

⑫

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

⑫② Date de dépôt : 09.10.13.

③⑦ Priorité :

④③ Date de mise à la disposition du public de la
demande : 10.04.15 Bulletin 15/15.

⑤⑥ Liste des documents cités dans le rapport de
recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du
présent fascicule*

⑥⑦ Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

☐ Demande(s) d'extension :

⑦① Demandeur(s) : CHANEL JEAN-LUC — FR.

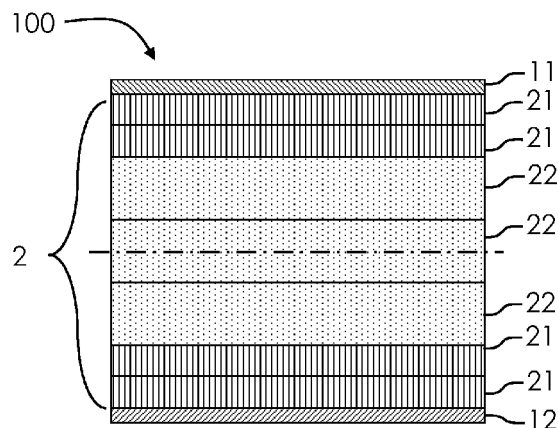
⑦② Inventeur(s) : CHANEL JEAN-LUC.

⑦③ Titulaire(s) : CHANEL JEAN-LUC.

⑦④ Mandataire(s) : ARGYMA.

⑤④ PANNEAU STRUCTURAL, EN PARTICULIER, POUR LA REALISATION DE VEHICULES ET D'HABITATS.

⑤⑦ Un panneau structural (100), en particulier, pour la
réalisation de véhicules ou d'habitats, le panneau (100)
comportant une âme en bois (2) comportant deux faces
externes opposées (A, B) sur lesquelles sont fixés respective-
ment un premier pli métallique (11) et un deuxième pli
métallique (12), l'âme en bois (2) comportant un empilement
d'une pluralité de premiers plis de bois (21) et un empilement
d'une pluralité de deuxièmes plis de bois (22), les pre-
miers plis de bois (21) ayant une résistance mécanique
supérieure aux deuxièmes plis de bois (22).



PANNEAU STRUCTURAL, EN PARTICULIER, POUR LA REALISATION DE VEHICULES ET D'HABITATS

DOMAINE TECHNIQUE GENERAL ET ART ANTERIEUR

5

La présente invention concerne le domaine des panneaux structuraux qui sont utilisés, en particulier, pour la réalisation de véhicules ou d'habitats.

10 Par panneau structural, on entend un panneau apte à supporter des efforts principaux, par exemple dans un véhicule ou un habitat, et apte à former une ossature sur laquelle sont fixés d'autres éléments.

En ce qui concerne la réalisation de véhicules, par exemple les avions ou les trains, des panneaux structuraux métalliques sont ordinairement utilisés pour leurs caractéristiques
15 mécaniques, en particulier, leur grande résistance à la charge et à la flexion. Néanmoins, l'obtention de tels panneaux métalliques a un impact écologique important et un coût de fabrication élevé, ce qui présente un inconvénient. De plus, de tels panneaux métalliques ont une masse élevée, ce qui est préjudiciable pour la réalisation de véhicules de transport.

20

Dans l'art antérieur, il a été proposé divers panneaux à base de bois. En particulier, on connaît des panneaux stratifiés qui allient des plis de bois avec un pli de métal. A titre d'exemple, on connaît par la demande FR 2806960 une structure de contreplaqué stratifié comportant une couche médiane faite d'une mince plaque métallique afin de
25 limiter la déformation du contreplaqué stratifié. Néanmoins, un tel panneau présente une résistance mécanique qui n'est pas suffisante pour supporter des efforts mécaniques principaux, ce qui interdit son utilisation comme panneau structural pour la réalisation d'habitats ou de véhicules.

30 Il existe un besoin pour un panneau structural écologique présentant des caractéristiques mécaniques équivalentes et mêmes supérieures à un panneau métallique ordinaire.

PRESENTATION GENERALE DE L'INVENTION

35

A cet effet, l'invention concerne un panneau structural, en particulier, pour la réalisation de véhicules ou d'habitats, le panneau comportant une âme en bois comportant deux faces externes opposées sur lesquelles sont fixés respectivement un premier pli métallique et un deuxième pli métallique, l'âme en bois comportant un empilement d'une pluralité de premiers plis de bois et un empilement d'une pluralité de deuxièmes plis de bois, les premiers plis de bois ayant une résistance mécanique supérieure aux deuxièmes plis de bois.

De manière avantageuse, la combinaison de plis métalliques et de plis de bois permet de former un panneau plus résistant qu'un panneau en contreplaqué et plus léger qu'un panneau métallique.

La combinaison de plis de bois ayant des degrés de résistance mécanique différents permet de former un panneau alliant souplesse et rigidité. Les plis de bois à haute résistance mécanique permettent de former une couche de résistance mécanique intermédiaire entre les plis de bois à faible résistance mécanique et les plis métalliques à haute résistance mécanique.

Un tel panneau structural de résistance mécanique graduelle possède une très bonne résistance à la charge et à la flexion tout en conservant une masse faible et un coût de fabrication réduit.

De manière avantageuse, l'utilisation d'un empilement de plis de bois permet d'obtenir une orientation plus fine des fibres des plis de bois. Plus les plis sont nombreux, plus les caractéristiques du panneau structural peuvent être paramétrées. Le panneau structural peut ainsi posséder des propriétés mécaniques isotropes. En outre, les faces externes d'un pli de bois contribuent de manière importante à l'absorption des efforts mécaniques. Un empilement de plis de bois et, donc, une pluralité de surfaces externes, permet d'améliorer l'absorption des efforts mécaniques en comparaison à un pli unique.

Un tel panneau structural possède une résistance élevée contre les chocs du fait de sa peau métallique protégeant l'âme en bois. De plus, en cas de rupture des plis de bois du panneau, les débris des plis de bois sont maintenus entre les plis métalliques et ne peuvent ainsi pas blesser un utilisateur.

De préférence, l'âme en bois comporte successivement un empilement d'une pluralité de premiers plis de bois à haute résistance mécanique, un empilement d'une pluralité de deuxièmes plis de bois à faible résistance mécanique et un empilement d'une pluralité de premiers plis de bois à haute résistance mécanique.

Ainsi, lorsque l'âme en bois est recouverte d'une peau métallique, les plis métalliques sont en contact avec les plis de bois à haute résistance mécanique. Une telle âme en bois possède une résistance mécanique graduelle de son centre vers l'extérieur. Les plis de bois à haute résistance mécanique, situés à l'extérieur de l'âme en bois, permettent de former une couche de résistance mécanique intermédiaire entre les plis de bois de faible résistance mécanique, situés au centre de l'âme en bois, et les plis métalliques ayant une très haute résistance mécanique qui forment la peau métallique du panneau structural.

De manière préférée, le panneau structural possède une section constante afin de permettre un découpage et un assemblage aisés.

De préférence, un premier pli de bois à haute résistance mécanique possède une épaisseur inférieure à un deuxième pli de bois à faible résistance mécanique. Ainsi, on limite la masse d'un pli de bois à haute résistance mécanique qui possède une plus grande densité par comparaison à un pli de bois à faible résistance mécanique.

De préférence, les premiers plis de bois ont tous la même épaisseur qui est comprise entre 0,6 mm et 1 mm. De manière similaire, les deuxièmes plis de bois ont tous la même épaisseur qui est comprise entre 1 mm et 3 mm, de préférence, 2 mm. Une âme en bois formée avec des premiers plis et des deuxièmes plis ayant les mêmes épaisseurs présente un coût de fabrication réduit, ce qui est avantageux.

De manière préférée, l'âme en bois comporte successivement des premiers plis de bois à haute résistance mécanique, des deuxièmes plis de bois à faible résistance mécanique et des premiers plis de bois à haute résistance mécanique.

Les premiers plis de bois à haute résistance mécanique, en matière rigide et lourde, sont situés au niveau des faces externes de l'âme en bois pour absorber les efforts de

traction les plus importants. Au centre de l'âme en bois, les efforts sont moindres pour devenir nuls sur l'axe longitudinal (appelé fibre neutre). Aussi, des plis de bois à faible résistance mécanique, moins résistant mais plus léger, peuvent être utilisés au centre de l'âme en bois. Cela est d'autant plus avantageux que l'âme en bois est épaisse.

5

Avantageusement, l'âme en bois est constituée d'un empilement symétrique de plis de bois de manière à ce que le panneau structural bénéficie des mêmes caractéristiques mécaniques indépendamment de son sens d'utilisation.

- 10 Selon un aspect de l'invention, les premiers plis de bois à haute résistance mécanique sont en okoumé. Des plis en okoumé ont un comportement plastique proche de celui des plis métalliques, ce qui permet de former un panneau homogène avec des matériaux de natures différentes. Lorsqu'un pli métallique est collé à un pli d'okoumé, la tenue au collage est améliorée. Etant donné que les déplacements du pli métallique
15 et du pli d'okoumé sont similaires lors d'un effort mécanique, ce qui évite tout déplacement relatif de forte amplitude susceptible cisailer la liaison par collage.

- Selon un autre aspect de l'invention, les deuxièmes plis de bois à faible résistance mécanique sont en peuplier ou en balsa. Alors que les premiers plis de bois sont en
20 matériau lourd, de l'ordre de 800 kg/m^3 , l'utilisation de deuxièmes plis de bois de densité réduite en peuplier (400 kg/m^3) ou en balsa (140 kg/m^3) permet d'alléger le panneau structural.

- De manière préférée, l'épaisseur des premiers plis de bois est comprise entre 30% et
25 40%, de préférence 36%, de l'épaisseur totale du panneau structural.

De manière préférée, l'épaisseur des deuxièmes plis de bois est comprise entre 50% et 60%, de préférence 55%, de l'épaisseur totale du panneau structural.

- 30 L'âme en bois possède une épaisseur comprise entre 3 et 28 mm, de préférence, comprise entre 9 et 10 mm. Ainsi, un panneau structural selon l'invention possède une épaisseur similaire à un panneau métallique ou à un panneau en bois, un tel panneau structural pouvant ainsi être utilisé en lieu et place de ces derniers.

Selon un aspect préféré de l'invention, la pluralité de deuxièmes plis de bois à faible résistance mécanique est ajourée, ce qui améliore la souplesse desdits deuxièmes plis de bois tout en limitant la masse du panneau structural.

- 5 De préférence, la pluralité de deuxièmes plis de bois à faible résistance mécanique possède un taux de perforation compris entre 20% et 50%, de préférence compris entre 30% et 40%, de préférence, de l'ordre de 35%. Une telle plage de perforation assure un compromis entre une résistance mécanique suffisante (taux de perforation faible) et une masse réduite (taux de perforation élevé).

- 10 Selon un aspect préféré, la pluralité de deuxièmes plis de bois à haute résistance mécanique comporte des perforations s'étendant selon la direction d'empilement des plis de bois. De telles perforations permettent de limiter le nombre de fibres de bois qui sont perforées dans un pli de bois, ce qui améliore la résistance desdits plis pour un même taux de perforation.

- De manière similaire, selon un aspect préféré de l'invention, la pluralité de premiers plis de bois à haute résistance mécanique est ajourée, ce qui améliore la souplesse desdits premiers plis de bois tout en limitant la masse du panneau structural. De préférence, les premiers et deuxièmes plis de bois sont ajourés en perforant l'âme en bois, de manière préférée, selon la direction d'empilement des plis de bois.

De manière préférée, les plis métalliques sont pleins, c'est-à-dire, non ajourés.

- 25 De manière avantageuse, le premier pli métallique et le deuxième pli métallique sont identiques de manière à former une peau de résistance mécanique homogène.

- Selon un aspect de l'invention, le premier pli métallique et le deuxième pli métallique sont en alliage d'aluminium ou en alliage de titane afin de conférer une résistance mécanique très élevée tout en permettant un usinage aisé.

- 30 De préférence, au moins un pli métallique possède une épaisseur comprise entre 0,5 et 3 mm, de préférence, de l'ordre de 1 mm. Une telle épaisseur permet d'assurer un compromis entre une masse réduite (épaisseur faible) et résistance mécanique importante (épaisseur forte).

- 35

De manière préférée, chaque pli métallique est plein, c'est-à-dire, dénué de perforations.

- 5 De manière avantageuse, les plis métalliques sont fixés à l'âme en bois par collage, de préférence, au moyen d'une colle Epoxy.

L'invention vise également un ensemble structural comportant une pluralité de panneaux structuraux tels que présentés précédemment.

10

PRESENTATION DES FIGURES

L'invention sera mieux comprise à la lecture de la description qui va suivre, donnée uniquement à titre d'exemple, et se référant aux dessins annexés sur lesquels :

- 15 - la figure 1 est une représentation schématique en perspective éclatée d'un panneau structural selon une forme de réalisation de l'invention ;
- la figure 2 est une vue en coupe longitudinale d'une première forme de réalisation d'un panneau structural selon l'invention ;
- la figure 3 est une vue en coupe longitudinale d'une deuxième forme de réalisation d'un panneau structural selon l'invention ;
- 20 - la figure 4 est une vue en coupe longitudinale d'une troisième forme de réalisation d'un panneau structural selon l'invention ;
- la figure 5 est une vue de dessus d'une âme en bois perforée d'un panneau structural selon l'invention ;
- 25 - la figure 6 est une vue schématique en perspective d'une âme en bois avec des ouvertures rectangulaires ;
- la figure 7 est une vue en coupe d'un assemblage de panneaux structuraux élémentaires pour former un panneau structural coudé ;
- la figure 8 est une vue en coupe d'un panneau structural élémentaire courbé ;
- 30 - la figure 9 représente un panneau structural coudé en contact avec un panneau structural plan pour former une construction ; et
- la figure 10 représente la répartition des efforts de flexion, en coupe longitudinale, dans un panneau structural selon l'invention.

Il faut noter que les figures exposent l'invention de manière détaillée pour mettre en œuvre l'invention, lesdites figures pouvant bien entendu servir à mieux définir l'invention le cas échéant.

5 **DESCRIPTION D'UN OU PLUSIEURS MODES DE REALISATION ET DE MISE EN OEUVRE**

En référence à la figure 1, il est représenté un panneau structural 100 selon une forme de réalisation de l'invention. Un tel panneau structural 100 peut être utilisé, en particulier, pour la réalisation de véhicules ou d'habitats.

10 Toujours en référence à la figure 1, le panneau structural 100 comporte une âme en bois 2 comprenant deux faces externes opposées A, B sur lesquelles sont fixées respectivement un premier pli métallique 11 et un deuxième pli métallique 12. Par la suite, le panneau structural 100 est représenté sous la forme d'un empilement vertical
15 comprenant successivement de haut en bas : le premier pli métallique 11, l'âme en bois 2 et le deuxième pli métallique 12.

De manière préférée, le panneau 100 possède une épaisseur constante. Comme cela sera présenté en référence aux figures 1 à 6, le panneau 100 se présente sous la forme
20 d'un parallélépipède plan mais il pourrait être coudé ou courbé comme illustré aux figures 7 à 9 pour former une cornière.

En référence à la figure 2, l'âme en bois 2 du panneau structural 100 comporte un empilement d'une pluralité de premiers plis de bois 21 et d'un empilement d'une
25 pluralité de deuxièmes plis de bois 22, les premiers plis de bois 21 ayant une résistance mécanique supérieure aux deuxièmes plis de bois 22.

Dans cet exemple, l'âme en bois 2 comporte successivement : un empilement d'une pluralité de premiers plis de bois 21 à haute résistance mécanique, un empilement
30 d'une pluralité de deuxièmes plis de bois 22 à faible résistance mécanique et un empilement d'une pluralité de premiers plis de bois 21 à haute résistance mécanique. Ainsi, le panneau 100 comporte une pluralité de plis dont la résistance mécanique est croissante depuis le centre du panneau 100 vers l'extérieur. En effet, les plis métalliques 11, 12 possèdent une meilleure résistance mécanique que les premiers plis de bois 21
35 qui possèdent une meilleure résistance mécanique que les deuxièmes plis de bois 22.

Ainsi, le panneau structural 100 bénéficie d'une résistance mécanique graduelle ce qui améliore son comportement mécanique en flexion.

- 5 Les plis métalliques 11, 12 puis l'âme en bois 2 du panneau structural 100 vont être maintenant présentés de manière indépendante.

Pli métallique

- 10 Selon cette forme de réalisation préférée, le premier pli métallique 11 et le deuxième pli métallique 12 sont identiques. Chaque pli métallique 11, 12 est de préférence plan et d'épaisseur constante. De manière préférée, l'épaisseur d'un pli métallique 11, 12 est comprise entre 0,5 et 2 mm, de préférence, de l'ordre de 1 mm.
- 15 De tels plis métalliques 11, 12 permettent de former une peau métallique autour de l'âme en bois 2 afin de renforcer sa résistance mécanique et permettre la transmission des efforts de traction et de compression. La peau métallique permet en outre de limiter la déformation du panneau structural 100, ce qui limite la rupture des plis 21, 22 de l'âme en bois 2 et améliore ainsi la sécurité des opérateurs en cas de compression
- 20 ou de flexion, l'âme en bois 2 n'étant pas affectée par le milieu extérieur. De plus, en cas de rupture de l'âme en bois 2, les débris des plis de bois 21, 22 ne peuvent pas entraîner de blessures étant donné qu'ils demeurent confinés dans la peau métallique.

- La plasticité des plis métalliques 11, 12 associée à l'amortissement de l'âme en bois 2
- 25 permet d'obtenir un panneau structural 100 à haut « marquage » en cas d'impact, c'est-à-dire possédant une haute tolérance aux dommages et une haute capacité d'absorption d'énergie, mais dont l'âme en bois ne se fractionne pas.

- De manière préférée, les plis métalliques 11, 12 sont réalisés en un alliage d'aluminium
- 30 qui bénéficie de bonnes caractéristiques à la traction tout en restant aisément usinable. Dans cet exemple, un alliage d'aluminium 2024 est préféré du fait ses caractéristiques plastiques.

- Il va de soi que d'autres matériaux métalliques pourraient être utilisés, en particulier, un
- 35 alliage de titane tel que celui connu sous sa dénomination commerciale TA6V.

De manière avantageuse, les plis métalliques 11, 12 permettent de protéger l'âme en bois 2 contre les chocs ainsi qu'en flambage, mais aussi contre l'humidité et le feu.

5 **Ame en bois**

Toujours en référence à la figure 2, l'âme en bois 2 comporte successivement un empilement de deux premiers plis de bois 21 à haute résistance mécanique, un empilement de trois deuxièmes plis de bois 22 à faible résistance mécanique ; et un
10 empilement de deux premiers plis de bois 21 à haute résistance mécanique. Autrement dit, l'âme en bois 2 est stratifiée.

Dans cette forme de réalisation de l'invention, les plis de bois 21, 22 sont des plis déroulés. Il va de soi que des plis tranchés pourraient également convenir.

15 Chaque pli de bois 21, 22 comporte des fibres de bois qui sont orientées. Dans cet exemple de réalisation, après empilement des plis de bois, deux plis de bois consécutifs possèdent des fibres orientées orthogonalement, c'est-à-dire que les fibres sont croisées, de manière à ce que le panneau structural obtenu présente des
20 performances et des caractéristiques qui soient identiques dans tous les sens, comme un matériau isotrope. Il va de soi que pour des applications particulières, les plis de bois peuvent être orientés de manière à définir une direction préférentielle pour transmettre les efforts.

25 L'utilisation de deuxièmes plis de bois 22 à faible résistance mécanique permet de limiter la masse du panneau structural 100 tout en conférant une résistance mécanique suffisante. En effet, en référence à la figure 10, les deuxièmes plis de bois 22 sont situés au centre du panneau structural 100, c'est-à-dire, au niveau de la fibre neutre FN du panneau structural 100. De manière connue de l'homme du métier, la fibre neutre FN
30 correspond au lieu géométrique de l'ensemble du panneau structural 100 ne subissant aucun effort. En référence à la figure 10, lors d'une sollicitation du panneau structural 100 en flexion (effort de flexion EF), les efforts mécaniques subis par le panneau structural 100 sont situés dans les zones du panneau structural 100 éloignées du centre du panneau structural 100, la fibre neutre FN étant située dans les deuxièmes plis de bois
35 22 à faible résistance mécanique au centre du panneau structural 100.

Le panneau structural 100 possède ainsi des deuxièmes plis 22 à faible résistance mécanique en son centre enveloppés de premiers plis 21 à haute résistance mécanique qui sont eux même recouverts d'une peau métallique. Ainsi, le panneau structural 100 permet la transmission des efforts de traction et de compression tout en restant souple. De manière avantageuse, les premiers plis de bois 21 à haute résistance mécanique permettent de former une interface entre la zone souple du panneau structural (deuxièmes plis de bois 22) et les zones rigides (plis métalliques 11, 12).

Ainsi, l'âme en bois 2 possède un empilement symétrique de plis de bois 21, 22, ce qui homogénéise ses caractéristiques mécaniques et permet avantageusement au panneau structural 100 d'être utilisé indifféremment selon son sens, le panneau structural 100 pouvant en outre être retourné et présenté encore les mêmes performances dans les deux sens.

De préférence, les premiers plis de bois 21 à haute résistance mécanique sont réalisés en oukumé. Dans cette forme de réalisation préférée, chaque premier pli de bois 21 à haute résistance mécanique possède une épaisseur comprise entre 0,6 mm et 1 mm, de préférence, environ 0,8 mm. De manière avantageuse, les caractéristiques de performance et de comportement plastique d'un premier pli de bois 21 à haute résistance mécanique sont proches de celles d'un pli métallique 11, 12 afin de former un panneau structural homogène 100.

Afin d'améliorer ses caractéristiques en flexion, le panneau structural 100 comporte une rigidité et une densité progressive du centre vers l'extérieur.

De préférence, les deuxièmes plis de bois 22 à faible résistance mécanique sont réalisés en peuplier. L'ensemble de deuxièmes plis de bois 22 possède une masse réduite en comparaison à un ensemble de premiers plis de bois 21 afin de conférer de la souplesse au panneau structural 100. Pour limiter la masse du panneau structural 100, les deuxièmes plis de bois 22 à faible résistance mécanique peuvent être réalisés en balsa, le balsa présentant l'inconvénient d'être plus onéreux que le peuplier.

Les deuxièmes plis de bois 22 en balsa sont préférés lorsque les plis métalliques 11, 12 sont en alliage de titane étant donné que cela permet d'obtenir un panneau structural très léger pour des performances mécaniques optimales.

- 5 Dans cette forme de réalisation préférée, les deuxièmes plis de bois 22 à faible résistance mécanique sont plus épais que premiers les plis de bois 21 à haute résistance mécanique afin d'occuper un grand volume tout en ayant une masse minimale. De préférence, un deuxième pli de bois 22 possède une épaisseur comprise entre 1 et 3 mm, de préférence, 2 mm.

10

Dans cette forme de réalisation de l'invention, les plis de bois 21, 22 sont des plis déroulés. Il va de soi que des plis tranchés pourraient également convenir.

- 15 L'âme en bois 2 ainsi formée possède une épaisseur de l'ordre de 10 mm, ce qui est avantageux et permet de former un panneau structural 100 dont l'épaisseur avoisine 11 mm. Une telle épaisseur correspond aux panneaux métalliques ou en bois ordinairement utilisés pour la construction.

- 20 A titre d'exemple, le tableau ci-dessous représente la constitution d'une forme de réalisation d'un panneau structural 100, tel que présenté précédemment, dont l'épaisseur totale est de 11 mm.

Nature du pli	Matériau	Orientation des fibres	Epaisseur (mm)
Pli métallique	Aluminium	-	0,5
Premier pli	Okoumé	0	1
Premier pli	Okoumé	90	1
Deuxième pli	Peuplier	90	2
Deuxième pli	Peuplier	0	2
Deuxième pli	Peuplier	90	2
Premier pli	Okoumé	90	1
Premier pli	Okoumé	0	1
Pli métallique	Aluminium	-	0,5

Tableau 1 : Panneau structural épaisseur 11 mm

L'invention permet de former une large gamme de panneaux structuraux 100. Des tests de réalisation ont été menés pour des âmes en bois 2 ayant une épaisseur variant de 3 mm à 28 mm mais il va de soi que des panneaux structuraux plus épais pourraient également être réalisés. A titre d'exemple, les tableaux 2 et 3 ci-dessous présentent la constitution de panneaux structuraux ayant respectivement des épaisseurs de 18 et 30 mm.

Nature du pli	Matériau	Orientation des fibres	Epaisseur (mm)
Pli métallique	Aluminium	0	1
Premier pli	Okoumé	0	1
Premier pli	Okoumé	90	1
Premier pli	Okoumé	0	1
Deuxième pli	Peuplier	90	2
Deuxième pli	Peuplier	0	2
Deuxième pli	Peuplier	90	2
Deuxième pli	Peuplier	0	2
Deuxième pli	Peuplier	90	2
Premier pli	Okoumé	0	1
Premier pli	Okoumé	90	1
Premier pli	Okoumé	0	1
Pli métallique	Aluminium	0	1

Tableau 2 : Panneau structural épaisseur 18 mm

Nature du pli	Matériau	Orientation des fibres	Epaisseur (mm)
Pli métallique	Aluminium	0	1
Premier pli	Okoumé	0	1
Premier pli	Okoumé	90	1
Premier pli	Okoumé	0	1
Premier pli	Okoumé	90	1
Premier pli	Okoumé	0	1
Deuxième pli	Peuplier	90	2
Deuxième pli	Peuplier	0	2
Deuxième pli	Peuplier	90	2
Deuxième pli	Peuplier	0	2
Deuxième pli	Peuplier	90	2
Deuxième pli	Peuplier	0	2
Deuxième pli	Peuplier	90	2
Deuxième pli	Peuplier	0	2
Deuxième pli	Peuplier	90	2
Premier pli	Okoumé	0	1
Premier pli	Okoumé	90	1
Premier pli	Okoumé	0	1
Premier pli	Okoumé	90	1
Premier pli	Okoumé	0	1
Pli métallique	Aluminium	0	1

Tableau 3 : Panneau structural épaisseur 30 mm

Afin d'obtenir un panneau structural 100 alliant résistance mécanique et légèreté, l'épaisseur des premiers plis de bois 21 est comprise entre 30% et 40%, de préférence 36%, de l'épaisseur totale du panneau structural 100. De manière similaire, l'épaisseur des deuxièmes plis de bois est comprise entre 50% et 60%, de préférence 55%, de l'épaisseur totale du panneau structural 100.

10 **Fixation**

Afin de maintenir ensemble les plis de bois 21, 22 de l'âme en bois 2, les plis de bois 21, 22 sont collés, de manière préférée, au moyen d'une colle du type Epoxy qui assure

une bonne adhérence et une grande durée de vie. De préférence encore, la colle est choisie de manière à ne pas dégager de substances toxiques suite à une élévation de température ou un contact avec le feu. Une telle fixation par collage permet en outre de résister à l'eau et à l'humidité (classe 2 ou 3).

5

Il va de soi que d'autres moyens de fixation pourraient être employés, en particulier, une fixation par boulonnage des plis de bois 21, 22.

De manière similaire, les plis métalliques 11, 12 peuvent être collés, en particulier, au moyen d'une colle Epoxy

10

Un procédé de fabrication d'un panneau structural selon l'invention va être maintenant présenté.

Les premiers plis de bois 21 et les deuxièmes plis de bois 22 sont fabriqués de manière individuelle. Dans cet exemple, la surface d'un pli de bois 21, 22 est de l'ordre de 1,5 m par 2,5 m. Les plis de bois 21, 22 sont stockés de préférence à plat dans un local sec, les uns sur les autres.

Avant empilement, les premiers plis de bois 21 et les deuxièmes plis de bois 22 sont préalablement encollés sur les deux faces. Ensuite, pour obtenir le panneau structural 100, on superpose successivement un premier pli métallique 11, un empilement de deux premiers plis de bois 21 à haute résistance mécanique, un empilement de trois deuxièmes plis de bois 22 à faible résistance mécanique, un empilement de deux premiers plis de bois 21 à haute résistance mécanique et un deuxième pli métallique 12. De manière préférée, les fibres de deux plis de bois successifs sont croisées à 90° dans l'empilement.

25

Le panneau structural 100 est ensuite placé dans une matrice et mise sous pression, par exemple, au moyen d'une presse à 2 ou 3 bars de pression, de préférence, dans une atmosphère humide portée à 70°C. Le panneau structural 100 est ensuite démoulé et détourné. De manière avantageuse, un panneau structural selon l'invention est obtenu au moyen d'un équipement adapté pour obtenir des panneaux de contreplaqués ordinaires.

30

35

Variantes

De manière alternative à un panneau structural plein 100 comme illustré aux figures 1 et 2, il est également proposé différents panneaux structuraux ajourés 101, 102 illustrés aux figures 3 et 4. Ces panneaux structuraux 101, 102 sont dits « alvéolés ».

En référence à la figure 3 représentant un premier exemple de panneau structural ajouré 101, la pluralité de deuxièmes plis de bois 22 à faible résistance mécanique est ajourée afin d'augmenter la souplesse des deuxièmes plis de bois 22. Comme illustré à la figure 3, les trois deuxièmes plis de bois 22 à faible résistance mécanique comportent des perforations 41 s'étendant verticalement, c'est-à-dire orthogonalement au plan dans lequel chaque pli de bois 21, 22 s'étend. Les premiers plis de bois 22 à haute résistance mécanique ne sont pas perforés de manière à conserver une résistance mécanique élevée au niveau des couches externes du panneau structural 101.

En référence à la figure 4 représentant un deuxième exemple de panneau structural ajouré 102, la pluralité de deuxièmes plis de bois 22 à faible résistance mécanique et la pluralité de premiers plis de bois 21 à haute résistance mécanique sont ajourés afin d'augmenter la souplesse de l'âme en bois 2. Comme illustré à la figure 3, les deuxièmes plis de bois 22 à faible résistance mécanique et les premiers plis de bois 22 à haute résistance mécanique comportent des perforations 42 s'étendant verticalement, c'est-à-dire orthogonalement au plan dans lequel chaque pli de bois 21, 22 s'étend.

De préférence, les plis de bois 21, 22 sont ajourés au moyen de perforations 41, 42 de section circulaire. De manière préférée, en référence à la figure 5 représentant une vue de dessus de l'âme en bois 2 du panneau structural ajouré 102 de la figure 4, les perforations 42 sont uniformément réparties, de préférence, selon une maille de forme carrée de longueur $2D$, une perforation 41, 42 de diamètre D d'une perforation 42 étant formée à chaque sommet de la maille. De manière préférée, le diamètre D est compris entre 8 mm et 12 mm.

De manière alternative, en référence à la figure 6 représentant une vue schématique d'une âme en bois 2, les plis de bois 21, 22 sont ajourés au moyen de perforations 41, 42 de forme rectangulaire afin de conférer localement une souplesse au panneau structural 101, 102.

La pluralité de deuxièmes plis de bois 22 à faible résistance mécanique possède un taux de perforation compris entre 20% et 50%, de préférence compris entre 30% et 40%, de préférence de l'ordre de 35%. Un tel taux de perforation permet d'assurer un compromis entre une masse réduite et une résistance mécanique élevée, en particulier, en flexion. Un panneau structural doit par exemple permettre à un opérateur de marcher sur un panneau structural sans que celui-ci ne cède. Le diamètre D d'une perforation 41, 42 est choisi afin qu'il ne se produise aucun effet de flambage de la zone locale du pli métallique 11, 12 située en regard d'une perforation 41, 42. Pour une utilisation d'un panneau structural dans un aéronef, le diamètre D d'une perforation 41, 42 est choisi pour interdire un décollement des plis métalliques 11, 12 en cas de dépression extérieure.

Afin de limiter le flambage du panneau structural ajouré 101, 102, l'épaisseur du panneau structural est comprise entre 4 mm et 30 mm.

Coudé/courbé

De manière préférée, on peut former un ensemble structural coudé ou courbé au moyen de plusieurs panneaux structuraux 100.

En référence à la figure 7 représentant un ensemble structural coudé 200, les panneaux 100, 100' sont en contact selon leurs bords respectifs. A cet effet, au moins une pluralité de plis de bois 21, 22 sont biseautés afin de coopérer ensemble et former un ensemble structural comportant une partie en équerre. Dans cet exemple, l'âme en bois 2, 2' de chaque panneau structural 100, 100' comporte successivement deux premiers plis 21 biseautés, trois deuxièmes plis 22 biseautés et deux premiers plis 21 non-biseautés, les premiers plis biseautés 21 étant ceux situés dans la concavité de l'ensemble structural 200 comme illustré à la figure 7.

Pour assurer la continuité de la peau métallique de l'ensemble structural coudé 200, un premier pli métallique courbé 13 est placé entre les premiers plis métalliques 11 respectifs des panneaux structuraux 100, 100' et un deuxième pli métallique courbé 14 est placée entre les deuxième plis métalliques 12 respectifs des panneaux 100, 100' comme représenté à la figure 7. De manière préférée, les âmes en bois 2, 2' sont

recouvertes respectivement sur leurs deux faces par deux plis métalliques coudés et continus.

De manière alternative, en référence à la figure 8, au lieu d'utiliser des panneaux structuraux 100, 100' dont les bords sont biseautés, on peut recourir à un panneau structural intermédiaire 100'' formé de plis métalliques 11, 12 et de plis de bois 21, 22 courbés afin d'être associé, bord à bord, à des panneaux structuraux 100, 100' dont les bords sont droits comme illustré à la figure 2.

Il a été présenté un ensemble structural coudé 200 formé à partir de panneaux structuraux pleins mais il va de soi que les panneaux structuraux pourraient également être ajourés.

Pour former, par exemple, une ossature structurale pour une habitation, on associe ensemble une pluralité de panneaux structuraux selon l'invention. A titre d'exemple, en référence à la figure 9, un ensemble structural coudé 200 est relié à un panneau structural plan 100 par boulonnage (non représenté).

Un panneau structural selon l'invention est avantageux et peut être utilisés dans diverses applications de construction de véhicules ou d'habitats.

Du fait de la présence d'une âme en bois, la résistance au feu d'un tel panneau structural est supérieure à celle d'un panneau constitué d'un alliage en aluminium. En effet, l'âme en bois permet avantageusement de « refroidir » la peau métallique ce qui retarde son inflammation. De manière préférée, l'âme en bois 2 est ignifugée.

En ce qui concerne la résistance à l'eau, la peau métallique permet de protéger l'âme en bois 2, les bords latéraux du panneau structural pouvant être peints afin de les protéger de la corrosion. Il va de soi que diverses solutions de protection complémentaire pourraient être envisagées (finition avec des baguettes ou des profilés, etc.).

Un tel panneau structural présente une grande durée de vie étant donné qu'il est constitué d'éléments qui ont intrinsèquement une grande durée de vie. En outre, un tel panneau structural peut être facilement découpé afin d'être utilisé dans de nouvelles

applications. De plus, un tel panneau structural peut être recyclé, ce qui en diminue l'impact écologique.

5 Lors des tests, il a été démontré que le panneau structural possède un domaine plastique étendu ce qui empêche une rupture brutale, les plis métalliques s'allongeant et résistant après rupture et/ou délaminage des plis de bois 21, 22.

REVENDICATIONS

1. Panneau structural (100, 101, 102), en particulier, pour la réalisation de véhicules ou d'habitats, le panneau (100, 101, 102) comportant une âme en bois (2) comportant deux faces externes opposées (A, B) sur lesquelles sont fixés respectivement un premier pli métallique (11) et un deuxième pli métallique (12), l'âme en bois (2) comportant un empilement d'une pluralité de premiers plis de bois (21) et un empilement d'une pluralité de deuxièmes plis de bois (22), les premiers plis de bois (21) ayant une résistance mécanique supérieure aux deuxièmes plis de bois (22).
2. Panneau structural selon la revendication 1, dans lequel l'âme en bois (2) comporte successivement :
 - un empilement d'une pluralité de premiers plis de bois (21) à haute résistance mécanique ;
 - un empilement d'une pluralité de deuxièmes plis de bois (22) à faible résistance mécanique ; et
 - un empilement d'une pluralité de premiers plis de bois (21) à haute résistance mécanique.
3. Panneau structural selon l'une des revendications 1 à 2, dans lequel un premier pli de bois (21) à haute résistance mécanique possède une épaisseur inférieure à un deuxième pli de bois (22) à faible résistance mécanique.
4. Panneau structural selon l'une des revendications 1 à 3, dans lequel l'âme en bois (2) est constituée d'un empilement symétrique de plis de bois (21, 22).
5. Panneau structural selon l'une des revendications 1 à 4, dans lequel l'âme en bois (2) possède une épaisseur comprise entre 3 et 28 mm, de préférence, comprise entre 9 et 10 mm.
6. Panneau structural selon l'une des revendications 1 à 5, dans lequel la pluralité de deuxièmes plis de bois (22) à faible résistance mécanique est ajourée.

7. Panneau structural selon la revendication 6, dans lequel la pluralité de deuxièmes plis de bois (22) à faible résistance mécanique possède un taux de perforation compris entre 20% et 50%, de préférence compris entre 30% et 40%, de préférence de l'ordre de 35%.

5

8. Panneau structural selon l'une des revendications 1 à 7, dans lequel le premier pli métallique (11) et le deuxième pli métallique (12) sont identiques.

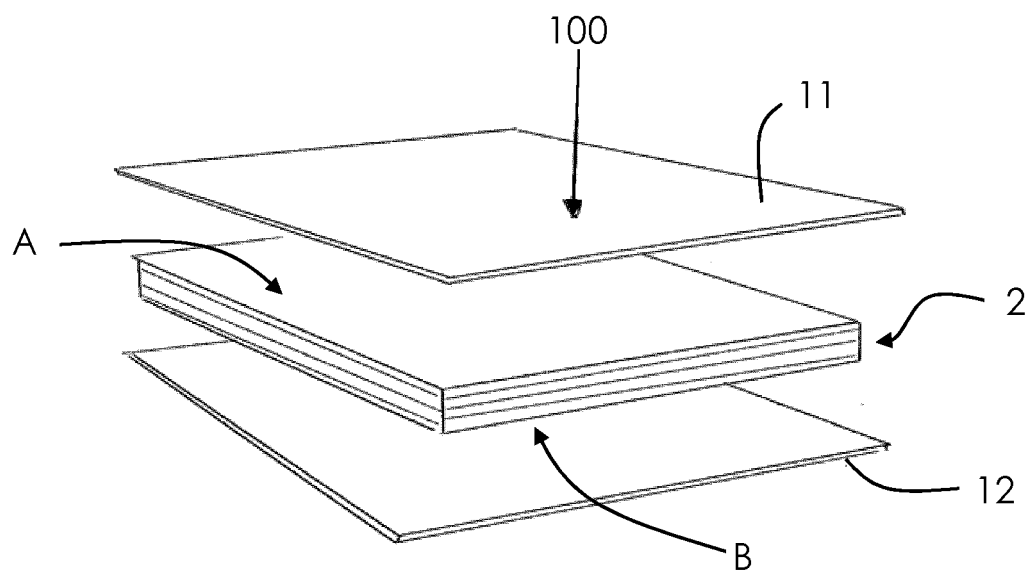
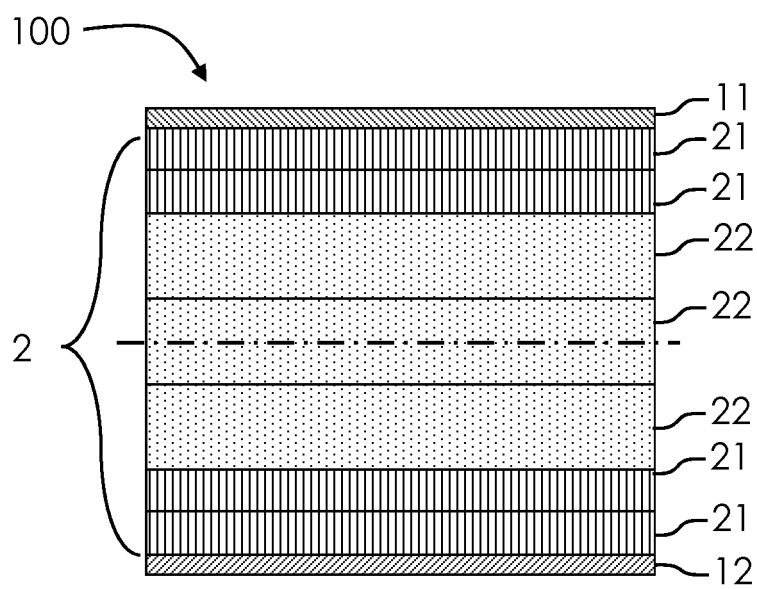
10

9. Panneau structural selon l'une des revendications 1 à 8, dans lequel le premier pli métallique (11) et le deuxième pli métallique (12) sont en alliage d'aluminium ou en alliage de titane.

15

10. Panneau structural selon l'une des revendications 1 à 9, dont au moins un pli métallique (11, 12) possède une épaisseur comprise entre 0,5 et 3 mm, de préférence, de l'ordre de 1 mm.

1 / 4

FIGURE 1FIGURE 2

2 / 4

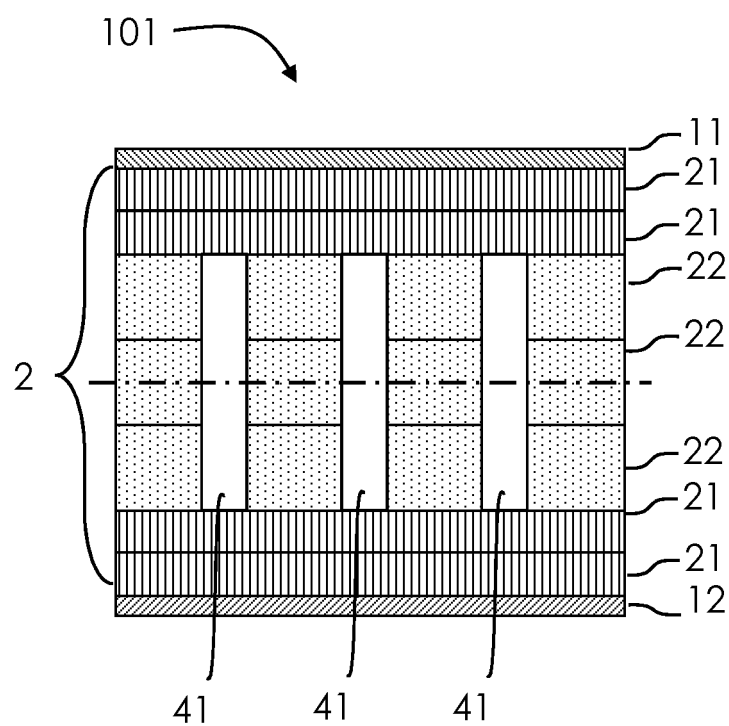


FIGURE 3

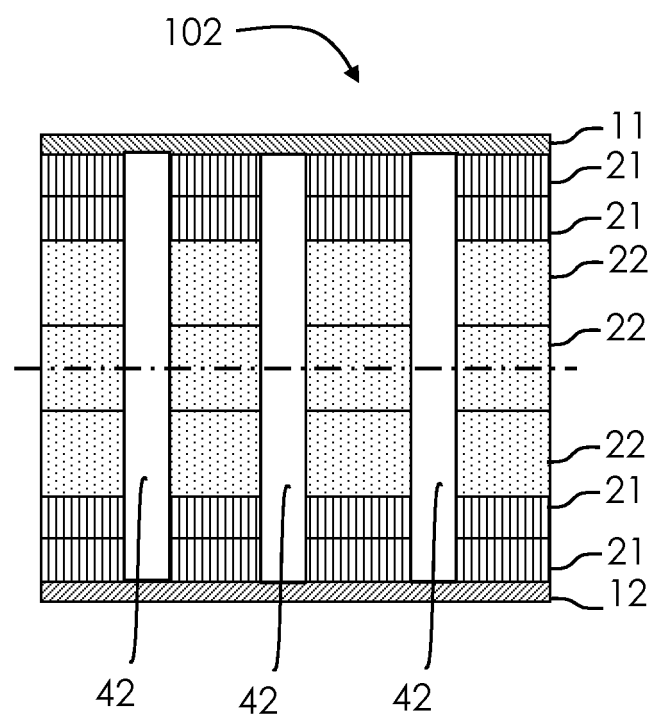


FIGURE 4

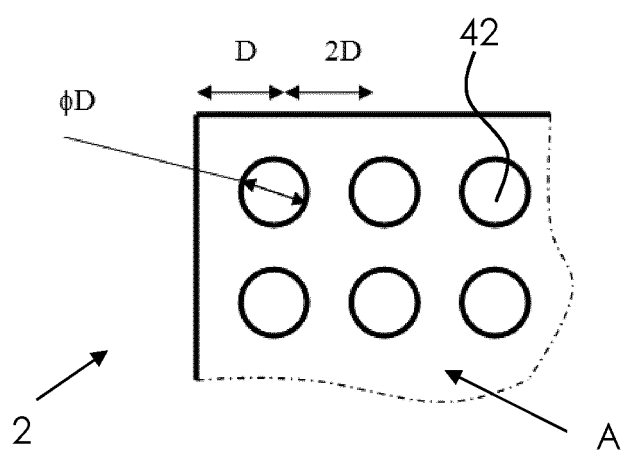


FIGURE 5

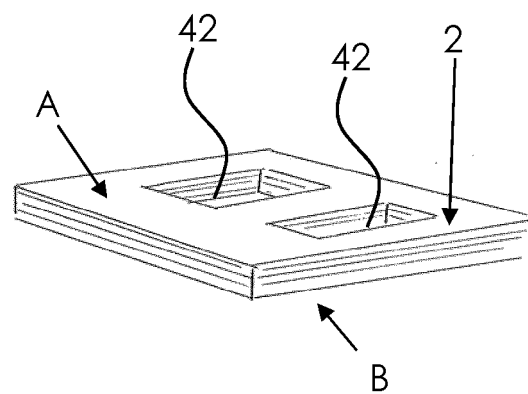


FIGURE 6

3 / 4

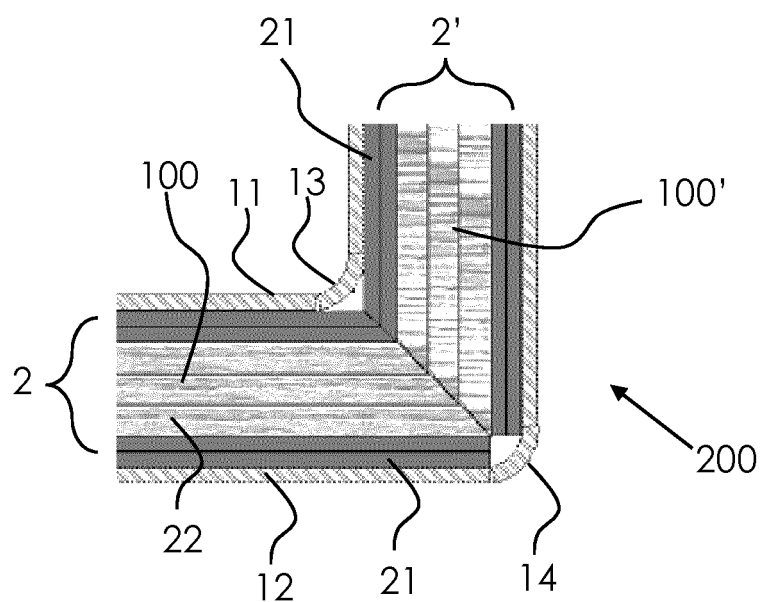


FIGURE 7

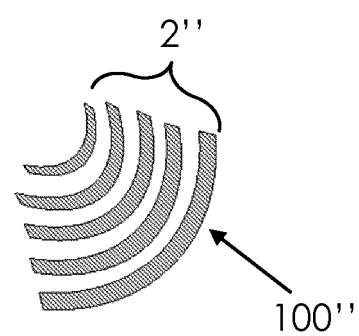


FIGURE 8

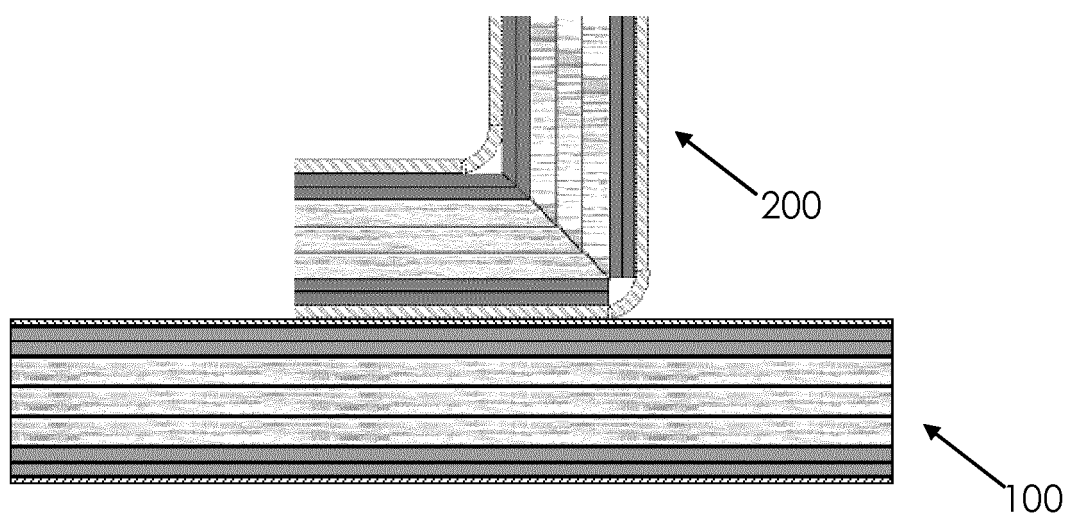


FIGURE 9

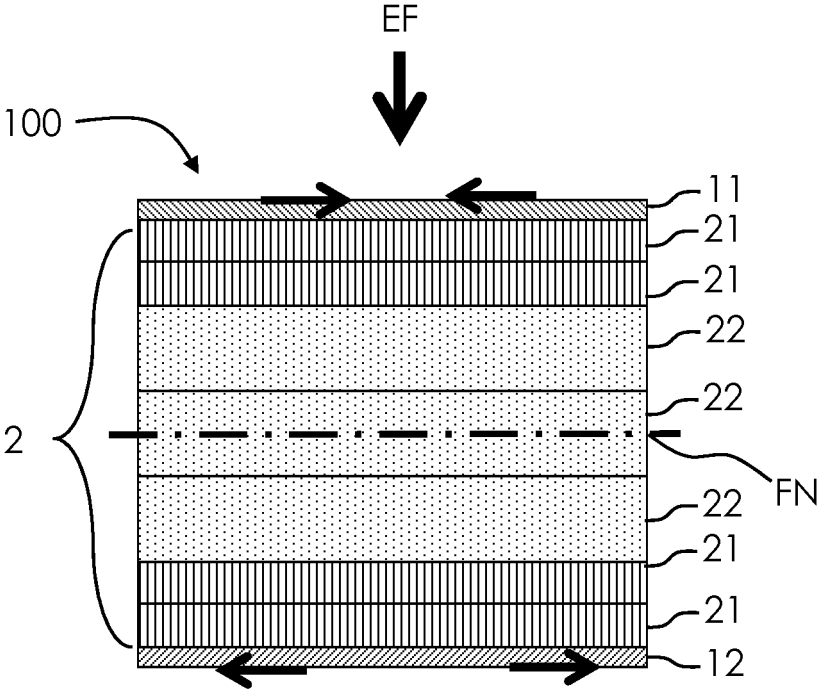


FIGURE 10



RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE

établi sur la base des dernières revendications
déposées avant le commencement de la recherche

N° d'enregistrement
national

FA 786064
FR 1359762

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
X	GB 2 139 557 A (MALLINSON DENNY) 14 novembre 1984 (1984-11-14)	1,2,4,5, 10	B32B21/00
Y	* page 1, ligne 9 - ligne 101 *	1-10	
Y	FR 2 883 798 A1 (SKYWOODS SARL [FR] SKYWOODS [FR]) 6 octobre 2006 (2006-10-06) * page 1, ligne 5 - ligne 20; revendication 1 *	1-10	
Y	AT 11 283 U1 (TEAM 7 NATUERLICH WOHNEN GMBH [AT]) 15 juillet 2010 (2010-07-15) * alinéa [0007] *	6,7	
Y	FR 2 841 263 A1 (CORUS ALUMINIUM WALZPROD GMBH [DE]) 26 décembre 2003 (2003-12-26) * page 1, ligne 1 - page 7, ligne 20; revendication 1 *	9	
A	GB 2 306 389 A (MOSS MONTE [GB]) 7 mai 1997 (1997-05-07) * page 3, ligne 24 - ligne 31; revendication 1 *	1-10	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)
Y	Horst H. Nimz ET AL: "Wood: 2.2.2. Veneers, Plywood and Derived Products" In: "Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry, 6th. ed.", 1 janvier 2003 (2003-01-01), Wiley-VCH, Weinheim, XP055121329, pages 449-453, * page 449, colonne 2, alinéa 3 *	1-10	B32B B27D
	----- -/--		
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
3 juin 2014		Okunowski, Joachim	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS			
X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	



RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE

établi sur la base des dernières revendications
déposées avant le commencement de la recherche

N° d'enregistrement
national

FA 786064
FR 1359762

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
Y	ABDUL KHALIL H P S ET AL: "Development and material properties of new hybrid plywood from oil palm biomass", MATERIALS AND DESIGN, LONDON, GB, vol. 31, no. 1, 1 janvier 2010 (2010-01-01), pages 417-424, XP026573931, ISSN: 0261-3069, DOI: 10.1016/J.MATDES.2009.05.040 [extrait le 2009-06-06] * le document en entier * -----	1-10	
T	Heinz Frommhold: "2.3.3 Mechanische Eigenschaften", Forstnutzung/Forest Products im Studiengang IFEM, 1 janvier 2006 (2006-01-01), pages 1-47, XP055121086, Eberswalde Extrait de l'Internet: URL: http://www6.fh-eberswalde.de/forst/forstnutzung/ifem/homepage/dokumente/vorlesung/pdf/2.3.3.pdf [extrait le 2014-06-02] * page 7 * -----		DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
3 juin 2014		Okunowski, Joachim	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant			

ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 1359762 FA 786064

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche préliminaire visé ci-dessus.

Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du **03-06-2014**

Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
GB 2139557	A	14-11-1984	AUCUN	

FR 2883798	A1	06-10-2006	AT 512770 T	15-07-2011
			EP 1871579 A2	02-01-2008
			ES 2368081 T3	14-11-2011
			FR 2883798 A1	06-10-2006
			WO 2006106232 A2	12-10-2006

AT 11283	U1	15-07-2010	AUCUN	

FR 2841263	A1	26-12-2003	AU 2003240727 A1	06-01-2004
			BR 0312098 A	29-03-2005
			CA 2485525 A1	31-12-2003
			CN 1662670 A	31-08-2005
			DE 10392806 T5	09-06-2005
			FR 2841263 A1	26-12-2003
			GB 2403730 A	12-01-2005
			US 2004062946 A1	01-04-2004
			WO 2004001086 A1	31-12-2003

GB 2306389	A	07-05-1997	GB 2306389 A	07-05-1997
			ZA 9606990 A	24-02-1997
