

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la
Propriété Intellectuelle
Bureau international



(10) Numéro de publication internationale
WO 2023/084001 A1

(43) Date de la publication internationale
19 mai 2023 (19.05.2023)

(51) Classification internationale des brevets :

B29C 33/50 (2006.01) B29D 22/00 (2006.01)
B29C 70/44 (2006.01) B29C 43/36 (2006.01)
B29D 24/00 (2006.01)

(72) Inventeur; et

(71) Déposants : MATTE, Benoît [FR/FR] ; 1 rue Jules Mas-
senet, 68000 Colmar (FR), SZUMIEL, Robert [DE/DE] ;
42a Friedrich-Ebert-Damm, 22047 Hamburg (DE).

(21) Numéro de la demande internationale :

PCT/EP2022/081561

(74) Mandataire : BOUAN DU CHEF DU BOS, Louis-Pa-
terne // Cabinet Bouan ; 34 rue de Bagneaux, 45140 Saint
Jean de La Ruelle (FR).

(22) Date de dépôt international :

10 novembre 2022 (10.11.2022)

(81) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de
protection nationale disponible) :

(25) Langue de dépôt :

français

(26) Langue de publication :

français

(30) Données relatives à la priorité :

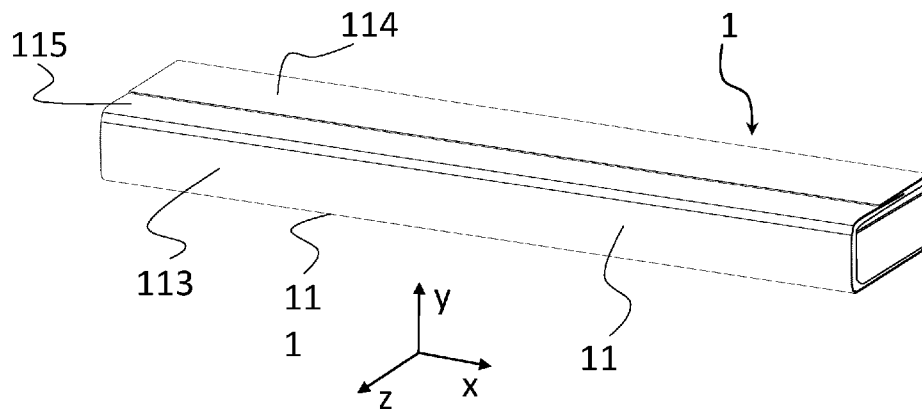
FR2111983 10 novembre 2021 (10.11.2021) FR

AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW,

(54) Title: REINFORCEMENT FOR STRUCTURE MADE OF COMPOSITE MATERIAL, AND STRUCTURE MADE OF COMPOSITE MATERIAL COMPRISING SUCH A REINFORCEMENT

(54) Titre : ARMATURE POUR STRUCTURE EN MATÉRIAU COMPOSITE, ET STRUCTURE EN MATÉRIAU COMPOSITE COMPRENANT UNE TELLE ARMATURE

Fig. 1



(57) Abstract: The present invention relates to a reinforcement element (1) for a structure made of composite material, comprising sheets of fibres (11) forming a plurality of juxtapposed pockets separated from one another by lateral portions of the fibre sheets, each pocket comprising at least one inflatable bladder and being open. According to the invention, the lateral portions surrounding each pocket are continued by an end portion that is movable between a covering position and a plurality of positions in which a part of the end portion at least partially covers the opening of the pocket and another part of the end portion extends in the continuation of the lateral portion. The invention also relates to a structure made of composite material comprising such a reinforcement element (1) and to a method for obtaining such a structure.

(57) Abrégé : La présente invention concerne un élément d'armature (1) pour structure en matériau composite, comprenant des nappes de fibres (11) formant une pluralité de poches juxtapposées, et séparées les unes des autres par des portions latérales des nappes de fibres, chaque poche comprenant au moins une vessie gonflable, et étant ouverte. Selon l'invention, les portions latérales entourant chaque poche se prolongent par une portion d'extrémité mobile entre une position de recouvrement et une pluralité de positions dans lesquelles une partie de la portion d'extrémité recouvre au moins partiellement l'ouverture de la poche et une autre partie de la portion d'extrémité



WO 2023/084001 A1

SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN,
TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

- (84) **États désignés** (*sauf indication contraire, pour tout titre de protection régionale disponible*) : ARIPO (BW, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasién (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), européen (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, ME, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Publiée:

— avec rapport de recherche internationale (Art. 21(3))

s'étend dans le prolongement de la portion latérale. L'invention concerne également une structure en matériau composite comprenant un tel élément d'armature (1), et un procédé d'obtention d'une telle structure.

Description

Titre de l'invention : Armature pour structure en matériau composite, et structure en matériau composite comprenant une telle armature

Domaine de l'invention

- [0001] La présente invention concerne le domaine des structures en matériaux composites, constituées d'une matrice et de renforts.
- [0002] L'invention concerne en particulier les structures en matériaux composites multicouches, constituées de plusieurs couches distinctes de renfort, qui sont assemblées entre elles par la matrice.
- [0003] En particulier, l'invention concerne de telles structures en matériaux composites définissant des espaces creux internes à la structure.

Art antérieur

- [0004] Les structures en matériaux composites sont composées de renforts, qui constituent l'armature du matériau et qui sont entourés d'une matrice, qui solidarise les renforts entre eux et leur transmet les efforts mécaniques. Dans de très nombreuses structures en matériaux composites, les renforts sont constitués de fibres, telles que par exemple les fibres de verre, les fibres de carbone, etc. La présente invention s'applique particulièrement à de telles structures en matériaux composites à renfort fibreux.
- [0005] La matrice entourant ces renforts est, le plus souvent, une matrice organique, qui peut être, selon les cas, thermodurcissable ou thermoplastique.
- [0006] Dans le cas des structures en matériaux composites multicouches, les renforts d'une structure en matériaux composites sont répartis en plusieurs couches superposées les unes sur les autres et solidarisées entre elles par la matrice. Il est connu, dans certaines structures en matériaux composites multicouches, que des couches internes de la structure présentent une pluralité d'espaces vides, pour définir des espaces creux internes à la structure. De tels espaces creux présentent l'avantage d'alléger une structure en matériau composite présentant une épaisseur relativement importante.
- [0007] Il est notamment courant d'utiliser une structure en matériau dit « en nid-d'abeilles » pour constituer de telles couches internes comprenant des espaces creux. Un tel matériau en nid-d'abeilles est formé d'une pluralité d'alvéoles creuses juxtaposées les unes aux autres et séparées par des parois fines. Ces alvéoles ont souvent une section de forme hexagonale. Pour réaliser une structure en matériau composite multicouche comprenant une couche constituée d'un tel matériau en nid-d'abeilles, on réalise généralement une découpe d'un matériau en nid-d'abeilles qui a été formé et durci préalablement, et on place ce matériau entre des couches de fibres. Ces couches de fibres

sont ensuite rigidifiées par le durcissement d'une matrice, qui colle également les couches de fibres au matériau en nid-d'abeilles avec lequel elles sont en contact.

[0008] La structure en matériau composite obtenue, parfois appelée structure en matériau « sandwich », présente souvent de bonnes caractéristiques mécaniques et un poids relativement faible. Sa fabrication, nécessitant une découpe ou un usinage de la structure en matériau en nid-d'abeilles, est cependant longue et délicate. Par ailleurs, l'utilisation de telles couches de matériaux en nid-d'abeilles interdit l'utilisation de certains procédés de fabrication courants pour les structures en matériaux composites. Ainsi, si de telles structures en matériaux multicouches peuvent être formées en utilisant des couches de fibres pré-imprégnées par une matrice organique thermodurcissable, il est difficile de les fabriquer en utilisant les procédés classiques d'injection de matrice dans les renforts. En effet, de telles injections risqueraient de remplir de matrice les alvéoles du matériau en nid-d'abeilles.

[0009] On connaît d'autres procédés permettant de ménager des espaces creux à l'intérieur de structures en matériau composite. Il est ainsi connu de placer dans les renforts d'une structure en matériau composite une vessie dont la pression est contrôlée afin qu'elle occupe un volume souhaité, jusqu'au durcissement de la matrice enrobant les renforts. Après ce durcissement, le volume occupé par la vessie constitue un espace vide dans la structure en matériau composite. L'utilisation de telles vessies est compatible avec les matériaux composites à matrice organique thermoplastique ou thermodurcissable. La mise en œuvre de ces vessies complique cependant fortement la fabrication de la structure en matériau composite. En effet, chaque vessie doit être mise en place au moment du drapage de la structure de fibres et doit être connectée à un dispositif externe permettant le contrôle de la pression interne dans la vessie. Cette pression doit être contrôlée pendant toute la phase d'injection de matrice, ou la phase de durcissement de cette matrice par cuisson.

Objectifs de l'invention

[0010] La présente invention a pour objectif de pallier ces inconvénients de l'art antérieur.

[0011] En particulier, la présente invention a pour objectif de fournir une armature d'une structure en matériau composite, notamment d'une structure en matériau composite multicouche, qui permette d'obtenir, plus facilement et de façon moins contraignante qu'avec les procédés de l'art antérieur, des espaces creux à l'intérieur de la structure en matériau composite.

[0012] L'invention a également pour objectif de fournir une armature permettant la fabrication d'une structure en matériau composite présentant une forme, des caractéristiques mécaniques et des dimensions variées plus facilement qu'avec les solutions de l'art antérieur.

[0013] Un objectif particulier de l'invention est de fournir une armature permettant la réa-

lisation facile d'une telle structure incluant des inserts.

[0014] Un autre objectif de l'invention est de proposer un procédé d'obtention d'une structure en matériau composite définissant des espaces creux internes à la structure, qui puisse être plus facilement mis en œuvre que les procédés de l'art antérieur.

Exposé de l'invention

[0015] Ces objectifs, ainsi que d'autres qui apparaîtront plus clairement par la suite, sont atteints à l'aide d'un élément d'armature pour structure en matériau composite qui comporte des nappes de fibres formant une pluralité de poches juxtaposées les unes aux autres dans un plan d'alignement et séparées les unes des autres par des portions latérales de nappes de fibres, qui entourent les poches, chacune des poches comprenant au moins une vessie gonflable et étant ouverte dans une direction sensiblement perpendiculaire au plan d'alignement.

[0016] Selon l'invention, cet élément d'armature pour structure en matériau composite est caractérisé en ce que au moins une des portions latérales entourant la poche se prolongeant par au moins une portion d'extrémité de nappes de fibre, chacune des portions d'extrémité étant mobile entre une position de recouvrement dans laquelle cette portion d'extrémité recouvre au moins partiellement l'ouverture de la poche et une pluralité de positions dans lesquelles une partie de la portion d'extrémité recouvre au moins partiellement l'ouverture de la poche et une autre partie de la portion d'extrémité s'étend dans le prolongement de la portion latérale et contribue à séparer la poche d'une poche voisine.

[0017] Le fait qu'une direction soit « sensiblement perpendiculaire » à un plan signifie dans la présente demande que cette direction forme un angle inférieur à 20 degrés avec la perpendiculaire au plan.

[0018] Ces portions latérales qui entourent la poche et ces portions d'extrémité de nappes de fibres mobiles permettent d'obtenir des poches dont la hauteur peut varier selon le niveau de gonflement des poches. Cette hauteur dépend des portions d'extrémité qui prolongent les portions latérales et forment une cloison rectiligne entre deux poches juxtaposées jusqu'à une hauteur maximale.

[0019] Selon un mode de réalisation avantageux, l'une des nappes de fibres est une nappe d'enveloppement longitudinal qui enveloppe au moins une nappe de cloisonnement.

[0020] De préférence, la nappe de cloisonnement est reliée à la nappe d'enveloppement longitudinal par des coutures. Ces coutures permettent de maintenir ces différentes nappes de fibres entre elles.

[0021] Selon un autre mode de réalisation, les portions latérales des poches juxtaposées sont reliées entre elles par des coutures. Ces coutures permettent de maintenir les portions latérales entre elles.

- [0022] Avantageusement, les vessies sont fermées et contiennent un matériau solide ou liquide apte à se vaporiser à la température de cuisson d'une matrice organique thermodurcissable.
- [0023] L'utilisation de ce solide ou liquide permet, sous l'effet de la chaleur, de transformer ce solide ou liquide en gaz. Ainsi, ce gaz exerce une pression sur les parois internes des poches de la structure, permettant à ces poches d'être étendues et de changer de forme.
- [0024] Préférentiellement, les poches sont alignées selon une seule direction.
- [0025] Selon un autre mode de réalisation, les vessies sont connectées avec l'extérieur de l'armature par des moyens de remplissage. Ces moyens de remplissage permettent à l'utilisateur de contrôler le gonflage des vessies et la rigidité de la structure associée.
- [0026] L'invention porte également sur une structure en matériau composite constituée d'une pluralité de couches de fibres solidifiées par une matrice, au moins l'une des couches de fibres comprenant une armature, solidifiée de façon à ce que chacune des poches forme une alvéole vide.
- [0027] La présence de poches contenues dans l'armature permet d'obtenir des alvéoles vides dont la taille peut être choisie grâce au gonflage des vessies avant durcissement. Un gonflage plus important permet d'obtenir des alvéoles de formes plus allongées. Cet allongement des alvéoles entraîne ainsi une augmentation de la hauteur du matériau composite. La distance entre la couche supérieure et inférieure de ce matériau composite est alors augmentée. Le durcissement par la matrice permet de maintenir et de solidifier l'ensemble des fibres à une hauteur voulue afin de former la structure en matériau composite.
- [0028] De préférence, le procédé d'obtention de la structure en matériau composite comporte les étapes suivantes : placement de l'armature dans un moule, mise en place du moule dans des conditions de température dans lesquelles les vessies sont aptes à se gonfler pour meubler tout l'espace disponible, solidification de la structure par durcissement de la matrice entourant la structure.
- [0029] Selon un autre mode de réalisation, l'une des étapes consiste à créer le vide dans le moule pour gonfler les vessies.
- [0030] Selon un autre mode de réalisation avantageux, l'étape consistant à créer le vide dans le moule est suivie d'une injection sous vide d'une matrice à l'état liquide. Cette matrice peut être une matrice thermoplastique injectée à une température à laquelle elle est liquide, ou une matrice thermodurcissable non polymérisée.

Liste des figures

- [0031] L'invention sera mieux comprise à la lecture de la description suivante de modes de réalisation préférentiels, donnée à titre de simple exemple figuratif et non limitatif, et accompagnée des figures parmi lesquelles :
- La [Fig.1] est une vue en perspective d'un élément d'armature de structure en

- matériau composite selon un mode de réalisation de l'invention.
- La [Fig.2] est une vue en perspective de l'élément d'armature de la [Fig.1], dont la nappe d'enveloppement longitudinal est dépliée et dont les poches internes sont vides.
 - La [Fig.3] est une vue de dessus de la nappe d'enveloppement longitudinal de l'élément d'armature de la [Fig.1] dépliée.
 - La [Fig.4] est une vue de détails de l'élément d'armature tel que représenté par la [Fig.2].
 - La [Fig.5] est une vue de détails de l'élément d'armature de la [Fig.4], dans une autre configuration.
 - La [Fig.6] est une vue en perspective de l'élément d'armature de la [Fig.1], dans une autre configuration.
 - La [Fig.7] est une vue en perspective d'un moule comprenant des éléments d'armature destinés à former l'armature d'une structure en matériau composite.
 - La [Fig.8] est une représentation, en vue de coupe, d'un moule semblable à celui de la [Fig.7] comprenant une armature destinée à former une structure en matériau composite, constituée notamment de plusieurs éléments d'armatures tels que celui représenté par la [Fig.1].
 - La [Fig.9] est une représentation du moule de la [Fig.8], en vue de coupe, dans laquelle les vessies placées dans les poches des éléments d'armature sont gonflées.
 - La [Fig.10] est une représentation, en vue de coupe, d'un autre moule présentant une forme différente, comprenant une armature destinée à former une structure en matériau composite, constituée notamment de plusieurs éléments d'armatures tels que celui représenté par la [Fig.1].
 - La [Fig.11] est une représentation du moule de la [Fig.10], en vue de coupe, dans laquelle les vessies placées dans les poches des éléments d'armature sont gonflées.
 - La [Fig.12] est une représentation, en vue de coupe, d'un autre moule présentant une forme différente, comprenant une armature destinée à former une structure en matériau composite, constituée notamment de plusieurs éléments d'armatures tels que celui représenté par la [Fig.1].
 - La [Fig.13] est une représentation du moule de la [Fig.12], en vue de coupe, dans laquelle les vessies placées dans les poches des éléments d'armature sont gonflées.

Description détaillée de modes de réalisation de l'invention

[0032] La [Fig.1] représente en perspective un élément d'armature 1, composé de couches

de renfort fibreux et destiné à former l'armature d'une couche interne d'une structure en matériau composite multicouche, cette couche interne définissant une pluralité d'alvéoles dans la structure.

- [0033] Cet élément d'armature est constitué par des nappes de fibres, qui peuvent être tissées ou constituées en nappes de fibres en vrac non-tissé, appelées « mat ». De telles nappes de fibres, très couramment utilisées pour la fabrication de matériaux composites, peuvent être sèches, c'est-à-dire dépourvues de matrice, ou pré-imprégnées de matrice non durcie. Quand ces fibres sont sèches, elles sont ultérieurement imprégnées de matrice qui durcit pour former le matériau composite. Quand ces fibres sont pré-imprégnées, la matrice qui les imprègne est ultérieurement durcie, par exemple par cuisson, afin de constituer le matériau composite. Dans tous les cas, ces nappes de fibres sont souples lors de la préparation du matériau composite, et sont durcies ultérieurement par la matrice, pour constituer le matériau composite.
- [0034] L'élément d'armature 1 représenté par la [Fig.1] est constitué par des nappes de fibres, qui définissent des poches internes destinées à former les alvéoles de la structure en matériau composite. Ces alvéoles sont obtenues après durcissement d'une matrice enrobant les poches contenues dans l'armature.
- [0035] Cet élément d'armature 1 présente une forme allongée selon une direction principale suivant l'axe x, qui est appelée par la suite la « direction d'alignement des alvéoles ». La longueur de l'élément d'armature 1 dans cette direction d'alignement des alvéoles peut être ajustée en coupant cet élément d'armature, de préférence de façon à lui maintenir un nombre entier d'alvéoles.
- [0036] Les parois externes de cet élément d'armature 1 qui s'étendent selon la direction d'alignement des alvéoles x sont fermées par une nappe de fibre extérieure appelée par la suite nappe d'enveloppement longitudinal 11. Cette nappe d'enveloppement longitudinal 11 présente deux bandes d'extrémité 114 et 115 dont les bords s'étendent dans la direction d'alignement des alvéoles x et se chevauchent pour former la surface supérieure de l'élément d'armature 1
- [0037] La [Fig.2] est une vue en perspective de l'élément d'armature 1 de la [Fig.1], dont la nappe d'enveloppement longitudinal 11 est dépliée et disposée à plat. Cette figure montre ainsi l'intérieur de l'élément d'armature 1, qui contient plusieurs nappes de fibres appelées « nappes de cloisonnement 2 » qui séparent les poches internes les unes des autres. Sur cette figure, les poches internes sont vides. Chacune des nappes de cloisonnement 2 présente deux bords s'étendant dans la direction transversale, selon l'axe z, au-dessus de chacune des poches internes, qui se chevauchent pour former la surface supérieure de chacune des poches internes.
- [0038] Pour constituer l'élément d'armature 1 représenté par la [Fig.1], des portions de nappe de fibres sont cousues entre elles. Ainsi, l'élément d'armature 1 représenté sur la

[Fig.1] présente une nappe d'enveloppement longitudinal 11, de forme sensiblement rectangulaire, sur laquelle sont cousues une pluralité de nappes de cloisonnement 2, dont la forme est également sensiblement rectangulaire, de dimensions inférieures à celles de la nappe d'enveloppement longitudinal 11.

[0039] Bien évidemment, l'homme du métier pourra sans difficulté imaginer d'autres modes de réalisation de cette invention. A titre d'exemple, les nappes d'enveloppement longitudinal 11 et de cloisonnement 2 peuvent être de forme différentes, par exemple sensiblement carrée ou sensiblement triangulaire. Ces formes pourront par exemple être choisies par l'homme du métier pour répondre à des besoins spécifiques de forme ou de résistance mécanique de l'élément d'armature 1. Par ailleurs, l'homme du métier pourra également mettre en œuvre d'autres moyens d'assemblage des nappes de fibres entre elles, par exemple par collage.

[0040] La [Fig.3] représente, en vue de dessus, la nappe d'enveloppement longitudinal 11 utilisée pour l'élément d'armature 1 de la [Fig.1].

[0041] Cette nappe d'enveloppement longitudinal 11 présente une forme sensiblement rectangulaire et allongée selon la direction d'alignement des alvéoles, suivant l'axe x.

[0042] Les nappes de cloisonnement 2 sont assemblées à la nappe d'enveloppement longitudinal 11 sur une bande centrale 111 de cette nappe d'enveloppement longitudinal 11. Cette bande centrale 111 est, de préférence, de forme rectangulaire et s'étend sur toute la longueur de la nappe d'enveloppement longitudinal 11, selon la direction d'alignement des alvéoles, suivant l'axe x. Cette bande centrale 111 est destinée à former la surface inférieure de l'élément d'armature 1.

[0043] La bande centrale 111 représente, de préférence, approximativement 25 % de la largeur de la nappe d'enveloppement longitudinal 11. Dans le mode de réalisation représenté, cette bande centrale 111 présente une largeur d'environ 30 mm.

[0044] Des bandes latérales 112 et 113 de la nappe d'enveloppement longitudinal 11 s'étendent, sur toute la longueur de la nappe d'enveloppement longitudinal 11, de part et d'autre de la bande centrale 111. Ces bandes latérales 112 et 113 ont, de préférence, une forme sensiblement rectangulaire. Elles sont destinées à former les parois latérales de l'élément d'armature 1 en étant repliées selon des directions sensiblement perpendiculaires à la surface inférieure de l'armature 1 constituée par la bande centrale 111, qui s'étend dans un plan appelé par la suite « plan d'alignement des alvéoles ». Le fait que ces directions soient « sensiblement perpendiculaires » à cette surface inférieure de l'armature 1 signifie dans la présente demande que ces directions forment un angle inférieur à 20 degrés avec la perpendiculaire au plan d'alignement des alvéoles, suivant l'axe x. Dans le mode de réalisation représenté, ces bandes latérales 112 et 113 présentent une largeur d'environ 10 mm.

[0045] Les bandes d'extrémité 114 et 115 prolongent respectivement les bandes latérales

112 et 113 de la nappe d'enveloppement longitudinal 11 et entourent de part et d'autre ces bandes latérales 112 et 113. Ces bandes d'extrémité 114 et 115 s'étendent sur toute la longueur de cette nappe d'enveloppement longitudinal 11. Ces bandes d'extrémité 114 et 115 ont, de préférence, une forme sensiblement rectangulaire, et leurs bords libres s'étendent sensiblement selon la direction d'alignement des alvéoles, suivant l'axe x. Elles sont destinées à former la surface supérieure de l'élément d'armature 1 en étant repliées sensiblement perpendiculairement aux bandes latérales 112 et 113 de l'armature 1.

[0046] Dans le mode de réalisation représenté, ces bandes d'extrémité 114 et 115 présentent une largeur d'environ 20 mm et se chevauchent partiellement pour former la surface supérieure de l'élément d'armature 1. Il est possible, dans d'autres modes de réalisation, que ces bandes d'extrémité 114 et 115 présentent une largeur plus grande, pour se chevaucher plus, ou au contraire qu'elles soient plus étroites. Dans certains modes de réalisation possibles, ces bandes d'extrémité 114 et 115 peuvent ne pas se chevaucher, mais couvrir chacune une partie de la surface supérieure de l'élément d'armature.

[0047] Les nappes de cloisonnement 2 sont destinées à séparer des poches juxtaposées les unes aux autres le long de la bande centrale 111 et peuvent être réalisées de différentes façons.

[0048] Dans le mode de réalisation représenté, chacune des nappes de cloisonnement 2 présente une forme rectangulaire. A titre d'illustration, la [Fig.4] montre une nappe de cloisonnement 202 juxtaposée à deux autres nappes de cloisonnement 201 et 203 qui sont partiellement représentées. La portion centrale 211 de la nappe de cloisonnement 202 est plaquée contre la bande centrale 111 de la nappe d'enveloppement longitudinal 11, et y est assemblée, de préférence par des coutures 222 et 223. Cette portion centrale 211 de chacune des nappes cloisonnement 2 est avantageusement de forme sensiblement carrée, d'environ 30 mm de côté.

[0049] La nappe de cloisonnement 202 présente des portions latérales 212 et 213 entourant, de chaque côté, la portion centrale 211. Selon un mode de réalisation préférentiel, représenté par la [Fig.4], ces portions latérales 212 et 213 sont plaquées contre les portions latérales des nappes de cloisonnement 201 et 203 voisines. Dans le mode de réalisation représenté, ces portions latérales 212 et 213 sont solidarisiées aux portions latérales des nappes de cloisonnement 201 et 203 voisines. A titre d'exemple, la portion latérale 212 de la nappe de cloisonnement 202 est liée à la portion latérale de la nappe de cloisonnement 201 voisine par les coutures 220 et 221. Les portions latérales de deux nappes de cloisonnement 2 voisines, ainsi assemblées, s'étendent sensiblement perpendiculairement à la direction d'alignement des alvéoles x, parallèlement aux axes y et z, et forment des cloisons entre les surfaces définies par les portions centrales 211

de chacune de ces nappes, comme le représente la [Fig.4]. De façon préférentielle, ces portions latérales présentent des dimensions permettant que ces cloisons présentent une hauteur d'environ 10 mm.

[0050] Chacune des nappes de cloisonnement 2 se prolonge, et se replie à nouveau des deux côtés des portions latérales 212 et 213, par des portions d'extrémité 214 et 215 qui se font face. Dans le mode de réalisation représenté, ces portions d'extrémité 214 et 215 présentent une largeur d'environ 20 mm, et se chevauchent partiellement pour former la surface supérieure d'une poche entourée par la nappe de cloisonnement 2. Il est possible, dans d'autres mode de réalisation, que ces portions d'extrémité 214 et 215 présentent une largeur plus grande, pour se chevaucher plus, ou au contraire qu'elles soient plus étroites. Dans certains modes de réalisation possibles, ces portions d'extrémité 214 et 215 peuvent ne pas se chevaucher, mais couvrir chacune une partie de la surface supérieure de la poche.

[0051] Pour former l'armature de la structure en matériau composite selon l'invention, la nappe d'enveloppement longitudinal 11 et les différentes nappes de cloisonnement 2 délimitent donc ensemble des poches 21 à 26, comme le représente la [Fig.2]. Ces poches sont juxtaposées les unes aux autres dans un plan appelé plan d'alignement des alvéoles. Plus précisément, dans le mode de réalisation représenté, les poches 21 à 26 sont alignées dans un plan parallèle aux axes x et z. Il est cependant possible, dans d'autres modes de réalisation, que des poches juxtaposées dans deux dimensions, dans le plan d'alignement des alvéoles, forment un même élément d'armature.

[0052] Dans le mode de réalisation représenté, les bandes latérales 112 et 113 de la nappe d'enveloppement longitudinal 11 sont repliées pour s'étendre parallèlement aux axes z et y et venir en appui contre le bord des portions latérales 212 et 213 des nappes de cloisonnement 2 juxtaposées. Par ailleurs, les bandes d'extrémité 114 et 115 de la nappe d'enveloppement longitudinal 11 sont repliées par-dessus les nappes de cloisonnement 2 et s'étendent sensiblement parallèlement aux axes x et z. Quand les nappes constituant l'armature 1 sont ainsi repliées, elles définissent une pluralité d'alvéoles vides, juxtaposées les unes aux autres et présentant chacune, de préférence, une forme de parallélépipède rectangle. Les poches juxtaposées sont séparées par des cloisons intermédiaires qui s'étendent préférentiellement sensiblement perpendiculairement au plan d'alignement des alvéoles.

[0053] Dans la configuration représentée par la [Fig.4], ces portions d'extrémité 214 et 215 sont dans une position dite « de recouvrement », dans laquelle elles s'étendent intégralement au-dessus de la portion centrale 211 de la nappe de cloisonnement 202.

[0054] Dans d'autres configurations, ces portions d'extrémité 214 et 215 peuvent prendre une pluralité de positions dans lesquelles une partie de chaque portion d'extrémité 214 et 215 s'étend dans le prolongement des cloisons formées par les portions latérales 212

et 213, sensiblement parallèlement aux axes y et z, et une autre partie s'étend au-dessus de la portion centrale 211 de la nappe de cloisonnement 202, sensiblement parallèlement aux axes x et z.

[0055] Ainsi, la [Fig.5] représente une configuration dans laquelle

- une partie 2141 de la portion d'extrémité 214 s'étend dans le prolongement de la portion latérale 212,
- une autre partie 2142 de la portion d'extrémité 214 s'étend au-dessus de la portion centrale 211,
- une partie 2151 de la portion d'extrémité 215 s'étend dans le prolongement de la portion latérale 213,
- une autre partie 2152 de la portion d'extrémité 215 s'étend au-dessus de la portion centrale 211.

[0056] Dans une telle configuration, la hauteur, dans la direction de l'axe y, de la poche définie par la nappe de cloisonnement 202 est augmentée, ce qui augmente le volume de cette poche. Il est à noter que, les portions d'extrémité 214 et 215 n'étant pas liées l'une à l'autre, elles ne ferment pas la poche, qui reste ouverte dans la direction de l'axe y. Cette ouverture est uniquement recouverte, partiellement ou totalement, par les portions d'extrémité 214 et 215.

[0057] Dans la configuration représentée par la [Fig.1], les bandes d'extrémité 114 et 115 de la nappe d'enveloppement longitudinal 11 sont dans une position dite « de recouvrement », dans laquelle elles s'étendent intégralement au-dessus des nappes de cloisonnement.

[0058] Dans d'autres configurations, ces bandes d'extrémité 114 et 115 peuvent prendre une pluralité de positions dans lesquelles une partie de chaque bande d'extrémité s'étend dans le prolongement des bandes latérales 112 et 113, sensiblement parallèlement aux axes x et y, et une autre partie s'étend au-dessus des nappes de cloisonnement, sensiblement parallèlement aux axes x et z.

[0059] Ainsi, la [Fig.6] représente une configuration dans laquelle

- une partie 1141 de la bande d'extrémité 114 s'étend dans le prolongement de la bande latérale 112,
- une autre partie 1142 de la bande d'extrémité 114 s'étend au-dessus de la bande centrale 111,
- une partie 1151 de la bande d'extrémité 115 s'étend dans le prolongement de la bande latérale 113,
- une autre partie 1152 de la bande d'extrémité 115 s'étend au-dessus de la bande centrale 111.

[0060] Dans une telle configuration, la hauteur, dans la direction de l'axe y, de l'élément de structure défini par la nappe d'enveloppement longitudinal 11 est augmentée, ce qui

permet à cette structure de contenir des poches dont la hauteur est elle-même augmentée, comme la poche représentée par la [Fig.5]. Il est à noter que, les bandes d'extrémité 114 et 115 n'étant pas liées l'une à l'autre, elles ne ferment pas les poches de l'élément d'armature 1, qui restent ouvertes dans la direction de l'axe y. Les nappes de cloisonnement 2, qui délimitent les poches, sont uniquement recouvertes, partiellement ou totalement, par les bandes d'extrémité 114 et 115 de la nappe d'enveloppement longitudinal 11.

- [0061] Il est à noter que l'élément d'armature 1 représenté par les figures ne constitue qu'un exemple d'assemblage de nappes de fibres pour former une pluralité de poches 21 à 26 juxtaposées les unes aux autres. L'homme du métier pourra sans difficulté imaginer des variantes d'un tel mode de réalisation.
- [0062] La [Fig.8] montre, en vue de coupe schématique, un moule dans lequel est disposé un élément d'armature 1, semblable à celui représenté par la [Fig.1]. Sur la [Fig.8], cet élément d'armature définit quatre poches successives, s'étendant selon la direction de l'axe x. Chacune de ces poches 21 à 24 contient une vessie, respectivement 31 à 34, qui est gonflable et apte à se dilater. De telles vessies 31 à 34 gonflables sont bien connues de l'homme du métier des composites et sont couramment utilisées pour ménager des espaces creux dans une pièce composite.
- [0063] Les vessies 31 à 34 sont initialement dans une configuration dégonflée. Selon leur taux de remplissage, les vessies 31 à 34 grossissent et exercent une pression plus ou moins forte contre les parois des poches 21 à 24 dans lesquelles elles se situent. Ainsi, les formes des poches 21 à 24 se modifient et celles-ci s'étendent en hauteur, dans la direction de l'axe y et, de façon moindre, les poches s'étendent parallèlement à l'axe x.
- [0064] Lorsque les vessies 31 à 34 grossissent, elles permettent de régler la hauteur de l'élément d'armature 1 formé par le repliement des nappes d'enveloppement longitudinal 11 et de cloisonnement 2, tel que représenté selon un mode de réalisation sur la [Fig.6].
- [0065] Dans le mode de réalisation représenté, qui constitue une solution préférentielle, les différentes vessies 31 à 34 gonflables sont des vessies fermées. Celles-ci ne sont pas connectées à l'extérieur de la pièce. Chacune de ces vessies 31 à 34 est gonflée, avant sa fermeture, par un volume d'air prédéterminé.
- [0066] Ces vessies 31 à 34 fermées peuvent être gonflées en jouant sur différents paramètres. Notamment, ces vessies 31 à 34 peuvent être placées sous vide. En réponse à ce vide, ces vessies 31 à 34 se gonflent pour occuper l'espace dans lequel elles sont contenues. Durant ce gonflage, les vessies 31 à 34 poussent des nappes de fibres qui les entourent, jusqu'à les plaquer contre la surface interne d'un moule ou contre une autre vessie. Le gonflage des vessies 31 à 34 a alors pour effet d'étendre le volume des vessies, et des poches qui les contiennent, dans une direction sensiblement perpen-

diculaire à la direction d'alignement des alvéoles et parallèle aux axes y et z.

[0067] Il est également possible, selon d'autres modes de réalisation, que ces différentes vessies 31 à 34 soient connectées, par des moyens de connexion adaptés, tels que des tuyaux, à un système de contrôle de pression situé à l'extérieur de l'élément d'armature 1. La pression que les vessies 31 à 34 exercent sur les nappes d'enveloppement longitudinal 11 et de cloisonnement 2 est contrôlée par le niveau de gonflage. Ainsi, l'utilisateur peut régler la hauteur de l'élément d'armature 1 formée par le repliement des nappes d'enveloppement longitudinal 11 et de cloisonnement 2 en augmentant ou en diminuant le gonflage.

[0068] Il est également possible, selon des variantes, que les vessies 31 à 34 soient fermées et remplies par d'autres composants que l'air.

[0069] A titre d'exemple, ces vessies 31 à 34 peuvent être remplies par un autre gaz, ou par un matériau solide ou liquide susceptible de se vaporiser sous l'effet de la chaleur. La pression que les vessies 31 à 34 exercent sur les différentes nappes d'enveloppement est contrôlée par le niveau de gonflage, qui est lui-même contrôlé par la température et/ou par la pression de l'atmosphère entourant les vessies. Quand la vessie est remplie par un liquide, le chauffage de la structure à une température supérieure à la température d'ébullition du liquide permet de transformer ce liquide en gaz, et de gonfler les vessies 31 à 34.

[0070] Selon un autre mode de réalisation possible, les vessies 31 à 34 peuvent contenir des capsules capables de libérer un gaz. Dans ce mode de réalisation, la libération de ce gaz permet l'expansion et le gonflement des vessies 31 à 34.

[0071] Pour former une structure en matériau composite multicouche, un élément d'armature 1 tel que décrit ci-dessus peut être placé dans un moule, entre d'autres couches de renfort. La structure en matériau composite peut également contenir plusieurs éléments d'armatures 1 juxtaposés qui peuvent, ensemble, constituer une couche d'une structure en matériau composite multicouche.

[0072] La [Fig.7] représente un moule formé de deux coques 402 et 403, au fond duquel est placée au minimum une nappe de fibres inférieure 302 destinée à former une paroi d'une pièce composite. Cette nappe de fibres inférieure 302 est recouverte par une pluralité d'éléments d'armatures 1 tels que décrits dans les figures 1 et 6. De tels éléments d'armatures 1 sont avantageusement juxtaposés les uns aux autres sur toute la surface de la nappe de fibres inférieure 302. Ainsi, dans le mode de réalisation représenté, quatre éléments d'armatures 1 sont placés les uns à côté des autres, par-dessus la nappe de fibres inférieure 302.

[0073] Ces éléments d'armatures 1 peuvent avoir des longueurs différentes et être raccourcis dans la direction d'alignement des alvéoles. L'ensemble de ces éléments d'armatures 1 est alors recouvert par une seconde nappe de fibres supérieure 303 destinée à former la

paroi externe de la pièce en matériau composite.

- [0074] Dans les modes de réalisation représentés ci-après par les figures 8 à 13, les différentes poches représentées sur chaque figure peuvent indifféremment appartenir à un même élément d'armature selon l'invention, comme par exemple celui représenté par la [Fig.1], ou à des éléments d'armature juxtaposés les uns aux autres.
- [0075] Bien évidemment, l'homme du métier pourra sans difficulté imaginer d'autres modes de réalisation de moule et de couches de renfort englobant les éléments d'armature. A titre d'exemple, les couches de renfort peuvent être d'épaisseurs différentes. Ces épaisseurs pourront par exemple être choisies par l'homme du métier pour répondre à des besoins spécifiques de forme ou de résistance mécanique de la structure en matériau composite multicouche.
- [0076] Il est à noter qu'il est possible de placer dans un moule plusieurs couches superposées constituées chacune par des éléments d'armatures 1 juxtaposés les uns aux autres. Dans ce cas, avantageusement, les différentes couches d'éléments d'armature selon l'invention peuvent être séparées par une nappe de fibres intermédiaire. Il est ainsi possible d'utiliser les éléments d'armature selon l'invention pour constituer des pièces de matériau composite ayant une épaisseur importante.
- [0077] La coque supérieure 403 du moule présente une surface interne, non représentée sur la [Fig.7], qui peut être plane ou présenter des irrégularités telles que des cavités.
- [0078] Selon un mode de réalisation préférentiel, la pièce en matériau composite peut être formée selon un procédé connu d'injection de résine sous vide. Selon ce procédé, un équipement d'aspiration peut réaliser le vide dans le moule, en aspirant l'air qui y est présent. Une fois ce vide réalisé, de la résine à l'état liquide peut être injectée. Cette résine peut être une résine thermodurcissable, qui est durcie par cuisson après son injection. Cette résine peut également être une résine thermoplastique injectée chaude, qui est ainsi rendue malléable à la chaleur, apte à épouser la forme d'un moule, et qui se refroidit et durcit ultérieurement. Une résine thermoplastique est considérée comme chaude si sa température lui permet d'être sous une forme totalement fluide et homogène. Le vide produit dans les renforts fibreux aide la résine à pénétrer dans tous les interstices situés entre ces renforts fibreux et de façon sensiblement homogène.
- [0079] Quand le vide est effectué dans le moule contenant l'élément d'armature 1 selon l'invention, les vessies 31 à 34 qui sont partiellement gonflées à température et à pression ambiante, gonflent pour occuper tout l'espace disponible dans le moule. Ce gonflage n'entraîne pas de déplacement sensible des cloisons formées par les portions latérales 212 et 213 séparant deux poches 21 à 24 juxtaposées. En effet, les vessies situées dans deux poches voisines gonflent de manière identique, en se plaquant contre ces cloisons formées par les portions latérales 212 et 213. Les vessies 31 à 34 se gonflant tendent à repousser les bandes d'extrémité 114 et 115 de la nappe

d'enveloppement longitudinal 11 ainsi que les portions d'extrémité 214 et 215 des nappes de cloisonnement 2 constituant la paroi supérieure sous forme repliée.

- [0080] Ces nappes d'enveloppement longitudinal 11 et de cloisonnement 2 peuvent être maintenues par des rubans adhésifs présentant une faible résistance, qui se décrochent pour permettre aux nappes de s'étendre avec facilité lorsque les vessies 31 à 34 se gonflent. Les bandes d'extrémité 114 et 115 de la nappe d'enveloppement longitudinal et les portions d'extrémité 214 et 215 des nappes de cloisonnement 2 sont alors poussées jusqu'à venir en contact avec la nappe de fibres supérieure 303 qui est elle-même en contact avec la coque supérieure 403.
- [0081] Chacune des vessies 31 à 34, en occupant toute la place qui est disponible tend à déformer l'alvéole dans une direction unique, parallèlement à l'axe y, la conduisant à occuper toute la hauteur disponible. Ce gonflage permet de remplir le vide entre la nappe de fibres supérieure 303 et la coque 403 du moule, quelle que soit la forme de la surface interne de la coque 403 et les irrégularités présentes sur cette surface interne.
- [0082] Selon un mode de réalisation représenté sur les figures 8 et 9, la surface interne de la coque 403 a une surface relativement plane. La [Fig.8] montre l'état initial dans lequel les vessies 31 à 34 sont partiellement gonflées et les poches 21 à 24 ont, de préférence, une forme rectangulaire similaire entre elles.
- [0083] Dans ce mode de réalisation, lors du gonflage, les vessies 31 à 34 se gonflent d'une façon équivalente. Ce gonflage provoque l'extension de chaque poche 21 à 24 selon une direction sensiblement perpendiculaire à la direction d'alignement des alvéoles, parallèlement à l'axe y. Néanmoins, la juxtaposition des poches 21 à 24, contenues dans les nappes de cloisonnement 2, ne permet pas l'extension de ces poches 21 à 24 dans une direction parallèle à la direction d'alignement des alvéoles.
- [0084] Ainsi, quand les vessies 31 à 34 sont gonflées comme le montre la [Fig.9], les poches 21 à 24 sont plaquées contre la nappe de fibres supérieure 303 tout en conservant des formes rectangulaires similaires entre elles. De cette façon, la nappe de fibres supérieure 303 épouse l'entièreté de la coque 403, et l'espace vide 501 entre la coque 403 et la nappe de fibre supérieure 303 est comblé.
- [0085] La [Fig.9] montre qu'après gonflement, les cloisons intermédiaires entre les couples d'alvéoles conservent une hauteur similaire et restent orientées selon des directions sensiblement perpendiculaires au plan d'alignement des alvéoles et parallèles avec les axes y et z.
- [0086] Selon un autre mode de réalisation représenté sur les figures 10 et 11, la coque 403 peut présenter une surface non plane. La [Fig.10] montre l'état initial dans lequel les vessies 31 à 34 sont partiellement gonflées et les poches 21 à 24 présentent des formes rectangulaires similaires entre elles.
- [0087] Dans ce mode de réalisation, le gonflage des vessies 31 à 34 permet aux poches 21 à

24 de combler l'espace vide 501 entre la coque 403 et la nappe de fibres supérieure 303. La [Fig.11] montre l'état des alvéoles après ce gonflage.

- [0088] Ce gonflage provoque l'extension de chaque poche 21 à 24 selon une seule direction parallèle à l'axe y, perpendiculaire à la direction d'alignement des alvéoles x. Après gonflage, les poches 21 à 24 présentent une forme plus ou moins allongée, en fonction de la hauteur disponible entre les coques 402 et 403 du moule.
- [0089] Le haut des poches 21 à 24 épouse ainsi la surface de la coque 403, ce qui permet à la nappe de fibres supérieure 303 de s'accoler à cette coque 403 malgré sa forme non plane. Ainsi, cette nappe de fibres supérieure 303 est accolée à la coque 403 quelle que soit la forme de la coque 403 du moule et l'espace vide 501 entre la coque 403 et la nappe de fibres 303 est comblé.
- [0090] La [Fig.11] montre qu'après gonflement les cloisons intermédiaires entre les couples d'alvéoles juxtaposées restent orientées selon des directions perpendiculaires à la direction d'alignement des alvéoles, parallèlement aux axes y et z. En revanche, l'ensemble de ces cloisons possède des hauteurs différentes. La [Fig.11] montre qu'après gonflement la cloison intermédiaire entre les poches 22 et 23 possède une plus grande hauteur, suivant l'axe y, que les cloisons séparant les autres poches voisines. Cette plus grande déformation des poches 22 et 23 permet de plaquer la nappe de fibres supérieure 303 contre la coque 403 malgré la présence d'une cavité plus importante sur la surface interne de cette coque.
- [0091] Les figures 12 et 13, montrent une variante du mode de réalisation représenté par les figures 10 et 11, dans laquelle les coques 402 et 403 se rapprochent l'une de l'autre, près de l'une de leurs extrémités, pour former une portion fine de la structure composite, sans espace vide. Au niveau de la zone de transition entre la portion épaisse de la structure composite et sa portion fine de trouve une poche 25, présentant une forme triangulaire et un volume plus faible que les poches 21 à 24. Cette poche 25 peut appartenir à un élément d'armature selon l'invention, adapté pour présenter cette forme particulière, et contient une vessie 35, qui présente avantageusement un volume initial inférieur à celui des vessies 31 à 34.
- [0092] La forme et la disposition de cette poche 25 lui permet avantageusement de combler parfaitement l'espace de transition entre la portion épaisse et la portion fine de la structure composite, quand les vessies 31 à 35 sont gonflées.
- [0093] Quand les vessies 31 à 35 sont gonflées, de la résine est injectée dans les armatures représentées par les figures 9, 11 ou 13. Si cette résine est thermoplastique, elle est injectée à une température à laquelle elle est liquide. Son refroidissement ultérieur conduit à son durcissement. Si cette résine est thermodurcissable, l'ensemble du moule contenant la résine peut être ultérieurement soumis à la chaleur permettant le durcissement de la résine. Le durcissement de cette résine permet de former la pièce

composite rigide, dans laquelle les poches de l'armature forment des alvéoles.

- [0094] Plus précisément, ce durcissement de résine permet d'obtenir des cloisons intermédiaires formées de couches de fibres solidifiées dont la hauteur dépend de la hauteur du moule. Ainsi, ces couches de fibres solidifiées après le gonflage des vessies 31 à 34 permettent aux poches 21 à 24 de former des alvéoles vides.
- [0095] Dans le mode de réalisation préférentiel, le moule est placé sous vide avant l'injection de la résine, et ce vide entraîne le gonflement des vessies 31 à 34.
- [0096] Selon un autre mode de réalisation, le gonflage de ces vessies 31 à 34 peut être déclenché par leur chauffage. Cette régulation du niveau de gonflage est par exemple possible en remplissant les vessies d'un matériau non gazeux, qui se vaporise sous l'effet de la chaleur.
- [0097] Selon un autre mode de réalisation, les vessies 31 à 34 peuvent être connectées à des moyens de gonflage extérieurs au moule, ce qui permet de contrôler le gonflage des vessies 31 à 34 après leur mise en place dans les poches 21 à 24 de l'élément d'armature 1. A titre d'exemple, les vessies 31 à 34 peuvent être équipées de tuyaux permettant d'apporter un fluide extérieur à l'élément d'armature 1.
- [0098] Selon un autre mode de réalisation de l'invention, les poches formées dans l'élément d'armature 1 sont ouvertes à leurs deux extrémités, dans une même direction sensiblement perpendiculaire au plan ou à la direction d'alignement des poches. Chacune des ouvertures peut, dans ce cas, être au moins partiellement recouverte par des portions d'extrémité des portions latérales de nappes de fibres entourant les poches.
- [0099] Ainsi, quand les vessies gonflables contenues dans les poches sont gonflées, chaque poche peut s'étendre dans deux sens opposés, afin d'augmenter sa longueur dans une direction sensiblement perpendiculaire au plan ou à la direction d'alignement des poches.
- [0100] Dans le mode de réalisation représenté par la [Fig.1], l'élément d'armature 1 forme des poches qui sont alignées les unes aux autres selon une unique direction d'alignement. Il est cependant possible, selon une variante de l'invention, qu'un élément d'armature forme des poches alignées les unes à côté des autres dans deux directions, pour former une plaque. Le plan formé par une telle plaque, quand celle-ci est disposée à plat, est alors le plan d'alignement des poches de l'élément d'armature.

Revendications

- [Revendication 1] Elément d'armature (1) pour structure en matériau composite, ladite armature comprenant des nappes de fibres (11, 2) formant une pluralité de poches (21, 22, 23, 24)
- juxtaposées les unes aux autres dans un plan d'alignement, et
 - séparées les unes des autres par des portions latérales (212, 213) desdites nappes de fibres (11, 2), qui entourent lesdites poches (21, 22, 23, 24),
- chacune desdites poches (21, 22, 23, 24) comprenant au moins une vessie gonflable (31, 32, 33, 34), et étant ouverte dans une direction sensiblement perpendiculaire audit plan d'alignement,
- caractérisée en ce que**
- au moins une des portions latérales (212, 213) entourant ladite poche (21, 22, 23, 24) se prolongeant par au moins une portion d'extrémité (214, 215) desdites nappes de fibre (11, 2),
- chacune desdites portions d'extrémité (214, 215) étant mobile entre :
- une position de recouvrement dans laquelle cette portion d'extrémité (214, 215) recouvre au moins partiellement l'ouverture de ladite poche (21, 22, 23, 24), et
 - une pluralité de positions dans lesquelles une partie de ladite portion d'extrémité (214, 215) recouvre au moins partiellement l'ouverture de ladite poche (21, 22, 23, 24), et une autre partie de ladite portion d'extrémité (214, 215) s'étend dans le prolongement de ladite portion latérale (212, 213) et contribue à séparer ladite poche (21, 22, 23, 24) d'une poche voisine.
- [Revendication 2] Elément d'armature (1) pour structure en matériau composite selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'une desdites nappes de fibres (11, 2) est une nappe d'enveloppement longitudinal (11) qui enveloppe au moins une nappe de cloisonnement (2).
- [Revendication 3] Elément d'armature (1) pour structure en matériau composite selon la revendication précédente, caractérisé en ce que ladite nappe de cloisonnement (2) est reliée à ladite nappe d'enveloppement longitudinal (11) par des coutures (222, 223).

- [Revendication 4] Élément d'armature (1) pour structure en matériau composite selon la revendication 1, caractérisé en ce que les portions latérales (212, 213) desdites poches (21, 22, 23, 24) juxtaposées sont reliées entre elles par des coutures (220, 221).
- [Revendication 5] Élément d'armature (1) pour structure en matériau composite selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que lesdites poches (21, 22, 23, 24) sont alignées selon une seule direction.
- [Revendication 6] Élément d'armature (1) pour structure en matériau composite selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que lesdites vessies (31, 32, 33, 34) sont fermées et contiennent un matériau solide ou liquide apte à se vaporiser à la température de cuisson d'une matrice organique thermodurcissable.
- [Revendication 7] Élément d'armature (1) pour structure en matériau composite selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que lesdites vessies (31, 32, 33, 34) sont connectées avec l'extérieur de ladite armature par des moyens de remplissage.
- [Revendication 8] Structure en matériau composite constituée d'une pluralité de couches de fibres solidifiées par une matrice, au moins l'une desdites couches de fibres comprenant un élément d'armature (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, solidifié de façon à ce que chacune desdites poches (21, 22, 23, 24) forme une alvéole vide.
- [Revendication 9] Procédé d'obtention d'une structure en matériau composite selon la revendication précédente, caractérisé en ce qu'il comporte les étapes suivantes :
- placement de l'élément d'armature (1) dans un moule,
 - gonflement desdites vessies (31, 32, 33, 34),
 - solidification de la structure par durcissement de la matrice entourant ladite structure.
- [Revendication 10] Procédé d'obtention d'une structure en matériau composite selon la revendication précédente, caractérisé en ce que ladite étape de gonflement consiste à créer le vide dans le moule pour gonfler les vessies (31, 32, 33, 34).
- [Revendication 11] Procédé d'obtention d'une structure en matériau composite selon la revendication précédente, caractérisé en ce que ladite étape de gonflement est suivie d'une injection sous vide d'une matrice à l'état liquide.

Fig. 1

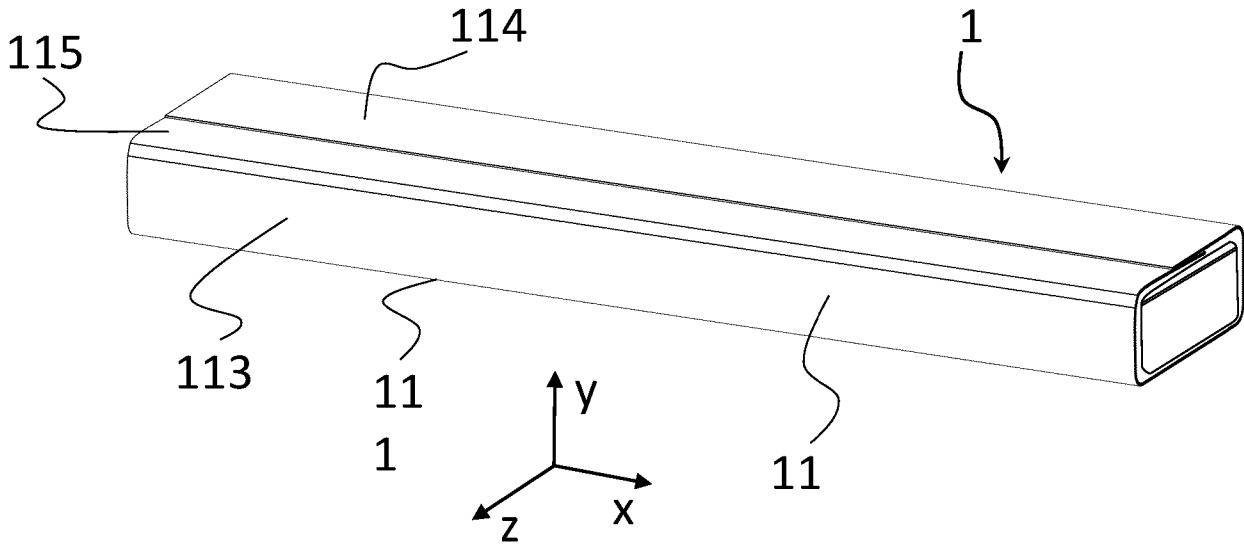


Fig. 2

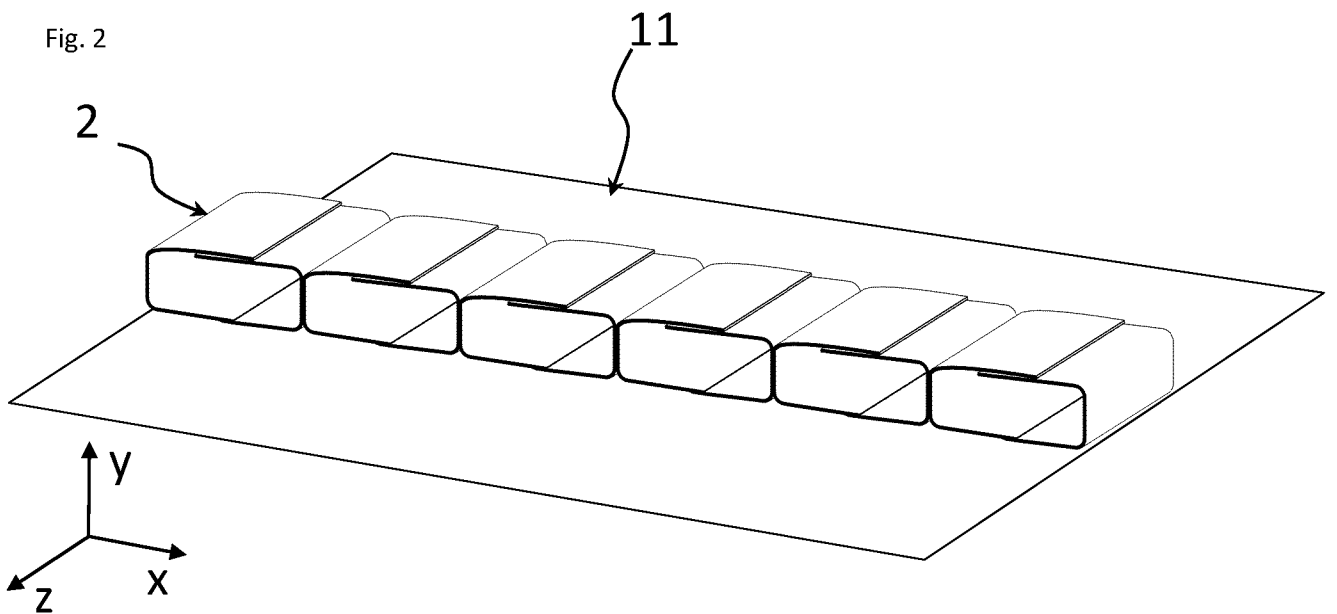


Fig. 3

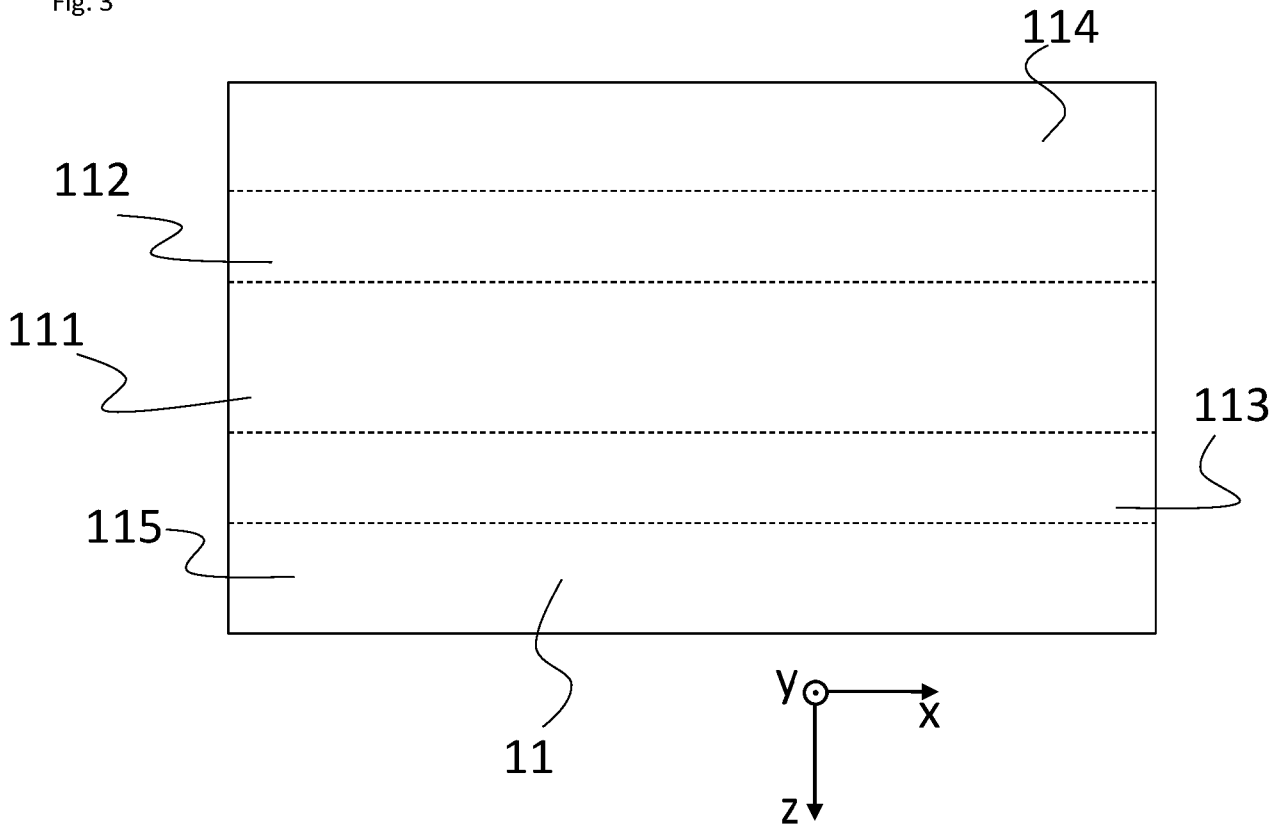


Fig. 4

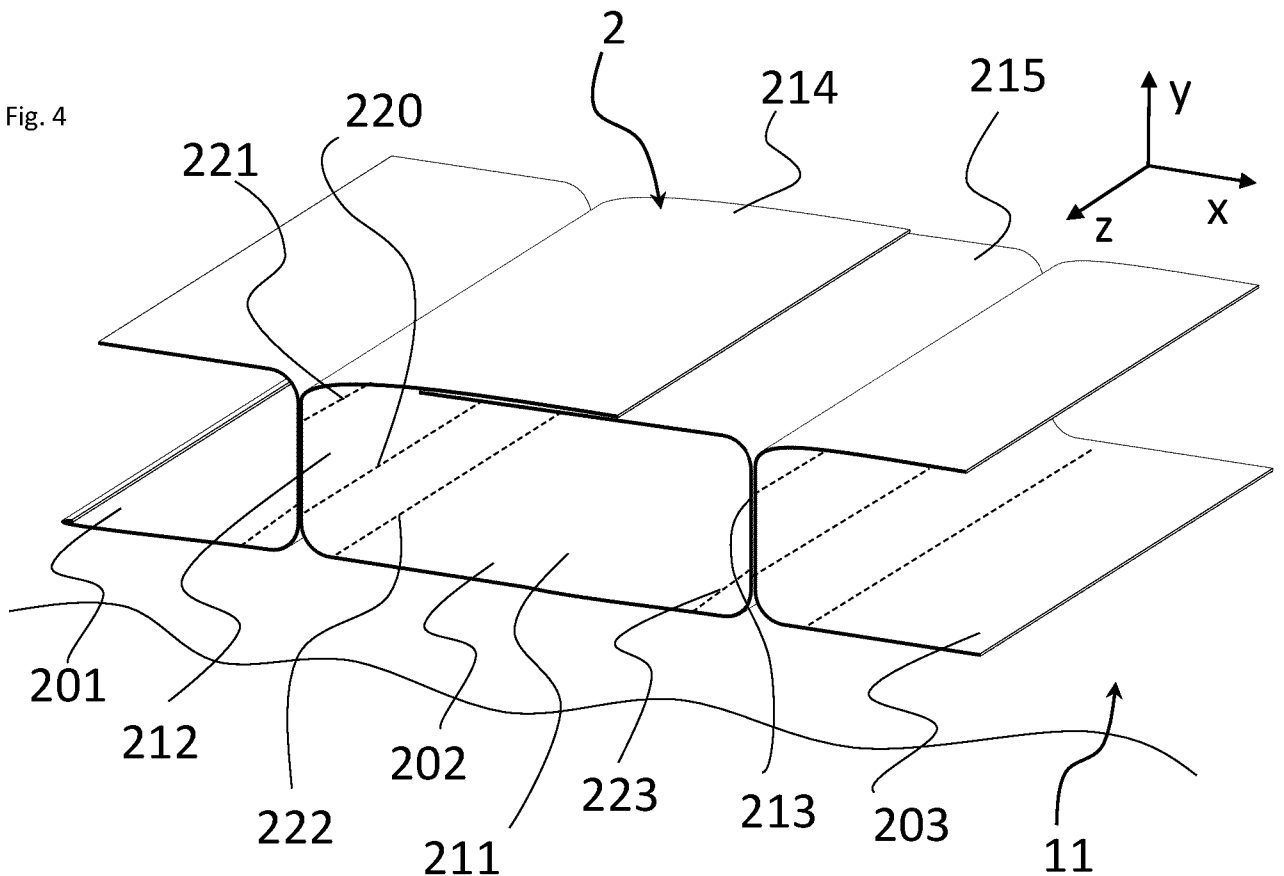


Fig. 5

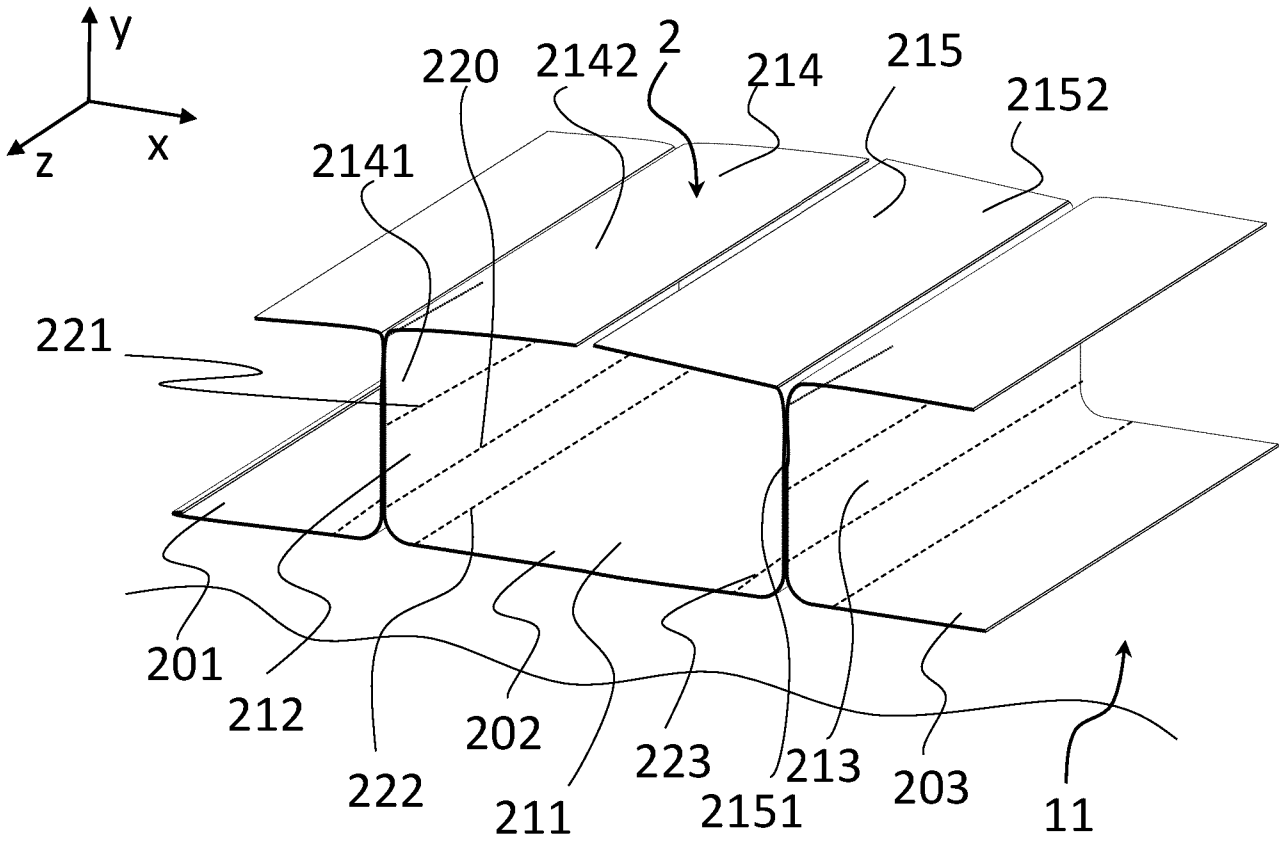


Fig. 6

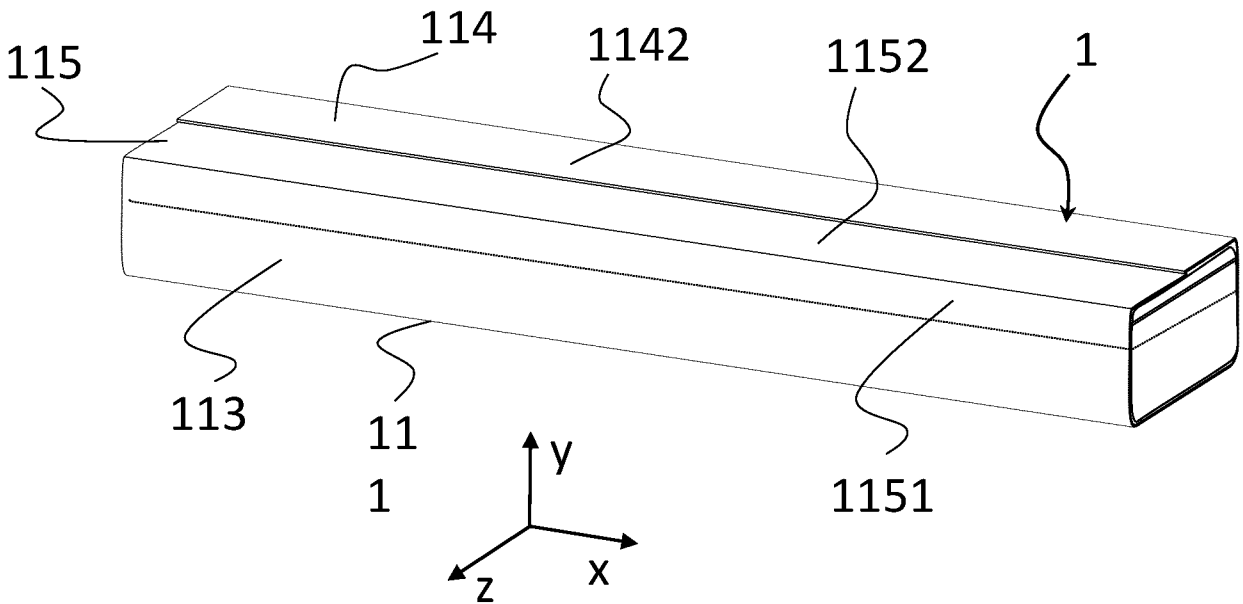
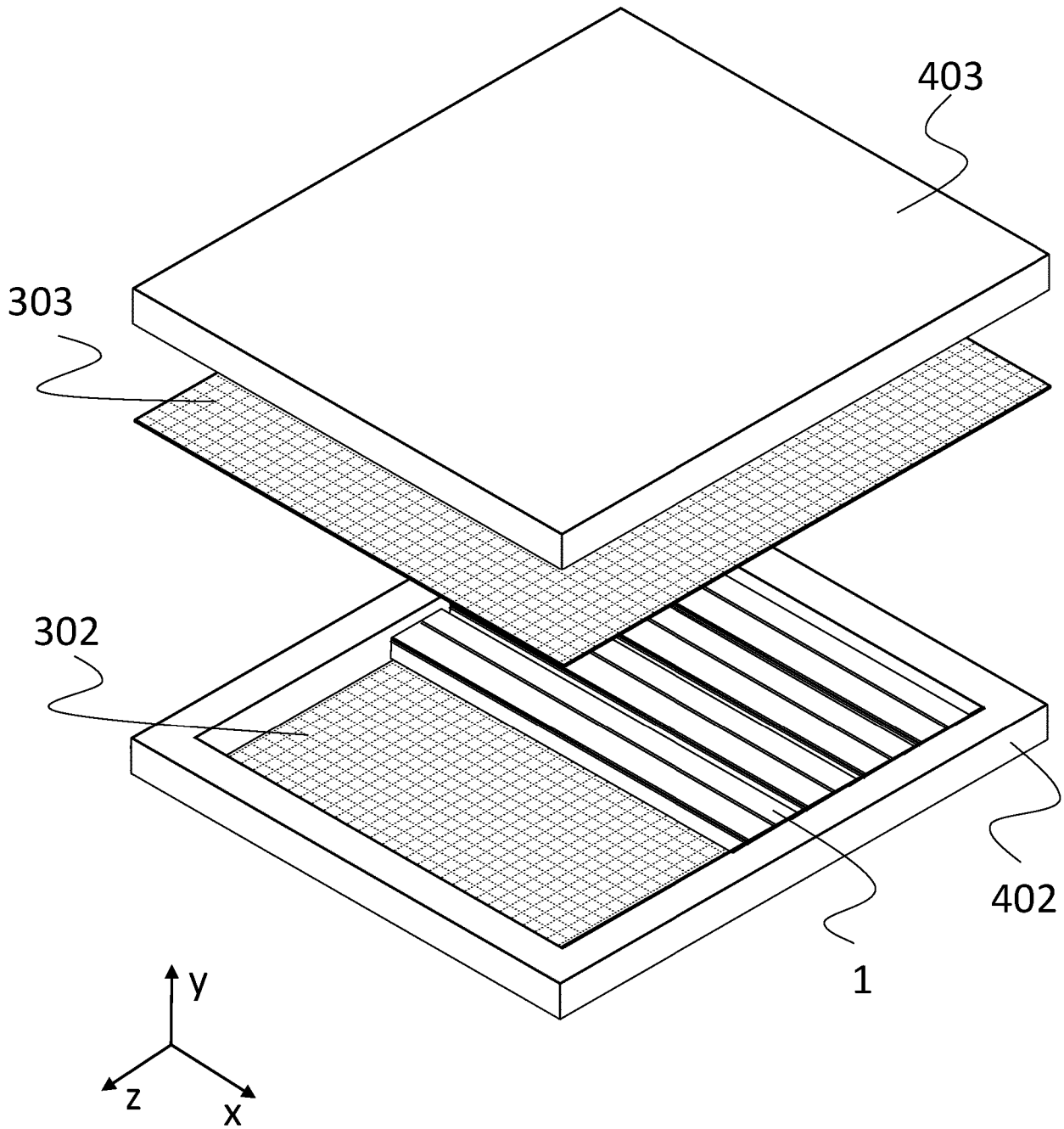


Fig. 7



5/6

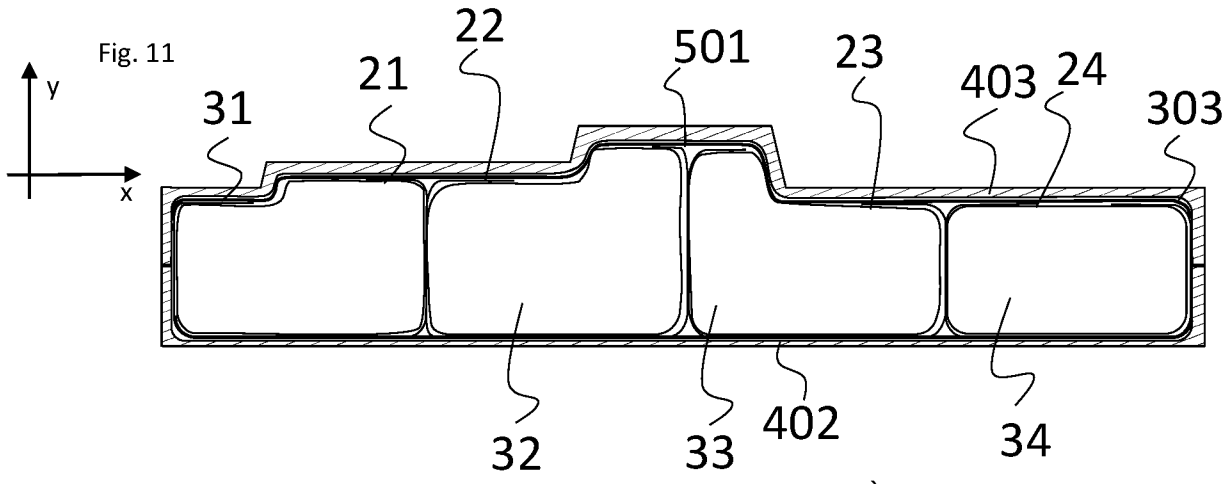
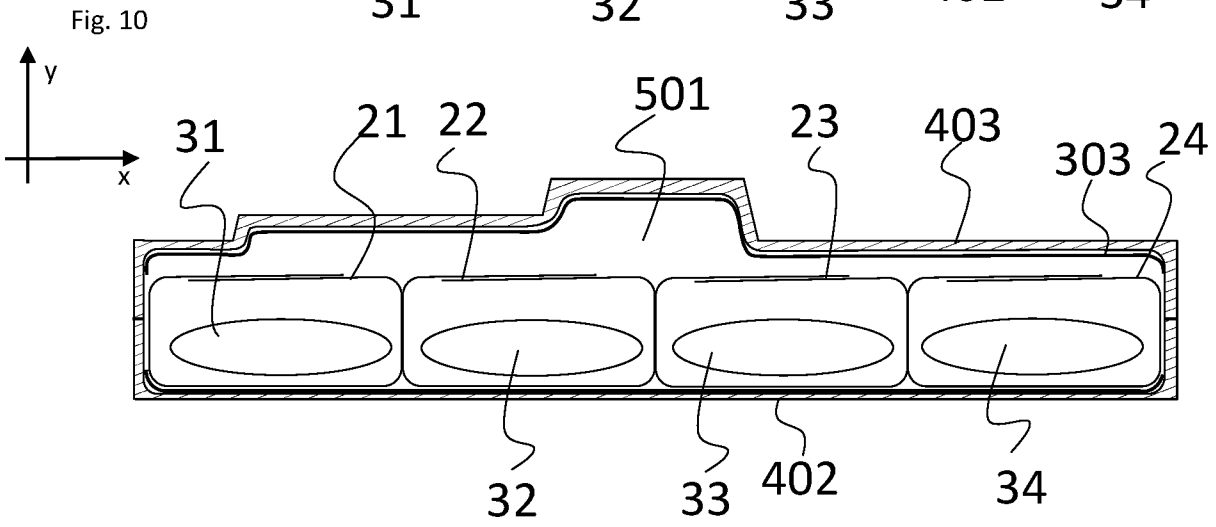
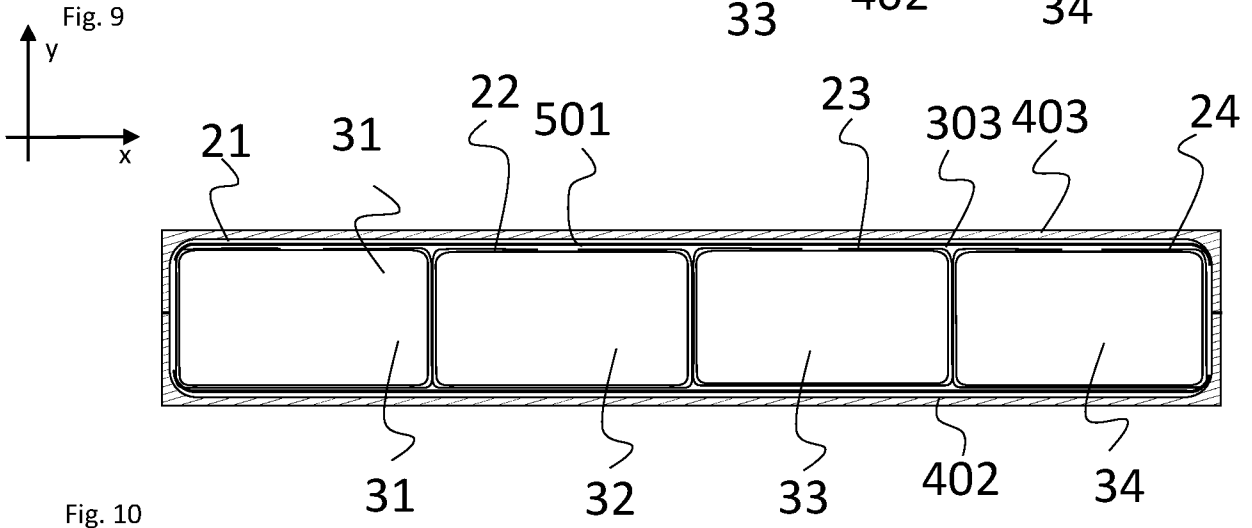
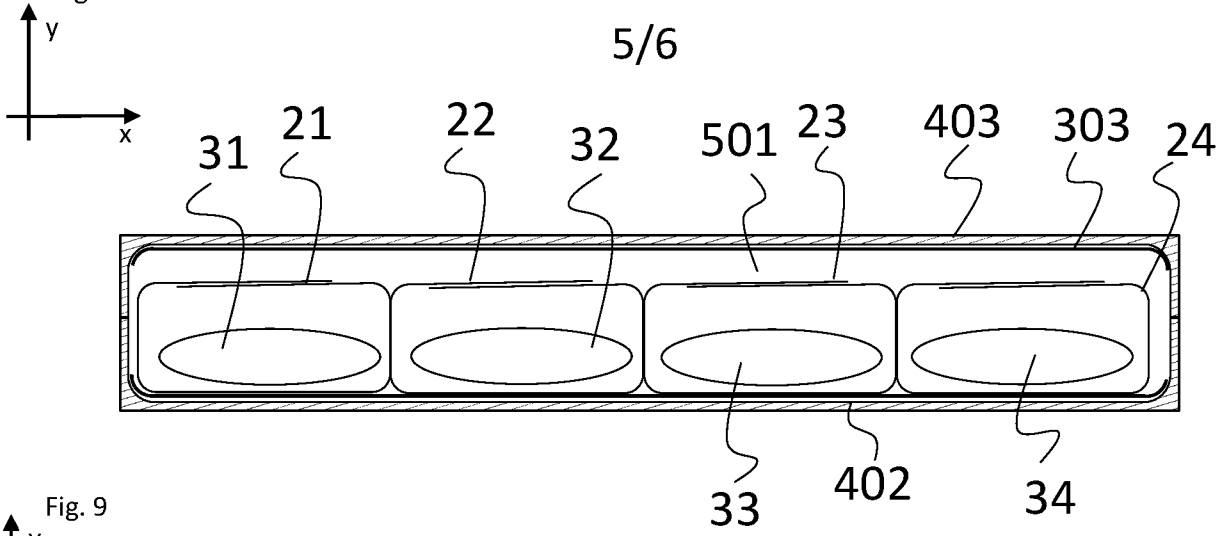


Fig. 12

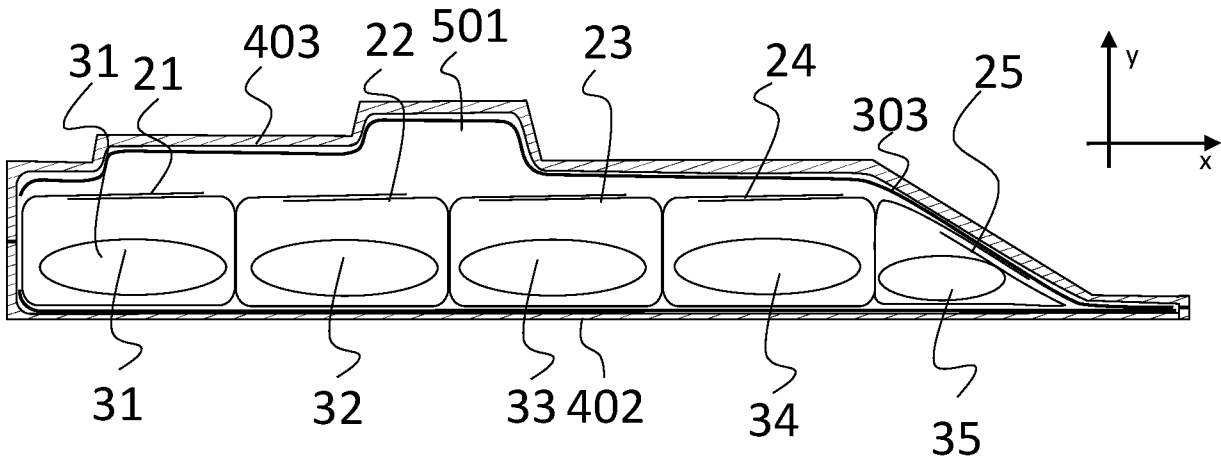
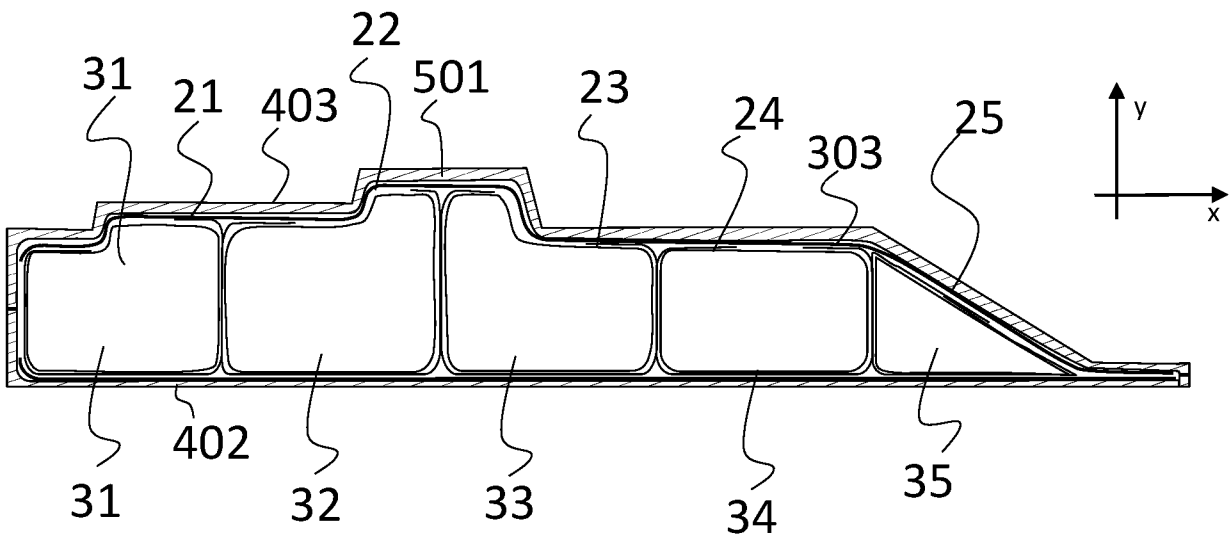


Fig. 13



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2022/081561

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
<i>B29C 33/50</i> (2006.01)i; <i>B29C 70/44</i> (2006.01)i; <i>B29D 24/00</i> (2006.01)i; <i>B29D 22/00</i> (2006.01)i; <i>B29C 43/36</i> (2006.01)i		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) B29C; B29D		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) EPO-Internal, WPI Data		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 1459873 A2 (BOEING CO [US]) 22 September 2004 (2004-09-22) paragraph [0015] - paragraph [0028]; claims; figures	1-11
A	CH 603332 A5 (LECLERC JEAN) 15 August 1978 (1978-08-15) claims; figures	1-11
A	GB 2583941 A (AIRBUS OPERATIONS LTD [GB]; AIRBUS OPERATIONS GMBH [DE]) 18 November 2020 (2020-11-18) paragraph [0040] - paragraph [0075]; claims; figures	1-11
A	EP 1070661 A2 (FUJI HEAVY IND LTD [JP]) 24 January 2001 (2001-01-24) claims; figures	1-11
A	FR 1303210 A (HALDEMANN S A) 07 September 1962 (1962-09-07) claims; figures	1-11
A	EP 0572248 A1 (BRITISH AEROSPACE [GB]) 01 December 1993 (1993-12-01) claims; figures	1-11
X	US 2018043639 A1 (AUTRY BRENDEN [US] ET AL) 15 February 2018 (2018-02-15) paragraph [0027] - paragraph [0042]; claims; figures	1
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 30 January 2023		Date of mailing of the international search report 13 February 2023
Name and mailing address of the ISA/EP European Patent Office p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk Netherlands Telephone No. (+31-70)340-2040 Facsimile No. (+31-70)340-3016		Authorized officer Baradat, Jean-Luc Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/EP2022/081561

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
EP	1459873	A2	22 September 2004	AT 470559 T	15 June 2010
				BR PI0400730 A	11 January 2005
				CA 2461440 A1	20 September 2004
				EP 1459873 A2	22 September 2004
				US 2004183227 A1	23 September 2004
				US 2005163965 A1	28 July 2005
CH	603332	A5	15 August 1978	NONE	
GB	2583941	A	18 November 2020	NONE	
EP	1070661	A2	24 January 2001	DE 60020456 T2	13 October 2005
				DE 60036234 T2	21 May 2008
				EP 1070661 A2	24 January 2001
				EP 1555204 A1	20 July 2005
				EP 1806285 A1	11 July 2007
				US 6513757 B1	04 February 2003
				US 2002195524 A1	26 December 2002
FR	1303210	A	07 September 1962	NONE	
EP	0572248	A1	01 December 1993	NONE	
US	2018043639	A1	15 February 2018	NONE	

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°
PCT/EP2022/081561

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE		
INV.	B29C33/50	B29C70/44
		B29D24/00
		B29D22/00
		B29C43/36
ADD.		
Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB		
B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE		
Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)		
B29C B29D		
Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche		
Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si cela est réalisable, termes de recherche utilisés)		
EPO-Internal, WPI Data		
C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	EP 1 459 873 A2 (BOEING CO [US]) 22 septembre 2004 (2004-09-22) alinéa [0015] - alinéa [0028]; revendications; figures -----	1-11
A	CH 603 332 A5 (LECLERC JEAN) 15 août 1978 (1978-08-15) revendications; figures -----	1-11
A	GB 2 583 941 A (AIRBUS OPERATIONS LTD [GB]; AIRBUS OPERATIONS GMBH [DE]) 18 novembre 2020 (2020-11-18) alinéa [0040] - alinéa [0075]; revendications; figures -----	1-11
A	EP 1 070 661 A2 (FUJI HEAVY IND LTD [JP]) 24 janvier 2001 (2001-01-24) revendications; figures -----	1-11
	-/--	
<input checked="" type="checkbox"/>	Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents	<input checked="" type="checkbox"/>
		Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe
* Catégories spéciales de documents cités:		
"A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent	"T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention	
"E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date	"X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément	
"L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)	"Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier	
"O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens	"&" document qui fait partie de la même famille de brevets	
"P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée		
Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée	Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale	
30 janvier 2023	13/02/2023	
Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale	Fonctionnaire autorisé	
Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Baradat, Jean-Luc	

C(suite). DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	FR 1 303 210 A (HALDEMANN S A) 7 septembre 1962 (1962-09-07) revendications; figures -----	1-11
A	EP 0 572 248 A1 (BRITISH AEROSPACE [GB]) 1 décembre 1993 (1993-12-01) revendications; figures -----	1-11
X	US 2018/043639 A1 (AUTRY BRENDEN [US] ET AL) 15 février 2018 (2018-02-15) alinéa [0027] - alinéa [0042]; revendications; figures -----	1

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/EP2022/081561

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
EP 1459873	A2	22-09-2004	AT 470559 T	15-06-2010
			BR PI0400730 A	11-01-2005
			CA 2461440 A1	20-09-2004
			EP 1459873 A2	22-09-2004
			US 2004183227 A1	23-09-2004
			US 2005163965 A1	28-07-2005

CH 603332	A5	15-08-1978	AUCUN	

GB 2583941	A	18-11-2020	AUCUN	

EP 1070661	A2	24-01-2001	DE 60020456 T2	13-10-2005
			DE 60036234 T2	21-05-2008
			EP 1070661 A2	24-01-2001
			EP 1555204 A1	20-07-2005
			EP 1806285 A1	11-07-2007
			US 6513757 B1	04-02-2003
			US 2002195524 A1	26-12-2002

FR 1303210	A	07-09-1962	AUCUN	

EP 0572248	A1	01-12-1993	AUCUN	

US 2018043639	A1	15-02-2018	AUCUN	
