (figure 5B) située sur la surface externe 14 du carter de soufflante 10. L'élément de renfort 13 est dimensionné en fonction de cette surface de fissuration externe S15. Par exemple, la surface 18 de l'élément de renfort 13 devant être fixée sur la surface
10 externe 14 du carter de soufflante 10 est au moins égale à la surface de fissuration S15 externe. Ainsi, l'élément de renfort 13 recouvre en totalité la surface de fissuration S15 externe de manière à ce que les propriétés mécaniques du carter de soufflante 10 soient similaires à ce qu'elles étaient avant l'apparition du dommage 11.

15 Dans une mise en œuvre non limitative illustrée aux figures 5A et 5B, la zone de fissuration 15 prend naissance au niveau de la surface interne 12 et sur le pourtour du dommage 11 et se propage en s'évasant en direction de la surface externe 14 selon un angle de propagation α de 45 degrés. L'angle de propagation est mesuré entre la surface interne 12 et la surface périphérique
20 de la zone de fissuration 15.

De façon non limitative, l'angle de propagation α peut être compris entre 40 et 50 degrés.

Par ailleurs, l'épaisseur de l'élément de renfort e13 peut être égale à 1,5 fois la profondeur p11 du dommage 11.

25 Dans un exemple non limitatif, l'épaisseur minimale de l'élément de renfort 13 est de 1 mm.

Selon une telle mise en œuvre, pour un dommage 11 de 1 mm de profondeur, l'épaisseur e13 de l'élément de renfort 13 est de 1,5 mm.

Pour résumer, dans l'exemple illustré et détaillé à l'appui des figures 5A
30 et 5B, pour un carter de soufflante 10 présentant une épaisseur e10 de 22 mm, un dommage de 1 mm de profondeur p11 et une orientation de la propagation du dommage 11 selon un angle de propagation α de 45 degrés,

l'élément de renfort 13 dimensionné présente une surface 18 qui doit être mise au contact de la surface externe 14 du carter de soufflante au moins égale à la surface de fissuration S15 externe et dont l'épaisseur est de 1, 5 mm.

- 5 L'élément de renfort 13 est une pièce rapportée qui peut être, par exemple, en aluminium, alliage à base nickel ou encore titane. Cet élément de renfort 13 peut être, par exemple, carré, rectangulaire ou elliptique.

Le procédé 100 de réparation de carter de soufflante selon l'invention comporte également une étape 102 de fixation de l'élément de renfort 13 sur
10 le carter de soufflante 10. L'élément de renfort 13 est fixé sur la surface externe 14 du carter de soufflante et en regard de l'impact 11.

L'élément de renfort 13 peut par exemple être fixé sur la surface externe 14 du carter de soufflante 10 au moyen d'une soudure, de rivets ou par collage. Il est entendu que l'homme du métier peut proposer d'autres
15 moyens de fixation de l'élément de renfort 13 sur la surface externe 14 du carter de soufflante 10 sans pour autant sortir du cadre de l'invention.

Un aspect de l'invention porte également sur un carter de soufflante 10, tel qu'illustré sur la figure 6, présentant sur sa surface interne 12 un dommage 11. En outre, le carter de soufflante 10 présente, sur sa surface
20 externe 14, un élément de renfort 13 fixé en regard du dommage 11.

Ce type de carter de soufflante 10 présente des propriétés mécaniques similaires à un carter de soufflante ne présentant pas de dommage sur sa surface interne.

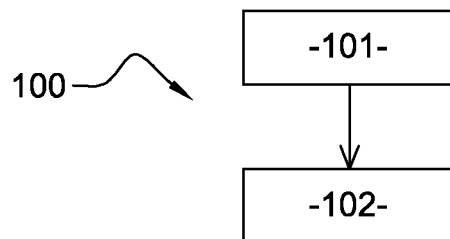
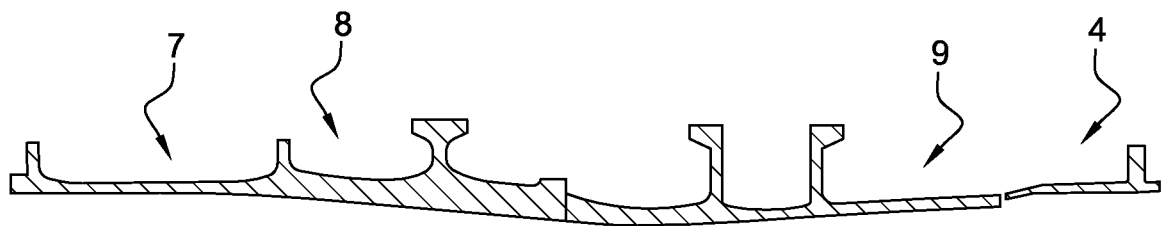
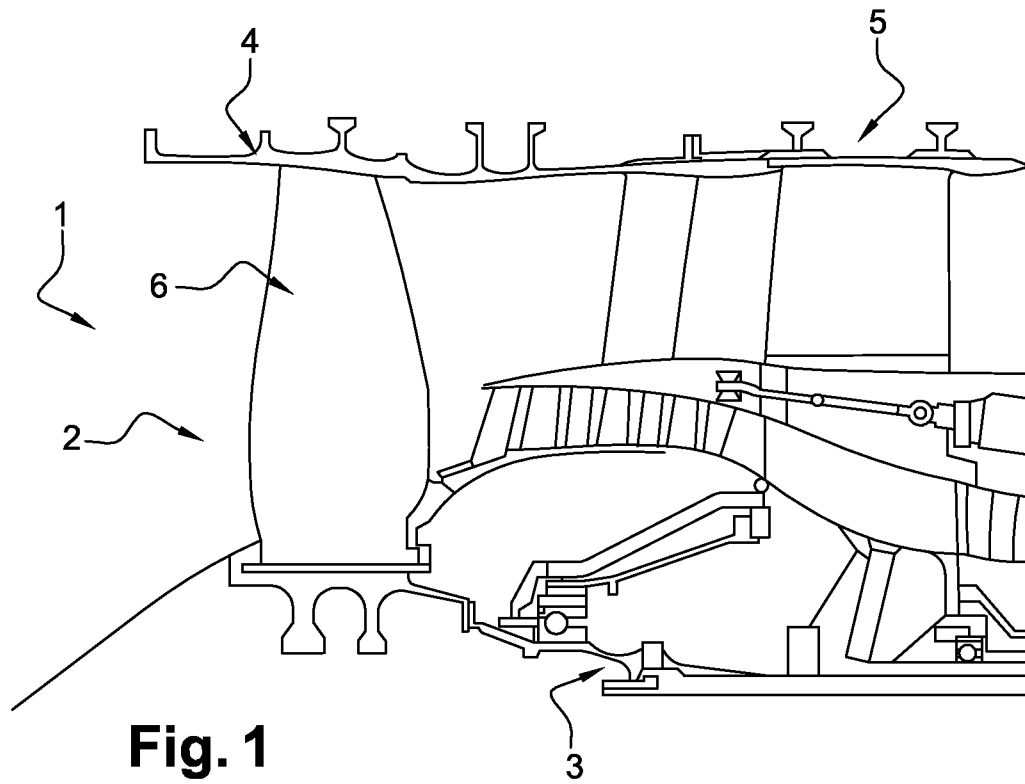
REVENDEICATIONS

1. Procédé de réparation d'un carter de soufflante présentant un dommage sur une surface interne, ledit procédé comportant une étape de fixation d'un élément de renfort sur le carter de soufflante, ledit élément de renfort étant fixé sur une surface externe du carter de soufflante et en regard du dommage.
2. Procédé de réparation d'un carter de soufflante selon la revendication 1, ledit procédé comportant une étape préalable de dimensionnement de l'élément de renfort.
3. Procédé de réparation d'un carter de soufflante selon la revendication 2 selon lequel l'étape de dimensionnement de l'élément de renfort est réalisée en estimant une zone de fissuration prenant naissance au niveau de la surface interne et sur un pourtour du dommage et se propageant en s'évasant en direction de la surface externe pour créer, sur la surface externe du carter de soufflante, une surface de fissuration externe, une surface de l'élément de renfort devant être fixée sur la surface externe du carter de soufflante étant au moins égale à la surface de fissuration externe.
4. Procédé de réparation d'un carter de soufflante selon la revendication 2 selon lequel l'étape de dimensionnement de l'élément de renfort est réalisée en estimant une zone de fissuration prenant naissance au niveau de la surface interne et sur un pourtour du dommage et se propageant en s'évasant en direction de la surface externe pour créer, sur la surface externe du carter de soufflante, une surface de fissuration externe, une surface de l'élément de renfort devant être fixée sur la surface externe du carter de soufflante étant égale à la surface de fissuration externe.

5. Procédé de réparation d'un carter de soufflante selon l'une quelconque des revendications 3 ou 4 selon lequel la zone de fissuration prend naissance au niveau de la surface interne et sur le pourtour du dommage et se propage en s'évasant en direction de la surface externe selon un angle de propagation compris entre 40 et 50 degrés.
6. Procédé (100) de réparation d'un carter de soufflante selon l'une quelconque des revendications 1 à 5 selon lequel une épaisseur de l'élément de renfort est au moins égale à 1,5 fois une profondeur du dommage.
7. Procédé de réparation d'un carter de soufflante selon l'une quelconque des revendications 1 à 6 selon lequel l'élément de renfort est fixé sur la surface externe du carter de soufflante par soudage, par rivetage ou par collage.
8. Carter de soufflante comportant un dommage positionné sur une surface interne du carter de soufflante et un élément de renfort fixé sur une surface externe du carter de soufflante et en regard dudit dommage, l'élément de renfort étant dimensionné en estimant une zone de fissuration prenant naissance au niveau de la surface interne et sur un pourtour du dommage et se propageant en s'évasant en direction de la surface externe pour créer, sur la surface externe du carter de soufflante, une surface de fissuration externe, une surface de l'élément de renfort devant être fixée sur la surface externe du carter de soufflante étant au moins égale à la surface de fissuration externe.

9. Carter de soufflante selon la revendication 8 selon lequel l'élément de renfort est en aluminium, inconel, ou en titane.
10. Carter de soufflante selon l'une des revendications 8 ou 9 selon lequel l'élément de renfort présente une forme de type rectangulaire, circulaire ou elliptique.

1/3



2 / 3

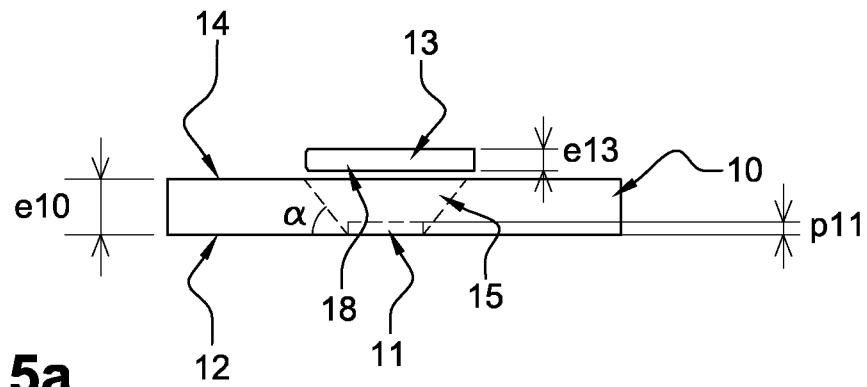
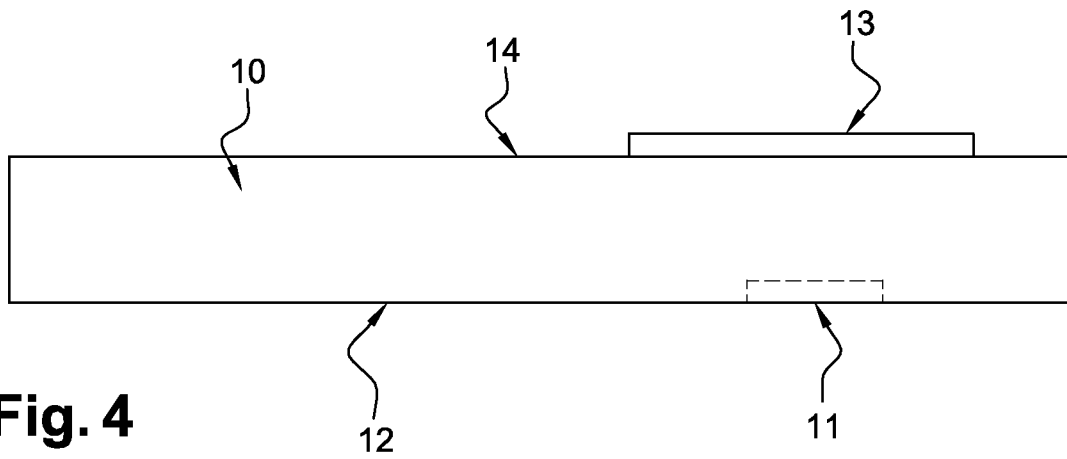
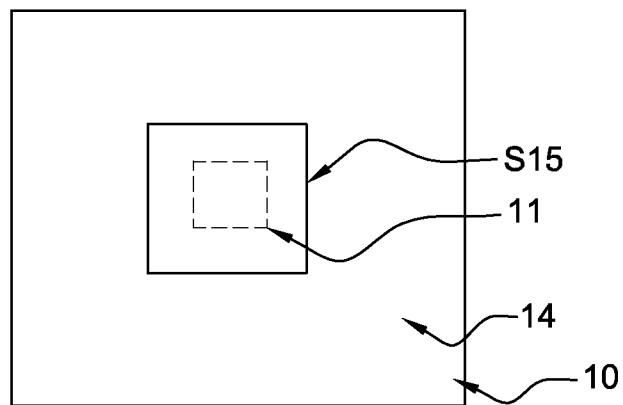
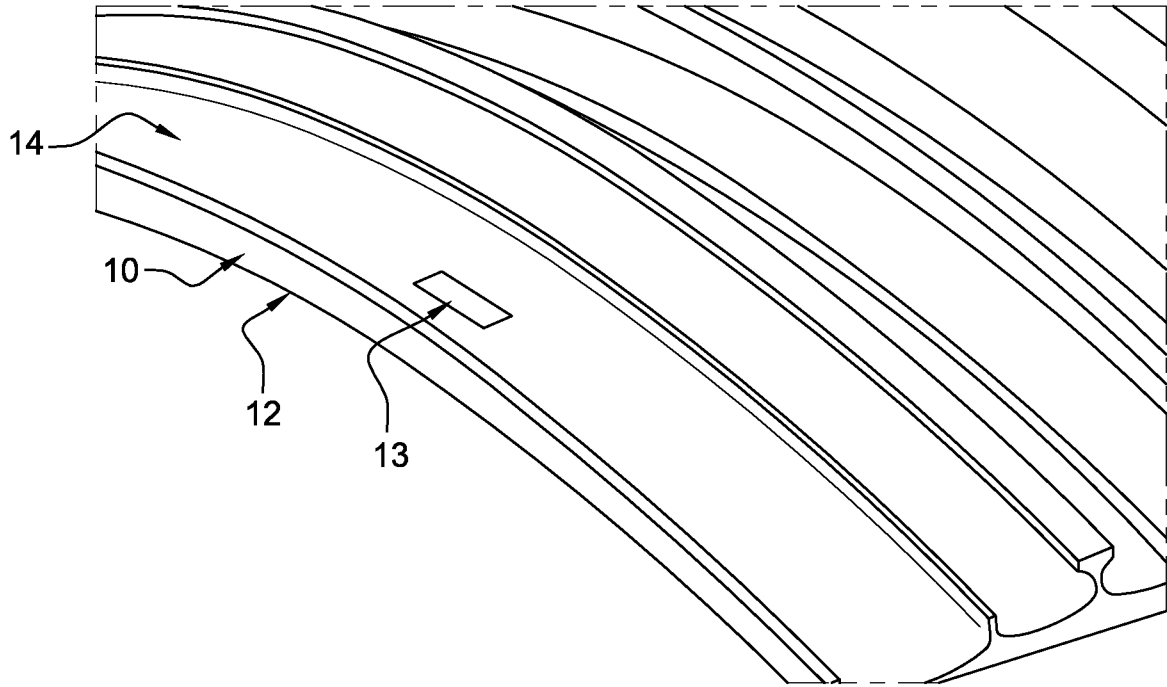


Fig. 5a



3 / 3

**Fig. 6**

