Innovation, Sciences et Développement économique Canada
Office de la Propriété Intellectuelle du Canada

Innovation, Science and Economic Development Canada
Canadian Intellectual Property Office

CA 2775726 C 2020/04/14

(11)(21) 2 775 726

(12) BREVET CANADIEN
CANADIAN PATENT

(13) C

(86) Date de dépôt PCT/PCT Filing Date: 2010/11/17
(87) Date publication PCT/PCT Publication Date: 2011/05/26
(45) Date de délivrance/Issue Date: 2020/04/14
(85) Entrée phase nationale/National Entry: 2012/03/27
(86) N° demande PCT/PCT Application No.: FR 2010/052440
(87) N° publication PCT/PCT Publication No.: 2011/061443
(30) Priorité/Priority: 2009/11/18 (FR09/05542)

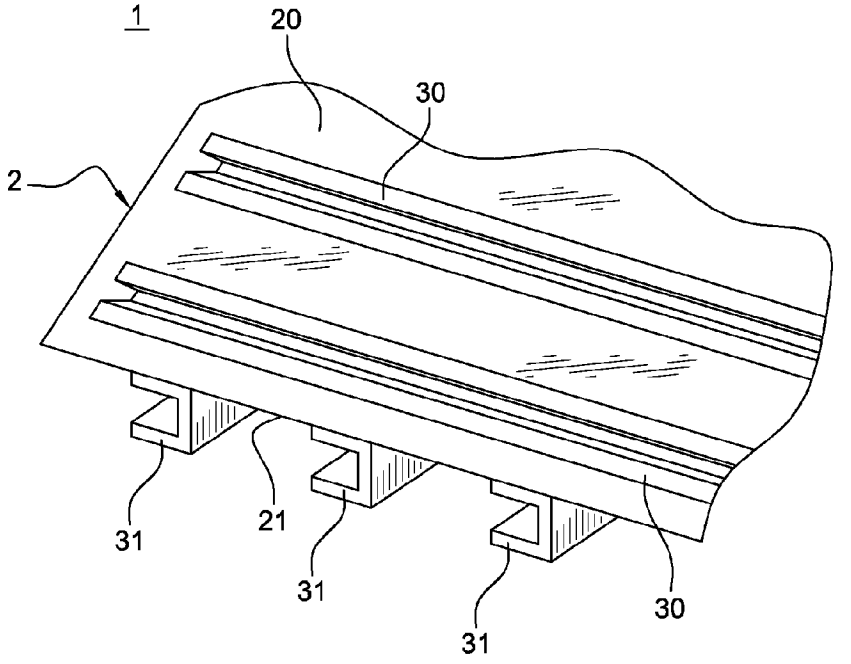
(51) Cl.Int./Int.Cl. *B29C 70/00* (2006.01),
B32B 5/02 (2006.01)

(72) Inventeurs/Inventors:
LEFRANCOIS, ROMAIN, FR;
FILIPPI, GEORGES, FR;
HOTTIN, MATHIEU, FR;
LEMOINE, FRANCOIS, FR

(73) Propriétaire/Owner:
DAHER AEROSPACE, FR

(74) Agent: PERLEY-ROBERTSON, HILL & MCDOUGALL LLP

(54) Titre : PANNEAU EN MATERIAU COMPOSITE
(54) Title: COMPOSITE MATERIAL PANEL



(57) Abrégé/Abstract:
La présente invention concerne un panneau (1) en matériau composite comportant une peau en matériau composite (2) présentant deux faces générales opposées (20, 21), et des premiers raidisseurs (30) s'étendant sur l'une des faces (20) de la peau. Il est caractérisé en ce qu'il comporte des raidisseurs supplémentaires (31) qui sont agencés sur la face (21) de la peau, opposée à celle portant les premiers raidisseurs (30), et qui s'étendent selon une direction distincte de celle des premiers raidisseurs (30). La peau et les raidisseurs agencés sur chacune des faces sont de préférence rendus solidaires par co-moulage.

(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
26 mai 2011 (26.05.2011)

PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 2011/061443 A1

(51) Classification internationale des brevets :
B29C 70/00 (2006.01) *B32B 5/02* (2006.01)

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/FR2010/052440

(22) Date de dépôt international :
17 novembre 2010 (17.11.2010)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
09/05542 18 novembre 2009 (18.11.2009) FR

(71) Déposant *(pour tous les États désignés sauf US)* : **DAHER AEROSPACE** [FR/FR]; 23 Route de Tours, F-41400 Saint Julien De Chedon (FR).

(72) Inventeurs; et

(75) Inventeurs/Déposants *(pour US seulement)* : **LEFRANCOIS, Romain** [FR/FR]; 1, rue de Tours, F-41400 Montrichard (FR). **FILIPPI, Georges** [FR/FR]; 13, rue des Olympiades, F-33700 Merignac (FR). **HOTTIN, Mathieu** [FR/FR]; 1 Vallée de Thoré, F-37150 Civray De Touraine (FR). **LEMOINE, François** [FR/FR]; 22 Chemin des Vignes du Bourg, F-44100 Nantes (FR).

(74) Mandataire : **AUPETIT, Muriel**; Cabinet Wagret, 19, rue de Milan, F-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, 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, IS, JP, KE, KG, KM, 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, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, 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, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, 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,

[Suite sur la page suivante]

(54) Title : COMPOSITE MATERIAL PANEL

(54) Titre : PANNEAU EN MATERIAU COMPOSITE

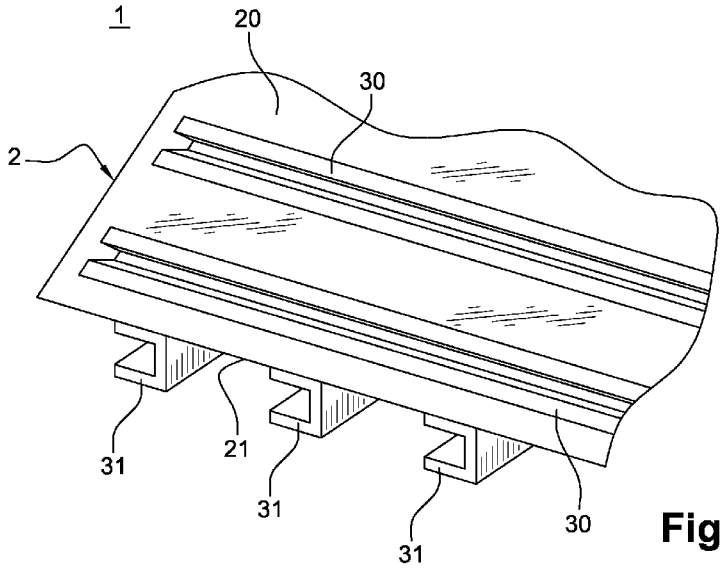


Fig. 1

(57) Abstract : The present invention relates to a composite material panel (1) comprising a composite material skin (2) having two generally opposite surfaces (20, 21) and first stiffeners (30) extending over one of the surfaces (20) of the skin. Said panel is characterized in that it comprises supplementary stiffeners (31) that are arranged on the surface (21) of the skin opposite the one having the first stiffeners (30), said supplementary stiffeners moreover extending in a direction separate from that of the first stiffeners (30). The skin and the stiffeners arranged on each surface are preferably secured to each other by means of co-molding.

(57) Abrégé :

[Suite sur la page suivante]

WO 2011/061443 A1

WO 2011/061443 A1

SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, 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))*

La présente invention concerne un panneau (1) en matériau composite comportant une peau en matériau composite (2) présentant deux faces générales opposées (20, 21), et des premiers raidisseurs (30) s'étendant sur l'une des faces (20) de la peau. Il est caractérisé en ce qu'il comporte des raidisseurs supplémentaires (31) qui sont agencés sur la face (21) de la peau, opposée à celle portant les premiers raidisseurs (30), et qui s'étendent selon une direction distincte de celle des premiers raidisseurs (30). La peau et les raidisseurs agencés sur chacune des faces sont de préférence rendus solidaires par co-moulage.

PANNEAU EN MATERIAU COMPOSITE

L'invention concerne un panneau en matériau composite comportant une peau en matière composite et des éléments renforçant la rigidité du panneau, dits raidisseurs.

De tels panneaux de corps plan ou courbe sont couramment utilisés dans le domaine de l'aéronautique, en particulier dans la fabrication de fuselages d'aéronef, car répondant de manière combinée à des exigences de rigidité et de gain de masse.

On entend par matière composite, un matériau de renforcement à base de fibres du type verre, carbone, aramide ou autre, se présentant sous forme de fils ou de nappes tissées ou non tissées, le matériau de renforcement étant imprégné de matière thermoplastique ou thermodurcissable.

Les raidisseurs sont des éléments intégrés ou rapportés sur l'une des faces de la peau du panneau. Ces raidisseurs peuvent s'étendre selon une seule direction du panneau, comme selon deux directions en se croisant.

Dans le type d'architecture à deux directions, des premiers raidisseurs s'étendant selon une première direction sont co-polymérisés avec la peau lors d'une opération de moulage, puis d'autres raidisseurs destinés à s'étendre selon la seconde direction sont fixés aux premiers raidisseurs. La fixation est généralement réalisée en formant des cavités dans les premiers raidisseurs, en agençant dans ces cavités les seconds raidisseurs et en les solidarisant au niveau de leurs croisements par des moyens de fixation appropriés du type moyens de clipsage.

Cependant, cette fabrication requiert des opérations de perçage, d'assemblage et nécessairement de contrôle de l'ensemble des fixations, nécessitant du temps et des moyens dans le procédé de mise en œuvre, qu'il est toujours souhaitable de réduire en vue de gagner en coût de production.

En outre, les moyens de fixation, essentiellement métalliques, ajoutent de la masse aux panneaux, ce qui ne conduit pas à un allègement des fuselages et ne participe pas à une réduction de coût matière.

Enfin, les capacités de réalisation industrielle limitent la possibilité de réaliser à des coûts compétitifs, un croisement de ces raidisseurs autre qu'orthogonal.

L'invention a donc pour but de proposer un panneau composite avec des raidisseurs disposés dans au moins deux directions en parvenant à limiter, voire diminuer sa masse, et simplifier son procédé de fabrication, sans contrevenir à la rigidité mécanique de la structure.

Selon l'invention, le panneau en matériau composite comportant une peau en matériau composite présentant deux faces générales opposées, et des premiers raidisseurs s'étendant sur l'une des faces de la peau selon au moins une direction, par exemple selon une même direction pour l'ensemble de ces premiers raidisseurs, le panneau étant caractérisé en ce qu'il comporte des raidisseurs supplémentaires qui sont agencés sur la face de la peau opposée à celle portant les premiers raidisseurs, et qui s'étendent selon une direction distincte de celle des premiers raidisseurs.

Le panneau de l'invention fournit par ce renforcement sur ses deux faces opposées une structure tout aussi rigide que celle de l'art antérieur, en

simplifiant sa fabrication car supprimant la réalisation des logements en creux dans les premiers raidisseurs et la nécessité des moyens de fixation.

De préférence, les premiers raidisseurs et les raidisseurs supplémentaires sont fabriqués simultanément par moulage respectivement sur les deux faces opposées de la peau.

Grâce à une fabrication par moulage, il est permis d'obtenir aisément des raidisseurs sur les deux faces opposées de la peau. On garantit par ailleurs une solidarisation robuste et pérenne de la peau et de ses raidisseurs, le panneau formant un corps monobloc.

Cette solution permet en outre de rigidifier le panneau sans ajout de pièces complémentaires d'une part, n'engendrant par conséquent aucun poids additionnel, et sans altération des raidisseurs d'autre part, qui gardent ainsi toute leur intégrité et leurs propriétés mécaniques.

Toutefois, il est envisageable de fabriquer la peau et les premiers raidisseurs par moulage, tandis que les raidisseurs supplémentaires sont rapportés par collage ou rivetage.

Le moulage du panneau et de l'ensemble des raidisseurs est en particulier réalisé par co-injection ou co-moulage. La co-injection consiste par une opération unique à réaliser la totalité des parties du panneau (peau et raidisseurs), en agençant dans un moule les fibres de renforcement et en injectant la matière plastique. Le co-moulage consiste à mouler chacune des parties du panneau indépendamment et assembler le tout par polymérisation dans un moule adaptée à la forme de l'ensemble du panneau.

Des coutures de liens fibreux obtenues lors de l'opération de fabrication par moulage du panneau peuvent être agencées au niveau des surfaces de solidarisation des raidisseurs avec la peau.

Bien que le panneau ainsi obtenu par moulage garantisse une solidarisation parfaite des raidisseurs avec la peau, il est possible d'ajouter des rivets qui traversent la peau et les raidisseurs au niveau de leur surface de solidarisation.

Selon une caractéristique, les premiers raidisseurs et les raidisseurs supplémentaires sont disposés entre eux selon une orientation angulaire, de préférence orthogonale. Les raidisseurs orientés dans des directions distinctes n'étant pas sur la même face, il est aisé de les disposer à moindre coût selon toute orientation.

Chaque raidisseur comprend une âme et au moins une semelle, le raidisseur étant associé à la peau sur toute ou la plus grande partie de sa longueur via son âme, et/ou sa ou ses semelles.

Avantageusement, les raidisseurs présentent de manière non limitative un profil de section en Ω, C, U, T, Z, I, L, ou J.

Les raidisseurs sont constitués d'un matériau composite, de préférence identique au matériau composite de la peau, notamment en matière plastique du type époxy, phénolique, ou poly bismaléimide (BMI) ou autre, dans laquelle sont noyées des fibres longues ou continues, tissées ou non ,de renforcement du type fibres de verre, de carbone ou d'aramide

Le panneau composite est destiné à être notamment utilisé dans des parois de bateaux, de trains, ou dans le domaine aéronautique, notamment dans le fuselage d'un avion et en particulier dans les zones des trains d'atterrissage et/ou du caisson central de voilure.

Le panneau de l'invention sera avantageusement utilisé dans la zone du train d'atterrissage d'un avion qui forme une cavité par rapport à la surface extérieure de l'avion et n'est donc pas soumise aux contraintes aérodynamiques. En effet, cette zone est tout à fait adaptée à recevoir un assemblage de panneaux de l'invention sans que les raidisseurs en saillie de la peau composite ne constituent un obstacle au flux d'air léchant la surface extérieure du fuselage, au dehors de la cavité.

L'invention a également trait à un procédé de fabrication d'un panneau en matériau composite comprenant une peau et des raidisseurs sur les deux faces opposées de la peau, caractérisé en ce qu'il comporte une étape de moulage assurant en sortie de moule une solidarisation totale de la peau avec les raidisseurs. Le moulage peut consister de la co-injection ou du co-moulage.

La présente invention est maintenant décrite à l'aide d'exemples uniquement illustratifs et nullement limitatifs de la portée de l'invention, et à partir des illustrations ci-jointes, dans lesquelles :

- La figure 1 représente une vue partielle en perspective d'un panneau selon l'invention;
- La figure 2 est une vue en coupe de la figure 1 selon une des grandes dimensions du panneau ;
- La figure 3 est une autre vue en coupe de la figure 1, selon l'autre plus grande dimension du panneau ;

- La figure 4 est une vue partielle en perspective d'une variante de réalisation d'un panneau de l'invention ;
- La figure 5 est une vue schématique partielle et en coupe de l'avant et de la partie médiane d'un avion montrant la zone du train d'atterrissage et du caisson central de voilure;
- La figure 6 est une vue agrandie de la zone du train d'atterrissage de la figure 5.

La figure 1 illustre un panneau composite 1 selon l'invention. L'association de plusieurs de ces panneaux permet par exemple de former une partie du fuselage d'un avion telle qu'illustrée schématiquement sur la figure 5, en particulier au niveau de la zone du train d'atterrissage 4 ou du caisson central 6 de voilure.

Le panneau composite 1 comporte une peau 2 en matière composite et une pluralité d'éléments structurants 30, 31 participant à la rigidité et à la résistance du panneau.

La peau composite 2 est constituée d'une matière plastique du type résine époxy, phénolique, ou BMI, dans laquelle sont noyées des fibres de renforcement telle que des fibres de verre, de carbone ou d'aramide du type Kevlar®. Les fibres se présentent sous forme de fibres longues ou courtes, tissées ou non tissées.

Cette peau présente une épaisseur faible en regard de ses autres dimensions que sont sa longueur et sa largeur.

La peau présente deux faces générales opposées 20 et 21 qui s'étendent chacune selon les plus grandes dimensions. Sa forme peut être plane ou

courbe, voire même selon une double courbure, et peut comporter des dénivellations locales selon son épaisseur.

Les éléments structurants 30, 31 ou raidisseurs participent à la rigidité structurale du panneau et confortent la résistance du panneau en regard des contraintes subies transversalement aux faces générales 20 et 21 de la peau.

Selon l'invention, des premiers raidisseurs 30 sont agencés sur la première face générale 20 de la peau, tandis que des raidisseurs supplémentaires 31 sont disposés sur la seconde face et opposée 21 de la peau.

Les raidisseurs 30 et 31 sont de forme oblongue, leur plus grande dimension (longueur) s'étendant parallèlement ou angulairement à l'une des grandes dimensions de la peau 2.

En outre, les premiers raidisseurs 30 ne sont pas disposés parallèlement aux raidisseurs supplémentaires 31 mais présentent avec eux une orientation angulaire, par exemple orthogonale telle qu'illustrée sur la figure 1. Les premiers raidisseurs sont de préférence orientés selon un même direction mais pourraient présenter des orientations distinctes sans pour autant se couper entre eux.

L'orientation angulaire distincte entre les premiers raidisseurs et les seconds raidisseurs de la face opposée participe à la résistance mécanique souhaitée pour le panneau.

Les raidisseurs 30 et 31 sont creux et peuvent présenter de nombreuses formes, par exemple selon un profil en Ω, C, T, Z ou I...

Pourvus d'une âme et d'au moins une semelle, les raidisseurs sont associés à la peau via leur âme ou leur(s) semelle(s) sur toute ou la plus grande partie de leur longueur. L'allure d'un raidisseur selon sa longueur suit la forme générale de la peau, c'est-à-dire plane, courbe ou accidentée. En outre, le profil d'un raidisseur peut varier sur sa longueur.
Les exemples de raidisseurs illustrés sur la figure 1 présentent un profil de section en Ω pour les premiers raidisseurs 30 de la face 20 de la peau et telle qu'illustrée sur la vue en coupe de la figure 2, tandis que les raidisseurs supplémentaires 31 de la face opposée 21 de la peau ont un profil de section en C (vue en coupe de la figure 3).

Les premiers raidisseurs 30 en Ω comportent chacun une âme 32 de section en U, et deux semelles 33 et 34 sensiblement perpendiculaires aux branches du U et s'étendant dans deux directions opposées, les raidisseurs étant solidaires de la face 20 de la peau 2 via les semelles 33 et 34.

Les raidisseurs supplémentaires 31 en C comportent chacun une âme 35 et deux semelles opposées 36 et 37 en regard l'une de l'autre, les raidisseurs étant solidaires de la face 21 de la peau 2 via l'une des semelles 36.

Les raidisseurs 30 et 31 sont constitués d'une matière composite, de préférence identique à celle de la peau 2. Ils sont selon l'invention rendus solidaires de la matrice par moulage.

Deux variantes de moulage sont envisagées, par co-injection ou par co-moulage.

La co-injection consiste à introduire les fibres, par exemple sous forme d'un tissu, dans un moule dans lequel toutes les formes sont dessinées (peau et raidisseurs), et d'injecter la matière plastique. En sortie de moule, la peau et les raidisseurs constitue un corps monobloc en une seule opération sur les deux faces opposées de la peau 2.

Le co-moulage consiste à fabriquer par moulage les pièces que sont la peau et les raidisseurs de manière indépendante, puis à introduire ces pièces dans un moule pour être polymérisées afin d'assurer leur assemblage. En sortie de moule, l'ensemble est unitaire.

Il est envisageable tel qu'illustré sur la figure 4, d'ajouter par ailleurs des liens fibreux au niveau des zones de liaison entre la peau et les raidisseurs pour constituer après moulage en quelque sorte des coutures 38 qui renforcent encore la solidarisation.

Les raidisseurs qui sont creux sont réalisés à partir de pièces dites noyaux, dont la forme extérieure permet de réaliser l'enveloppe des raidisseurs. Après moulage, les noyaux sont extraits pour définir la zone creuse des raidisseurs. Un noyau est par exemple constitué d'une vessie en matériau souple gonflable ou en un matériau apte à se dilater et se contracter en fonction des changements de température, en particulier lors et après polymérisation du matériau composite du panneau.

La figure 4 illustre une variante supplémentaire d'un panneau qui comporte des rivets 5 traversant la peau et les raidisseurs au niveau de leur surface de solidarisation. Ces rivets sont ajoutés après obtention du panneau par moulage.

La figure 6 illustre une vue en coupe schématique partielle d'un avion montrant la zone 4 du train d'atterrissage. Il s'agit d'une cavité agencée par rapport au-dessous 40 de l'avion. L'intérieur de la cavité n'étant pas soumis aux contraintes aérodynamiques, l'association d'une pluralité de panneaux de l'invention 1 est particulièrement adaptée pour constituer la paroi de cette cavité.

Ainsi, les raidisseurs 30 et 31 sont agencés de part et d'autre de la cavité assurant une rigidité à la paroi, les raidisseurs supplémentaires 31 en C étant par exemple du côté externe à la cavité et tournés vers l'intérieur de l'avion, tandis que les premiers raidisseurs 30 en Ω font saillie vers l'intérieur de la cavité n'engendrant aucune contrainte en terme d'aérodynamisme puisque n'étant pas en contact direct avec l'air extérieur.

REVENDICATIONS

1. Aéronef comprenant une case de train d'atterrissage comportant une cavité (4) formée par une pluralité de panneaux (1) en matériau composite chaque panneau comprenant une peau (2) en matériau composite présentant deux faces générales opposées (20, 21) et une pluralité de premiers raidisseurs (30) de section en forme de Ω solidaires de l'une des faces (20) de la peau et faisant saillie vers l'intérieur de la cavité et s'étendant selon leur plus grande dimension selon une direction ; et une pluralité de raidisseurs supplémentaires (31) de section en forme de C, qui sont agencés sur et solidaires de l'autre face (21) de la peau, opposée à celle portant les premiers raidisseurs (30) et tournés vers l'extérieur de la cavité, lesquels raidisseurs supplémentaires s'étendent, selon leur plus grande dimension, selon une direction distincte de celles des premiers raidisseurs (30) ;
dans lequel les raidisseurs (30, 31) sont constitués d'un matériau composite identique au matériau composite de la peau (2).

2. Aéronef selon la revendication 1, dans lequel les premiers raidisseurs (30) et les raidisseurs (30) supplémentaires (31) sont disposés entre eux selon une orientation angulaire orthogonale.

3. Aéronef selon la revendication 1, dans lequel les raidisseurs (30, 31) sont constitués d'une matière plastique du type époxy, phénolique ou poly-bismaléimide (BMI), dans laquelle sont noyées des fibres longues ou continues, tissées ou non, de renforcement de type fibres de verre, de carbone ou d'aramide.

4. Aéronef selon la revendication 1, dans lequel les premiers (30) raidisseurs et les raidisseurs (31) supplémentaires sont fabriqués simultanément par moulage sur les deux faces (20, 21) opposées des peaux (2) des panneaux.

5. Aéronef selon la revendication 1 , dans lequel un panneauet l'ensemble de ses raidisseurs (30, 31) est moulé par co-injection ou par co-moulage.

CA 2775726 2019-12-23

6. Aéronef selon la revendication 4, dans lequel un panneau comporte des coutures de liens fibreux (38) obtenues lors de l'opération de fabrication par moulage du panneau au niveau des surfaces des raidisseurs (30, 31) solidaires la peau (2).

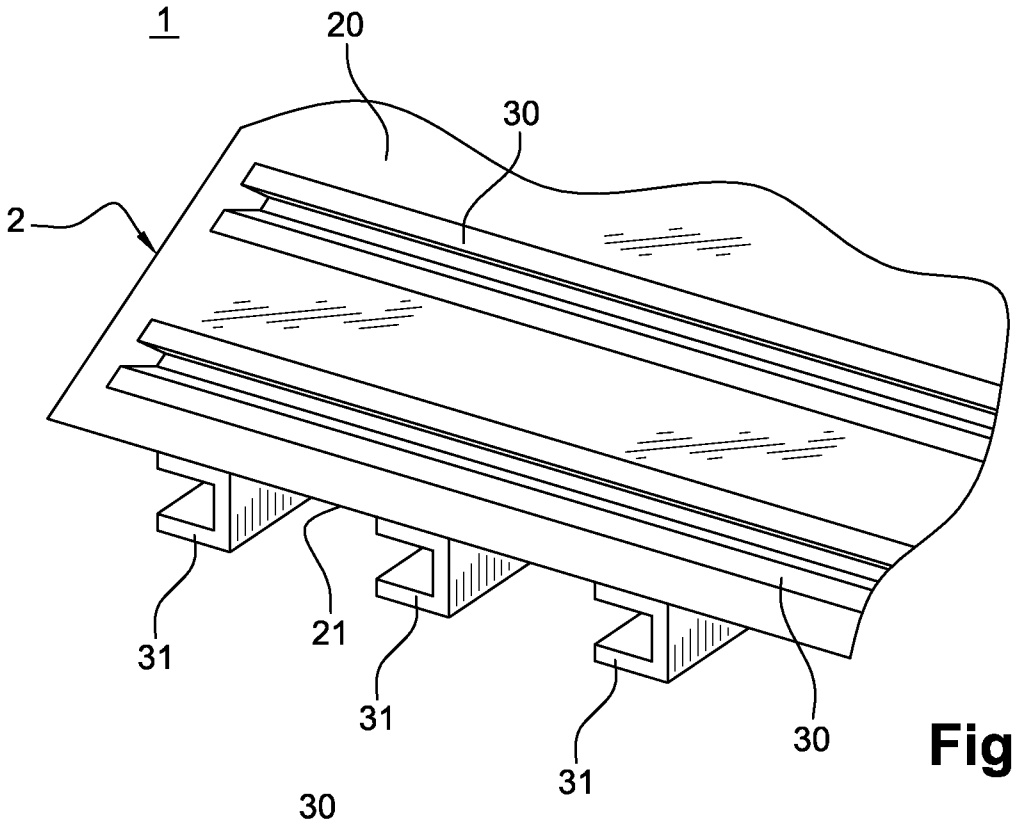


Fig. 1

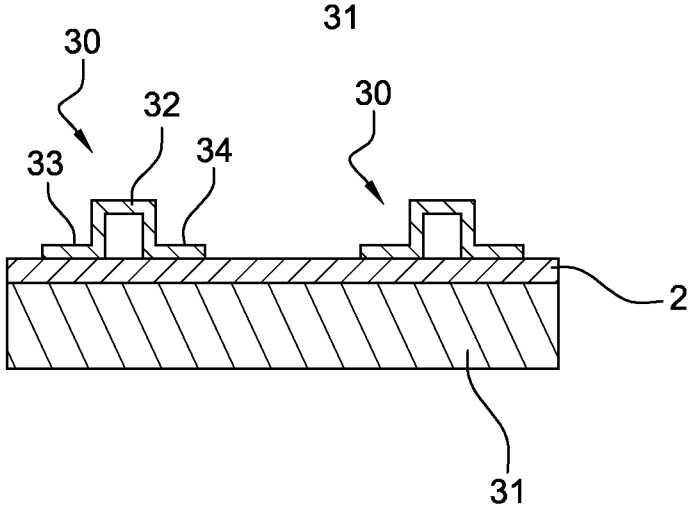


Fig. 2

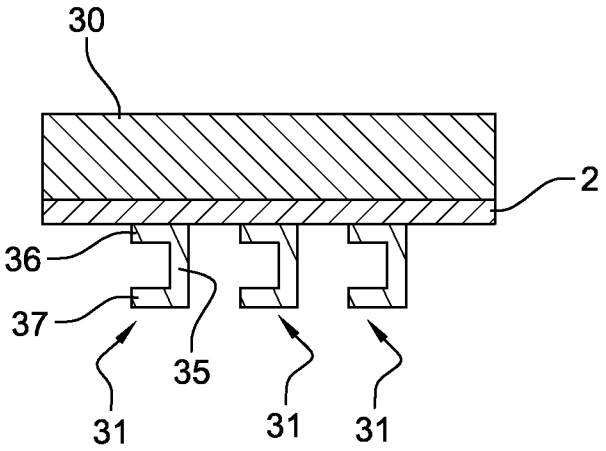


Fig. 3

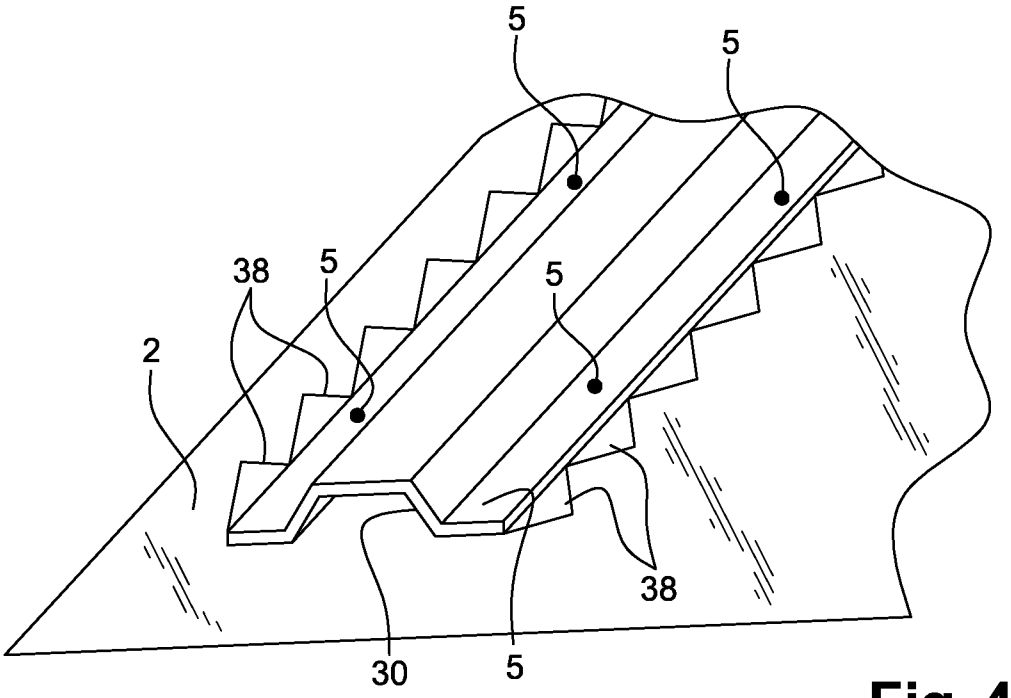


Fig. 4

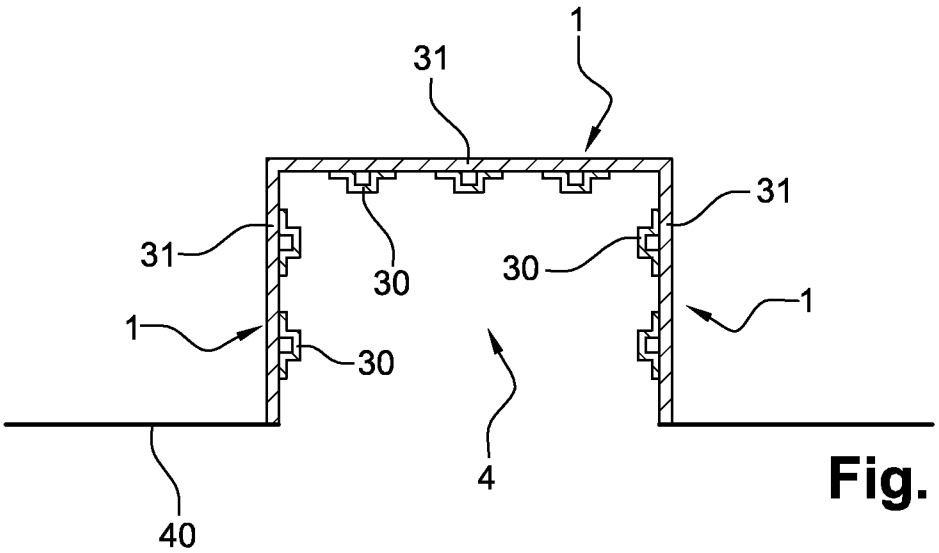


Fig. 5

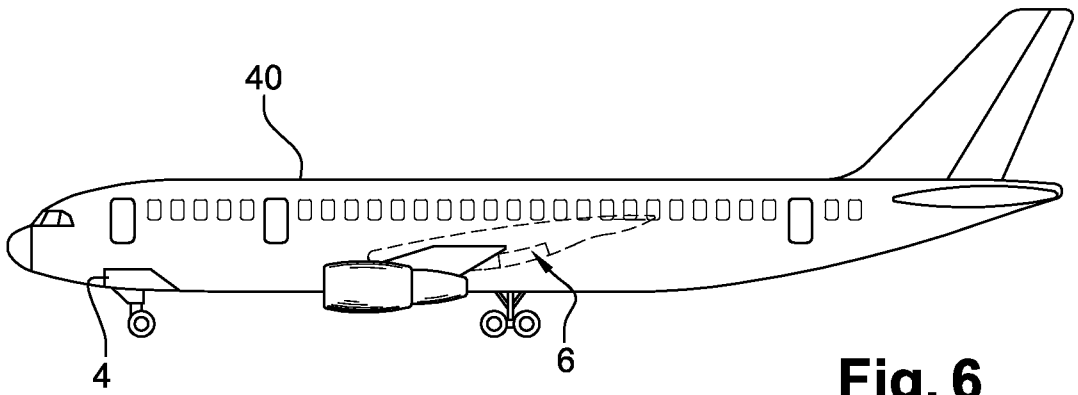
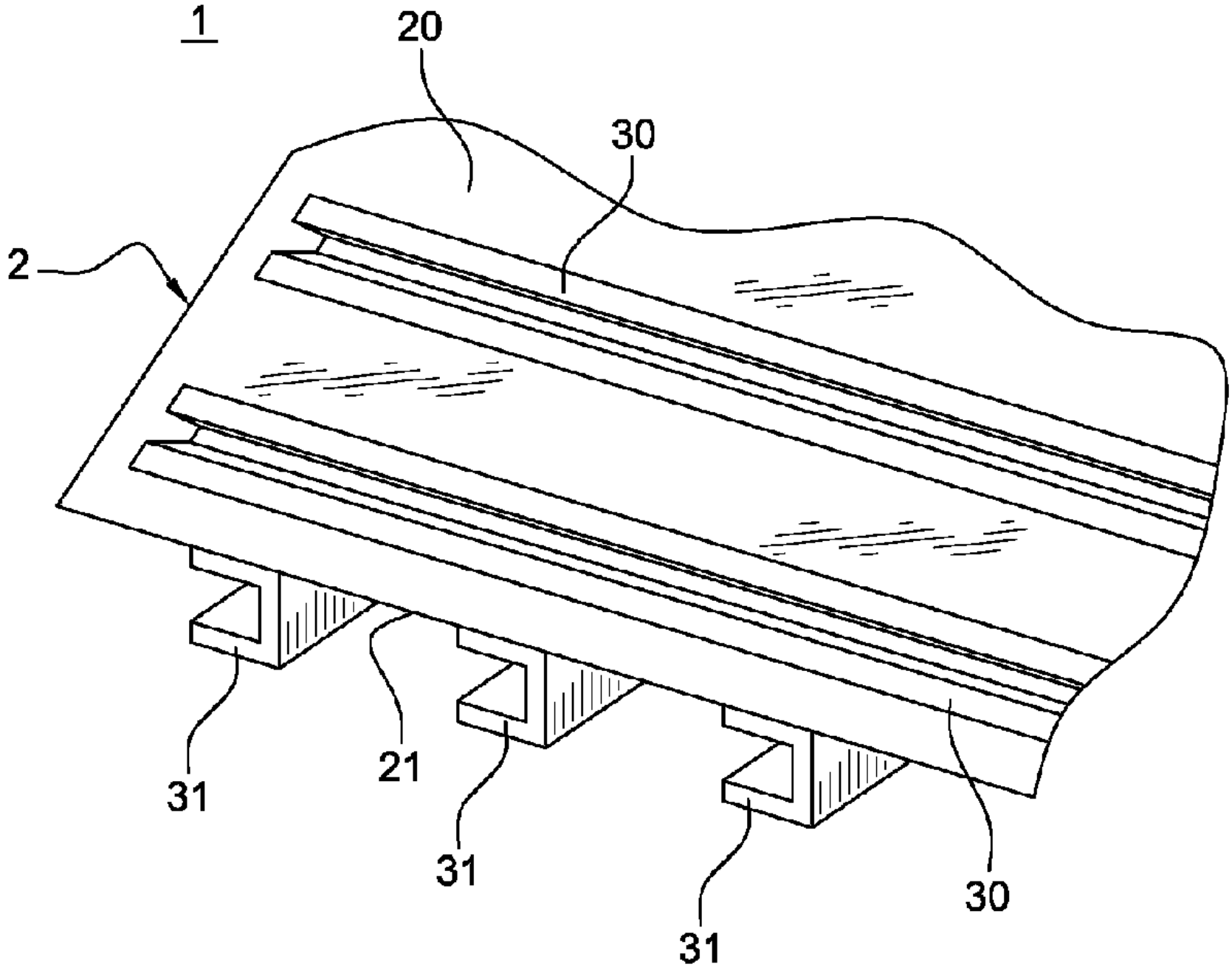


Fig. 6


1
20
30
2
31
21
31
31
30