



(43) Date de la publication internationale
18 décembre 2014 (18.12.2014)

WIPO | PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 2014/199065 A2

(51) Classification internationale des brevets :
B29C 70/38 (2006.01) *B29C 70/30* (2006.01)
B29C 70/54 (2006.01) *F02K 1/70* (2006.01)
B29C 65/78 (2006.01)

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/FR2014/051387

(22) Date de dépôt international :
10 juin 2014 (10.06.2014)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
13/55364 11 juin 2013 (11.06.2013) FR

(71) Déposant : AIRCELLE [FR/FR]; Route du Pont 8, F-76700 Gonfreville L'orcher (FR).

(72) Inventeurs : CAZUC, Xavier; 37 rue Pierre Degeyter, F-76610 Le Havre Rouelles (FR). MOUTIER, John; 26 rue Chouquet, F-76620 Le Havre (FR). BEKAERT, Nicolas; 92 rue Guillemard, F-76600 Le Havre (FR). DUTOT, Crésus; 11 rue du Bas Ruel, F-76170 Saint Jean de Folleville (FR).

(74) Mandataire : CABINET GERMAIN & MAUREAU; 8 avenue du Président Wilson, F-75016 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, LT, 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, 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 :

— sans rapport de recherche internationale, sera republiée dès réception de ce rapport (règle 48.2.g))

(54) Title : METHOD FOR MANUFACTURING A COMPOSITE PART

(54) Titre : PROCÉDÉ DE FABRICATION D'UNE PIÈCE COMPOSITE

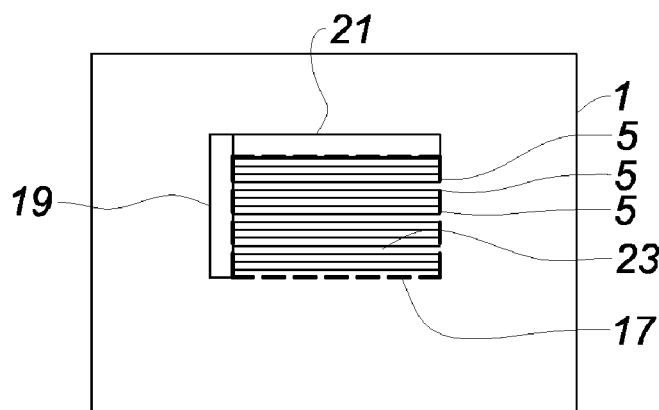


Fig. 4

(57) Abstract : The present invention relates to a method for manufacturing a composite part comprising at least one main structure (1) and at least one auxiliary structure which is secured directly to said main structure and has smaller dimensions than said main structure. The method according to the invention is noteworthy in that it comprises the following steps of: -successively draping, by way of an automated draping method: o a plurality of composite plies that define the main structure (1); o at least one reference strip (19, 21) on said main structure (1), delimiting a draping zone (17) for the auxiliary structure; -manually draping, in said draping zone (17) for the auxiliary structure, a plurality of composite plies (5) that define said auxiliary structure; -polymerizing at least said main structure (1) and auxiliary structure.

(57) Abrégé : La présente invention concerne un procédé de fabrication d'une pièce composite comprenant au moins une structure principale (1) et au moins une structure auxiliaire directement solidaire de

ladite structure principale

[Suite sur la page suivante]



et de dimensions inférieures à ladite structure principale. Le procédé selon l'invention est remarquable en ce qu'il comprend les étapes suivantes visant à : -draper successivement, par un procédé de drapage automatisé: o une pluralité de plis composites définissant la structure principale(1); o au moins un ruban repère (19, 21) sur ladite structure principale (1) délimitant une zone de drapage(17) de la structure auxiliaire; -draper manuellement, dans ladite zone de drapage (17) de la structure auxiliaire, une pluralité de plis composites (5) définissant ladite structure auxiliaire; -polymériser au moins lesdites structures principale (1) et auxiliaire.

Procédé de fabrication d'une pièce composite

La présente invention se rapporte à un procédé de fabrication d'une pièce composite.

5 Une structure composite peut par exemple être fabriquée par le drapage sur un moule d'une pluralité de plis composites formés de rubans ou plis unidirectionnels pré-imprégnés ou non d'une résine. L'opération de drapage est de façon connue typiquement réalisée par un procédé de dépose automatisée de ces plis composites, par exemple grâce à une machine à
10 commande numérique.

Ensuite, les plis sont polymérisés afin de durcir la structure en frais drapée. Cette étape de polymérisation consiste à cuire les plis frais, par exemple en autoclave.

Il est fréquent que les pièces composites soient renforcées par une
15 structure alvéolaire métallique ou composite que l'on positionne sur une portion de la structure composite drapée. Ce type de renfort permet typiquement d'assurer une bonne résistance aux efforts de compression de la pièce composite.

En fait, la structure alvéolaire n'est pas directement supportée par
20 la structure composite drapée. La structure composite drapée reçoit une surépaisseur constituée par une structure composite dite « auxiliaire », de dimensions égales à celles de la structure alvéolaire à supporter. Cette structure composite auxiliaire, typiquement constituée par des plis composites de petite taille, est solidaire de la structure composite dite « principale » et
25 supporte la structure alvéolaire.

La structure composite auxiliaire, elle-aussi généralement fabriquée grâce au procédé de dépose automatisée des plis composites, définit une zone de renfort local de la structure composite principale, et comprend typiquement plusieurs plis composites empilés et décalés angulairement les uns par rapport
30 aux autres.

On se réfère à la figure 1, illustrant une structure composite principale 1 sur laquelle on a représenté une zone de drapage théorique 3 de la structure auxiliaire, réalisée par un procédé selon l'art antérieur.

Sur cette figure sont représentés les plis composites 5 définissant
35 une couche d'une structure auxiliaire, déposés sur la structure principale 1 par le procédé de dépose automatisé.

Comme on peut le remarquer, les plis composites 5 définissant une couche de la structure auxiliaire ne correspondent pas exactement avec la zone de drapage théorique 3 souhaitée.

Cette différence provient du fait que l'outillage de dépose automatisée est généralement calibré pour fonctionner avec des plis d'une
5 taille minimale d'une centaine de millimètres.

Lorsque les plis sont de petite taille, c'est-à-dire de taille inférieure à une centaine de millimètres, ce qui est typiquement le cas pour une telle structure auxiliaire, l'outillage ne permet pas de respecter la zone drapage
10 souhaitée.

On se réfère à présent à la figure 2, illustrant la pièce composite 7 finalement obtenue.

La pièce composite 7 comprend la structure principale 1 renforcée localement par la structure auxiliaire 9 obtenue par un empilement de couches
15 de plis composites, et supportant une structure alvéolaire 11.

Comme on peut le remarquer, la pièce composite 7 comprend deux zones présentant des creux 13, 15. Ces creux correspondent en fait à la différence entre la surface théorique de drapage de la structure auxiliaire souhaitée et la surface réelle obtenue par le procédé de dépose automatisée
20 des plis composites.

Ces creux constituent des accidents de forme de la pièce composite 7, et peuvent entraîner un mauvais collage, voire un arrachement de la structure alvéolaire 11 de la structure auxiliaire 9.

Pour pallier cet inconvénient, il est courant de draper les plis composites 5 de petite taille constituant la structure auxiliaire non pas par
25 drapage automatisé, mais manuellement.

Pour cela, le positionnement des plis composites 5 constituant la structure auxiliaire 9 est réalisé grâce à un outil de projection laser, définissant de manière précise, sur la structure principale, le contour de la zone destinée à
30 recevoir lesdits plis composites auxiliaires.

L'outil de projection laser assure un positionnement optimal des zones de drapage des plis composites auxiliaires, et le drapage manuel des plis composites auxiliaires permet de s'affranchir des problèmes liés au mauvais collage de la structure alvéolaire sur la structure composite auxiliaire
35 accidentée.

Toutefois, le procédé de projection laser est onéreux, et les opérations de mise en place du moule supportant la structure composite principale sous les projecteurs laser sont complexes, et de durée relativement importante.

- 5 La présente invention vise à résoudre les inconvénients de la technique antérieure, et se rapporte à cet effet à un procédé de fabrication d'une pièce composite comprenant au moins une structure principale et au moins une structure auxiliaire directement solidaire de ladite structure principale et de dimensions inférieures à ladite structure principale, ledit
- 10 procédé étant remarquable en ce qu'il comprend les étapes suivantes visant à :
- draper successivement, par un procédé de drapage automatisé :
 - o une pluralité de plis composites définissant la structure principale ;
 - o au moins un ruban repère sur ladite structure principale
- 15 délimitant une zone de drapage de la structure auxiliaire ;
- draper manuellement, dans ladite zone de drapage de la structure auxiliaire, une pluralité de plis composites définissant ladite structure auxiliaire ;
 - polymériser au moins lesdites structures principale et auxiliaire.

Ainsi, en définissant la zone de drapage de la structure auxiliaire

20 grâce à un positionnement automatisé d'au moins un ruban repère, on s'affranchit de l'utilisation de projecteurs laser. Cela permet très avantageusement de limiter le coût de fabrication d'une pièce composite, tout en en réduisant sensiblement son temps de fabrication. En outre, la dépose manuelle des plis composites auxiliaires permet, par rapport à un procédé de

25 dépose automatisée des plis composites, de limiter considérablement les risques de décollement ou d'arrachement de la structure alvéolaire de la structure composite auxiliaire.

Optionnellement, le procédé selon l'invention comprend une étape supplémentaire visant à :

- 30 - retirer les rubans repères avant l'étape de polymérisation ;
- fixer une structure alvéolaire sur ladite structure auxiliaire ;

La présente invention se rapporte également à une pièce composite comprenant au moins une structure principale et au moins une structure auxiliaire directement solidaire de ladite structure principale et de

35 dimensions inférieures à ladite structure principale, remarquable en ce qu'elle est obtenue à partir du procédé selon l'invention.

Selon une caractéristique de la pièce composite selon l'invention, les plis composites de la structure auxiliaire sont de petite taille, c'est-à-dire présentant une longueur typiquement inférieure à environ 100 millimètres.

En outre, la structure auxiliaire de la pièce composite selon
5 l'invention comprend un empilement d'au moins deux couches composites formées d'une pluralité de plis composites unidirectionnels, lesdites couches étant décalées angulairement les unes par rapport aux autres.

Selon l'invention, la pièce composite fabriquée est une structure interne fixe d'un inverseur de poussée de nacelle pour turboréacteur.

10 Enfin, l'invention se rapporte à une nacelle pour turboréacteur comprenant au moins un inverseur de poussée comprenant au moins une structure interne fixe selon l'invention.

D'autres caractéristiques, buts et avantages de la présente
15 invention apparaîtront à la lecture de la description qui va suivre et à l'examen des figures ci-annexées, dans lesquelles :

- la figure 1 illustre schématiquement en vue de dessus une pièce composite en cours de fabrication par un procédé selon l'art antérieur ;
- 20 - la figure 2 est une représentation schématique de la pièce composite obtenue par un procédé selon l'art antérieur ;
- la figure 3 est une vue similaire à celle de la figure 1, la pièce composite étant à présent réalisée par le procédé de fabrication selon l'invention ;
- 25 - la figure 4 représente la pièce composite de la figure 3, les plis composites de la structure auxiliaire ayant été déposés sur la structure principale ;
- la figure 5 représente la pièce composite obtenue par le procédé selon l'invention.

30 Sur l'ensemble des figures, des références identiques ou analogues désignent des organes ou ensembles d'organes identiques ou analogues.

On se réfère à la figure 3 illustrant l'étape de définition de la zone
35 de drapage de la structure auxiliaire.

La première étape du procédé selon l'invention consiste à draper sur un moule (non représenté) les plis composites définissant la structure composite principale 1.

5 Ce procédé de drapage est de manière préférée réalisé grâce à une machine à commande numérique assurant le drapage automatisé des plis frais composites, procédé bien connu de l'art antérieur, que nous ne détaillerons pas d'avantage dans la présente description.

Lorsque l'étape de drapage de la structure principale est terminée, le procédé selon l'invention prévoit de définir une zone de drapage 17 de la structure composite auxiliaire par dépose de rubans repères 19, 21.
10

Ces rubans repères sont typiquement constitués par des plis composites constitués par des fibres carbone pré-imprégnées d'une résine.

A titre d'exemple non limitatif, la structure auxiliaire à réaliser est de forme rectangulaire. Ainsi, comme représenté, deux rubans repères suffisent à définir la zone de drapage 17. Bien sûr, toute autre forme géométrique de structure auxiliaire est envisageable. A cet effet, le procédé selon l'invention peut prévoir la dépose de plus de deux rubans repères en fonction de la forme géométrique à réaliser.
15

Les rubans repères sont déposés par drapage automatisé. Pour cela, la machine à commande numérique est programmée pour déposer les rubans 19, 21 de façon à définir, au moins partiellement, le contour de la zone de drapage 17 de la structure auxiliaire, de sorte que lesdits rubans délimitent ladite zone de drapage.
20

Lorsque la zone de drapage 17 de la structure auxiliaire est délimitée, les plis composites de la structure auxiliaire peuvent être déposés sur la structure principale, dans la zone de drapage 17, comme l'illustre la figure 4 sur laquelle est représentée une couche composite 23 formée de plusieurs plis composites 5 unidirectionnels positionnés côte à côte.
25

Chaque pli composite 5 est un pli unidirectionnel, c'est-à-dire que les fibres composant ledit pli sont toutes orientées dans la même direction.
30

De façon connue, pour renforcer la structure composite auxiliaire, plusieurs couches composites sont empilées les unes sur les autres, et sont décalées angulairement les unes par rapport aux autres.

Le décalage angulaire consiste typiquement à positionner une première couche dont les plis composites qui la constituent présentent des fibres « à 0° ». Ensuite, on positionne une deuxième couche dont les plis
35

composites présentent des fibres décalées de 45° par rapport à celles de la première couche. On itère ce procédé d'empilement des couches autant de fois que nécessaire.

5 Selon le procédé de l'invention, les plis composites de la structure auxiliaire sont déposés manuellement, de façon à permettre un positionnement des plis composites 5 correspondant strictement à la zone de drapage 17.

Le procédé selon l'invention comprend ensuite une étape de polymérisation, consistant de manière connue à cuire l'ensemble de plis frais drapés en autoclave.

10 De préférence, les rubans repères 19, 21 sont encore présents lors de cette étape de cuisson, mais il est bien entendu tout à fait possible de retirer ces rubans repères avant l'étape de polymérisation, par exemple par pelage.

On se réfère maintenant à la figure 5, illustrant la pièce composite 7 obtenue grâce au procédé selon l'invention.

15 Lorsque l'étape de polymérisation est terminée, on peut fixer sur la structure composite auxiliaire 9 la structure alvéolaire 11, composite ou métallique, destinée à renforcer la pièce composite 7 fabriquée.

La structure alvéolaire 11 est typiquement fixée sur la structure auxiliaire par collage, mais elle peut bien sûr être fixée par tout autre moyen
20 connu de l'homme du métier.

Comme on le remarque sur la figure 5, la structure auxiliaire 9 de la pièce composite 7 obtenue grâce au procédé selon l'invention le procédé selon l'invention ne présente aucun creux, bosses, ou accidents de forme, contrairement à celle de la pièce composite obtenue par un procédé selon l'art
25 antérieur et représentée sur la figure 2.

Ainsi, grâce au procédé selon l'invention, on réduit considérablement les risques de générer des pièces accidentées tout en réduisant le temps de fabrication de la pièce composite.

En conséquence, la tenue mécanique des pièces composites
30 fabriquées par le procédé selon l'invention est améliorée par rapport à l'art antérieur, en ce que l'on limite les risques d'arrachement ou de décollement de la structure alvéolaire de la structure auxiliaire.

Le procédé selon l'invention peut, préférentiellement mais non limitativement, être utilisé afin de fabriquer une structure interne fixe d'inverseur
35 de poussée de nacelle pour turboréacteur.

Grâce au procédé selon l'invention, on augmente la résistance mécanique des pièces composites nécessitant un renfort structurel en compression, tout en réduisant les temps de fabrication de telles pièces composites, par rapport à ceux obtenus par des méthodes connues de l'art antérieur.

En effet, les risques d'arrachement ou de décollement de la structure alvéolaire de la structure composite auxiliaire sont réduits en ce que la structure auxiliaire supportant la structure alvéolaire ne présente plus d'accidents de forme, et les temps de fabrication sont sensiblement réduits en ce que le drapage manuel de la structure auxiliaire ne nécessite plus de positionnement sur la structure principale par projection laser.

Enfin, le procédé selon l'invention est surprenant en ce que l'on parvient, *in fine*, à augmenter la résistance mécanique d'une pièce composite tout en réduisant ses coûts de fabrication.

REVENDICATIONS

1. Procédé de fabrication d'une pièce composite (7) comprenant au moins une structure principale (1) et au moins une structure auxiliaire (9) directement solidaire de ladite structure principale et de dimensions inférieures à ladite structure principale, ledit procédé étant caractérisé en ce qu'il comprend les étapes suivantes visant à :
- draper successivement, par un procédé de drapage automatisé :
 - o une pluralité de plis composites définissant la structure principale (1) ;
 - o au moins un ruban repère (19, 21) sur ladite structure principale (1) délimitant une zone de drapage (17) de la structure auxiliaire (9) ;
 - draper manuellement, dans ladite zone de drapage (17) de la structure auxiliaire, une pluralité de plis composites (5) définissant ladite structure auxiliaire (9) ;
 - polymériser au moins lesdites structures principale (1) et auxiliaire (9).
2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il comprend une étape supplémentaire visant à retirer lesdits rubans repères (19, 21) avant l'étape de polymérisation.
3. Procédé selon l'une des revendications 1 ou 2, caractérisé en ce qu'il comprend une étape supplémentaire visant à fixer une structure alvéolaire (11) sur ladite structure auxiliaire (9).
4. Pièce composite (7) comprenant au moins une structure principale (1) et au moins une structure auxiliaire (9) directement solidaire de ladite structure principale et de dimensions inférieures à ladite structure principale, caractérisée en ce qu'elle est obtenue à partir du procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 3.
5. Pièce composite (7) selon la revendication 4, caractérisée en ce que les plis composites (5) de la structure auxiliaire (9) sont de petite taille, c'est-à-dire présentant une longueur typiquement inférieure à environ 100 millimètres.

6. Pièce composite (7) selon l'une des revendications 4 ou 5, caractérisée en ce que la structure auxiliaire (9) comprend un empilement d'au moins deux couches composites (23) formées d'une pluralité de plis composites (5) unidirectionnels, lesdites couches étant décalées angulairement les unes par rapport aux autres.

7. Pièce composite (7) selon l'une quelconque des revendications 4 à 6, caractérisée en ce qu'il s'agit d'une structure interne fixe d'un inverseur de poussée de nacelle pour turboréacteur.

8. Nacelle pour turboréacteur comprenant au moins un inverseur de poussée comprenant au moins une structure interne fixe selon la revendication 7.

1 / 1

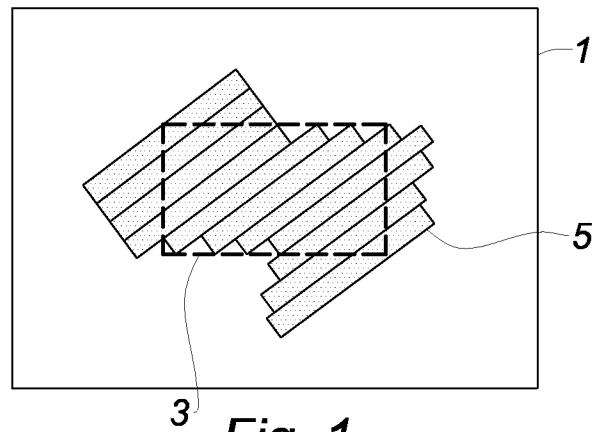


Fig. 1

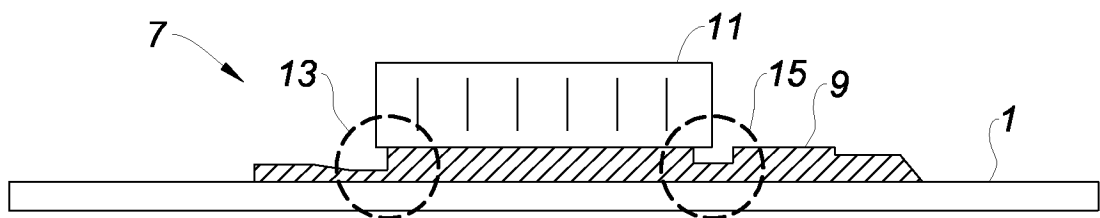


Fig. 2

ART ANTERIEUR

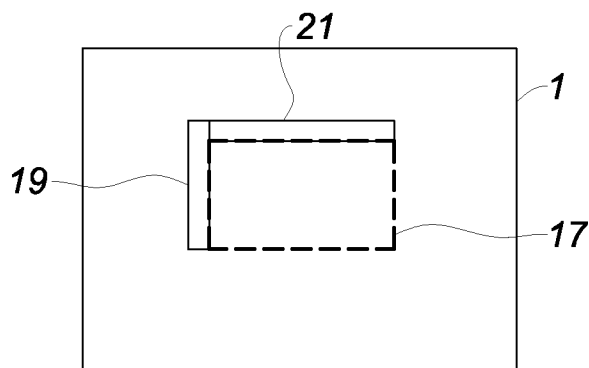


Fig. 3

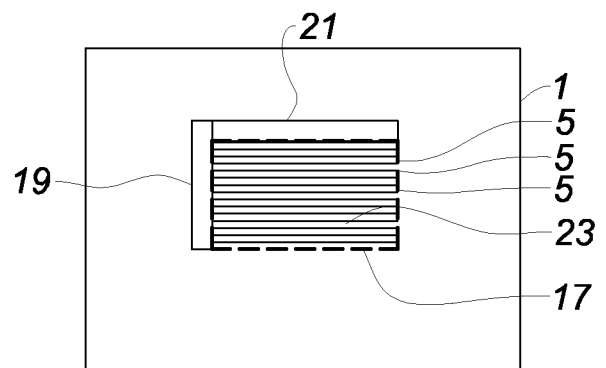


Fig. 4

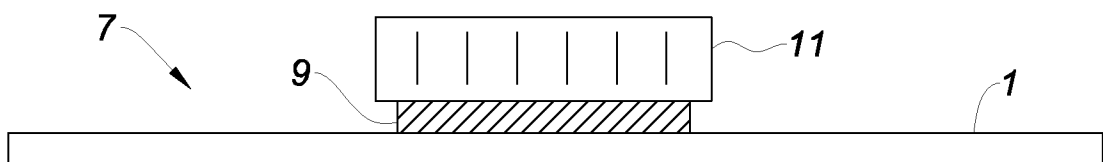


Fig. 5