



(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(43) Date de publication:
20.09.2023 Bulletin 2023/38

(51) Classification Internationale des Brevets (IPC):
E04B 1/80 (2006.01) E04B 1/74 (2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **22161749.1**

(52) Classification Coopérative des Brevets (CPC):
E04B 1/803; E04B 1/74

(22) Date de dépôt: **13.03.2022**

(84) Etats contractants désignés:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Etats d'extension désignés:
BA ME
Etats de validation désignés:
KH MA MD TN

(71) Demandeur: **Chavanne, Bruno**
37310 Azay-sur-Indre (FR)

(72) Inventeur: **Chavanne, Bruno**
37310 Azay-sur-Indre (FR)

(54) **CAGE DE CERCLAGE D'UNE COQUE SOUS VIDE DE BÂTIMENT**

(57) Cage de cerclage composée d'une multitude de cerclages en boucle fermée sans fin ceinturant une coque sous vide de bâtiment, caractérisée par l'ample forme ondulée ou crénelée circonférentielle desdits cercla-

ges qui se tendent sous l'action de la mise en dépression de ladite coque de bâtiment et provoque ainsi le serrage centripète desdites cage de cerclage et coque sous vide.

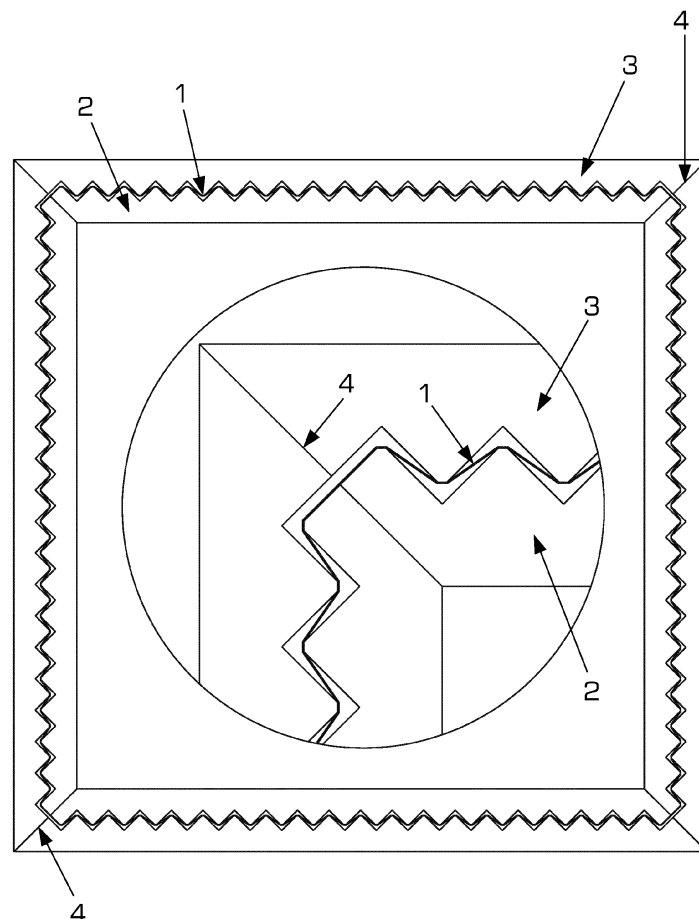


Fig. 1

Description

[0001] L'invention se situe dans le domaine de la production en usine de bâtiments nomades et autonomes grâce à leur structure sous vide à haut niveau d'isolation thermique et phonique. La fabrication de ces bâtiments nécessite peu de matériaux d'origine minérale et n'utilise pas de béton.

[0002] Leurs temps de fabrication et de montage seront très réduits.

[0003] Le niveau très élevé de l'isolation thermique des bâtiments produits permettra une autonomie énergétique et hydrique. Leur utilisation sera possible en zone désertique et là où le réchauffement climatique va rendre la vie impossible. De plus, leur implantation ne détruira pas la biodiversité.

[0004] Il est démontré que la production et l'utilisation du béton engendre entre 5 et 6 % des émissions de gaz à effet de serre anthropique dans le monde. L'industrie manufacturière de la construction représente 20 % des émissions de gaz à effet de serre. Les réserves de sable à grains anguleux se raréfient et le sable du désert perlé n'est pas utilisable.

[0005] On connaît le problème des habitations construites en dur à une époque où leur environnement était sain et agréable, condamnées à être détruites suite à une dégradation environnementale. Le bâtiment n'est pas récupérable et sa démolition produit des déchets encombrants.

[0006] Le problème des habitations non isolées et dont la rénovation trop coûteuse ne donne pas entière satisfaction est connu.

[0007] Certains matériaux exposés à l'air, aux rayonnements solaires, au gel et à l'humidité se dégradent à long terme.

[0008] On constate également la ruine de certains ouvrages en béton armé dont les armatures s'oxydent quand le béton est poreux. C'est le cas de balcons d'immeubles, de ponts effondrés, etc.

[0009] Les dégâts sur des habitations construites en zone inondable et/ou sismique entraînent des indemnités assurantielles catastrophiques car ces habitations ne résistent ni aux entrées d'eau, ni aux séismes.

[0010] La présente invention propose de remédier à ces problèmes et se réfère au domaine technique de la fabrication d'une structure à isolations thermique et phonique intégrées de type coque dite en cocon.

[0011] Une structure de ce type est constituée de trois couches agencées en sandwich : Il s'agit premièrement, d'une peau externe constituée de plaques rigides ; deuxièmement, d'une couche intermédiaire en matériaux d'isolation thermique qui constitue un rupteur thermique et troisièmement, d'une peau interne également constituée de plaques rigides.

[0012] Les structures proposées dans cette demande n'utilisent pas de plaques rigides. L'utilisation de panneaux d'isolation sous vide incorporés ou non dans les murs, les planchers et les couvertures des bâtiments est

connue. Abréviation : PIV ou VIP (Vacuum Insulation Panel).

[0013] Les panneaux de type PIV comprennent de façon connue en soit un matériau de cœur poreux isolant à structure cellulaire dont les cellules sont ouvertes et maintenues sous vide par une enveloppe barrière garantissant l'étanchéité aux gaz. Dans les panneaux PIV, tous les gaz présents sont évacués du matériau poreux avant un conditionnement sous vide au sein d'une enveloppe barrière souple généralement constituée d'un film métallisé thermosoudable. Les panneaux de type PIV sont fragiles et ne sont donc pas porteurs. Cette fragilité rend obligatoire l'ajout d'une structure porteuse à l'air libre qui n'est pas isolante. Dans ce cas, les ponts thermiques entre l'extérieur et l'intérieur du bâtiment sont inévitables. De plus, il est difficile de contrôler le niveau de vide à long terme des panneaux de type PIV, à 10, 30, 50 ans et plus.

[0014] L'assemblage de panneaux porteurs PIV de la présente invention permet d'obtenir une coque sous vide. On peut considérer que la coque obtenue n'est qu'un unique panneau PIV.

[0015] Pour rappel, on sait que la meilleure isolation thermique qui soit est le vide de tout gaz. Afin de rigidifier, de rendre plus solide, d'économiser des matériaux et d'insonoriser la structure des panneaux et de la coque, l'invention utilise un effet physique : l'effet dit de Magdebourg.

[0016] Quand un volume est sous vide de tout gaz, la force exercée sur les parois de ce volume est égale à la pression atmosphérique moyenne, soit 1013 hPa ou mbar au niveau de la mer. Cette force va être utilisée dans la totalité de la coque obtenue par l'assemblage des panneaux porteurs isolants sous vide de la présente invention. En raison de ce vide, la pression atmosphérique va s'exercer sur la totalité des enveloppes barrières enrobant les panneaux et la coque. Cette force va permettre le maintien des panneaux entre eux.

[0017] Afin de garder un volume constant à l'intérieur de l'enveloppe souple étanche d'un panneau ou d'une coque tout en créant un minimum de ponts thermiques, il sera placé dans cette enveloppe deux treillis écartés l'un de l'autre par des bandes ou cerclages tendus de faible largeur. Ces cerclages étant de faible épaisseur, ils limiteront la transmission des flux thermiques par conduction. Les volumes intérieurs des panneaux et de la coque, les treillis et les cerclages seront soumis à un vide de gaz poussé, ce qui supprimera la transmission des flux thermiques par convection. Les cerclages supporteront les treillis constitués de nervures croisées dont le matériau constitutif est de nature isolante. La couche centrale constituée des cerclages tendus sera plus spécifiquement la couche isolante des structures « sandwichs » constituant les panneaux et la coque.

[0018] La publication EP3585952 décrit la fabrication d'une superstructure constituée d'une coque sous vide comprenant deux enveloppes, une interne et une externe, renfermant un matériau d'isolation de type granules

sphériques poreux et rigides. Les granules sont versés en vrac sans aucun liant et n'ont donc que de faibles points de contact entre eux, ce qui limite la transmission des flux thermiques par conduction.

[0019] Afin d'améliorer l'isolation ainsi que la rigidité de la structure ou coque du bâtiment, cette publication antérieure propose de mettre sous vide d'air, grâce à une peau étanche, l'ensemble du volume de granules ainsi que les enveloppes composées de panneaux rigides jointifs.

[0020] Une demande précédente WO2021180373 propose :

- De supprimer les granules poreux rigides dont le matériel de production et l'énergie primaire consommée pour leur transport et leur fabrication sont coûteux. Les granules ayant un coût prohibitif car la couche isolante intermédiaire est volumineuse et constitue la majeure partie du volume global de la structure. C'est généralement le problème de toute couche isolante constituée de matériaux poreux. - De supprimer les plaques rigides qui forment les enveloppes et de ne garder que des peaux souples étanches. - De rendre le montage et le démontage de la structure porteuse faciles et rapides sans utilisation de liaisons définitives. - De diviser le volume de la coque en structures élémentaires sous forme de panneaux prêts à monter qu'il suffit d'assembler. - De joindre ces panneaux par des bordures de liaison étanche.

[0021] Cette demande précédente propose un panneau porteur isolant sous vide de forme aplatie constitué d'une structure rigide cellulaire enveloppée par une membrane souple étanche aux gaz supportée par des ossatures tissées et en treillis empilées en couches superposées dont les maillages sont de plus en plus fins à l'approche de ladite membrane extérieure dudit panneau. L'enveloppe de chaque panneau est constituée d'un tissu de fibres synthétiques supportant un film polymère métallisé étanche aux gaz. La peau enveloppante d'un panneau est supportée intérieurement par deux treillis dont la matière est thermiquement isolante et rigide. Ces deux treillis sont entretoisés à intervalles réguliers par des colonnes. Cette demande précédente propose également un procédé d'assemblage des panneaux porteurs isolants sous vide permettant d'obtenir une coque sous vide autostable qui peut être démontée et remontée indéfiniment sans modification temporaire ou définitive des caractéristiques physiques intrinsèques des panneaux.

[0022] Le volume formé par l'assemblage des panneaux, donc le volume de la coque, est mis sous vide de tout gaz. Cette mise sous vide permettant de rigidifier et de rendre isolante ladite coque.

[0023] La demande WO2011050800 propose la fabrication de panneaux isolants sous vide composés de plaques externes rigides renforcées par des membrures parallèles entre elles, collées sous les plaques à l'intérieur

du panneau sous vide et qui sont supportées par des fils tendus. Cette disposition permet d'avoir une couche centrale isolante composée de vide de matière solide.

[0024] La demande WO2015197960 décrit un bâtiment composé d'une double coque en béton incluant une couche isolante entre les deux.

[0025] Sont donc cités en tant qu'art antérieur : la publication EP3585952 et les demandes WO2011050800, WO2015197960 et WO2021180373.

[0026] Dans la demande WO2021180373 la solution d'assemblage des panneaux entre eux par couture de leurs bordures peut être améliorée, plus sécurisée et plus simple. Elle va même être supprimée.

[0027] C'est l'objet de la présente demande.

Description de l'invention

[0028] L'invention propose qu'une coque autostable formée par l'assemblage étanche à bords jointifs d'une pluralité de panneaux porteurs étanches puisse être démontée et remontée sans aucune modification temporaire ou définitive des caractéristiques physiques desdits panneaux. L'invention propose que les panneaux porteurs une fois assemblés forment deux coques rigides étanches maintenues à distance l'une de l'autre.

[0029] Afin d'obtenir ce résultat, les panneaux porteurs ou parois vont être divisés en deux panneaux porteurs indépendants, s'encastant l'un dans l'autre mais tenus à distance l'un de l'autre. Ces panneaux porteurs sont constitués de treillis formés par des nervures croisées.

[0030] Cet écartement entre les deux treillis va être réalisé par des bandes fines tendues de faible largeur. Ces bandes feront le tour des volumes à assembler et seront en boucles fermées ou boucles sans fin. Des bandes faisant le tour de volumes fermés s'appellent des cerclages, bien connus en technique d'emballage. Il est avantageux que ces cerclages fassent le tour des volumes fermés dans les trois plans orthogonaux définissant un volume géométrique.

[0031] Le volume à cercler est ici la coque rigide interne du bâtiment. La coque rigide interne forme une boîte gigogne par rapport à la coque externe du bâtiment. Les cerclages dans les trois plans orthogonaux vont former une cage qui sera donc emprisonnée entre les deux coques rigides étanches. Cette cage fera office d'entretoisement des deux coques afin de les tenir à distance l'une de l'autre et fera office de support des nervures des treillis en des points d'appuis très rapprochés.

[0032] La technique d'emballage habituelle par cerclage consiste à dérouler une bande continue d'acier plat, de l'enrouler autour du volume à emballer, de tendre le cerclage, de serrer l'extrémité libre de la bande sur la bande d'alimentation et enfin de sectionner cette bande.

[0033] Il est également avantageux de circonscrire les cerclages dans le volume sous vide sans aucune sortie de l'un ou des deux bouts libres desdits cerclages, pour cela il faut forcément relier leurs deux bouts avant la fermeture du volume sous vide. Un cerclage relié est un

cerclage fermé.

[0034] Ensuite il faut pouvoir tendre les cerclages sans avoir aucun accès possible à celui-ci puisqu'il est enfermé dans le volume sous vide. Si l'on voulait pouvoir tendre les cerclages depuis l'extérieur des volumes fermés, il faudrait pour chaque cerclage disposer d'un système de tension étanche individuel monté sur l'enveloppe étanche qui nécessiterait plusieurs pièces mécaniques permettant la tension du cerclage et une étanchéité parfaite. De plus, un tel système individuel ralentirait les opérations de montage.

[0035] La solution doit être cherchée ailleurs car un immeuble comportera plusieurs centaines de cerclages.

[0036] Il faut disposer de boucles augmentant la longueur des cerclages afin de pouvoir les mettre en place et de les tendre. Pour cela, les cerclages seront ondulés ou crénelés sur toute leur circonférence.

[0037] Les chants ou tranches internes des nervures des structures croisées en treillis seront également ondulés ou crénelés. Les ondulations ou créneaux des chants internes des nervures croisées en treillis des panneaux formant la coque interne sont en regard des ondulations ou créneaux des chants internes des nervures croisées en treillis de la coque externe qui sont complémentaires et s'encastrent mutuellement.

[0038] Le chant crénelé d'une nervure sera appelé un crénelage, préféré aux ondulations qui provoquent l'accumulation des tensions dans les bandes.

[0039] Le cerclage étant composé d'une bande plate, sa torsion ou pliage ne peut s'effectuer que dans sa plus petite dimension, soit son épaisseur. Le plan médian des ondulations ou créneaux est donc confondu avec le plan médian du cerclage faisant le tour du volume. L'épaisseur des cerclages sera celle des cerclages utilisés habituellement en technique d'emballage.

[0040] L'assemblage croisé en treillis des nervures crénelées permet d'obtenir des panneaux dont une des faces comportera des rangées croisées de crénelages. Les crénelages croisés des deux panneaux seraient joints s'ils étaient complètement encastrés l'un dans l'autre. Mais puisque les panneaux sont écartés, cette jointure forme un espace vide ondulé ou crénelé entre les crénelages. Les cerclages ondulés placés dans cet espace vide entre les crénelages seront donc pris en sandwich entre deux panneaux de nervures croisées en treillis.

[0041] La longueur développée de l'espace vide crénelé entre les crénelages est supérieure à la longueur du cerclage. Le cerclage tendu va repousser les crénelages opposés et permettra réciproquement à la pression exercée sur l'enveloppe externe étanche des panneaux crénelés d'être transmise aux cerclages pour exercer une tension sur ceux-ci.

[0042] Cette pression étant la pression atmosphérique.

[0043] La tension exercée sur les cerclages entraînera un pressage entre les bordures ou surfaces de jonction étanches des panneaux voisins. Une pression intense s'exercera entre les bordures de jonction des panneaux

de la coque interne par l'intermédiaire de la cage de cerclage. La cage de cerclage enveloppant la coque interne est emprisonnée entre la coque interne et la coque externe et forme ainsi un système de chaînage des bâtiments. La pression atmosphérique sera transmise aux bordures de jonction des panneaux de la coque externe et les pressera mutuellement. Des ossatures de parement externes détaillées plus loin sécuriseront également l'assemblage de la coque externe.

[0044] Il est à remarquer que les barres en bois croisées en treillis de la demande WO2021180373 sont soutenues par des armatures ondulées. Ce qui n'est pas le cas de la présente demande, les armatures étant supprimées. Afin de résoudre ce problème, les cerclages comporteront des ondulations dont la longueur d'onde sera une fraction entière des côtés des mailles des panneaux en treillis. Ainsi les nervures qui seront en bois seront soutenues par les cerclages avec de multiples appuis. Les portées entre les appuis seront courtes, limitant le fléchissement du bois.

Description des figures

[0045]

Figure 1 : Schéma de principe de la tension exercée sur un cerclage (1), en boucle fermée ou sans fin, par le crénelage de quatre nervures externes (3) qui s'encastrent dans le crénelage de quatre nervures internes (2). La longueur développée de l'espace vide laissé entre les crénelages est supérieure à la longueur du cerclage (1). Seuls les sommets des créneaux sont en contact avec les sommets des ondulations des cerclages. Les quatre nervures externes (3) en se rapprochant des quatre nervures internes (2) exercent une pression sur le cerclage (1) et donc une tension sur celui-ci puisque la longueur de l'espace est supérieure à la longueur du cerclage. Le cerclage sera ainsi tendu et pressera mutuellement les extrémités biseautées (4) des nervures internes (2) aux quatre coins de la structure interne. Le cerclage (1) fera ainsi le contreventement de la structure interne, et donc de la coque interne.

Figure 2 : Vue en perspective de la structure de la figure 1, dont le cerclage (1) permet le contreventement. Zoom sur le serrage des bordures (4) au centre des figures 1 et 2.

Figure 3 : Même principe de tension des cerclages (1) des figures 1 et 2 dans les trois plans géométriques orthogonaux.

Figure 4: Une multiplicité de cerclages (1) dans les trois plans géométriques orthogonaux forment une cage de cerclage. Cette cage est le chaînage d'une coque sous vide d'un bâtiment.

Figure 5 : Panneau interne (5) composé d'un ensemble de nervures internes (2) croisées en treillis. Ce panneau est entouré d'une bordure biseautée qui sera la surface de jonction étanche (4) des panneaux

internes (5) entre eux. La partie interne du panneau montre un ensemble de crénelages croisés qui sont les chants internes des nervures (2). Des sections de cerclages (1) sont posées sur les dentures.

Figure 6 : Panneau externe (6) composé d'un ensemble de nervures externes (3) croisées en treillis. Ce panneau est entouré d'une bordure biseautée qui sera la surface de jonction étanche (4) des panneaux externes (6) entre eux. La partie interne du panneau montre un ensemble de crénelages croisés qui sont les chants internes des nervures (3).

Figure 7 : Vue de l'intérieur d'un bâtiment d'un panneau cellulaire stratifié (7) complet formant une paroi. Il est composé d'un panneau interne (5) et d'un panneau externe (6). Les crénelages internes des nervures (2) et (3) s'encastrent mutuellement mais restent à distance les uns des autres. Le panneau interne (5) est recouvert par un tissu (8) qui supporte une membrane étanche métallisée (9). Les crénelages des deux panneaux (5) et (6) sont tenus à distance par les cerclages (1). Sans les cerclages, les panneaux (5) et (6) seraient en contact et la barrière isolante centrale serait absente.

Figure 8 : Vue d'une cage de cerclage formée par des cerclages (1) croisés en treillis montés sur deux panneaux internes (5) et un panneau externe (6). Sur cette vue, la paroi (7) formant l'assise est complète.

Figure 9 : Zoom sur la figure 8 détaillant un panneau (5) composé d'une bordure et de nervures croisées (2) dont le chant interne est crénelé. La cage de cerclage est posée sur les crénelages croisés.

Figure 10 : Vue extérieure d'une pièce d'habitation composée de six panneaux internes (5) et formant une boîte gigogne. Sur cette boîte sera posée la cage de cerclage. Cette boîte interne sera suspendue dans la boîte externe grâce à la cage de cerclage.

Figure 11 : Même vue que la figure 10 mais avec trois cerclages (1) prêts à être posés. Les cerclages sont posés et soudés ou sertis à l'unité.

Figure 12 : Zoom sur la boîte gigogne de la figure 10 et montrant la cage de cerclage montée sur les crénelages des chants des nervures croisées internes (2).

Figure 13 : Vue intérieure d'une pièce d'habitation composée de trois parois ou panneaux stratifiés (7), de trois panneaux externes (6) et de trois panneaux internes (5) garnis d'un tissu porteur (8) et d'une membrane étanche (9).

Figure 14 : Vue de six panneaux externes (6) assemblés formant une boîte externe et dont une partie est couverte par le tissu porteur (8) et la membrane étanche (9). Dans cette boîte externe sera suspendue la boîte interne non représentée grâce à la cage de cerclage.

Figure 15 : Vue de six panneaux externes (6) dont l'assemblage est sécurisé par l'ossature parement (10), porteuse des plaques de bardages (11). Les

bouts des cerclages (1) seront ancrés sur le cadre de baie (12).

Figure 16 : Vue d'un panneau cellulaire stratifié (7) dont les nervures (2) et (3) sont armées par les cerclages (1) et qui comporte un panneau interne (5), un panneau externe (6), plus un panneau intermédiaire (13) composé de deux couches de nervures croisées en treillis (2) en miroir.

Figure 17 : Vue avec la coupe de trois nervures (3) de six alvéoles du panneau cellulaire stratifié (7) de la figure 16 qui est composé de quatre couches d'ossatures de nervures croisées (2) et (3) couplées par deux et dont les chants internes ondulés sont en contact avec les cerclages (1) ou armatures ondulées. Les deux panneaux (5) et (6) sont entretoisés par les colonnes (14) dont la disposition et l'orientation par rapport aux armatures (1) créaient des ensembles triangulés composés de couples de barres en miroir. Les colonnes (14) sont alternativement inclinées en sens inverse, formant ainsi des poutres croisées dites en treillis. Les deux structures composées de nervures (2) en miroir entretoisées par les colonnes (14) forment un panneau intermédiaire (13) central isolant. Chaque volume sera ceinturé par deux cages de cerclage superposées ou cages gigognes. La longueur d'onde des armatures encastrees est égale aux côtés des mailles des ossatures. Les crénelages des chants internes des nervures ne sont pas écartés mais en contact avec les armatures (1) qui restent tendues.

[0046] Zoom sur une colonne (14) qui a une position inclinée au montage et dont les deux emmanchements coniques sont verticaux afin de faciliter son montage. Les colonnes sont alternativement inclinées en sens opposés afin de former une triangulation avec les cerclages-armatures (1) ondulés.

Nomenclature : 1- Cerclage, 2- Nervure interne, 3- Nervure externe, 4- Bordure de jonction, 5- Panneau interne, 6- Panneau externe, 7- Panneau stratifié, 8- Tissu porteur, 9- Membrane étanche, 10- Ossature parement, 11- Plaque bardage, 12- Cadre dormant, 13- Panneau intermédiaire, 14- Colonne.

Réalisation de l'invention

[0047] Il s'agit de fabriquer et d'assembler des panneaux stratifiés porteurs (7), déjà décrits dans la demande WO2021180373, qui ont une structure cellulaire sensiblement identique mais dont la stratification doit être modifiée pour tenir compte d'une technique d'assemblage différente.

[0048] Un panneau isolant sous vide (7) de forme aplatie est composé d'une structure porteuse interne cellulaire stratifiée enveloppée d'une membrane étanche (9). La structure porteuse cellulaire est composée de tissus (8) et de deux treillis (5) et (6) à grosses mailles. Les deux treillis à grosses mailles sont composés de nervu-

res croisées (2) et (3) en bois. Les deux treillis sont ceinturés par des bordures droites ou biseautées.

[0049] La rigidité de l'ensemble structure cellulaire porteuse et bordure est renforcée par la couche tendue de tissu (8) à mailles très fines qui est recouverte d'un film polymère métallisé (9), donc étanche aux gaz.

[0050] La membrane souple étanche (9) qui enveloppe la structure cellulaire est donc supportée par une ossature-support à mailles fines constituée du tissu (8) rigidifié par la pression atmosphérique et qui est pareillement supporté par une ossature-support à grosses mailles formée par les treillis (5) et (6) rigides.

[0051] La membrane étanche (9) n'admet aucune porosité ou interstice qui entraînerait une introduction d'air dans le volume interne mis sous vide. Pareillement, une coque sous vide démontable composée d'un assemblage de panneaux porteurs isolants sous vide, PIV, n'admet aucune porosité ou interstice qui permettrait à l'air de s'introduire dans son volume interne.

[0052] L'enjeu est donc d'assembler sans aucune fixation mécanique externe ces PIV porteurs qui sont recouverts d'une membrane étanche fragile. En effet, un système d'assemblage mécanique accessible ne pourrait être implanté que sur la membrane étanche, mais cette implantation nécessite un perçage de la membrane qu'il est délicat de colmater. Toutefois, des liaisons mécaniques internes par boulons pourront être employées pour assembler les panneaux internes (5) constituant la coque interne. L'assemblage pourra s'opérer en joignant les bordures. Cet assemblage par boulons est uniquement destiné à permettre le montage de la coque interne avant son chaînage par cerclage. Les bordures sont trop fragiles pour que leur assemblage assure le contreventement de la coque interne.

[0053] L'invention consiste donc à procéder à l'assemblage étanche à bords ou chants jointifs d'une pluralité de panneaux porteurs isolants sous vide sans fixation mécanique classique externe. L'invention doit permettre le contreventement de la coque sous vide et de limiter le fléchissement des nervures en bois (2) et (3) dans le temps.

[0054] La pression atmosphérique qui s'exerce sur les surfaces extérieures (9) de la coque permet de presser l'une contre l'autre les bordures (4) ou jonctions des panneaux sous vide d'air. Toutefois, la sécurité n'est pas garantie en cas de rupture du vide d'air global. Une rupture de vide d'air avec des panneaux qui ne bénéficieraient plus de contreventement serait catastrophique pour un bâtiment d'habitation. C'est pourquoi des liaisons mécaniques stables multiples intérieures aux panneaux sont nécessaires à la sécurisation de la stabilité de la coque.

[0055] Le résultat de l'assemblage d'une pluralité de PIV porteurs est une coque sous vide démontable constituée d'un volume global délimité par des membranes (9) soutenues par des tissus (8) et des structures composées de deux treillis (5) et (6) tenus à distance l'un de l'autre et composés de nervures en bois (2) et (3) à tran-

che ou chant interne crénelé.

[0056] Il est à noter que dans le cas d'un bâtiment, étant donné la masse légère d'une structure composée d'un film plastique métallisé, de tissus, de nervures en bois et de cerclages fins, les calculs de résistance de cette structure démontrent que ses éléments constitutifs peuvent être beaucoup plus fins que si elle devait supporter sa propre masse de matériaux de construction minéraux, tel que du béton.

[0057] Seules les masses des panneaux de parement, de doublage, des planchers en bois recouverts de carrelage ou non, et des plafonds qui peuvent être des films tendus, seront enregistrées comme données de base dans les calculs. Toutes les autres données habituelles ne changeant pas pour les calculs de résistance (le vent, la neige, les charges ...).

[0058] Les nervures en bois (2) et (3) des treillis sont croisées formant ainsi des treillis à grosses mailles qui vont supporter les tissus (8). La force exercée par la pression atmosphérique et absorbée par une seule maille de treillis en bois (5) ou (6) sera limitée à la surface réduite de tissu supportée par cette maille unique du treillis en bois. De plus, si le tissu est collé sur les chants extérieurs droits des nervures (2) et (3) et sur les bordures (4) des panneaux (5) et (6), les tensions cumulées des surfaces élémentaires des mailles de treillis ne seront pas transmises aux rives des tissus. Le tissu participe au contreventement des treillis en bois étant tendu par la pression atmosphérique.

[0059] Le volume fermé et étanche aux gaz, délimité par la membrane (9), est soumis à un vide poussé, inférieur à 1hPa. La mise sous vide complète de gaz se fera quand les molécules de gaz enfermées dans les matériaux seront extraites. C'est pourquoi le volume interne de la coque est relié à une pompe à vide de façon permanente. La qualité optimale des isolations thermique et phonique sera maintenue durant toute la durée de vie de la coque grâce à cette pompe à vide.

[0060] Le tissu (8) est composé de fils végétaux ou de fils métalliques ou de fibres synthétiques pétrochimiques ou minérales et supporte une couche de polymère métallisé thermosoudable ou de Copolymère d'Éthylène/Alcool Vinylique (EVOH) qui forme une barrière particulièrement étanche aux gaz. Il est également possible de mouler à chaud une couche étanche et assez épaisse de Polychlorure de Vinyle sur le tissu et de la métalliser par dépôt dynamique chimique.

[0061] Les nervures (2) et (3) sont composées, soit de plaques stratifiées en bois de type OSB, soit de bois brut qui ne nécessite pas de traitement chimique puisqu'il est mis sous vide pendant toute sa durée de vie.

[0062] Les nervures crénelées sont soutenues par une bande métallique ou synthétique de faible épaisseur, c'est le cerclage (1) dont la largeur est identique à celle des nervures. Ces appuis des nervures sur le cerclage (1) permettent d'écarter les deux panneaux (5) et (6) et de créer ainsi une couche centrale isolante. La longueur d'onde de l'ondulation du cerclage et la longueur du pas

du crénelage des nervures est une fraction entière de la dimension des côtés des mailles carrées des treillis en bois (5) et (6). La hauteur des créneaux est au minimum de la moitié du pas des crénelages.

[0063] La couche composée d'un tissu et d'une membrane étanche pourrait être remplacée par un seul feuillard métallique. Mais les tissus en fibres synthétiques ou en fils métalliques de petits diamètres peuvent être tissés en très grande largeur, contrairement aux tôles en acier ou aux feuillets laminés en aluminium dont la largeur de fabrication est limitée.

[0064] Le système de chaînage des bâtiments composés d'une coque sous vide, proposé dans la présente demande, est composé d'une multitude de cerclages intégrés au volume sous vide. Ce sont les bandes métalliques ou synthétiques prises en sandwich entre les nervures à chant crénelé des panneaux. Ces cerclages étant sans fin, c'est-à-dire dont les deux bouts ou extrémités sont soudés ou sertis avant ou pendant leur pose, il est nécessaire que les panneaux stratifiés (7) permettent leur montage.

[0065] La multiplicité des cerclages parallèles entre eux, dans les trois plans géométriques orthogonaux des volumes, vont donc former une cage.

[0066] Pour assurer le montage de l'ensemble panneaux-cage d'un volume, il est nécessaire de diviser les parois ou panneaux stratifiés (7) en deux couches désolidarisées contrairement à la demande WO2021180373. Une couche de panneaux externes (6) et une couche de panneaux internes (5) indépendantes entre elles. En assemblant couche par couche les panneaux de l'ensemble de panneaux stratifiés (7) qui forment un volume fermé, on obtient deux boîtes gigognes qui s'emboîtent les unes dans les autres.

[0067] Les panneaux internes (5) sont composés d'une couche de nervures en bois croisées en treillis (2), dont la face interne est composée de crénelages croisés. Les panneaux externes (6) sont composés d'une couche de nervures en bois croisées en treillis (3), dont la face interne est composée de crénelages croisés. Les crénelages croisés des panneaux externes (6) s'encastrent dans les crénelages croisés complémentaires des panneaux internes (5) mais restent à distance les uns des autres. Les cerclages (1) sont insérés dans l'espace crénelé laissé vide entre ces crénelages croisés qui sont encastres mutuellement. La cage de cerclage maintient en suspension la coque composée de panneaux internes (5) jointifs dans la coque composée de panneaux externes (6) jointifs.

[0068] Dans une ouverture, les bouts libres des cerclages sont fixés sur les cadres dormants (12) au lieu d'être reliés par soudage ou sertissage. Les cerclages ne seront donc pas en boucle fermée sans fin à l'emplacement des baies. Il est même possible d'insérer dans des dormants étanches les cerclages sans les interrompre, ils supporteront des parois fixes vitrées ou des petites fenêtres. Dans ce montage, les cerclages seront droits sans ondulation dans les dormants étanches.

[0069] La figure 17 fait la symbiose entre la demande WO2021180373 et la présente demande et montre une structure destinée à la confection d'ouvrages de portée de dix mètres et plus. Cerclages et armatures sont confondus afin de créer des ensembles croisés triangulés composés de couples de nervures armées (2) et (3) en miroir entretoisées par des colonnes (14) alternativement inclinées en sens inverse et formant ainsi des poutres croisées dites en treillis de très grande rigidité. Les chants internes des nervures (2) et (3) sont en contact avec les armatures (1) qui restent tendues. Les deux panneaux composés de nervures internes (2) entretoisés par les colonnes (14) forment le panneau central isolant (13).

Montage d'une coque sous vide de bâtiment

[0070]

- Placer un ou plusieurs panneaux externes (6) avec leur tissu collé (8), leur membrane étanche (9) et leur ossature parement (10) sur le sol ou sur des pilotis ou sur un bâtiment en dur existant. Plusieurs panneaux externes peuvent être assemblés par le boulonnage interne de leurs bordures adjacentes. Dans ce cas les bordures (4) seront droites.

- Placer la cage de cerclage ouverte sur les crénelages du ou des panneaux externes (6), les bouts libres des cerclages (1) ne sont ni soudés ni sertis.

- Placer un ou plusieurs panneaux internes (5) avec leur tissu collé (8) et leur membrane étanche (9) sur la cage de cerclage.

- L'assise est finie.

- Terminer la boîte gigogne interne, telle que montrée figure 10, constituée des panneaux internes (5) du plancher, des murs et du plafond. Les panneaux internes seront assemblés par le boulonnage interne de leurs bordures communes.

- Cercler cette boîte gigogne de la figure 10 avec la cage de cerclage.

- Souder ou sertir les cerclages de la cage de cerclage.

- Encastrer les panneaux externes (6) avec leur tissu collé (8) et leur membrane étanche (9) dans les crénelages et les cerclages. On obtient une nouvelle boîte telle que montrée figure 14.

- La coque est montée.

[0071] Avec un engin de manutention lourd il sera possible d'assembler une boîte composée de six panneaux internes et de la cercler. D'encastrer les six panneaux externes et de mettre sous vide. Cette solution de montage permet de sertir ou souder préalablement les cer-

clages en usine. Des cerclages fermés peuvent aussi être préparés en usine en enroulant sur un touret un fil de fibres de verre sur plusieurs centaines de tours.

[0072] Il faut fermer provisoirement les fentes entre les panneaux avec un film plastique avant de mettre la coque sous vide. Avec la mise sous vide, les panneaux vont se rapprocher, s'encastrent et tendre les cerclages. Le film plastique permet de circonscrire le vide en obstruant provisoirement les interstices. Le film plastique sera récupéré après utilisation.

[0073] Les panneaux intérieurs de doublage et les plaques extérieures de bardage ainsi que les planchers et les plafonds seront montés sur des ossatures parement (10) porteuses. Les profilés de ces ossatures seront reliés par leurs extrémités dans les angles par des platines-équerres métalliques boulonnées. Ceinturant le volume, les ossatures extérieures (10) maintiennent en place les panneaux extérieurs (6) si un souffle brutal se produit en cas de rupture accidentelle du vide d'air. Les profilés de l'ossature parement (10) seront clipsés sur la membrane étanche (9).

[0074] Remarque : La cage de cerclage peut encercler deux ou plusieurs boîtes internes gigognes, dans ce cas les appartements ou pièces du bâtiment seront séparés par des parois sous vide. Chaque boîte gigogne interne sera ceinturée par une cage de cerclage. Les ouvrages de grandes dimensions des figures 16 et 17 avec trois panneaux superposés (5), (6) et (13), auront deux cages de cerclage superposées ou cages gigognes.

[0075] Après la mise sous vide, les jonctions des panneaux étant également sous vide, la pression atmosphérique qui s'applique sur la coque s'exercera sur les bordures ou joints de jonction (4) des panneaux par l'intermédiaire des structures cellulaires porteuses des panneaux et de la coque. C'est la pression atmosphérique exercée sur la membrane extérieure étanche qui est transmise aux jonctions (4) des panneaux. Cette pression colle ainsi fermement les bordures des panneaux les unes contre les autres.

[0076] Les cages de cerclage sécurisent les fixations sous vide des panneaux.

Revendications

1. Cage de cerclage composée d'une multitude de cerclages (1) en boucle fermée sans fin ceinturant une coque sous vide de bâtiment, **caractérisée par** l'ample forme ondulée ou crénelée circonférentielle desdits cerclages qui se tendent sous l'action de la mise en dépression de ladite coque de bâtiment et provoque ainsi le serrage centripète desdites cage de cerclage et coque sous vide.
2. Cage de cerclage suivant la revendication 1, **caractérisée en ce que** ladite coque est composée d'un assemblage de panneaux stratifiés (7) comprenant deux structures superposées de forme aplatie (5) et

(6), faites de nervures croisées en treillis (2) et (3) supportant deux couches externes de tissus (8) qui chacune supporte une membrane étanche métallisée (9).

3. Cage de cerclage suivant la revendication 2, **caractérisée en ce que** les structures croisées en treillis (5) et (6) sont composées de nervures en bois (2) et (3) dont les tranches ou chants internes sont crénelés, les créneaux (2) sont complémentaires des créneaux (3) et sont encastres mutuellement mais en laissant un écartement entre les crénelages.
4. Cage de cerclage suivant la revendication 2 ou 3 **caractérisée en ce que** les parois ou panneaux stratifiés (7) comportent une couche centrale isolante composée de cerclages (1) tendus sur lesquels les sommets des créneaux des nervures en bois (2) et (3) sont en appui et permettent ainsi d'entretoiser les structures croisées en treillis (5) et (6).
5. Cage de cerclage suivant l'une quelconque des revendications 2 à 4, **caractérisée en ce que** le pas des crénelages des chants internes des nervures en bois (2) et (3) est égal à une fraction entière de la dimension des côtés des mailles carrées des treillis en bois (5) et (6) et la hauteur des créneaux est au minimum égale à la moitié de la longueur dudit pas.
6. Cage de cerclage suivant l'une quelconque des revendications 1 à 5, **caractérisée en ce qu'elle** est prise en sandwich entre la coque interne composée de panneaux internes (5) jointifs et la coque externe composée de panneaux externes (6) jointifs dudit bâtiment.
7. Cage de cerclage suivant l'une quelconque des revendications 1 à 6, **caractérisée en ce qu'elle** maintient en suspension la coque interne dans la coque externe, la boîte gigogne interne composée de panneaux internes (5) est donc suspendue.
8. Cage de cerclage suivant l'une quelconque des revendications 1 à 7, **caractérisée en ce qu'elle** fait office d'armature de soutien des nervures en bois des treillis (5) et (6), crénelées intérieurement et encastres mutuellement.
9. Cage de cerclage suivant l'une quelconque des revendications 1 à 8, **caractérisée en ce que** le plan des ondulations ou du crénelage est le même que celui des boucles fermées, soudées ou serties sans fin desdits cerclages (1).
10. Cage de cerclage suivant l'une quelconque des revendications 1 à 9, **caractérisée en ce qu'elle** est située exclusivement à l'intérieur de la coque sous vide de bâtiment, sans sortir du volume sous vide.

11. Cage de cerclage suivant l'une quelconque des revendications 1 à 10, **caractérisée en ce que** la mise en dépression de la coque étanche de bâtiment provoque une pression s'exerçant sur les surfaces externes de ladite coque, cette pression étant la pression atmosphérique. 5
12. Cage de cerclage suivant l'une quelconque des revendications 1 à 11, **caractérisée en ce que** la pression atmosphérique qui s'exerce sur la surface étanche externe de la coque sous vide de bâtiment et qui est transmise aux crénelages s'appuyant sur lesdits cerclages (1), provoque une tension sur ceux-ci. 10
13. Cage de cerclage suivant l'une quelconque des revendications 1 à 12, **caractérisée en ce que** la tension desdits cerclages (1) provoque un serrage centripète de ladite cage de cerclage et de la coque sous vide de bâtiment et comprime ainsi mutuellement les bordures de jonction (4) étanches des panneaux internes (5). 15 20
14. Cage de cerclage suivant l'une quelconque des revendications 1 à 13, **caractérisée en ce que** la multiplicité desdits cerclages (1) dans les trois plans orthogonaux de ladite coque sous vide, permet une sécurisation des liaisons des panneaux stratifiés (7) et assure le contreventement de la structure du bâtiment. 25 30
15. Cage de cerclage suivant l'une quelconque des revendications 1 à 14, **caractérisée en ce que** l'assemblage et le chaînage d'une pluralité de panneaux (7) par des cerclages multiples dans les trois plans orthogonaux, constitue une coque sous vide enveloppante dite en cocon, créant ainsi une structure de bâtiment complète. 35

40

45

50

55

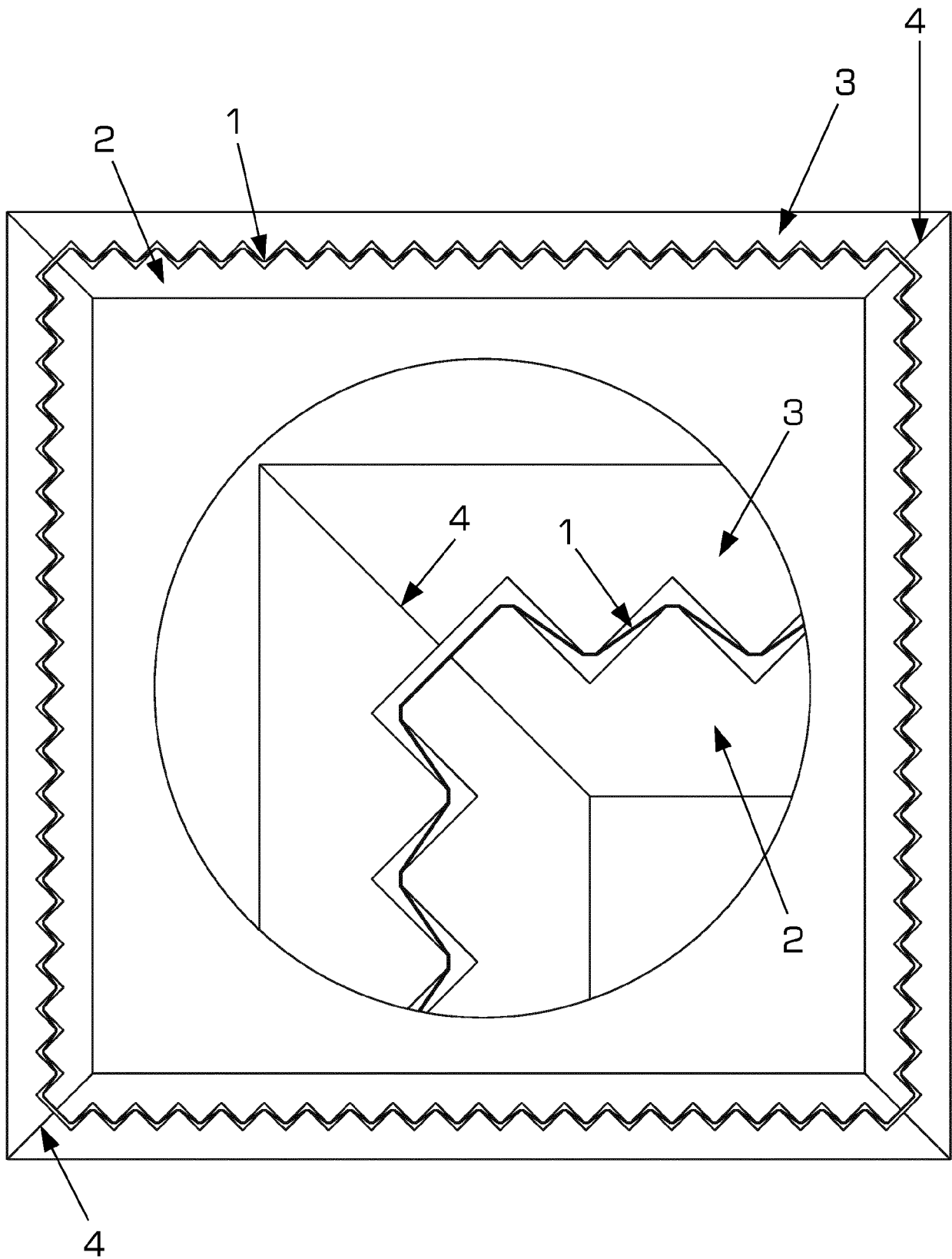


Fig. 1

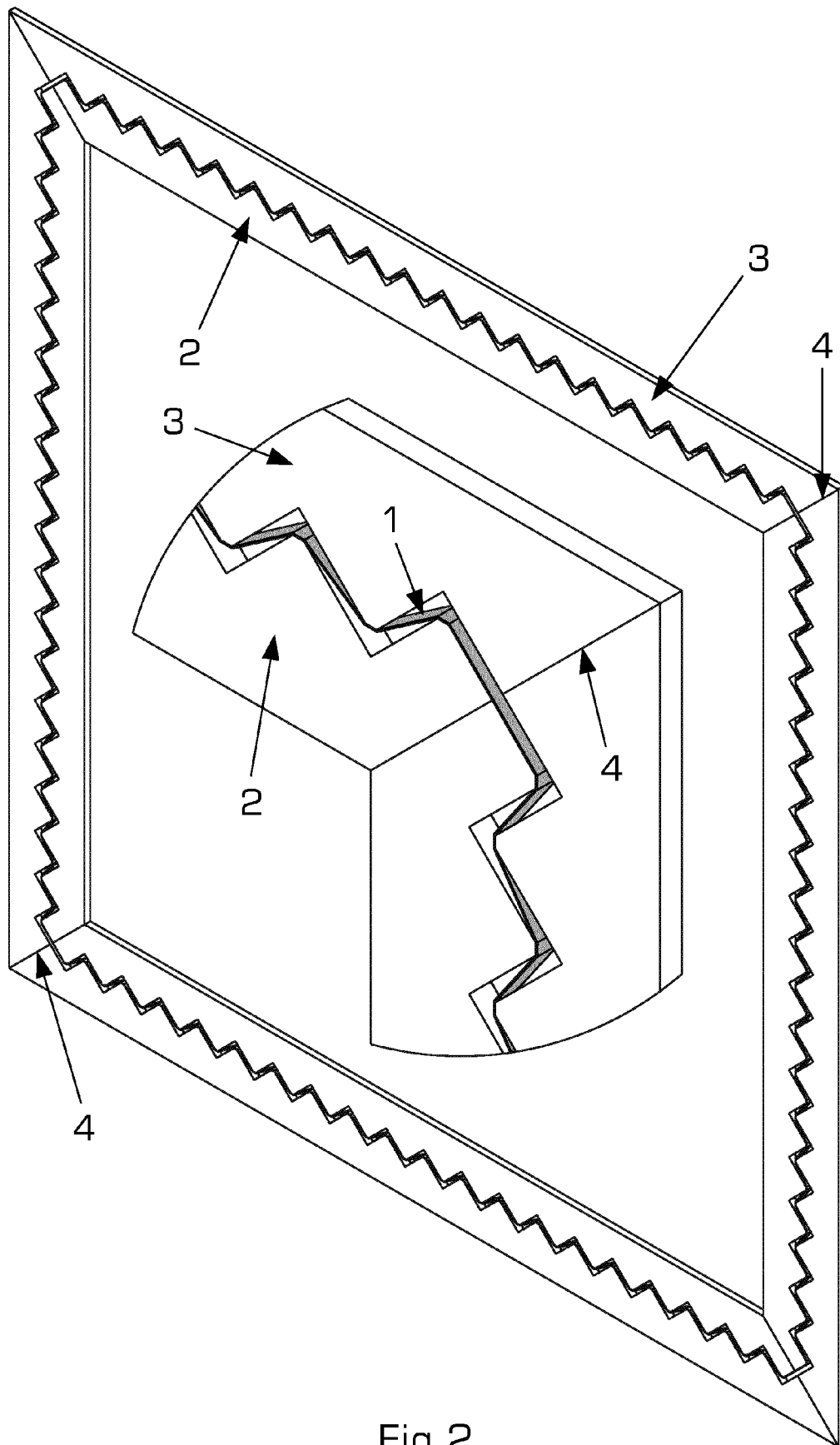


Fig. 2

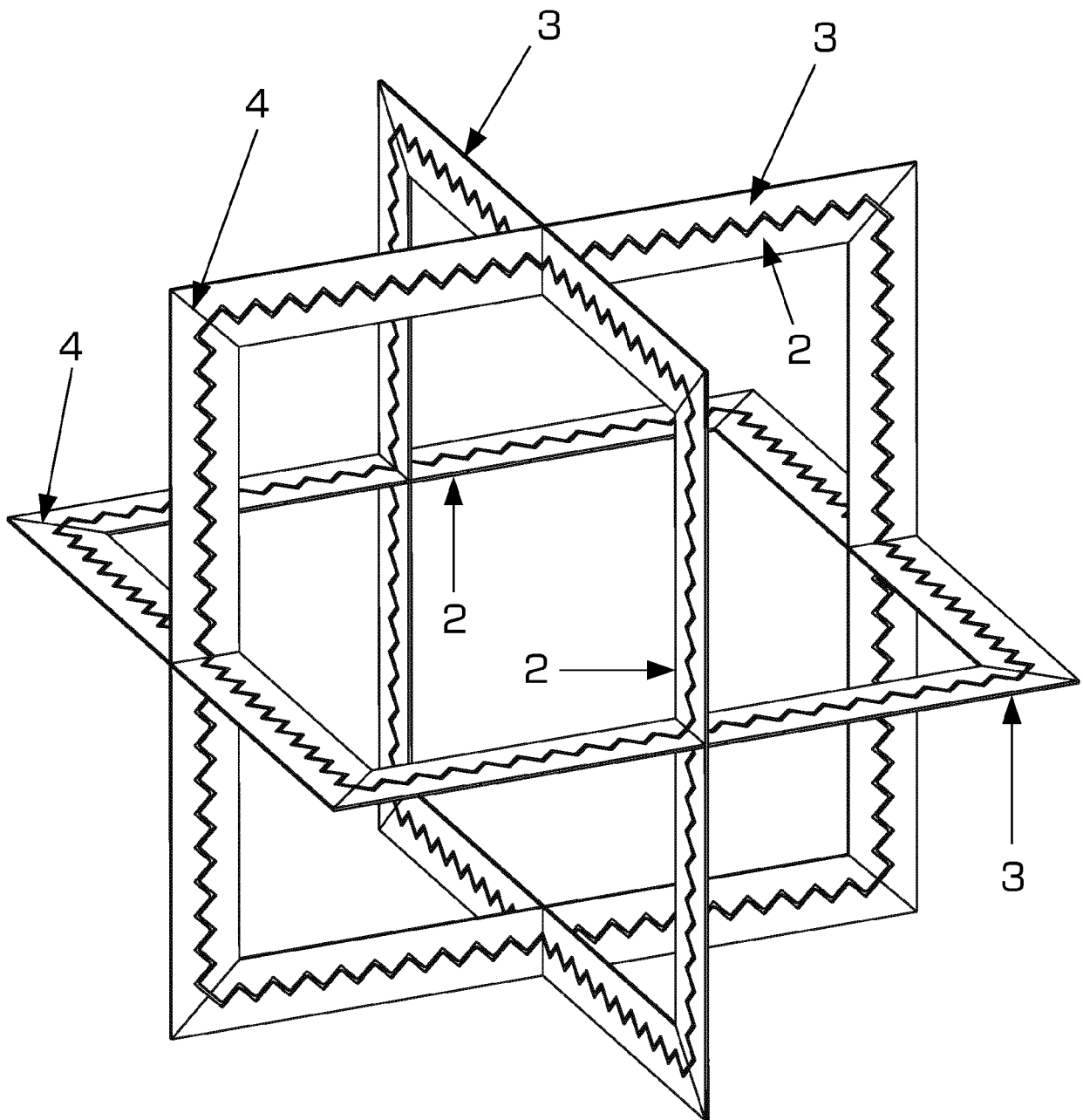


Fig. 3

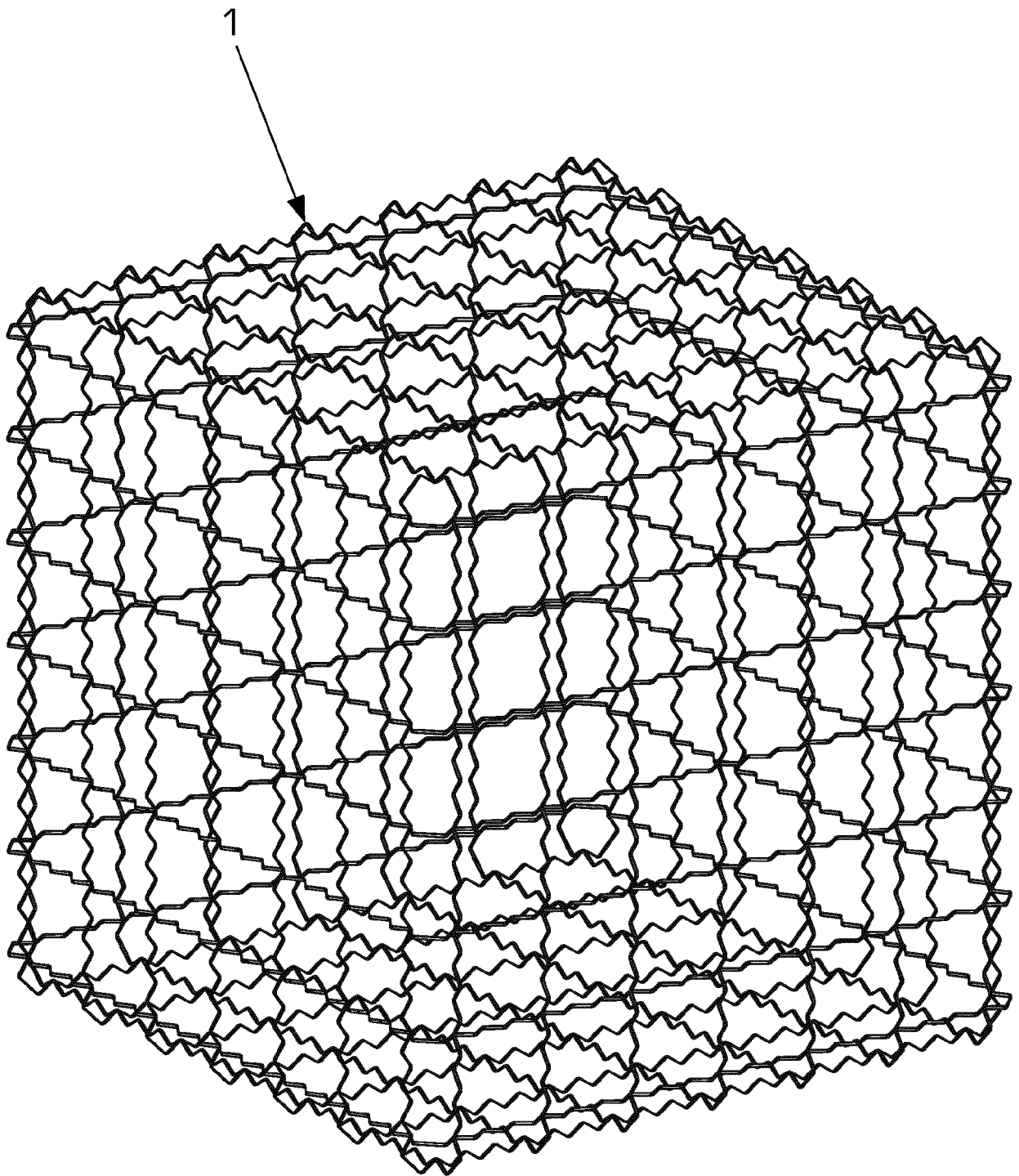


Fig. 4

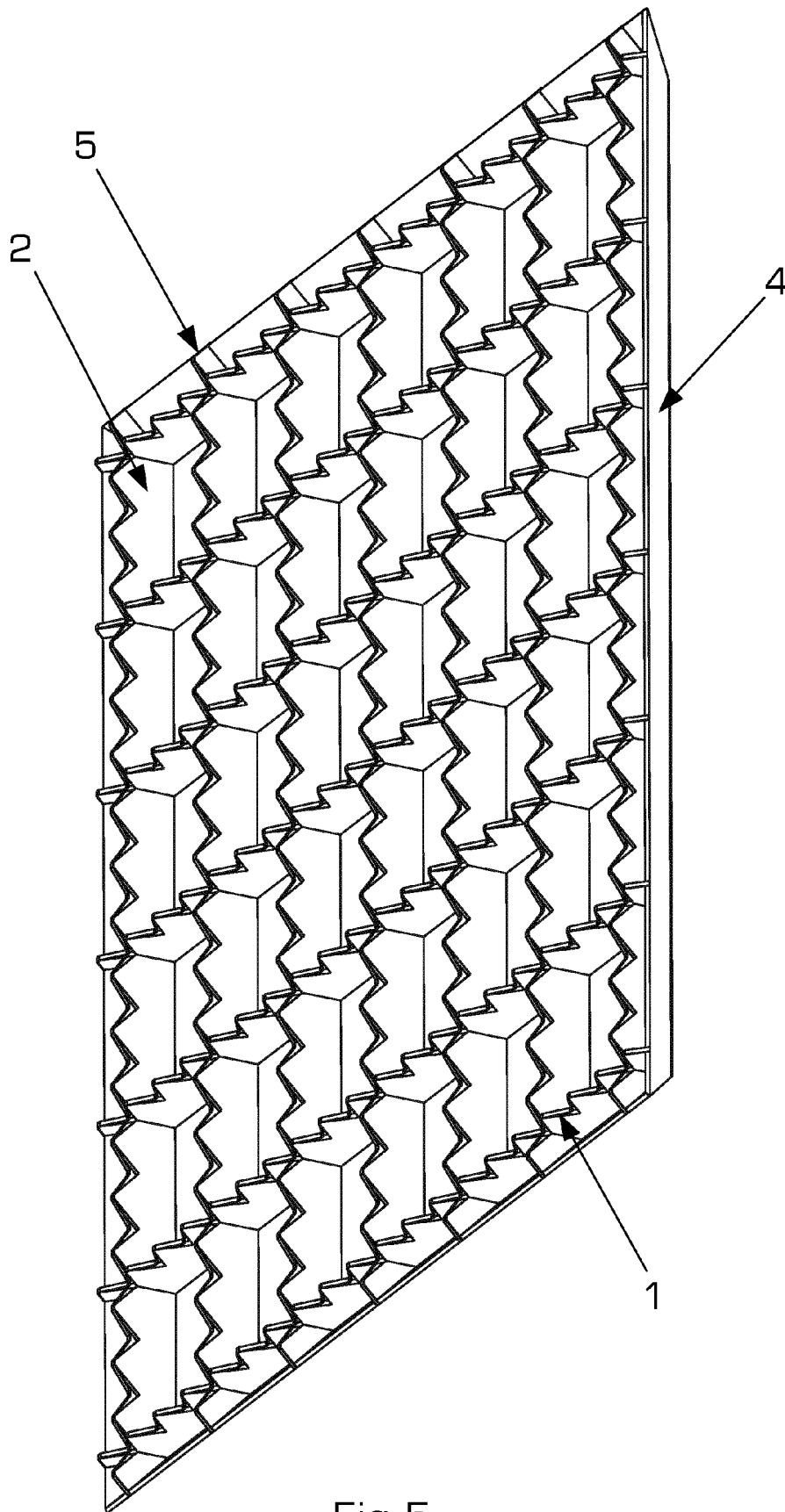


Fig.5

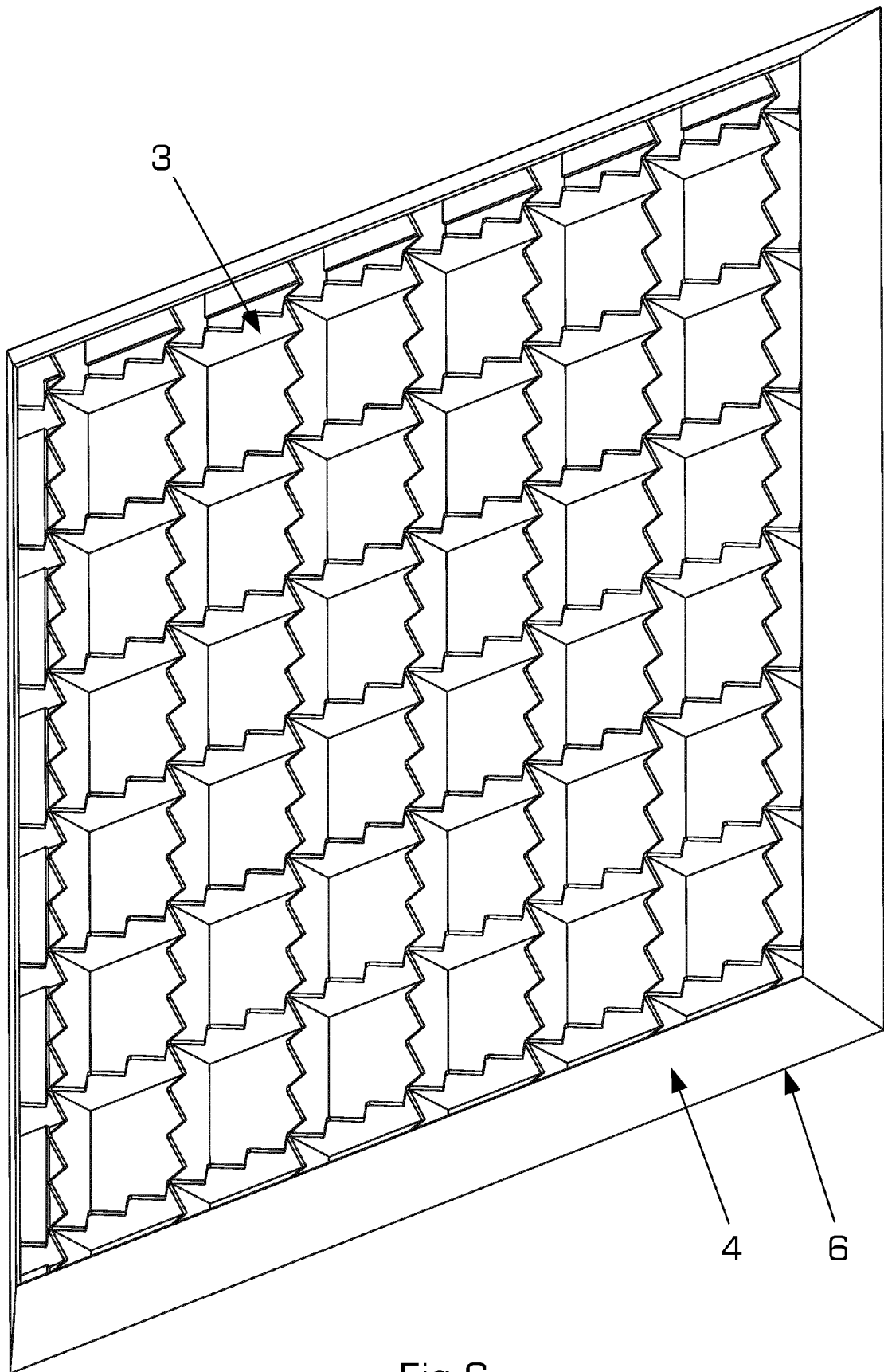


Fig.6

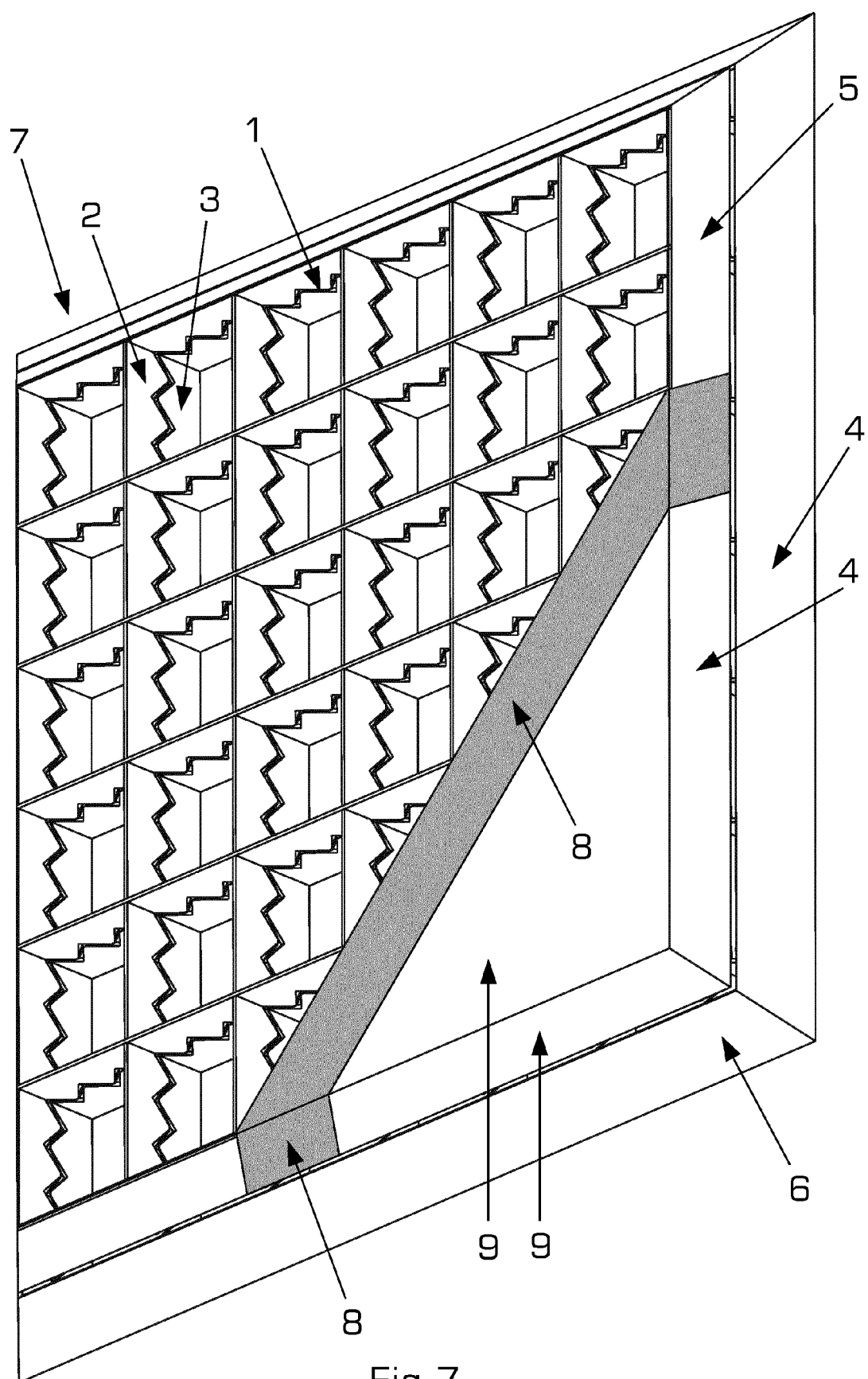


Fig. 7

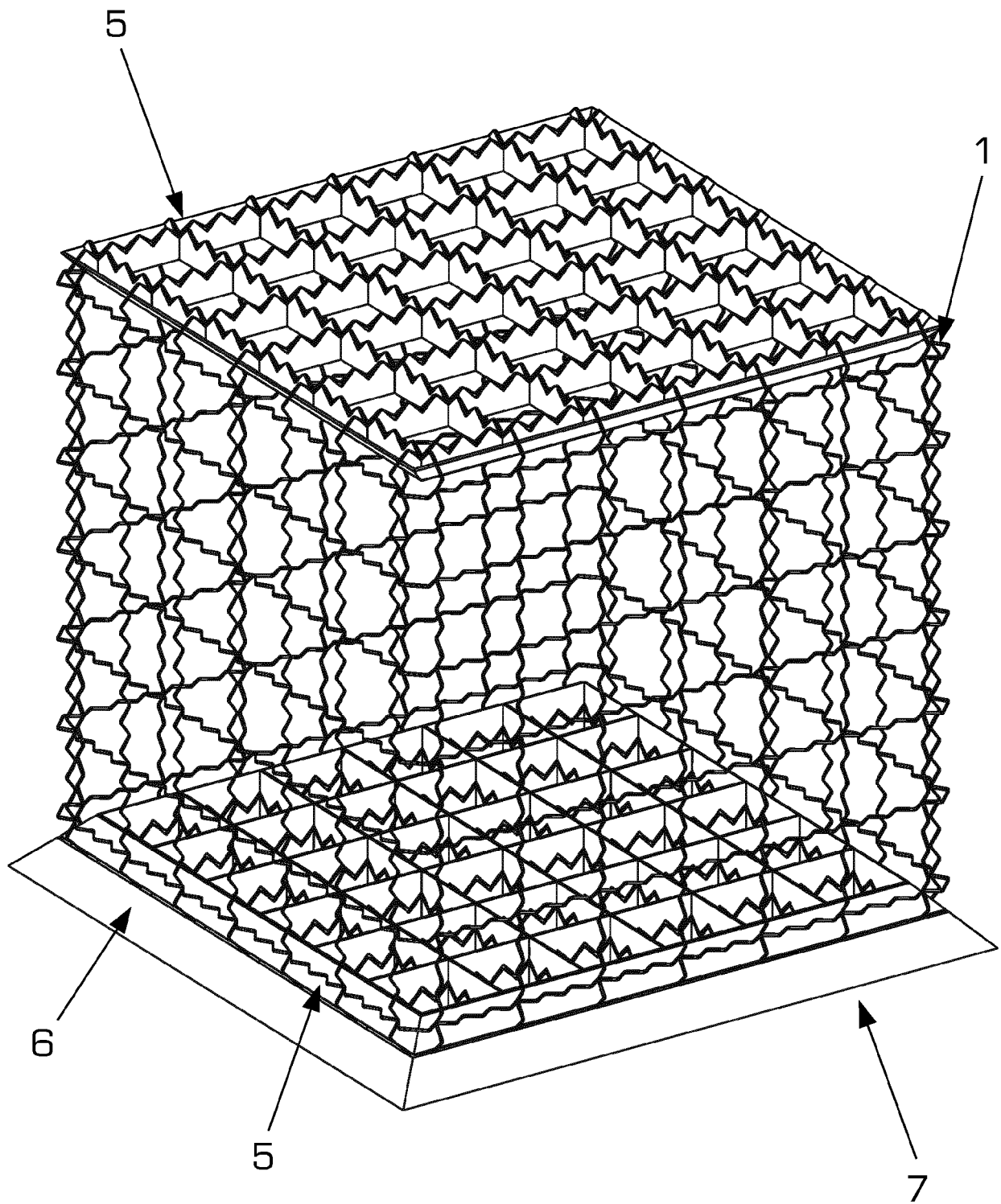


Fig. 8

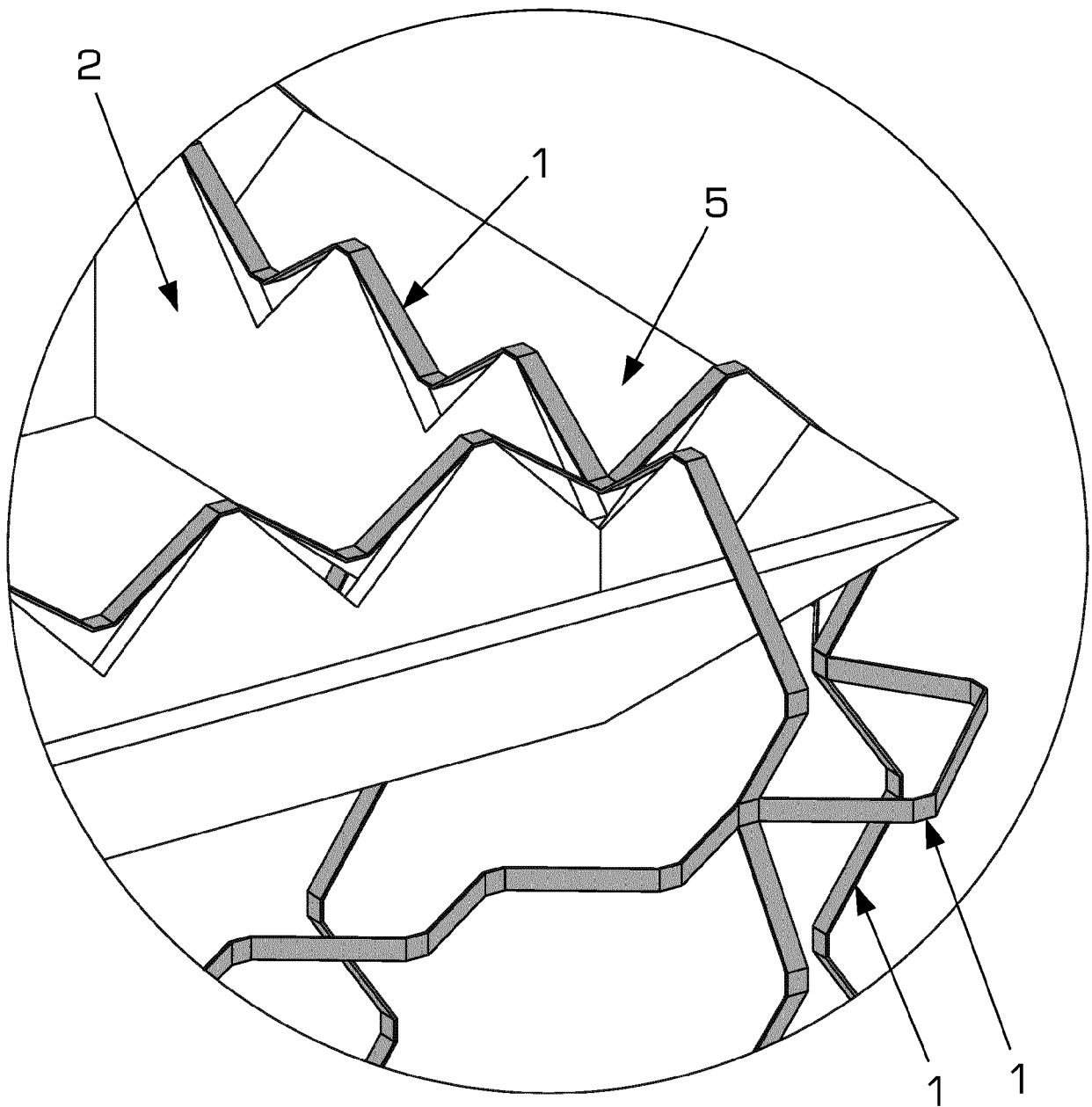


Fig.9

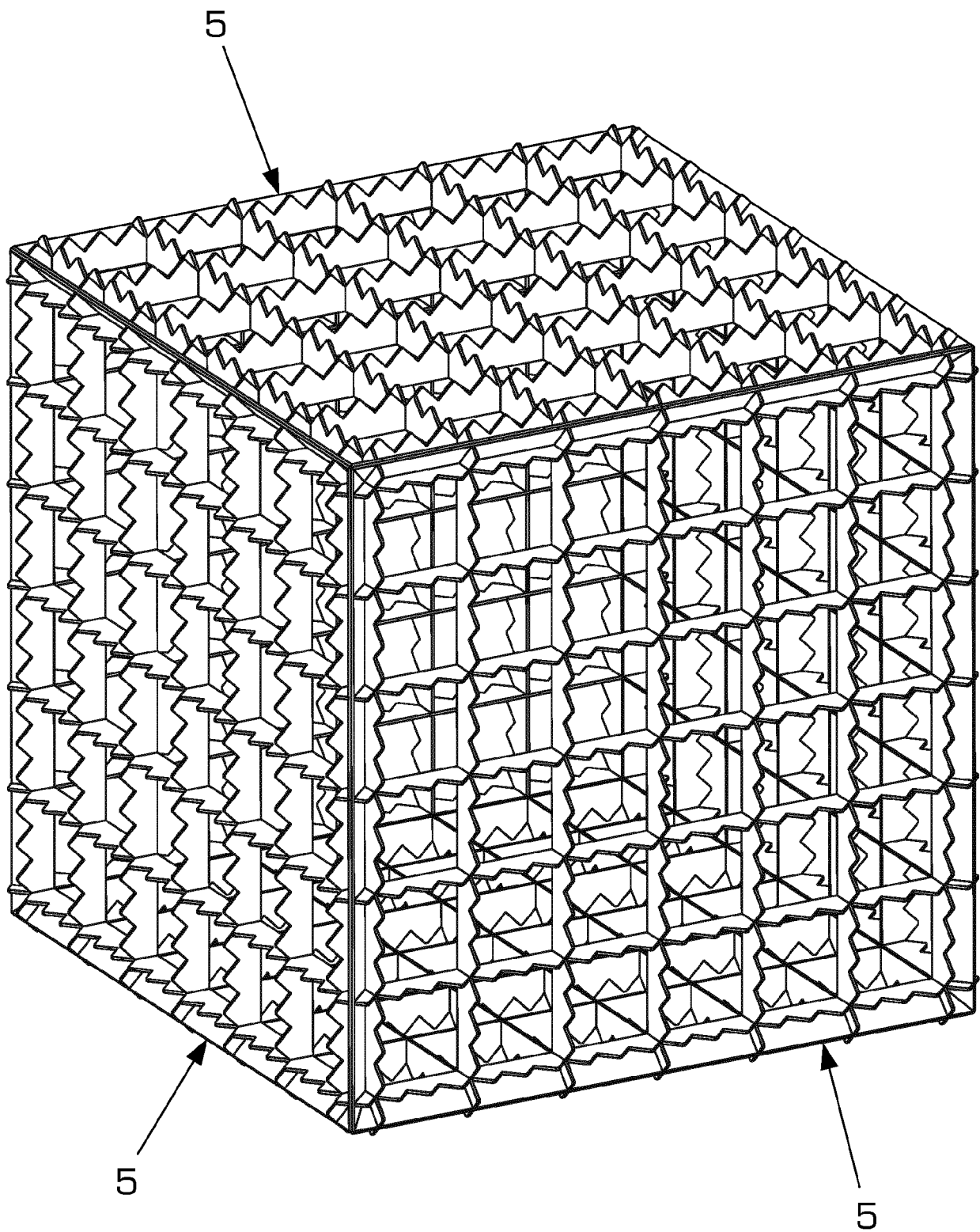


Fig. 10

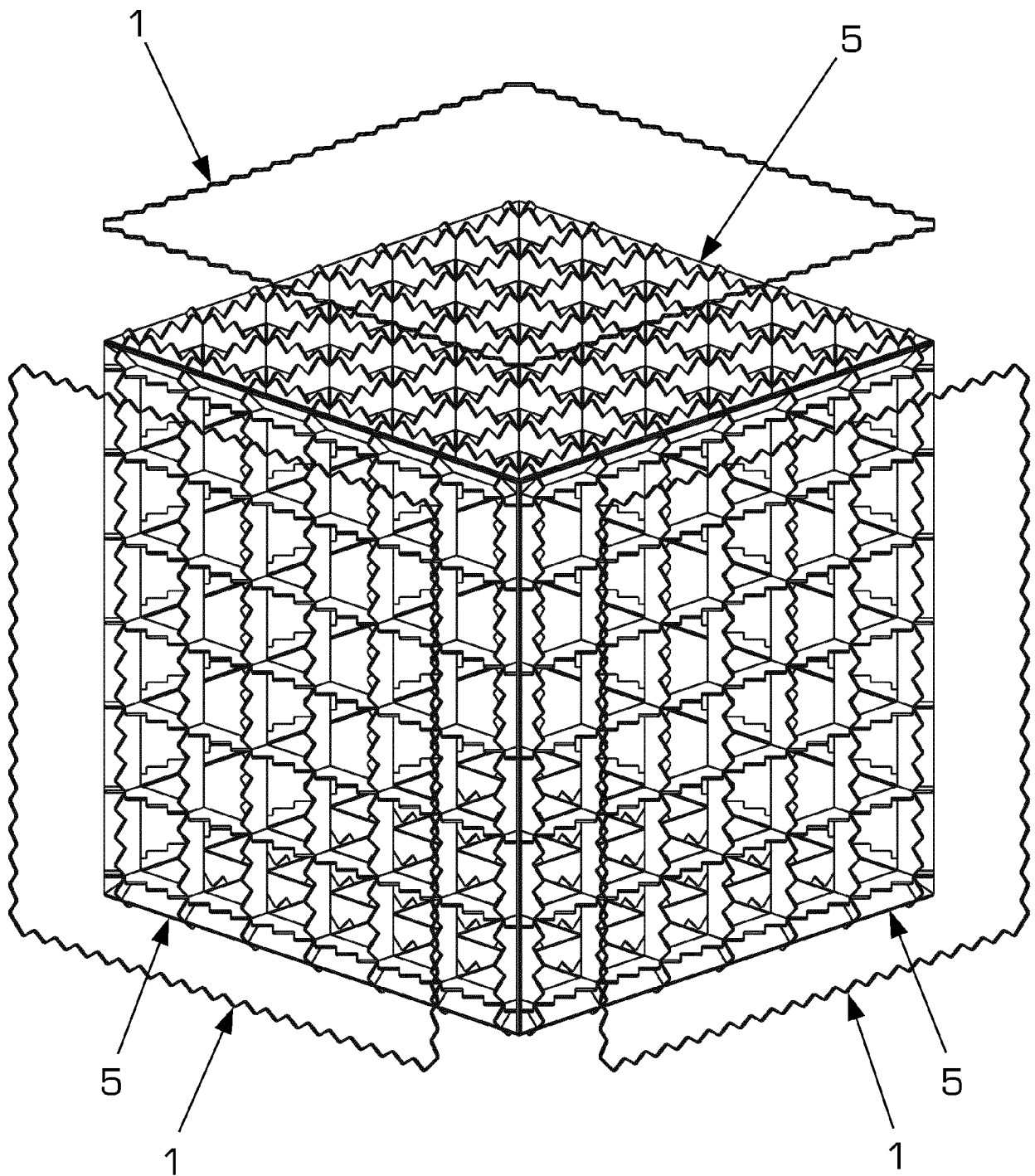


Fig. 11

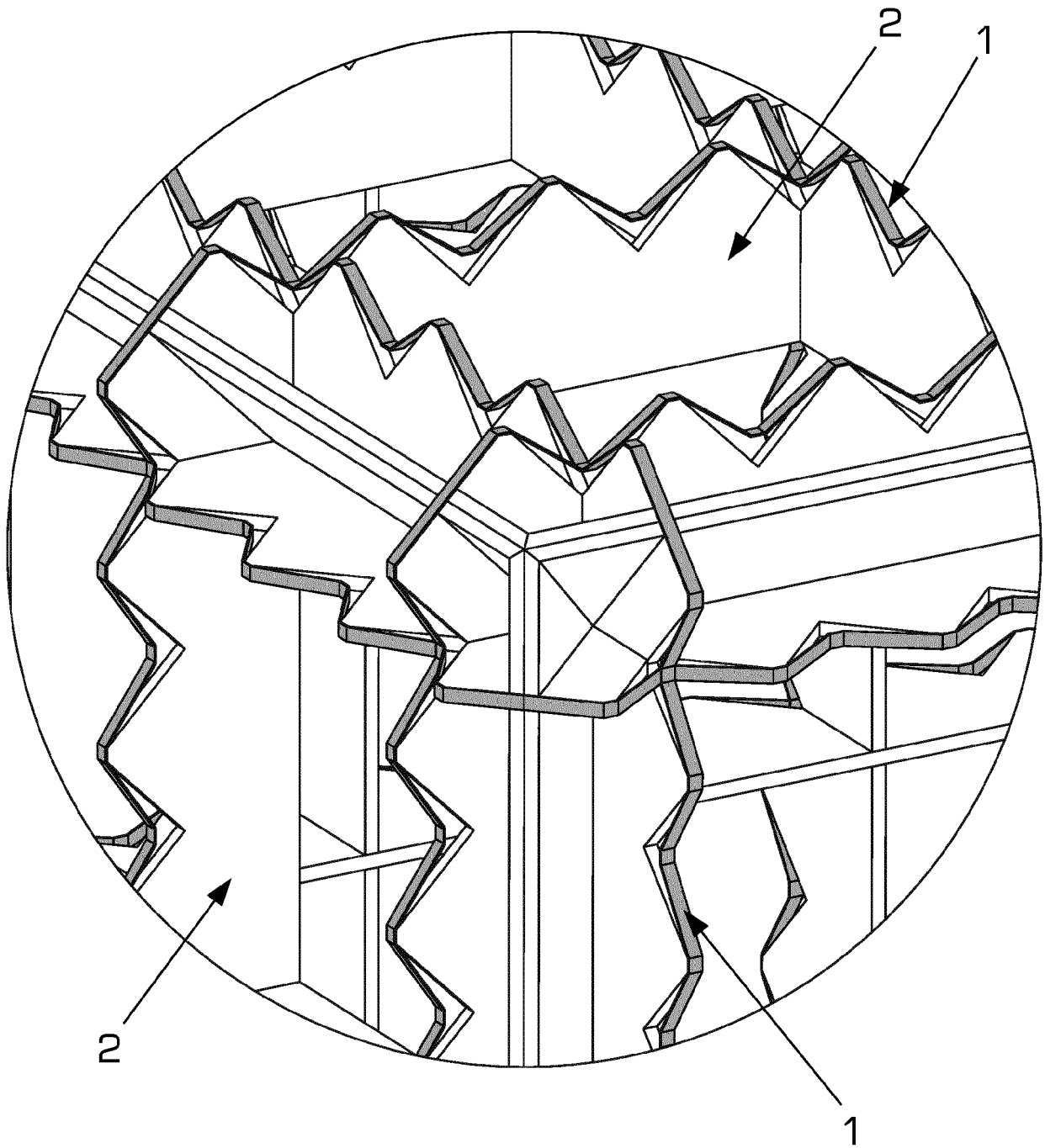


Fig. 12

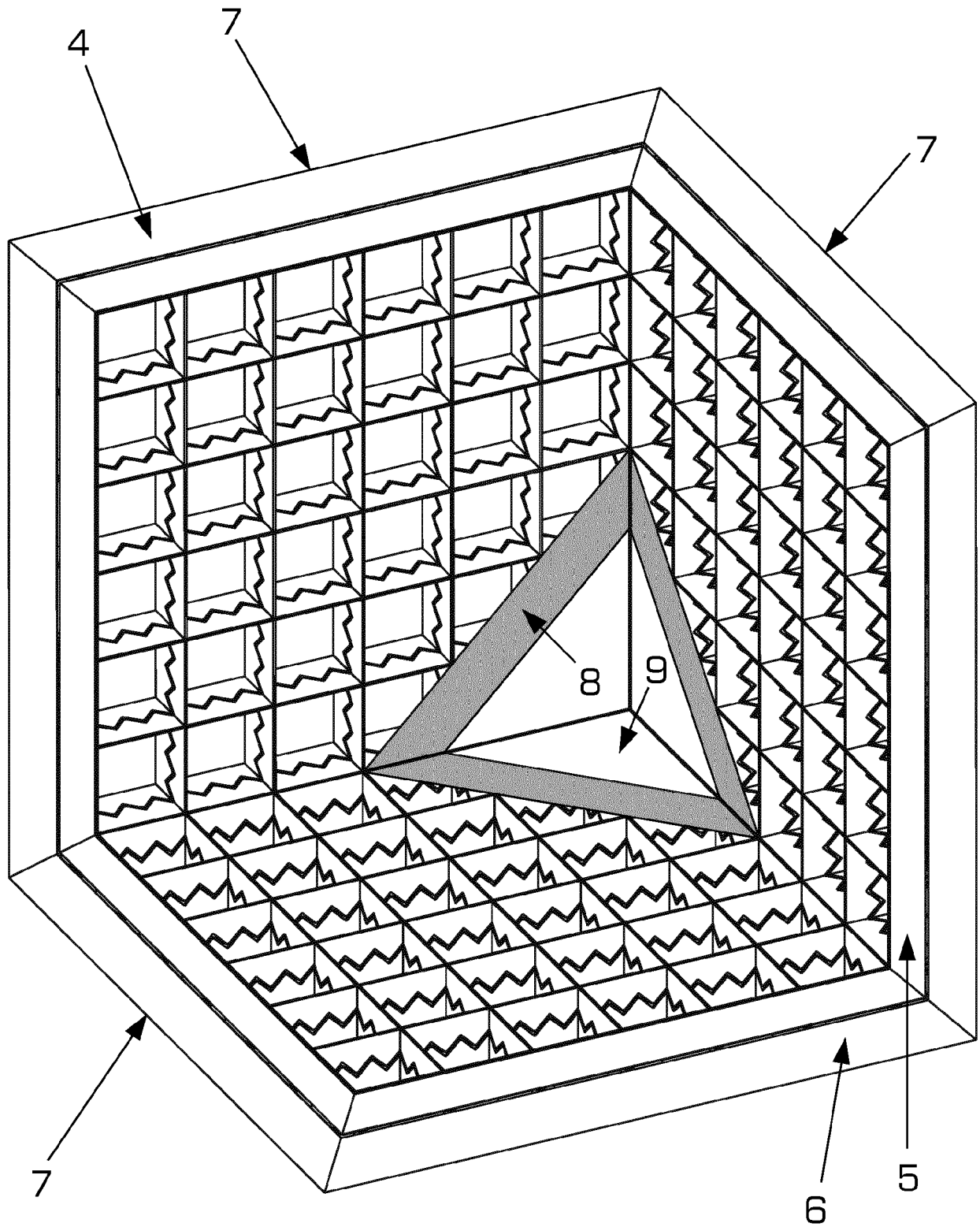


Fig. 13

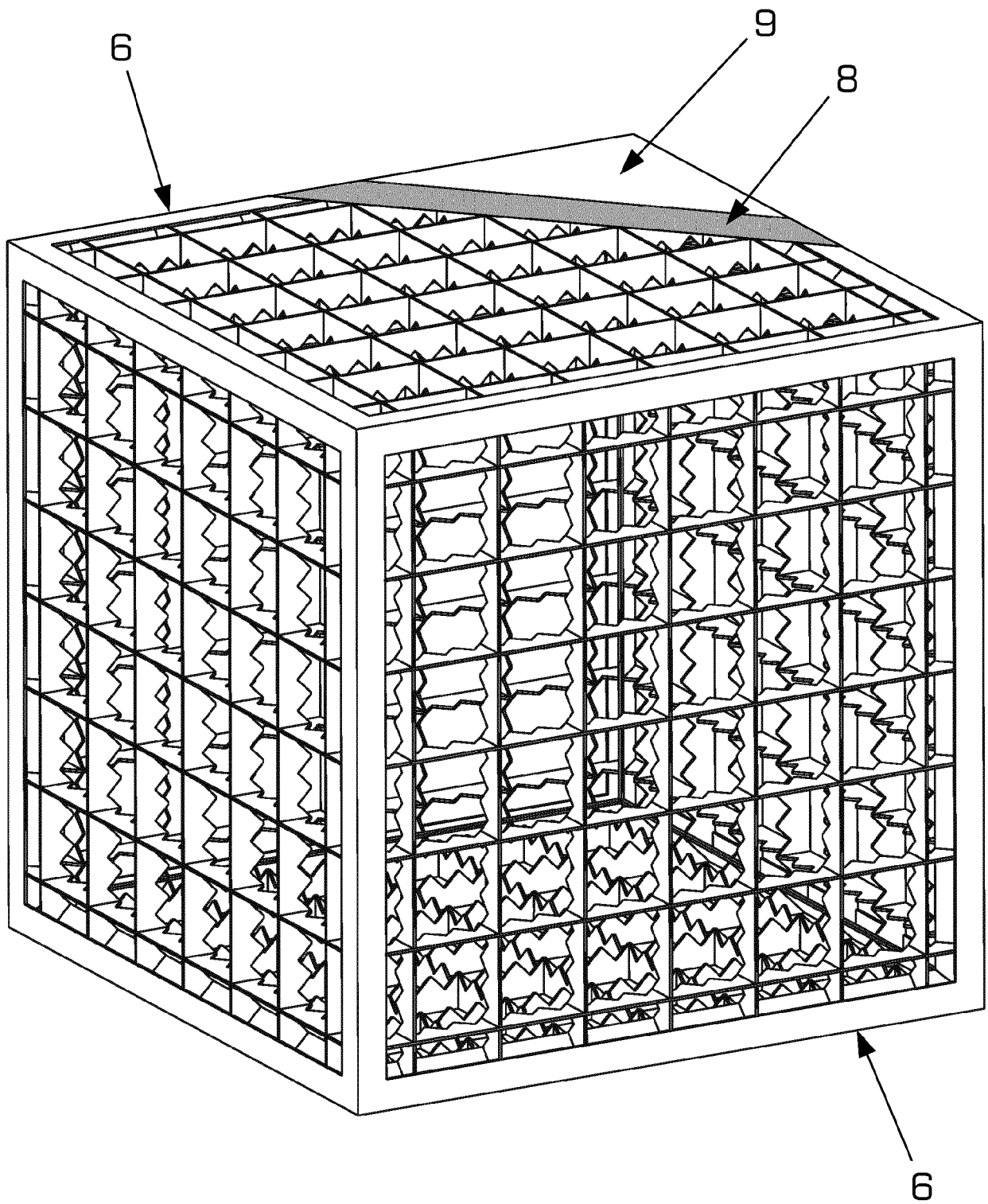


Fig. 14

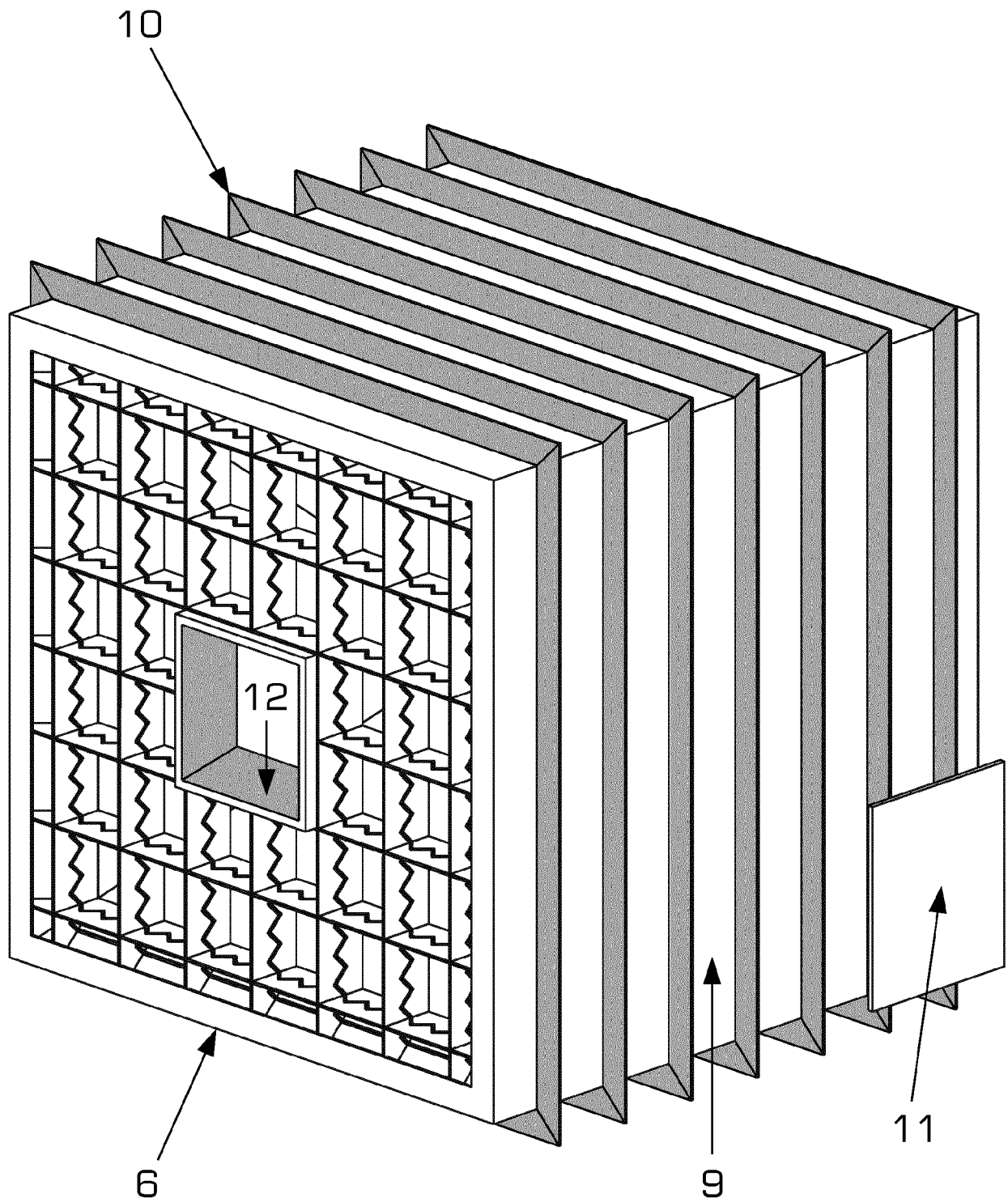


Fig. 15

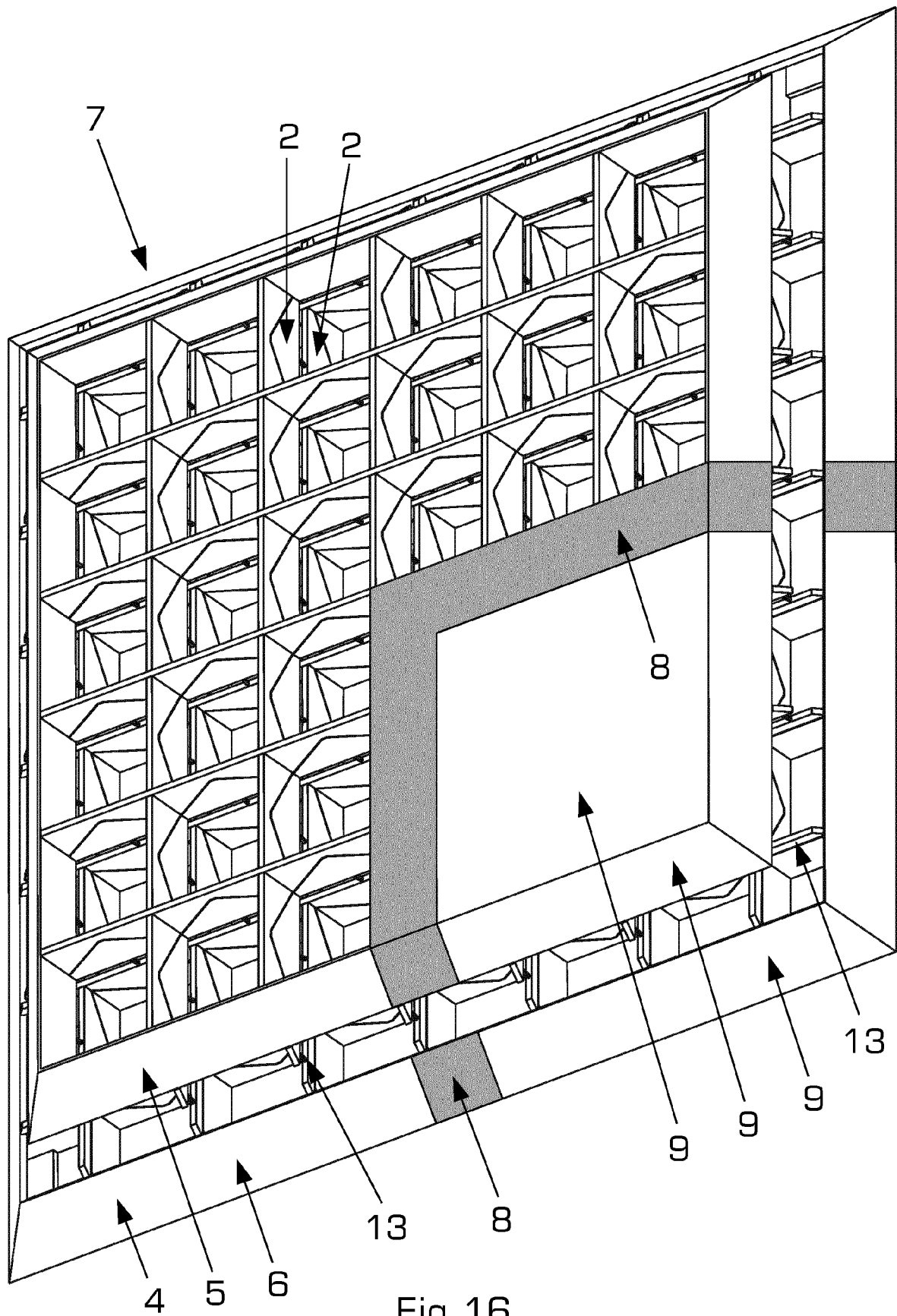
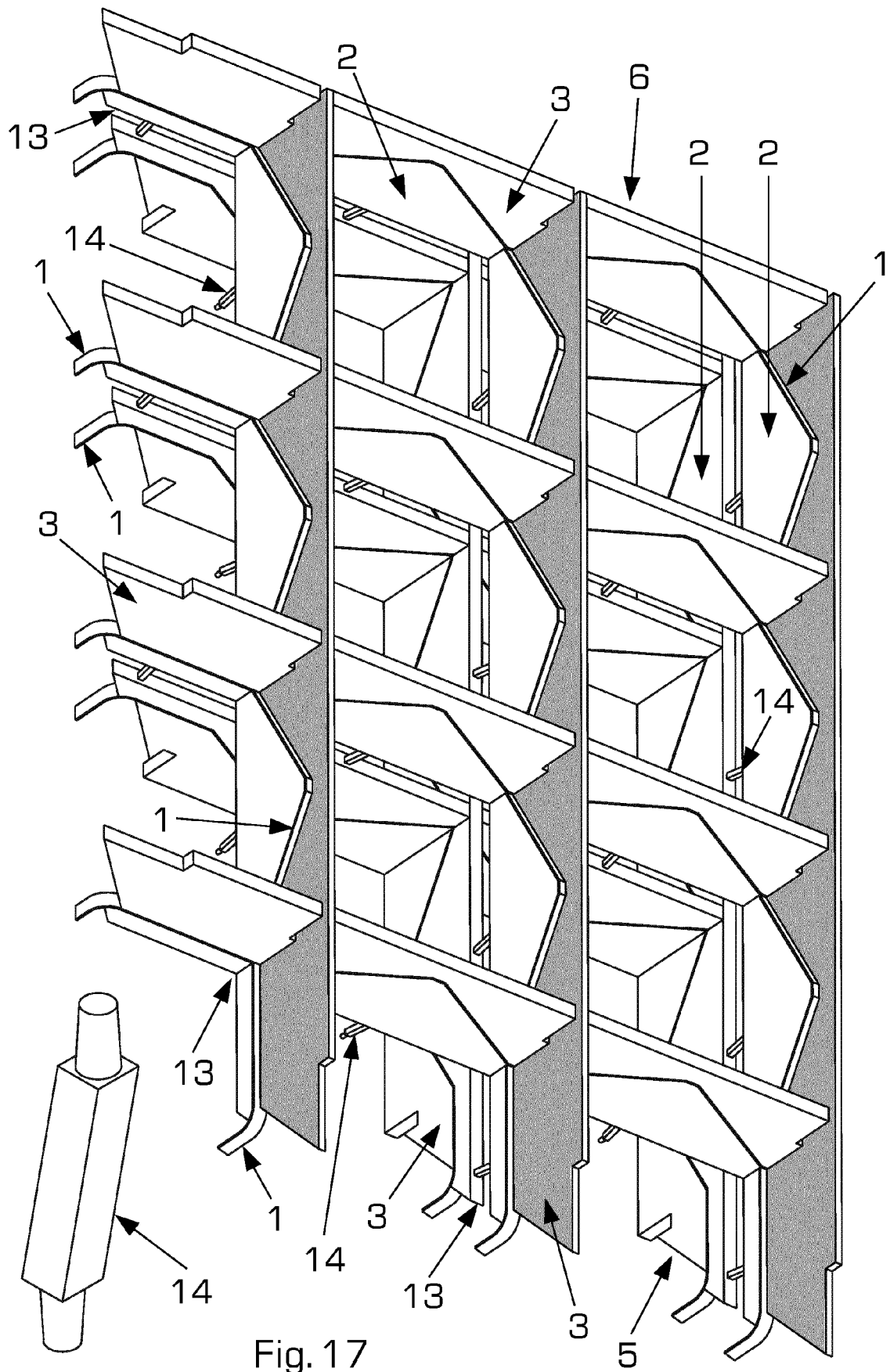


Fig. 16





RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande

EP 22 16 1749

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (IPC)
X	US 6 037 033 A (HUNTER RICK COLE [US]) 14 mars 2000 (2000-03-14)	1, 9-13	INV. E04B1/80
Y	* colonne 4, ligne 26 - colonne 7, ligne 57; figures *	2-8, 14, 15	E04B1/74
Y	EP 3 879 040 A1 (CHAVANNE BRUNO [FR]) 15 septembre 2021 (2021-09-15) * alinéa [0062] - alinéa [0124]; figures *	2-5, 8, 14	
Y	EP 3 666 987 A1 (CHAVANNE BRUNO [FR]) 17 juin 2020 (2020-06-17) * alinéa [0094] - alinéa [0183]; figures *	6, 7, 15	
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC) E04B
Lieu de la recherche La Haye		Date d'achèvement de la recherche 1 septembre 2022	Examineur López-García, G
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C02)

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

EP 22 16 1749

5 La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche européenne visé ci-dessus.
Lesdits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets.

01-09-2022

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 6037033 A	14-03-2000	AU 3967197 A	02-02-1998
		BR 9710227 A	10-08-1999
		CA 2259665 A1	15-01-1998
		CN 1225054 A	04-08-1999
		EP 0912329 A1	06-05-1999
		JP 2000514538 A	31-10-2000
		KR 20000023656 A	25-04-2000
		US 6037033 A	14-03-2000
		WO 9801293 A1	15-01-1998
EP 3879040 A1	15-09-2021	EP 3879040 A1	15-09-2021
		WO 2021180373 A1	16-09-2021
EP 3666987 A1	17-06-2020	AUCUN	

EPO FORM P0460

Pour tout renseignement concernant cette annexe : voir Journal Officiel de l'Office européen des brevets, No.12/82

RÉFÉRENCES CITÉES DANS LA DESCRIPTION

Cette liste de références citées par le demandeur vise uniquement à aider le lecteur et ne fait pas partie du document de brevet européen. Même si le plus grand soin a été accordé à sa conception, des erreurs ou des omissions ne peuvent être exclues et l'OEB décline toute responsabilité à cet égard.

Documents brevets cités dans la description

- EP 3585952 A [0018] [0025]
- WO 2021180373 A [0020] [0025] [0026] [0044] [0047] [0066] [0069]
- WO 2011050800 A [0023] [0025]
- WO 2015197960 A [0024] [0025]