

①⑫ **BREVET D'INVENTION** **B1**

⑤④ Structure modulaire pour la réalisation d'une paroi.

②② Date de dépôt : 07.04.23.

③⑦ Priorité :

⑥⑦ Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

○ Demande(s) d'extension :

⑦① Demandeur(s) : *POST INDUSTRIAL CRAFTS*
Société par actions Simplifiée — FR.

④③ Date de mise à la disposition du public
de la demande : 11.10.24 Bulletin 24/41.

④⑤ Date de la mise à disposition du public du
brevet d'invention : 20.06.25 Bulletin 25/25.

⑤⑥ Liste des documents cités dans le rapport de
recherche :

Se reporter à la fin du présent fascicule

⑦② Inventeur(s) : CREDOZ Guillaume et
KARAOGHLANIAN Nareg.

⑦③ Titulaire(s) : *POST INDUSTRIAL CRAFTS* Société
par actions Simplifiée.

⑦④ Mandataire(s) : Laurent et Charras.



Description

Titre de l'invention : Structure modulaire pour la réalisation d'une paroi

Domaine technique

- [0001] La présente invention concerne une structure modulaire pour la réalisation de tout type de paroi, notamment plane, sphérique ou semi-sphérique, utilisable dans tout élément de construction, tel que cloison, pergola, mobilier, etc.
- [0002] Une application avantageuse de la présente invention réside dans la construction de structures géodésiques, pour la réalisation de dômes ou sphères, formant ou faisant partie d'ouvrages architecturaux.

Art antérieur

- [0003] Il est connu de l'état de la technique des structures modulaires utilisées pour la réalisation de parois et d'ensembles géodésiques.
- [0004] Ces structures sont généralement conçues pour être facilement assemblées et démontées, offrant une flexibilité dans la conception et la construction de diverses formes et tailles.
- [0005] Les matériaux et les méthodes de fabrication employés dans l'art antérieur varient, incluant des structures en bois, en métal et en plastique, ainsi que des méthodes de fabrication telles que l'usinage, le moulage par injection et l'extrusion.
- [0006] Dans l'art antérieur, les structures modulaires sont souvent constituées d'éléments en forme de barres ou de panneaux, qui sont assemblés à l'aide de divers mécanismes de connexion, tels que des boulons, des vis, des clips ou des encoches. Ces mécanismes de connexion permettent généralement un certain degré de réglage et de démontage, mais peuvent parfois être complexes à assembler ou nécessiter des outils spécifiques.
- [0007] Les structures géodésiques, en particulier, sont basées sur des polyèdres, tels que des icosaèdres ou des dodécaèdres, et sont constituées par exemple de triangles, de pentagones ou d'autres formes géométriques qui sont assemblées pour former une structure sphérique ou semi-sphérique. Ces structures sont connues pour leur résistance et leur légèreté, et sont utilisées dans diverses applications, telles que la réalisation de dômes, de serres, d'abris temporaires et de structures architecturales.
- [0008] L'art antérieur comprend également l'utilisation de matériaux thermoplastiques, tels que le polycarbonate, pour la fabrication de structures modulaires. Le polycarbonate est un matériau léger, résistant aux impacts et transparent, ce qui le rend particulièrement adapté pour des applications telles que la réalisation des serres, des abris et des parois vitrées.
- [0009] La fabrication additive, notamment l'impression 3D, a également été utilisée dans

l'art antérieur pour produire des structures modulaires, offrant une flexibilité de conception et la possibilité de créer des formes complexes qui seraient difficiles à réaliser avec des méthodes de fabrication traditionnelles.

[0010] Toutefois, malgré les avantages offerts par l'art antérieur, il existe toujours un besoin d'améliorer la facilité d'assemblage et de démontage, la rigidité et la recyclabilité des structures modulaires, en particulier celles fabriquées à partir de matériaux thermoplastiques et par fabrication additive.

Exposé de l'invention

[0011] L'un des buts de l'invention est donc de remédier aux problèmes de l'art antérieur en proposant une structure modulaire pour la réalisation d'une paroi permettant un montage/démontage rapide et facile, une rigidité accrue et une recyclabilité optimisée.

[0012] À cet effet, il a été mis au point une structure modulaire pour la réalisation d'une paroi, ladite structure comprenant :

- au moins trois éléments annulaires fabriqués en thermoplastique, tel qu'en polycarbonate, et par fabrication additive ; chaque élément annulaire présente une paroi latérale pourvue d'un repli annulaire vers l'intérieur pour faire office de raidisseur ;
- un organe de connexion pour attacher les éléments annulaires les uns aux autres, ledit organe de connexion comprenant deux blocs, chacun comprenant au moins trois griffes de fixation, chaque griffe étant prévue pour s'accrocher sur une bordure d'un élément annulaire, les deux blocs de l'organe de connexion étant prévus pour prendre appui de part et d'autre des éléments annulaires ;
- un système de vissage pour rapprocher les deux blocs de l'organe de connexion et verrouiller l'ensemble.

[0013] De cette manière, l'assemblage de plusieurs de ces structures modulaires permet de réaliser des parois de manière rapide et facile, avec une rigidité accrue et une recyclabilité optimisée puisque l'assemblage est réversible. Après démontage, il est possible de stocker la structure pour une réutilisation ultérieure, ou bien la recycler avec d'un côté le thermoplastique et de l'autre côté les blocs de connexion et le système de vissage.

[0014] La paroi réalisée permet la construction de dômes, de serres, de pergolas, d'abris temporaires et des structures architecturales, de type structures géodésiques.

[0015] De préférence, les éléments annulaires sont de forme polygonale, tel qu'hexagonale, et sont avantageusement empilable pour faciliter leur stockage avant le montage ou après le démontage.

[0016] Selon une forme de réalisation particulière, le système de vissage comprend un tube dont les deux extrémités sont taraudées et positionné entre les deux blocs de l'organe de connexion, et deux vis, chacune transversant un orifice épaulé ménagé dans le bloc

correspondant, et adaptée pour venir se visser dans le tube pour rapprocher et serrer les deux blocs de l'organe de connexion.

[0017] Selon des formes de réalisation préférées, le repli annulaire vers l'intérieur présente une section transversale en arc de cercle ou en triangle par exemple. Cela permet de faire office de raidisseur, mais aussi de créer des sortes de portions de poutres tubulaires courant au sein de la paroi réalisée par l'assemblage de plusieurs structures, participant à la rigidité de l'ensemble. Ces portions tubulaires permettent également le passage d'éléments fonctionnels, tels que de câbles ou gaines.

[0018] L'invention concerne également un procédé d'assemblage d'une structure modulaire telle que précitée, comprenant les étapes consistant à :

- positionner les éléments annulaires adjacents les uns aux autres ;
- fixer les éléments annulaires ensemble à l'aide de l'organe de connexion ;
- serrer les deux blocs de l'organe de connexion à l'aide du système de vissage.

[0019] L'invention concerne également un ensemble géodésique formé par l'assemblage d'une pluralité de structures modulaires telles que précitées.

Brève description des dessins

[0020] [Fig.1] est une vue en perspective d'une structure modulaire selon l'invention.

[0021] [Fig.2] est une vue similaire à celle de la [Fig.1], vue de dessus.

[0022] [Fig.3] est une vue en perspective d'un élément annulaire composant la structure modulaire.

[0023] [Fig.4] est une vue similaire à celle de la [Fig.3], vue de côté.

[0024] [Fig.5] est une vue d'un ensemble géodésique réalisée par l'assemblage de structures selon l'invention.

[0025] [Fig.6] est une vue similaire à celle de la [Fig.5], vue de côté.

[0026] [Fig.7] est une vue en perspective d'un bloc d'un organe de connexion mis en œuvre dans la présente invention.

[0027] [Fig.8] est une vue de détail sur l'organe de connexion attachant ensemble trois éléments annulaires de la structure.

[0028] [Fig.9] est une vue similaire à celle de la [Fig.1], en coupe partielle.

Description détaillée de l'invention

[0029] En référence aux figures 1 à 9, l'invention concerne une structure modulaire (1) pour la réalisation d'une paroi, qui offre une solution polyvalente, rigide et recyclable pour diverses applications.

[0030] La structure est composée d'éléments annulaires (2) fabriqués en thermoplastique, tel qu'en polycarbonate, notamment recyclé, et par fabrication additive.

[0031] L'invention permet de fabriquer, en fabrication digitale directe, un très grand nombre de formes, régulières comme irrégulières, et de les attacher ensemble pour former des

- parois, planes, sphériques ou semi-sphériques, utilisées pour tout type de construction.
- [0032] La paroi réalisée comprend ainsi une subdivision de surface en cellules, les éléments annulaires (2), à la manière des polygones de Thiessen ou de Voronoï qui forment un pavage intégral, du type des structures géodésiques bien connues.
- [0033] Les éléments annulaires (2) sont de préférence conçus pour être empilables, ce qui permet un transport et un stockage facile et économique de la structure démontée.
- [0034] La technique de fabrication additive mise en œuvre utilise un bras robotisé, tel qu'un robot à six axes par exemple, avec un extrudeur de matière thermoplastique, en l'occurrence de préférence du polycarbonate chauffé à une température comprise entre 230°C et 250°C. La buse de l'extrudeur dépose un fil fondu de polycarbonate sur une plateforme de construction, qui est ensuite refroidi et durci. Le refroidissement peut être réalisé par un ventilateur, assurant une solidification rapide et homogène du matériau. Ce processus est répété couche par couche jusqu'à ce que la forme souhaitée de l'élément annulaire soit obtenue.
- [0035] Les éléments annulaires (2) sont de toute forme souhaitée, circulaire ou polygonale, par exemple hexagonale, octogonale ou autre, permettant un assemblage modulaire pour créer des parois et des structures de différentes tailles et formes. Les éléments annulaires (2) peuvent être identiques, ou bien présenter des formes différentes en fonction de la paroi et des éléments fonctionnel à réaliser.
- [0036] En référence aux figures 3 et 4, chaque élément annulaire (2) présente une paroi latérale (2a) avec un repli annulaire (2b) vers l'intérieur, notamment dans le plan médian de l'élément annulaire (2), pour servir de raidisseur. La section transversale de cette paroi latérale (2a) peut être en arc de cercle, en plusieurs arc de cercles repliés successivement vers l'intérieur et l'extérieur de la forme annulaire, ou bien triangulaire selon la forme illustrée aux figures, offrant ainsi différentes options pour optimiser la rigidité de la structure et éviter que les éléments annulaires (2) ne fléchissent sous leur poids.
- [0037] L'agencement des différents éléments annulaires (2) les uns contre les autres lorsqu'une paroi est réalisée permet également de mettre en vis-à-vis les raidisseurs de chaque élément, créant ainsi des sortes de portions de poutres tubulaires (7), voir [Fig.9], courant au sein de la paroi et participant à la rigidité de l'ensemble. Ces portions tubulaires (7) permettent également le passage d'éléments fonctionnels, tels que de câbles électriques, des gaines ou tout autre élément.
- [0038] Les éléments annulaires (2) peuvent intégrer d'autres éléments structurels, tels que des étagères, des fenêtres, hublots, bancs, fauteuil, table, cloisons ajourées également appelées moucharabieh, des supports ou des renforts, offrant des fonctionnalités supplémentaires à la structure. etc. En référence aux figures 5 et 6 par exemple, on aperçoit des étagères (3), table (4) et banc (5), ainsi que des hublots (6). Ils peuvent

également être fermés par des parois ou vitres, créant des espaces vitrés ou semi-vitrés selon les besoins. Les éléments annulaires (2) comprennent par exemple des rebords fonctionnels, permettant la fixation et le maintien des étagères, des vitres ou d'autres éléments. Ces rebords ou étagères, plan de travail etc, peuvent former partie intégrante des éléments annulaires (2), c'est-à-dire fabriqués en même temps par fabrication additive, ou bien être rapportés et conçus pour s'emboîter ou se fixer aux éléments annulaires (2) par l'intermédiaire de clips, de vis ou d'autres mécanismes de fixation.

[0039] La structure modulaire (1) comprend un organe de connexion (8) spécialement conçu pour attacher et maintenir les éléments annulaires (2) les uns aux autres. Ces organes de connexion ne sont pas représentés sur les figures 5, 6 et 9, mais sont prévus systématiquement entre trois éléments annulaires (2), voir figures 1, 2 et 8. L'organe de connexion (8) comprend de deux blocs (8a), notamment triangulaire, chacun comprenant au moins trois griffes (8b) de fixation ou plus, en fonction du nombre d'éléments annulaires (2) à attacher ensemble. Chaque griffe (8b) est prévue pour s'engager avec un rebord d'un élément annulaire (2), et les deux blocs (8a) de l'organe de connexion (8) sont conçus pour prendre appui de part et d'autre des éléments annulaires (2), assurant un ajustement sûr et stable.

[0040] Un système de vissage (9) est utilisé pour rapprocher les deux blocs (8a) de l'organe de connexion (8) et verrouiller l'ensemble, assurant ainsi la stabilité et la rigidité de la structure. Ce système peut comprendre un tube (10) dont les deux extrémités sont taraudées, par exemple par l'intermédiaire d'écrous soudés aux extrémités, et positionné entre les deux blocs (8a) de l'organe de connexion (8), et deux vis (12), chacune transversant un orifice épaulé (13), non représenté sur la [Fig.7], ménagé dans les blocs (8a) correspondant, et adaptée pour venir se visser dans le tube (10) pour rapprocher et serrer les deux blocs (8a) de l'organe de connexion (8). Chaque griffe (8b) présente une paroi interne inclinée en direction du centre du bloc pour favoriser l'effet de compression et de serrage des éléments annulaires.

[0041] Le système de vissage (9) permet un certain degré de réglage, offrant la possibilité de modifier la tension et la rigidité de la structure selon les besoins ou les conditions environnementales. Le système de vissage (9) permet la compression des faces coplanaires des éléments annulaires (2), permettant un joint étanche, écrasé.

[0042] L'invention permet de réaliser aussi bien des surfaces planes, dans ce cas les éléments annulaires (2) s'inscrivent dans un cylindre, que sphérique ou semi-sphérique, dans ce cas les éléments annulaires (2) s'inscrivent dans un volume tronconique.

[0043] Dans le cas de la construction d'une paroi sphérique ou semi-sphérique, les éléments annulaires (2), dont les parois convergent vers le même centre, tiennent en place seuls, facilitant ainsi le montage de la structure.

- [0044] La contraction du thermoplastique, et notamment du polycarbonate pendant l'impression, donne une forme en calotte sphérique à la surface posée sur le lit d'impression, ce qui lui permet de mieux suivre la courbure de la sphère géodésique une fois assemblée.
- [0045] En outre, la conception modulaire des éléments annulaires (2) permet un assemblage facile et rapide, ainsi qu'un démontage sans effort en cas de besoin. La possibilité de réutiliser ou de recycler les éléments annulaires (2) en thermoplastique d'une part, et les organes de connexion qui sont par exemple en aluminium recyclé, d'autre part, contribue à la durabilité et à la polyvalence de cette invention.
- [0046] L'assemblage d'une pluralité de telles structures peut donner naissance à des ensembles géodésiques, tels que des dômes, des serres, des abris temporaires et des structures architecturales. Les structures géodésiques offrent une résistance élevée aux forces externes et une utilisation efficace des matériaux, ce qui en fait une solution idéale pour diverses applications.
- [0047] Il ressort de ce qui précède que l'invention offre une structure pour la réalisation d'une paroi composée d'éléments annulaires (2) fabriqués en thermoplastique par fabrication additive. La conception modulaire, la rigidité accrue grâce à la paroi latérale (2a) faisant office de raidisseurs et l'organe de connexion (8) innovant permettent un assemblage rapide et sûr. La possibilité d'intégrer des éléments structurels et de fermer les éléments annulaires (2) avec des vitres offre une grande flexibilité en termes de fonctionnalité et d'esthétique.
- [0048] Enfin, la facilité d'assemblage, de démontage et de recyclage des éléments rend cette invention particulièrement adaptée à une grande variété d'applications et respectueuses de l'environnement.

Revendications

- [Revendication 1] Structure modulaire (1) pour la réalisation d'une paroi, ladite structure comprenant :
- au moins trois éléments annulaires (2) fabriqués en thermoplastique et par fabrication additive ; chaque élément annulaire (2) présente une paroi latérale (2a) pourvue d'un repli annulaire (2b) vers l'intérieur, ledit repli annulaire (2b) présentant une section transversale en arc de cercle ou en triangle, pour faire office de raidisseur ;
 - un organe de connexion (8) prévus entre les éléments annulaires pour attacher les éléments annulaires (2) les uns aux autres destiné à mettre en vis-à-vis les replis annulaires (2b) faisant office de raidisseurs afin de réaliser des portions de poutre tubulaires (7), ledit organe de connexion (8) comprenant deux blocs (8a), chacun comprenant au moins trois griffes (8b) de fixation, chaque griffe (8b) présente une paroi interne inclinée en direction du centre du bloc et est prévue pour s'accrocher sur une bordure d'un élément annulaire (2), les deux blocs (8a) de l'organe de connexion (8) étant prévus pour prendre appui de part et d'autre des éléments annulaires (2) ;
 - un système de vissage (9) pour rapprocher les deux blocs (8a) de l'organe de connexion (8) et verrouiller l'ensemble.
- [Revendication 2] Structure selon la revendication 1, **caractérisée** en ce que le thermoplastique est du polycarbonate.
- [Revendication 3] Structure selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisée** en ce que les éléments annulaires (2) sont de forme polygonale.
- [Revendication 4] Structure selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisée** en ce que le système de vissage (9) comprend un tube (10) dont les deux extrémités sont taraudées, et positionné entre les deux blocs (8a) de l'organe de connexion (8), et deux vis (12), chacune transversant un orifice épaulé (13) ménagé dans le bloc (8a) correspondant, et adaptée pour venir se visser dans le tube (10) pour rapprocher et serrer les deux blocs (8a) de l'organe de connexion (8).
- [Revendication 5] Structure selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisée** en ce que le repli annulaire (2b) vers l'intérieur présente une section transversale en arc de cercle ou en triangle.
- [Revendication 6] Procédé d'assemblage d'une structure modulaire (1) selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, comprenant les étapes consistant

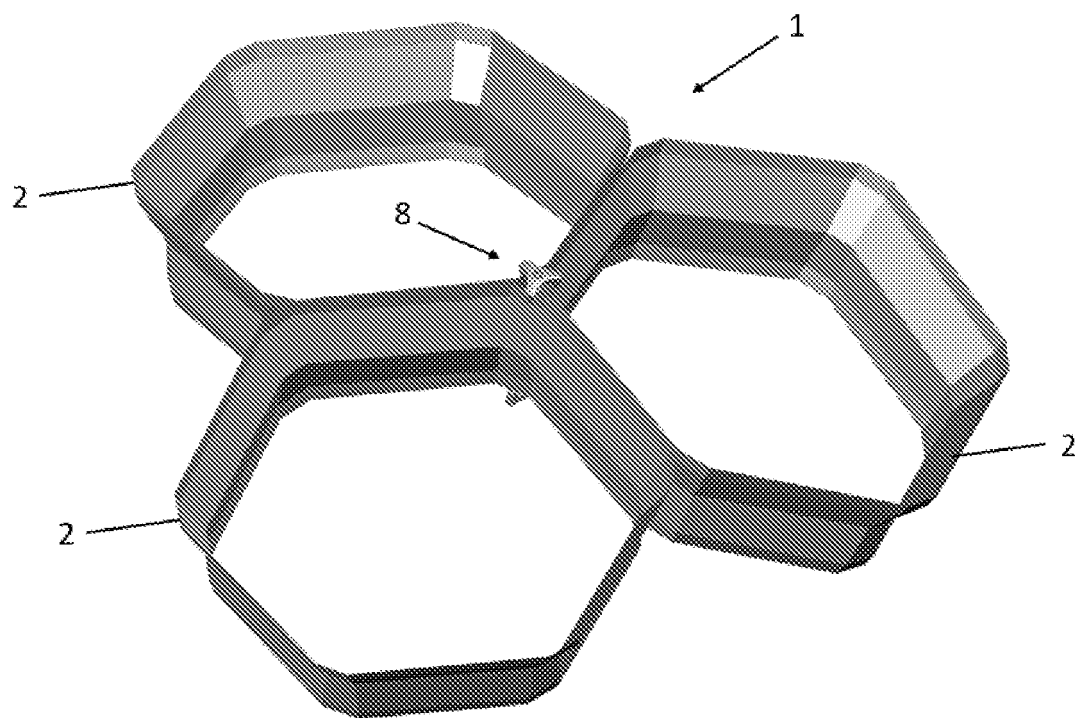
à :

- positionner les éléments annulaires (2) adjacents les uns aux autres ;
- fixer les éléments annulaires (2) ensemble à l'aide de l'organe de connexion (8) ;
- serrer les deux blocs (8a) de l'organe de connexion (8) à l'aide du système de vissage (9).

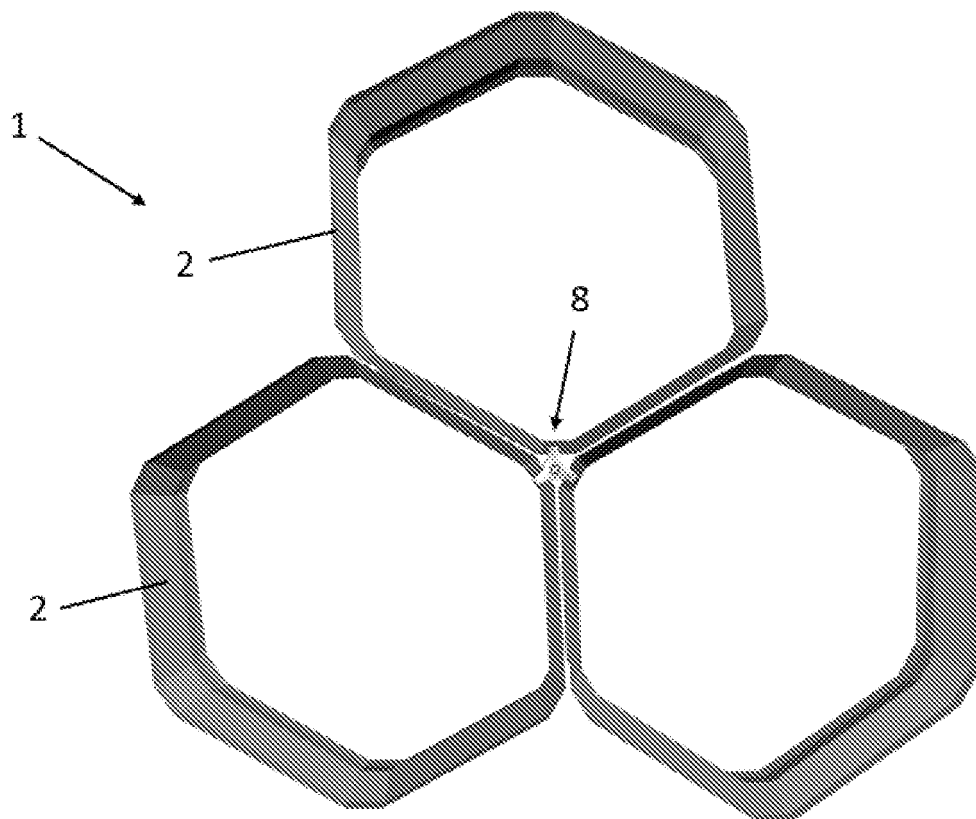
[Revendication 7]

Ensemble géodésique formé par l'assemblage d'une pluralité de structures modulaires selon l'une quelconque des revendications 1 à 5.

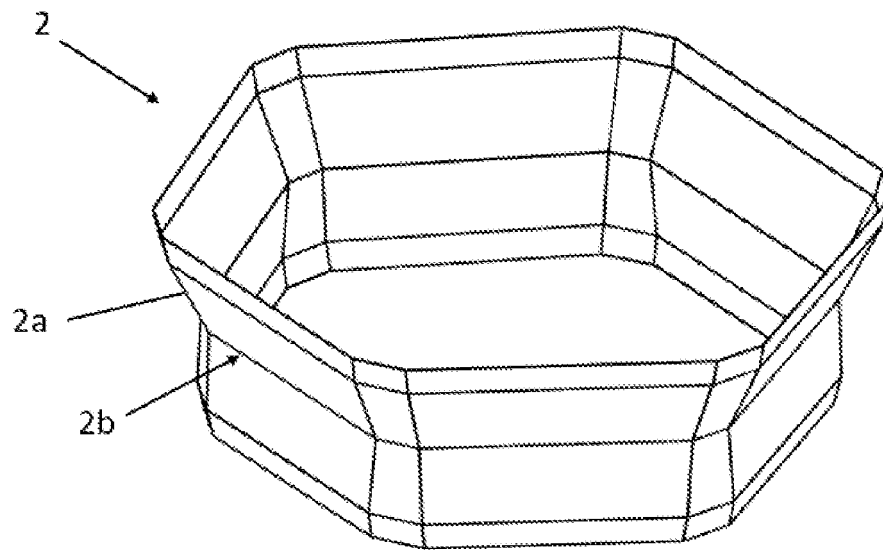
[Fig. 1]



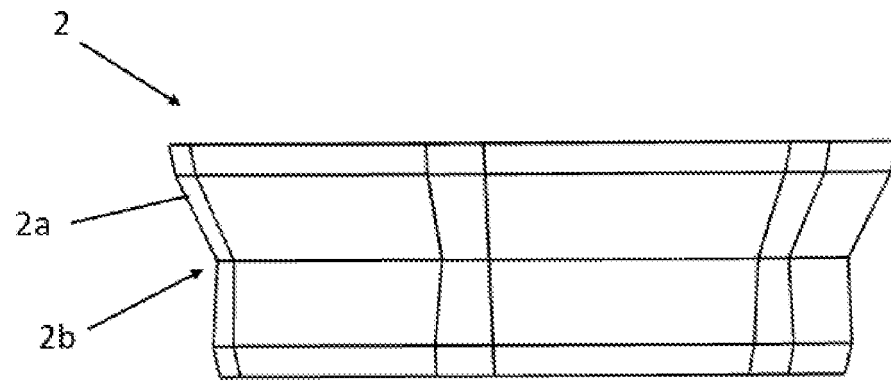
[Fig. 2]



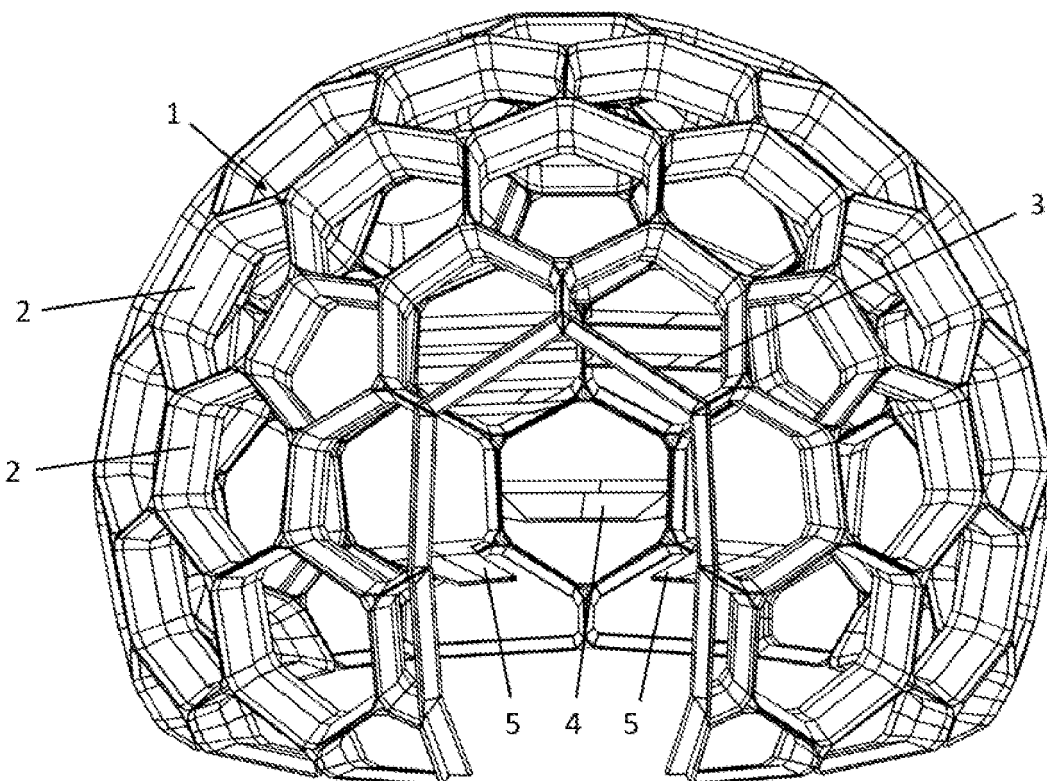
[Fig. 3]



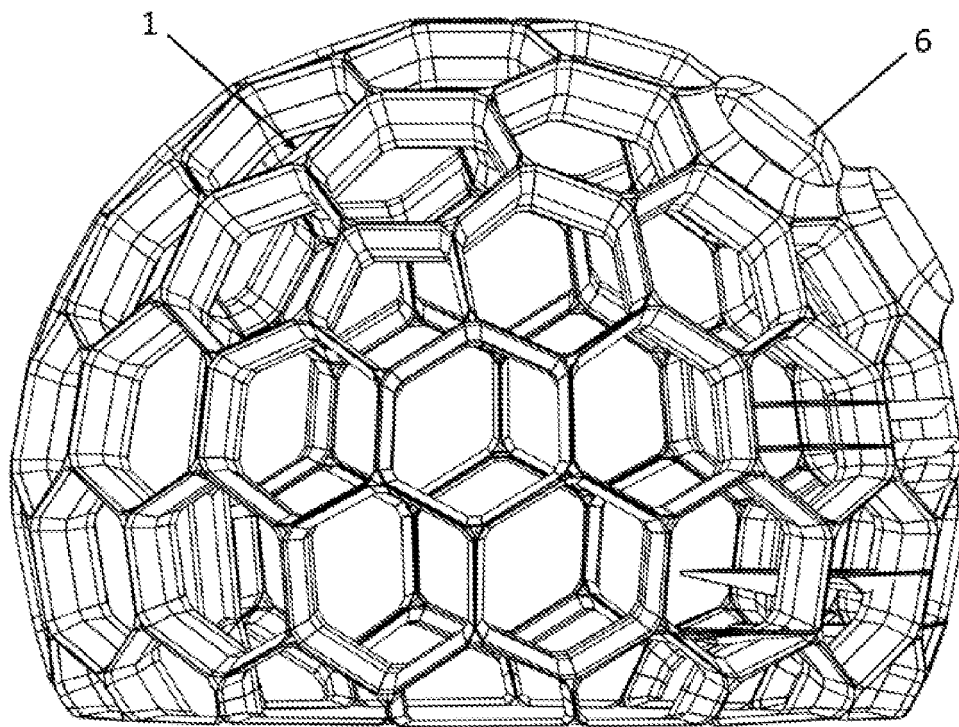
[Fig. 4]



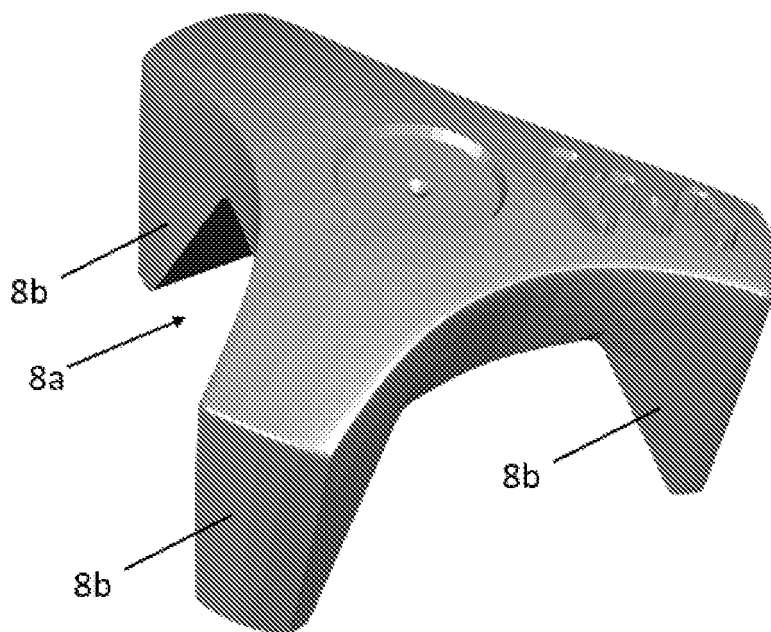
[Fig. 5]



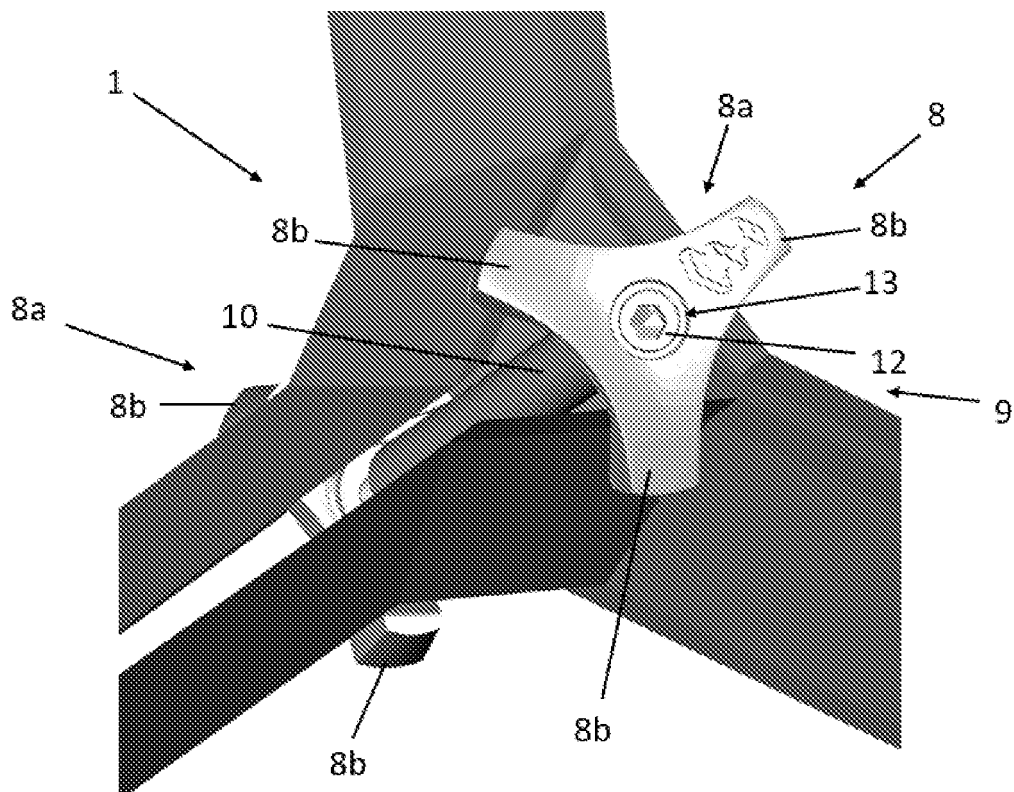
[Fig. 6]



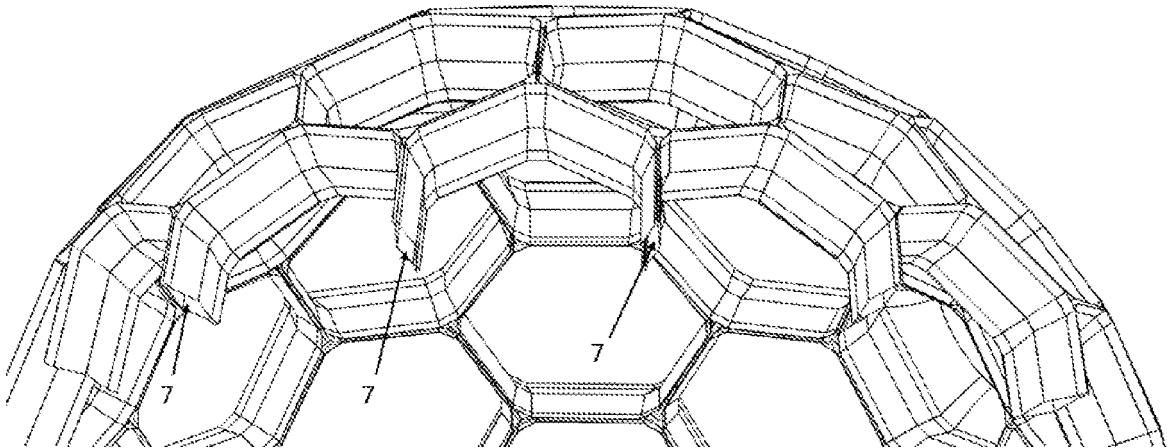
[Fig. 7]



[Fig. 8]



[Fig. 9]



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 (nouveau) 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**

DE 31 37 202 A1 (MUEHL ERNST)
19 mai 1983 (1983-05-19)

WO 2019/017832 A1 (JSR DESIGN & RENOVATION
PTE LTD [SG]) 24 janvier 2019 (2019-01-24)

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

US 10 036 161 B1 (ROBERTS PETER ANDREW
[US] ET AL) 31 juillet 2018 (2018-07-31)

CN 211 548 060 U (UNIV INNER MONGOLIA
TECHNOLOGY) 22 septembre 2020 (2020-09-22)

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

NEANT