

①⑨ RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
—
**INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE**
—
COURBEVOIE
—

①① N° de publication : **3 141 876**

(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

②① N° d'enregistrement national : **22 11841**

⑤① Int Cl⁸ : **B 29 C 70/24 (2023.01)**, B 29 B 11/14, B 29 C 70/48,
F 02 K 1/64, D 03 D 25/00

⑫

BREVET D'INVENTION

B1

⑤④ Procédé de fabrication d'une préforme de grille, procédé de fabrication d'une grille en matériau composite, préforme de grille et grille en matériau composite.

②② Date de dépôt : 15.11.22.

③⑦ Priorité :

④③ Date de mise à la disposition du public
de la demande : 17.05.24 Bulletin 24/20.

④⑤ Date de la mise à disposition du public du
brevet d'invention : 08.11.24 Bulletin 24/45.

⑤⑥ Liste des documents cités dans le rapport de
recherche :

Se reporter à la fin du présent fascicule

⑥⑦ Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

Demande(s) d'extension :

⑦① Demandeur(s) : *SAFRAN SOCIETE ANONYME —
FR.*

⑦② Inventeur(s) : FAIVRE D'ARCIER Pierre Jean, DEL
SORBO Pietro, COUPE Dominique Marie Christian et
COLOT Marc-Antoine André Louis.

⑦③ Titulaire(s) : SAFRAN SOCIETE ANONYME.

⑦④ Mandataire(s) : CABINET BEAU DE LOMENIE.

FR 3 141 876 - B1



Description

Titre de l'invention : Procédé de fabrication d'une préforme de grille, procédé de fabrication d'une grille en matériau composite, préforme de grille et grille en matériau composite

Domaine technique

[0001] La présente invention se rapporte à la fabrication de grilles en matériau composite.

Technique antérieure

[0002] Dans le domaine des moteurs aéronautiques, des grilles sont notamment utilisées dans les systèmes d'inversion de poussée ou de redressement de flux en sortie de vanne de décharge du conduit primaire d'un moteur à double flux.

[0003] En raison de la forme complexe des grilles, les solutions de fabrication actuellement utilisées sont l'injection de matériaux thermoplastiques chargés ou non et l'utilisation de fibres longues ou discontinues. L'inconvénient de la première solution est la faiblesse de la tenue mécanique obtenue. Concernant la solution consistant à utiliser des fibres longues ou discontinues, celle-ci nécessite beaucoup d'étapes, notamment manuelles, qui sont économiquement pénalisantes (temps de fabrication et utilisation d'outillage coûteux). Le document US 2020/331213 divulgue un procédé de fabrication d'une grille pour inverseur de poussée à partir de fibres continues ou longues pré-imprégnés par une résine thermoplastique ou thermodurcissable.

[0004] En outre d'un temps et d'un coût de fabrication élevé, les grilles en matériau composite fabriquées par drapage de strates fibreuses de fibres continues ou longues présentent une tenue mécanique limitée, en particulier en ce qui concerne la résistance à l'impact.

[0005] Il existe, par conséquent, un besoin pour fabriquer des grilles en matériau composite qui présentent une résistance mécanique améliorée tout en étant plus simple à fabriquer.

Exposé de l'invention

[0006] A cet effet, l'invention propose un procédé de fabrication d'une préforme de grille pour une grille en matériau composite, le procédé comprenant :

- la formation par tissage tridimensionnel entre des couches de fils de chaîne et des couches de fils de trame d'une pluralité d'ébauches fibreuses s'étendant suivant un axe longitudinal, chaque ébauche fibreuse s'étendant entre des première et deuxième extrémités longitudinales, chaque ébauche fibreuse étant séparée dans son épaisseur en des première, deuxième et troisième parties dans au moins trois zones de déliaison décalées les unes des autres suivant l'axe longitudinal, la première partie étant située entre la deuxième partie et la troisième partie,

- la formation, à partir de chaque ébauche fibreuse, d'une préforme en épi, par dépliage de part et d'autre de la première partie des segments de la deuxième partie et des segments de la troisième partie non liés à la première partie, et par la mise en forme des segments dépliés de la deuxième partie pour former des premières branches et des segments dépliés de la troisième partie pour former des deuxièmes branches, les segments de la première partie non liés aux segments des deuxième et troisième parties s'étendant suivant l'axe longitudinal pour former un longeron,
- l'assemblage des préformes en épi par chevauchement des deuxièmes branches d'une préforme en épi avec les premières branches d'une préforme en épi adjacente de manière à former une préforme de grille.

[0007] La préforme de grille obtenue avec le procédé de l'invention permet d'améliorer considérablement les propriétés mécaniques des grilles en matériau composite. En effet, la préforme de grille destinée à former le renfort fibreux de la grille est réalisée à partir de préformes en épi obtenues par tissage tridimensionnel qui présentent de très bonnes propriétés mécaniques et en particulier un caractère indélaminable apte à augmenter significativement la résistance à l'impact de la grille. En outre, en assemblant les préformes en épi par chevauchement des branches des préformes adjacentes, on optimise la surface d'interface de contact entre les préformes et, par conséquent, la tenue mécanique de la grille fabriquée.

[0008] Par ailleurs, en choisissant de former une préforme de grille à partir de préformes en épi unitaires, on simplifie et on rationalise la fabrication de la préforme. En effet, les préformes en épi présentant une forme moins complexe qu'une préforme de grille en une seule pièce, elles sont plus simples et rapides à obtenir par tissage tridimensionnel.

[0009] Selon une caractéristique particulière du procédé de fabrication d'une préforme de grille de l'invention, les segments de la deuxième partie et les segments de la troisième partie présentent une épaisseur uniforme.

[0010] Selon une caractéristique particulière du procédé de fabrication d'une préforme de grille de l'invention, les segments de la deuxième partie et les segments de la troisième partie présentent une épaisseur variable.

[0011] L'invention a également pour objet un procédé de fabrication d'une grille comprenant :

[0012] - la fabrication d'une préforme de grille selon l'invention,

[0013] - l'insertion d'un noyau dans chaque alvéole de la préforme de grille,

[0014] - l'injection d'un précurseur de matrice dans la préforme de grille,

[0015] - la transformation du précurseur en matrice pour obtenir une grille en matériau composite.

[0016] L'invention a encore pour objet une préforme fibreuse de grille comportant des premières parties de préforme de lames s'étendant suivant une direction horizontale et

des deuxièmes parties de préforme de lames s'étendant suivant une direction verticale, la préforme fibreuse de grille comprenant une pluralité de préformes en épi assemblées adjacentes les unes aux autres, chaque préforme en épi présentant un tissage tridimensionnel avec un longeron s'étendant suivant la direction verticale et des premières et deuxièmes branches s'étendant de chaque côté du longeron suivant la direction horizontale, des deuxièmes branches d'une préforme en épi se chevauchant avec les premières branches d'une préforme en épi adjacente.

[0017] Selon une caractéristique particulière de la préforme de grille de l'invention, les premières parties de préforme de lames présentent une épaisseur constante.

[0018] Selon une autre caractéristique particulière de la préforme de grille de l'invention, les premières parties de préforme de lames présentent une épaisseur variable.

[0019] L'invention a encore pour objet une grille en matériau composite comprenant un renfort fibreux densifié par une matrice comportant des premières lames s'étendant suivant une direction horizontale et des deuxièmes lames s'étendant suivant une direction verticale, les premières et deuxièmes lames définissant entre elles une pluralité d'alvéoles de grille, caractérisée en ce que le renfort fibreux comprend une préforme de grille selon l'invention.

[0020] La grille selon l'invention peut notamment correspondre à une grille pour inverseur de poussée ou à une grille pour redresseur de flux.

[0021] Selon une caractéristique particulière de la grille de l'invention, au moins les premières lames ou les deuxièmes lames présentent un profil courbé.

Brève description des dessins

[0022] [Fig.1] La [Fig.1] est une vue schématique en plan d'une ébauche fibreuse tissée destinée à la réalisation d'une préforme fibreuse en épi conformément à un mode de réalisation de l'invention,

[0023] [Fig.2] La [Fig.2] est une vue latérale de l'ébauche de la [Fig.1],

[0024] [Fig.3] La [Fig.3] est une vue schématique à échelle agrandie de plans de tissage de l'ébauche de la [Fig.1] vue en coupe selon le plan III-III de la [Fig.1],

[0025] [Fig.4] La [Fig.4] est une vue schématique à échelle agrandie de plans de tissage de l'ébauche de la [Fig.1] vue en coupe selon le plan IV-IV de la [Fig.1],

[0026] [Fig.5] La [Fig.5] est une vue schématique montrant la réalisation d'une préforme en épi à partir de l'ébauche fibreuse des figures 1 à 4,

[0027] [Fig.6A-6F] Les figures 6A, 6B, 6C, 6D, 6E et 6F sont des vues schématiques montrant la formation d'une préforme de grille à partir d'une pluralité de préformes en épi de la [Fig.5],

[0028] [Fig.7] La [Fig.7] est une vue schématique en perspective d'une grille en matériau composite obtenue à partir de la préforme de grille de la figure 6F.

Description des modes de réalisation

- [0029] La [Fig.1] montre en plan une ébauche fibreuse 101 à partir de laquelle une préforme fibreuse de grille peut être formée conformément à un mode de réalisation de l'invention.
- [0030] L'ébauche 101 est obtenue à partir d'une bande 100 tissée par tissage tridimensionnel (3D), la bande 100 s'étendant de façon générale dans une direction D. Par « tissage tridimensionnel » ou « tissage 3D », on entend ici un mode de tissage par lequel certains au moins des fils de trame lient des fils de chaîne sur plusieurs couches de fils de chaîne ou inversement. Un exemple de tissage tridimensionnel est le tissage dit à armure « interlock ». Le tissage est réalisé par exemple avec des fils de chaîne s'étendant dans la direction D, étant noté qu'un tissage avec des fils de trame s'étendant dans cette direction est également possible. Une pluralité d'ébauches 101 peuvent être tissées l'une à la suite de l'autre dans la direction D. On peut aussi tisser simultanément plusieurs rangées parallèles d'ébauches 101.
- [0031] Dans le mode de réalisation des figures 1 à 4, une ébauche 101 s'étendant suivant un axe longitudinal X comprend, dans son épaisseur et de manière décalée suivant l'axe longitudinal X, une première partie 102, 114, 112, une deuxième partie 106, 108, 110 et une troisième partie 107, 109, 111. La partie 102 est située au niveau d'une première extrémité 101a de l'ébauche 101 entre la partie 106 et la partie 107. La partie 114 est située à un niveau intermédiaire entre la première la première extrémité 101a et une deuxième extrémité 101b de l'ébauche 101 entre la partie 108 et la partie 109.
- [0032] La partie 102 est liée aux parties 104 et 106 par tissage 3D dans une zone 120 destinée à former une partie d'un longeron et déliée des parties 106 et 107 au niveau d'une zone de déliaison 103 comprenant une première déliaison 103a entre la partie 102 et la partie 106 et une deuxième déliaison 103b entre la partie 102 et la partie 107. Les déliaisons 103a, 103b s'étendent sur toute la largeur de l'ébauche 101 (dimension en sens trame) à partir de l'extrémité 101a de l'ébauche 101 jusqu'à des fonds de déliaison 103c et 103d. Les fonds de déliaison 103c et 103d s'étendent entre les bords longitudinaux 101c et 101d de l'ébauche 101 suivant la direction trame.
- [0033] La partie 114 est située entre la partie 108 et la partie 109 et est liée aux parties 108 et 109 par tissage 3D dans une zone 121 destinée à former une partie d'un longeron et déliée des parties 108 et 109 au niveau d'une zone de déliaison 104 comprenant une première déliaison 104a entre la partie 114 et la partie 108 et une deuxième déliaison 104b entre la partie 114 et la partie 109. Les déliaisons 104a, 104b s'étendent sur toute la largeur de l'ébauche 101 à partir de l'extrémité 101b de l'ébauche 101 jusqu'à des fonds de déliaison 104c et 104d. Les fonds de déliaison 104c et 104d s'étendent entre les bords longitudinaux 101c et 101d de l'ébauche 101.

- [0034] La partie 112 est située entre la partie 110 et la partie 111 et est liée aux parties 110 et 111 par tissage 3D et déliée des parties 110 et 111 au niveau d'une zone de déliaison 105 comprenant une première déliaison 105a entre la partie 112 et la partie 110 et une deuxième déliaison 105b entre la partie 112 et la partie 111. Les déliaisons 105a, 105b s'étendent sur toute la largeur de l'ébauche 101 à partir de l'extrémité 101b de l'ébauche 101 jusqu'à des fonds de déliaison 105c et 105d. Les fonds de déliaison 105c et 105d s'étendent entre les bords longitudinaux 101c et 101d de l'ébauche 101.
- [0035] De façon bien connue, une déliaison est ménagée entre deux couches de fils de chaîne en omettant de faire passer un fil de trame à travers la zone de déliaison pour lier des fils de couches de chaîne situées de part et d'autre de la déliaison.
- [0036] Les plans des figures 3 et 4 montrent un exemple de tissage 3D avec armure interlock et déliaisons 105a et 105b, les déliaisons 103a, 103b et 104a, 104b étant obtenues de la même façon que les déliaisons 105a et 105b. Sur la [Fig.4], les déliaisons sont représentées par des tirets. La partie 112 comprend une pluralité de couches de fils de chaîne (8 dans l'exemple illustré) qui sont liées par tissage 3D. Les parties 110 et 111 comprennent chacune une pluralité de couches de fils de chaîne (4 dans l'exemple illustré) qui sont liées entre elles par tissage 3D.
- [0037] Entre la zone de déliaison 103 délimitée par les fonds de déliaison 103c et 103d et la zone de déliaison 104 délimitée par les fonds de déliaison 104c et 104d correspondant à la zone 120, où les couches de fils de chaîne des parties 102, 114, 106, 108, 107 et 109 sont toutes liées entre elles ([Fig.3]). Il en est de même entre la zone de déliaison 105 délimitée par les fonds de déliaison 105c et 105d et la zone de déliaison 104 délimitée par les fonds de déliaison 104c et 104d correspondant à la zone 121, les couches de fils de chaîne des parties 114, 108, 109, 112, 110 et 111 sont, dans l'exemple illustré, toutes liées entre elles.
- [0038] Après tissage, comme montré sur la [Fig.5], une préforme fibreuse en épi 130 est formée à partir de l'ébauche 101. Plus précisément, les segments 106a, 108a, 110a non liées aux parties 102, 114 et 112 sont dépliés ou déployés en vue de former respectivement des premières branches 131, 132, 133 tandis que les segments 107a, 109a, 111a non liées aux parties 102, 114 et 112 sont dépliés ou déployés en vue de former respectivement des deuxièmes branches 134, 135, 136. Les dépliages sont réalisés au niveau des fonds de déliaison.
- [0039] Les segments 102a et 112a des parties 102 et 112 sont retirés. Les segments 120a, 114a et 121a sont laissés dans leur position parallèle à la direction longitudinale X de l'ébauche en vue de former un longeron 137.
- [0040] On forme ensuite d'autres préformes fibreuse en épi de la même manière que celle décrite ci-avant que l'on assemble de manière adjacente les unes aux autres par chevauchement des branches afin d'obtenir une préforme fibreuse de grille.

- [0041] Les figures 6A à 6F montrent la formation d'une préforme fibreuse de grille 150 à partir d'une pluralité de préformes fibreuses en épi 140₁, 140₂, 140₃ formées chacune comme décrit ci-avant. Les préformes en épi 140₁, 140₂ et 140₃ diffèrent de la préforme en épi 130 décrite précédemment en ce qu'elles comportent chacune quatre premières branches 141, 142, 143 et 144 et quatre deuxième branches 145, 146, 147 et 148 s'étendant respectivement des deux côtés d'un longeron 149.
- [0042] Plus précisément et comme illustré sur les figures 6A et 6B, des noyaux 160 sont disposés entre les premières et deuxième branches 141 à 148 d'une première préforme en épi 140₁. La première préforme 140₁ est ensuite assemblée avec une deuxième préforme en épi 140₂ par chevauchement des deuxième branches 145 à 148 de la première préforme en épi 140₁ avec les premières branches 141 à 144 de la deuxième préforme en épi 140₂ comme illustré sur les figures 6C et 6D. Des noyaux 160 sont disposés entre les deuxième branches 145 à 148 de la deuxième préforme en épi 140₂ (figure 6E). Une troisième préforme en épi 140₃ est alors assemblée avec la deuxième préforme en épi 140₂ par chevauchement des deuxième branches 145 à 148 de la deuxième préforme 130₂ avec les premières branches 141 à 144 de la troisième préforme 140₃. Des noyaux 160 sont disposés entre les deuxième branches 145 à 148 de la troisième préforme en épi 140₃ (figure 6F). Comme illustrée sur la figure 6F, on obtient une préforme fibreuse de grille 150 comportant des premières parties de préforme de lames 151 s'étendant suivant une direction horizontale D_L, les premières parties de préforme de lames 151 étant formées principalement par les branches 141 à 148 des préformes en épi et des deuxième parties de préforme de lames 152 s'étendant suivant une direction verticale D_V, les deuxième parties de préforme de lames étant formées par les longerons 149 des préformes en épi. Les premières parties de préformes de lames 151 et les deuxième parties de préforme de lame 152 délimitent des alvéoles 153 dans lesquelles sont présents les noyaux 160. Les noyaux 160 permettent de combler provisoirement les alvéoles 153 pendant la densification de la préforme de grille par une matrice.
- [0043] On procède ensuite à la densification de la préforme fibreuse de grille. La densification de la préforme fibreuse destinée à former le renfort fibreux de la pièce à fabriquer consiste à combler la porosité de la préforme, dans tout ou partie du volume de celle-ci, par le matériau constitutif de la matrice. Cette densification est réalisée de façon connue en soi suivant le procédé par voie liquide (CVL). Le procédé par voie liquide consiste à imprégner la préforme par une composition liquide contenant un précurseur du matériau de la matrice. Le précurseur se présente habituellement sous forme d'un polymère, tel qu'une résine époxyde à hautes performances, éventuellement dilué dans un solvant. La préforme est placée dans un moule pouvant être fermé de manière étanche avec un logement ayant la forme de la grille à réaliser. Ensuite, on

referme le moule et on injecte le précurseur liquide de matrice (par exemple une résine) dans tout le logement pour imprégner toute la partie fibreuse de la préforme.

- [0044] La transformation du précurseur en matrice, à savoir sa polymérisation, est réalisée par traitement thermique, généralement par chauffage du moule, après élimination du solvant éventuel et réticulation du polymère, la préforme étant toujours maintenue dans le moule ayant une forme correspondant à celle de la pièce à réaliser.
- [0045] Dans le cas de la formation d'une matrice carbone ou céramique, le traitement thermique consiste à pyrolyser le précurseur pour transformer la matrice en une matrice carbone ou céramique selon le précurseur utilisé et les conditions de pyrolyse. A titre d'exemple, des précurseurs liquides de céramique, notamment de SiC, peuvent être des résines de type polycarbosilane (PCS) ou polytitanocarbosilane (PTCS) ou polysilazane (PSZ), tandis que des précurseurs liquides de carbone peuvent être des résines à taux de coke relativement élevé, telles que des résines phénoliques. Plusieurs cycles consécutifs, depuis l'imprégnation jusqu'au traitement thermique, peuvent être réalisés pour parvenir au degré de densification souhaité.
- [0046] Selon un aspect de l'invention, dans le cas notamment de la formation d'une matrice organique, la densification de la préforme fibreuse peut être réalisée par le procédé bien connu de moulage par transfert dit RTM ("Resin Transfert Moulding"). Conformément au procédé RTM, on place la préforme fibreuse dans un moule présentant la forme extérieure de la pièce à réaliser. Une résine thermodurcissable est injectée dans l'espace interne du moule qui comprend la préforme fibreuse, les noyaux présents dans les alvéoles empêchant la résine de pénétrer dans celles-ci. Un gradient de pression est généralement établi dans cet espace interne entre l'endroit où est injecté la résine et les orifices d'évacuation de cette dernière afin de contrôler et d'optimiser l'imprégnation de la préforme par la résine.
- [0047] La résine utilisée peut être, par exemple, une résine époxyde de classe de température 180°C (température maximale supportée sans perte de caractéristiques). Les résines adaptées pour les procédés RTM sont bien connues. Elles présentent de préférence une faible viscosité pour faciliter leur injection dans les fibres. Le choix de la classe de température et/ou la nature chimique de la résine est déterminé en fonction des sollicitations thermomécaniques auxquelles doit être soumise la pièce. Une fois la résine injectée dans toute la préforme, on procède à sa polymérisation par traitement thermique conformément au procédé RTM.
- [0048] Après l'injection et la polymérisation, la grille est démoulée. Les noyaux sont alors retirés mécaniquement ou par dissolution. Au final, la grille est détournée pour enlever l'excès de résine et les chanfreins sont usinés. Aucun autre usinage n'est nécessaire puisque, la pièce étant moulée, elle respecte les cotes exigées.
- [0049] Comme illustrée sur la [Fig.7], on obtient une grille 200 en matériau composite

comprenant un renfort fibreux formé par la préforme de grille 150 densifiée par une matrice, la grille comportant des premières lames 210 s'étendant suivant la direction horizontale D_H et des deuxièmes lames 220 s'étendant suivant la direction verticale D_V .

[0050] Les préformes en épi peuvent être notamment tissées avec des fils en carbone, des files en fibres de verre ou des fils en céramique, notamment des fils à base de carbure de silicium (SiC).

[0051] L'invention permet de fabriquer des grilles de toutes dimensions. Le nombre de branches présentes sur chaque préforme en épi est déterminé en fonction du nombre d'alvéoles à réaliser suivant la direction verticale de la grille tandis que le nombre de préforme en épi à utiliser est déterminé en fonction du nombre d'alvéoles à réaliser suivant la direction horizontale de la grille. Les dimensions des alvéoles de la grille sont principalement déterminées par l'écart entre deux branches adjacentes sur chaque préforme en épi et par la longueur des branches.

[0052] La présente invention s'applique en particulier, mais non exclusivement, à la fabrication de grilles pour inverseur de poussée de moteur aéronautique et pour redresseur de flux en sortie de vanne de décharge du conduit primaire d'un moteur aéronautique à double flux. Dans ces cas, tout ou partie des lames de la grille présentent de préférence un profil courbé aérodynamique. Dans le cas des lames s'étendant suivant la direction horizontale de la grille, lors de la mise en forme des ébauches fibreuses, les segments déployés destinés à former les branches des préformes en épi sont courbés de manière à obtenir des lames ayant un profil aérodynamique avec une face intrados et une face extrados. Dans le cas des lames s'étendant suivant la direction verticale de la grille, lors de la mise en forme des ébauches fibreuses, les longerons des préformes en épi sont courbés de manière à obtenir des lames ayant un profil aérodynamique avec une face intrados et une face extrados.

[0053] En outre, les lames de la grille peuvent présenter une épaisseur variable. Dans le cas des lames s'étendant suivant la direction horizontale de la grille, un certain nombre de fils de chaîne ne sont pas tissés dans les deuxième et troisième parties de l'ébauche fibreuse au niveau des déliaisons, ce qui permet de définir la variation d'épaisseur voulue dans les segments déployés lors de la formation de la préforme et d'obtenir des parties de préforme de lames à épaisseur variable ou évolutive. Dans le cas des lames s'étendant suivant la direction verticale de la grille, un certain nombre de fils de chaîne ne sont pas tissés dans les premières parties de l'ébauche fibreuse, ce qui permet de définir la variation d'épaisseur voulue dans le longeron de la préforme et d'obtenir des parties de préforme de lames à épaisseur variable ou évolutive. Un exemple de tissage 3D évolutif permettant notamment de faire varier l'épaisseur de l'ébauche entre un premier bord destiné à former le bord d'attaque et un deuxième bord d'une épaisseur moindre et destiné à former le bord de fuite est décrit dans le document EP 1 526 285.

La variation d'épaisseur peut être également obtenue en utilisant des fils de trame de titres différents dans les parties de l'ébauche fibreuses concernées.

[0054] La grille peut être munie d'une ou plusieurs brides de fixation sur sa périphérie. La ou les brides peuvent être réalisées en rapportant des préformes fibreuses de brides sur la préforme de grille et en co-injectant la préforme de grille avec la ou les préformes de bride rapportées.

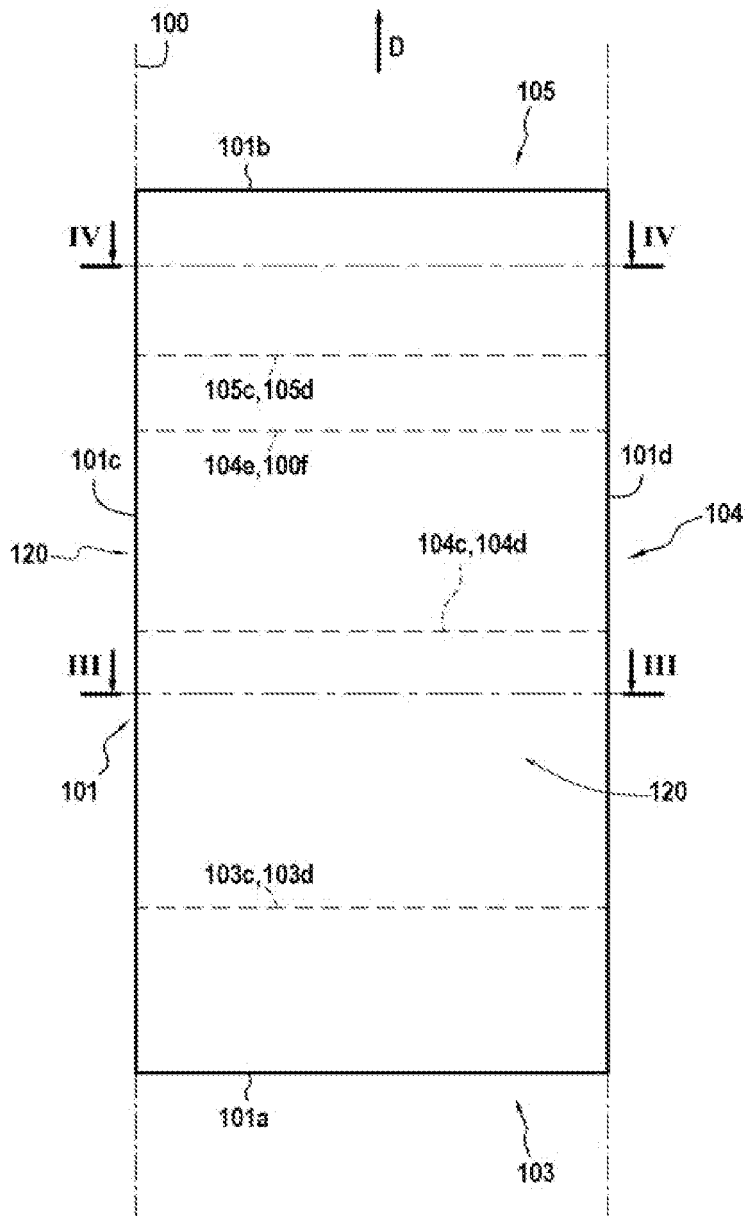
Revendications

- [Revendication 1] Procédé de fabrication d'une préforme de grille pour une grille en matériau composite, le procédé comprenant :
- la formation par tissage tridimensionnel entre des couches de fils de chaîne et des couches de fils de trame d'une pluralité d'ébauches fibreuses (101) s'étendant suivant un axe longitudinal (X), chaque ébauche fibreuse s'étendant entre des première et deuxième extrémités longitudinales (101a, 101b), chaque ébauche fibreuse étant séparée dans son épaisseur en des première, deuxième et troisième parties (102, 106, 107 ; 114, 108, 109 ; 112, 110, 111) dans au moins trois zones de déliaison (103, 104, 105) décalées les unes des autres suivant l'axe longitudinal, la première partie (102 ; 114 ; 112) étant située entre la deuxième partie et la troisième partie (104, 106 ; 108, 109 ; 110, 111),
 - la formation, à partir de chaque ébauche fibreuse (101), d'une préforme en épi (130), par dépliage de part et d'autre de la première partie (102, 114, 112) des segments (104a, 108a, 110a) de la deuxième partie et des segments (107a, 109a, 111a) de la troisième partie non liés à la première partie, et par la mise en forme des segments (104a, 108a, 110a) dépliés de la deuxième partie pour former des premières branches (131, 132, 133) et des segments (107a, 109a, 111a) dépliés de la troisième partie pour former des deuxièmes branches (134, 135, 136), les segments (102a, 114a, 112a) de la première partie non liés aux segments des deuxième et troisième parties (104a, 108a, 110a, 107a, 109a, 111a) s'étendant suivant l'axe longitudinal (X) pour former un longeron (137),
 - l'assemblage des préformes en épi (130) par chevauchement des deuxièmes branches (134, 135, 136) d'une préforme en épi avec les premières branches (131, 132, 133) d'une préforme en épi adjacente de manière à former une préforme de grille (150).
- [Revendication 2] Procédé selon la revendication 1, dans lequel les segments (104a, 108a, 110a) de la deuxième partie et les segments (107a, 109a, 111a) de la troisième partie présentent une épaisseur uniforme.
- [Revendication 3] Procédé selon la revendication 1, dans lequel les segments (104a, 108a, 110a) de la deuxième partie et les segments (107a, 109a, 111a) de la troisième partie présentent une épaisseur variable.
- [Revendication 4] Procédé de fabrication d'une grille comprenant :
- la fabrication d'une préforme de grille (140) selon l'une quelconque des revendications 1 à 3,

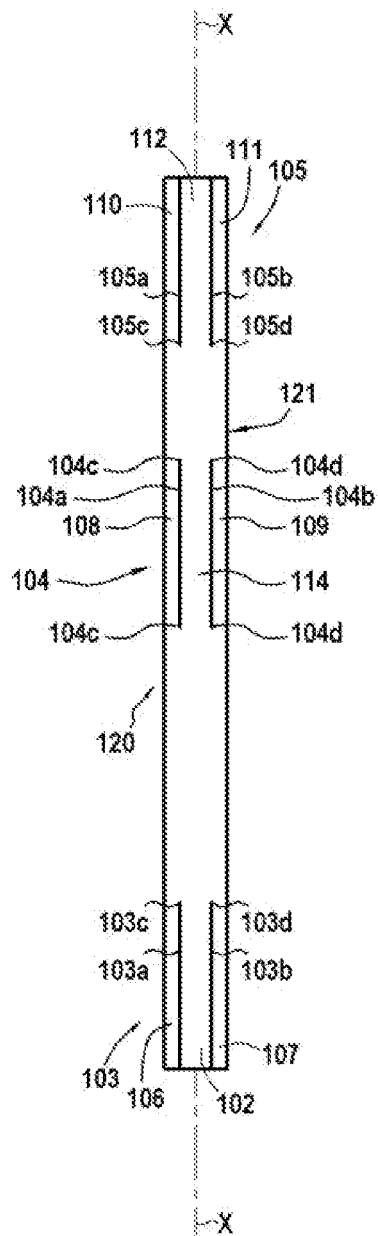
- l'insertion d'un noyau dans chaque alvéole de la préforme de grille,
- l'injection d'un précurseur de matrice dans la préforme de grille,
- la transformation du précurseur en matrice pour obtenir une grille en matériau composite.

- [Revendication 5] Préforme fibreuse de grille (140) comportant des premières parties de préforme de lames s'étendant suivant une direction horizontale (D_L) et des deuxièmes parties de préforme de lames s'étendant suivant une direction verticale, la préforme fibreuse de grille comprenant une pluralité de préformes en épi assemblées adjacentes les unes aux autres, chaque préforme en épi présentant un tissage tridimensionnel avec un longeron s'étendant suivant la direction verticale et des premières et deuxièmes branches s'étendant de chaque côté du longeron suivant la direction horizontale, des deuxièmes branches (134, 135, 136) d'une préforme en épi se chevauchant avec les premières branches (131, 132, 133) d'une préforme en épi adjacente.
- [Revendication 6] Préforme selon la revendication 5, dans laquelle les premières parties de préforme de lames présentent une épaisseur constante.
- [Revendication 7] Préforme selon la revendication 5, dans laquelle les premières parties de préforme de lames présentent une épaisseur variable.
- [Revendication 8] Grille en matériau composite comprenant un renfort fibreux densifié par une matrice comportant des premières lames s'étendant suivant une direction horizontale et des deuxièmes lames s'étendant suivant une direction verticale, les premières et deuxièmes lames définissant entre elles une pluralité d'alvéoles de grille, caractérisée en ce que le renfort fibreux comprend une préforme de grille selon l'une quelconque des revendications 5 à 7.
- [Revendication 9] Grille selon la revendication 8, ladite grille correspondant à une grille pour inverseur de poussée ou à une grille pour redresseur de flux.
- [Revendication 10] Grille selon la revendication 8 ou 9, dans laquelle au moins les premières lames ou les deuxièmes lames présentent un profil courbé.

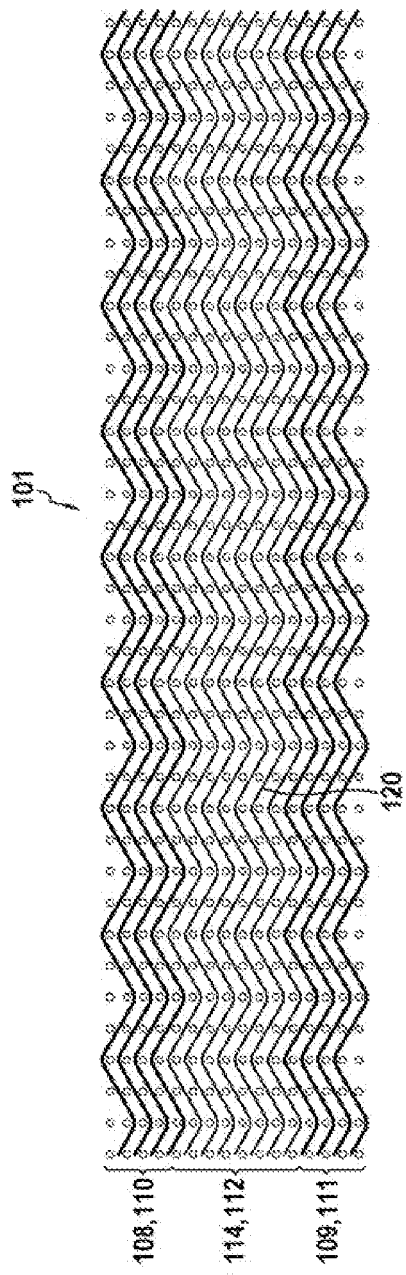
[Fig. 1]



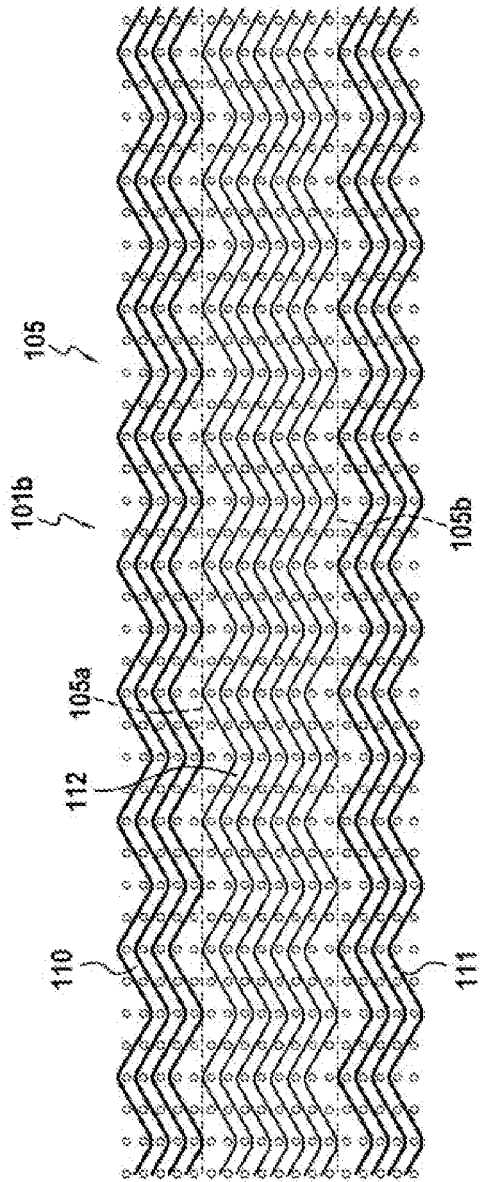
[Fig. 2]



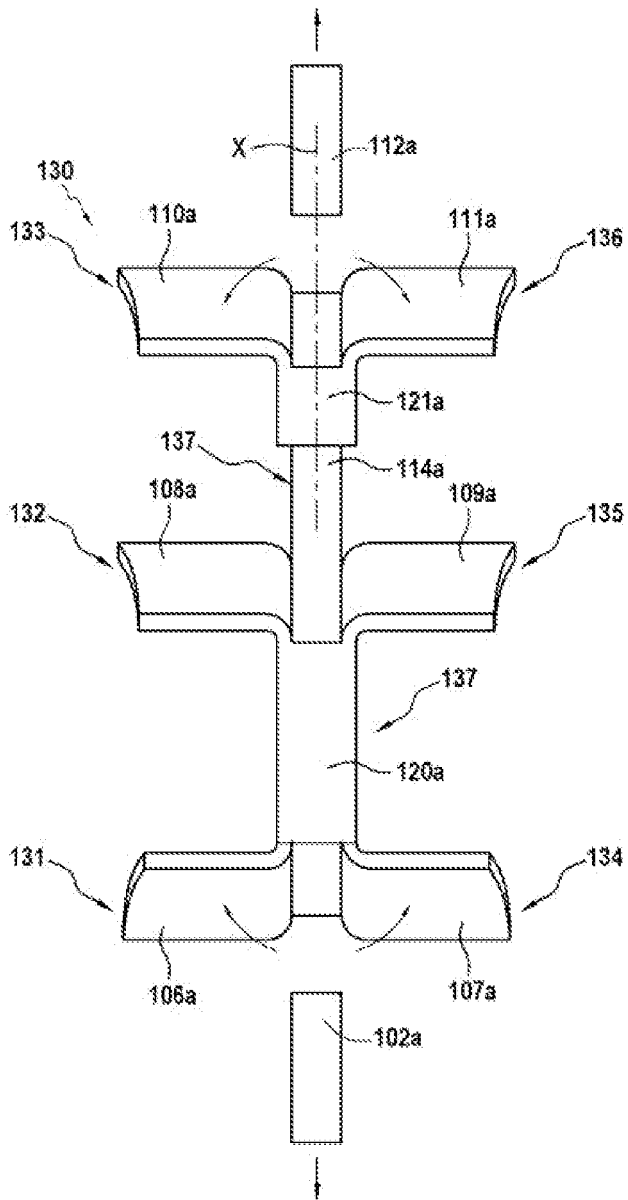
[Fig. 3]



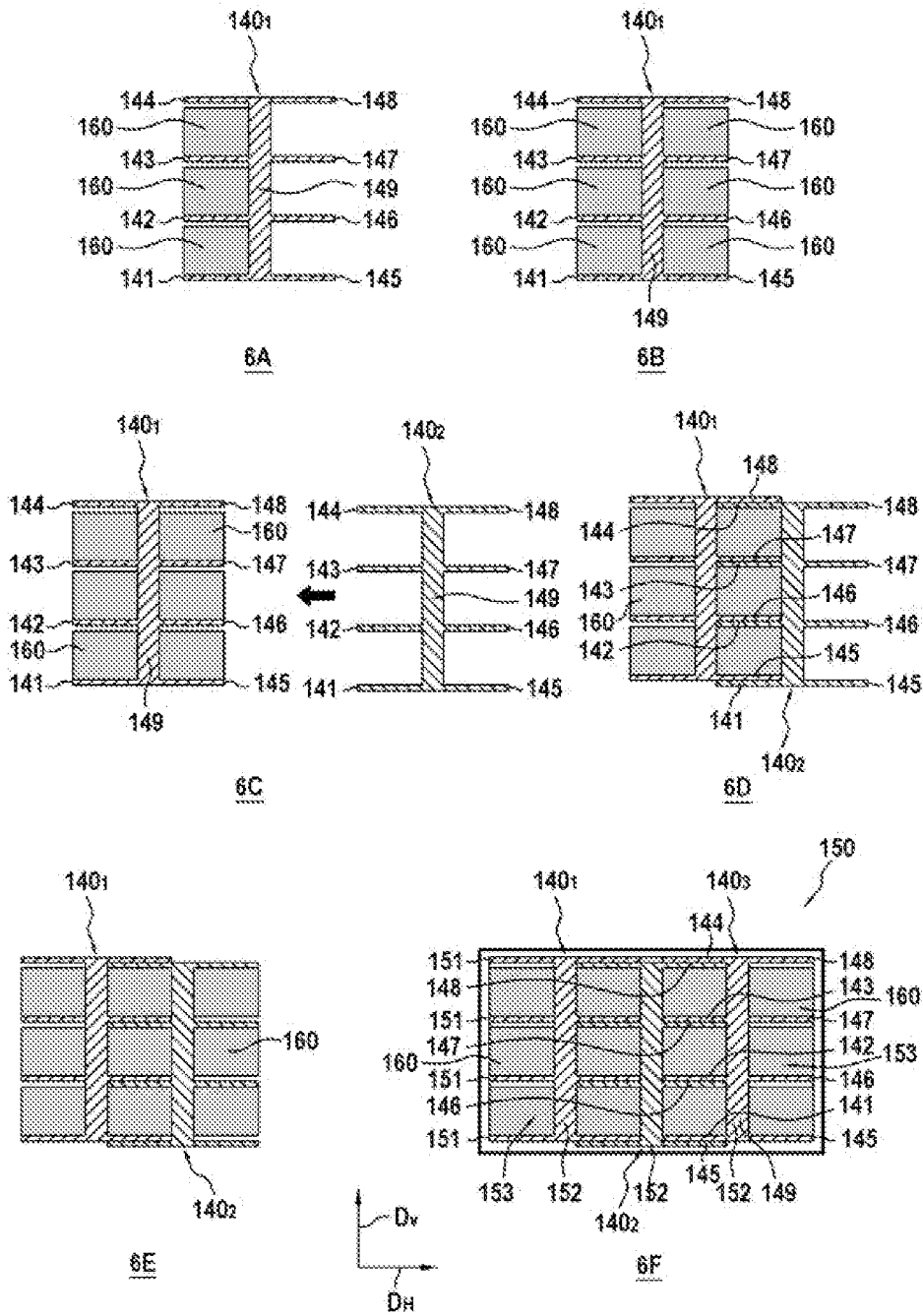
[Fig. 4]



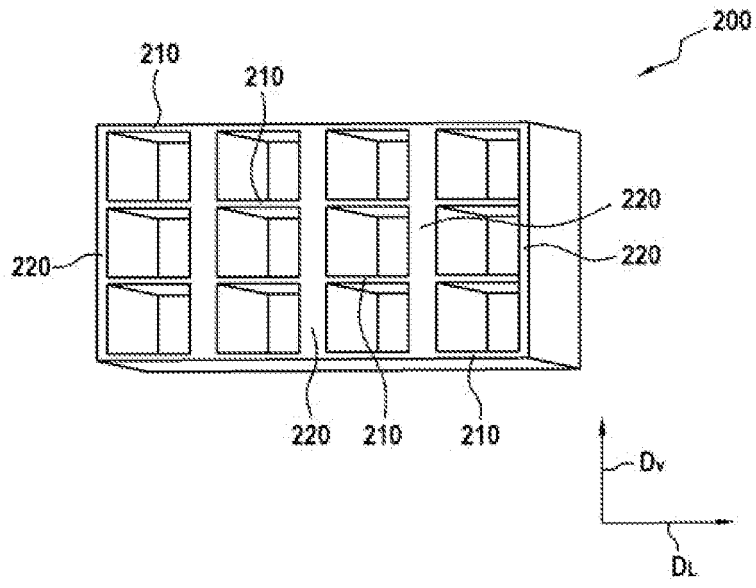
[Fig. 5]



[Fig. 6A-6F]



[Fig. 7]



RAPPORT DE RECHERCHE

articles L.612-14, L.612-53 à 69 du code de la propriété intellectuelle

OBJET DU RAPPORT DE RECHERCHE

L'I.N.P.I. annexe à chaque brevet un "RAPPORT DE RECHERCHE" citant les éléments de l'état de la technique qui peuvent être pris en considération pour apprécier la brevetabilité de l'invention, au sens des articles L. 611-11 (nouveau) et L. 611-14 (activité inventive) du code de la propriété intellectuelle. Ce rapport porte sur les revendications du brevet qui définissent l'objet de l'invention et délimitent l'étendue de la protection.

Après délivrance, l'I.N.P.I. peut, à la requête de toute personne intéressée, formuler un "AVIS DOCUMENTAIRE" sur la base des documents cités dans ce rapport de recherche et de tout autre document que le requérant souhaite voir prendre en considération.

CONDITIONS D'ETABLISSEMENT DU PRESENT RAPPORT DE RECHERCHE

Le demandeur a présenté des observations en réponse au rapport de recherche préliminaire.

Le demandeur a maintenu les revendications.

Le demandeur a modifié les revendications.

Le demandeur a modifié la description pour en éliminer les éléments qui n'étaient plus en concordance avec les nouvelles revendications.

Les tiers ont présenté des observations après publication du rapport de recherche préliminaire.

Un rapport de recherche préliminaire complémentaire a été établi.

DOCUMENTS CITES DANS LE PRESENT RAPPORT DE RECHERCHE

La répartition des documents entre les rubriques 1, 2 et 3 tient compte, le cas échéant, des revendications déposées en dernier lieu et/ou des observations présentées.

Les documents énumérés à la rubrique 1 ci-après sont susceptibles d'être pris en considération pour apprécier la brevetabilité de l'invention.

Les documents énumérés à la rubrique 2 ci-après illustrent l'arrière-plan technologique général.

Les documents énumérés à la rubrique 3 ci-après ont été cités en cours de procédure, mais leur pertinence dépend de la validité des priorités revendiquées.

Aucun document n'a été cité en cours de procédure.

1. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE SUSCEPTIBLES D'ETRE PRIS EN CONSIDERATION POUR APPRECIER LA BREVETABILITE DE L'INVENTION

NEANT

2. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE ILLUSTRANT L'ARRIERE-PLAN TECHNOLOGIQUE GENERAL

US 2020/331213 A1 (GUILLAUME BASILE [FR]
ET AL) 22 octobre 2020 (2020-10-22)

US 5 665 451 A (DORN MICHAEL [CH] ET AL)
9 septembre 1997 (1997-09-09)

US 10 293 530 B2 (SAFRAN AIRCRAFT ENGINES
[FR]) 21 mai 2019 (2019-05-21)

US 10 532 521 B2 (SAFRAN [FR])
14 janvier 2020 (2020-01-14)

FR 3 105 071 A1 (SAFRAN [FR])
25 juin 2021 (2021-06-25)

3. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE DONT LA PERTINENCE DEPEND DE LA VALIDITE DES PRIORITES

NEANT