



MINISTERE DES AFFAIRES ECONOMIQUES

NUMERO DE PUBLICATION : 1010189A3

NUMERO DE DEPOT : 09600642

Classif. Internat. : B32B E04C B29C

Date de délivrance le : 03 Février 1998

Le Ministre des Affaires Economiques,

Vu la Convention de Paris du 20 Mars 1883 pour la Protection de la propriété industrielle;

Vu la loi du 28 Mars 1984 sur les brevets d'invention, notamment l'article 22;

Vu l'arrêté royal du 2 Décembre 1986 relatif à la demande, à la délivrance et au maintien en vigueur des brevets d'invention, notamment l'article 28;

Vu le procès verbal dressé le 15 Juillet 1996 à 11H00 à l'Office de la Propriété Industrielle

ARRETE :

ARTICLE 1.- Il est délivré à : SOLVAY (Société Anonyme)
rue du Prince Albert 33, B-1050 BRUXELLES(BELGIQUE)

représenté(e)(s) par : MEYERS Liliane, SOLVAY - Département Prop. Indus., Rue de Ransbeek, 310 - 1120 BRUXELLES.

un brevet d'invention d'une durée de 20 ans, sous réserve du paiement des taxes annuelles, pour : PANNEAU COMPOSITE THERMOFORMABLE ET PROCEDE POUR SA FABRICATION.

INVENTEUR(S) : Delimoy Didier, rue Fond Delvaux 4, B-1302 Dion-Valmont (BE); Dehennau Claude, chemin des Postes 236, B-1410 Waterloo (BE)

PRIORITE(S) 16.05.96 IT ITA96SV0015

ARTICLE 2.- Ce brevet est délivré sans examen préalable de la brevetabilité de l'invention, sans garantie du mérite de l'invention ou de l'exactitude de la description de celle-ci et aux risques et périls du(des) demandeurs s).

Bruxelles, le 03 Février 1998
PAR DELEGATION SPECIALE :

L. WUYTS
CONSEILLER

Panneau composite thermoformable et procédé pour sa fabrication

La présente invention concerne un panneau composite à base de matière thermoplastique ainsi qu'un procédé de thermoformage permettant de le fabriquer.

Dans de nombreuses applications industrielles, telles que par exemple la garniture intérieure de véhicules terrestres, maritimes ou aériens, il est souhaitable
5 de disposer de panneaux composites qui soient légers et peu coûteux tout en présentant de bonnes propriétés mécaniques, en particulier en ce qui concerne leur résistance au choc et à la flexion. De préférence, ces propriétés mécaniques ne doivent pas être excessivement affectées par des températures de l'ordre de 60 à 100°C, qui sont couramment atteintes à proximité de dispositifs de propulsion
10 ou de chauffage, ou encore lorsqu'un véhicule non-ventilé est exposé au soleil.

Il est également important de pouvoir aisément donner à ces panneaux des formes variées et adaptées à leur destination, par exemple de manière à ce que certaines de leurs parties puissent servir d'accoudoirs, de cavités de rangement, de renforcements pour poignées, etc. Ces panneaux doivent donc être capables de
15 subir un thermoformage, même profond, sans se déchirer.

On trouve dans le commerce des plaques de matière thermoplastique chargées de particules de bois, qui sont largement utilisées dans l'industrie automobile. Bien que ces plaques puissent dans certains cas poser des problèmes si on les soumet à un thermoformage extrêmement profond, il serait intéressant,
20 étant donné leur faible coût et leur faible densité, de pouvoir les utiliser comme matériau de départ pour fabriquer des panneaux composites présentant les propriétés souhaitées.

Pour améliorer les propriétés mécaniques de ces plaques, on peut notamment envisager de les renforcer par des barres métalliques, des nervures,
25 etc., mais ces solutions sont complexes et empêchent le thermoformage des panneaux comprenant de telles plaques renforcées.

Par ailleurs, de bonnes propriétés mécaniques peuvent être obtenues en utilisant des plaques de matière thermoplastique comprenant des fibres de renforcement dispersées en leur sein. Toutefois, ces fibres accroissent
30 généralement le risque de déchirement en cas de thermoformage profond, et ces plaques ont une densité élevée.

A titre d'exemple, le document DE 2048311 décrit un panneau composite

à base d'une matière thermoplastique, comprenant un ou plusieurs feutres (mats) ou tissus de fibres de renforcement, de préférence textiles, ainsi que des fibres de bois uniformément dispersées dans toute son épaisseur. Cette dernière caractéristique est désavantageuse : en particulier, elle réduit la résistance mécanique du panneau et accroît les risques de déchirement lors de son thermoformage. Sans que cette explication ne soit limitative, on suspecte que la proximité, et a fortiori le contact, des fibres de bois avec les fibres de renforcement puisse par ailleurs nuire à l'ancrage de ces dernières au sein de la matière thermoplastique, accroissant ainsi le risque de déchirement lors d'un thermoformage profond. Dans le document DE 2048311, le thermoformage n'est d'ailleurs absolument pas évoqué. En outre, une seule et même matière thermoplastique est utilisée pour l'ensemble du panneau, ce qui exclut notamment l'utilisation d'un matériau optimisé, par exemple moins coûteux, dans la zone centrale. Enfin, le procédé de fabrication utilisé dans ce document ne permet pas de garantir l'uniformité de l'épaisseur de chacune des couches du panneau obtenu.

La présente invention vise dès lors à fournir un panneau composite léger, simple à fabriquer, peu coûteux, présentant une bonne résistance à la flexion et aux chocs, et capable de résister sans se déchirer à un thermoformage, même profond. Il est en outre souhaitable que ce panneau puisse être fabriqué de manière simple au départ d'une plaque de matière thermoplastique renforcée de particules cellulosiques, telle qu'une plaque WOOD-STOCK®.

De manière plus précise, l'invention concerne un panneau composite comprenant au moins trois couches à base de matière thermoplastique, parmi lesquelles une couche interne (A) contenant des particules cellulosiques dispersées en son sein, ainsi que deux couches latérales (B), disposées de part et d'autre de ladite couche interne, renforcées par des tissus de fibres de renforcement et substantiellement exemptes de particules cellulosiques.

La matière thermoplastique constitutive de chacune des couches (A) et (B) comprend essentiellement un ou plusieurs polymères thermoplastiques, tels que par exemple des polyoléfines, des polyamides, des polymères fluorés ou des polymères vinyliques. De très bons résultats ont été obtenus avec des polyoléfines telles que des homo- et copolymères d' α -oléfines, et en particulier du propylène. Les copolymères éventuellement utilisés comprennent avantagement au moins 70 % en masse de propylène. D'excellents résultats ont été obtenus avec du polypropylène (PP) homopolymère, c'est-à-dire comprenant au moins 99 % en masse de propylène.

Outre ce ou ces polymères, la matière thermoplastique peut encore comprendre un ou plusieurs additifs usuels tels que stabilisants, lubrifiants, antioxydants, pigments, agents antistatiques, compatibilisants, agents de couplage, etc. Les quantités de tels additifs peuvent être quelconques ; elles sont
5 généralement modérées. De préférence, aucun additif n'est présent en des quantités excédant 10 % par rapport à la masse de la matière thermoplastique.

Les matières thermoplastiques constituant la couche interne (A) et chacune des deux couches latérales (B) peuvent être identiques ou différentes. Avantageusement, on utilise pour la couche interne (A) une matière
10 thermoplastique différente, en particulier présentant des propriétés mécaniques moins homogènes ou moins élevées que la ou les matières thermoplastiques constitutives des couches latérales (B). Il peut notamment s'agir d'une mousse ou encore, plus avantageusement, d'une matière thermoplastique recyclée, moins coûteuse.

Dans le cas où les matières thermoplastiques constitutives de deux
15 couches adjacentes sont de natures différentes, il est souhaitable que les polymères compris dans ces matières thermoplastiques présentent une compatibilité mutuelle suffisante, afin qu'il ne soit pas nécessaire d'interposer une couche d'adhésif entre ces deux couches. Il peut avantageusement s'agir de
20 différentes polyoléfines. Selon une variante avantageuse, la matière thermoplastique constitutive de chacune des couches (A) et (B) comprend au moins 50 % en masse d'une ou plusieurs polyoléfines (par rapport à la masse totale des polymères de la couche en question). De préférence, on utilise comme polyoléfine(s) un ou plusieurs polymères du propylène. De manière
25 particulièrement préférée, la matière thermoplastique constitutive de chacune des couches (A) et (B) comprend au moins 70 % en masse de propylène, lequel peut aussi bien être contenu dans un homopolymère, dans un copolymère ou dans un mélange de plusieurs homo- et/ou copolymères.

Tout type de particule cellulosique peut être utilisé dans la couche interne
30 (A), notamment de la sciure de bois, de la farine de bois, des fibres de bois, des particules de papier ou de carton, ou des fibres végétales telles que des fibres de lin, de coton ou de bambou, des déchets de paille, ainsi que leurs mélanges. Ces particules ont de préférence des dimensions moyennes d'environ 0,1 à 3 mm. Il est souhaitable que leur teneur en eau ne dépasse pas 15 % en masse. En vue
35 d'améliorer l'adhérence des particules cellulosiques à la matière thermoplastique constitutive de la couche interne (A), il peut être utile de les compatibiliser, par

exemple par addition d'une faible quantité d'agents compatibilisants tels que des organosilanes insaturés (vinyltriéthoxysilane, gamma-méthacryloxypropyltriméthoxysilane, etc.), ainsi qu'éventuellement un ou des peroxydes. L'effet de tels agents compatibilisants peut encore être accru par
5 l'utilisation conjointe de faibles quantités d'agents réticulants appropriés, par exemple des tri-, tétra- ou penta-acrylates de polyols. Une autre méthode de compatibilisation consiste à utiliser une matière thermoplastique comprenant un ou plusieurs polymères modifiés de manière à présenter une affinité accrue vis-à-vis des particules cellulosiques, tels qu'une polyoléfine greffée par de l'anhydride
10 maléique.

La concentration des particules cellulosiques au sein de la couche interne (A) est généralement d'au moins 30 parties en masse (par rapport à 100 parties en masse de matière thermoplastique), de préférence d'au moins 70 parties. Par ailleurs, cette concentration est généralement d'au plus 250 parties, et de
15 préférence d'au plus 150 parties.

A titre d'exemple, de très bons résultats ont été obtenus en utilisant comme couche interne (A) des plaques de PP chargées de particules de bois commercialisées sous la marque WOOD-STOCK® par la société G.O.R. Applicazioni Speciali.

20 Chacune des deux couches latérales (B) comprend un ou plusieurs tissus de fibres de renforcement, qui peuvent être de tout type connu. On préfère utiliser des fibres inorganiques, par exemple des fibres de carbone, de verre ou de métal. De très bons résultats ont été obtenus avec des tissus de fibres de verre. Ces fibres ont une longueur élevée, généralement de plusieurs décimètres ; leur
25 longueur correspond souvent au moins à la longueur ou à la largeur du panneau. Ces fibres sont avantageusement compatibles, ou rendues compatibles, avec la matière thermoplastique ; à cette fin, elles peuvent notamment être munies d'un ensimage approprié, par exemple à base de silanes. Plusieurs types différents de fibres peuvent être utilisés conjointement.

30 Il est préférable que les tissus de fibres utilisés présentent une structure favorisant leur ancrage au sein de la matière thermoplastique. On peut notamment, à cette fin, utiliser des tissus à mailles ouvertes, de façon à ce que la matière thermoplastique puisse y pénétrer. On peut aussi fabriquer les couches latérales (B) à partir de tissus de fibres de renforcement et de fibres de matière
35 thermoplastique comêlées. De plus amples détails quant à la fabrication des couches (A) et (B) sont fournis ci-dessous, en relation avec le procédé.

Quel que soit le mode de fabrication des couches latérales (B), leur matière thermoplastique constitutive est de préférence homogène ; en particulier, elle ne présente pas une structure fibreuse, même dans le cas de couches (B) fabriquées au départ de tissus co-mêlés de fibres de renforcement et de fibres thermoplastiques.

L'utilisation de tissus de fibres de renforcement conduit à des performances mécaniques plus élevées que les autres types de renforcement à base de fibres tels que fibres courtes uniformément dispersées ou feutres (mats). En outre, elle réduit très fortement les risques de déchirement du panneau en cas de thermoformage profond. Ce résultat est surprenant dans la mesure où la déformabilité d'un article à base de matière thermoplastique renforcé par un tissu de fibres est a priori considéré comme plus faible que si cet article était renforcé par des fibres courtes, par exemple.

La concentration des fibres de renforcement au sein de chacune des couches latérales (B) est généralement de l'ordre de 10 à 70 % (par rapport au poids total de chacune des couches (B)). Lorsqu'on exprime cette concentration par rapport à la masse du panneau tout entier, on en arrive à des valeurs nettement plus faibles que dans les panneaux uniformément chargés de fibres, pour des propriétés mécaniques comparables, ce qui conduit à une masse spécifique et à un coût matière plus faibles.

Comme exposé précédemment, les deux couches latérales (B) sont substantiellement exemptes de particules cellulosiques, c'est-à-dire qu'elles en contiennent moins de 5 % en masse. Idéalement, ces couches sont totalement exemptes de particules cellulosiques.

Outre les constituants mentionnés ci-dessus, les couches (A) et/ou (B) peuvent optionnellement contenir une ou plusieurs charges inorganiques classiques telles que carbonate de calcium, talc, etc.

Les épaisseurs des couches (A) et (B) peuvent être librement choisies en fonction des exigences imposées au panneau composite. L'épaisseur de la couche interne (A) est généralement d'au moins 1 mm. Elle est généralement d'au plus 4 mm. Par ailleurs, l'épaisseur de chacune des couches latérales (B) est généralement d'au moins 0,1 mm. Elle est en outre généralement d'au plus 0,5 mm.

Selon une variante avantageuse, le rapport entre l'épaisseur de la couche centrale (A) et celle de chacune des couches latérales (B) est compris entre 2 et 40.

Outre la couche interne (A) et les deux couches latérales (B), le panneau composite de l'invention peut éventuellement comprendre une ou plusieurs autres couches de matériaux quelconques, pour autant que leur présence ne perturbe pas le thermoformage du panneau. Ces couches supplémentaires sont toutefois de
5 préférence également à base de matière thermoplastique. Il peut notamment s'agir d'une mince couche décorative de matière thermoplastique appliquée sur au moins une partie de la surface extérieure de l'une des couches latérales (B), ou de chacune des deux couches latérales (B). De telles couches décoratives peuvent par exemple être réalisées à base de PVC ou de polyoléfines, éventuellement sous
10 la forme d'une couche de mousse à surface fermée, et peuvent éventuellement être grainées ou texturées. En cas de besoin, une couche d'adhésif peut être interposée entre une couche latérale (B) et une éventuelle couche décorative superficielle adjacente.

Les couches latérales (B) ne sont pas forcément immédiatement
15 adjacentes à la couche interne (A). Par ailleurs, une ou plusieurs autres couches peuvent éventuellement être disposées du côté d'une couche latérale (B) opposé au côté où se trouve la couche interne (A), c'est-à-dire plus près de l'une des deux surfaces extérieures du panneau. Ainsi, par exemple, des panneaux composites présentant les structures suivantes pourraient répondre à la définition de
20 l'invention : B/A/B, D/B/A/B/D, D/B/A/B, B/D/A/B, B/D/A/D/B, D/B/D/A/B (D représentant une couche quelconque, ou même plusieurs couches quelconques).

Pour des raisons de résistance mécanique, il est toutefois souhaitable que les couches latérales (B), et en particulier les tissus de fibres de renforcement qu'elles contiennent, ne soient pas trop éloignées des surfaces extérieures du
25 panneau. On préfère que la distance (mesurée perpendiculairement à l'épaisseur du panneau) séparant le centre de l'épaisseur de chaque couche latérale (B) de la surface extérieure du panneau la plus proche n'excède pas la distance séparant les centres de l'épaisseur des couches (A) et (B).

Les panneaux composites de l'invention peuvent notamment être utilisés
30 dans l'habillage intérieur de véhicules, par exemple pour fabriquer des tableaux de bord, des plages arrière, des garnitures de portières, des éléments de carrosserie, etc.

Les panneaux peuvent être fabriqués par tout procédé connu, continu ou discontinu, notamment par laminage ou pressage à chaud des différentes couches.
35 Dans le cas où les panneaux sont fabriqués au départ de plaques de matière thermoplastique renforcées de particules cellulosiques telles que des plaques

WOOD-STOCK, la fabrication des panneaux composites de l'invention peut avantageusement s'effectuer en ligne avec la fabrication desdites plaques, ce qui évite de devoir réchauffer celles- Un autre procédé de fabrication des panneaux, particulièrement avantageux, est décrit ci-après.

5 En raison des avantages qu'offrent les panneaux de l'invention lorsqu'on les thermoforme, l'invention concerne également un panneau tel que décrit ci-dessus, thermoformé. Par panneau thermoformé, on entend désigner un panneau qui a été mis en forme de telle façon qu'au moins une de ses parties subisse une déformation qui, mesurée perpendiculairement au plan moyen du panneau, vaut
10 au moins 2 fois son épaisseur, et en particulier au moins 10 fois son épaisseur.

Un autre aspect de la présente invention concerne un procédé particulier permettant la fabrication d'un panneau composite tel que décrit ci-dessus.

Selon les procédés antérieurement connus, une première étape de fabrication permet d'obtenir un panneau composite plan, par exemple par
15 laminage ou pressage à chaud de différentes couches. Ce panneau peut ensuite être thermoformé dans une seconde étape. Le thermoformage est donc appliqué à un panneau composite monolithique, d'épaisseur parfois élevée, ce qui conduit généralement à des déchirements en cas de thermoformage profond. De manière générale, le thermoformage consiste à disposer le panneau entre deux demi-
20 moules présentant chacun la forme de l'article que l'on souhaite obtenir, et appliquer au moyen de ceux-ci une pression élevée au panneau, après l'avoir chauffé. Les deux demi-moules sont généralement qualifiés de demi-moules mâle et femelle respectivement, selon leur forme.

La présente invention vise également à fournir un procédé simple de
25 fabrication de panneaux composites tels que définis ci-dessus, qui permette d'assembler leurs différentes couches et de les thermoformer, même profondément, simultanément, sans provoquer de déchirement.

De manière plus précise, un autre objet de la présente invention concerne un procédé de thermoformage d'un panneau composite comprenant au moins trois
30 couches à base de matière thermoplastique, parmi lesquelles une couche interne (A) contenant des particules cellulosiques dispersées en son sein, ainsi que deux couches latérales (B), disposées de part et d'autre de ladite couche interne, renforcées par des tissus de fibres de renforcement et substantiellement exemptes de particules cellulosiques, selon lequel ces différentes couches sont assemblées et
35 thermoformées simultanément, sans assemblage préalable des couches (A) et (B).

Ce procédé regroupe l'assemblage et le thermoformage, ce qui conduit à

une économie de temps et d'énergie, étant donné qu'un seul chauffage suffit pour assembler les différentes couches et pour simultanément thermoformer le panneau composite ainsi obtenu.

5 Que l'assemblage et le thermoformage des différentes couches soient simultanés signifie que ces deux opérations se déroulent au même moment - et donc forcément dans le même moule - pour chacune des zones du panneau, considérées cependant isolément les unes des autres. Ceci n'exclut donc pas que les couches soient assemblées et thermoformées dans certaines zones du panneau avant d'autres, ce qui est notamment le cas lorsqu'on utilise un moule comprenant
10 une ou plusieurs pièces rétractables, initialement saillantes, permettant d'assembler et thermoformer simultanément les couches dans une ou plusieurs zones fortement déformées du panneau avant de procéder à leur assemblage et thermoformage simultané dans les autres zones du panneau.

D'autres avantages de ce procédé sont liés aux propriétés des panneaux
15 composites qu'il permet d'obtenir. Ainsi, de manière surprenante, on a constaté que ce procédé conduisait à des panneaux présentant un état de surface nettement meilleur que les procédés connus. En outre, on a constaté que le fait de procéder à la mise en oeuvre sans jonction préalable des couches (A) et (B) réduit considérablement les risques de déchirement lors du thermoformage, en
20 particulier en cas d'un thermoformage profond. Par thermoformage profond, on entend désigner un thermoformage tel qu'au moins une partie du panneau subit lors du thermoformage une déformation qui, mesurée perpendiculairement au plan moyen du panneau, vaut au moins 5 fois son épaisseur, et en particulier au moins 15 fois son épaisseur. Le procédé est spécialement avantageux lorsque la pente
25 d'au moins une zone du bord de la partie déformée forme un angle d'au moins 30° par rapport au plan moyen du panneau.

Généralement, avant de procéder au thermoformage, on dispose les différentes couches dans un cadre métallique, de telle façon toutefois que leur glissement relatif soit possible. A cette fin, on peut par exemple utiliser un cadre
30 comprenant deux parties semblables que l'on dispose de part et d'autre des différentes couches empilées les unes sur les autres, de manière à les pincer et à les tendre tout en les soumettant à une pression bien déterminée sur leur périphérie. Cette pression doit être suffisamment élevée pour que les différentes couches soient tendues et substantiellement planes, mais suffisamment faible pour
35 permettre un déplacement des couches ou de certaines de leurs parties en cas de besoin, pour éviter toute déchirement. On peut notamment utiliser un cadre muni

de ressorts ou de vérins disposés à intervalles réguliers sur sa périphérie, de façon à exercer une pression déterminée sur la périphérie de l'empilement des couches. Il est souhaitable que les différentes couches aient des dimensions supérieures à celles de ce cadre, et y soient disposées de manière à en déborder, afin qu'elles restent toujours pincées par le cadre même après un léger déplacement latéral éventuel. Il est par ailleurs évident que le cadre utilisé doit avoir des dimensions supérieures à celles du moule, afin de ne pas empêcher sa fermeture.

En vue du thermoformage, les différentes couches peuvent être préchauffées ensemble, après avoir été superposées, ou bien séparément, avant d'être superposées.

Selon une première variante de réalisation, l'empilement des différentes couches, solidarisé par un cadre tel que décrit ci-dessus ou par tout dispositif équivalent, est alors placé dans un four, par exemple à infrarouges, dans lequel il est chauffé au-delà de la température de mise en oeuvre de la matière thermoplastique qui a la température de mise en oeuvre la plus élevée. Pour une matière thermoplastique semi-cristalline (polyoléfines, etc.), cette température est légèrement supérieure à sa température de fusion (T_f) ; pour une matière thermoplastique amorphe (PVC, etc.), elle est généralement de l'ordre de $T_g + 100^\circ\text{C}$, T_g désignant sa température de transition vitreuse. A titre d'exemple, lorsque chacune des couches (A) et (B) est à base de PP ($T_f \approx 160^\circ\text{C}$), on chauffe l'empilement à une température d'environ $190^\circ\text{C} (\pm 20^\circ\text{C})$.

Bien que les différentes couches ne soient pas assemblées avant leur thermoformage, elles sont empilées les unes sur les autres, et leur simple contact suffit généralement à assurer le chauffage de la couche interne par l'intermédiaire des couches extérieures. Le choix d'un rayonnement infrarouge de longueur d'onde appropriée permet par ailleurs d'influencer sa pénétration dans les couches de matière thermoplastique. Il peut également être utile de conférer aux différentes couches des pouvoirs d'absorption différents au moyen de pigments et/ou de charges appropriées. Ainsi, par exemple, de très bons résultats ont été obtenus en utilisant des couches latérales non-pigmentées et une couche interne (A) de couleur sombre.

On peut également préchauffer séparément la couche interne (A), puis y adjoindre les autres couches non préchauffées : étant donné que celles-ci sont généralement plus minces, leur simple contact avec la couche interne permettra généralement de les porter à la température désirée.

Ensuite, l'empilement préchauffé est rapidement introduit dans un moule

de thermoformage, où l'on procède simultanément à l'assemblage des couches et à leur thermoformage en leur appliquant une pression élevée. Généralement, le moule est refroidi, et on laisse le panneau s'y refroidir sous pression jusqu'à une température déterminée, par exemple jusqu'à 50°C, avant de l'en extraire. La

5 durée de ce pressage dépend notamment de l'épaisseur du panneau.

Selon une autre variante, le chauffage et le thermoformage peuvent tous deux s'effectuer dans le moule. Ainsi, par exemple, on peut directement disposer l'empilement des différentes couches, sans préchauffage, entre deux demi-moules fixés aux deux mâchoires d'une presse chauffante. Ces mâchoires, et donc le

10 moule, sont d'abord refermées partiellement, de façon à ce que les deux demi-moules entrent en contact avec l'empilement. Le moule n'est refermé complètement que lorsque l'empilement a atteint la température nécessaire à son thermoformage. Il va de soi que le temps de séjour dans la presse chauffante nécessitera dans ce cas une durée beaucoup plus importante que dans le cas

15 précédent, généralement de l'ordre de plusieurs minutes, afin de permettre à chacune des couches d'atteindre la température nécessaire au thermoformage. Bien qu'après le thermoformage le refroidissement du panneau puisse éventuellement se faire dans la même presse, cette variante particulière imposerait à la presse une alternance de chauffages et de refroidissements, ce qui accroîtrait

20 la durée du procédé. Il est donc préférable, lorsque cette variante est retenue, d'utiliser une presse chauffante et une presse refroidie. Dans ce cas, une fois que le thermoformage proprement dit est terminé, on détache le moule des mâchoires de la presse chauffante, sans l'ouvrir, et on l'installe dans la presse refroidie, où le panneau qu'il contient peut se refroidir sous pression.

25 Comme exposé ci-dessus, les couches (A) et (B) ne sont pas jointes avant leur thermoformage, ni directement ni indirectement, mais sont simplement empilées les unes sur les autres. En ce qui concerne les éventuelles couches supplémentaires, elles peuvent indifféremment être préassemblées à l'une des couches (A) et (B), ou bien n'être préalablement jointes à aucune autre couche.

30 Dans certains cas, par exemple, il se peut qu'on dispose de couches latérales (B) déjà revêtues d'une mince couche décorative (D) : dans ce cas, on peut assembler et thermoformer en une seule étape les 3 "couches" (D+B), A et (B+D).

Selon une variante avantageuse, le procédé est effectué dans un moule de thermoformage comprenant un demi-moule mâle et un demi-moule femelle, et on

35 crée une dépression dans le demi-moule femelle pendant au moins une partie du thermoformage ; de préférence, on y réduit la pression à une valeur de 0,05 à

0,02 MPa. Selon cette variante, l'empilement des couches est déposé sur le demi-moule femelle, en contact avec toute sa périphérie, ce qui définit un volume clos pour autant que la forme du demi-moule femelle s'y prête. On met alors ce volume en dépression. La dépression ainsi appliquée ne permet en général pas de provoquer à elle seule l'application de l'empilement des couches contre toute la surface du demi-moule femelle. Elle permet toutefois d'éviter que seul le moule exerce une pression sur l'empilement des couches, et de rendre cette pression plus homogène ; en effet, la pression exercée par le moule est généralement très localisée, en particulier aux arêtes des zones déformées, ce qui accroît les risques de déchirement à ces endroits. La dépression peut notamment être obtenue en prévoyant dans le demi-moule femelle une ou plusieurs ouvertures de très faible diamètre que l'on relie à une pompe à vide extérieure. Cette variante réduit le risque de déchirement du panneau et permet d'obtenir un état de surface d'une qualité surprenante.

Selon une variante simple, à la fois la couche interne (A) et les couches latérales (B) sont fabriquées séparément, dans des étapes antérieures au thermoformage, et se présentent chacune sous la forme de plaques homogènes de matière thermoplastique comprenant différents renforts ou charges.

La couche interne (A) peut être fabriquée d'une manière connue en soi, par exemple par l'extrusion d'une matière thermoplastique à laquelle a été mélangée la quantité voulue de particules cellulosiques, au moyen d'une extrudeuse munie d'une filière plate, éventuellement suivie d'une calandre.

Les couches latérales (B) peuvent également être fabriquées par toute technique appropriée, par exemple par l'imprégnation d'un tissu de fibres par une matière thermoplastique fondue, ou par le laminage d'un tissu de fibres entre deux feuilles de matière thermoplastique chauffées. Les couches latérales (B) peuvent encore être fabriquées au départ d'un ou plusieurs tissus de fibres de renforcement et de fibres de matière thermoplastique comêlées ("tissus comêlés"), tels que par exemple le matériau composite polypropylène-fibres de verre TWINTEX[®] de VETROTEX. En effet, en portant de tels tissus comêlés à une température supérieure à la température de fusion des fibres de matière thermoplastique qu'ils contiennent, en les pressant puis en les refroidissant (en bref, en "consolidant" ces tissus), on obtient également des plaques homogènes de matière thermoplastique renforcées de tissus de fibres de renforcement. Dans les plaques de ce type obtenues au départ de tissus comêlés, l'ancrage des fibres de renforcement au sein de la matière thermoplastique est particulièrement bon.

Selon une autre variante avantageuse, les couches latérales (B) ne sont pas mises en oeuvre sous la forme de telles plaques homogènes, mais sont directement mises en oeuvre sous la forme de tissus comêlés de fibres de renforcement et de fibres de matière thermoplastique, tels que décrits ci-dessus, sans étape préalable de consolidation de ces tissus en plaques homogènes (c'est-à-dire de plaques dont la matière thermoplastique constitutive est homogène). L'utilisation de tels tissus comêlés conduit à des avantages supplémentaires : en particulier, elle permet de réaliser des thermoformages encore plus profonds sans risque de déchirement. En outre, les panneaux ainsi obtenus sont plus homogènes.

Dans les tissus comêlés préférés, la proportion des fibres de renforcement est de 30 à 70 % par rapport au poids total de ces tissus.

Exemples

Les exemples suivants illustrent, de façon non limitative, le fonctionnement et les avantages des panneaux de l'invention et de leur procédé de fabrication. L'exemple 3 est conforme à l'invention, et les exemples 1R, 2R et 4R sont donnés à titre de comparaison.

Exemples 1R à 4R - Propriétés de différents panneaux composites

On a fabriqué 4 panneaux composites différents, par un procédé de thermoformage en deux étapes : le réchauffage et le thermoformage proprement dit dans une première presse, chauffée, et un refroidissement sous pression dans une seconde presse, refroidie, dans laquelle on transfère le moule contenant le panneau après son thermoformage. Les conditions opératoires étaient les suivantes :

	Presse chaude	Presse froide
température du moule	210 °C	20 °C
température de la matière	200 °C (au moment du thermoformage)	refroidissement jusqu'à 50 °C
temps de séjour	15 minutes	5 minutes
pression exercée	0,15 MPa	1,6 MPa

Les différents panneaux mesuraient 250 × 350 mm, et présentaient la structure suivante :
(1R) plaque WOOD-STOCK (commercialisée par G.O.R. Applicazioni Speciali),

constituée de PP chargé de 50 % en masse de particules de bois, d'une épaisseur de 2,5 mm.

(2R) panneau obtenu par pressage à chaud d'un empilement de 4 couches de tissus équilibrés (c'est-à-dire comprenant le même nombre de fibres par unité de longueur dans chacune des deux directions principales) de fibres comêlées de verre et de PP. Ces tissus présentent une masse surfacique de 600 g/m² et une teneur massique en fibres de verre de 60 %.

(3) panneau conforme à l'invention, constitué d'une âme centrale qui est une plaque WOOD-STOCK de 1,6 mm d'épaisseur (teneur pondérale en fibres de bois : 50 %), emprisonnée entre deux couches latérales d'une épaisseur de 0,35 mm, réalisées au départ de tissus comêlés tels que décrits ci-dessus.

(4R) plaque AZDEL[®] PM 10400, consistant en une plaque de polypropylène renforcée par un feutre isotrope (mat) de fibres de verre longues.

Les panneaux composites ainsi réalisés présentaient les propriétés suivantes. La résistance au choc a été évaluée au moyen d'un test Charpy non-entaillé (norme ISO 179 (1993)).

Exemples →	1R	2R	3	4R
Masse spécifique : D (10 ³ kg/m ³)	1,1	1,5	1,2	1,2
Teneur en fibres de verre (% en masse)	0	60	23	40
Module de flexion :				
à 20°C : F ₂₀ (MPa)	3000	11700	9600	5500
à 100°C : F ₁₀₀ (MPa)	1300	8700	7500	3300
Rapport F ₁₀₀ /F ₂₀	0,433	0,744	0,833	0,6
Rapport F ₂₀ /D	2727	7800	8000	4583
Rapport F ₁₀₀ /D	1182	5800	6250	2750
Résistance au choc (kJ/m ²)	4	130	95	30 à 40

On constate clairement que les panneaux conformes à l'invention ont une faible masse spécifique (D), une bonne résistance au choc, ainsi qu'un module de flexion élevé (en particulier lorsqu'on l'exprime par unité de masse - cf. les rapports F₂₀/D et F₁₀₀/D), et relativement indépendant de la température (cf. le rapport F₁₀₀/F₂₀) ; et ce malgré une teneur relativement faible en fibres de verre (23 %).

Exemples 5 - Thermoformage

On installe successivement dans un cadre :

- un tissu de fibres comêlées de verre et de polypropylène tel que décrit ci-dessus,
- une plaque WOOD-STOCK de 2 mm d'épaisseur, et
- 5 - une autre couche du même tissu de fibres comêlées.

L'empilement des trois couches est chauffé par rayonnement infrarouge jusqu'à une température de 190°C, et introduit dans un moule de thermoformage conditionné à une température de 30°C ± 10°C, dont la partie mâle, fixée au plateau supérieur d'une presse, comporte une protubérance tronconique de 22 cm
10 de diamètre (à la base) et de 55 mm de hauteur, avec un angle de dépouille de 5°, et dont la partie femelle, fixée au plateau inférieur de la presse, comporte une cavité de forme correspondante. On procède au pressage sous une pression de 1,6 MPa. A l'ouverture du moule, on remarque que la couche interne (plaque
15 WOOD-STOCK) n'est pas déchirée et adhère aux 2 couches latérales ; le panneau obtenu ne présente pas de déformation anormale (autre que celle visée).

Exemples comparatifs 6R et 7R - Thermoformage

- On répète l'exemple 5 en utilisant exclusivement une plaque WOOD-STOCK, sans aucune couche latérale (avec préchauffage à 175°C au lieu de 190°C). Le panneau obtenu après thermoformage est déchiré.
- 20 On répète l'exemple 5 en utilisant exclusivement une plaque Azdel identique à celle utilisée dans l'exemple 4R, sans aucune couche latérale (avec préchauffage à 190°C). Le panneau obtenu est également déchiré.

REVENDEICATIONS

1 - Panneau composite comprenant au moins trois couches à base de matière thermoplastique, parmi lesquelles une couche interne (A) contenant des particules cellulosiques dispersées en son sein, ainsi que deux couches latérales (B), disposées de part et d'autre de ladite couche interne, renforcées par des tissus de fibres de renforcement et substantiellement exemptes de particules cellulosiques.

2 - Panneau selon la revendication 1, dans lequel la matière thermoplastique constitutive de chacune des couches (A) et (B) comprend au moins 50 % en masse d'une ou plusieurs polyoléfines.

3 - Panneau selon l'une des revendications précédentes, dans lequel la matière thermoplastique constitutive de chacune des couches (A) et (B) comprend au moins 70 % en masse de propylène.

4 - Panneau selon l'une des revendications précédentes, dans lequel les tissus de fibres de renforcement sont des tissus de fibres de verre.

5 - Panneau selon l'une des revendications précédentes, dans lequel la matière thermoplastique constitutive des couches latérales (B) est homogène.

6 - Panneau selon l'une des revendications précédentes, thermoformé.

7 - Procédé de thermoformage d'un panneau composite comprenant au moins trois couches à base de matière thermoplastique, parmi lesquelles une couche interne (A) contenant des particules cellulosiques dispersées en son sein, ainsi que deux couches latérales (B), disposées de part et d'autre de ladite couche interne, renforcées par des tissus de fibres de renforcement et substantiellement exemptes de particules cellulosiques, selon lequel ces différentes couches sont assemblées et thermoformées simultanément, sans assemblage préalable des couches (A) et (B).

8 - Procédé selon la revendication précédente, dans lequel au moins une partie du panneau subit lors du thermoformage une déformation qui, mesurée perpendiculairement au plan moyen du panneau, vaut au moins 5 fois son épaisseur.

9 - Procédé selon l'une des revendications 7 ou 8, dans lequel le procédé est effectué dans un moule de thermoformage comprenant un demi-moule mâle et un demi-moule femelle, et on crée une dépression dans le demi-moule femelle pendant au moins une partie du thermoformage.

- 5 10 - Procédé selon l'une des revendications 7 à 9, dans lequel les couches latérales (B) sont directement mises en oeuvre sous la forme de tissus comelés de fibres de renforcement et de fibres de matière thermoplastique, sans étape préalable de consolidation de ces tissus en plaques homogènes.



Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE
établi en vertu de l'article 21 § 1 et 2
de la loi belge sur les brevets d'invention
du 28 mars 1984

Numero de la demande
nationale

BO 6163
BE 9600642

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Categorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int.Cl.6)
A	DE-A-40 16 409 (BASF AG) 28 Novembre 1991 * colonne 1, ligne 68 - colonne 2, ligne 4; revendications * * colonne 2, ligne 28 - ligne 32 *	1-10	B32B27/12 B32B27/18 B32B5/28 E04C2/24 B29C70/02
D,A	DE-A-20 48 311 (BASF AG) 6 Avril 1972 * revendication *	1	
A	DE-U-94 07 109 (MESSING OLIVER) 4 Août 1994 * page 3, ligne 5 - ligne 14; revendications; figures *	1-6	
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 95, no. 008 & JP-A-07 217195 (OKURA IND CO LTD), 15 Août 1995, * abrégé *	1	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.Cl.6)
			B32B E04C B29C
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
22 Janvier 1997		Pamies Olle, S	
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES			
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 antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons A : membre de la même famille, document correspondant	

1

EPO FORM 1500 03.92 (P04C08)

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET BELGE NO.**

**B0 6163
BE 9600642**

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

Lesdits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du

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

22-01-1997

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
DE-A-4016409	28-11-91	AUCUN	

DE-A-2048311	06-04-72	AUCUN	

DE-U-9407109	04-08-94	AUCUN	
