

(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
COURBEVOIE

(11) Nº de publication : **3 050 684**
(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

(21) Nº d'enregistrement national : **17 53836**

(51) Int Cl⁸ : **B 29 C 73/10** (2017.01), **B 29 C 73/30**

(12)

BREVET D'INVENTION

B1

(54) REPARATION ESTHETIQUE D'UN COMPOSITE THERMOPLASTIQUE DE FIBRES DE CARBONE.

(22) Date de dépôt : 02.05.17.

(30) Priorité : 02.05.16 US 15/144625.

(60) Références à d'autres documents nationaux apparentés :

Demande(s) d'extension :

(71) Demandeur(s) : GM GLOBAL TECHNOLOGY OPERATIONS LLC —US et TEIJIN LIMITED — JP.

(43) Date de mise à la disposition du public de la demande : 03.11.17 Bulletin 17/44.

(45) Date de la mise à disposition du public du brevet d'invention : 16.10.20 Bulletin 20/42.

(72) Inventeur(s) : HUANG XIAOSONG, ZHAO SELINA X., BERGER ELISABETH J., RODGERS WILLIAM R., RYUTANI TOMOHIRO et NOVAK GLEN E..

(56) Liste des documents cités dans le rapport de recherche :

Se reporter à la fin du présent fascicule

(73) Titulaire(s) : GM GLOBAL TECHNOLOGY OPERATIONS LLC, TEIJIN LIMITED.

(74) Mandataire(s) : REGIMBEAU.



REPARATION ESTHETIQUE D'UN COMPOSITE THERMOPLASTIQUE DE
FIBRES DE CARBONE

DOMAINE

[1] La présente description concerne la réparation de composites de fibres de carbone
5 par utilisation d'empâcements de réparation.

ARRIERE-PLAN

[2] Cette section présente des informations d'arrière-plan concernant la présente description, ne constituant pas nécessairement la technique antérieure.

[3] Les caisses de véhicules gèrent de façon souhaitable les charges appliquées durant 10 des conditions de service normales, ainsi que dans des conditions extraordinaires, telles qu'une collision ou lors d'une exposition à un impact ou à des forces excessives. Les caisses de véhicules sont de plus en plus construites par utilisation de matériaux tels que des composites à base de polymères qui offrent des rapports de la résistance au poids plus élevés que ceux de l'acier à faible teneur en carbone utilisé dans les conceptions 15 traditionnelles. Les composites polymères en particulier sont utiles dans les automobiles, et on s'attend à ce que leur utilisation continue d'augmenter dans le futur dans un effort pour réduire encore davantage la masse des véhicules. Toutefois, les composites polymères posent de plus grandes difficultés lorsqu'une réparation est requise, en comparaison avec 20 les matériaux métalliques conventionnels. Par conséquent, le développement d'un procédé de réparation efficace de défauts dans des structures composites endommagées ou rayées reste important.

RESUME

[4] Cette section présente un résumé général de la description, et ne constitue pas une description exhaustive de la totalité de sa portée ou de toutes ses caractéristiques.

[5] La technologie actuelle propose un procédé pour réparer un défaut dans une structure composite polymère. Le procédé comprend la disposition d'un empiècement, qui peut être un empiècement polymère, sur un défaut dans une structure composite polymère. Le procédé comprend aussi la disposition d'un feuillet texturé sur l'empiècement polymère. Le feuillet texturé a une première texture de surface qui est un négatif d'une deuxième texture de surface de la structure composite polymère. Une pression peut ensuite être appliquée à l'empiècement polymère et au feuillet texturé. Le procédé comprend en outre le chauffage de l'empiècement polymère. De cette manière, un défaut dans la structure composite polymère peut être réparé.

[6] La technologie actuelle propose aussi un autre procédé pour réparer un défaut dans une structure composite polymère. Le procédé comprend éventuellement le remplissage d'un défaut dans une structure composite polymère ayant une texture de surface avec un matériau de remplissage. Un empiècement polymère est ensuite disposé sur le défaut, l'empiècement polymère ayant une première couleur qui correspond à une deuxième couleur de la structure composite polymère. Un feuillet texturé est disposé sur l'empiècement polymère, le feuillet texturé ayant une texture de surface qui est un négatif de la texture de surface de la structure composite polymère. Une source de chaleur peut être disposée sur le feuillet texturé, tandis qu'une source de pression peut être disposée sur la source de chaleur. Le procédé comprend aussi l'application d'une pression à l'empiècement polymère et au feuillet texturé, suivie d'un chauffage de l'empiècement

polymère avec une source de chaleur disposée sur le feuillet texturé. Le chauffage provoque l'adhérence de l'empiècement polymère à la structure composite polymère. L'application d'une pression provoque le transfert par le feuillet texturé de la première texture de surface à l'empiècement polymère, si bien que l'empiècement polymère a une troisième texture de

5 surface qui correspond à la deuxième texture de surface de la structure composite polymère.

[7] De plus, la technologie actuelle propose un procédé pour réparer un défaut dans une structure composite polymère ondulée. Le procédé comprend la disposition d'un empiècement sur un défaut dans une structure composite polymère ondulée qui a une première surface ondulée. Ensuite, une plaque rigide qui a une deuxième surface ondulée

10 correspondant à ou complémentaire de la première surface ondulée est disposée sur la structure composite polymère ondulée dans une région correspondant à l'endroit où l'empiècement est disposé. Le procédé comprend en outre le chauffage de l'empiècement avec une couverture chauffante ou un dispositif de chauffage par induction.

[8] D'autres domaines d'applicabilité apparaîtront de façon évidente à partir de la

15 description présentée ici. La description et les exemples spécifiques de ce résumé ont des buts d'illustration uniquement et ne sont pas destinés à limiter la portée de la présente description.

DESSINS

[9] Les dessins décrits ici ont un but d'illustration uniquement de modes de réalisation

20 sélectionnés et non pas de toutes les réalisations possibles, et ne sont pas destinés à limiter la portée de la présente description.

[10] La Figure 1 est une illustration schématique d'un procédé pour réparer un défaut dans une structure composite polymère conformément à certains aspects de la présente description ;

5 [11] La Figure 2A est une illustration d'une réparation d'un défaut esthétique conformément à certains aspects de la présente description ;

[12] La Figure 2B est une illustration d'une réparation d'un défaut structurel conformément à certains autres aspects de la présente description ;

10 [13] la Figure 3A est une illustration d'un procédé pour réparer un défaut dans une structure composite polymère conformément à certains aspects de la présente description comme sur la Figure 1, où une couverture chauffante est utilisée en tant que source de chauffage ;

15 [14] la Figure 3B est une illustration d'un procédé pour réparer un défaut dans une structure composite polymère conformément à certains aspects de la présente description comme sur la Figure 1, où un dispositif de chauffage par induction est utilisé en tant que source de chauffage ;

[15] la Figure 4A est une illustration d'un procédé pour réparer un défaut dans une structure composite polymère conformément à certains aspects de la présente description comme sur la Figure 1, où un sac sous vide est utilisé en tant que source de pression ;

20 [16] la Figure 4B est une illustration d'un procédé pour réparer un défaut dans une structure composite polymère conformément à certains aspects de la présente description comme sur la Figure 1, où un sac de sable est utilisé en tant que source de pression ;

[17] La Figure 5A est une illustration d'un sac sous vide soulevé d'un coin ou d'une jonction d'une structure composite polymère lorsqu'une pression négative est aspirée par le sac sous vide ;

[18] La Figure 5B est une illustration d'un sac sous vide aspiré dans un coin ou 5 une jonction d'une structure composite polymère du fait de l'inclusion d'un pli dans le sac sous vide avant aspiration d'une pression négative par le sac sous vide conformément à certains aspects de la présente description ;

[19] La Figure 6 est une illustration d'un procédé pour réparer un défaut esthétique dans une structure composite polymère ondulée conformément à certains 10 aspects de la présente description ;

[20] La Figure 7A est une illustration d'un procédé conformément à certains aspects de la présente description comme sur la Figure 6, où une couverture chauffante est utilisée en tant que source de chauffage ; et

[21] La Figure 7B est une illustration d'un procédé conformément à certains 15 autres aspects de la présente description comme sur la Figure 6, où un dispositif de chauffage par induction est utilisé en tant que source de chauffage.

[22] Des références numériques correspondantes indiquent des parties correspondantes dans toutes les plusieurs vues des dessins.

DESCRIPTION DETAILLEE

20 [23] Des exemples de modes de réalisation sont présentés de façon que cette description soit précise, et ils vont communiquer entièrement la portée à l'homme du métier. De nombreux détails spécifiques sont présentés sous la forme d'exemples de

compositions, composants, dispositifs et procédés spécifiques, pour offrir une compréhension précise de modes de réalisation de la présente description. Il apparaîtra de façon évidente à l'homme du métier que des détails spécifiques peuvent ne pas être employés, que des exemples de modes de réalisation peuvent être mis en applications sous de nombreuses formes différentes, et qu'ils ne devraient en aucun cas être considérés comme limitant la portée de la description. Dans certains exemples de modes de réalisation, des procédés bien connus, structures de dispositifs bien connues, et technologies bien connues, ne sont pas décrits en détail.

[24] La terminologie utilisée ici a pour but de décrire des exemples de modes de réalisation particuliers uniquement, et n'est pas destinée à être limitative. Les termes "comprend", "comprenant", "englobant" et "ayant" sont inclusifs et par conséquent spécifient la présence des caractéristiques, éléments, compositions, étapes, entiers, opérations et/ou composants indiqués, mais n'excluent pas la présence ou l'addition d'un ou plusieurs autres, caractéristiques, entiers, étapes, opérations, éléments, composants et/ou groupes de ceux-ci. Bien que le terme ouvert "comprenant" doive être compris comme un terme non restrictif utilisé pour décrire et revendiquer divers modes de réalisation présentés ici, dans certains aspects, ce terme peut en variante être compris plutôt comme étant un terme plus limitatif et restrictif, tel que "consistant en" ou "consistant essentiellement en". Ainsi, pour n'importe quel mode de réalisation donné récitant des compositions, matériaux, composants, éléments, caractéristiques, entiers, opérations et/ou étapes de procédé, la présente description englobe aussi spécifiquement des modes de réalisation consistant en, ou consistant essentiellement en, ces compositions, matériaux, composants, éléments, caractéristiques, entiers, opérations et/ou étapes de traitement récités. Dans le cas du

"consistant en", le mode de réalisation alternatif exclut tous compositions, matériaux, composants, éléments, caractéristiques, entiers, opérations et/ou étapes de traitement supplémentaires, tandis que dans le cas du "consistant essentiellement en", de quelconques compositions, matériaux, composants, éléments, caractéristiques, entiers, opérations et/ou

5 étapes de traitement supplémentaires qui peuvent affecter matériellement les caractéristiques fondamentales et nouvelles sont exclus d'un tel mode de réalisation, mais de quelconques compositions, matériaux, composants, éléments, caractéristiques, entiers, opérations et/ou étapes de traitement qui n'affectent pas matériellement les caractéristiques fondamentales et nouvelles peuvent être inclus dans le mode de réalisation.

10 [25] N'importe quelles étapes de procédé, procédés, et opérations, décrits ici, ne doivent pas être compris comme requérant nécessairement leur performance dans l'ordre particulier discuté ou illustré, sauf s'ils sont spécifiquement identifiés sous la forme d'un ordre de performance. Il convient également de comprendre que des étapes additionnelles ou alternatives peuvent être employées, sauf indication contraire.

15 [26] Quand il est indiqué qu'un composant, élément ou couche est "sur", "engagé avec", "connecté à" ou "couplé à" un autre élément ou couche, il peut être directement dessus, engagé, connecté ou couplé à l'autre composant, élément ou couche, ou bien des éléments ou couches intervenants peuvent être présents. Par contraste, quand il est indiqué qu'un élément est "directement sur", "directement engagé avec", "directement connecté à" 20 ou "directement couplé à" un autre élément ou couche, il ne peut pas y avoir d'éléments ou couches intervenants présents. D'autres mots utilisés pour décrire une relation entre des éléments devraient être interprétés d'une façon analogue (par exemple "entre" contre "directement entre", "adjacent" contre "directement adjacent", etc.). Tel qu'utilisé ici, le

terme "et/ou" englobe l'une quelconque et la totalité des combinaisons d'un ou plusieurs des articles listés associés.

[27] Les termes de relation spatiale ou temporelle, tels que "avant", "après", "intérieur", "extérieur", "sous", "dessous", "inférieur", "dessus", "supérieur", et analogues,

5 peuvent être utilisés ici à des fins de description aisée pour décrire la relation d'un élément ou caractéristique avec un ou plusieurs autres éléments ou caractéristiques, comme l'illustrent les figures. Les termes de relation spatiale ou temporelle peuvent avoir pour but d'englober différentes orientations du dispositif ou système en cours d'utilisation ou de fonctionnement, en plus de l'orientation représentée sur les figures.

10 [28] Dans toute cette description, les valeurs numériques représentent des mesures ou limites approximatives de plages devant englober des écarts mineurs par rapport aux valeurs données ainsi que des modes de réalisation ayant environ la valeur mentionnée, tout comme ceux ayant exactement la valeur mentionnée. Toutes les valeurs numériques de paramètres (par exemple des quantités ou conditions) dans ce fascicule, y

15 compris les revendications annexées, doivent être comprises comme étant modifiées dans tous les cas par le terme "environ", que le terme "environ" apparaisse ou non réellement avant la valeur numérique. "Environ" signifie que la valeur numérique indiquée permet une légère imprécision (avec une certaine approche à l'exactitude de la valeur ; approximativement ou raisonnablement proche de la valeur ; presque). Si l'imprécision

20 apportée par "environ" n'est pas comprise d'une autre façon dans la technique avec cette signification ordinaire, alors le terme "environ", tel qu'utilisé ici, indique au moins des variations qui peuvent être dues à des procédés ordinaires de mesure et d'utilisation de ces paramètres.

[29] De plus, la description de plages englobe la description de toutes les valeurs et d'autres plages divisées à l'intérieur de la plage entière, y compris les bornes et les sous-plages indiquées pour les plages. Telles qu'on s'y réfère ici, les plages, sauf mention contraire, englobent les bornes et englobent la description de toutes les valeurs distinctes et d'autres plages divisées à l'intérieur de la plage entière. Ainsi, par exemple, une plage "de A à B" ou "d'environ A à environ B" englobe A et B.

[30] Des exemples de modes de réalisation vont maintenant être décrits plus complètement en référence aux dessins joints.

[31] Les composites polymères sont largement utilisés dans les véhicules tels que les automobiles, les motocyclettes, les bateaux, les tracteurs, les bus, les maisons mobiles, les caravanes et les chars, et leur utilisation va augmenter dans le futur avec des efforts pour réduire encore davantage la masse des véhicules. Les composites renforcés conviennent particulièrement pour une utilisation dans des composants d'une automobile ou d'un autre véhicule (par exemple motocyclettes, bateaux), mais ils peuvent aussi être utilisés dans diverses autres industries et applications, y compris des composants à usage aérospatial, des machines et équipements industriels, des équipements de ferme, des machines lourdes, à titre d'exemples non limitatifs. Par exemple, on peut utiliser des composites renforcés pour former des composants structurels d'automobile ayant des formes tridimensionnelles complexes ou profilées. Des exemples non limitatifs comprennent les blindages de protection de citernes, les blindages de soubassement, les panneaux structurels, les panneaux de porte, les planchers intérieurs, les tôles de plancher (par exemple d'un fourgon), les toits, les surfaces extérieures, les zones de stockage, y

compris les boîtes à gants, les consoles, les coffres, les planchers de coffre, les plateformes, et analogues.

[32] Comparés aux matériaux métalliques existants, les composites polymères requièrent des procédés de réparation différents. Par conséquent, le développement de 5 procédés de réparation efficaces pour des structures composites polymères endommagées est nécessaire. Pour les réparations esthétiques, les matériaux utilisés pour remplir les défauts de surface ont de façon souhaitable une bonne adhérence avec une structure composite polymère parente pour assurer une durabilité de la réparation, et ont une couleur et une texture correspondant à la couleur et à la texture du composite polymère parent. Des 10 procédés conventionnels utilisés pour des réparations esthétiques de structures composites polymères ne donnent pas de façon fiable de bonnes caractéristiques de résistance aux UV, de résistance à l'abrasion, et d'esthétique correspondante. Par conséquent, de nouveaux procédés pour réparer des défauts esthétiques dans des structures composites polymères sont souhaitables.

15 [33] Dans divers aspects, la présente description met à disposition des procédés pour réparer un défaut dans une structure composite polymère avec un empiècement polymère. Un composite polymère comprend au moins un polymère et au moins un matériau de renforcement. Dans certains aspects, le polymère peut être un polymère thermoplastique. Par exemple, la structure composite polymère peut être un composite 20 thermoplastique renforcé de fibres de carbone. Le défaut peut être esthétique, tel qu'une fissure, une rainure, ou une piqûre, ou bien le défaut peut être structurel, tel qu'une grosse fissure qui couvre deux surfaces d'une structure composite polymère ou un trou. Un défaut structurel peut être un site qui facilite la propagation de fissures ou d'autres mécanismes de

défectuosité, tandis qu'un défaut esthétique diminue l'esthétique de la ou des régions exposées de la structure composite polymère. La structure composite polymère peut être n'importe quelle structure composée d'un matériau composite polymère sur un véhicule, comme par exemple un panneau. Par conséquent, la structure composite polymère peut être

- 5 un panneau lisse, un panneau incurvé, ou un panneau ondulé, tel qu'un panneau utilisé dans une benne de camion ou n'importe laquelle des applications antérieurement discutées ci-dessus. Dans certains aspects, l'empiecement polymère utilisé pour réparer un défaut dans la structure composite polymère est un empiecement thermoplastique qui comprend un polymère thermoplastique. Dans certains autres aspects, l'empiecement polymère peut être
- 10 un matériau composite polymère. L'empiecement polymère peut avoir une composition identique à la composition de la structure composite polymère, y compris le même matériau de renforcement en les mêmes proportions (par exemple une teneur similaire en fibres), ou avoir une composition de composite polymère différente et/ou une teneur en fibres différente de celles de la structure composite polymère. Par exemple, l'empiecement
- 15 polymère peut avoir la même composition que la structure composite polymère, mais comprendre une teneur en fibres inférieure ou supérieure à la teneur en fibres de la structure composite polymère.

[34] En référence à la Figure 1, la technologie actuelle présente un procédé illustratif pour réparer un défaut 10 dans une structure composite polymère 12 composée 20 d'un composite polymère. La structure composite polymère 12 peut être une section d'un véhicule, tel qu'une tôle de carrosserie ou un panneau définissant un plancher d'une benne de camion. Le défaut 10 peut être un défaut esthétique ou un défaut structurel. Dans certains modes de réalisation, tels que ceux où le défaut 10 est une rayure profonde, une entaille,

un trou ou une perforation, le procédé peut comprendre le remplissage du défaut 10 avec un matériau de remplissage, comme décrit plus loin. Dans d'autres modes de réalisation, tels que ceux où le défaut 10 est une rayure peu profonde, le remplissage du défaut 10 avec un matériau de remplissage n'est pas nécessaire. Comme le montre la Figure 1, la structure 5 composite polymère 12 comprend une surface visiblement exposée 16 et une surface visiblement non exposée 18.

[35] Les Figures 2A et 2B montrent des coupes transversales d'une structure composite polymère telle que la structure composite polymère 12 de la Figure 1. Sur la Figure 2A, un défaut esthétique 10a est représenté dans une structure composite polymère 10 12a, tandis que sur la Figure 2B un défaut structurel 10b est représenté dans une structure composite polymère 12b. Comme le montrent les Figures 2A et 2B, dans certains modes de réalisation, le procédé actuel comprend le remplissage du défaut dans la structure composite polymère avec un matériau de remplissage 14. Plus particulièrement, la Figure 2A montre un défaut cosmétique 10a sous la forme d'une rayure ou d'une entaille dans la 15 structure composite polymère 12a. Le procédé de la Figure 2A peut comprendre le remplissage du défaut cosmétique 10a avec un matériau de remplissage 14. Le matériau de remplissage 14 peut être n'importe quel matériau de remplissage qui durcit pour remplir le défaut 10a. Des exemples de matériaux de remplissage convenables 14 comprennent les thermoplastiques, tels que les polyamides, les acryliques, les polycarbonates, les polyesters 20 thermoplastiques, les polysulfones, et leurs copolymères à titre d'exemples non limitatifs, ainsi que les thermodurcissables, tels que les polyimides, les époxys, les esters vinyliques, les polyesters, les acrylates et les polyuréthanes, à titre d'exemples non limitatifs. Comme le montre la Figure 2A, le matériau de remplissage 14 est nivelé, par exemple en étant

gratté ou lissé, de façon que le matériau de remplissage 14 soit aligné avec une surface exposée, c'est-à-dire visible, 16, de la structure composite polymère 12.

[36] La Figure 2B montre une structure composite polymère 12b, qui est similaire à la structure composite polymère 12a de la Figure 2A, mais présente plutôt un défaut structurel 10b sous la forme d'un trou qui s'étend de la surface exposée 16 à une surface non exposée, c'est-à-dire non visible, 18. Comme le montre la Figure 2B, le procédé comprend l'attachement d'une plaque 20 à la surface non exposée 18, de façon que la plaque 20 recouvre le défaut 10b. La plaque 20 peut être composée de n'importe quel matériau capable de supporter le matériau de remplissage 14. A titre d'exemples non limitatifs, la plaque 20 peut être composée de métal, d'un alliage, d'acier, de fibres de verre, d'un polymère, ou d'un composite polymère. L'attachement de la plaque 20 à la surface non exposée 18 de la structure composite polymère 12 peut être effectué par n'importe quel procédé connu dans la technique, comme par exemple au moyen d'un adhésif, d'un matériel, c'est-à-dire de vis, ou d'une de leurs combinaisons. Comme le montre la Figure 2B, le procédé comprend le remplissage du défaut structurel 10b avec le matériau de remplissage 14. Ensuite, comme le montre la Figure 2B, le matériau de remplissage 14 est gratté ou lissé de façon que le matériau de remplissage soit aligné avec une surface exposée, c'est-à-dire visible, 16, de la structure composite polymère.

[37] Sur les Figures 2A et 2B, le procédé comprend aussi la solidification, le séchage ou la polymérisation du matériau de remplissage 14, de façon que le matériau de remplissage durcisse et remplisse le défaut esthétique 10a ou le défaut structurel 10b. En fonction de la composition du matériau de remplissage 14, la solidification, le séchage ou la polymérisation du matériau de remplissage 14 peut comprendre le chauffage du matériau

de remplissage 14, l'addition d'un activateur au matériau de remplissage 14, l'exposition du matériau de remplissage 14 à une lumière ultraviolette (UV), une incubation pendant une certaine période de temps, ou une de leurs combinaisons. Après que le matériau de remplissage 14 a été appliqué, lissé et polymérisé, la structure composite polymère est prête
5 pour un traitement ultérieur destiné à réparer le défaut conformément à certains aspects de la présente description.

[38] Si l'on revient à la Figure 1, le procédé comprend la disposition d'un empiècement 22 sur le défaut 10 dans la structure composite polymère 12. Le positionnement de l'empiècement 22 sur le défaut 10 est illustré par un contour
10 d'empiècement 23 sur la structure composite polymère 12. La disposition de l'empiècement 22 est effectuée que le défaut 10 soit ou non rempli par un matériau de remplissage. Quand le défaut est rempli avec un matériau de remplissage, l'empiècement 22 est disposé sur le défaut 10 après que le matériau de remplissage a durci. L'empiècement 22 est composé
d'un matériau polymère, tel qu'un polymère thermoplastique ou un polymère
15 thermodurcissable non durci. En conséquence, l'empiècement 22 peut être un empiècement polymère thermodurcissable, ou un empiècement polymère thermoplastique. Dans certaines variantes, l'empiècement polymère est un empiècement composite polymère ayant un polymère et un matériau de renforcement dispersé dedans. L'empiècement 22 a une épaisseur suffisante pour couvrir une surface réparée et remplir les intervalles, tout en
20 étant suffisamment mince pour être masqué ou camouflé, c'est-à-dire combiné, dans la structure composite polymère 12. Par conséquent, l'empiècement 22 a éventuellement une épaisseur allant d'environ 1 µm ou plus à environ 1 mm ou moins. Dans certains aspects, l'empiècement 22 a une couleur et/ou une composition qui correspondent pratiquement à

celles de la structure composite polymère 12 de façon que, lorsque le procédé est terminé, l'empiècement 22 couvre le défaut 10 et ne soit pas visible ou ne soit que légèrement visible. En variante, l'empiècement 22 peut être transparent, de façon que la couleur de la structure composite polymère 12 soit visible à travers l'empiècement 22. Par conséquent,

5 une correspondance des couleurs peut être effectuée par inspection visuelle. Des charges, telles que du noir de carbone ou du dioxyde de titane, à titre d'exemples non limitatifs, peuvent être incorporées dans le matériau d'empiècement pour que la couleur du matériau d'empiècement soit ajustée finement de façon à correspondre à la structure composite polymère 12. Dans d'autres aspects, l'empiècement 22 n'a pas besoin d'avoir une couleur

10 et/ou une composition correspondant à celles de la structure composite polymère 12. Dans certaines variantes, des matériaux d'empiècement convenables comprennent aussi la même matrice polymère ou résine que la structure composite polymère 12, mais ne contiennent pas de fibres de renforcement.

[39] Dans d'autres aspects, la structure composite polymère 12 et l'empiècement 22 peuvent être composés de n'importe quel matériau composite renforcé par des fibres divulgués dans les publications de brevets US N° 2013/0122262, 2013/0272780, et 2015/0108793, et les publications PCT internationales N° WO 2012/117593, WO 2012/105716, WO 2012/102315, WO 2012/105080, WO 2012/105387, WO 2012/105389, WO 2012/105717, WO 2012/108446 et WO 2012/140793. Dans divers aspects, l'empiècement 22 peut être composé soit du même matériau composite renforcé par des fibres que celui de la structure composite polymère 12, soit d'un matériau composite renforcé par des fibres différentes de celui de la structure composite polymère 12, qui est compatible avec la structure composite polymère 12. En outre, l'empiècement 22 peut être

composé du même matériau composite renforcé par des fibres que celui de la structure composite polymère 12, mais avec une teneur en fibres plus élevée ou plus faible.

[40] Ainsi, l'empiecement 22 peut être composé de matériaux d'empiecement comprenant une matrice polymère ou une résine renforcée par des fibres de renforcement.

5 Des exemples non limitatifs convenables de fibres pour l'empiecement 22 ou la structure composite polymère 12 comprennent les fibres de carbone, les fibres de verre (telles que les fibres de verre ou de quartz), les fibres d'aramide (telles que les fibres synthétiques de para-aramide KEVLAR® et les fibres synthétiques de para-aramide TWARON®), les fibres de bore, les fibres de céramique, les fibres de polyester, les fibres de polyéthylène de
10 masse moléculaire ultra élevée (UHMWPE), les fibres de chanvre, les fibres de basalte, et leurs combinaisons. Les fibres peuvent se présenter sous la forme de mats de fibres ayant des fibres interconnectées ou en contact, ou bien il peut s'agir de fibres individuelles distribuées au hasard à l'intérieur de la matrice de résine. Des fibres convenables peuvent comprendre des fibres relativement courtes (ayant des longueurs \geq environ 0,1 mm et \leq
15 environ 10 mm), des fibres relativement longues (ayant des longueurs \geq environ 10 mm et \leq environ 100 mm), ou des fibres continues (ayant des longueurs \geq environ 100 mm), et peuvent comprendre l'une quelconque de leurs combinaisons. Les fibres longues peuvent apporter un bon équilibre de performances de moulabilité/productivité/caractéristiques mécaniques. Les fibres peuvent également être hachées.

20 [41] Les fibres dans l'empiecement ou le matériau composite polymère peuvent être configurées d'une manière orientée au hasard, par exemple selon un motif orienté de façon pratiquement bidimensionnelle ou selon un motif orienté dans une direction spécifique. Dans certaines variantes, un mat de fibres peut être utilisé avec des fibres

fortement orientées dans le plan ou orientées de façon unidirectionnelle ou une de leurs combinaisons. Le mat de fibres peut avoir des fibres orientées au hasard pour un bon équilibre de performances de moulabilité/productivité/caractéristiques mécaniques. Dans certaines variantes, on peut utiliser un mat de fibres aléatoire. Le mat aléatoire peut contenir

5 des fibres de renforcement ayant une longueur de fibres moyenne allant d'environ 3 mm ou plus à environ 100 mm ou moins et une résine thermoplastique. Un tel mat de fibres aléatoire est davantage décrit dans le document WO 2012/105080 discuté ci-dessus. De plus, une couche de fibres de carbone à orientation unidirectionnelle peut être incorporée afin de renforcer la rigidité et la résistance locales pour une structure de support portant

10 une charge. Dans divers modes de réalisation, le matériau d'empilement a une concentration de fibres inférieure ou égale à la concentration de fibres dans la structure composite polymère.

[42] Comme discuté ci-dessus, le matériau d'empilement est composé d'un matériau de renforcement dispersé dans une résine ou une matrice polymère, qui peut être

15 identique au ou différent du matériau de structure composite polymère. A titre d'exemple non limitatif, la résine polymère peut comprendre ; une résine de polyamide (telle que PA6, PA11, PA12, PA46, PA66, PA610, ou le caprolactame), un ester vinylique, une résine phénolique, un bis-maléimide, une résine de polyamide-imide, une résine de polyimide, une résine de chlorure de vinyle, une résine de chlorure de vinylidène, une résine d'acétate

20 de vinyle, une résine de poly(alcool vinylique), une résine de polystyrène, une résine d'acrylonitrile-styrène, une résine d'acrylonitrile-butadiène-styrène, une résine acrylique, une résine méthacrylique, une résine de polyéthylène, une résine de polypropylène, une résine de polyéther-imide, une résine de poly(sulfure de phénylène), une résine de

polybenzimidazole, une résine de polyacétal, une résine de polycarbonate, une résine de poly(téréphthalate d'éthylène), une résine de poly(naphtalate d'éthylène), une résine de poly(téréphthalate de butylène), une résine de polyacrylate, une résine de polyaryléthersulfone, une résine de polyphénylène-éther, une résine de poly(sulfure de phénylène), une résine de polysulfone, une résine de polyéther-sulfone, une résine de polyéther-éthercétone, une résine de polylactide, une résine de polycarbonate, ou n'importe quel copolymère ou combinaison de ces résines. Par conséquent, des exemples non limitatifs de matériaux d'empiècement, c'est-à-dire de matériaux d'empiècement thermoplastiques, comprennent les polyesters (y compris le poly(téréphthalate d'éthylène) (PET)), le polyuréthane, les polyoléfines, le poly(acide acrylique) (PAA), le poly(acrylate de méthyle) (PMA), le poly(méthacrylate de méthyle) (PMMA), l'acrylonitrile-butadiène-styrène (ABS), les polyamides (y compris le polycaprolactame (nylon)), le poly(acide lactique) (PLA), le polybenzimidazole, les polycarbonates, la polyéther-sulfone (PES), la polyéther-éthercétone (PEEK), le polyéther-imide (PEI), le polyéthylène (PE ; y compris le polyéthylène de masse moléculaire ultra élevée (UHMWPE), le polyéthylène moyenne densité (MDPE), le polyéthylène basse densité (LDPE), et le polyéthylène réticulé (PEX)), le poly(oxyde de phénylène) (PPO), le poly(sulfure de phénylène) (PPS), le polypropylène (PP), le polystyrène (PS), le poly(chlorure de vinyle) (PVC), le polytétrafluoroéthylène (PTFE), leurs copolymères, et leurs combinaisons.

20 [43] Comme l'appréciera l'homme du métier, un matériau composite renforcé par des fibres peut en outre contenir d'autres ingrédients conventionnels, y compris d'autres matériaux de renforcement, des charges fonctionnelles ou des agents additifs, tels que des charges organiques/inorganiques, des retardateurs d'inflammation, des agents anti-rayons

ultraviolets (stabilisants UV), des antioxydants, des colorants ou des pigments, tels que le noir de carbone en poudre, des agents de démoulage, des assouplissants, des agents plastifiants, des agents tensioactifs, et analogues. En ce qui concerne les colorants ou les pigments, ils peuvent être utilisés de façon à ce que la couleur corresponde à celle de la

5 structure composite polymère 12.

[44] En référence encore une fois à la Figure 1, le procédé comprend aussi la disposition d'un feuillet structuré 24 sur l'empiecement 22. Dans certains aspects, une texture de surface comprend un motif visible, par exemple un hachurage, un motif grainé, ou d'autres micromotifs de surface. Le feuillet texturé 24 a donc un grain ou une texture de

10 surface qui est l'inverse ou le négatif ou l'image miroir d'une texture de surface de la structure composite polymère 12, de façon que la texture de surface de la structure composite polymère 12 puisse être encastrée à l'intérieur de l'empiecement 22. Egalement,

le feuillet texturé 24 peut être composé de n'importe quel matériau flexible connu dans la technique pouvant supporter des pressions et températures élevées. Dans certains modes

15 de réalisation, le feuillet texturé 24 est composé de silicone, c'est-à-dire que le feuillet texturé 24 est un feuillet de silicone texturé. Dans d'autres modes de réalisation, le feuillet

texturé 24 est un feuillet texturé en polyimide ou caoutchouc résistant à la chaleur, ou un feuillet texturé en un métal pliable doux. Comme décrit plus en détail ci-dessous, la texture

de surface du feuillet texturé 24 va être transférée à l'empiecement 22, de façon que

20 l'empiecement 22 ait un grain ou une texture de surface correspondant au grain ou à la texture de surface de la structure composite polymère 12. Par conséquent, une fois le procédé terminé, l'empiecement 22 va avoir la même texture que la structure composite polymère 12, de façon que l'empiecement 22 se combine visuellement avec la surface

exposée 16 de la structure composite polymère 12. Dans des modes de réalisation où la structure composite polymère 12 n'a pas de texture de surface, c'est-à-dire est lisse, le feuillet texturé n'est pas nécessaire. De façon similaire, quand d'autres composants employés dans le procédé ont une texture de surface qui correspond à la texture de surface

- 5 de la structure composite polymère 12, comme davantage discuté ici, le feuillet texturé n'est pas nécessaire.

[45] Le procédé comprend en outre la disposition ou l'application d'une source de chaleur, c'est-à-dire d'un élément chauffant, 26, au feuillet texturé 24 lorsqu'il est présent ou à l'empiècement 22 lorsque le feuillet texturé 24 n'est pas présent. Par exemple,

- 10 la source de chaleur 26 a une surface inférieure 28 qui vient au contact du feuillet texturé 24 ou de l'empiècement 22. Dans certains modes de réalisation, la surface inférieure 28 de la source de chaleur 26 comprend une texture ou un grain qui est le négatif de la texture ou du grain dans la structure composite polymère 12. Dans ces modes de réalisation, une texture est transférée depuis la surface inférieure 28 de la source de chaleur 26 à
15 l'empiècement 22, et le feuillet texturé 24 n'est pas nécessaire. La source de chaleur 26 peut être n'importe quelle source de chaleur connue dans la technique, telle qu'une couverture chauffante ou un dispositif de chauffage par induction.

[46] La Figure 3A montre un procédé similaire à celui décrit dans le contexte de la Figure 1 où la source de chaleur 26 est une couverture chauffante 26a. La couverture 20 chauffante 26a a une surface inférieure 28a qui soit vient au contact du feuillet texturé 24 quand la surface inférieure 28a n'a pas de texture ou grain qui est un négatif de la texture ou du grain de la structure composite polymère 12 soit, en variante, vient au contact de l'empiècement 22 quand la surface inférieure 28a a une texture ou un grain qui est le négatif

de la texture ou du grain de la structure composite polymère 12. Dit d'une autre façon, quand la surface inférieure 28a de la couverture chauffante 26a comprend une texture ou un grain, le feutre texturé 24 est une surface d'une couverture chauffante 26a qui vient au contact d'une surface exposée 16 de l'empilement 22.

5 [47] La Figure 3B montre un procédé similaire à celui décrit dans le contexte de la Figure 1 où la source de chaleur 26 est une chaleur inductive générée par un feutre conducteur 26b qui est associé à un dispositif inductif 30. Le feutre conducteur 26b a une surface inférieure 28b qui soit vient au contact du feutre texturé 24 quand la surface inférieure 28b n'a pas de texture ou grain qui est le négatif de la structure ou du grain de la 10 structure composite polymère 12 soit, en variante, vient au contact de l'empilement 22 quand la surface inférieure 28b n'a pas une texture ou un grain qui est le négatif de la texture ou du grain de la structure composite polymère 12. Par conséquent, dans certains aspects, la surface inférieure 28b du dispositif de chauffage par induction 26 peut avoir une géométrie correspondant à la géométrie de la structure composite polymère 12. Le 15 dispositif inductif 30 est disposé sur la surface non exposée 18 de la structure composite polymère 12, de façon que l'empilement 22 et le feutre texturé 24 (lorsqu'il est présent) soient positionnés entre le dispositif de chauffage par induction 26b et le système inductif 30. En variante, le système inductif 30 peut être disposé au-dessus du feutre conducteur 26b ou de la source de pression 32. Le système inductif 30 coopère avec le feutre 20 conducteur 26b pour générer de la chaleur.

[48] En référence de nouveau à la Figure 1, le procédé comprend en outre l'application de pression à l'empilement 22, au feutre texturé 24 (quand le feutre texturé est nécessaire), et à la source de chaleur 26. L'application de pression à l'empilement 22

et au feuillet texturé 24 comprend l'application d'une source de pression 32 sur la source de chaleur 26. La source de pression 32 peut être n'importe quelle source de pression connue dans la technique, telle qu'un ensachage sous vide, une force mécanique (telle qu'un sac de sable) ou une force magnétique (par exemple avec un électroaimant). L'application de 5 pression à l'empiècement 22 comprend l'application de la pression atmosphérique standard, allant d'environ 0,001 MPa ou plus à environ 1 MPa ou moins, ou d'environ 0,005 MPa ou plus à environ 0,1 MPa ou moins, à la source de chaleur 26, au feuillet texturé 24 (lorsqu'il est présent), à l'empiècement 22, et à la structure composite polymère 12.

[49] La Figure 4A montre un procédé similaire à celui décrit dans le contexte de 10 la Figure 1, où la source de pression 32 est un assemblage de sac sous vide 32a. L'assemblage de sac sous vide 32a couvre complètement les composants sous celui-ci, c'est-à-dire la source de chaleur 26, le feuillet texturé 24 (lorsqu'il est présent), l'empiècement 22, et la région de la structure composite polymère 12 ayant le défaut 10, de façon que l'assemblage de sac sous vide 32a soit en contact continu avec la surface exposée 15 16 de la structure composite polymère 12. L'assemblage de sac sous vide 32a peut être attaché à la surface exposée 16 de la structure composite polymère avec, à titre d'exemple non limitatif, un mastic adhésif. L'assemblage de sac sous vide 32a comprend un orifice 34 qui reçoit une conduite associée à une source de pression négative. Par conséquent, l'orifice 34 est en communication avec un sac sous vide de l'assemblage de sac sous vide 32a. Quand 20 la source de pression négative est mise en fonctionnement, un vide est créé sous l'assemblage de sac sous vide 32a, qui force ou presse ensemble la source de chaleur 26, le feuillet texturé 24, l'empiècement 22, et la structure composite polymère 12. En d'autres termes, les bords de l'assemblage de sac sous vide 32a sont scellés contre la structure

composite polymère 12 et un vide, c'est-à-dire une pression négative, est aspiré par l'intermédiaire de l'assemblage de sac sous vide 32a. De plus, dans certains modes de réalisation, la source de chaleur 26 est positionnée directement sous l'assemblage de sac sous vide 32a. Par conséquent, pour empêcher la source de chaleur 26 de fondre le sac sous

5 vide, un masque flexible résistant à la chaleur ou sensiblement résistant à la chaleur peut être positionné entre la source de chaleur 26 et l'assemblage de sac sous vide 32a. Par "sensiblement résistant à la chaleur", on entend que le masque flexible ne transmet pas une quantité de chaleur à travers le masque suffisante pour fondre ou autrement affecter négativement l'assemblage de sac sous vide 32a. Le masque peut être composé de n'importe

10 quel matériau résistant à la chaleur flexible, comme par exemple la silicone.

[50] La Figure 5A est une variante alternative qui illustre un problème potentiel pouvant survenir lors de l'utilisation de l'assemblage de sac sous vide 32a. La Figure 5A montre une vue en coupe transversale du substrat composite polymère 12 et de l'assemblage de sac sous vide 32a. Quand la structure composite polymère 12 n'est pas plate, c'est-à-dire à une surface incurvée ou ondulée, et l'assemblage de sac sous vide 32a est déposé à plat contre la surface exposée 16 de la structure composite polymère 12, l'assemblage de sac sous vide 32a se soulève potentiellement de la surface exposée 16 au niveau des coins ou jonctions 36 quand la source de pression négative est activée, comme le montre la flèche. Ce soulèvement de l'assemblage de sac sous vide 32a peut provoquer un contact médiocre

15 avec la structure composite polymère 12, et affecte négativement la façon dont la source de chaleur 26, le feuillet texturé 24, l'empiècement 22 et la structure composite polymère 12 sont forcés ensemble par la pression négative. Par conséquent, comme le montre la Figure 5B, des plis 38 peuvent être inclus dans l'assemblage de sac sous vide 32a lorsqu'il

est disposé sur la surface exposée 16 de la structure composite polymère 12. Les plis 38 peuvent être générés, par exemple, par la disposition d'un jeu dans l'assemblage de sac sous vide 32a adjacent aux coins ou jonctions 36. Quand une pression négative est appliquée, le sac sous vide est poussé sur la surface exposée 16 de la structure composite polymère 12,

5 y compris au niveau des coins ou jonctions 36 (comme le montre la flèche pleine) plus efficacement que lorsque les plis 38 ne sont pas utilisés.

[51] La Figure 4B montre un procédé similaire à celui décrit dans le contexte de la Figure 1, où la source de pression est un sac de sable 32b. Le sac de sable 32b est disposé sur la source de chaleur 26, et force ensemble la source de chaleur 26, le feuillet texturé 24 (lorsqu'il est présent), l'empiècement 22, et la structure composite polymère 12. Pour augmenter la pression fournie par le sac de sable 32b, une plaque rigide 40 peut être mécaniquement pressée contre le sac de sable 32b dans une direction allant vers la structure composite polymère 12. Dans certains modes de réalisation, une force mécanique descendante est pressée contre la plaque rigide 40.

15 [52] Bien que la pression provoque la conformation de l'empiècement polymère 22 à la surface composite polymère 12, le procédé comprend l'application de chaleur à l'empiècement polymère 22. La chaleur est fournie ou apportée par la source de chaleur 26. La chaleur fond légèrement l'empiècement 22 et éventuellement une partie de la surface exposée 16 de la structure composite polymère 12 sous l'empiècement 22, de façon qu'après 20 le chauffage l'empiècement adhère à la structure composite polymère, en couvrant ainsi le défaut 10. Quand tant l'empiècement 22 que la partie de la surface exposée 16 de la structure composite polymère 12 sous l'empiècement sont fondues, les parties fondues se combinent ensemble pour former une liaison forte entre l'empiècement 22 et la structure

composite polymère 12. Par exemple, lorsque l'empiecement 22 et la structure composite polymère 12 sont composés du même matériau, tant l'empiecement 22 qu'une partie de la structure composite polymère 12 vont fondre et se combiner ensemble. De plus, en raison des forces de pression du feillet texturé 24 (ou de la source de chaleur 26 comprenant une

- 5 surface texturée) contre l'empiecement 22, la texture est transférée à l'empiecement 22 lorsque l'empiecement 22 se ramollit durant le chauffage.

[53] Lorsque la structure composite polymère 12 est chauffée, le composite polymère ramollit, ce qui permet aux fibres encastrées à l'intérieur de la structure composite polymère 12 de migrer vers la surface exposée 16 en résultat de forces compressives intrinsèques maintenues par le composite polymère qui se sont développées durant le traitement original de fabrication du composite polymère. Ce phénomène est appelé "retour élastique". Le retour élastique conduit à une région visiblement non uniforme entourant l'empiecement 22. Par exemple, du fait du retour élastique, les fibres dans la structure composite polymère 12 sont plus visibles que dans des zones où le retour élastique ne se

- 10 produit pas, c'est-à-dire où la structure composite polymère 12 est moins chauffée ou n'est pas chauffée du tout. Par conséquent, pour empêcher ou réduire un retour élastique, l'application de chaleur à l'empiecement polymère 22 comprend le chauffage de l'empiecement 22 à une température qui est suffisamment élevée pour fondre l'empiecement polymère 22, mais suffisamment basse pour empêcher ou minimiser un
- 15 retour élastique ou une déformation par la chaleur de la structure composite polymère 12.

Dans divers modes de réalisation, la température ne dépasse pas une température qui est supérieure d'environ 50°C au point de fusion de la structure composite polymère. Par conséquent, la température est très variable et dépend fortement du matériau

d'empiècement. Par exemple, le chauffage de l'empieçement 22 peut comprendre le chauffage de l'empieçement 22 à une température d'environ 190°C ou plus à environ 230°C ou moins. Le chauffage est effectué pendant environ 0,1 minute ou plus à environ 120 minutes ou moins ou jusqu'à ce qu'une partie suffisante de l'empieçement 22 ait fondu de 5 façon que l'empieçement 22 adhère à la structure composite polymère 12 quand le chauffage est stoppé et l'empieçement refroidit et durcit.

[54] La Figure 6 est une illustration d'un autre procédé pour réparer un défaut 110 dans une structure composite polymère ondulée 112. Plus particulièrement, la Figure 6 est une illustration d'une variante du procédé illustré sur la Figure 1. Le défaut 110 et la 10 structure composite polymère ondulée 112 peuvent être n'importe quel type décrit ici de défaut ou de structure composite polymère, sauf que la structure composite polymère 112 est ondulée, c'est-à-dire comprend des séquences répétées de parties hautes et basses (collines/méplats et vallées/rainures). On comprend toutefois que le procédé actuel peut 15 être appliqué à des structures composites polymères ayant des géométries de surface irrégulières autres que des ondulations ou à des structures composites polymères avec des géométries de surface lisses ou plates. La structure composite polymère ondulée 112 comprend une première surface exposée, c'est-à-dire ondulée, 116, et une surface non exposée 118.

[55] Le procédé illustré sur la Figure 6 comprend la disposition d'un 20 empiècement 122 sur le défaut 110 dans la structure composite polymère ondulée 112 et la disposition d'un feuillet texturé 124 sur l'empieçement 112. La disposition de l'empieçement 112 et du feuillet texturé 124 est effectuée comme décrit ci-dessus à propos de la Figure 1. Le positionnement de l'empieçement 122 sur le défaut 110 est illustré par

un contour d'empiecement 123 sur la structure composite polymère 112. Tout comme le procédé illustré sur la Figure 3B, le procédé représenté sur la Figure 6 comprend la disposition d'une plaque rigide 150 sur le feuillet texturé 124 (lorsqu'il est présent) et l'empiecement 122 de façon qu'une surface inférieure 152 de la plaque rigide 150 soit en contact avec le feuillet texturé 124 ou l'empiecement 122. Comme discuté ci-dessus, la structure composite polymère ondulée 112 a une première surface ondulée. Par conséquent, la surface inférieure 152 de la plaque rigide 150 a une ondulation correspondante ou coordonnée, c'est-à-dire une deuxième surface ondulée qui permet à la plaque rigide 150 d'être disposée en conformité sur la première surface ondulée de la structure composite polymère ondulée 112. Par conséquent, le procédé comprend la disposition de la plaque rigide 150 qui a une deuxième surface ondulée 152 qui est complémentaire de la première surface ondulée 116 sur une région de la première surface ondulée 116 ayant l'empiecement 122. De façon similaire, quand la structure composite polymère 112 a une surface exposée 116 avec une géométrie irrégulière, la plaque rigide 150 a une surface qui est complémentaire de la géométrie irrégulière de la surface exposée 116. Dit d'une autre façon, la plaque rigide 150 a une surface qui est complémentaire de la surface exposée 116 de la structure composite polymère 112, où la surface exposée peut avoir une géométrie lisse ou plate, une géométrie ondulée, ou une géométrie irrégulière.

[56] La plaque rigide 150 est composée d'un matériau thermiquement conducteur, comme par exemple un métal, un alliage, un acier, ou un composite fortement thermiquement conducteur, tel qu'un composite de carbone fortement chargé (c'est-à-dire d'environ 50 % (en poids) ou plus à environ 90 % (en poids) ou moins). Dans certains modes de réalisation, la surface inférieure 152 de la plaque rigide 150 comprend une texture

ou un grain qui est le négatif de la texture ou du grain dans la structure composite polymère ondulée 112. Dans ces modes de réalisation, la texture ou le grain inclus dans la surface inférieure 152 de la plaque rigide 150 devient transféré à l'empiecement durant la mise en œuvre du procédé, ce qui rend inutile l'inclusion du feuillet texturé 124.

5 [57] Le procédé comprend en outre la disposition ou l'application d'une source de chaleur 126 à la plaque rigide 150. Par exemple, la source de chaleur 126 a une surface

inférieure 128 qui vient au contact de la plaque rigide 150. La source de chaleur 126 peut être n'importe quelle source de chaleur connue dans la technique, telle qu'une couverture chauffante ou un dispositif de chauffage par induction, comme décrit ci-dessus.

10 [58] La Figure 7A montre un procédé analogue à celui de la Figure 6, où la source de chaleur 126 est une couverture chauffante 126a. La couverture chauffante 126a

a une surface inférieure 128a qui vient au contact de la plaque rigide 150. Comme la plaque rigide 150 est thermiquement conductrice, la chaleur fournie par la couverture chauffante 126a est transférée par l'intermédiaire de la plaque rigide 150 et dans l'empiecement 122.

15 [59] La Figure 7B montre un procédé analogue à celui de la Figure 6, où la source de chaleur 126 est une chaleur inductive générée par un feuillet conducteur 126b qui est associé à un dispositif inductif 130. Le feuillet conducteur 126b a une surface inférieure 128b qui vient au contact de la plaque rigide 150. Le système inductif 130 est disposé sur la surface non exposée 118 de la structure composite polymère ondulée 112, de façon que

20 l'empiecement 122, le feuillet texturé 124 (lorsqu'il est présent) et la plaque rigide 150 soient positionnés entre le dispositif de chauffage par induction 126b et le système inductif 130. En variante, le système inductif 130 peut être disposé au-dessus du feuillet conducteur 126b ou de la source de pression 132. Le système inductif 130 coopère avec le feuillet

conducteur 126b pour générer de la chaleur, qui est transférée par l'intermédiaire de la plaque rigide thermiquement conductrice 150 et à l'empiècement 122.

[60] Dans certains modes de réalisation, la plaque rigide 150 est conductrice, si bien que le système inductif 130 coopère avec la plaque rigide 150 pour générer de la chaleur qui est transférée à l'empiècement 122. Par conséquent, le procédé illustré sur la Figure 6 comprend éventuellement l'application de pression à l'empiècement 122, au feuillet texturé 24 (quand le feuillet texturé est nécessaire), à la plaque rigide 150, et à la source de chaleur 26 soit quand la plaque rigide 150 n'est pas assez lourde pour conférer une pression suffisante à l'empiècement 122, soit quand une pression additionnelle est souhaitée. L'application de pression comprend l'application d'une source de pression 132 sur la source de chaleur 126. La source de pression 132 peut être n'importe quelle source de pression connue dans la technique, telle qu'un ensachage sous vide, une force mécanique, ou une force magnétique. La source de pression peut être appliquée comme discuté ci-dessus à propos des Figures 4A et 4B.

[61] Le procédé illustré sur la Figure 6 comprend aussi l'application de chaleur à l'empiècement polymère 122. La chaleur est fournie ou apportée par la source de chaleur 126. Le chauffage de l'empiècement 122 provoque l'adhérence de l'empiècement à la structure composite polymère ondulée 112, comme décrit ci-dessus à propos de la Figure 1.

[62] La description qui précède des modes de réalisation a été présentée à des fins d'illustration et de description. Elle n'est pas destinée à être exhaustive ou à limiter la description. Des caractéristiques ou éléments individuels d'un mode de réalisation particulier ne sont généralement pas limités à ce mode de réalisation particulier mais,

lorsque c'est applicable, ils sont interchangeables et peuvent être utilisés dans un mode de réalisation sélectionné, même si cela n'est pas spécifiquement indiqué ou décrit. La même chose peut aussi varier de nombreuses manières. Ces variantes ne doivent pas être considérées comme s'écartant de la description, et toutes ces modifications sont destinées

- 5 à être englobées à l'intérieur de la portée de la description.

REVENDICATIONS

1. Procédé pour réparer un défaut dans une structure composite polymère, le procédé comprenant :

le remplissage d'un défaut dans la structure composite polymère avec un matériau de remplissage, le matériau de remplissage comprenant un polymère thermoplastique ou un polymère thermodurcissable ;

le durcissement du matériau de remplissage dans le défaut ;

la disposition d'un empiècement polymère sur le défaut ;

la disposition d'un feutre texturé sur l'empieçement polymère, le feutre texturé ayant une première texture de surface qui est le négatif d'une deuxième texture de surface de la structure composite polymère ;

l'application de pression à l'empieçement polymère et au feutre texturé ;

le chauffage de l'empieçement polymère de sorte à ramollir l'empieçement polymère, et

le refroidissement de l'empieçement polymère,

dans lequel l'application de pression et le chauffage provoquent le transfert de la première texture de surface par le feutre texturé sur l'empieçement polymère, de sorte que l'empieçement polymère a une troisième texture de surface qui correspond à la deuxième texture de surface de la structure composite polymère, et le refroidissement provoque l'adhérence de l'empieçement polymère à la structure composite polymère.

2. Procédé selon la revendication 1, dans lequel chacun parmi l'empiecement polymere et la structure composite polymere comprend un polymere thermoplastique individuellement choisi dans le groupe constitué par : un polyester, un polyuréthane, une polyoléfine, un poly(acide acrylique), un poly(acrylate de méthyle), un poly(méthacrylate de méthyle), un acrylonitrile-butadiène-styrène, un polyamide, un poly(acide lactique), un polybenzimidazole, un polycarbonate, une polyéther-sulfone, une polyéther-éthercétone, un polyéther-imide, un polyéthylène, un poly(oxyde de phénylène), un poly(sulfure de phénylène), un polypropylène, un polystyrène, un poly(chlorure de vinyle), un polytétrafluoroéthylène, leurs copolymères, et la structure composite polymère comprend en outre un matériau de renforcement choisi dans le groupe constitué par : les fibres de carbone, les fibres de verre, les fibres de basalte, les fibres d'aramide, les fibres de bore, les fibres de céramique, les fibres de polyester, les fibres de polyéthylène de masse moléculaire ultra élevée, les fibres de chanvre, et leurs combinaisons, et l'empiecement polymère a une épaisseur allant d'environ 1 µm ou plus à environ 1 mm ou moins.

3. Procédé selon la revendication 1, dans lequel une première couleur de l'empiecement polymère est visiblement la même qu'une deuxième couleur de la structure composite polymère et l'empiecement polymère comprend un composite polymère ayant la même matrice polymère que celle de la structure composite polymère et éventuellement le même matériau de renforcement que celui de la structure composite polymère.

4. Procédé selon la revendication 1, dans lequel le feuillet texturé est un feuillet de silicone texturé flexible, et le procédé comprend en outre la disposition d'un

élément chauffant sur le feutrage de silicium texturé flexible, dans lequel l'élément chauffant applique de la chaleur pour chauffer l'empiècement polymère et l'élément chauffant est une couverture chauffante ou un dispositif de chauffage par induction.

5. Procédé selon la revendication 1, dans lequel le feutrage texturé est une surface d'une couverture chauffante qui vient au contact d'une surface exposée de l'empiècement polymère, et dans lequel la couverture chauffante fournit de la chaleur pour le chauffage de l'empiècement polymère.

6. Procédé selon la revendication 1, dans lequel l'application de pression à l'empiècement polymère et au feutrage texturé comprend la disposition d'un sac sous vide sur l'empiècement polymère et le feutrage texturé, de façon que les bords du sac sous vide soient scellés contre la structure composite polymère ; et l'aspiration d'un vide par l'intermédiaire d'un orifice en communication avec le sac sous vide ou bien l'application de pression à l'empiècement polymère et au feutrage texturé comprend la disposition d'un sac de sable au-dessus d'une source de chaleur disposée sur le feutrage texturé et éventuellement l'application d'une force mécanique au sac de sable.

7. Procédé selon la revendication 1, dans lequel le chauffage du feutrage polymère comprend le chauffage du feutrage polymère à une température ne dépassant pas une température qui est supérieure d'environ 30 °C au point de fusion de la structure composite polymère.

8. Procédé selon la revendication 1, dans lequel le remplissage du défaut comprend le nivelage du matériau de remplissage devant être aligné avec une surface de la structure composite polymère, l'application de pression à l'empiecement polymère et au feillet texturé comprend l'application d'une pression d'environ 0,05 MPa ou plus à environ 1 MPa ou moins, et le chauffage de l'empiecement polymère comprend le chauffage à une température ne dépassant pas une température supérieure d'environ 50 °C au point de fusion de la structure composite polymère.

9. Procédé selon la revendication 1, dans lequel la structure composite polymère est ondulée, le procédé comprenant en outre :

après la disposition de l'empiecement polymère, la disposition d'une plaque rigide ayant une deuxième surface qui est complémentaire de la première surface sur une région de la première surface ayant l'empiecement ; et

le chauffage de l'empiecement avec une couverture chauffante ou un dispositif de chauffage par induction, la deuxième surface de la plaque rigide comprenant une texture qui est transférée à l'empiecement durant le chauffage,
ou bien le procédé comprenant en outre la disposition d'un feillet texturé flexible entre l'empiecement et la plaque rigide, le feillet texturé ayant une texture de surface qui est transférée à l'empiecement suite au chauffage.

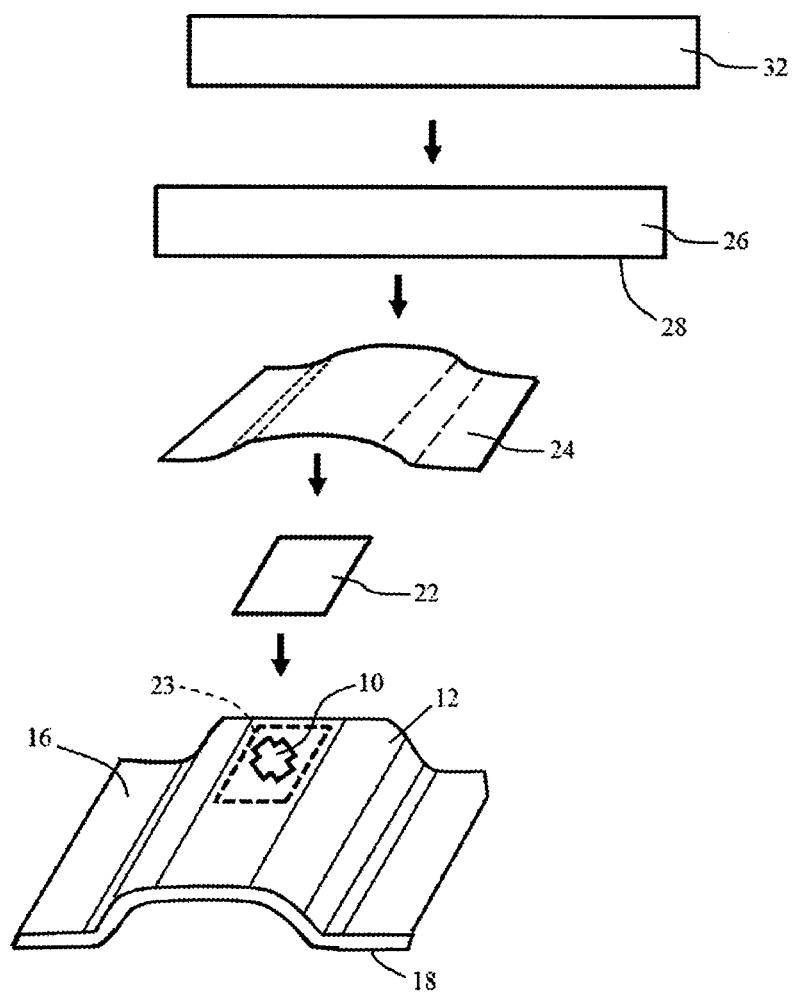
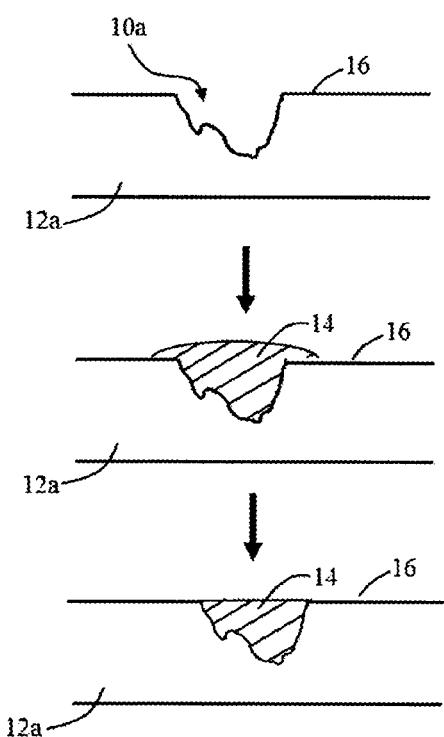
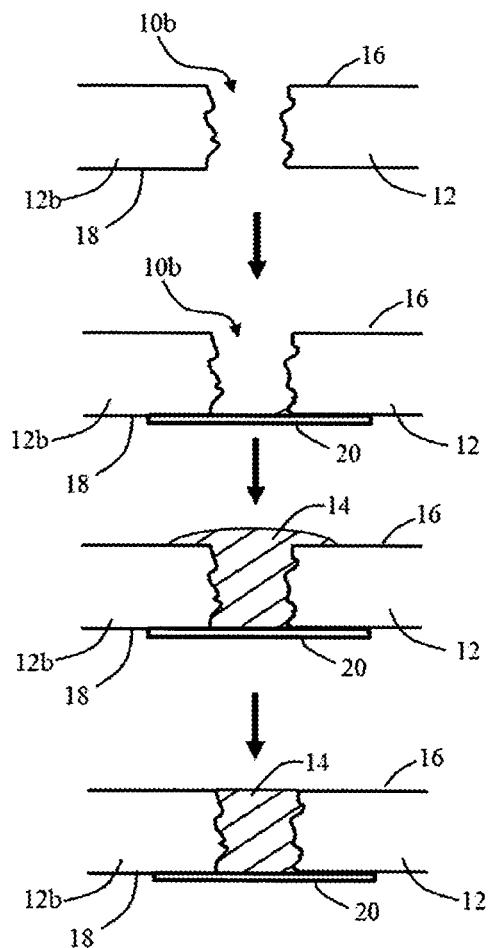


Fig. 1

**Fig. 2A****Fig. 2B**

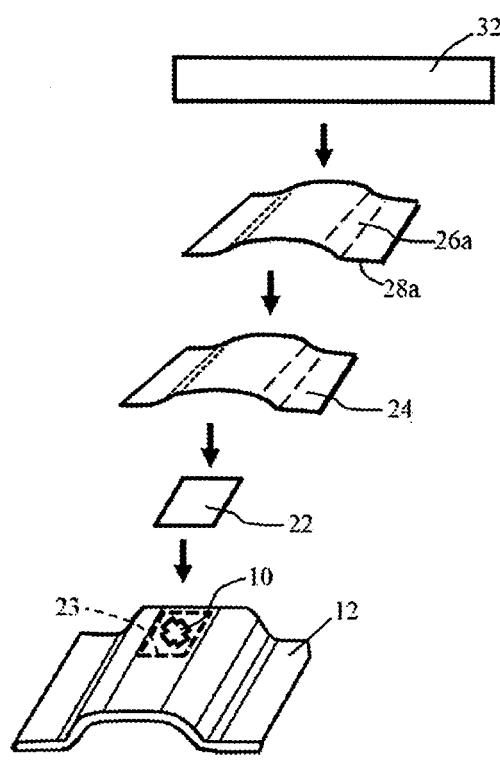


Fig. 3A

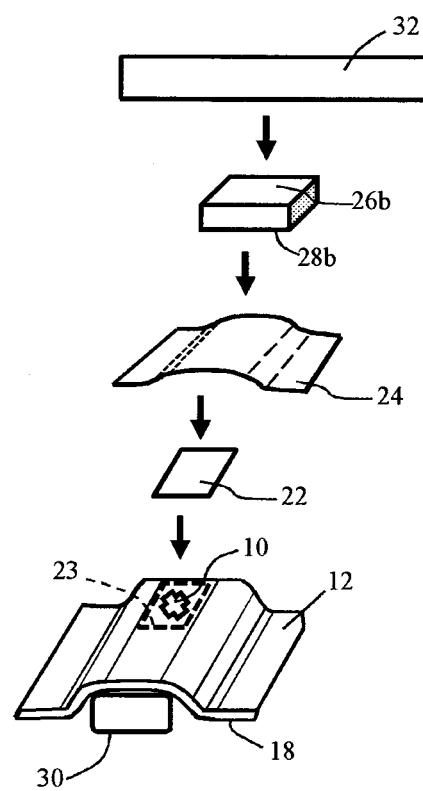


Fig. 3B

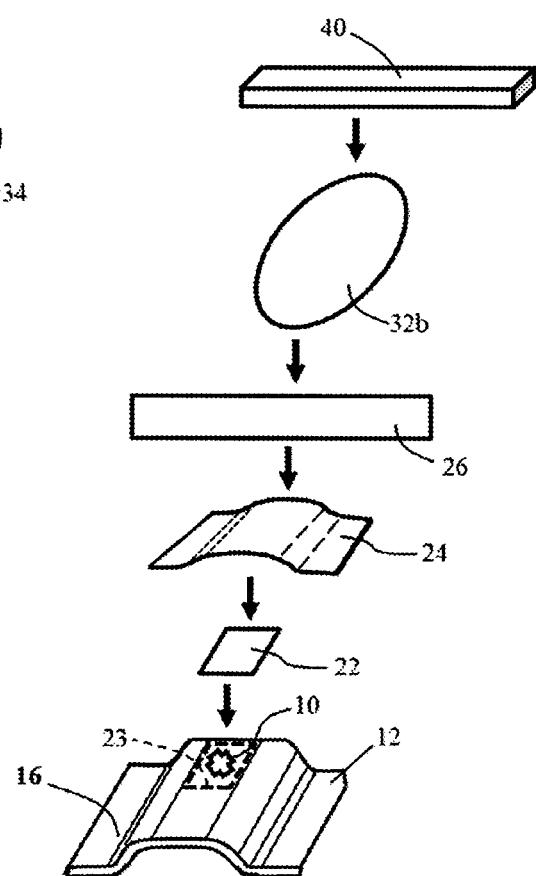
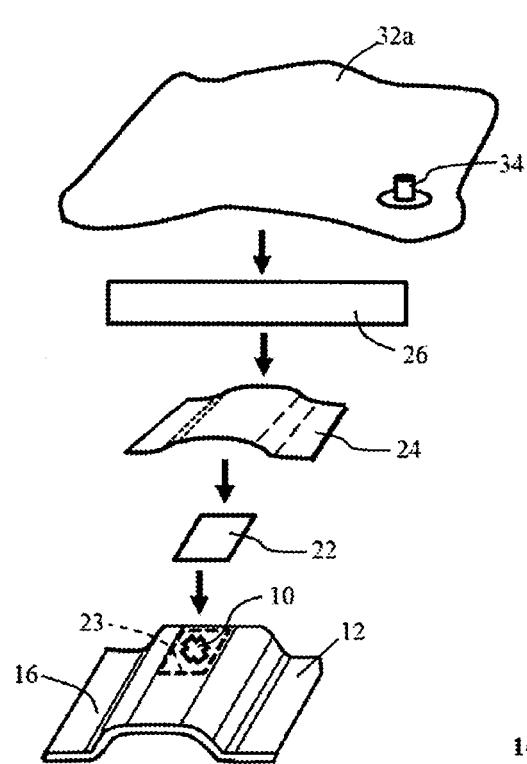


Fig. 4A

Fig. 4B

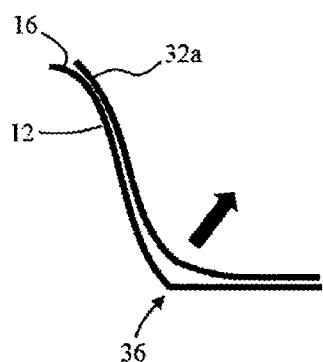


Fig. 5A

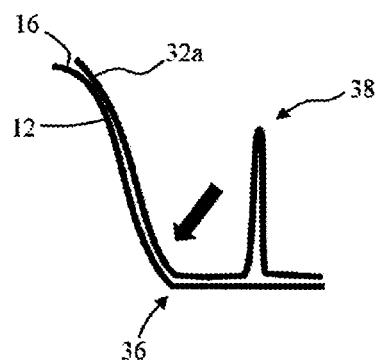


Fig. 5B

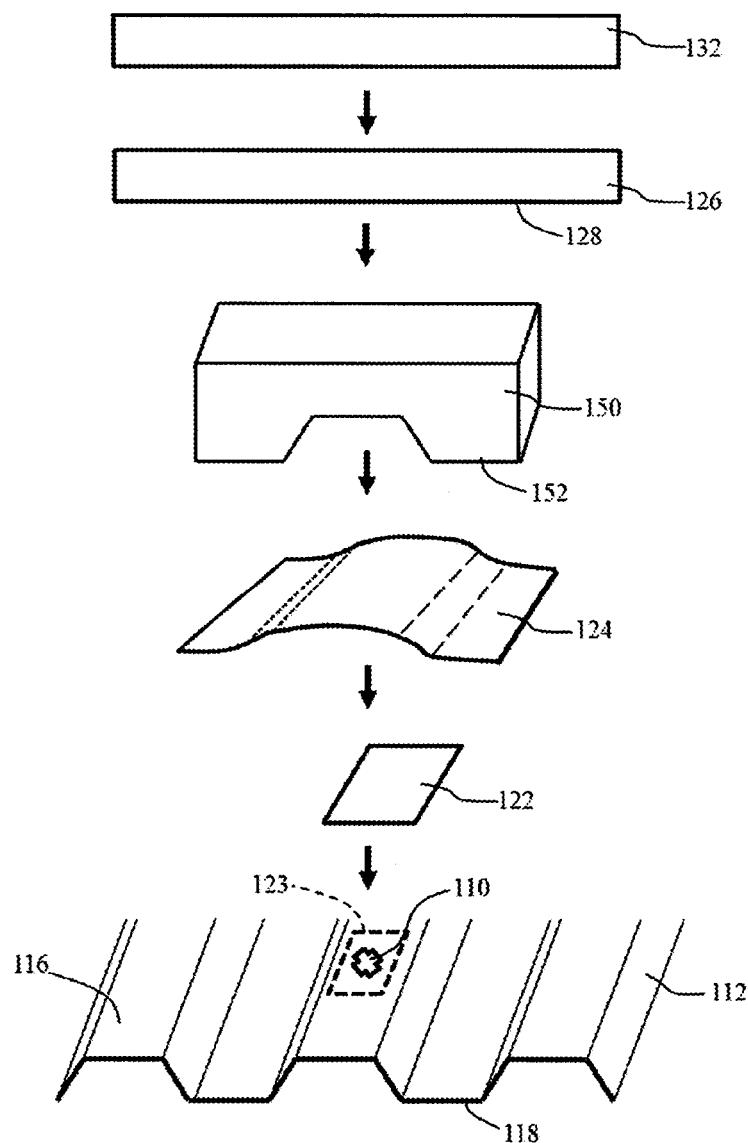


Fig. 6

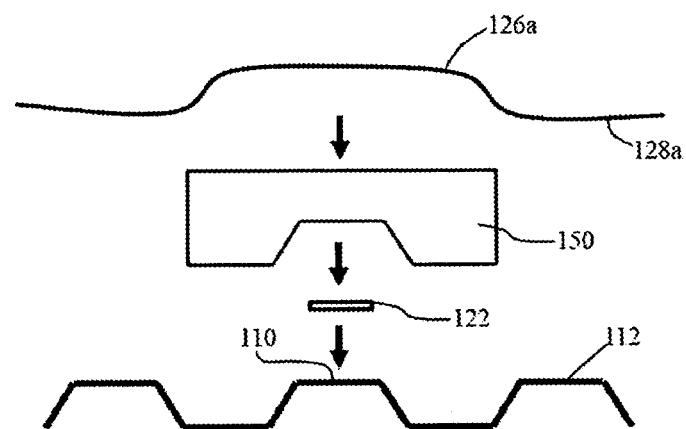


Fig. 7A

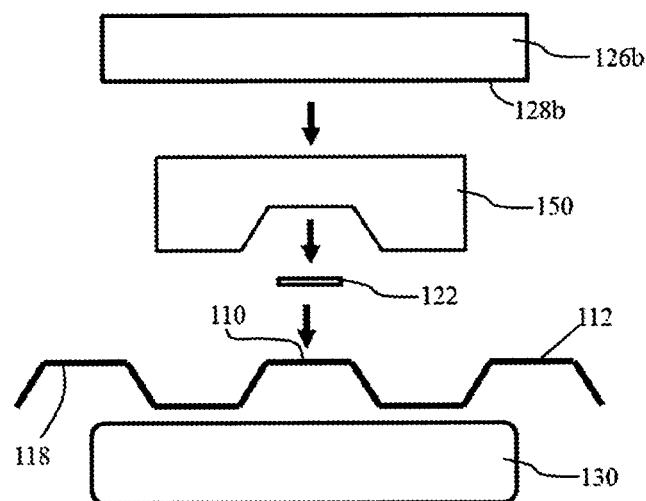


Fig. 7B

RAPPORT DE RECHERCHE

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

OBJET DU RAPPORT DE RECHERCHE

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

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

CONDITIONS D'ETABLISSEMENT DU PRESENT RAPPORT DE RECHERCHE

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

Le demandeur a maintenu les revendications.

Le demandeur a modifié les revendications.

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

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

Un rapport de recherche préliminaire complémentaire a été établi.

DOCUMENTS CITES DANS LE PRESENT RAPPORT DE RECHERCHE

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

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

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

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

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

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

US 2006/158001 A1 (EMCH DONALDSON J [US]
ET AL) 20 juillet 2006 (2006-07-20)

US 2015/328847 A1 (KIA HAMID G [US] ET AL)
19 novembre 2015 (2015-11-19)

US 6 039 824 A (VAN HAANDEL JOHANNES
HENRICUS [NL]) 21 mars 2000 (2000-03-21)

US 2004/131769 A1 (SAXON GEORGE BERNARD
[NZ]) 8 juillet 2004 (2004-07-08)

US 2015/001768 A1 (KIA HAMID G [US] ET AL)
1 janvier 2015 (2015-01-01)

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

NEANT

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

NEANT