

(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 2017/194775 A1**

(43) Date de la publication internationale  
16 novembre 2017 (16.11.2017)

(51) Classification internationale des brevets :  
E04H 3/12 (2006.01) E04B 1/19 (2006.01)

(21) Numéro de la demande internationale :  
PCT/EP2017/061533

(22) Date de dépôt international :  
12 mai 2017 (12.05.2017)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :  
1654269 12 mai 2016 (12.05.2016) FR

(71) Déposants : CENTRE NATIONAL DE LA RE-  
CHERCHE SCIENTIFIQUE (CNRS) [FR/FR] ; 3, rue  
Michel Ange, 75016 PARIS (FR). UNIVERSITE DE

MONTPELLIER [FR/FR] ; 163, rue Auguste Brous-  
sonnet, 34090 MONTPELLIER (FR). AXLR, SATT DU  
LANGUEDOC ROUSSILLON [FR/FR] ; 950, Rue Saint-  
Priest CSU Bâtiment 6, 34090 MONTPELLIER (FR).

(72) Inventeurs : JAMIN, Frédéric ; 12 avenue Jean JOU-  
BERT, 34830 JACOU (FR). QUIRANT, Jérôme ; Bât  
A3 - 783, rue de Bugarel, 34000 MONTPELLIER (FR).  
AVERSENG, Julien ; 1 impasse Guizard, 34790 GRA-  
BELS (FR). DEVIC, Stéphane ; 7 rue Richelieu, 30000  
Nîmes (FR).

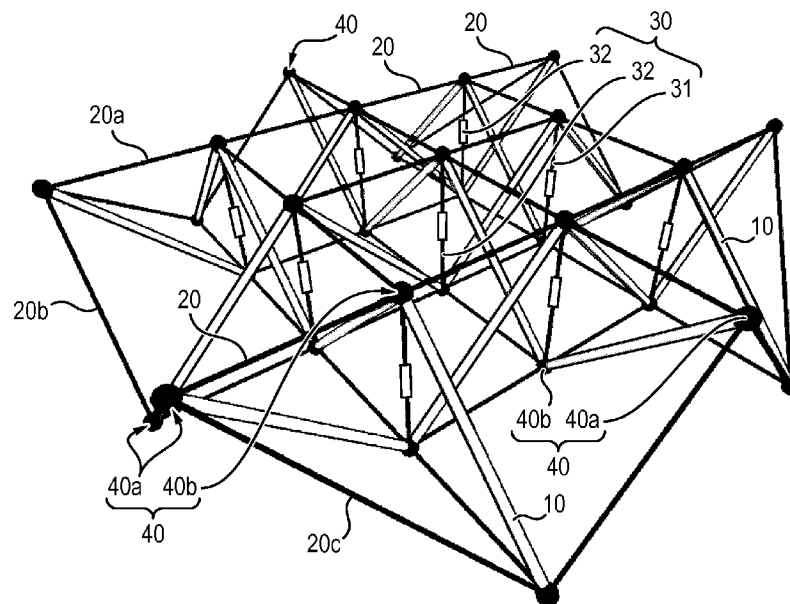
(74) Mandataire : REGIMBEAU ; 20, rue de Chazelles, 75847  
PARIS CEDEX 17 (FR).

(81) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de  
protection nationale disponible) : AE, AG, AL, AM, AO,  
AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA,

(54) Title: ASSEMBLY OF FOLDABLE TENSEGRITY MODULES

(54) Titre : ASSEMBLAGE DE MODULES DE TENSEGRITES PLIABLES

FIG. 1



(57) Abstract: The invention concerns a method for assembling a set of foldable/unfoldable tensegrity modules, each comprising a plurality of bars (10), a plurality of nodes (40) allowing the articulation of the bars (10), the method being characterised in that it comprises: - juxtaposing the modules such that two adjacent modules comprise nodes positioned one over the other in a vertical plane; - linking said nodes of the two adjacent modules by means of a tension cable and support beam link; - positioning cover elements extending between successive modules.

(57) Abrégé : L'invention concerne un procédé d'assemblage d'un ensemble de modules de tensegrité pliables/dépliables, comprenant chacun une pluralité de barres (10), une pluralité de nœuds (40) permettant l'articulation des barres (10), le procédé étant caractérisé



WO 2017/194775 A1

CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

**(84) États désignés** (*sauf indication contraire, pour tout titre de protection régionale disponible*) : ARIPO (BW, 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, 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))

## ASSEMBLAGE DE MODULES DE TENSEGRITES PLIABLES

### DOMAINE DE L'INVENTION

L'invention concerne le domaine des structures de tensegrité.

Elle propose en particulier un ensemble mécanique formant support  
5 (plateforme par exemple) du type à structure de tensegrité pliable.

Elle trouve notamment avantageusement application dans l'élaboration de structures temporaires d'accès à des sites tels que des sites touristiques ou des lieux de baignade.

### 10 ETAT DE LA TECHNIQUE

Malgré une prise de conscience des pouvoirs publics visant à améliorer l'adaptation des sites touristiques aux personnes à mobilité réduite, on constate que dans certaines régions, le littoral maritime reste difficile d'accès pour ce type d'utilisateur.  
15 En effet, de nombreux sites touristiques ne proposent pas de structure permettant l'accès en toute autonomie à la baignade.

Actuellement, l'accès à la mer pour une personne à mobilité réduite peut se faire par l'emploi d'un fauteuil roulant flottant spécifique qui nécessite une aide extérieure.

20 Pour un accès en autonomie, il existe des structures fixes (www.unfauteuilalamer.com), mais elles impactent par définition le site d'installation.

Dans certaines régions soumises à des obligations en matière de défense de l'environnement, les installations non temporaires ne sont pas des solutions viables. Par exemple, certaines lois visant à la protection du littoral imposent des structures  
25 démontables et transportables ne comportant aucun élément d'ancrage durable au sol, et qui doivent permettre un retour du site à l'état initial en fin de concession.

Des structures temporaires, comme des pontons flottants démontables existent (www.belrive.fr/), mais celles-ci restent peu adaptées aux littoraux maritimes pour des raisons de stabilité, car elles nécessitent des ancrages importants. De plus,  
30 la capacité de charge est relativement faible en regard du volume occupé à l'état démonté, limitant leur polyvalence.

On connaît également des solutions modulaires démontables pour réaliser des plateformes, à partir de composants d'échafaudage. Les systèmes

d'échafaudage modulaires permettent de réaliser tout type de plateforme pouvant supporter des charges importantes, sur appui ponctuel. Les composants doivent cependant être adaptés pour ne pas représenter un surpoids important. Les appuis ponctuels peuvent être nombreux et doivent être réglés individuellement.

5 L'assemblage d'une structure met en œuvre des composants séparés nécessitant un grand nombre d'opérations, de telles solutions sont donc contraignantes en temps d'installation et en main d'œuvre.

Il existe donc un besoin de mise en place d'installation légère, modulaire, polyvalente, à faible impact environnemental, déployable facilement, et destinée à  
10 des usages temporaires.

La publication WO2005/111343 décrit une structure déployable pouvant s'assembler avec d'autres structures similaires pour former une installation telle qu'une plateforme. Cependant, de telles installations, basées sur l'assemblage de cellules élémentaires identiques, n'offrent pas de flexibilité en termes d'assemblage,  
15 ainsi, les cellules ne peuvent pas être de dimensions différentes. De plus, la mise en place d'installations nécessite un nombre important d'assemblages de cellules.

On connaît également des installations à base de structures de tensegrité.

La tensegrité est la faculté d'une structure à se stabiliser par le jeu des forces de tension et de compression qui s'y répartissent et s'y équilibrent. Les structures  
20 établies en état de tensegrité sont donc stabilisées, non par la résistance de chacun de leurs constituants, mais par la répartition et l'équilibre des contraintes mécaniques dans la totalité de la structure.

Ainsi, un système mécanique comportant un ensemble discontinu de composants comprimés au sein d'un continuum de composants tendus peut se  
25 trouver dans un état d'équilibre stable. Ce qui signifie, par exemple, qu'en reliant des barres par des câbles, sans relier directement les barres entre elles, on arrive à constituer un système rigide.

De ce fait, une structure de tensegrité est un système spatial réticulé dont la rigidité et la stabilité proviennent de la combinaison de compression dans les barres  
30 et de traction dans les câbles.

La publication FR 2823287 décrit un système de tensegrité sous forme de structure réticulée avec autocontrainte de ses divers composants, pour réaliser des structures légères de construction du genre charpente, panneau ou autre ensemble similaire. Cependant, cette publication ne décrit pas de notion de modularité,

d'assemblage de structures de tensegrité pour former notamment des plateformes temporaires en zones peu accessibles.

De telles structures ont l'avantage d'être particulièrement légères et donc faciles à mettre en place. Elles sont particulièrement adaptées pour des environnements que l'on souhaite préserver.

Le document « Les systèmes de tensegrité déployables : application à l'accessibilité de la baignade en mer » (J.Averseng, F.Jamin, J.Quirant - Rencontres universitaires de Génie Civil, Mai 2015 - <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01167613/document>) décrit une structure de grille de tensegrité, pliable et dépliable composé d'un ensemble de barres et de nœuds reliés les uns aux autres. Les différents nœuds et barres de cette structure sont d'un seul tenant.

Cette structure a l'avantage d'être déployable sur site et de permettre la réalisation de plateformes stables, légères et réutilisables.

Elle est malgré tout d'une manipulation et d'une mise en place compliquées lorsque l'on cherche à réaliser des plateformes de grandes dimensions.

Il existe donc un besoin pour un ensemble mécanique formant support (plateforme par exemple) du type à structure de tensegrité pliable qui permette la réalisation de structures de grandes dimensions et qui soit facile à monter ou démonter.

## PRESENTATION DE L'INVENTION

Un but général de l'invention est de proposer un ensemble mécanique formant support du type à structure de tensegrité pliable qui ne présente pas les inconvénients des ensembles de tensegrité de l'art antérieur.

Un autre but de l'invention est de proposer un ensemble mécanique à structure de tensegrité pliable qui soit particulièrement adapté à la réalisation de structures de grandes dimensions.

Un autre but encore est de proposer un ensemble mécanique à structure de tensegrité pliable qui soit facile à monter ou démonter et en particulier peu couteux en main-d'œuvre et en temps d'installation.

Un autre but de l'invention est en outre de proposer un ensemble mécanique formant support du type à structure de tensegrité pliable qui soit polyvalent, facile à monter et démonter et facile à transporter.

Un autre but également est de proposer une structure qui – tout en présentant  
5 d'excellentes propriétés mécaniques - ne nécessite pas d'élément d'ancrage durable au sol, est légère et a un faible impact environnemental.

Selon un aspect, l'invention propose un ensemble mécanique à structure de tensegrité,

caractérisé en ce que

- 10
- il comprend au moins deux modules à structure de tensegrité pliables/dépliables comprenant chacun une pluralité de barres et une pluralité de nœuds sur lesquels les barres sont articulées ;
  - des nœuds d'un même module étant, lorsque ledit module est déployé, répartis selon deux plans parallèles et reliés deux à deux par un élément de  
15 liaison en tension perpendiculaire auxdits plans, chaque module comportant au moins un nœud de bord d'assemblage situé dans l'un des deux plans et sans vis-à-vis dans ledit module dans l'autre plan, ce nœud étant adapté à être positionné au droit d'un nœud de bord d'assemblage d'un autre module adjacent et à être relié à celui-ci par un élément de liaison en tension ou en  
20 compression perpendiculaire aux plans des nœuds de ces deux modules, et en ce que des nœuds du plan supérieur des modules comportent des éléments d'accrochage adaptés pour la fixation, sur plusieurs nœuds de bord d'assemblage positionnés le long d'un même bord d'assemblage et appartenant alternativement à l'un et l'autre des deux  
25 modules adjacents, d'éléments de platelage, ou d'éléments supports destinés à supporter lesdits éléments de platelage.

Selon un autre aspect encore, elle propose également une structure support qui comporte un ensemble mécanique du type précité dont plusieurs modules sont  
30 déployés et disposés de façon à être adjacents, chacun de ces modules comportant au moins un nœud de bord d'assemblage qui est positionné au droit d'un nœud de bord d'assemblage d'un autre module adjacent et qui est relié à celui-ci par un élément de liaison en tension perpendiculaire aux plans des nœuds

de ces deux modules, ladite structure comportant en outre des éléments de platelage s'étendant entre modules successifs.

De tels ensembles mécaniques et structures sont particulièrement adaptés à la réalisation de structures temporaires, telles que du type espace scénique, passerelle.

5 L'invention propose en outre un procédé de montage d'une telle structure support.

## DESCRIPTION DES FIGURES

- 10 D'autres caractéristiques, buts et avantages de la présente invention apparaîtront à la lecture de la description détaillée qui va suivre, au regard des figures annexées, données à titre d'exemples non limitatifs et sur lesquelles :
- La figure 1 représente schématiquement un module structural pliable-dépliable d'un ensemble mécanique conforme à un mode de réalisation de
  - 15 l'invention.
  - Les figures 2A et 2B représentent schématiquement la disposition des nœuds respectivement dans une nappe supérieure et inférieure d'un module structural.
  - La figure 3 illustre le détail d'un élément tendeur
  - 20 - La figure 4 illustre le détail d'un nœud d'une nappe supérieure.
  - La figure 5 représente un module structural à l'état plié.
  - La figure 6 illustre un moyen de réglage d'assise au niveau du nœud d'un module.
  - La figure 7 illustre un moyen de fixation de platelage sur un nœud par
  - 25 l'intermédiaire de poutres support.
  - La figure 8 illustre une solution pour les réalisations du platelage formé de lames de plancher sur poutres support, d'un système de garde-corps et d'accès par escalier.
  - La figure 9 représente schématiquement un module et sa vue de dessus.
  - 30 - Les figures 10a et 10b sont des représentations respectivement :
    - o d'une part (figure 10a) des nœuds de la nappe supérieure d'un exemple de module structurel élémentaire à 4x4 mailles et un jeu de barres associées

- d'autre part (figure 10b) d'un ensemble mécanique conforme à un mode de réalisation de l'invention, assemblant différents modules structuraux du type de ceux illustrés sur la figure 10a, avec une plateforme dont le platelage est formé de lames de plancher en appui par deux côtés sur des poutres fixées aux nœuds ;
- 5
  - Les figures 10c et 10d sont des représentations illustrant d'autres exemples de modules structuraux et d'un ensemble mécanique réalisés par assemblage de ces modules.
  - La figure 11 illustre la zone d'assemblage entre deux modules.
  - 10
    - La figure 12 illustre l'assemblage de deux modules de hauteurs différentes
    - La figure 13 représente une plateforme réalisée à partir de l'assemblage de quatre modules structuraux.
    - Les figures 14 et 15 sont des représentations en vue en perspective et en vue éclatée d'une autre solution pour la réalisation du platelage.
    - 15
      - Les figures 16 et 17 illustrent la représentation d'un ensemble mécanique conforme à un autre mode de réalisation de l'invention (figure 17), assemblant différents modules structuraux (figure 16 – Colonne A) avec une plateforme dont le platelage est formé de plaques appuyées par leurs coins directement sur les nœuds (figure 16 – colonne C) et un jeu de béquilles (figure 16 –  
20
        - colonne B) en bordure.
        - La figure 18 illustre en vue en perspective un exemple d'assemblage de deux modules du type de celui des figures 14 à 17
        - La figure 19 illustre des modules en vue en perspective correspondant à différents dimensionnements possibles.
        - 25
          - Les figures 20a et 20b illustrent le mode de fixation des plaques de platelage sur les nœuds.
          - La figure 21 illustre une solution pour les réalisations du platelage formé de plaques, d'un système de garde-corps et d'accès par escalier.

## DESCRIPTION DETAILLEE D'AU MOINS UN MODE DE REALISATION DE L'INVENTION

En référence à la figure 1, on a représenté un module structural pliable-dépliable. Chaque module se décline à partir de structures dites « de tenségrité », c'est-à-dire une structure réticulée formée d'un réseau discontinu de barres comprimées interagissant à l'intérieur d'un réseau continu de câbles tendus, le tout étant stabilisé par un état de contraintes initiales. Ce principe est analogue aux systèmes gonflables, formés d'un milieu comprimé (air ou autre fluide) en équilibre avec une enveloppe en tension.

Comme illustré en figure 1, un tel module structural comporte un ensemble de barres 10 correspondant aux éléments comprimés, de câbles tendus 20 et de tendeurs 30 reliant un ensemble de nœuds 40.

Plus généralement, les câbles et/ou les tendeurs peuvent être remplacés par tout élément permettant une liaison en tension : chaines, sangles, etc...

Le module comprend l'assemblage de deux nappes horizontales parallèles de nœuds 40. Ainsi, il est représenté par respectivement les figures 2A et 2B, la disposition des nœuds 40 dans une nappe inférieure 2 et dans une nappe supérieure 3. Dans chacune des nappes, les nœuds 40 sont reliés par un réseau de câbles de nappe 20a.

La topologie du module, représentant l'assemblage des nappes 2 et 3, s'inspire du tissage : un réseau d'éléments comprimés, formé de sous-ensembles de barres 10 reliant alternativement des nœuds 40 d'une nappe à l'autre, à l'image des fils de chaîne et de trame qui forment les tissus.

Les câbles périphériques 20b et 20c situés en périphérie du module permettent également la connexion des deux nappes 2 et 3 en reliant les nœuds 40 en périphérie du module, alternativement d'une nappe à l'autre.

Les câbles périphériques 20b sont dits câbles de bord, ils relient des nœuds 40 de la nappe inférieure 2 au nœud 40 de la nappe supérieure 3, lesdits nœuds étant positionnés sur un côté du module.

Les câbles périphériques 20c sont dits câbles de coin, ils relient des nœuds 40 de la nappe inférieure 2 au nœud 40 de la nappe supérieure 3, lesdits nœuds étant positionnés sur deux côtés consécutifs du module.

Les câbles de bord 20b et les câbles de coin 20c peuvent avoir une inclinaison différente.

Par rapport au plan des nappes, les câbles 20a ont généralement une orientation horizontale, les câbles périphériques 20b et 20c, une orientation diagonale, et les câbles avec ridoirs 30 une orientation verticale.

Les barres 10 peuvent être réalisées dans un matériau métallique tel que l'aluminium, ou dans un alliage métallique. D'autres types de matériaux sont possibles, tels que bois, plastique (PVC par exemple), composite (fibre de verre, de carbone, béton fibré, ...). Les nœuds 40 sont de préférence en un matériau à haute résistance tel que l'acier. Les câbles 20 et les tendeurs 30 sont également de préférence en acier, ils peuvent être aussi réalisés à partir de matériaux fibrés.

Les ensembles comprimés 10 sont également assemblés à l'aide des éléments dits « tendeurs » 30, traversant entre les nœuds 40 de chaque nappe 2 et 3, et qui permettent de rigidifier la structure du module. Les tendeurs « intérieurs » 31, représentés en figure 1, permettent d'instaurer des contraintes initiales localisées alors que les éléments « de rive » 32 ont un impact sur tous les éléments périphériques.

Ainsi, en référence aux figures 1, 2A et 2B, les nœuds 40a d'une nappe situés en périphérie du module sont connectés par les câbles de nappe 20a à un nœud 40b adjacent de la même nappe et par les câbles périphériques 20b et 20c à deux autres nœuds 40b de l'autre nappe.

Les autres types de nœuds 40b, les nœuds intérieurs d'une nappe, ont un nœud 40b de l'autre nappe en vis-à-vis dans un même plan vertical, orthogonal aux nappes. Ainsi, ces nœuds sont connectés à 4 autres nœuds 40 de la même nappe par des câbles de nappe 20a, et par un tendeur 30 à un nœud 40b en vis-à-vis de l'autre nappe.

Les tendeurs 30 entre deux nœuds 40, illustrés en détail en figure 3 et 4, sont composés d'un ensemble de câbles fixés à chaque nœud, avec un ridoir 33 connectant les câbles 34 et 35 des nœuds 40 en vis-à-vis.

L'ensemble câble et ridoir 30 permet avantageusement de contrôler la tension des câbles. Par rapport à un autre élément qui pourrait être par exemple une tige filetée, les câbles avec ridoir 30 permettent de relâcher la tension tout en gardant les éléments tendeurs fixés aux nœuds 40, facilitant ainsi le déploiement du module. De plus, ces éléments permettent également d'obtenir une structure plus légère.

Un nœud 40 peut comporter également un élément d'accrochage 41 permettant la fixation des tendeurs 30. Cet élément est avantageusement un moyen d'attache de type anneau disposé sur une face inférieure d'un nœud 40 de la nappe supérieure 2 et sur une face supérieure d'un nœud 40 de la nappe inférieure 3.

5 Les nœuds 40 des nappes inférieures et supérieures peuvent être identiques. Dans cette configuration, les nœuds 40 de la nappe inférieure 3 sont retournés à 180° par rapport aux nœuds 40 de la nappe supérieure 4.

Le relâchement de la tension par les ridoirs 31, permet également lors d'un pliage du module de contrôler l'orientation des nœuds 40 pour un rangement des  
10 barres optimisé à l'état plié.

Les liaisons entre les barres 10 (nœuds 40) permettent le pliage-dépliage d'un module à partir d'un fagot, illustré en figure 5, d'un seul tenant, léger, compact et facilement transportable, facilitant ainsi les phases de montage et démontage avec peu de main-d'œuvre. De plus la structure permet de minimiser les phases de réglage  
15 par la mise en place de ridoirs 31.

La fonction de pliage/dépliage du module structural est permise par la configuration des nœuds 40, qui comportent des moyens de fixation articulée 46 des barres 10, illustrés en figures 3 et 4.

Ces moyens sont typiquement au nombre de 1 ou 2 et peuvent être de type  
20 liaison pivot, ou de type rotule. Les nœuds 40 peuvent combiner les deux types d'articulation.

La légèreté et le caractère pliable facilitent la manutention. De plus, les nœuds 40 permettent un stockage optimal en compacité (barres parallèles jointives 10).

Des modules de toutes dimensions (formes et hauteurs) dans l'espace  
25 peuvent être générés dans la limite de leur portabilité selon par exemple la norme NF X35-109 relative au port de charges par les travailleurs en France. De ce fait, la limite de poids à manipuler pendant les actions de travail pour une personne est de 30 kg au maximum.

Ainsi un module structural typique, comme représenté en figure 1, comporte  
30 30 nœuds, reliés par un ensemble de 24 barres.

Les dimensions, telles que la hauteur ou la maille (espacement entre les nœuds 40 d'une même nappe) peuvent être ajustées à volonté en fonction des dimensions des éléments qui sont choisies en conséquence. Par exemple, les dimensions d'un module peuvent être typiquement de 4mx4m, la

hauteur étant ajustable de 0,5 à 1,50 m en fonction de l'inclinaison choisie des barres 10.

Deux modules ayant la même maille peuvent se distinguer par leur hauteur. Ainsi, pour un maillage donné, on détermine la hauteur des modules en variant la  
5 longueur des câbles avec ridoirs 30, la longueur et l'inclinaison des câbles périphériques 20b et 20c, et des barres 10.

Comme illustré en figure 4, les nœuds 40 comportent une pluralité  
10 d'ouvertures latérales 42 permettant le passage des câbles 20 reliant les nœuds 40 d'une même nappe horizontale. Typiquement, ces ouvertures latérales 42 sont au nombre de 4, deux premières ouvertures 42 étant situées dans le même plan que les barres 10 connectées au nœud 40. Les deux autres ouvertures 42 sont disposées dans un plan orthogonal au plan des barres 10.

Dans un mode de réalisation, chaque câble 20 est fixé entre deux nœuds 40.  
15 Dans un autre mode de réalisation, les câbles 20 sont traversants aux nœuds 40, et lesdits nœuds 40 comportent un système, tels que des manchons, permettant de transmettre une part d'effort des câbles 20 aux nœuds 40.

Par l'usage de câbles 20, 34 et 35 en tant qu'éléments tendus, la structure offre naturellement une certaine transparence visuelle, mais aussi vis-à-vis des  
20 actions qui touchent les éléments, par exemple la houle, dans un contexte de semi-immersion en bordure de littoral. Les câbles 20, 34 et 35 sont de plus des éléments qui rendent le système très léger, en optimisant l'usage des matériaux constitutifs, et donc la masse, au strict nécessaire vis-à-vis de la rigidité et de la résistance mécanique.

25

Le module structural a la possibilité de ne pas reposer sur le sol directement par l'intermédiaire des nœuds.

Ainsi, comme illustrés en figure 6, certains nœuds 40 de la nappe inférieure peuvent comporter des éléments d'assise 43. Un élément d'assise 43, par exemple  
30 un pied ajustable fixé à la face inférieure d'un nœud 40, permet le réglage de la hauteur du module structural. Celui-ci peut assurer une structure stable malgré un nombre de points d'appui au sol limité (qui reste fonction de la charge d'exploitation à reprendre), ainsi typiquement un module comporte 4 appuis au sol.

Par sa légèreté et sa rigidité, l'implantation au sol demande un nombre réduit de points d'appui, ce qui perturbe très peu l'environnement. Des sites difficiles et sensibles peuvent être rendus accessibles par une plateforme. L'occupation du site peut n'être que temporaire, le démontage permettant un retour à l'état initial.

5 De plus, les éléments d'assise réglable en hauteur 43 permettent d'ajuster aisément la planéité du système.

En référence à la figure 7, la conception des nœuds 40 permet la mise en place d'éléments de platelage, de façon à former une structure de plateforme. Pour  
10 cela, le nœud 40 comprend également, dans un mode de réalisation, des éléments d'accrochage en saillie 44 adaptés pour la fixation de poutres de support 50 tel qu'illustrées en figure 7.

Cette fixation se fait par un élément comportant une rainure venant s'engager par glissement, tel un mécanisme de rail, sur la partie supérieure d'un nœud 40 de la  
15 nappe supérieure.

L'élément d'accrochage 44 est par exemple sous une forme cylindrique avec une collerette en partie haute sur la partie supérieure d'un nœud 40 permettant à un élément, tel qu'une poutre de support 50 comportant une rainure de forme complémentaire, typiquement une rainure en « T » de venir s'engager par glissement  
20 dans ladite partie supérieure du nœud 40. L'élément poutre de support 50 est positionné sur au moins deux nœuds adjacents 40, voire trois ou plus.

L'élément poutre de support 50 comporte également sur sa face supérieure une partie ayant un profil en « T » permettant l'engagement d'un élément comportant une rainure complémentaire.

25 Pour permettre la fixation d'un platelage, on peut par exemple utiliser une barre de jonction 51 qui vient s'encastrier dans l'élément poutre de support 50. La barre de jonction 51 permet de part et d'autre de celle-ci de fixer la pose de lames de plancher 52. Ces dernières s'enclenchent sur leurs largeurs entre la poutre de support 50 et la barre de jonction 51.

30 Dans un autre mode de réalisation, les caractéristiques des poutres de support 50 et barres de jonction 51 peuvent être combinées en une unique poutre positionnée sur au moins deux nœuds adjacents 40, voire trois ou plus, et comprenant un profilé spécifique permettant, entre autres, la fixation de platelage.

L'élément d'accrochage 44 propose donc la pose d'éléments de platelages 52 sur leur largeur entre 2 rangées de nœuds 40 adjacentes comportant chacune une barre de jonction 51.

La figure 8 représente un module structural utilisé pour la réalisation d'une  
5 plateforme formée de lames de plancher 52 portées par les poutres de support 50. Dans cette configuration, la poutre de support 50 peut être également utilisée pour la fixation de poutres de rive 53 disposées aux extrémités du platelage. Il est possible de superposer aux poutres de rives 53, d'autres éléments, tels que du type garde-corps 54, escalier 55, rampe d'accès (non représenté), auvent (non représenté),  
10 permettant ainsi la réalisation de structures polyvalentes.

La figure 9 illustre un module et sa vue schématique de dessus.

Comme représentées, les barres 10 sont disposées dans des rangées parallèles 11, et des rangées 12 parallèles, perpendiculaires auxdites rangées 11. Les nœuds périphériques 40a (comportant une unique liaison à une barre 10)  
15 disposés aux extrémités des rangées de barres 11, définissent deux côtés 13 du module.

De même à chaque extrémité de rangées de barres 12, on définit deux côtés 14 du module.

Les côtés 13, 14 sont donc définis par un ensemble de nœuds périphériques  
20 40a reliés par des câbles 20, disposés dans un même plan vertical, orthogonal aux rangées de barres 11, 12 auxquelles ces nœuds 40 a sont connectés.

Sur la partie inférieure de la figure, les nœuds périphériques 40a ont été représentés par des cercles pleins (nœuds noirs), tandis que les nœuds intérieurs (nœuds 40b) ont été représentés par des cercles vides (nœuds blancs).

25 Pour chaque côté 13,14, on détermine le nombre de nœuds 40a en position haute, appartenant donc à la nappe supérieure, et le nombre de nœuds 40a en position basse, appartenant donc à la nappe inférieure.

Quand le nombre de nœuds 40a en position haute est majoritaire, le côté est dit « + », dans le cas inverse, le côté est dit « - ».

30 Le module structural élémentaire illustré sur la figure 10a est un module de structure à 4x4 mailles avec en partie supérieure :

- deux nœuds aux extrémités «+ » ;
- un seul nœud aux extrémités « - ».

On a représenté sur la partie droite de la même figure un réseau de poutres support 50 utilisé sur ces nœuds.

Ces poutres sont toutes parallèles entre elles et s'étendent selon la direction  $\Delta 1$  reliant l'un et l'autre des deux nœuds des extrémités « - ». Sur la figure, la direction  $\Delta 2$  est perpendiculaire.

L'assemblage de modules de structures identiques, comme représenté en figure 10b, s'effectue en juxtaposant bord à bord, un côté « + » d'un module, avec un côté « - » d'un autre module. Cet assemblage permet de mettre en correspondance les modules de façon complémentaire, on obtient donc un assemblage bord à bord où les nœuds 40a des nappes supérieures et inférieures d'un module sont placés en vis-à-vis respectivement des nœuds 40a des nappes inférieures et supérieures de l'autre module structural.

Dans le cas où l'on utilise des modules de structure du type de ceux de la figure 10a, l'assemblage se fait sous les conditions suivantes :

- Condition C1 : toute bordure parallèle à  $\Delta 1$  correspond à une extrémité de type « + » de son module et comporte 2 nœuds d'appui sur sa nappe supérieure ;
- Condition C2 : la liaison entre deux modules se fait par alignement de 3 nœuds : un nœud d'une extrémité « - » de l'un des modules et deux nœuds d'une extrémité « + » de l'autre module ; la mise en place et fixation d'une poutre sur les nœuds ainsi alignés assure l'assemblage, ainsi que sur les autres nœuds des modules et la rigidification de la structure obtenue ;

Condition C3 : un module dont des extrémités « - » sont parallèles à  $\Delta 1$ , l'une de ces extrémités au moins constituant une bordure de la structure assemblée, est envisageable dès lors que ledit module est encadré par deux autres modules ce qui permet de supporter ladite bordure. Les nœuds 40a des différents modules étant identiques (dans leur principe) et sous condition que les modules aient une géométrie spatiale identique dans le positionnement des nœuds, les modules sont reliés entre eux par l'intermédiaire du système avec ridoir pour relier les nœuds 40a en vis-à-vis. Sur leurs bords d'assemblage, au moins un nœud 40a de la nappe supérieure d'un premier module est en liaison par le système de ridoir avec un nœud 40a de la nappe inférieure d'un second module, les deux nœuds 40a étant en vis-à-vis.

De façon plus générale, un module avec une structure de maille donnée (espacement entre les nœuds 40 d'une nappe) peut s'assembler bord avec bord avec

un autre module présentant la même structure de maille, Ainsi, les deux modules peuvent s'assembler suivant un bord présentant des nœuds complémentaires entre les deux modules (les nœuds 40a des nappes supérieures et inférieures d'un module étant placés en vis-à-vis respectivement des nœuds 40a des nappes inférieures et supérieures de l'autre module structural). Dans le cas des figures 10a et 10b,, les modules assemblés sont tous identiques (en l'occurrence, des modules 4x4 mailles). Des modules de maillage différents peuvent également être assemblés entre. C'est ce qu'illustrent les figures 10c et 10d. Les dimensions des modules structuraux élémentaires peuvent en effet être très variées dans la limite de leur poids, qui doit être compatible avec portabilité.

L'assemblage de plusieurs modules bord à bord permet ainsi, de manière simplifiée et peu couteuse en main-d'œuvre, la réalisation de plateformes d'architectures multiples (par exemple, figures 10b et 10d).

De plus, des modules de différentes hauteurs peuvent être combinés pour s'adapter à la morphologie du terrain. La structure du module et la disposition des nœuds 40 offrent donc une grande flexibilité quant aux possibilités de réalisations (voir par exemple figures 10c et 10d).

L'assemblage entre différents modules peut être également stabilisé et renforcé par la pose d'éléments de platelage entre les différents modules structuraux.

La figure 11 représente la pose d'élément de platelage sur les nœuds 40a de deux modules juxtaposés bord à bord.

On procède donc à la pose d'une poutre de support 50, telle que décrite précédemment, sur les éléments d'accrochage 44 des nœuds 40a, de préférence la poutre de support repose sur au moins 2, voire 3 nœuds 40a.

Le côté d'assemblage présente dans un même plan vertical une alternance de nœuds 40a du premier et du second module, la poutre de support 50 repose donc au moins sur un nœud 40a de la nappe supérieure du premier module et un nœud 40a adjacent de la nappe supérieure du second module, ce qui a pour avantage de rigidifier l'assemblage.

Ainsi, la liaison entre différents modules structuraux peut être effectuée d'une part grâce aux tendeurs 30 entre les nœuds 40a complémentaires des modules, et

d'autre part, par les éléments de platelage qui permettent de renforcer et assurer une stabilité de l'assemblage.

Ces éléments de liaison permettent également de limiter le nombre d'appuis au sol de la structure assemblée. Sur la figure 11, on illustre la possibilité pour le module M1 de s'appuyer sur deux points au sol 43 qui sont propres au module, et en un troisième point par la jonction avec le module adjacent M2. Le module M1 qui arrive à la jonction avec un seul nœud 40a en partie inférieure s'appuie sur le module adjacent M2 par suspension à l'aide d'un ridoir. Le module M2 qui a deux nœuds 40a en partie inférieure au niveau de la jonction peut s'appuyer sur le sol en quatre points 43, et soutient le module adjacent M1 par son nœud 40a en partie supérieure. Ledit module M1 par la liaison avec ridoir 33 s'appuie donc sur le module M2.

De ce fait, l'assemblage de deux modules reposera sur 6 appuis au sol, l'assemblage de trois modules, 8 appuis, etc. Le nombre d'appuis au sol d'une structure assemblée reste ainsi limité.

La figure 12, illustre l'assemblage de modules M1 et M2 de hauteurs différentes. Les modules diffèrent par les dimensions des câbles avec ridoir 30, et par les dimensions et l'inclinaison des câbles périphériques 20b, 20c et des barres 10. Les dimensions des câbles 20 sont identiques dans les deux modules. Ainsi, l'assemblage entre les deux modules est possible car ils comportent le même maillage dans le plan horizontal (espacement entre les nœuds 40 d'une nappe). Ce maillage identique permet de faire correspondre sur un bord d'assemblage, les nœuds 40a du module M1 avec les nœuds 40a du module M2.

La figure 13 illustre la réalisation d'une plateforme par l'assemblage d'une pluralité de modules M1 à M4. Lesdits modules peuvent être de dimensions différentes. Ladite plateforme comporte 10 appuis au sol par le biais des éléments d'assise 43.

Ainsi, le simple ajout de modules élémentaires, pouvant être de dimensions quelconques en longueur, largeur et hauteur, permet de réaliser différentes configurations spatiales.

L'avantage d'utiliser des modules est dans la répétitivité de l'assemblage par connexion des nœuds 40a complémentaires d'un module à l'autre. Contrairement aux cellules élémentaires dont les structures monolithiques sont formées par rajout de

proche en proche d'éléments structuraux, le système selon l'invention réalise une structure monolithique avec un nombre réduit d'assemblages de modules structurellement indépendants, de formes et de hauteurs variables, et géométriquement complémentaires.

5 La structure ainsi composée bénéficie d'un avantage certain en termes de robustesse puisqu'une défaillance locale resterait limitée au module concerné.

Chaque module forme, à l'état plié, un fagot d'un seul tenant, aisément transportable et stockable dans un volume réduit et, à l'état déployé, une structure rigide supportant un platelage délimité et pouvant recevoir de nombreux équipements  
10 indépendants (garde-corps, escaliers, rampes, etc.).

En fonction du dimensionnement des barres et des câbles justifiable par code de calcul simple, chaque module est limité à une masse de 40 kg et peut reprendre des charges d'exploitation jusqu'à 500 kg/m<sup>2</sup> ce qui est exigé par exemple dans le cas de gradins démontables.

15 Ainsi, la structure répond à deux contraintes souvent opposées : légèreté et performance mécanique.

La forme des modules permet, par juxtaposition et liaison, la constitution d'une structure monolithique de cheminements de toutes longueurs et de configurations spatiales variées.

20 En zone littorale, la structure porteuse peut être implantée en semi-immersion afin de constituer une plateforme de hauteur adaptée permettant l'accessibilité à des zones de baignade et la pratique d'activités nautiques en toute autonomie. Le système étant léger, son impact sur l'environnement du site d'implantation est quasi nul, celui-ci étant restitué dans son état originel après démontage.

25 Les figures 14 et 15 illustrent une autre solution possible pour la réalisation du platelage, à partir du module élémentaire M pliable/dépliable.

Cette structure est constituée d'une grille de tensegrité M d'un jeu de béquilles 101 et d'un jeu de plaques de platelage 102 rapportées sur la structure.

30 La grille de tensegrité M est une grille classique formée de barres 110 correspondant aux éléments comprimés, d'éléments de liaison en tension (câbles tendeurs, etc...) 120 reliant un ensemble de nœuds 140 sur lesquels les barres 110 sont articulées de façon pliable/dépliable.

Les béquilles 101 sont de deux types : des béquilles 101a de bord et des béquilles 101b de coin.

Les béquilles de bord 101a sont des béquilles verticales qui s'étendent entre un nœud 103b de bordure en nappe inférieure du module élémentaire M et le nœud 140e de bordure correspondant en nappe supérieure du même module élémentaire M, distinct d'un nœud de coin (nœud 140c) de ladite structure.

5 Les béquilles de coin 101b sont constituées de deux barres 104b et 105b qui s'étendent en V à partir d'un même nœud de coin 103 en nappe inférieure.

Ce nœud 103 est verticalement en regard d'un nœud 140b immédiatement voisin d'un nœud de coin 140c, ces nœuds étant rajoutés à la nappe supérieure afin d'offrir 4 points de support aux plaques de platelage dans cette zone.

10 L'une des barres (barre 104b) s'étend verticalement entre le nœud 103 et le nœud 140b.

L'autre barre (barre 105b) s'étend de façon oblique entre le nœud 103 et le nœud de coin 140c.

Elle assure ainsi une reprise d'effort vertical par rapport au nœud de coin 140c.

15 Deux câbles 106a et 106b s'étendent horizontalement entre les nœuds 140b et 140c, et entre 140b et 140d, assurant la reprise d'effort horizontal par rapport au nœud de coin 140c.

Différents modules structuraux (grilles supports) sont bien entendu possibles pour des platelages de type plaques comme présentés à la figure 16. Ils doivent néanmoins être d'un maillage égal ou supérieur à 3x3.

La colonne A) de la figure 16 donne plusieurs exemples de modules, tandis que la colonne B) illustre l'ajout de béquilles et l'ajout de nœuds support en bordure.

La colonne C illustre quant à elle le platelage réalisé à l'aide de plaques appuyées sur les nœuds par leurs quatre coins.

25 La figure 17 montre l'assemblage bord à bord sur des modules de taille minimum (3x3), les nœuds supérieurs de chaque module se complétant en alternance. La figure 18 illustre un assemblage réalisé à partir de deux modules élémentaires M1 et M2 du type du module M illustré sur les figures 14 à 16.

30 Dans cet assemblage, les béquilles de coin des deux modules élémentaires M1 et M2 sont supprimées, seules subsistant dans ce plan des béquilles de bord 101a.

Les béquilles de coin 101b sont en outre maintenues, aux coins de chacun des deux modules élémentaires M1 et M2, dans les autres plans de bordures (plans perpendiculaires).

La figure 19 illustre quant à elle différents types de maillage pour le module  
5 élémentaire structural : 4x4 (M4x4), 3x3 (M3x3), 3x6 (M3x6) ou à mailles variables (Mv sur une structure 3x6).

Dans la structure qui vient d'être décrite, les poutres support ne sont pas nécessaires. Les éléments de platelage – qui sont en l'occurrence des plaques -  
viennent directement en appui sur les nœuds, lesquels comportent des éléments  
10 d'accrochage adaptés à cet effet.

Les figures 20a et 20b illustrent un mode de fixation des plaques de platelage sur les nœuds.

Dans ce mode fixation - qui n'est donné ici qu'à titre d'exemple - les nœuds  
140 comportent chacun plusieurs picots (en l'occurrence quatre) pour recevoir les  
15 coins des plaques 102. Après mise en place des plaques, un capot de maintien 106 est rapporté au-dessus du nœud 140 à l'intersection de quatre plaques, sur la face supérieure de celles-ci et est vissé sur ledit nœud 140.

De telles structures permettent une meilleure connectique au niveau de la mise en place du platelage.

20 La figure 21 représente un module structural utilisé pour la réalisation d'une plateforme formée de plaques 102 portées par les nœuds de nappe supérieure. Dans cette configuration, les nœuds de bord et de coin peuvent être également utilisés pour la fixation d'autres éléments, tels que du type garde-corps 54, escalier 55, rampe d'accès (non représenté), auvent (non représenté), permettant ainsi la réalisation de  
25 structures polyvalentes.

## REVENDEICATIONS

1. Ensemble mécanique à structure de tenségrité,  
caractérisé en ce que
  - 5 • il comprend au moins deux modules à structure de tenségrité pliables/dépliables comprenant chacun une pluralité de barres (10) et une pluralité de nœuds (40) sur lesquels les barres (10) sont articulées ;
  - des nœuds d'un même module étant, lorsque ledit module est déployé, répartis selon deux plans parallèles et reliés deux à deux par un élément de  
10 liaison en tension perpendiculaire auxdits plans, chaque module comportant au moins un nœud de bord d'assemblage situé dans l'un des deux plans et sans vis-à-vis dans ledit module dans l'autre plan, ce nœud étant adapté à être positionné au droit d'un nœud de bord d'assemblage d'un autre module adjacent et à être relié à celui-ci par un élément de liaison en tension ou en  
15 compression perpendiculaire aux plans des nœuds de ces deux modules, et en ce que des nœuds (40, 40a ; 140) du plan supérieur des modules comportent des éléments d'accrochage (44) adaptés pour la fixation, sur plusieurs nœuds de bord d'assemblage positionnés le long d'un même bord d'assemblage et appartenant alternativement à l'un et l'autre des deux  
20 modules adjacents, d'éléments de platelage (102), ou d'éléments supports (50) destinés à supporter lesdits éléments de platelage.
2. Ensemble selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il comporte au moins  
25 une poutre de support pour recevoir un élément de platelage, ladite poutre étant destinée à être fixée sur plusieurs nœuds (40) successifs appartenant alternativement à l'un et l'autre des deux modules adjacents, lesdits nœuds comportant des éléments d'accrochage en saillie (44) adaptés pour la fixation de ladite poutre de support (50).
- 30 3. Ensemble selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il comporte un jeu de béquilles (101) destinées à être mises en place sous des nœuds du plan supérieur des modules.

4. Ensemble selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'une liaison en tension (30) comporte un ridoir (33) reliant deux câbles (34,35) fixés par l'intermédiaire d'anneaux de fixation (41) à des nœuds (40a) positionnés au droit l'un au-dessus de l'autre.
- 5
5. Structure support caractérisée en ce qu'elle comporte un ensemble mécanique selon l'une des revendications précédentes dont plusieurs modules sont déployés et disposés de façon à être adjacents, chacun de ces modules comportant au moins un nœud de bord d'assemblage qui est positionné au droit d'un nœud de bord d'assemblage d'un autre module adjacent et qui est relié à celui-ci par un élément de liaison en tension perpendiculaire aux plans des nœuds de ces deux modules, ladite structure comportant en outre des éléments de platelage s'étendant entre modules successifs.
- 10
6. Structure support selon la revendication précédente, caractérisé en ce qu'elle comporte une ou plusieurs poutres de support (50) glissées sur des éléments d'accrochage en saillie (44) que portent les nœuds (40) des modules.
- 15
7. Structure support selon la revendication précédente, caractérisé en ce qu'elle comporte des barres de jonction (51) de lames de plancher (52) fixées sur les poutres de support (50).
- 20
8. Structure support selon la revendication précédente, caractérisée en ce qu'une pluralité de lames de planchers (52) est disposée entre deux rangées parallèles de nœuds (40) successifs et en ce que lesdites lames de planchers (52) s'engagent sur chaque extrémité latérale entre une barre de jonction (51) et une poutre de support (50) fixées sur chacune desdites rangées parallèles de nœuds (40) successifs.
- 25
9. Structure support selon l'une des revendications 5 à 8, caractérisée en ce qu'elle comporte en outre des poutres de rive (53) fixés le long d'au moins un côté d'un ou plusieurs module(s), sur les éléments d'accrochage de nœuds.
- 30

10. Structure support selon la revendication 5, caractérisée en ce que les éléments de platelage sont des plaques accrochées sur les nœuds des modules.
- 5 11. Structure support selon la revendication 10, caractérisée en ce qu'elle comporte un jeu de béquilles destinées à être mises en place sous des nœuds du plan supérieur des modules.
- 10 12. Structure support selon la revendication 11, caractérisée en ce qu'elle comporte des béquilles de bord qui s'étendent verticalement au droit de nœuds distincts des nœuds de coin du module.
- 15 13. Structure support selon la revendication 11, caractérisée en ce qu'elle comporte des béquilles de coin dont au moins une partie s'étend entre un nœud de coin du plan supérieur et un nœud du plan inférieur verticalement en regard d'un nœud immédiatement voisin dudit nœud de coin dans ledit plan supérieur.
- 20 14. Structure support selon l'une des revendications 5 à 13, caractérisée en ce qu'elle comporte en outre des garde-corps (54) et/ou rampes ou escaliers d'accès (55) fixés sur des nœuds (40).
- 25 15. Procédé de montage d'une structure support selon l'une des revendications 5 à 13, comportant les étapes suivantes :
- juxtaposition de modules de tenségrité pliables/dépliables comprenant chacun une pluralité de barres (10), une pluralité de nœuds (40) permettant l'articulation des barres (10), de sorte que deux modules adjacents comportent des nœuds (40a) d'extrémité positionnés l'un au-dessus de l'autre dans un plan vertical ;
  - mise en place d'un élément de liaison en tension ou en compression entre lesdits nœuds d'extrémité (40a) des deux modules adjacents ;
  - mise en place sur les modules d'éléments de platelage ou d'éléments supports destinés à supporter lesdits éléments de platelage.
- 30

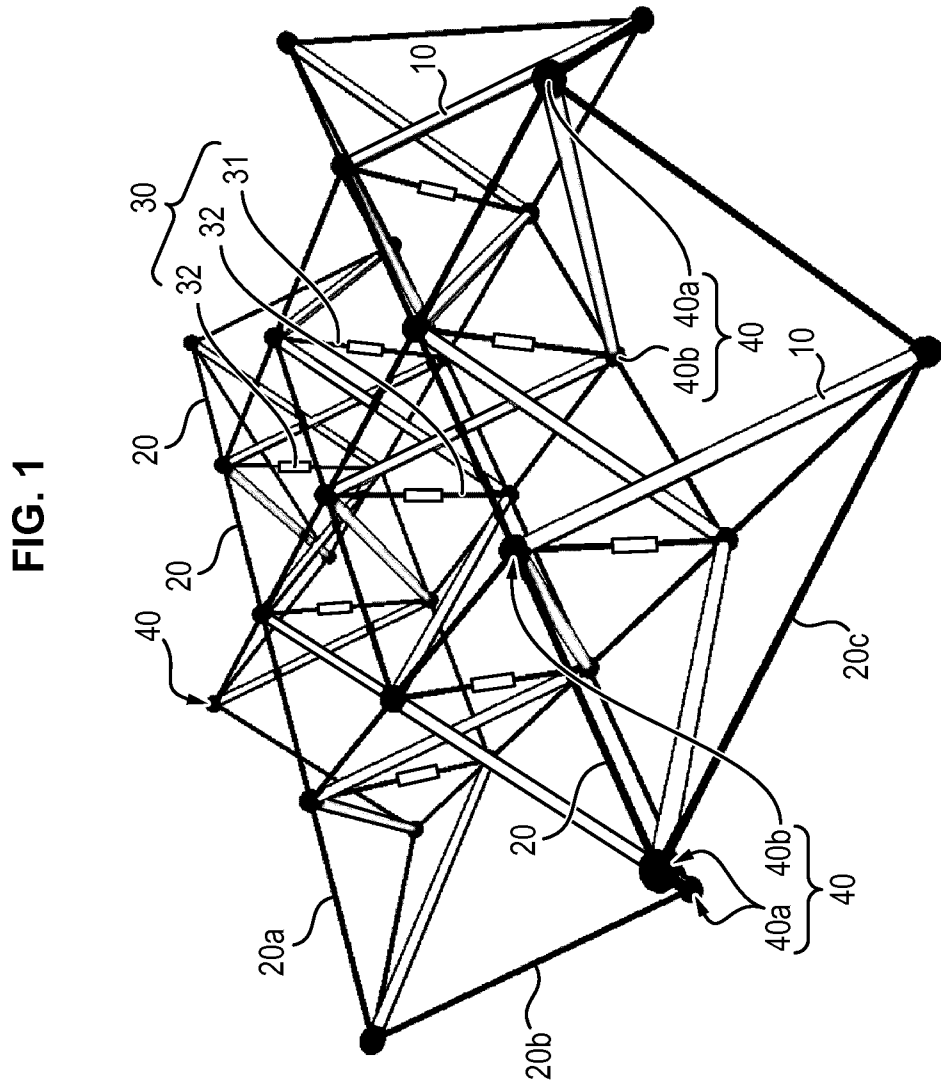


FIG. 1

FIG. 2A

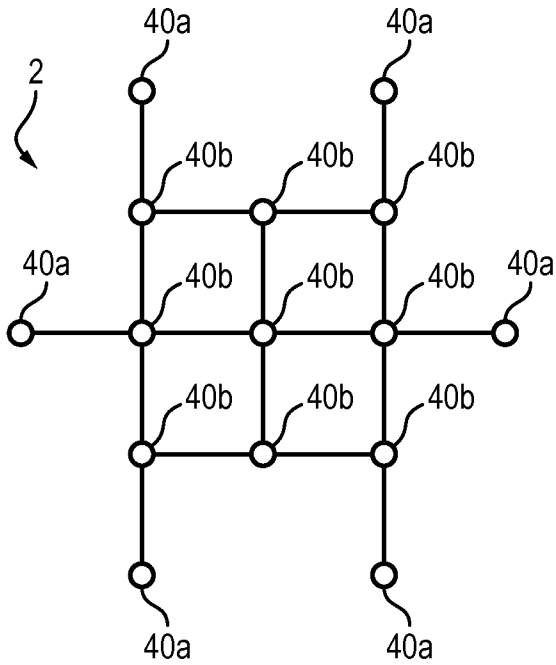


FIG. 2B

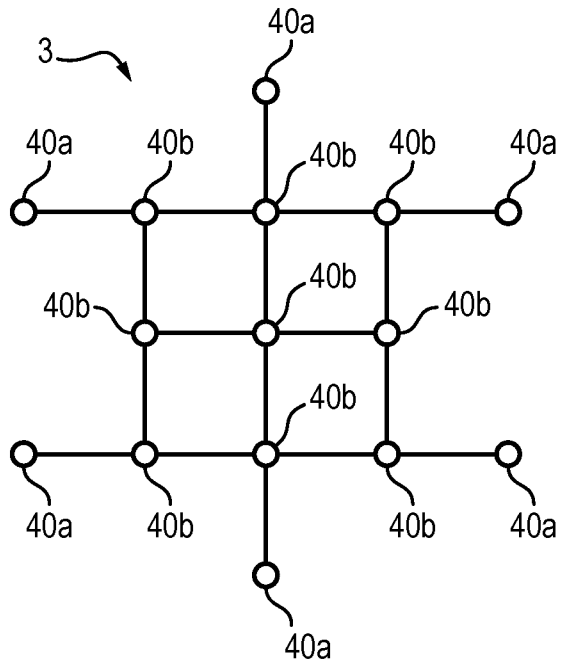


FIG. 3

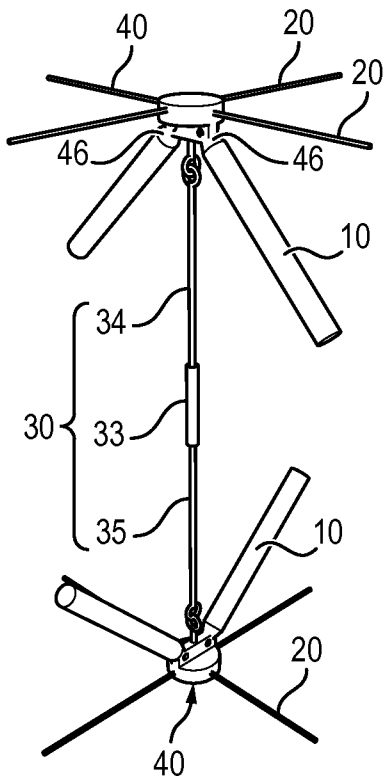
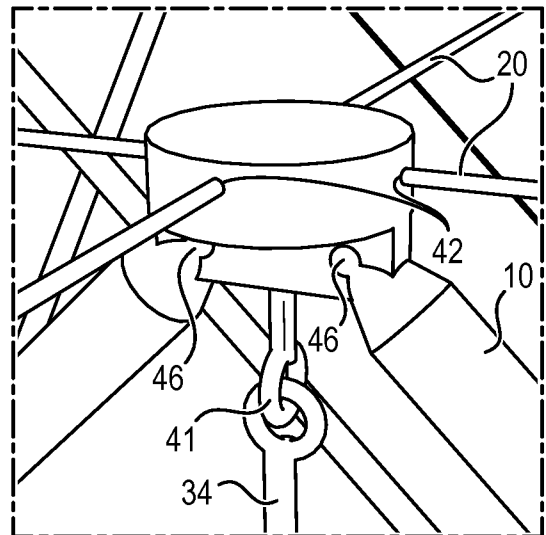
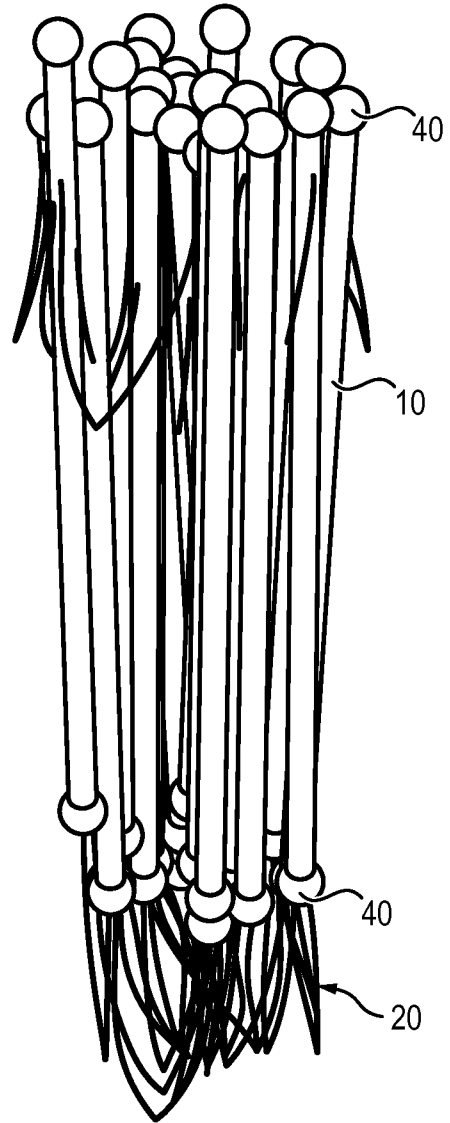


FIG. 4



3/20

FIG. 5



4/20

FIG. 6

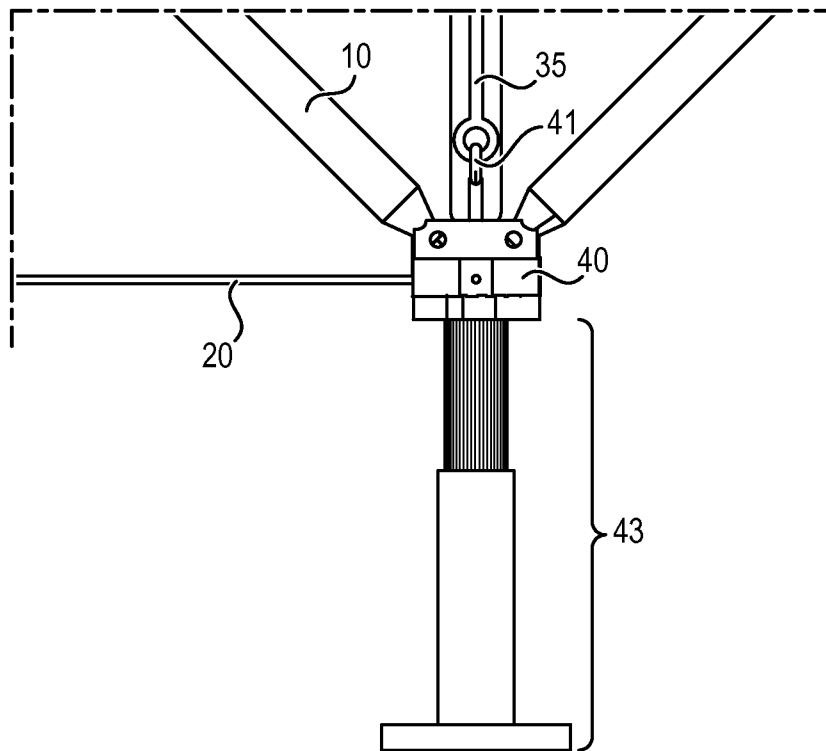
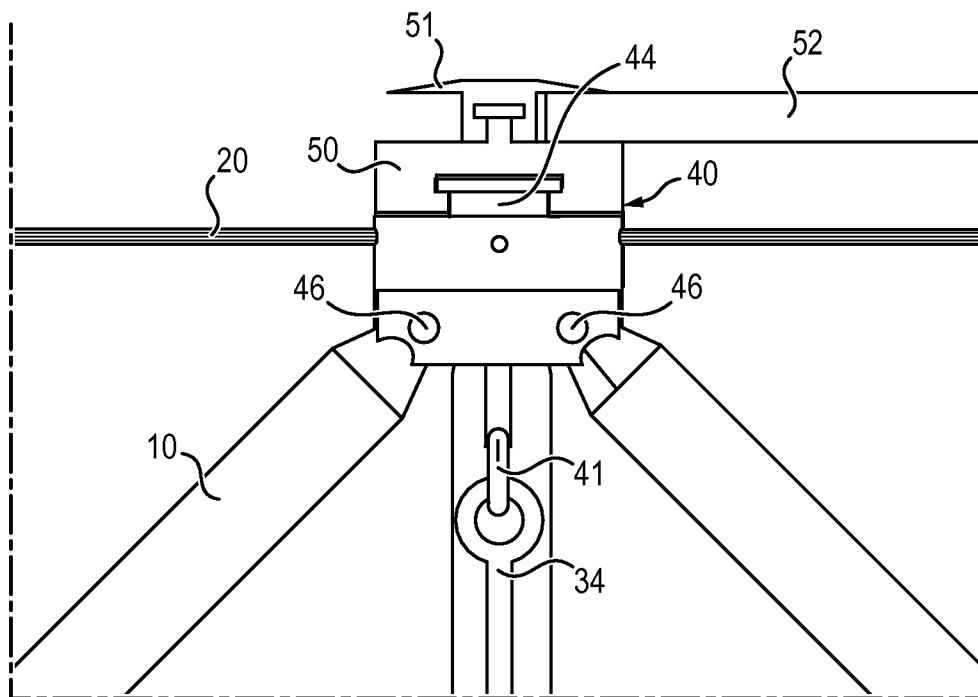


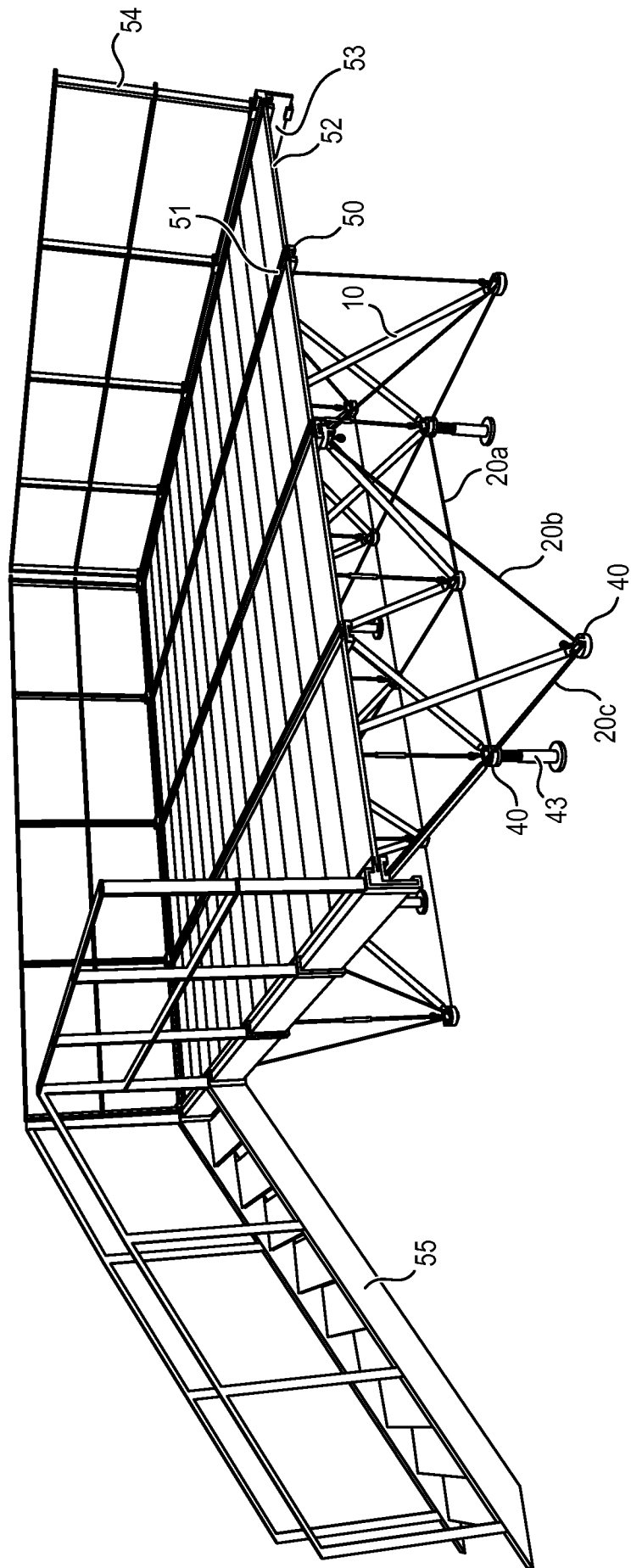
FIG. 7



FEUILLE DE REMPLACEMENT (RÈGLE 26)

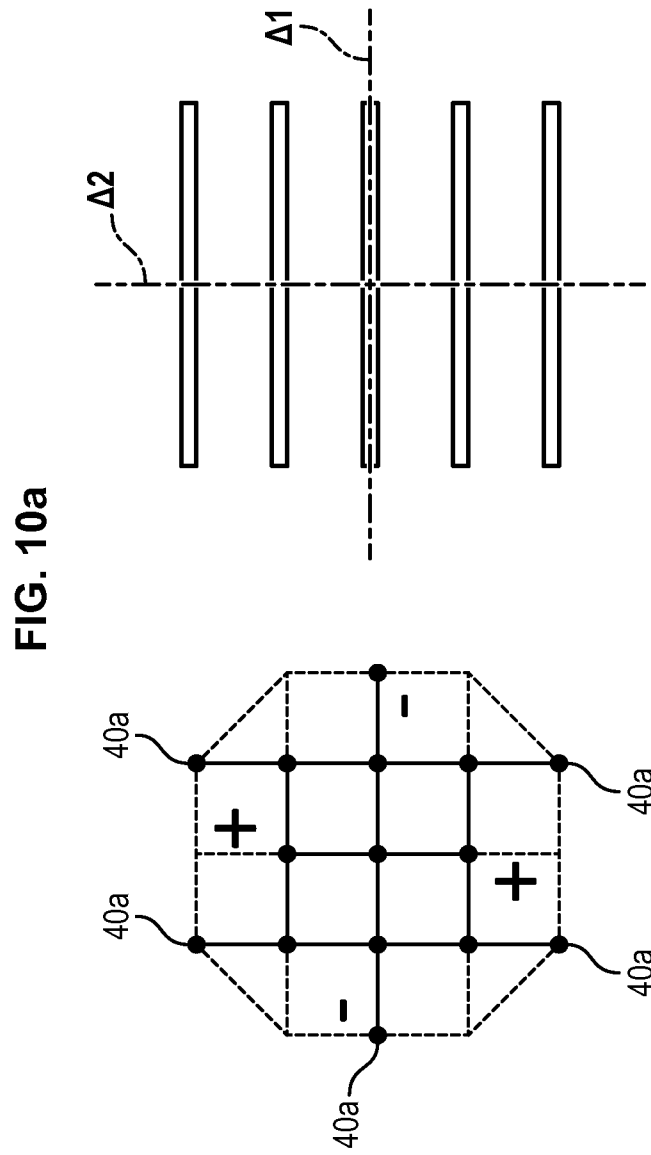
5/20

FIG. 8





7/20



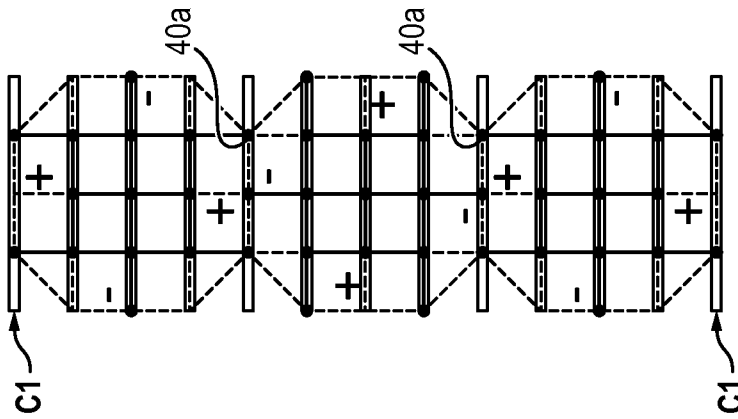
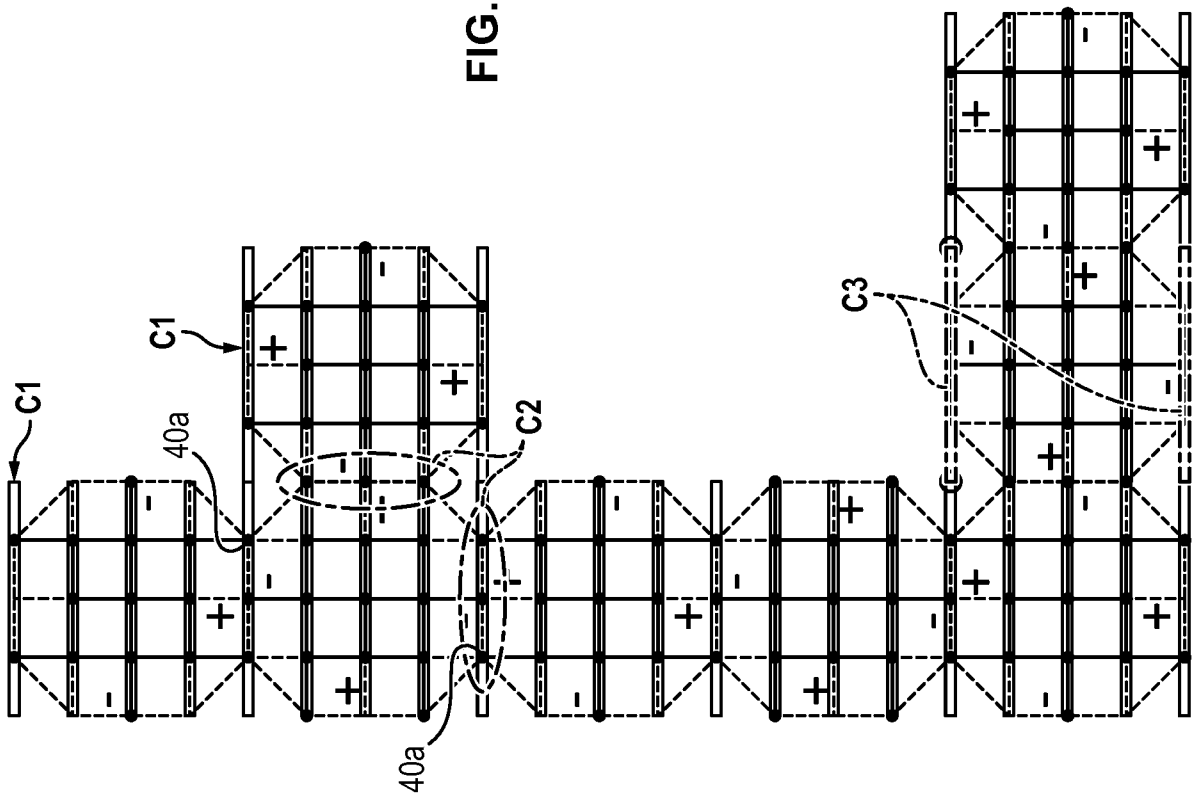


FIG. 10b



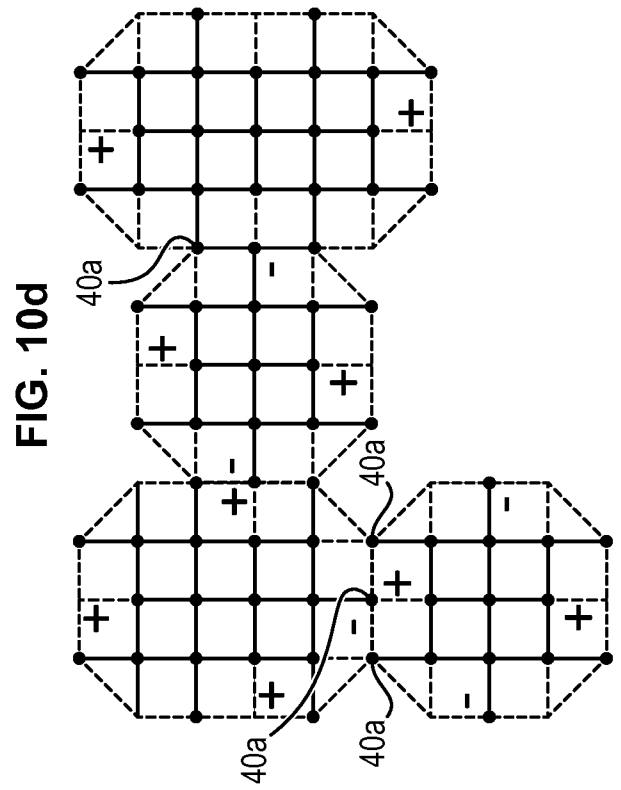
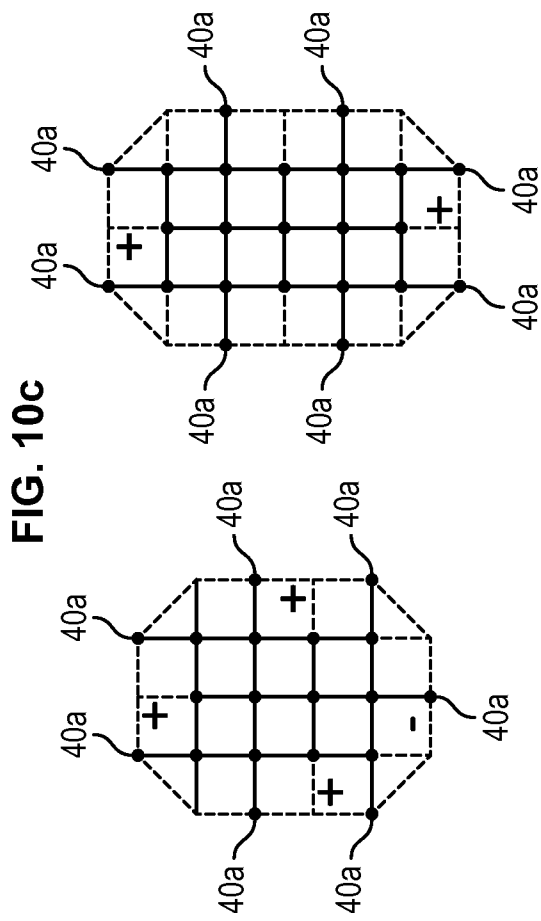
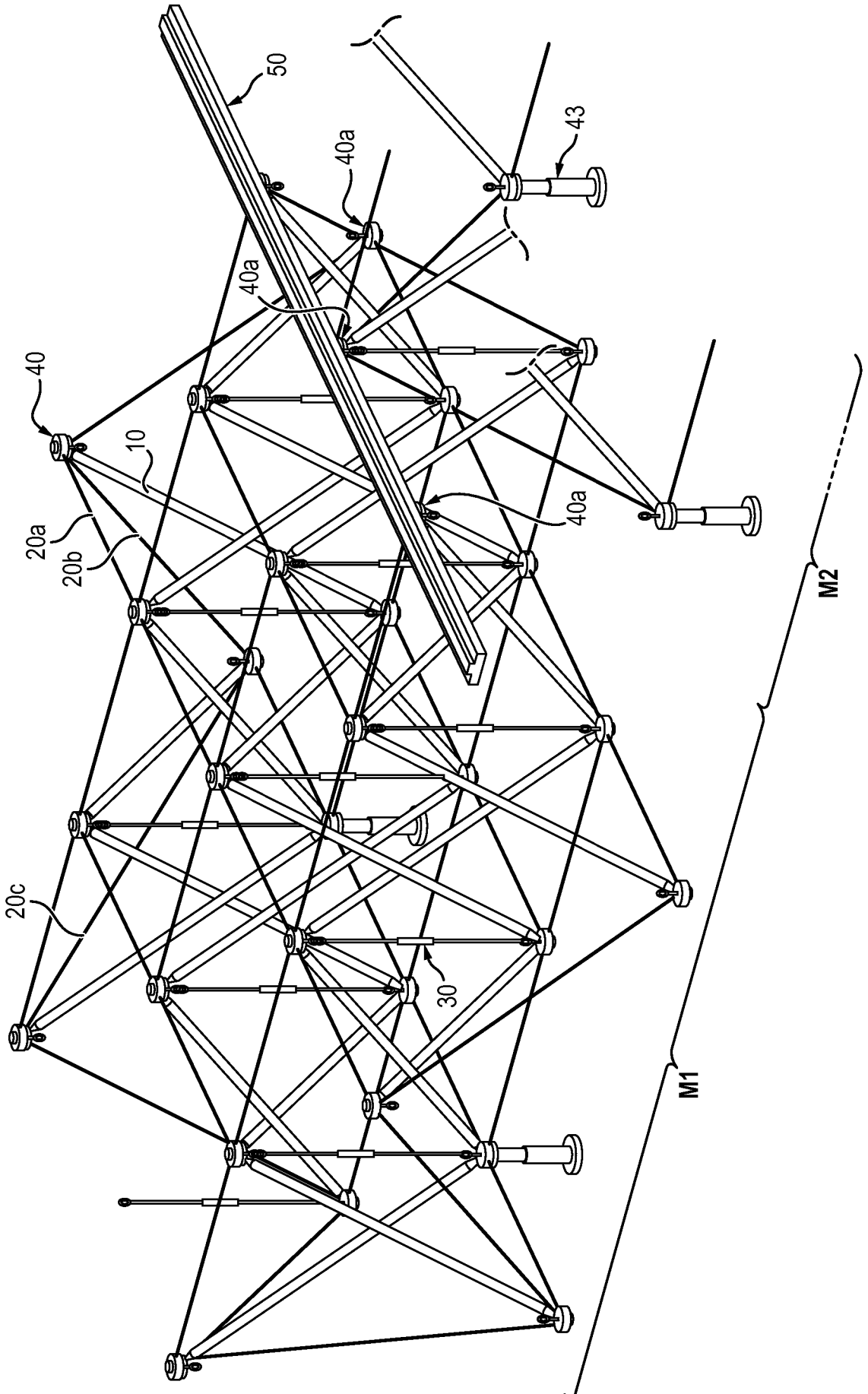


FIG. 11



FEUILLE DE REMPLACEMENT (RÈGLE 26)

FIG. 12

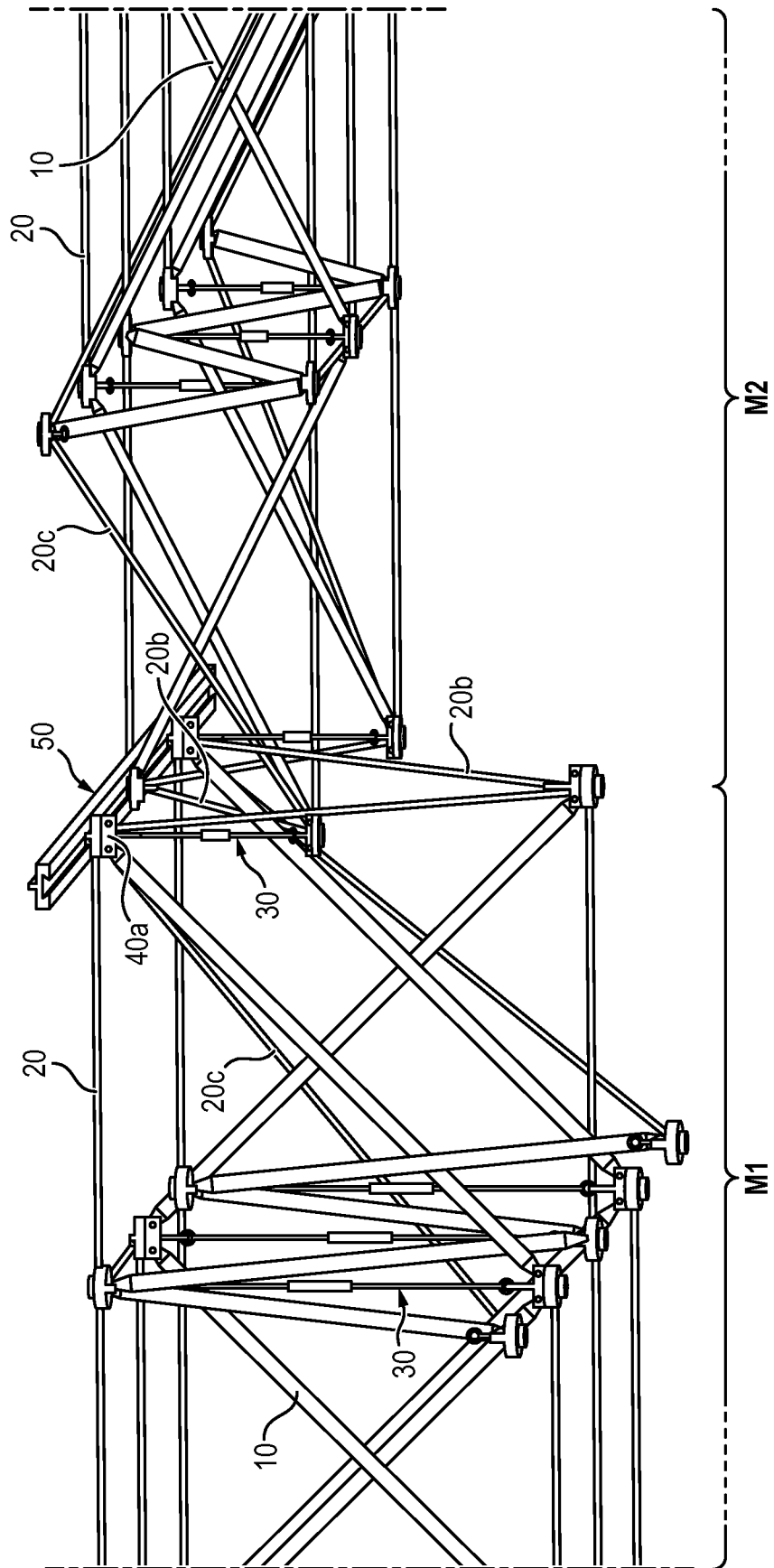
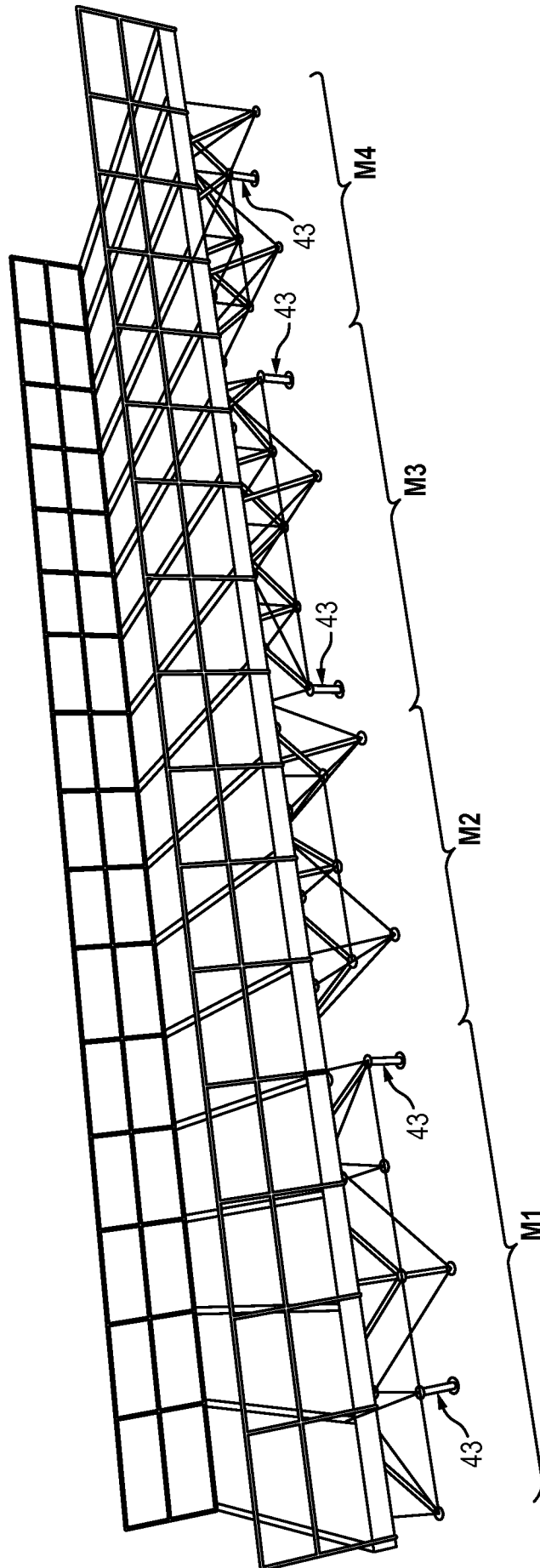


FIG. 13



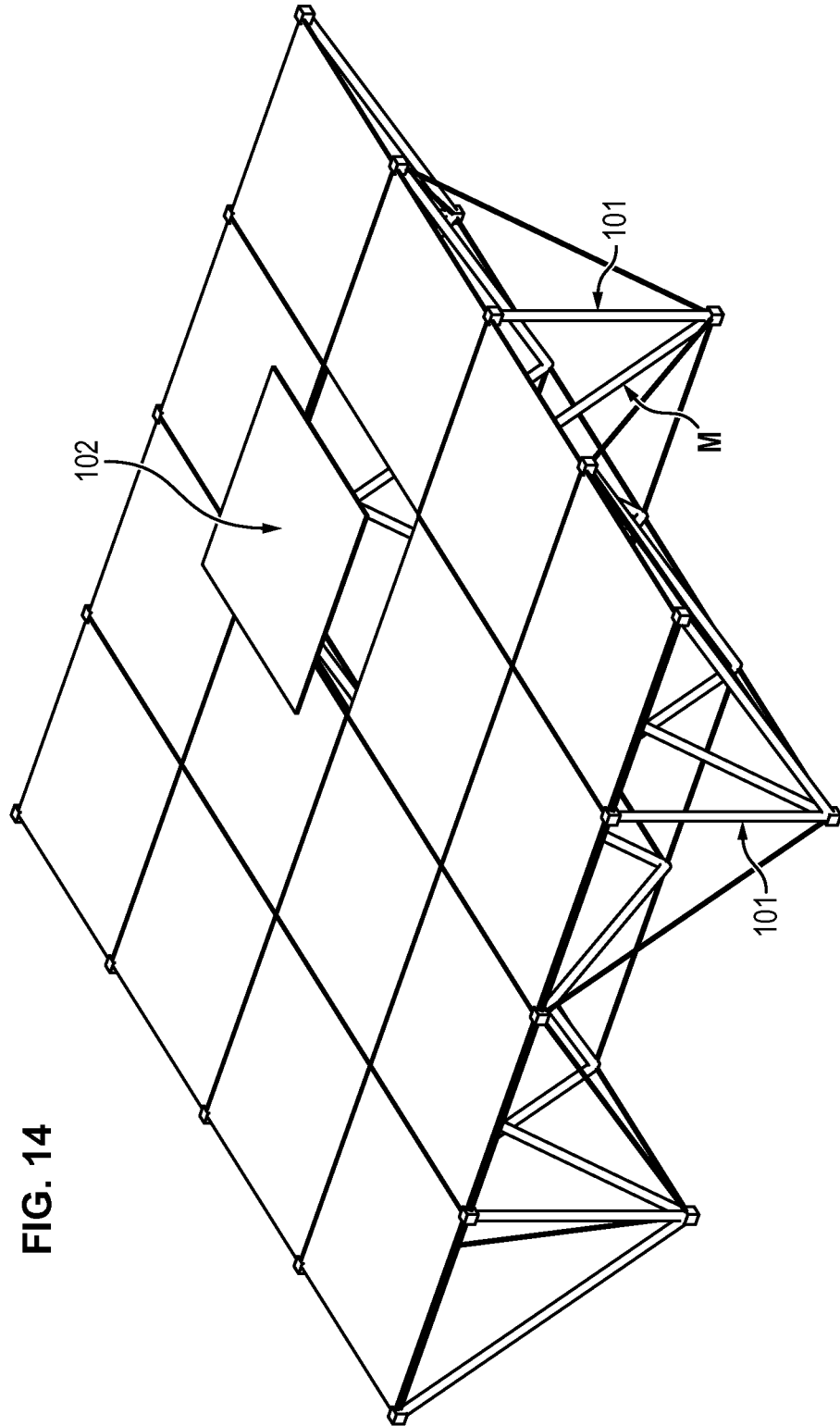
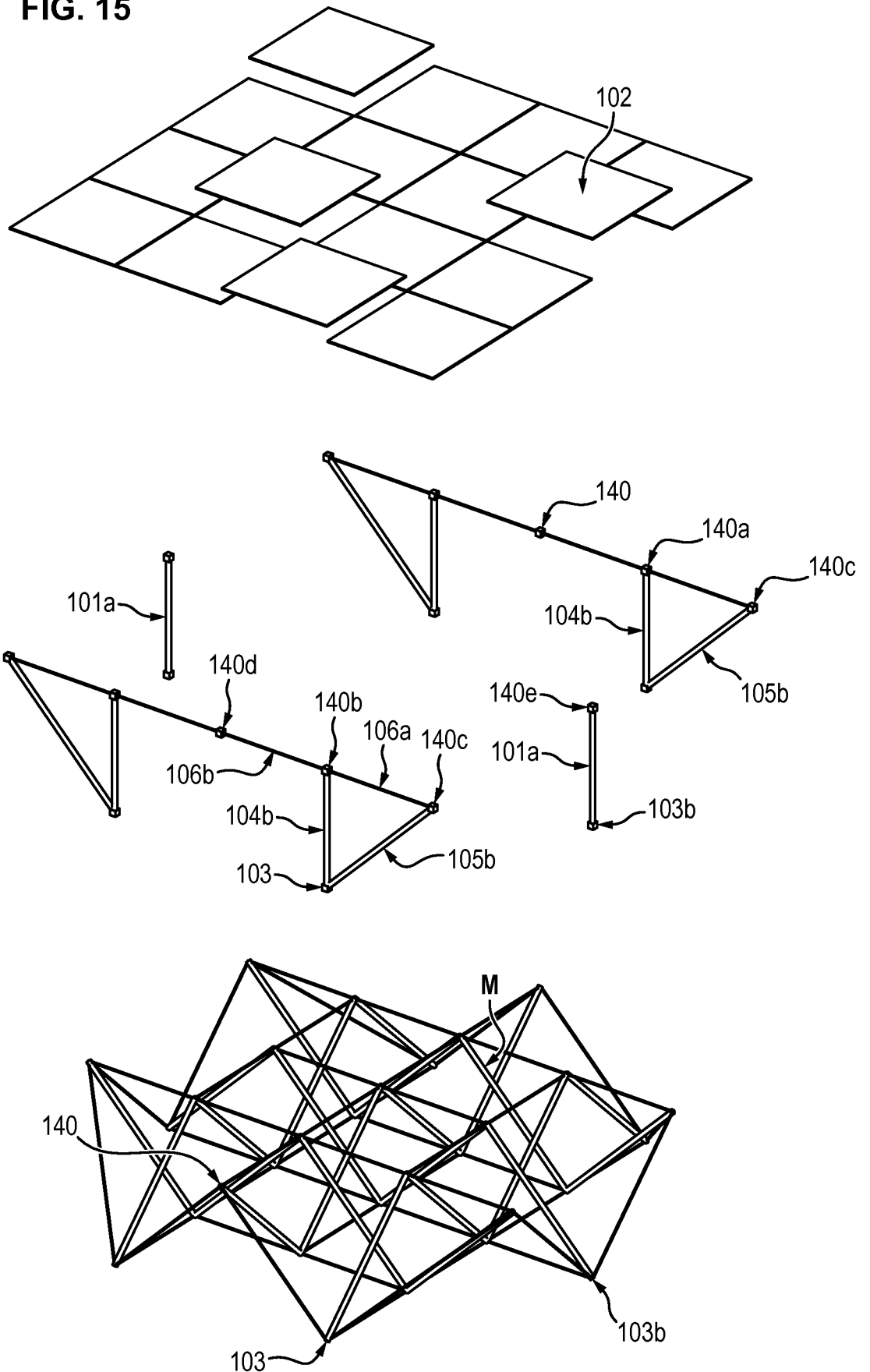


FIG. 14

# 14/20

FIG. 15

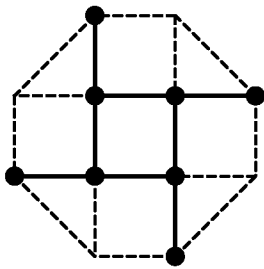


FEUILLE DE REMPLACEMENT (RÈGLE 26)

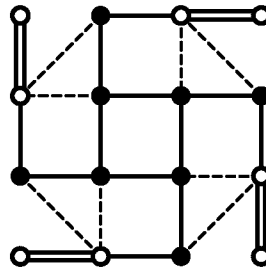
# 15/20

FIG. 16

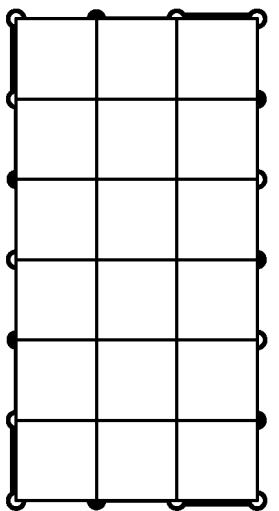
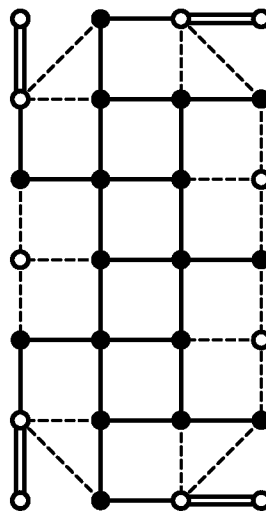
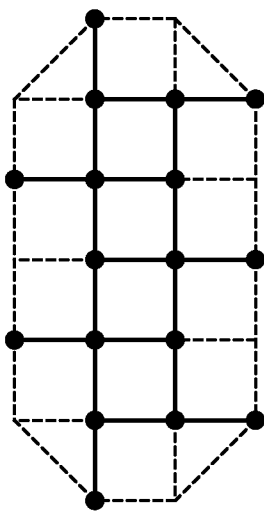
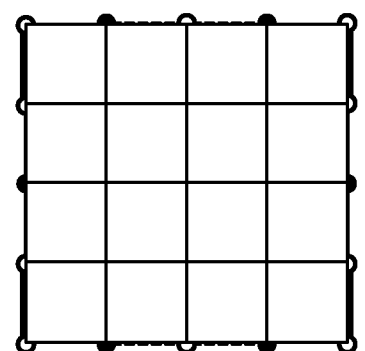
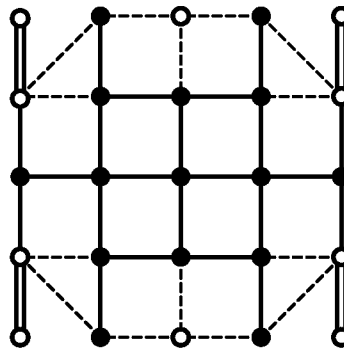
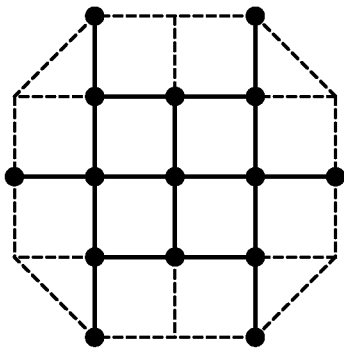
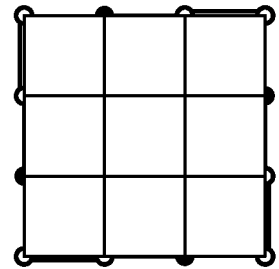
A



B

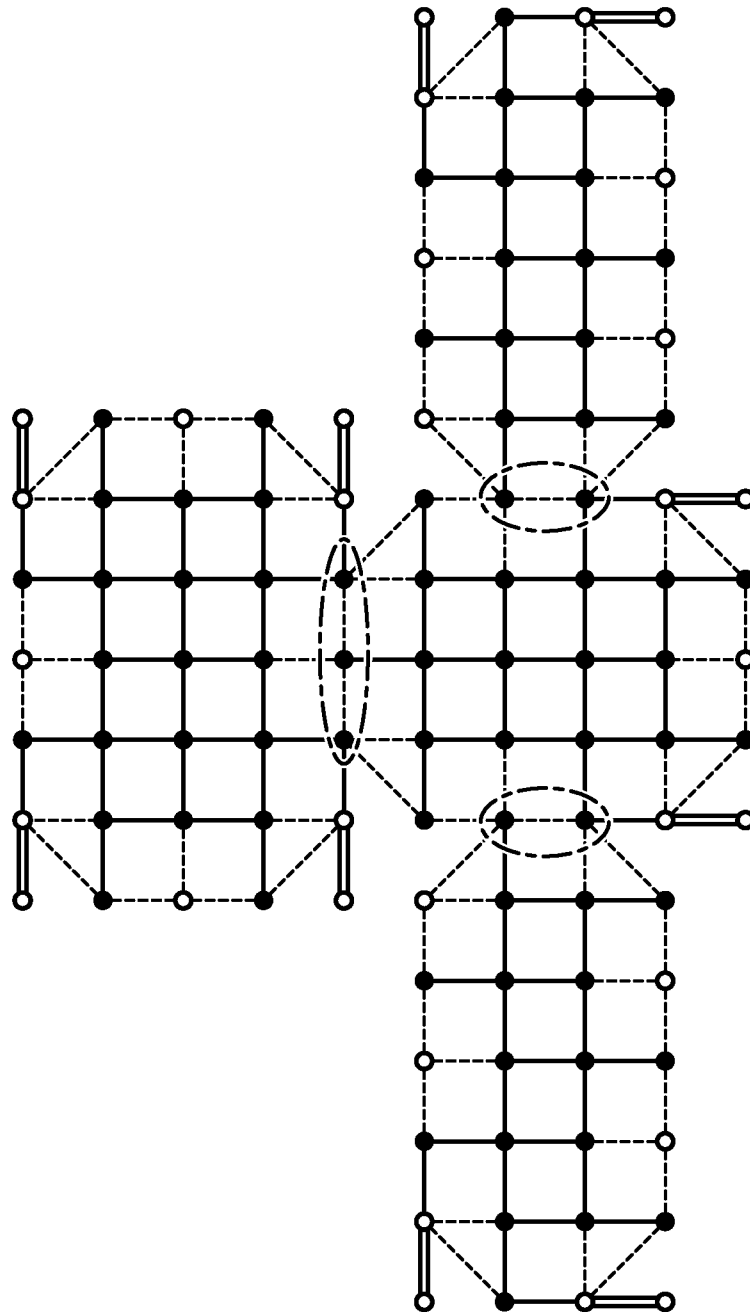


C



- Noeud supérieur ●
- Béquille simple (verticale) ○
- Béquille double (en coin) ○=○—

FIG. 17



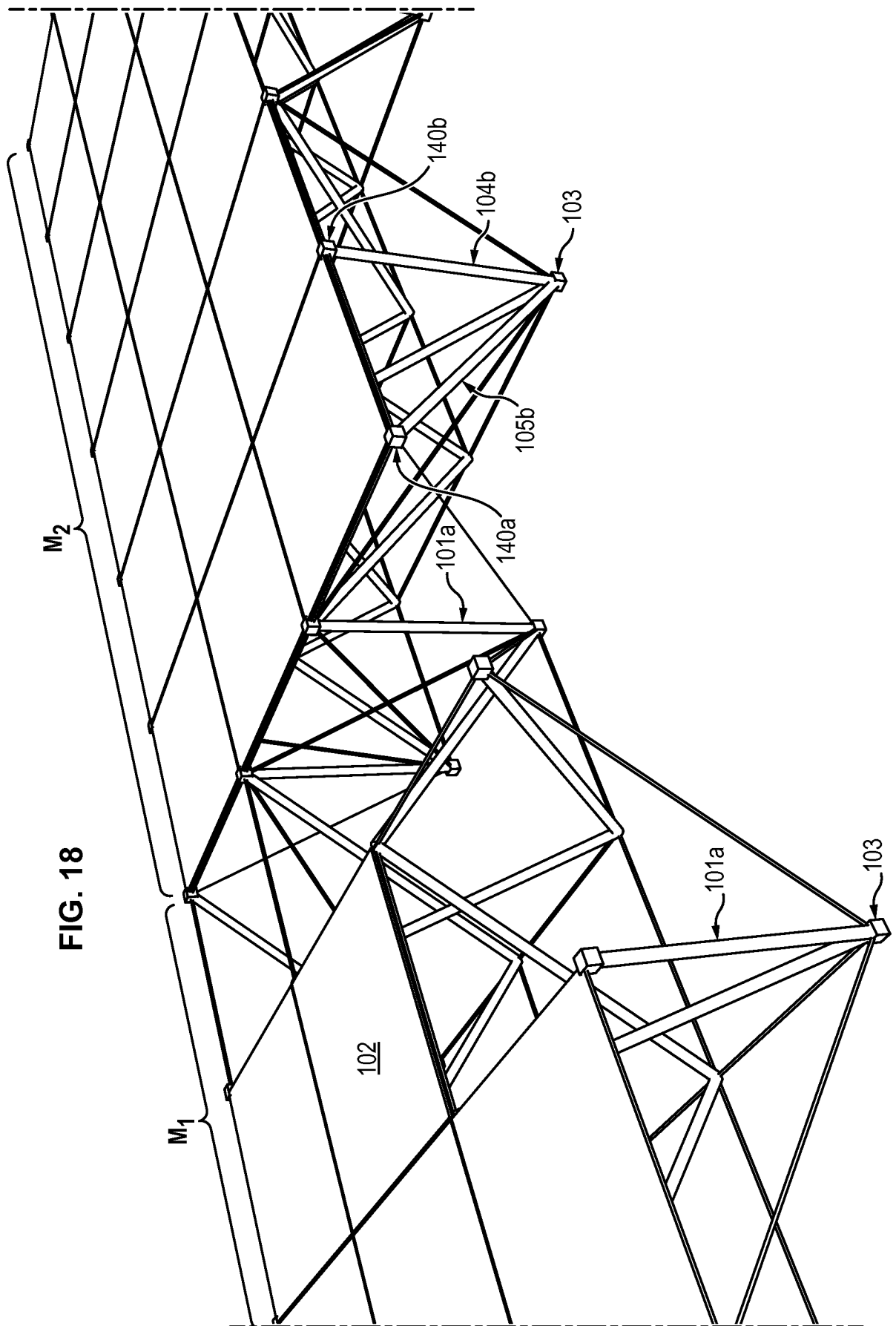
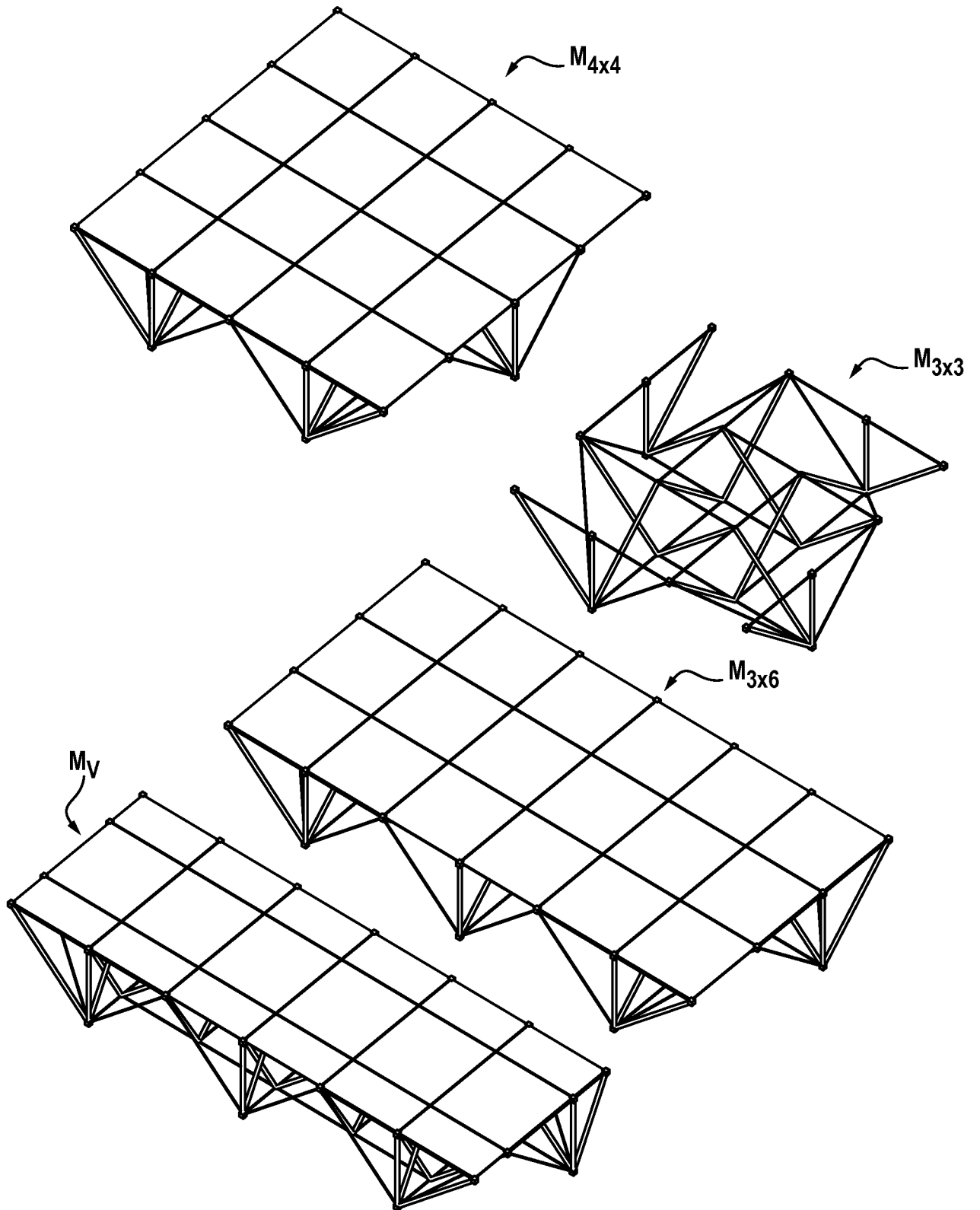


FIG. 18

18/20

FIG. 19



# 19/20

FIG. 20a

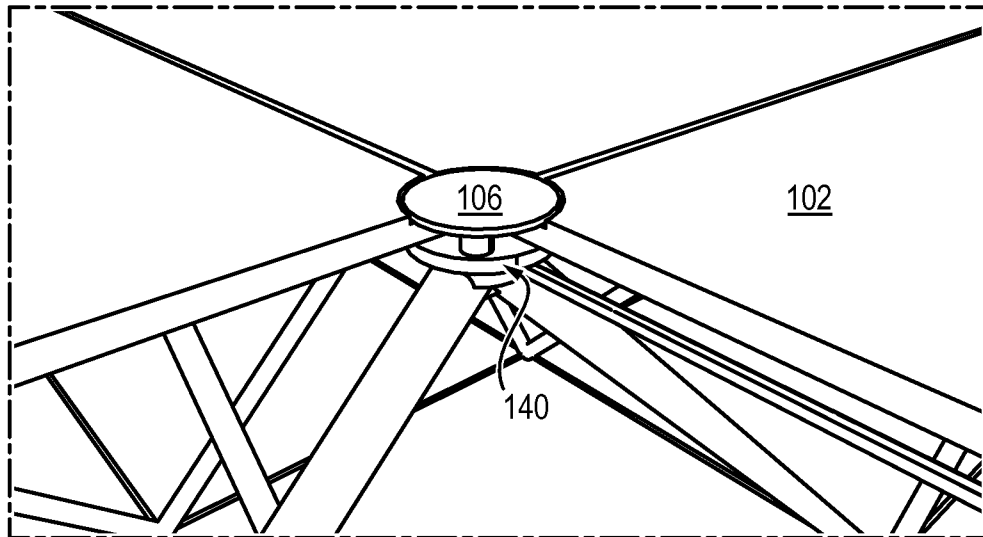
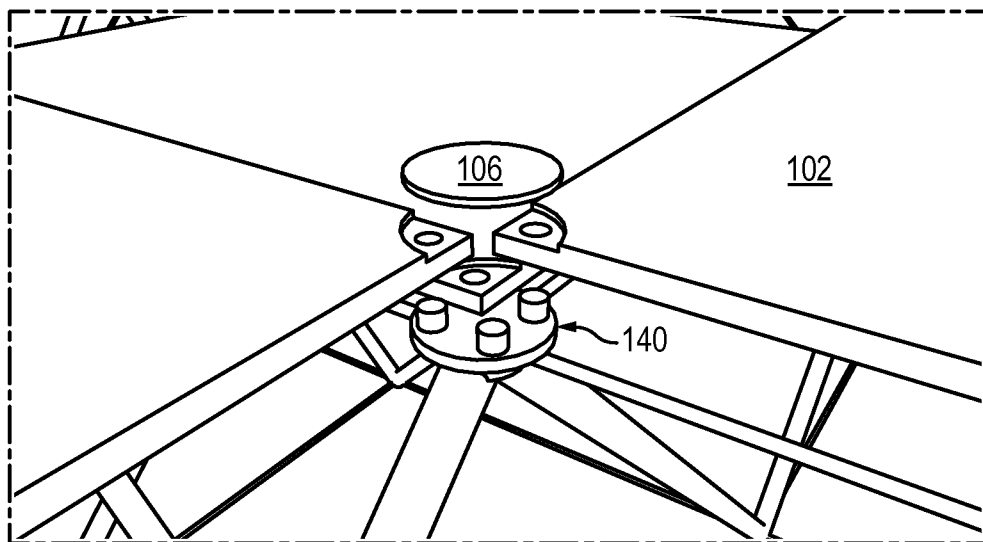
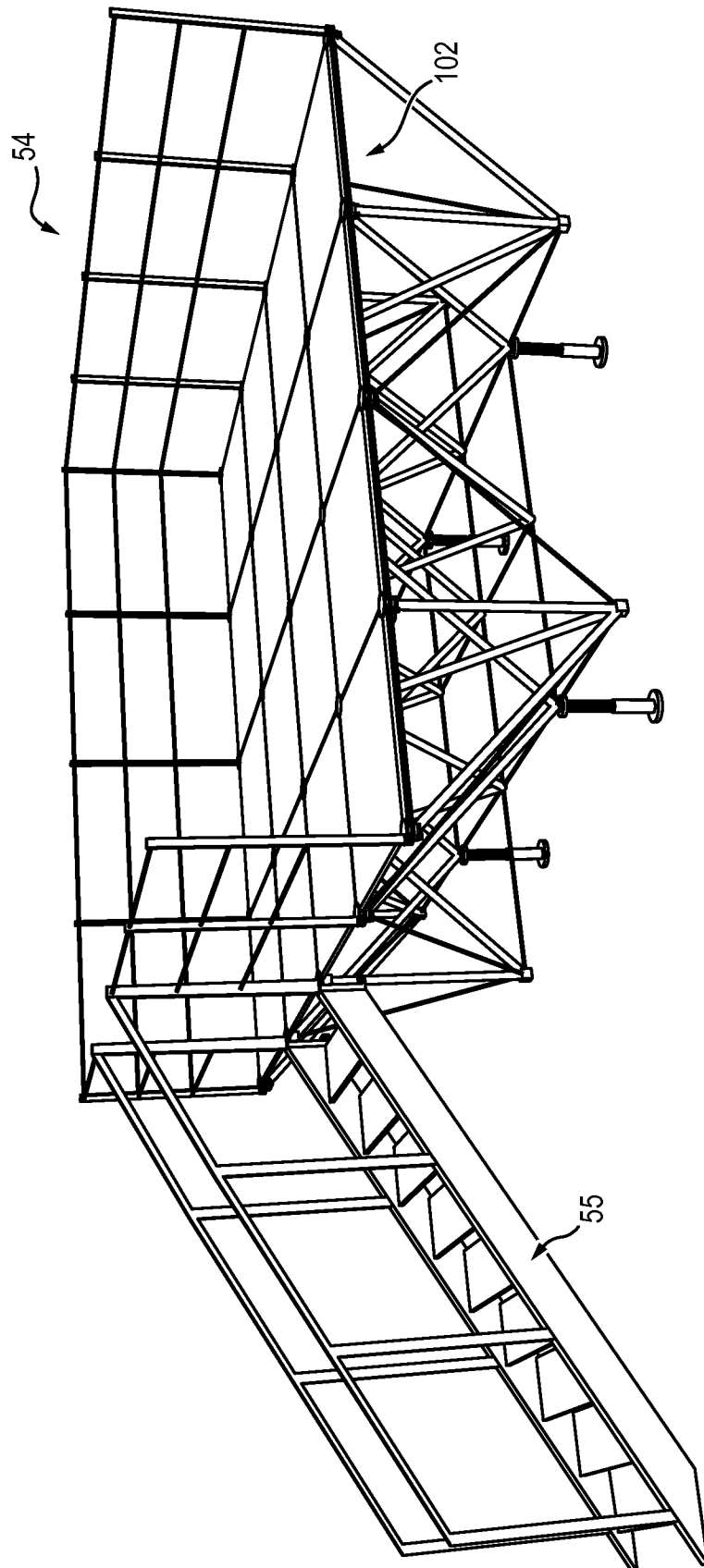


FIG. 20b



20/20

FIG. 21



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No  
PCT/EP2017/061533

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
INV. E04H3/12 E04B1/19  
ADD.  
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)  
E04H E04B

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	Julien Averseng ET AL: "Les systèmes de tenségrité déployables : application à l'accessibilité de la baignade en mer", Rencontres Universitaires de Génie Civil, May 2015, Bayonne, France, 24 June 2015 (2015-06-24), XP055340943, Retrieved from the Internet: URL:https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01167613/document [retrieved on 2017-02-01] cited in the application	1,4-10, 14
A	page 3, line 1 - page 4, line 11; figure 3	2,3, 11-13
A	----- FR 2 823 287 A1 (CENTRE NAT RECH SCIENT [FR]) 11 October 2002 (2002-10-11) cited in the application page 6, line 11 - page 9, line 3; figures 1,2,5,6 -----	1-15

Further documents are listed in the continuation of Box C.

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	"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
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"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
"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)	"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
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	"&" document member of the same patent family
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search <b>9 August 2017</b>	Date of mailing of the international search report <b>17/08/2017</b>
---	---

Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Authorized officer <b>Delzor, François</b>
--	---

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2017/061533

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date	
FR 2823287	A1	11-10-2002	FR 2823287 A1	11-10-2002
			WO 02081832 A1	17-10-2002
-----				

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/EP2017/061533

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE INV. E04H3/12 E04B1/19 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) E04H E04B		
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	Julien Averseng ET AL: "Les systèmes de tenségrité déployables : application à l'accessibilité de la baignade en mer", Rencontres Universitaires de Génie Civil, May 2015, Bayonne, France, 24 juin 2015 (2015-06-24), XP055340943, Extrait de l'Internet: URL:https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01167613/document [extrait le 2017-02-01] cité dans la demande	1,4-10, 14
A	page 3, ligne 1 - page 4, ligne 11; figure 3 -----	2,3, 11-13
A	FR 2 823 287 A1 (CENTRE NAT RECH SCIENT [FR]) 11 octobre 2002 (2002-10-11) cité dans la demande page 6, ligne 11 - page 9, ligne 3; figures 1,2,5,6 -----	1-15
<input 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 "E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date "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) "O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens "P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée	"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 "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 "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 "&" document qui fait partie de la même famille de brevets	
Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée  9 août 2017	Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale  17/08/2017	
Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Fonctionnaire autorisé  Delzor, François	

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/EP2017/061533

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication	
FR 2823287	A1	11-10-2002	FR 2823287 A1	11-10-2002
			WO 02081832 A1	17-10-2002
-----				