

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
COURBEVOIE

①1 N° de publication :
(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

3 019 089

②1 N° d'enregistrement national : **14 52528**

⑤1 Int Cl⁸ : **B 32 B 37/02 (2013.01), B 32 B 3/12, 27/04**

①2 **DEMANDE DE BREVET D'INVENTION**

A1

②2 **Date de dépôt** : 25.03.14.

③0 **Priorité** :

④3 **Date de mise à la disposition du public de la demande** : 02.10.15 Bulletin 15/40.

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

⑥0 **Références à d'autres documents nationaux apparentés** :

○ **Demande(s) d'extension** :

⑦1 **Demandeur(s)** : FAURECIA AUTOMOTIVE INDUSTRIE Société en nom collectif — FR.

⑦2 **Inventeur(s)** : BATHÉLIER XAVIER et JEUNESSE STEVE.

⑦3 **Titulaire(s)** : FAURECIA AUTOMOTIVE INDUSTRIE Société en nom collectif.

⑦4 **Mandataire(s)** : CABINET LAVOIX Société par actions simplifiée.

⑤4 **PROCEDE DE FABRICATION D'UNE PIECE STRUCTURELLE, NOTAMMENT POUR VEHICULE AUTOMOBILE, ET PIECE STRUCTURELLE CORRESPONDANTE.**

⑤7 Procédé de fabrication d'une pièce structurale, notamment pour véhicule automobile, comprenant les étapes suivantes :

- fourniture de premières fibres et d'un premier matériau propre à former une première matrice autour des premières fibres,

- pressage des premières fibres et du premier matériau dans un premier moule comportant des bords restant ouverts pendant le pressage pour obtenir une première peau (12A),

- fourniture de deuxièmes fibres et d'un deuxième matériau propre à former une deuxième matrice autour des deuxièmes fibres, et d'un écarteur (14) comprenant des alvéoles,

- assemblage des deuxièmes fibres, du deuxième matériau et de l'écarteur, à l'exclusion de la première peau, entre au moins deux plateaux dont au moins l'un est chauffé pour obtenir un assemblage (54),

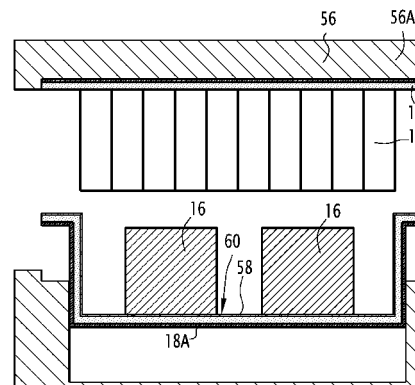
- mise en place de la première peau dans un deuxième moule (56),

- dépôt d'un liant (58) sur la première peau,

- mise en place de l'assemblage dans le deuxième moule, et

- pressage de la première peau et de l'assemblage dans le deuxième moule pour solidariser la première peau et l'assemblage.

Pièce structurale correspondante.



FR 3 019 089 - A1



Procédé de fabrication d'une pièce structurelle, notamment pour véhicule automobile, et pièce structurelle correspondante.

5 La présente invention concerne un procédé de fabrication d'une pièce structurelle, notamment pour véhicule automobile, et une pièce structurelle susceptible d'être réalisée par le procédé.

Par exemple, la pièce structurelle forme un panneau de véhicule automobile, notamment une tablette arrière de masquage de coffre, un faux plancher d'habitacle ou de coffre, ou un sous-moteur.

10 Certaines caractéristiques d'une telle pièce structurelle sont généralement imposées par des cahiers des charges. En particulier, une telle pièce structurelle doit présenter une masse faible, de bonnes caractéristiques mécaniques, principalement un bon comportement en flexion et en fluage à température élevée (par exemple entre 85 et 120°C), et présenter des formes tridimensionnelles particulières, par exemple des formes
15 concaves permettant l'inclusion de pièces complémentaires telles que des poignées, et/ou présenter des bords présentant des profils particuliers, notamment arrondis ou incurvés.

Par exemple, on connaît, d'après FR 2 971 198, un procédé de fabrication d'une pièce structurelle à base de fibres de bois et de résine thermodurcissable. En particulier, une telle pièce, dite de type « sandwich », comporte des peaux et un écarteur intercalé
20 entre les peaux. Pour avoir de bonnes caractéristiques mécaniques, les peaux sont préalablement comprimées séparément, puis assemblées ultérieurement une à une par collage sur l'écarteur pour constituer la pièce sandwich. L'utilisation de presses puissantes et d'un procédé en de nombreuses étapes rend une telle pièce relativement onéreuse.

25 On connaît également des pièces structurelles formées à partir d'un matériau composite connu sous le nom de « Sommold », réalisé à base de fibres de verre courtes et de fibres thermoplastiques. Le « Sommold » se présente sous forme de nappe réalisée par un procédé textile classique pour la réalisation de non-tissés : cardage, nappage et aiguilletage. Les fibres de verre et les fibres thermoplastiques se trouvent mélangées de
30 façon intime au cours de la fabrication. Un tel matériau est par nature très volumineux (présentant une épaisseur de l'ordre de 3 cm), du fait de l'orientation aléatoire et tridimensionnelle des fibres de verre, et est en général comprimé pour former une peau.

Selon un procédé « one-shot », les nappes de Sommold sont d'abord chauffées jusqu'à une température supérieure à la température de fusion des fibres
35 thermoplastiques, placées de part et d'autre d'un écarteur dans un moule froid, puis comprimée par de la fermeture du moule. Le problème réside dans le fait qu'il est

impossible de comprimer suffisamment les peaux sans écraser l'écarteur. Comme cela est décrit dans FR 2 971 198, afin de remédier à cet inconvénient, la seule solution connue est de fabriquer le panneau sandwich en trois étapes, à savoir une étape de moulage des peaux à haute pression dans deux moules adaptés, permettant de densifier
5 au mieux ces peaux, puis une étape d'assemblage de ces peaux sur les deux faces d'un écarteur par collage en exerçant une faible pression compatible avec la résistance de l'écarteur, ceci dans un troisième moule. Un tel procédé en deux étapes principales, ou « *two-shot* » en anglais, reste relativement onéreux.

Afin de réduire les coûts, il a été démontré que des pièces structurelles de type
10 « sandwich » sont réalisables à l'aide d'un écarteur en carton, en partant de peaux constituées de voiles de fibres longues de lin et de résine de type acrylique, en une seule étape de formage dans un seul moule. Un tel procédé est dit « *one-shot* » en anglais (à une seule étape). Les résines acryliques sont préférées aux autres résines réticulables, car elles présentent une excellente affinité avec les fibres naturelles, ce qui permet
15 l'obtention d'une bonne interface fibres/matrice dans le composite, et sont bon marché.

Les voiles préalablement imprégnés de résine sont empilés. En introduisant l'ensemble dans un moule par exemple configuré pour un faux plancher de coffre, en exerçant une pression suffisante et en chauffant à la température de réticulation de la résine, on obtient un panneau « sandwich » dont les peaux sont suffisamment
20 compactées pour constituer un véritable composite et apporter au panneau les performances mécaniques attendues. Ceci est rendu possible par le fait que ces voiles de lin possèdent des fibres parfaitement parallèles qui leur confèrent une densité initialement élevée si bien qu'il n'est pas utile de les compacter fortement pour constituer les peaux. La pression exercée lors du formage dans le moule n'est donc pas très élevée et ne
25 cause pas l'affaissement de l'écarteur, comme ce pourrait être le cas avec d'autres types de voiles ou de mats. La pression est néanmoins suffisante pour permettre, simultanément à la densification des peaux, le collage de l'écarteur grâce à la résine présente au sein des voiles qui joue également le rôle de colle pour l'écarteur.

Il est également connu d'associer ces voiles de lin à un polymère thermoplastique,
30 (par exemple sous forme de film, de poudre ou de fibres, éventuellement lors d'une étape préalable par exemple par calandrage) qui après fusion constitue la matrice du composite formant les peaux de ce type de panneau sandwich. Le polyamide 11 tel le Rilsan® de la société Arkema est préféré, car sa température de cristallisation élevée permet un bon comportement en fluage aux températures exigées entre 85 et 120°C, tandis que sa
35 température de fusion inférieure à 200°C reste compatible avec l'utilisation de fibres cellulosiques. De plus, des dérivées particulières de ce polyamide, telles celles décrites

dans EP2451864, présentent une viscosité à chaud faible facilitant ainsi le mouillage des fibres et améliorant la qualité de l'interface. Enfin, ce type de polyamide avec des fibres de lin est intéressant du point de vue environnemental.

5 Néanmoins, l'utilisation de fibres de lin, naturellement très hydrophiles, associées à une résine acrylique, elle-même à base aqueuse et qui de plus génère de l'eau au cours de la réticulation (estérification) ou à un polyamide, polymère également hydrophile, provoque l'apparition de bulles de vapeur pendant le formage. Même lorsqu'un dégazage est pratiqué en cours de formage, les bulles de vapeur ne parviennent parfois pas à s'évacuer et restent confinées entre les deux peaux. Ce phénomène est accentué lorsque
10 la pièce affecte une forme fermée, c'est-à-dire lorsque l'une des peaux remonte sur les bords de la pièce pour venir en contact avec l'autre peau. Les bulles se dilatent au point d'écraser localement l'écarteur et de soulever les peaux, ce qui rend le panneau inutilisable. Ceci rend le procédé de fabrication aléatoire dans un contexte de production de masse.

15 Une solution consistant à augmenter la porosité des peaux pour faire de la place à l'eau résiduelle n'est pas appropriée, car des peaux mal densifiées ne constituent pas un véritable composite et n'ont pas les propriétés mécaniques suffisantes.

Une autre solution, consistant à percer des trous dans le moule pour accélérer l'évacuation de la vapeur est envisageable. Or ces trous ne peuvent avoir un diamètre de
20 plus de quelques millimètres, sinon la transmission de la chaleur aux peaux s'effectue mal. Aussi, ces trous ont tendance à se boucher après quelques cycles de fabrication, du fait de matériaux entraînés par la vapeur. Cette solution n'est donc pas satisfaisante non plus.

Un but de l'invention est donc de fournir un procédé de fabrication d'une pièce
25 structurelle à base de peaux composites et d'un écarteur, qui résolve ou réduise le problème posé par l'eau résiduelle et présente un coût compétitif, tout en conférant de bonnes propriétés mécaniques à la pièce structurelle.

A cet effet l'invention a pour objet un procédé de fabrication d'une pièce structurelle, notamment pour véhicule automobile, comprenant au moins les étapes
30 suivantes :

- fourniture de premières fibres et d'un premier matériau propre à former une première matrice autour des premières fibres,
- pressage des premières fibres et du premier matériau dans un premier moule pour obtenir une première peau, dans laquelle les premières fibres sont prises dans la
35 première matrice, le premier moule comportant des bords restant ouverts pendant le pressage,

4

- fourniture de deuxièmes fibres et d'un deuxième matériau propre à former une deuxième matrice autour des deuxièmes fibres, et d'un écarteur comprenant des alvéoles,

- assemblage des deuxièmes fibres, du deuxième matériau et de l'écarteur, à l'exclusion de la première peau, entre au moins deux plateaux dont au moins l'un est chauffé pour obtenir un assemblage dans lequel le deuxième matériau englobe les

dixième deuxièmes fibres de manière à former une deuxième peau fixée sur l'écarteur,

- mise en place de la première peau dans un deuxième moule,
- dépôt d'un liant sur une face de la première peau destinée à être tournée vers l'écarteur,

- mise en place de l'assemblage dans le deuxième moule, l'écarteur étant situé entre la deuxième peau et la face enduite de liant de la première peau, et

- pressage de la première peau et de l'assemblage dans le deuxième moule pour solidariser la première peau et l'assemblage entre eux.

Selon des modes particuliers de réalisation, le procédé comprend l'une ou plusieurs des caractéristiques suivantes, prises isolément ou selon toutes les combinaisons techniquement possibles :

- après l'étape de mise en place de la première peau dans le deuxième moule et avant l'étape de pressage dans le deuxième moule, une étape dans laquelle des éléments de renfort sont posés sur la première peau, les éléments de renfort étant destinés à s'étendre entre la première peau et l'écarteur ;

- les premières fibres ou les deuxièmes fibres comprennent des fibres naturelles prises parmi les fibres de lin, de sisal, de jute, de chanvre, de kénafe, et leurs mélanges, et

- le premier matériau et/ou le deuxième matériau comprennent une résine thermodurcissable;

- les premières fibres ou les deuxièmes fibres comprennent des fibres céramiques, par exemple en verre, et

- le premier matériau et/ou le deuxième matériau comprennent un polymère thermoplastique ;

- l'une ou l'autre, ou l'une et l'autre, d'une sous-étape de l'étape de pressage comprenant une mise en place dans le premier moule d'un premier film étanche à l'eau, le premier film étant situé en vis-à-vis d'une face de la première peau opposée à la face destinée à être enduite de liant, et d'une sous-étape de l'étape d'assemblage comprenant une mise en place d'un deuxième film étanche à l'eau entre la deuxième peau et le plateau le plus proche de la deuxième peau ;

- le premier film et le deuxième film comprennent un polymère ayant une température de fusion strictement supérieure à la température de fusion de la première matrice et à la température de fusion de la deuxième matrice ;

5 - la première peau présente une forme de coque comportant un fond sensiblement plan, la première peau comportant avantageusement un bord périphérique destiné à être fixé sur la deuxième peau ;

- la deuxième peau présente une forme sensiblement plane ; et

- l'écarteur présente une forme générale de plaque plane, les alvéoles étant de préférence orientées dans le sens de l'épaisseur de la plaque plane.

10 L'invention concerne aussi une pièce structurelle susceptible d'être obtenue par un procédé tel que décrit ci-dessus.

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

15 - la figure 1 est une vue schématique en coupe d'une pièce structurelle selon l'invention,

- la figure 2 est une vue en coupe de la première peau et du premier film de la pièce structurelle représentée sur la figure 1,

20 - les figures 3 et 4 sont des vues partielles en coupe illustrant schématiquement l'étape de pressage dans un premier moule pour obtenir la première peau représentée sur les figures 1 et 2,

- la figure 5 est une vue en coupe en coupe illustrant schématiquement l'étape d'assemblage pour obtenir l'assemblage représenté sur les figures 1 et 2, l'assemblage comportant la deuxième peau et l'écarteur, et

25 - la figure 6 est une vue en coupe en coupe illustrant schématiquement l'étape de pressage de la première peau et de l'assemblage dans un deuxième moule.

30 On a représenté sur la figure 1 une pièce structurelle 10 selon l'invention. La pièce structurelle 10 est destinée à un véhicule automobile (non représenté). La pièce structurelle 10 est par exemple un panneau, tel qu'une tablette arrière de masquage de coffre, un faux plancher d'habitacle ou de coffre, ou un sous-moteur.

35 La pièce structurelle 10 comporte une première peau 12A et une deuxième peau 12B, et un écarteur 14, interposé entre la première peau et la deuxième peau. La pièce structurelle 10 comprend en outre optionnellement des renforts 16 qui s'étendent avantageusement entre la première peau 12A et l'écarteur 14, un premier film 18A étanche et situé sur une face externe de la première peau 12A, et un deuxième film 18B

étanche situé sur une face externe de la deuxième peau 12B. Par « externe », on entend ici « tourné à l'opposé de l'écarteur 14 ».

Par « étanche », on entend ici « étanche à l'eau ».

5 La pièce structurale 10 présente par exemple une forme générale plane. La pièce structurale 10 s'étend selon un plan moyen P.

Avantageusement, l'écarteur 14 est réalisé à base d'une structure alvéolaire ou en nid d'abeille.

10 Ainsi, l'écarteur 14 présente une pluralité de parois 20 sensiblement perpendiculaires au plan moyen P, les parois 30 délimitant des espaces centraux 22 de contour fermé formant les alvéoles. Ainsi, chaque espace central 22 débouche en regard de la première peau 12A et de la deuxième peau 12B.

Dans un mode de réalisation particulier, les espaces centraux 32 définissent des mailles polygonales, notamment hexagonales.

15 La dimension transversale maximale des mailles polygonales, prise parallèlement au plan moyen P, est avantageusement supérieure à 5 mm, et est par exemple comprise entre 5 mm et 20 mm, notamment entre 8 mm et 10 mm.

En variante, les mailles sont ondulées. Dans ce cas, l'amplitude des ondulations est comprise entre 5 mm et 15 mm et le pas (distance entre deux crêtes d'ondulation) est compris entre 5 et 20 mm, avantageusement 8 et 16 mm.

20 L'écarteur 14 est avantageusement réalisé en un matériau léger, tel que du papier ou du carton. L'écarteur 14 présente une masse volumique comprise par exemple entre 10 kg/m^3 et 500 kg/m^3 et plus particulièrement entre 20 kg/m^3 et 50 kg/m^3 .

L'écarteur 14 présente avantageusement une épaisseur supérieure à 2 mm, et par exemple comprise entre 2 mm et 100 mm, notamment entre 5 mm et 30 mm.

25 La masse surfacique de l'écarteur 14 est faible. De préférence, cette masse surfacique est inférieure à 1500 g/m^2 et est sensiblement comprise entre 400 g/m^2 et 1200 g/m^2 . Ainsi, la pièce 10 présente une légèreté adéquate, du fait de la faible densité de l'écarteur 14.

30 La première peau 12A et la deuxième peau 12B sont fixées sur des faces opposées 26A, 26B de l'écarteur 14.

Comme visible sur les figures 1 et 2, la première peau 12A présente une forme en berceau comportant un fond 26 sensiblement plat et parallèle au plan moyen P, et avantageusement un bord périphérique 28 adapté pour être fixé sur la deuxième peau 12B.

35 La forme en berceau de la première peau 12A définit un logement 30 adapté pour recevoir l'écarteur 14.

Chaque peau 12A, 12B présente avantageusement une épaisseur inférieure à celle de l'écarteur 14. Plus généralement, l'épaisseur de chaque peau 12A, 12B est inférieure à 3 mm et notamment comprise entre 0,6 mm et 2 mm.

5 Dans l'exemple représenté, la première peau 12A et la deuxième peau 12B ont la même composition, aussi seule la composition de la première peau 12A sera décrite ci-après.

10 La première peau 12A comporte des voiles de premières fibres 32A ayant été préalablement imprégnés par une résine thermodurcissable ou associés à un polymère thermoplastique formant une première matrice 34A autour des premières fibres 32A. Ce type de voiles est connu sous le terme « Prepreg ». Après imprégnation, la résine, qui est à base aqueuse, est partiellement séchée à basse température pour ne pas déclencher la réticulation et acquiert de ce fait une cohésion suffisante pour légèrement lier les premières fibres 32A et donner une certaine cohésion au voile permettant sa manipulation.

15 Par exemple, chacune des peaux 12A, 12B comporte entre trois et huit voiles empilés.

Les premières fibres 32A sont sensiblement parallèles entre elles. Les premières fibres 32A présentent une longueur supérieure à 20 centimètres, notamment à 50 centimètres, par exemple comprise entre 50 et 80 centimètres.

20 On note que la première peau 12A et la deuxième peau 12B peuvent comporter le même nombre de voiles empilés, ou en variante des nombres différents de voiles empilés.

25 De préférence, au moins une partie des premières fibres 32A sont des fibres naturelles. Les fibres naturelles présentent de nombreux avantages par rapport aux fibres artificielles ou synthétiques. En particulier, les fibres naturelles présentent généralement une faible densité, un coût relativement peu élevé et un caractère écologique. En outre, les fibres naturelles sont renouvelables annuellement.

30 Dans ce cadre, les fibres issues du lin sont largement cultivées et exploitées dans de nombreux domaines, et notamment pour réaliser des matériaux composites. Les fibres de lin sont extraites de la tige de la plante « flax » et sont exploitées soit sous forme de faisceaux de fibres techniques, soit sous forme de fibres élémentaires. Dans les deux cas, ces fibres ont par exemple une longueur comprise entre 30 et 80 cm. Le terme « fibre de lin » désigne ici indifféremment la fibre technique ou la fibre élémentaire. Ces fibres longues sont à différencier des étoupes de lin qui sont des fibres courtes généralement
35 inférieures à 10 cm.

Dans un mode de réalisation, toutes les premières fibres 32A sont constituées de fibres longues naturelles. En variante, une partie des premières fibres 32A est formée par des fibres artificielles ou synthétiques, distinctes des fibres longues naturelles, ou par un mélange de ces fibres.

5 Les fibres longues naturelles sont avantageusement des fibres extraites de végétaux, notamment des fibres de lin. En variante, les fibres longues naturelles sont des fibres de sisal, de jute, de chanvre, ou de kénaf. Des fibres artificielles sont par exemple choisies parmi les fibres de cellulose régénérée, telle que la viscose.

10 Les fibres synthétiques sont formées à partir de dérivés du pétrole ou de molécules issues de la chimie verte (par exemple l'éthylène issue du bio éthanol). On peut citer, parmi les fibres convenant au présent procédé, les fibres polyoléfiniques telles que les fibres de polyéthylène ou/et de polypropylène, de polyester, de polyamide, de polyimide, et leurs mélanges. Elles peuvent être également des fibres bi-composantes formées d'un polymère et d'un copolymère, le polymère et son copolymère ayant des
15 points de fusion différents. Ainsi, les fibres synthétiques choisies sont préférentiellement à base de polymères thermoplastiques, ce qui permet, lors d'une étape de thermoformage à la température de fusion du polymère, de réaliser un liage des fibres de lin.

Dans le cas où ces fibres synthétiques sont à base de polymère thermoplastique, particulièrement lorsqu'il s'agit de polyamide, elles pourront après fusion participer à la
20 matrice du composite, voire constituer à elle seule cette matrice.

Dans le cas d'imprégnation avec une résine thermodurcissable, elles ont un rôle de renfort en complément des fibres naturelles.

Avantageusement, la proportion massique de fibres longues d'origine naturelle dans les premières fibres 32A est supérieure à 50%.

25 La matrice 34A est par exemple une résine apte à imprégner les premières fibres 32A et à subir une réticulation dans un moule chaud. La matrice 34A est par exemple l'Acrodur® de BASF. Le pourcentage en poids d'extrait sec de la résine est par exemple compris entre 35% et 65% du poids total de la première peau 12A après l'imprégnation.

30 Comme visible sur les figures 1 et 3, la deuxième peau 12B présente une forme sensiblement plane et sensiblement parallèle au plan moyen P. La deuxième peau 12B comporte des voiles de deuxièmes fibres 32B, et une résine thermodurcissable formant une deuxième matrice 34B autour des deuxièmes fibres 32B.

Selon une variante, les deuxièmes fibres 32B et la deuxième matrice 34B sont de composition différente des premières fibres 32A et de la première matrice 34A.

Le nombre d'éléments de renfort 16 dépend notamment des dimensions de la pièce structurelle 10, et du nombre ainsi que des dimensions des appuis prévus pour ladite pièce structurelle.

5 Chaque élément de renfort 16 est en contact avec une face interne de la première peau 12A et reçu dans un logement défini par l'écarteur 14.

Dans l'exemple représenté, chaque élément de renfort 16 présente une forme générale allongée, par exemple parallélépipédique dont la section transversale représentée sur les figures est rectangulaire. En variante, la section transversale de chaque élément de renfort 16 est triangulaire ou trapézoïdale. Conformément à une autre
10 variante, chaque élément de renfort 16 présente une forme générale en « U ».

De préférence, chaque élément de renfort 16 est réalisé dans un matériau métallique.

En variante, chaque élément de renfort 16 est réalisé dans un matériau polymère à haut module d'élasticité, tel que le PA (polyamide) ou le PEEK (polyétheréthercétone),
15 associé à des fibres de carbone ou d'origine naturelle.

Les éléments de renfort 16 présentent une épaisseur perpendiculairement au plan moyen P légèrement inférieure à l'épaisseur de l'écarteur 14. Leur largeur parallèlement au plan moyen P est généralement supérieure à 1 cm et donc supérieure à la largeur des alvéoles de l'écarteur 14. Typiquement, les éléments de renfort 16 sont des tubes
20 extrudés, par exemple de section carrée, dont le côté est proche de l'épaisseur de l'écarteur 14.

Par ailleurs, ce type de pièces structurelles est parfois soumis à des milieux humides. Aussi, des films étanches sont-ils souvent assemblés sur les peaux 12A, 12B, notamment lorsque l'écarteur 14 est à base de cellulose, pour éviter que les alvéoles ne
25 s'imprègnent d'eau et ne perdent en performances mécaniques.

Les films 18A, 18B sont avantageusement des films de polymères, par exemple à deux composants : polyéthylène / polyamide.

Le côté PE est placé contre la peau, tandis que le côté PA est tourné vers l'extérieur. Par la suite, des surfaces de parements, telles que des moquettes (non
30 représentées sur les figures), sont éventuellement collées sur les films 18A, 18B.

Les films 18A, 18B sont par exemple d'une épaisseur moyenne de 80 micromètres, et ont avantageusement une masse surfacique de l'ordre de 100 g/m². Les films 18A, 18B n'ont pas de fonction mécanique.

Un procédé de fabrication selon l'invention pour fabriquer la pièce structurelle 10
35 va maintenant être décrit.

Le procédé comprend une étape de fourniture des premières fibres 32A et d'un premier matériau propre à former la première matrice 34A autour des premières fibres, et une étape de fourniture des deuxièmes fibres 32B, d'un deuxième matériau propre à former la deuxième matrice 34B autour des deuxièmes fibres, et de l'écarteur 14.

5 Puis les premières fibres 32A sont imprégnées du premier matériau, par exemple par vaporisation du premier matériau sur les voiles de premières fibres, et placées dans un premier moule 40 représenté sur la figure 3.

Le premier matériau permet de maintenir les premières fibres 32A entre elles sans réticuler.

10 Le premier moule 40 comprend deux demi-moules 40A, 40B dont la forme est adaptée pour donner à la première peau 12A sa forme en berceau visible sur les figures 1 et 2.

Chaque demi-moule 40A, 40B comporte un ou plusieurs organes chauffants 42A, 42B permettant de chauffer le moule à la température de réticulation de la résine.

15 La première peau 12A est ensuite pressée et chauffée, i. e. thermoformée, dans le premier moule 40, dont les bords 44A, 44B restent ouverts. Le premier matériau se réticule pour former la première matrice 34A, dans laquelle sont prises les premières fibres 32A. Le pressage se fait selon deux flèches F1 et F2 des figures 3 et 4.

20 A l'issue du pressage, à la fermeture du moule 40 au début du processus de thermoformage, les deux demi-moules 40A, 40B sont séparés par une distance L perpendiculairement au plan moyen P (distance de calage). La première peau 12A occupe alors sensiblement tout le volume 46 disponible entre les deux demi-moules 40A, 40B (figure 3).

25 La peau 12A épouse sans problème la forme souhaitée car elle est confinée entre les deux demi-moules 40A, 40B.

Pendant la réticulation du premier matériau, de la vapeur se dégage (figure 4). La vapeur se propage selon des flèches F3 au sein de la première matrice 34A en formation, puis dans un volume libre 48 situé au-dessus de la première peau 12A. La première peau 12A n'occupe alors plus qu'un volume 50 égal au volume 46 moins le volume 48. La
30 vapeur s'échappe par le volume libre 48, puis par les bords 44A, 44B du premier moule 40 restés ouverts.

35 Le volume libre 48 résulte de la pression exercée par la vapeur d'eau qui, montant depuis l'intérieur du matériau, rencontre la paroi du demi-moule 40A. Ainsi la vapeur, en exerçant cette pression, et par le fait que le moule 40 reste ouvert aux extrémités, crée elle-même les conditions de son échappement du moule sans qu'il soit besoin de perforer le demi-moule 40A.

Le volume 50 présente une épaisseur E perpendiculairement au plan moyen P qui est strictement inférieure à la distance L, dite de calage. Cette épaisseur E est celle qu'aura la première peau 12A *in fine* au sortir du moule 40. On peut l'estimer à quelques centièmes de mm de moins que la distance L. Dans la pratique, la distance L est
5 généralement comprise entre 0,6 et 2 mm.

Cette épaisseur correspond à la densité requise pour former un matériau très proche d'un véritable composite. Cette densité dans le cas d'emploi de fibres de lin est comprise entre 0,9 et 1,1.

La première peau 12A est enfin démoulée et présente sensiblement sa forme
10 finale visible sur la figure 2.

Les deuxièmes fibres 32B, le deuxième matériau, et l'écarteur 14 sont empilées (figure 5) et sont chauffés entre deux plateaux chauffants 52A, 52B pour obtenir un assemblage 54 dans lequel le deuxième matériau englobe les deuxièmes fibres de manière à former la deuxième peau 12B. L'empilement est bien sûr réalisé sans la
15 première peau 12A.

Les plateaux chauffants 52A, 52B constituent un moyen de chauffage par contact. La pression (matérialisé par des flèches F4, F5) exercée par les plateaux chauffants 52A, 52B, qui ne constituent pas une presse, est néanmoins propre à comprimer correctement la deuxième peau 12B. La chaleur transférée à l'assemblage 54 permet la réticulation du
20 deuxième matériau pour former la deuxième matrice 34B.

Cette faible pression, par exemple de l'ordre de 0,01 kg/cm², permet également le collage de la deuxième peau 12B sur l'écarteur 14 grâce à la résine thermodurcissable de la deuxième peau. La vapeur d'eau dégagée par la réticulation s'évacue via l'interface entre la deuxième peau 12B et le plateau 52A par les bords restés ouvert du plateau
25 supérieur, exactement de la façon et selon la logique décrites préalablement pour la première peau 12A.

Comme la deuxième peau 12B n'a pas besoin d'être formée, contrairement à la première peau 12A, il n'est pas nécessaire d'utiliser un moule associé à une presse générant une pression importante. Par ailleurs, comme signalé plus haut, les deuxièmes
30 fibres 32B sont avantageusement parfaitement parallélisées et sont de fait déjà densifiées. L'utilisation d'un dispositif à base de plateaux chauds (qui reste un dispositif simple et bon marché) est donc particulièrement bien adaptée à la réalisation de la seconde peau 12B et à son assemblage avec l'écarteur 14.

Puis, la première peau 12A est mise en place dans un deuxième moule 56 visible
35 sur la figure 6.

Optionnellement, le film 18A est déposé préalablement à la première peau 12A sur le fond du moule 56.

Le deuxième moule 56 comprend deux demi-moules 56A, 56B. Le moule 56 est adapté pour exercer une pression matérialisée par des flèches F6, F7 sur la figure 6.

5 La fonction de ce second moule n'étant ni de densifier les peaux, ni de les former, la pression exercée est faible. La presse associée, même lorsque les pièces sont de grandes dimensions (supérieures à 3 m²), est de première catégorie (force de 10 tonnes).

Un liant 58 est déposé sur une face interne 60 de la première peau 12A destinée à être tournée vers l'écarteur 14.

10 Ce liant 58 est par exemple une colle, un film ou un autre matériau adhésif compatible avec la composition des peaux 12A, 12B et de l'écarteur 14.

Le liant 58 est dans l'exemple représenté par une colle activable ou réticulable par la chaleur apportée par le moule 56.

15 Ce liant 58 fait par exemple partie des familles méthacrylate, polyuréthane ou acétate de polyvinyle. Avantageusement, ces colles ne sont pas à base aqueuse, ou ne génèrent pas d'eau en réticulant.

Le dépôt du liant 58 est par exemple réalisé par pulvérisation.

20 En variante, la colle, par exemple à base de polyuréthane, s'active à l'air libre. La colle a avantageusement un temps de prise ou de durcissement le plus court possible. Dans ce dernier cas le moule 56 n'a pas besoin d'être chauffé. Ce dernier cas convient particulièrement bien lorsque la fonction d'étanchéité n'est pas requise.

Un exemple de colle convenant pour l'invention est la colle SIKAmelt 9677®.

Optionnellement, les éléments de renfort 16 sont posés sur la première peau 12A recouverte du liant 58.

25 L'assemblage 54 est mis en place dans le deuxième moule 56, l'écarteur 14 étant situé entre la deuxième peau 12B et la face 60 enduite de liant de la première peau 12A. Optionnellement, un film 18B est ajouté sur la seconde peau 12B.

30 Le deuxième moule 56 est maintenu à la température d'activation de la colle et est refermé. Le contenu du deuxième moule 56 est pressé pour solidariser l'assemblage 54 et la première peau 12A.

A ce stade, la vapeur initialement présente dans les peaux ayant été préalablement évacuée, il n'y a pas de problème lié à la fermeture du deuxième moule 56.

Avantageusement, la pression permet aussi le contact intime de la première peau 12A et de la deuxième peau 12B sur leurs bords, notamment le bord 28 (figure 2).

35 La pression permet également l'écrasement des alvéoles de l'écarteur 14 à l'endroit des éléments de renfort 16 autorisant le positionnement des renforts au sein de

l'écarteur. La différence d'épaisseur entre l'écarteur 14 et chaque élément de renfort 16 est occupée par la matière des alvéoles écrasées.

La pression exercée par le moule 56 permet de plus un contact efficace entre les films 18A et 18B (lorsqu'ils sont présents) et les peaux 12A, 12B. La température d'activation du liant étant supérieure à la température de fusion du PE, le constituant en PE des films 18A et 18B fusionne et vient réaliser le collage des films 18A, 18B sur les peaux 12A, 12B, assurant ainsi la parfaite étanchéité de la pièce structurelle 10.

Après le temps nécessaire à l'activation complète de la colle, le deuxième moule 56 est ouvert et la pièce structurelle 10 est extraite.

En variante le deuxième moule 56 n'est pas chauffé et la colle s'active à l'air. Dans ce cas, le deuxième moule 56 reste fermé le temps nécessaire à la colle pour durcir. Cette variante est préférée lorsque la fonction d'étanchéité n'est pas requise.

Ainsi, grâce aux caractéristiques décrites ci-dessus, le procédé de fabrication de la pièce structurelle 10 permet à la vapeur de s'échapper. Le procédé résout ou réduit sensiblement le problème posé par l'eau résiduelle.

La pièce structurelle 10 présente de bonnes propriétés mécaniques.

Le procédé présente en outre un coût compétitif, inférieur aux procédés « two-shot » (à deux étapes principales) précités.

Dans la variante où le deuxième moule 56 n'a pas besoin d'être chauffé, le coût est voisin de celui des procédés « one-shot » (à une étape principale).

Le procédé permet aussi de coller assez facilement l'écarteur 14 sur la première peau 12A et sur la deuxième peau 12B, car le collage est successif. Le procédé selon l'invention réduit les difficultés liées au collage simultané des peaux comme dans les procédés « one-shot ».

Le procédé selon l'invention résout aussi un problème posé par les procédés « one-shot », lesquels permettent difficilement la réalisation de pièces structurelles en relief, en particulier sur les bords. En effet, les pièces structurelles sont généralement fermées par un bord formé par une des deux peaux (comme la première peau 12A dans l'exemple représenté sur les figures). Au moment de la fermeture du moule unique d'un procédé « one-shot », les différentes couches de voiles de fibres des peaux ont alors tendance à se déliter, car ils ne sont pas encore liés entre eux par la résine. Aussi, l'écarteur 14 s'écrase parfois de façon irrégulière et des défauts, comme des déchirures des peaux, apparaissent éventuellement. Comme ici la première peau 12A est réalisée dans un moule 40 à part, ce problème de délitage, s'il intervient, ne génère pas de défauts supplémentaires liés au comportement de l'écarteur 14.

De plus, grâce au procédé selon l'invention, lorsque des éléments de renfort 16 sont inclus dans la pièce structurelle 10, il est aisé de les positionner sur la première peau 12A, puis de positionner avec précision l'assemblage 54. Eventuellement des marques de positionnement en léger relief sont réalisées lors du formage de la première

5 peau 12A, sur son côté interne. Lorsque le deuxième moule 56 est refermé, les éléments de renfort 16 écrasent localement l'écarteur 14. Il n'est donc pas nécessaire de prévoir des logements pour les éléments de renfort 16 dans l'écarteur 14.

De la même façon, les films 18A, 18B sont facilement positionnables au moment de l'assemblage définitif dans le moule 56.

10 Pour simplifier la description, on a supposé que les films 18A, 18B étaient à base de PE et PA. Il va de soi que toute association de deux polymères peut être envisagée dès lors que la température d'activation du liant 58 est supérieure à la température de fusion du premier polymère et inférieure à la température de fusion du second.

Le procédé est en outre applicable à des peaux réalisées au moins en partie en « Som mold », selon un deuxième mode de réalisation décrit ci-dessous. Le procédé selon

15 le deuxième mode de réalisation est analogue au procédé décrit ci-dessus, aussi seules les différences seront expliquées en détail.

Le procédé selon le deuxième mode de réalisation diffère essentiellement par le fait que la première peau 12A et la deuxième peau 12B comprennent du « Som mold ».

20 Selon un mode de réalisation particulier, la première peau 12A et la deuxième peau 12B sont en « Som mold ».

Les premières fibres 32A et les deuxièmes fibres 32B sont des fibres céramiques, par exemple des fibres de verre.

Le premier matériau et le deuxième matériau formant respectivement la première

25 matrice 34A et la deuxième matrice 34B sont des polymères thermoplastiques.

Les matrices 34A, 34B sont avantageusement réalisées à base d'un polyester saturé thermoplastique, différent d'un polyester insaturé thermodur. Dans un exemple, le polyester saturé est un polyéthylène téréphtalate (PET) obtenu par polycondensation de l'acide téréphtalique avec l'éthylène glycol. Le polyéthylène téréphtalate est par exemple

30 modifié avec du glycol. En variante, le polyester est un polybutylène téréphtalate (PBT) formé par polycondensation de l'acide téréphtalique et du butane-2, 3-diol. Conformément à d'autres variantes, le polymère est une polyoléfine, ou un polyamide.

La première peau 12A et la deuxième peau 12B sont avantageusement pré-formées respectivement avant l'étape de pressage et l'étape d'assemblage.

35 Dans ce cas, la deuxième peau 12B associée à l'écarteur 14 est préparée par chauffage comme dans le cas du premier mode de réalisation.

Par contre, la première peau 12A est également préparée par chauffage avant l'étape de pressage qui a lieu dans un moule froid réglé à une température, par exemple de l'ordre de 15°C.

5 Le collage entre la deuxième peau 12B et l'écarteur 14 est assuré par le polymère présent dans le Sormold, initialement sous forme de fibres.

Par contre, la deuxième peau 12B ne peut être parfaitement comprimée dans le moule 56, sinon l'écarteur 14 serait mis à mal.

10 Selon une variante non-représentée, la première peau 12A et/ou la deuxième peau 12B comportent deux feuilles formant respectivement les faces internes et les faces externes. Ces feuilles rendent la manipulation de la première peau 12A et de la deuxième peau 12B plus aisée.

Les avantages du procédé selon le deuxième mode de réalisation sont sensiblement les mêmes que ceux du procédé selon le premier mode de réalisation.

15 Dans le cas de l'utilisation de « Sormold », les procédés « one-shot » conduisent à un produit de qualité parfois discutable, car les deux peaux 12A, 12B restent relativement poreuses.

20 Grâce au procédé décrit ci-dessus, la première peau 12A est parfaitement comprimée. La deuxième peau 12B ne l'est en revanche que plus faiblement pour ménager l'écarteur 14. Les propriétés mécaniques de la pièce structurelle 10 sont tout de même améliorées par rapport à une situation où les deux peaux 12A, 12B seraient mal comprimées.

Comme dans le premier mode de réalisation, des éléments de renfort 16 et /ou des films 18A, 18B peuvent être ajoutés de la même façon et aux mêmes moments.

REVENDICATIONS

1.- Procédé de fabrication d'une pièce structurelle (10), notamment pour véhicule automobile, comprenant au moins les étapes suivantes :

- 5 - fourniture de premières fibres (32A) et d'un premier matériau propre à former une première matrice (34A) autour des premières fibres (32A),
- pressage des premières fibres (32A) et du premier matériau dans un premier moule (40) pour obtenir une première peau (12A), dans laquelle les premières fibres (32A) sont prises dans la première matrice (34A), le premier moule (40) comportant des
- 10 bords (44A, 44B) restant ouverts pendant le pressage,
- fourniture de deuxièmes fibres (32A) et d'un deuxième matériau propre à former une deuxième matrice (34A) autour des deuxièmes fibres (32A), et d'un écarteur (14) comprenant des alvéoles (22),
- assemblage des deuxièmes fibres (32A), du deuxième matériau et de l'écarteur
- 15 (14), à l'exclusion de la première peau (12A), entre au moins deux plateaux (52A, 52B) dont au moins l'un (52A) est chauffé pour obtenir un assemblage (54) dans lequel le deuxième matériau englobe les deuxièmes fibres (32B) de manière à former une deuxième peau (12B) fixée sur l'écarteur (14),
- mise en place de la première peau (12A) dans un deuxième moule (56),
- 20 - dépôt d'un liant (58) sur une face (60) de la première peau (12A) destinée à être tournée vers l'écarteur (14),
- mise en place de l'assemblage (54) dans le deuxième moule (56), l'écarteur (14) étant situé entre la deuxième peau (12B) et la face (60) enduite de liant (58) de la première peau (12A), et
- 25 - pressage de la première peau (12A) et de l'assemblage (54) dans le deuxième moule (56) pour solidariser la première peau (12A) et l'assemblage (54) entre eux.

2.- Procédé selon la revendication 1, comprenant, après l'étape de mise en place de la première peau (12A) dans le deuxième moule (56) et avant l'étape de pressage dans le deuxième moule (56), une étape dans laquelle des éléments de renfort (16) sont

30 posés sur la première peau (12A), les éléments de renfort (16) étant destinés à s'étendre entre la première peau (12A) et l'écarteur (14).

3.- Procédé selon la revendication 1 ou 2, dans lequel :

- les premières fibres (32A) ou les deuxièmes fibres (32B) comprennent des fibres naturelles prises parmi les fibres de lin, de sisal, de jute, de chanvre, de kénafe, et leurs
- 35 mélanges, et

- le premier matériau et/ou le deuxième matériau comprennent une résine thermodurcissable.

4.- Procédé selon la revendication 1 ou 2, dans lequel :

5 - les premières fibres (32A) ou les deuxièmes fibres (32B) comprennent des fibres céramiques, par exemple en verre, et

- le premier matériau et/ou le deuxième matériau comprennent un polymère thermoplastique.

5.- Procédé selon la revendication 4, comprenant l'une ou l'autre, ou l'une et l'autre :

10 - d'une sous-étape de l'étape de pressage comprenant une mise en place dans le premier moule (40) d'un premier film (18A) étanche à l'eau, le premier film (18A) étant situé en vis-à-vis d'une face de la première peau (12A) opposée à la face (60) destinée à être enduite de liant (58), et

15 - d'une sous-étape de l'étape d'assemblage comprenant une mise en place d'un deuxième film (18B) étanche à l'eau entre la deuxième peau (12B) et le plateau (52A) le plus proche de la deuxième peau (12B).

20 6.- Procédé selon la revendication 5, dans lequel le premier film (18A) et le deuxième film (18B) comprennent un polymère ayant une température de fusion strictement supérieure à la température de fusion de la première matrice (34A) et à la température de fusion de la deuxième matrice (34B).

7.- Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, dans lequel la première peau (12A) présente une forme de coque comportant un fond (26) sensiblement plan, la première peau (12A) comportant avantageusement un bord périphérique (28) destiné à être fixé sur la deuxième peau (12B).

25 8.- Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, dans lequel la deuxième peau (12B) présente une forme sensiblement plane.

9.- Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, dans lequel l'écarteur (14) présente une forme générale de plaque plane, les alvéoles (22) étant de préférence orientées dans le sens de l'épaisseur de la plaque plane.

30 10.- Pièce structurale (10), notamment pour véhicule automobile, susceptible d'être obtenue par un procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 9.

1/2

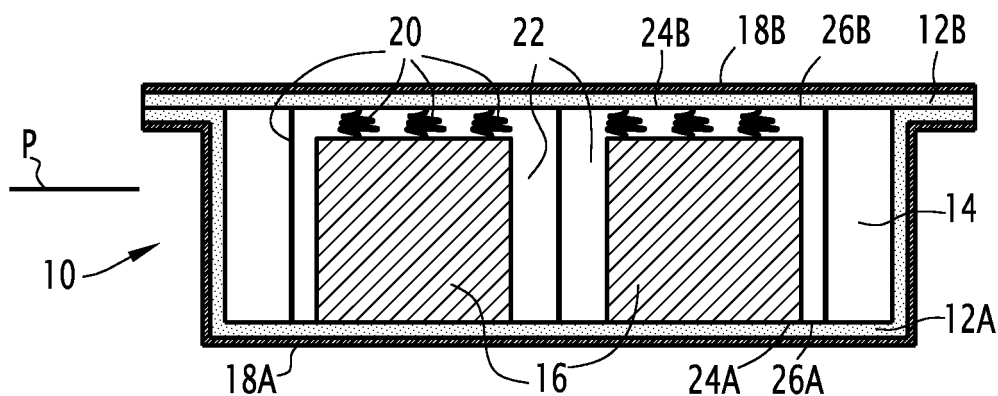


FIG. 1

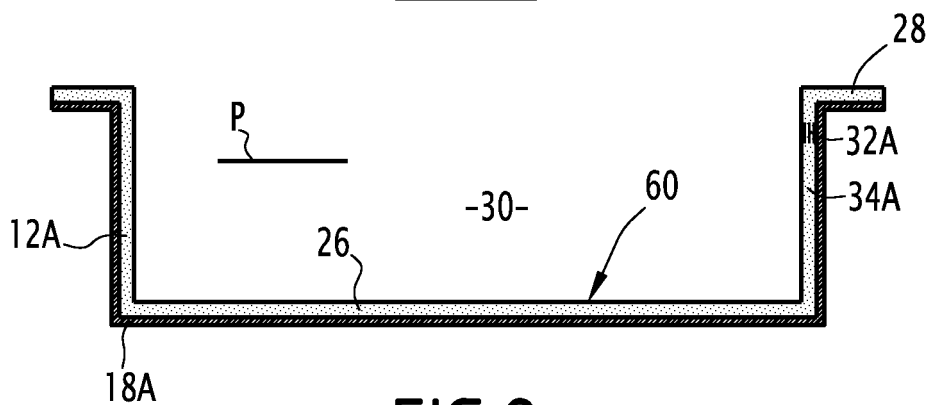


FIG. 2

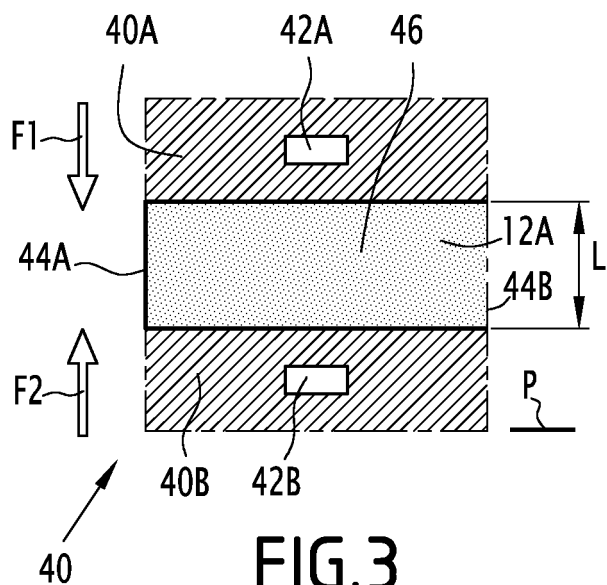


FIG. 3

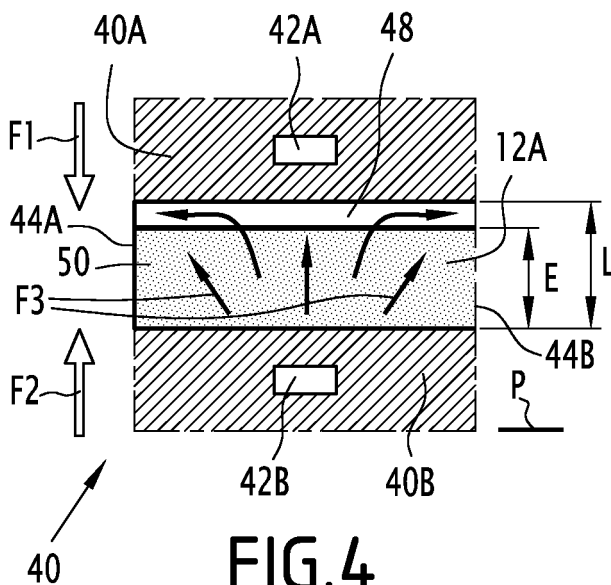
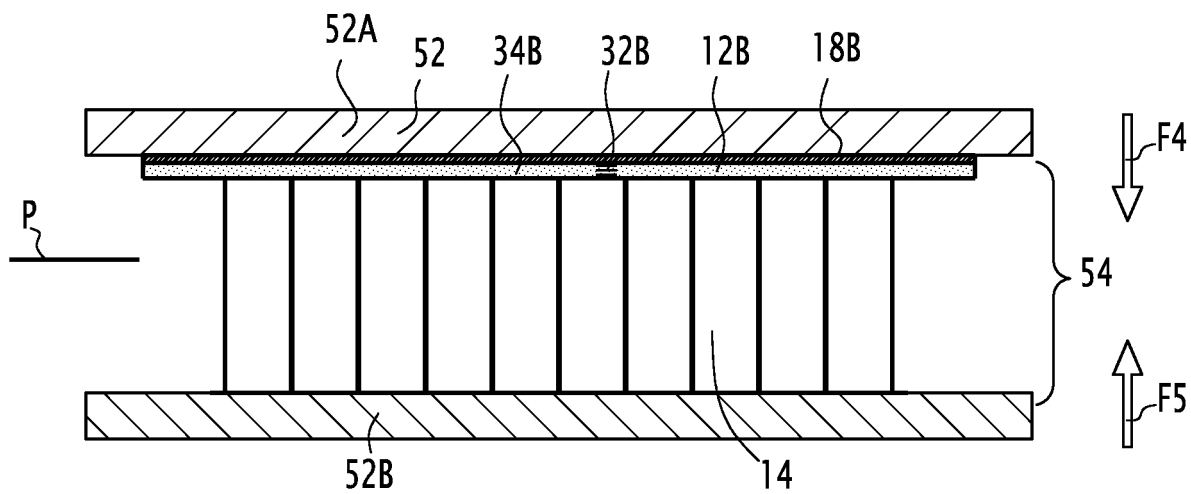
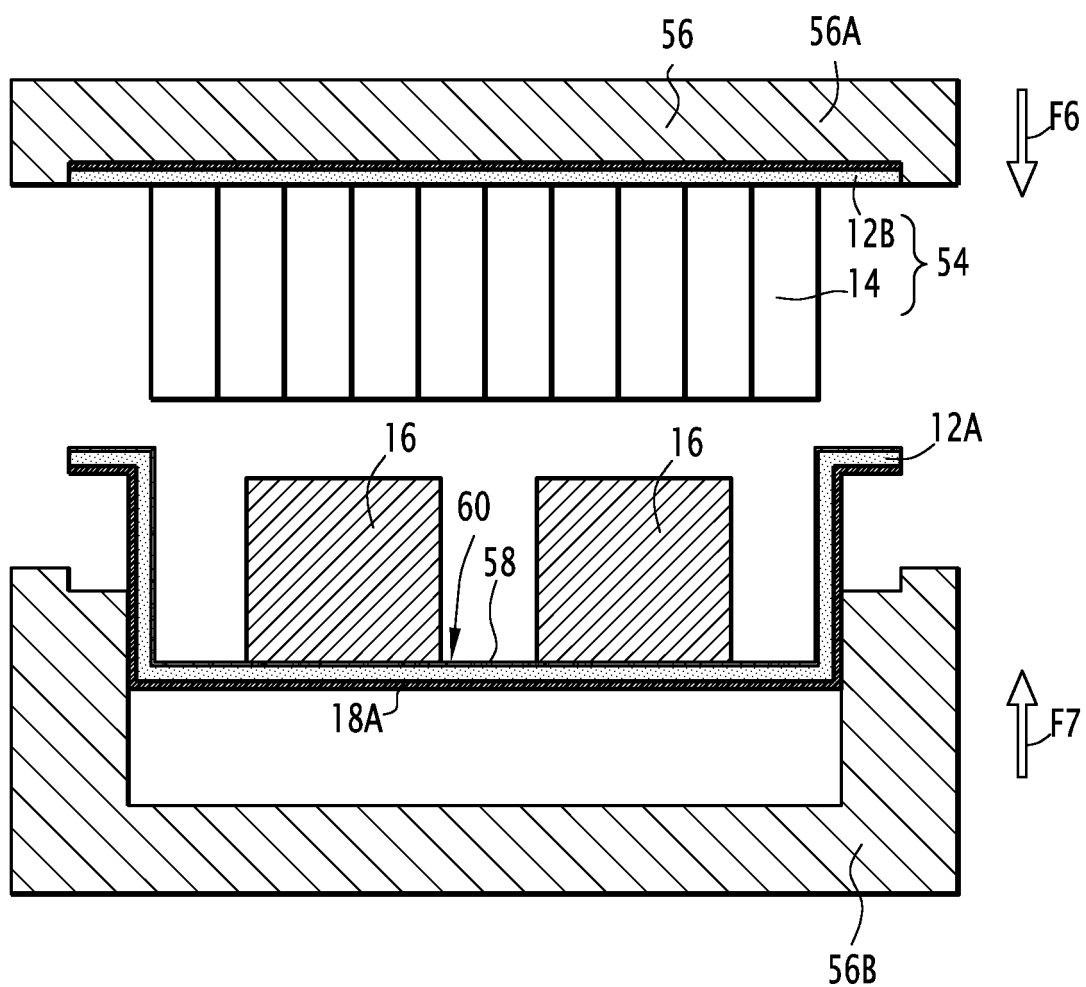


FIG. 4

2/2

**FIG. 5****FIG. 6**



**RAPPORT DE RECHERCHE
PRÉLIMINAIRE**

N° d'enregistrement
national

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

FA 793012
FR 1452528

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	WO 2012/059713 A1 (ECOTECHNILIN LTD [GB]; SWEATMAN TIMOTHY JOHN [GB]; SPINNEY DOUGLAS MON) 10 mai 2012 (2012-05-10) * page 1, ligne 35 - ligne 36 * * page 2, ligne 24 - page 3, ligne 5; figure 5 * * page 5, ligne 28 - ligne 29 * * page 14, ligne 4 - ligne 15 * -----	1-10	B32B37/02 B32B3/12 B32B27/04
A	WO 2012/056202 A1 (ECOTECHNILIN LTD [GB]; SWEATMAN TIMOTHY JOHN [GB]; SPINNEY DOUGLAS MON) 3 mai 2012 (2012-05-03) * page 2, ligne 33 - page 3, ligne 19 * * page 7, ligne 33 - page 8, ligne 21 * * page 12, ligne 24 - ligne 35 * * figure 5 * -----	1-10	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC) B29C B29D B32B B60R
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
20 novembre 2014		Bataille, Laurent	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS		T : théorie ou principe à la base de l'invention	
X : particulièrement pertinent à lui seul		E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure	
Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un		à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date	
autre document de la même catégorie		de dépôt ou qu'à une date postérieure.	
A : arrière-plan technologique		D : cité dans la demande	
O : divulgation non-écrite		L : cité pour d'autres raisons	
P : document intercalaire		
		& : membre de la même famille, document correspondant	

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 1452528 FA 793012**

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 **20-11-2014**

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
WO 2012059713 A1	10-05-2012	GB 2485165 A	09-05-2012
		WO 2012059713 A1	10-05-2012

WO 2012056202 A1	03-05-2012	EP 2632708 A1	04-09-2013
		GB 2485525 A	23-05-2012
		WO 2012056202 A1	03-05-2012
