

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 787 381**

51 Int. Cl.:

E04H 3/12 (2006.01)

E04B 1/19 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **12.05.2017 PCT/EP2017/061533**

87 Fecha y número de publicación internacional: **16.11.2017 WO17194775**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **12.05.2017 E 17728779 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **26.02.2020 EP 3455433**

54 Título: **Ensamblaje de módulos de tensegridades plegables**

30 Prioridad:

12.05.2016 FR 1654269

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:

16.10.2020

73 Titular/es:

**CENTRE NATIONAL DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE CNRS (33.3%)**

3 rue Michel-Ange

75016 Paris, FR;

UNIVERSITÉ DE MONTPELLIER (33.3%) y

**AXLR, SATT DU LANGUEDOC ROUSSILLON
(33.3%)**

72 Inventor/es:

JAMIN, FRÉDÉRIC;

QUIRANT, JÉRÔME;

AVERSENG, JULIEN y

DEVIC, STÉPHAN

74 Agente/Representante:

CURELL SUÑOL, S.L.P.

ES 2 787 381 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Ensamblaje de módulos de tensegridades plegables

5 Campo de la invención

La invención se refiere al campo de las estructuras de tensegridad.

10 Propone en particular un conjunto mecánico que forma un soporte (plataforma por ejemplo) del tipo de estructura de tensegridad plegable.

Encuentra aplicación en particular ventajosamente en la elaboración de estructuras temporales de acceso a unos sitios tales como sitios turísticos o lugares para bañarse.

15 Estado de la técnica

A pesar de una toma de conciencia de los poderes públicos que prevén mejorar la adaptación de los sitios turísticos para las personas con movilidad reducida, se constata que en algunas regiones, el litoral marítimo es de difícil acceso para este tipo de usuarios. En efecto, numerosos sitios turísticos no proponen ninguna estructura que permita el acceso con total autonomía para bañarse.

20 Actualmente, el acceso al mar para una persona con movilidad reducida se puede realizar mediante el uso de una silla de ruedas flotante específica que necesita una ayuda exterior.

25 Para un acceso con autonomía, existen unas estructuras fijas (www.unfauteuilalamer.com), pero impactan por definición el sitio de instalación.

30 En algunas regiones sometidas a obligaciones en materia de defensa del medioambiente, las instalaciones no temporales no son unas soluciones viables. Por ejemplo, algunas leyes que prevén la protección del litoral imponen unas estructuras desmontables y transportables que no comprenden ningún elemento de anclaje duradero en el suelo, y que deben permitir un retorno del sitio al estado inicial al final de la concesión.

35 Existen unas estructuras temporales, como unos pontones flotantes desmontables (www.belrive.fr/), pero éstas están poco adaptadas a los litorales marítimos por razones de estabilidad, ya que necesitan unos anclajes importantes. Además, la capacidad de carga es relativamente baja frente al volumen ocupado en el estado desmontado, lo cual limita su polivalencia.

40 Se conocen asimismo unas soluciones modulares desmontables para realizar unas plataformas, a partir de componentes de andamiaje. Los sistemas de andamiaje modulares permiten realizar cualquier tipo de plataforma que puede soportar unas cargas importantes, sobre un apoyo puntual. No obstante, los componentes deben estar adaptados para no representar un sobrepeso importante. Los apoyos puntuales pueden ser numerosos y deben ser regulados individualmente. El ensamblaje de una estructura utiliza unos componentes separados que necesitan un gran número de operaciones, dichas soluciones son por lo tanto apremiantes en tiempo de instalación y en mano de obra.

45 Existe por lo tanto una necesidad para realizar una instalación ligera, modular, polivalente, de bajo impacto medioambiental, fácilmente desplegable, y destinada a usos temporales.

50 La publicación WO2005/111343 describe una estructura desplegable que se puede ensamblar con otras estructuras similares para formar una instalación tal como una plataforma. Sin embargo, dichas instalaciones, basadas en el ensamblaje de células elementales idénticas, no ofrecen ninguna flexibilidad en términos de ensamblaje, así, las células no pueden ser de dimensiones diferentes. Además, la colocación de instalaciones necesita un número importante de ensamblajes de células.

55 Se conocen asimismo unas instalaciones a base de estructuras de tensegridad.

60 La tensegridad es la facultad de una estructura para estabilizarse mediante el juego de las fuerzas de tensión y de compresión que se reparten y se equilibran en la misma. Las estructuras establecidas en estado de tensegridad están por lo tanto estabilizadas, no por la resistencia de cada uno de sus constituyentes, sino por la repartición y el equilibrio de las tensiones mecánicas en la totalidad de la estructura.

65 Así, un sistema mecánico que comprende un conjunto discontinuo de componentes comprimidos dentro de una continuidad de componentes tensados puede encontrarse en un estado de equilibrio estable. Lo cual significa, por ejemplo, que uniendo unas barras por unos cables, sin unir directamente las barras entre sí, se llega a constituir un sistema rígido.

Por ello, una estructura de tensegridad es un sistema espacial reticulado cuya rigidez y estabilidad proceden de la combinación de compresión en las barras y de tracción en los cables.

5 La publicación FR 2823287 describe un sistema de tensegridad en forma de estructura reticulada con autotensado de sus diversos componentes, para realizar unas estructuras ligeras de construcción del tipo almacén, panel u otro conjunto similar. Sin embargo, esta publicación no describe ninguna noción de modularidad, de ensamblaje de estructuras de tensegridad para formar en particular unas plataformas temporales en zonas poco accesibles.

10 Dichas estructuras tienen la ventaja de ser particularmente ligeras y por lo tanto fáciles de colocar. Están adaptadas particularmente para unos entornos que se desea preservar.

15 El documento "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, mayo de 2015 - <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01167613/document>) describe una estructura de rejilla de tensegridad, plegable y desplegable compuesta por un conjunto de barras y de nudos unidos unos a otros. Los diferentes nudos y barras de esta estructura son de una sola pieza.

20 Esta estructura tiene la ventaja de ser desplegable en el sitio y de permitir la realización de plataformas estables, ligeras y reutilizables.

A pesar de todo, es de una manipulación y de una colocación complicadas cuando se intentan realizar unas plataformas de grandes dimensiones.

25 Por lo tanto, existe una necesidad de un conjunto mecánico que forma un soporte (plataforma por ejemplo) del tipo de estructura de tensegridad plegable que permita la realización de estructuras de grandes dimensiones y que sea fácil de montar o desmontar.

Presentación de la invención

30 Un objetivo general de la invención es proponer un conjunto mecánico que forme un soporte del tipo de estructura de tensegridad plegable que no adolezca de los inconvenientes de los conjuntos de tensegridad de la técnica anterior.

35 Otro objetivo de la invención es proponer un conjunto mecánico con estructura de tensegridad plegable que esté particularmente adaptado a la realización de estructuras de grandes dimensiones.

Otro objetivo más es proponer un conjunto mecánico con estructura de tensegridad plegable que sea fácil de montar o desmontar y en particular poco costoso en mano de obra y en tiempo de instalación.

40 Otro objetivo de la invención es proponer además un conjunto mecánico que forme un soporte del tipo de estructura de tensegridad plegable que sea polivalente, fácil de montar y desmontar y fácil de transportar.

45 Otro objetivo es asimismo proponer una estructura que -presentando al mismo tiempo excelentes propiedades mecánicas- no necesite ningún elemento de anclaje duradero en el suelo, sea ligera y tenga un bajo impacto medioambiental.

Según la primera reivindicación, la invención propone un conjunto mecánico con estructura de tensegridad, en el que

- 50 • por lo menos dos módulos de estructura de tensegridad plegables/desplegables comprenden cada uno una pluralidad de barras y una pluralidad de nudos en los que están articuladas las barras;
- unos nudos de un mismo módulo, cuando dicho módulo está desplegado, están repartidos según dos planos paralelos y unidos de dos en dos por un elemento de unión en tensión perpendicular a dichos planos, comprendiendo cada módulo por lo menos un nudo de borde de ensamblaje situado en uno de los dos planos y sin estar enfrentados a dicho módulo en el otro plano, estando este nudo adaptado para ser posicionado perpendicular a un nudo de borde de ensamblaje de otro módulo adyacente y para ser unido a éste por un elemento de unión en tensión o en compresión perpendicular a los planos de los nudos de estos dos módulos,

60 y en el que unos nudos del plano superior de los módulos comprenden unos elementos de enganche adaptados para la fijación, sobre varios nudos de borde de ensamblaje posicionados a lo largo de un mismo borde de ensamblaje y que pertenecen alternativamente a uno y otro de los dos módulos adyacentes, de elementos de entarimado, o de elementos de soporte destinados a soportar dichos elementos de entarimado, caracterizado por que comprende un juego de caballetes destinados a ser colocados bajo unos nudos del plano superior de los módulos.

Según la cuarta reivindicación, la invención propone asimismo una estructura de soporte que comprende un conjunto mecánico del tipo citado anteriormente del cual varios módulos están desplegados y dispuestos de manera que sean adyacentes, comprendiendo cada uno de estos módulos por lo menos un nudo de borde de ensamblaje que está posicionado perpendicular a un nudo de borde de ensamblaje de otro módulo adyacente y que está unido a éste por un elemento de unión en tensión perpendicular a los planos de los nudos de estos dos módulos, comprendiendo además dicha estructura unos elementos de entarimado que se extienden entre módulos sucesivos, estando un juego de caballetes colocado bajo unos nudos del plano superior de los módulos.

Dichos conjuntos mecánicos y estructuras están adaptados particularmente para la realización de estructuras temporales, tales como del tipo espacio escénico, pasarela.

Según la decimotercera reivindicación, la invención propone además un procedimiento de montaje de dicha estructura de soporte.

Descripción de las figuras

Otras características, objetivos y ventajas de la presente invención aparecerán con la lectura de la descripción detallada siguiente, con respecto a las figuras adjuntas, dadas a título de ejemplos no limitativos, y en las que:

- La figura 1 representa esquemáticamente un módulo estructural plegable-desplegable de un conjunto mecánico de acuerdo con un modo de realización de la invención.
- Las figuras 2A y 2B representan esquemáticamente la disposición de los nudos respectivamente en una capa superior e inferior de un módulo estructural.
- La figura 3 ilustra el detalle de un elemento tensor.
- La figura 4 ilustra el detalle de un nudo de una capa superior.
- La figura 5 representa un módulo estructural en el estado plegado.
- La figura 6 ilustra un medio de regulación de asiento a nivel del nudo de un módulo.
- La figura 7 ilustra un medio de fijación de entarimado sobre un nudo por medio de las vigas de soporte.
- La figura 8 ilustra una solución para las realizaciones del entarimado formado por láminas de suelo sobre vigas de soporte, de un sistema de barandilla y de acceso por escalera.
- La figura 9 representa esquemáticamente un módulo y su vista por arriba.
- Las figuras 10a y 10b son unas representaciones respectivamente:
 - o por un lado (figura 10a) de los nudos de la capa superior de un ejemplo de módulo estructural elemental de 4x4 mallas y un juego de barras asociadas.
 - o por otro lado (figura 10b) de un conjunto mecánico de acuerdo con un modo de realización de la invención, que ensambla diferentes módulos estructurales del tipo de los ilustrados en la figura 10a, con una plataforma cuyo entarimado está formado por láminas de suelo apoyadas por dos lados sobre unas vigas fijadas a los nudos.
- Las figuras 10c y 10d son unas representaciones que ilustran otros ejemplos de módulos estructurales y de un conjunto mecánico realizado por ensamblaje de estos módulos.
- La figura 11 ilustra la zona de ensamblaje entre dos módulos.
- La figura 12 ilustra el ensamblaje de dos módulos de alturas diferentes.
- La figura 13 representa una plataforma realizada a partir del ensamblaje de cuatro módulos estructurales.
- Las figuras 14 y 15 son unas representaciones en vista en perspectiva y en vista explosionada de otra solución para la realización del entarimado.
- Las figuras 16 y 17 ilustran la representación de un conjunto mecánico de acuerdo con otro modo de realización de la invención (figura 17), que ensambla diferentes módulos estructurales (figura 16 - Columna A) con una plataforma cuyo entarimado está formado por placas apoyadas por sus esquinas directamente

sobre los nudos (figura 16 - columna C) y un juego de caballetes (figura 16 - columna B) en el borde.

- La figura 18 ilustra en vista en perspectiva un ejemplo de ensamblaje de dos módulos del tipo del de las figuras 14 a 17.
- La figura 19 ilustra unos módulos en vista en perspectiva que corresponden a diferentes dimensionamientos posibles.
- Las figuras 20a y 20b ilustran el modo de fijación de las placas de entarimado sobre los nudos.
- La figura 21 ilustra una solución para las realizaciones del entarimado formado por placas, de un sistema de barandilla y de acceso por escalera.

Descripción detallada de por lo menos un modo de realización de la invención

En referencia a la figura 1, se ha representado un módulo estructural plegable-desplegable. Cada módulo se declina a partir de estructuras denominadas "de tensegidad", es decir una estructura reticulada formada por una red discontinua de barras comprimidas que interactúan en el interior de una red continua de cables tensados, estando el conjunto estabilizado por un estado de tensiones iniciales. Este principio es análogo a los sistemas hinchables, formados por un medio comprimido (aire u otro fluido) en equilibrio con una envuelta en tensión.

Como se ha ilustrado en la figura 1, dicho módulo estructural comprende un conjunto de barras 10 que corresponden a los elementos comprimidos, de cables tensados 20 y de tensores 30 que unen un conjunto de nudos 40.

Más generalmente, los cables y/o los tensores pueden ser sustituidos por cualquier elemento que permita una unión en tensión: cadenas, correas, etc.

El módulo comprende el ensamblaje de dos capas horizontales paralelas de nudos 40. Así, se ha representado respectivamente mediante las figuras 2A y 2B, la disposición de los nudos 40 en una capa inferior 2 y en una capa superior 3. En cada una de las capas, los nudos 40 están unidos por una red de cables de capa 20a.

La topología del módulo, que representa el ensamblaje de las capas 2 y 3, se inspira en la tejedura: una red de elementos comprimidos, formada por sub-conjuntos de barras 10 que unen alternativamente unos nudos 40 de una capa a otra, a la imagen de los hilos de urdimbre y de trama que forman los tejidos.

Los cables periféricos 20b y 20c situados en la periferia del módulo permiten asimismo la conexión de las dos capas 2 y 3 uniendo los nudos 40 en la periferia del módulo, alternativamente de una capa a la otra.

Los cables periféricos 20b se denominan cables de borde, unen unos nudos 40 de la capa inferior 2 al nudo 40 de la capa superior 4, estando dichos nudos posicionados sobre un lado del módulo.

Los cables periféricos 20c se denominan cables de esquina, unen unos nudos 40 de la capa inferior 2 al nudo 40 de la capa superior 3, estando dichos nudos posicionados sobre dos lados consecutivos del módulo.

Los cables de borde 20b y los cables de esquina 20c pueden tener una inclinación diferente.

Con respecto al plano de las capas, los cables 20a tienen generalmente una orientación horizontal, los cables periféricos 20b y 20c, una orientación diagonal, y los cables con tensores 30 una orientación vertical.

Las barras 10 pueden estar realizadas en un material metálico tal como el aluminio, o en una aleación metálica. Otros tipos de materiales son posibles, tales como madera, plástico (PVC por ejemplo), compuesto (fibra de vidrio, de carbono, hormigón fibrado, etc.). Los nudos 40 son preferentemente de un material de alta resistencia tal como el acero. Los cables 20 y los tensores 30 preferentemente son asimismo de acero, pueden también ser realizados a partir de materiales fibrados.

Los conjuntos comprimidos 10 son ensamblados asimismo con la ayuda de los elementos denominados "tensores" 30, que pasan entre los nudos 40 de cada capa 2 y 3, y que permiten rigidizar la estructura del módulo. Los tensores "internos" 31, representados en la figura 1, permiten instaurar unas tensiones iniciales localizadas mientras que los elementos "de margen" 32 tienen un impacto sobre todos los elementos periféricos.

Así, en referencia a las figuras 1, 2A y 2B, los nudos 40a de una capa situados en la periferia del módulo están conectados por los cables de capa 20a a un nudo 40b adyacente de la misma capa y por los cables periféricos 20b y 20c a otros dos nudos 40b de la otra capa.

Los otros tipos de nudos 40b, los nudos interiores de una capa, tienen un nudo 40b de la otra capa enfrentado en

un mismo plano vertical, ortogonal a las capas. Así, estos nudos están conectados a otros 4 nudos 40 de la misma capa por unos cables de capa 20a, y por un tensor 30 a un nudo 40b enfrentado de la otra capa.

5 Los tensores 30 entre dos nudos 40, ilustrados en detalle en la figura 3 y 4, están compuestos por un conjunto de cables fijados a cada nudo, con un tensor 33 que conecta los cables 34 y 35 de los nudos 40 enfrentados.

10 El conjunto cable y tensor 30 permite ventajosamente controlar la tensión de los cables. Con respecto a otro elemento que podría ser por ejemplo una varilla fileteada, los cables con tensor 30 permiten relajar la tensión guardando al mismo tiempo los elementos tensores fijados a los nudos 40, facilitando así el despliegue del módulo. Además, estos elementos permiten obtener asimismo una estructura más ligera.

15 Un nudo 40 puede comprender asimismo un elemento de enganche 41 que permite la fijación de los tensores 30. Este elemento es ventajosamente un medio de enganche de tipo anillo dispuesto sobre una cara inferior de un nudo 40 de la capa superior 2 y sobre una superficie superior de un nudo 40 de la capa inferior 3.

Los nudos 40 de las capas inferiores y superiores pueden ser idénticos. En esta configuración, los nudos 40 de la capa inferior 3 están girados a 180° con respecto a los nudos 40 de la capa superior 4.

20 La relajación de la tensión por los tensores 31, permite asimismo en un plegado del módulo controlar la orientación de los nudos 40 para un ordenamiento de las barras optimizado en el estado plegado.

25 Las uniones entre las barras 10 (nudos 40) permiten el plegado-desplegado de un módulo a partir de un agrupamiento, ilustrado en la figura 5, de una sola pieza, ligero, compacto y fácilmente transportable, facilitando así las fases de montaje y desmontaje con poca mano de obra. Además, la estructura permite minimizar las fases de regulación por la colocación de tensores 31.

La función de plegado/desplegado del módulo estructural está permitida por la función de los nudos 40, que comprenden unos medios de fijación articulada 46 de las barras 10, ilustrados en las figuras 3 y 4.

30 Estos medios están típicamente en número de 1 o 2, y pueden ser de tipo unión de pivote, o de tipo rótula. Los nudos 40 pueden combinar los dos tipos de articulación.

35 La ligereza y el carácter plegable facilitan la manutención. Además, los nudos 40 permiten un almacenamiento óptimo en compacidad (barras paralelas juntas 10).

40 Unos módulos de cualquier dimensión (formas y alturas) en el espacio pueden ser generados en el límite de su portabilidad según, por ejemplo, la norma NF X35-109 relativa al transporte de cargas por los trabajadores en Francia. Por ello, el límite de peso a manipular durante las acciones de trabajo para una persona es de 30 kg como máximo.

Así, un módulo estructural típico, como se ha representado en la figura 1, comprende 30 nudos, unidos por un conjunto de 24 barras.

45 Las dimensiones, tales como la altura o la malla (separación entre los nudos 40 de una misma capa) pueden ser ajustadas a voluntad en función de las dimensiones de los elementos que se eligen en consecuencia. Por ejemplo, las dimensiones de un módulo pueden ser típicamente de 4m x 4m, siendo la altura ajustable de 0,5 a 1,50 m en función de la inclinación elegida de las barras 10.

50 Dos módulos que tienen la misma malla pueden distinguirse por su altura. Así, para un enmallado dado, se determina la altura de los módulos variando la longitud de los cables con tensores 30, la longitud y la inclinación de los cables periféricos 20b y 20c, y de las barras 10.

55 Como se ha ilustrado en la figura 4, los nudos 40 comprenden una pluralidad de aberturas laterales 42 que permiten el paso de los cables 20 que unen los nudos 40 de una misma capa horizontal. Típicamente, estas aberturas laterales 42 están en número de 4, estando dos primeras aberturas 42 situadas en el mismo plano que las barras 10 conectadas al nudo 40. Las dos otras aberturas 42 están dispuestas en un plano ortogonal al plano de las barras 10.

60 En un modo de realización, cada cable 20 está fijado entre dos nudos 40. En otro modo de realización, los cables 20 atraviesan los nudos 40, y dichos nudos 40 comprenden un sistema, tales como unos manguitos, que permiten transmitir una parte de fuerza de los cables 20 a los nudos 40.

65 Mediante la utilización de cables 20, 34 y 35 a modo de elementos tensados, la estructura ofrece naturalmente una cierta transparencia visual, pero también frente a las acciones que afectan a los elementos, por ejemplo el oleaje, en un contexto de semi-inmersión cerca de la costa. Los cables 20, 34 y 35 son además unos elementos que hacen el sistema muy ligero, optimizando la utilización de los materiales constitutivos, y por lo tanto la masa, a lo

estrictamente necesario frente a la rigidez y a la resistencia mecánica.

El módulo estructural tiene la posibilidad de no descansar directamente sobre el suelo por medio de los nudos.

5 Así, como se ilustra en la figura 6, algunos nudos 40 de la capa inferior pueden comprender unos elementos de asiento 43. Un elemento de asiento 43, por ejemplo un pie ajustable fijado en la cara inferior de un nudo 40, permite la regulación de la altura del módulo estructural. Éste puede asegurar una estructura estable a pesar de un número de puntos de apoyo en el suelo limitado (que depende de la carga de explotación a recoger), así, típicamente, un módulo comprende 4 apoyos en el suelo.

10 Debido a su ligereza y su rigidez, la implantación en el suelo requiere un número reducido de puntos de apoyo, lo cual perturba muy poco el entorno. Unos sitios difíciles y sensibles pueden ser hechos accesibles por una plataforma. La ocupación del sitio puede ser únicamente temporal, permitiendo el desmontaje una vuelta al estado inicial.

15 Además, los elementos de asiento regulable en altura 43 permiten ajustar fácilmente la planeidad del sistema.

20 En referencia a la figura 7, la concepción de los nudos 40 permite la colocación de elementos de entarimado, de manera que formen una estructura de plataforma. Para ello, el nudo 40 comprende asimismo, en un modo de realización, unos elementos de enganche sobresalientes 44 adaptados para la fijación de vigas de soporte 50 tal como se ilustran en la figura 7.

25 Esta fijación se realiza mediante un elemento que comprende una ranura que pasa a introducirse por deslizamiento, tal como un mecanismo de raíl, sobre la parte superior de un nudo 40 de la capa superior.

30 El elemento de enganche 44 está, por ejemplo, en forma cilíndrica con una brida en la parte alta sobre la parte superior de un nudo 40 que permite que un elemento, tal como una viga de soporte 50 que comprende una ranura de forma complementaria, típicamente una ranura en "T", pase a acoplarse por deslizamiento en dicha parte superior del nudo 40. El elemento viga de soporte 50 está posicionado sobre por lo menos dos nudos adyacentes 40, incluso tres o más.

35 El elemento viga de soporte 50 comprende asimismo en su cara superior una parte que tiene un perfil en "T" que permite el acoplamiento de un elemento que comprende una ranura complementaria.

40 Para permitir la fijación de un entarimado, se puede utilizar por ejemplo una barra de unión 51 que pasa a encastrarse en el elemento viga de soporte 50. La barra de unión 51 permite fijar a uno y otro lado de éste la colocación de láminas de suelo 52. Estas últimas se enclavan sobre sus anchuras entre la viga de soporte 50 y la barra de unión 51.

45 En otro modo de realización, las características de las vigas de soporte 50 y las barras de unión 51 pueden ser combinadas en una única viga posicionada sobre por lo menos dos nudos adyacentes 40, incluso tres o más, y que comprenden un perfil específico que permite, entre otros, la fijación de entarimado.

50 El elemento de enganche 44 propone por lo tanto la colocación de elementos de entarimado 52 sobre su anchura entre 2 hileras de nudos 40 adyacentes que comprende cada una, una barra de unión 51.

55 La figura 8 representa un módulo estructural utilizado para la realización de una plataforma formada por láminas de suelo 52 llevadas por las vigas de soporte 50. En esta configuración, la viga de soporte 50 puede ser utilizada también para la fijación de vigas de margen 53 dispuestas en los extremos del entarimado. Es posible superponer a las vigas de margen 53, otros elementos, tales como del tipo barandilla 54, escalera 55, rampa de acceso (no representada), toldo (no representado), permitiendo así la realización de estructuras polivalentes.

La figura 9 ilustra un módulo y su vista esquemática por arriba.

60 Como se ha representado, las barras 10 están dispuestas en unas hileras paralelas 11, y unas hileras 12 paralelas, perpendiculares a dichas hileras 11. Los nudos periféricos 40a (que comprenden una única unión a una barra 10) dispuestos en los extremos de las hileras de barras 11, definen dos lados 13 del módulo.

65 Asimismo, en cada extremo de hileras de barras 12, se definen dos lados 14 del módulo.

Los lados 13, 14 están definidos por lo tanto por un conjunto de nudos periféricos 40a unidos por unos cables 20, dispuestos en un mismo plano vertical, ortogonal a las hileras de barras 11, 12 a las que están conectados estos nudos 40a.

En la parte inferior de la figura, los nudos periféricos 40a han sido representados mediante unos círculos llenos (nudos negros), mientras que los nudos interiores (nudos 40b) han sido representados por unos círculos vacíos

(nudos blancos).

Para cada lado 13, 14, se determina el número de nudos 40a en posición alta, que pertenecen por lo tanto a la capa superior, y el número de nudos 40a en posición baja, que pertenecen por lo tanto a la capa inferior.

5

Cuando el número de nudos 40a en posición alta es mayoritario, el lado se denomina "+", en el caso inverso, el lado se denomina "-".

10

El módulo estructural elemental ilustrado en la figura 10a, es un módulo de estructura de 4x4 mallas con, en la parte superior:

- dos nudos en los extremos "+";
- un solo nudo en los extremos "-".

15

Se ha representado en la parte derecha de la misma figura una red de vigas de soporte 50 utilizada sobre estos nudos.

20

Estas vigas son todas paralelas entre sí y se extienden según la dirección $\Delta 1$ que une uno y otro de los dos nudos de los extremos "-". En la figura, la dirección $\Delta 2$ es perpendicular.

25

El ensamblaje de módulos de estructuras idénticas, como se representa en la figura 10b, se efectúa yuxtaponiendo borde con borde, un lado "+" de un módulo, con un lado "-" de otro módulo. Este ensamblaje permite poner en correspondencia los módulos de manera complementaria, se obtiene por lo tanto un ensamblaje borde con borde en el que los nudos 40a de las capas superiores e inferiores de un módulo están dispuestos enfrentados respectivamente a los nudos 40a de las capas inferiores y superiores del otro módulo estructural.

En el caso en el que se utilizan unos módulos de estructura del tipo de los de la figura 10a, el ensamblaje se realiza bajo las condiciones siguientes:

30

- Condición C1: cualquier borde paralelo a $\Delta 1$ corresponde a un extremo de tipo "+" de su módulo y comprende 2 nudos de apoyo sobre su capa superior;

35

- Condición C2: la unión entre dos módulos se realiza por alineación de 3 nudos: un nudo de un extremo "-" de uno de los módulos y dos nudos de un extremo "+" del otro módulo; la colocación y fijación de una viga sobre los nudos así alineados asegura el ensamblaje, así como sobre los otros nudos de los módulos y la rigidización de la estructura obtenida;

40

- Condición C3: se puede prever un módulo cuyos extremos "-" son paralelos a $\Delta 1$, constituyendo por lo menos uno de estos extremos un borde de la estructura ensamblada, por cuanto que dicho módulo está enmarcado por otros dos módulos, lo cual permite soportar dicho borde. Los nudos 40a de los diferentes módulos son idénticos (en su principio) y bajo condición de que los módulos tengan una geometría espacial idéntica en el posicionamiento de los nudos, los módulos están unidos entre sí por medio del sistema con tensor para unir los nudos 40a enfrentados. En sus bordes de ensamblaje, por lo menos un nudo 40a de la capa superior de un primer módulo está unido por el sistema de tensor con un nudo 40a de la capa inferior de un segundo módulo, estando los dos nudos 40a enfrentados.

45

De manera más general, un módulo con una estructura de malla dada (separación entre los nudos 40 de una capa) se puede ensamblar borde con borde con otro módulo que presenta la misma estructura de malla. Así, los dos módulos se pueden ensamblar según un borde que presenta unos nudos complementarios entre los dos módulos (estando los nudos 40a de las capas superiores e inferiores de un módulo colocados enfrentados respectivamente a los nudos 40a de las capas inferiores y superiores del otro módulo estructural). En el caso de las figuras 10a y 10b, los módulos ensamblados son todos idénticos (en este caso, unos módulos de 4x4 mallas). Unos módulos de enmallado diferentes pueden ser ensamblados asimismo entre sí. Es lo que ilustran las figuras 10c y 10d. Las dimensiones de los módulos estructurales elementales pueden, en efecto, ser muy variadas en el límite de su peso, que debe ser compatible con portabilidad.

50

55

El ensamblaje de varios módulos borde con borde permite así, de manera simplificada y poco costosa en mano de obra, la realización de plataformas de arquitecturas múltiples (por ejemplo, figuras 10b y 10d).

60

Además, unos módulos de diferentes alturas pueden ser combinados para adaptarse a la morfología del terreno. La estructura del módulo y la disposición de los nudos 40 ofrecen por lo tanto una gran flexibilidad en cuanto a las posibilidades de realizaciones (véanse por ejemplo las figuras 10c y 10d).

65

El ensamblaje entre diferentes módulos puede ser asimismo estabilizado y reforzado por la colocación de elementos de entarimado entre los diferentes módulos estructurales.

La figura 11 representa la colocación de elemento de entarimado sobre los nudos 40a de dos módulos yuxtapuestos borde con borde.

5 Se procede por lo tanto a la colocación de una viga de soporte 50, tal como se ha descrito anteriormente, sobre los elementos de enganche 44 de los nudos 40a, preferentemente la viga de soporte descansa sobre por lo menos 2, incluso 3 nudos 40a.

10 El lado de ensamblaje presenta en un mismo plano vertical una alternancia de nudos 40a del primer y del segundo módulo, la viga 50 descansa por lo tanto por lo menos sobre un nudo 40a de la capa superior del primer módulo y un nudo 40a adyacente de la capa superior del segundo módulo, lo cual tiene como ventaja rigidizar el ensamblaje.

15 Así, la unión entre diferentes módulos estructurales se puede efectuar por un lado gracias a los tensores 30 entre los nudos 40a complementarios de los módulos, y por otro lado, por los elementos de entarimado que permiten reforzar y asegurar una estabilidad del ensamblaje.

20 Estos elementos de unión permiten asimismo limitar el número de apoyos en el suelo de la estructura ensamblada. En la figura 11, se ilustra la posibilidad para el módulo M1 de apoyarse sobre dos puntos en el suelo 43 que son propios del módulo, y sobre un tercer punto por la unión con el módulo adyacente M2. El módulo M1 que llega a la unión con un único nudo 40a en la parte inferior se apoya sobre el módulo adyacente M2 por suspensión con la ayuda de un tensor. El módulo M2 que tiene dos nudos 40a en la parte inferior a nivel de la unión se puede apoyar sobre el suelo en cuatro puntos 43, y sostiene el módulo adyacente M1 por su nudo 40a en la parte superior. Dicho módulo M1 por la unión con el tensor 33 se apoya por lo tanto sobre el módulo M2.

25 Por ello, el ensamblaje de dos módulos descansa sobre 6 apoyos en el suelo, el ensamblaje de tres módulos, 8 apoyos, etc. El número de apoyos en el suelo de una estructura ensamblada queda así limitado.

30 La figura 12 ilustra el ensamblaje de módulos M1 y M2 de alturas diferentes. Los módulos difieren por las dimensiones de los cables con tensor 30, y por las dimensiones y la inclinación de los cables periféricos 20b, 20c y de las barras 10. Las dimensiones de los cables 20 son idénticas en los dos módulos. Así, el ensamblaje entre los dos módulos es posible ya que comprenden el mismo enmallado en el plano horizontal (separación entre los nudos 40 de una capa). Este enmallado idéntico permite hacer corresponder sobre un borde de ensamblaje, los nudos 40a del módulo M1 con los nudos 40a del módulo M2.

35 La figura 13 ilustra la realización de una plataforma por el ensamblaje de una pluralidad de módulos M1 a M4. Dichos módulos pueden ser de dimensiones diferentes. Dicha plataforma comprende 10 apoyos en el suelo a través de los elementos de asiento 43.

40 Así, la simple adición de módulos elementales, que pueden ser de cualquier dimensión en longitud, anchura y altura, permite realizar diferentes configuraciones espaciales.

45 La ventaja de utilizar unos módulos está en la repetitividad del ensamblaje por conexión de los nudos 40a complementarios de un módulo al otro. Al contrario que las células elementales cuyas estructuras monolíticas están formadas por adición progresiva de elementos estructurales, el sistema según la invención realiza una estructura monolítica con un número reducido de ensamblajes de módulos estructuralmente independientes, de formas y de alturas variables, y geoméricamente complementarias.

La estructura así compuesta se beneficia de una ventaja real en términos de robustez ya que un fallo local quedaría limitado al módulo afectado.

50 Cada módulo forma, en el estado plegado, un agrupamiento de una sola pieza, fácilmente transportable y almacenable en un volumen reducido y, en el estado desplegado, una estructura rígida que soporta un entarimado delimitado y que puede recibir numerosos equipos independientes (barandilla, escaleras, rampas, etc.).

55 En función del dimensionamiento de las barras y de los cables justificable por código de cálculo simple, cada módulo está limitado a una masa de 40 kg y puede recoger unas cargas de explotación de hasta 500 kg/m², lo cual se exige por ejemplo en el caso de gradas desmontables.

Así, la estructura responde a dos tensiones frecuentemente opuestas: ligereza y rendimiento mecánico.

60 La forma de los módulos permite, por yuxtaposición y unión, la constitución de una estructura monolítica de recorridos de cualquier longitud y de configuraciones espaciales variadas.

65 En zona costera, la estructura portadora puede ser implantada en semi-inmersión con el fin de constituir una plataforma de altura adaptada que permita la accesibilidad a zonas de baño y la práctica de actividades náuticas con total autonomía. Como el sistema es ligero, su impacto sobre el entorno del sitio de implantación es casi nulo, siendo éste restituido a su estado original después del desmontaje.

Las figuras 14 y 15 ilustran otra solución posible para la realización del entarimado, a partir del módulo elemental M plegable/desplegable.

5 Esta estructura está constituida por una rejilla de tensegridad M, por un juego de caballetes 101 y por un juego de placas de entarimado 102 aplicadas sobre la estructura.

10 La rejilla de tensegridad M es una rejilla clásica formada por barras 110 que corresponden a los elementos comprimidos, por elementos de unión en tensión (cables tensores, etc.) 120 que unen un conjunto de nudos 140 sobre los cuales están articuladas las barras 110 de manera plegable/desplegable.

Los caballetes 101 son de dos tipos: unos caballetes 101a de borde y unos caballetes 101b de esquina.

15 Las caballetes de borde 101a son unos caballetes verticales que se extienden entre un nudo 103b de borde en la capa inferior del módulo elemental M y el nudo 140e de borde correspondiente en la capa superior del mismo módulo elemental M, distinto de un nudo de esquina (nudo 140c) de dicha estructura.

20 Los caballetes de esquina 101b están constituidos por dos barras 104b y 105b que se extienden en V a partir de un mismo nudo de esquina 103 en la capa inferior.

Este nudo 103 está verticalmente enfrente de un nudo 140b inmediatamente próximo de un nudo de esquina 140c, estando estos nudos aplicados a la capa superior con el fin de ofrecer 4 puntos de soporte en las placas de entarimado en esta zona.

25 Una de las barras (barra 104b) se extiende verticalmente entre el nudo 103 y el nudo 140b.

La otra barra (barra 105b) se extiende de manera oblicua entre el nudo 103 y el nudo de esquina 140c.

30 Asegura así una recuperación de fuerza vertical con respecto al nudo de esquina 140c.

Dos cables 106a y 106b se extienden horizontalmente entre los nudos 140b y 140c, y entre 140b y 140d, asegurando la recuperación de fuerza horizontal con respecto al nudo de esquina 140c.

35 Evidentemente son posibles diferentes módulos estructurales (rejillas de soporte) para unos entarimados de tipo placas como se presentan en la figura 16. No obstante, deben ser de un enmallado igual o superior a 3x3.

La columna A) de la figura 16 da varios ejemplos de módulos, mientras que la columna B) ilustra la adición de caballetes y la adición de nudos de soporte en borde.

40 La columna C ilustra por su parte el entarimado realizado con la ayuda de placas apoyadas sobre los nudos por sus cuatro esquinas.

45 La figura 17 muestra el ensamblaje borde con borde sobre unos módulos de tamaño mínimo (3x3), completándose en alternancia los nudos superiores de cada módulo. La figura 18 ilustra un ensamblaje realizado a partir de dos módulos elementales M1 y M2 del tipo del módulo M ilustrado en las figuras 14 a 16.

En este ensamblaje, los caballetes de esquina de los dos módulos elementales M1 y M2 están suprimidos, subsistiendo sólo en este plano unos caballetes de borde 101a.

50 Los caballetes de esquina 101b son además mantenidos, en las esquinas de cada uno de los dos módulos elementales M1 y M2, en los otros planos de bordes (planos perpendiculares).

55 La figura 19 ilustra por su parte diferentes tipos de enmallado para el módulo elemental estructural: 4x4 (M4x4), 3x3 (M3x3), 3x6 (M3x6) o de mallas variables (Mv sobre una estructura 3x6).

En la estructura que se acaba de describir, las vigas de soporte no son necesarias. Los elementos de entarimado -que son en este caso unas placas- vienen a apoyarse directamente sobre los nudos, los cuales comprenden unos elementos de enganche adaptados para ello.

60 Las figuras 20a y 20b ilustran un modo de fijación de las placas de entarimado sobre los nudos.

65 En este modo de fijación -que se proporciona en la presente memoria a título de ejemplo- los nudos 140 comprenden cada uno varios picos (en este caso cuatro) para recibir las esquinas de las placas 102. Después de la colocación de las placas, se aplica un capó de mantenimiento 106 por encima del nudo 140 en la intersección de cuatro placas, sobre la cara superior de éstas y se enrosca sobre dicho nudo 140.

Dichas estructuras permiten una mejor conectividad a nivel de la colocación del entarimado.

5 La figura 21 representa un módulo estructural utilizado para la realización de una plataforma formada por placas 102 llevadas por los nudos de capa superior. En esta configuración, los nudos de borde y de esquina pueden ser utilizados asimismo para la fijación de otros elementos, tales como del tipo barandilla 54, escalera 55, rampa de acceso (no representada), toldo (no representado), que permite así la realización de estructuras polivalentes.

REIVINDICACIONES

1. Conjunto mecánico de estructura de tensegridad, en el que

- 5 • por lo menos dos módulos de estructura de tensegridad plegables/desplegables comprenden cada uno una pluralidad de barras (10) y una pluralidad de nudos (40) sobre los cuales están articuladas las barras (10);
- unos nudos de un mismo módulo, cuando dicho módulo está desplegado, están repartidos según dos planos
10 paralelos y unidos de dos en dos por un elemento de unión en tensión perpendicular a dichos planos, comprendiendo cada módulo por lo menos un nudo de borde de ensamblaje situado en uno de los dos planos y sin estar enfrentado en dicho módulo en el otro plano, estando este nudo adaptado para ser posicionado perpendicular a un nudo de borde de ensamblaje de otro módulo adyacente y para ser unido a éste por un elemento de unión en tensión o en compresión perpendicular a los planos de los nudos de estos dos módulos,
- 15 y en el que unos nudos (40, 40a; 140) del plano superior de los módulos comprenden unos elementos de enganche (44) adaptados para la fijación, sobre varios nudos de borde de ensamblaje posicionados a lo largo de un mismo borde de ensamblaje y que pertenecen alternativamente a uno y a otro de los dos módulos adyacentes, de unos elementos de entarimado (102), o de unos elementos de soporte (50)
20 destinados a soportar dichos elementos de entarimado,

caracterizado por que comprende un juego de caballetes (101) destinados a ser colocados bajo unos nudos del plano superior de los módulos.

25 2. Conjunto según la reivindicación 1, caracterizado por que comprende por lo menos una viga de soporte para recibir un elemento de entarimado, estando dicha viga destinada a ser fijada sobre varios nudos (40) sucesivos que pertenecen alternativamente a uno y a otro de los dos módulos adyacentes, comprendiendo dichos nudos unos elementos de enganche sobresalientes (44) adaptados para la fijación de dicha viga de soporte (50).

30 3. Conjunto según la reivindicación 1, caracterizado por que una unión en tensión (30) comprende un tensor (33) que une dos cables (34, 35) fijados por medio de anillos de fijación (41) a unos nudos (40a) perpendiculares uno por encima del otro.

35 4. Estructura de soporte, caracterizada por que comprende un conjunto mecánico según una de las reivindicaciones anteriores, del cual varios módulos están desplegados y dispuestos de manera que estén adyacentes, comprendiendo cada uno de estos módulos por lo menos un nudo de borde de ensamblaje que está posicionado perpendicular a un nudo de borde de ensamblaje de otro módulo adyacente y que está unido a éste por un elemento de unión en tensión perpendicular a los planos de los nudos de estos dos módulos, comprendiendo además dicha estructura unos elementos de entarimado que se extienden entre unos módulos sucesivos, y
40 estando un juego de caballetes (101) colocado bajo unos nudos del plano superior de los módulos.

5. Estructura de soporte según la reivindicación anterior, caracterizada por que comprende una o varias vigas de soporte (50) deslizadas sobre unos elementos de enganche sobresalientes (44) que llevan los nudos (40) de los módulos.

45 6. Estructura de soporte según la reivindicación anterior, caracterizada por que comprende unas barras de unión (51) de láminas de suelo (52) fijadas sobre las vigas de soporte (50).

50 7. Estructura de soporte según la reivindicación anterior, caracterizada por que una pluralidad de láminas de suelo (52) está dispuesta entre dos hileras paralelas de nudos (40) sucesivos, y por que dichas láminas de suelo (52) se acoplan sobre cada extremo lateral entre una barra de unión (51) y una viga de soporte (50) fijadas sobre cada una de dichas hileras paralelas de nudos (40) sucesivos.

55 8. Estructura de soporte según una de las reivindicaciones 4 a 7, caracterizada por que comprende además unas vigas de margen (53) fijadas a lo largo de por lo menos un lado de uno o varios módulo(s), sobre los elementos de enganche de nudos.

9. Estructura de soporte según la reivindicación 4, caracterizada por que los elementos de entarimado son unas placas enganchadas sobre los nudos de los módulos.

60 10. Estructura de soporte según una de las reivindicaciones 4 a 9, caracterizada por que comprende unos caballetes de borde que se extienden verticalmente perpendiculares a nudos distintos de los nudos de esquina del módulo.

65 11. Estructura de soporte según una de las reivindicaciones 4 a 10, caracterizada por que comprende unos caballetes de esquina de los cuales por lo menos una parte se extiende entre un nudo de esquina del plano superior

y un nudo del plano inferior verticalmente enfrente de un nudo inmediatamente próximo de dicho nudo de esquina en dicho plano superior.

5 12. Estructura de soporte según una de las reivindicaciones 4 a 11, caracterizada por que comprende además unas barandillas (54) y/o rampas o escaleras de acceso (55) fijadas sobre unos nudos (40).

13. Procedimiento de montaje de una estructura de soporte según una de las reivindicaciones 4 a 12, que comprende las etapas siguientes:

10 - yuxtaposición de módulos de tensegidad plegables/desplegables que comprenden cada uno una pluralidad de barras (10), una pluralidad de nudos (40) que permite la articulación de las barras (10), de manera que dos módulos adyacentes comprenden unos nudos (40a) de extremo posicionados uno por encima del otro en un plano vertical;

15 - colocación de un elemento de unión en tensión o en compresión entre dichos nudos de extremo (40a) de los dos módulos adyacentes;

20 - colocación sobre los módulos de elementos de entarimado o de elementos de soporte destinados a soportar dichos elementos de entarimado.

FIG. 1

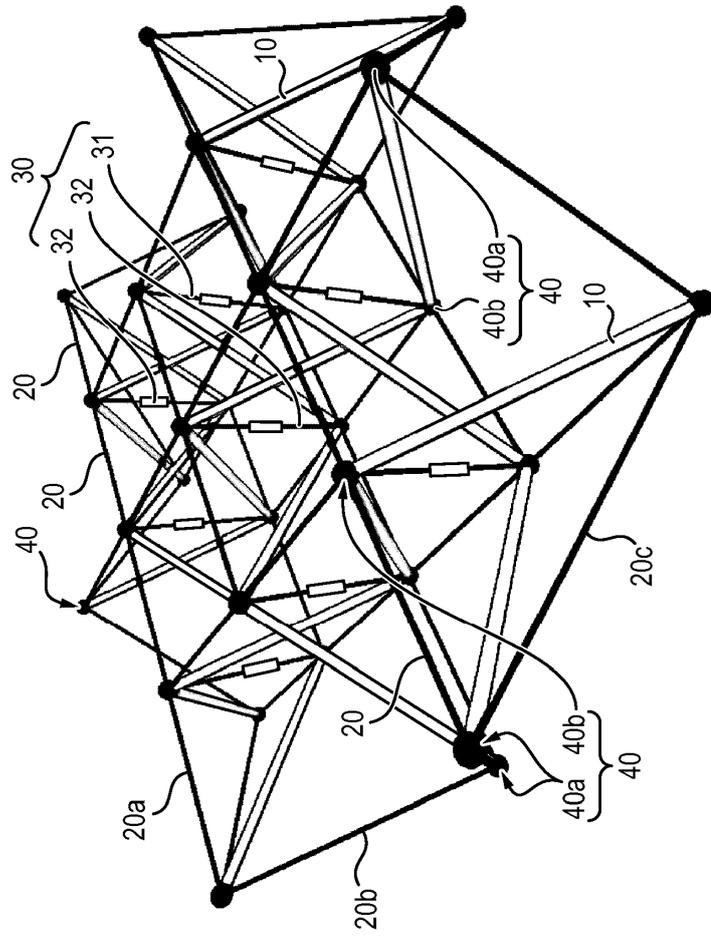


FIG. 2A

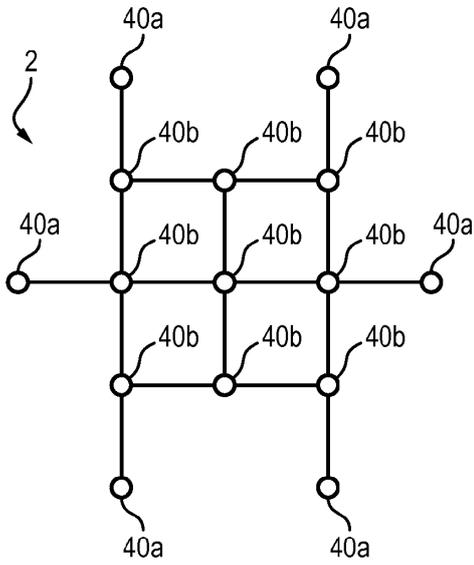


FIG. 2B

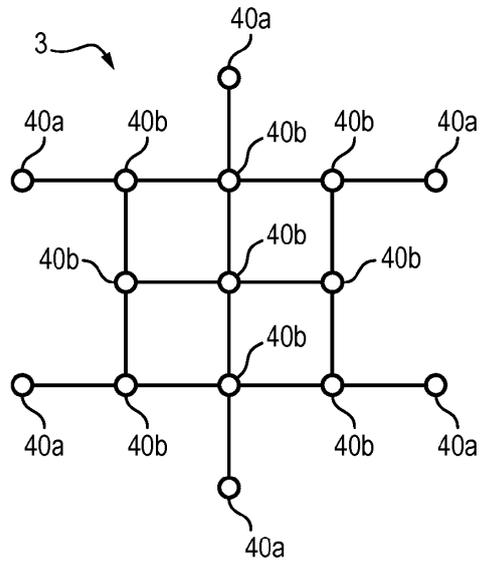


FIG. 3

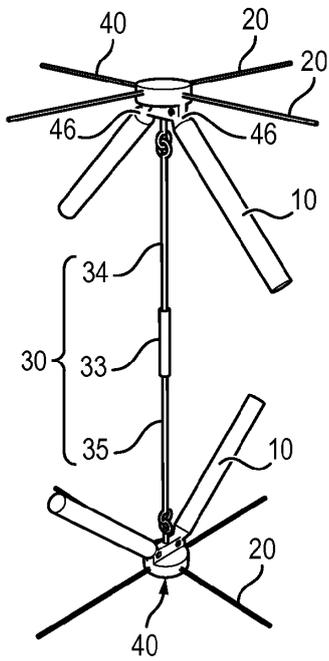


FIG. 4

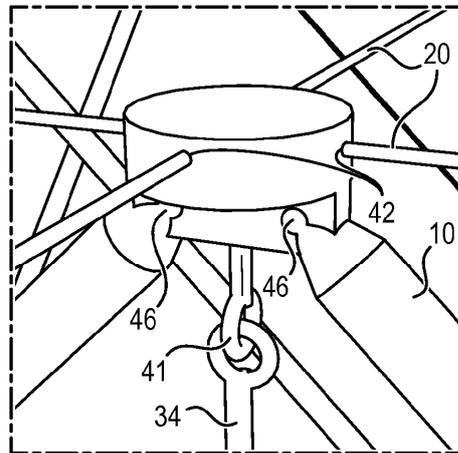


FIG. 5

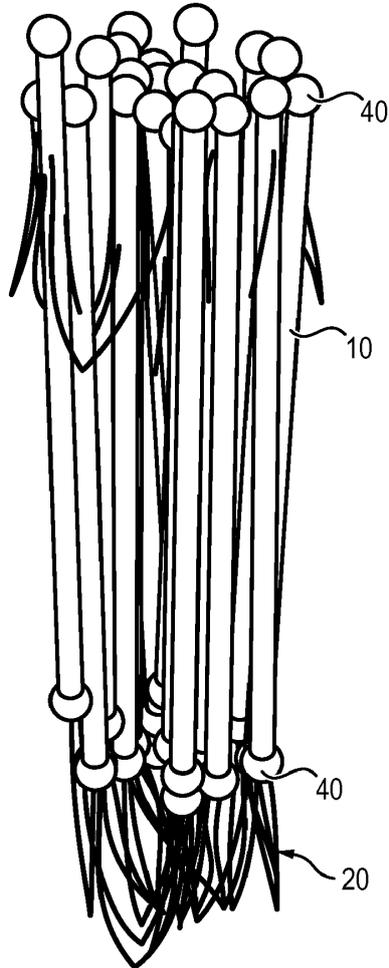


FIG. 6

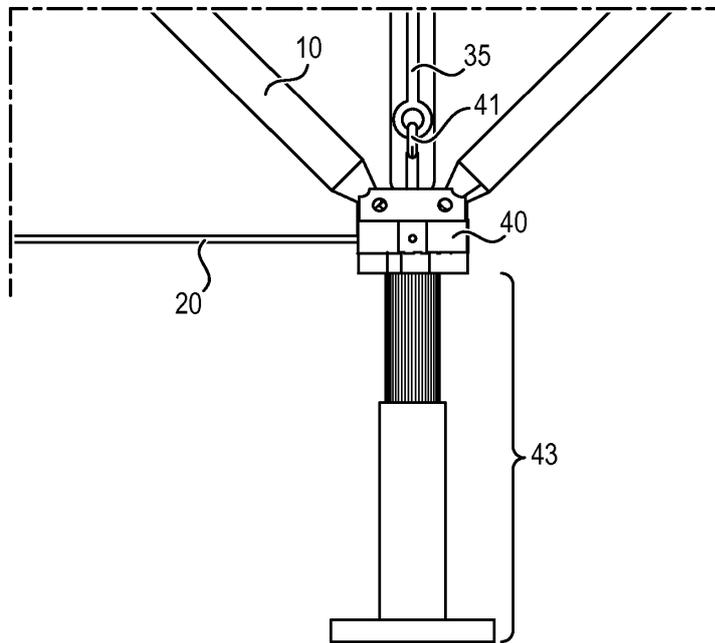


FIG. 7

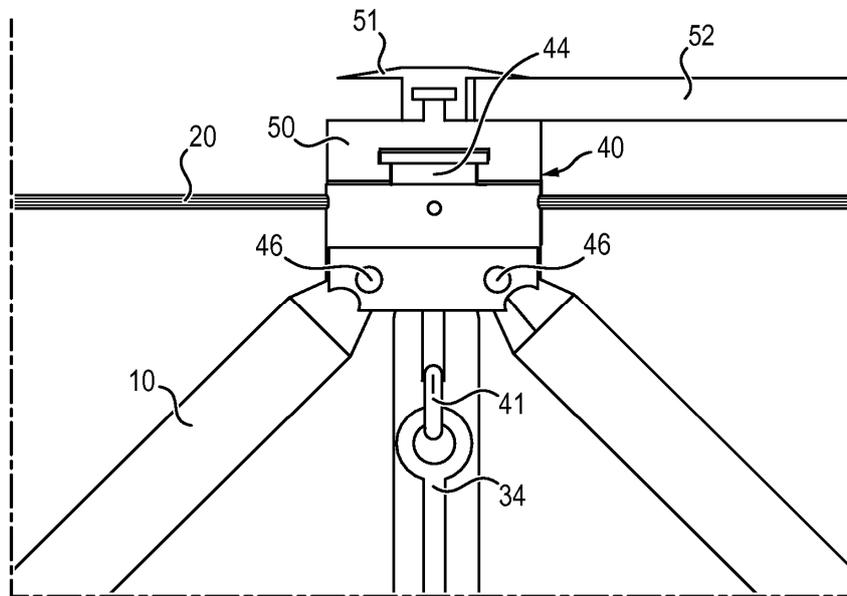


FIG. 8

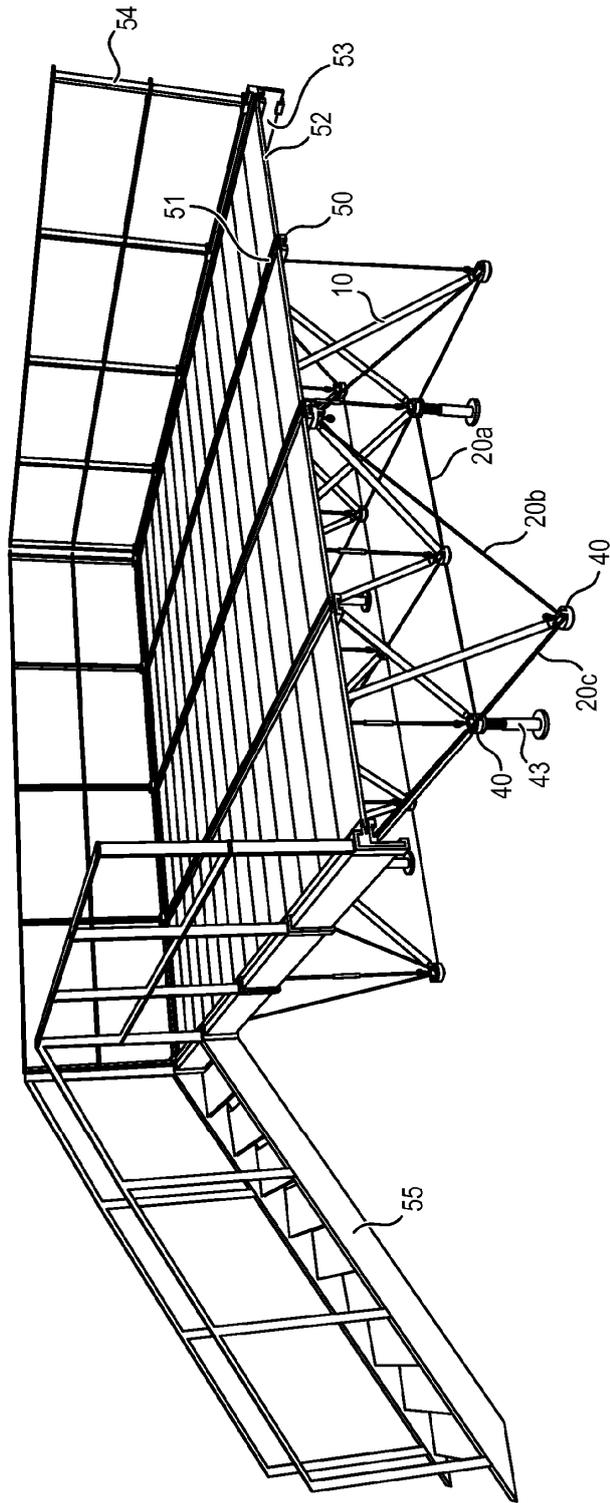


FIG. 9

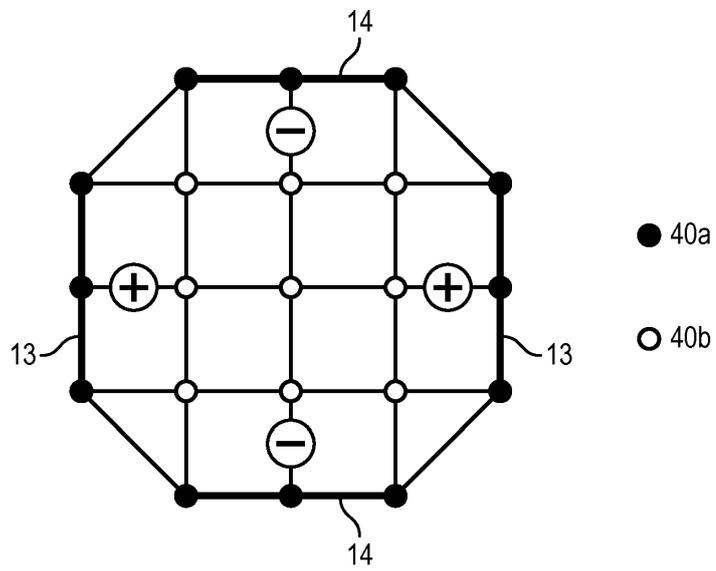
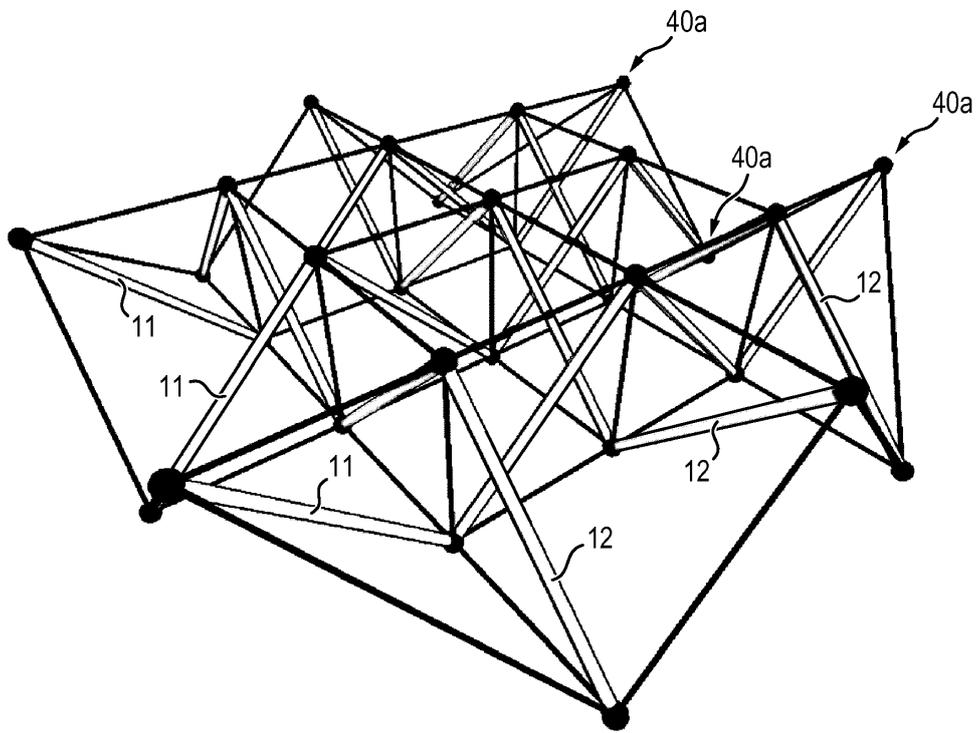
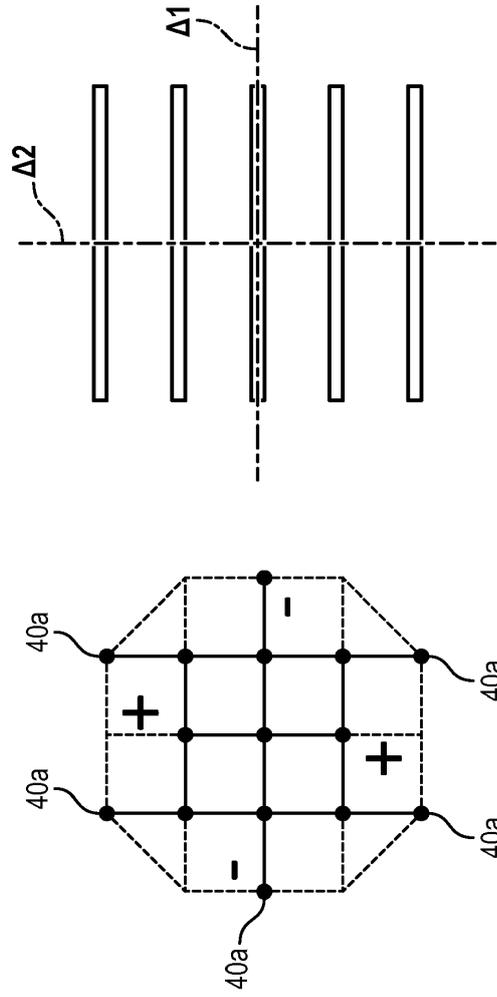


FIG. 10a



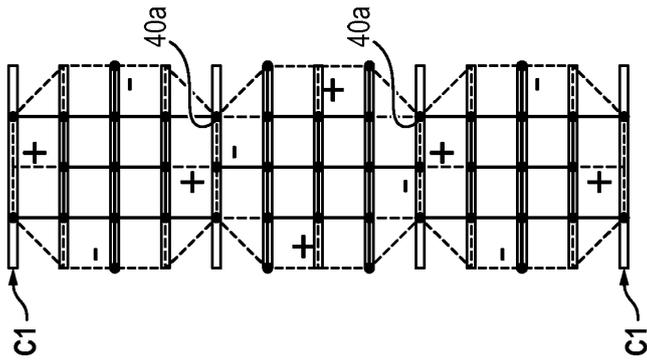


FIG. 10b

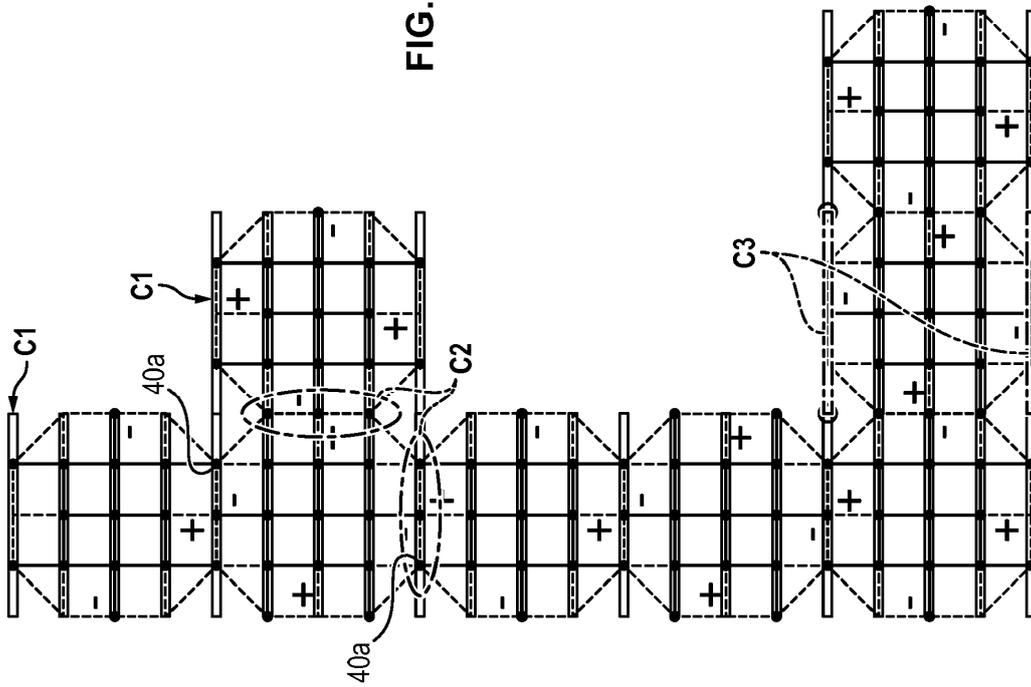


FIG. 10c

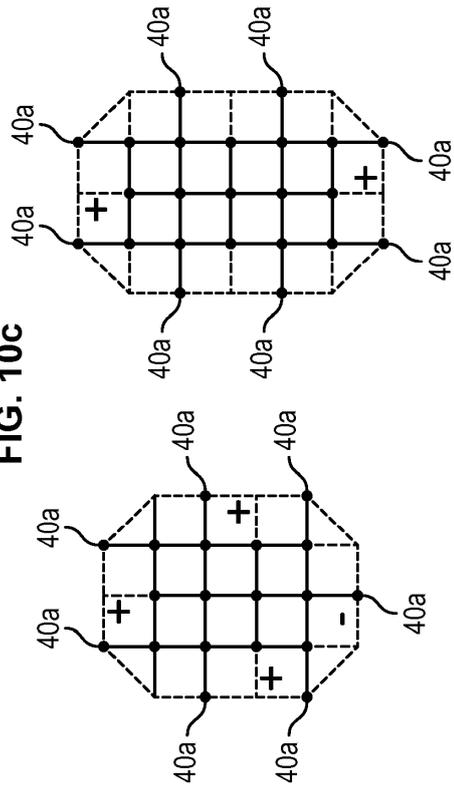


FIG. 10d

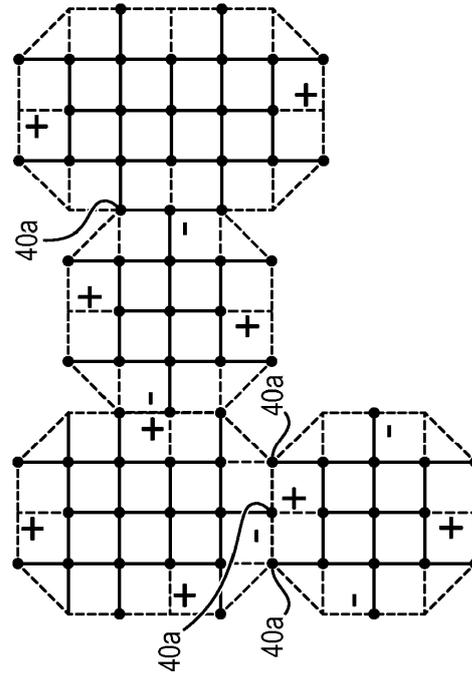


FIG. 11

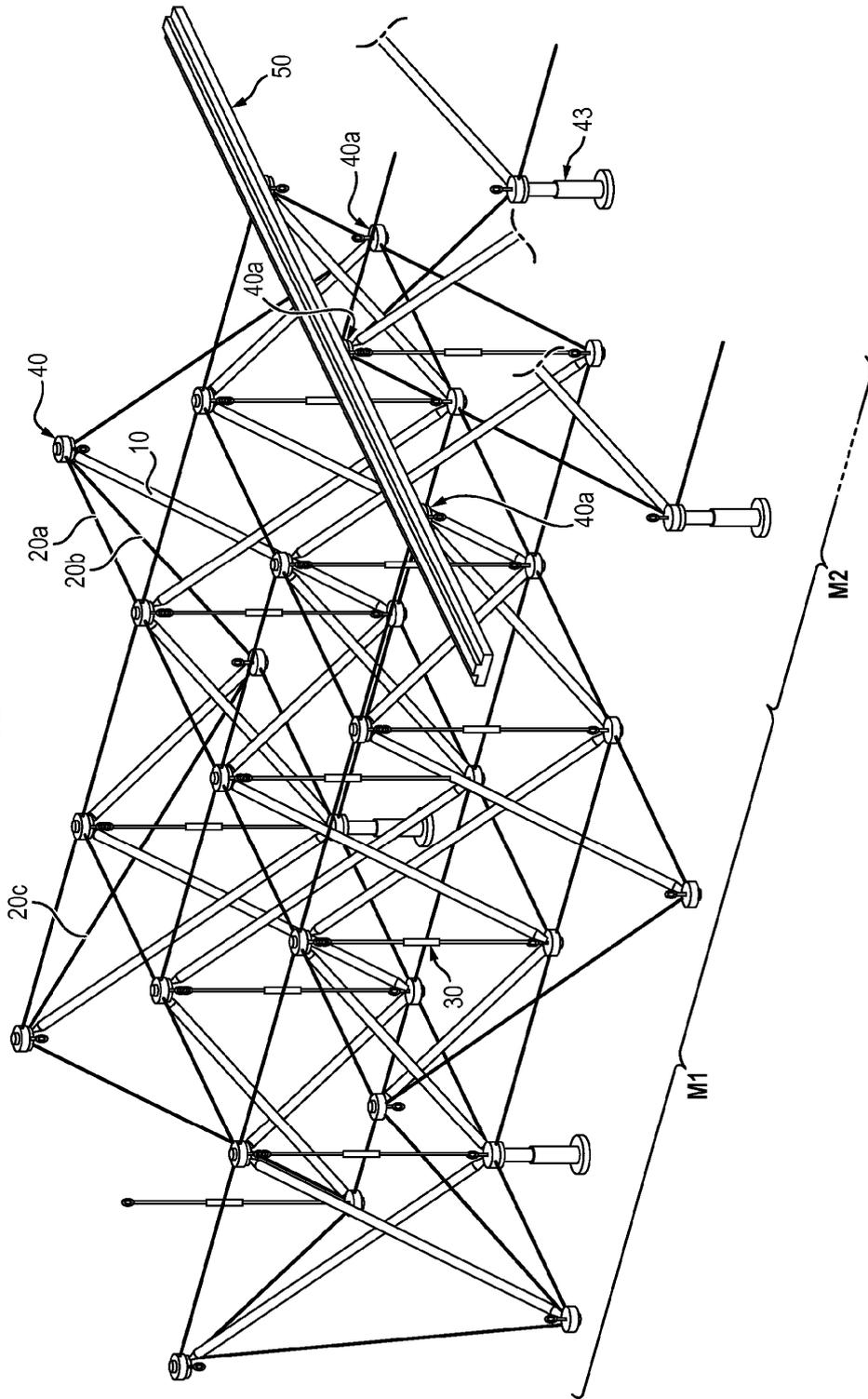


FIG. 12

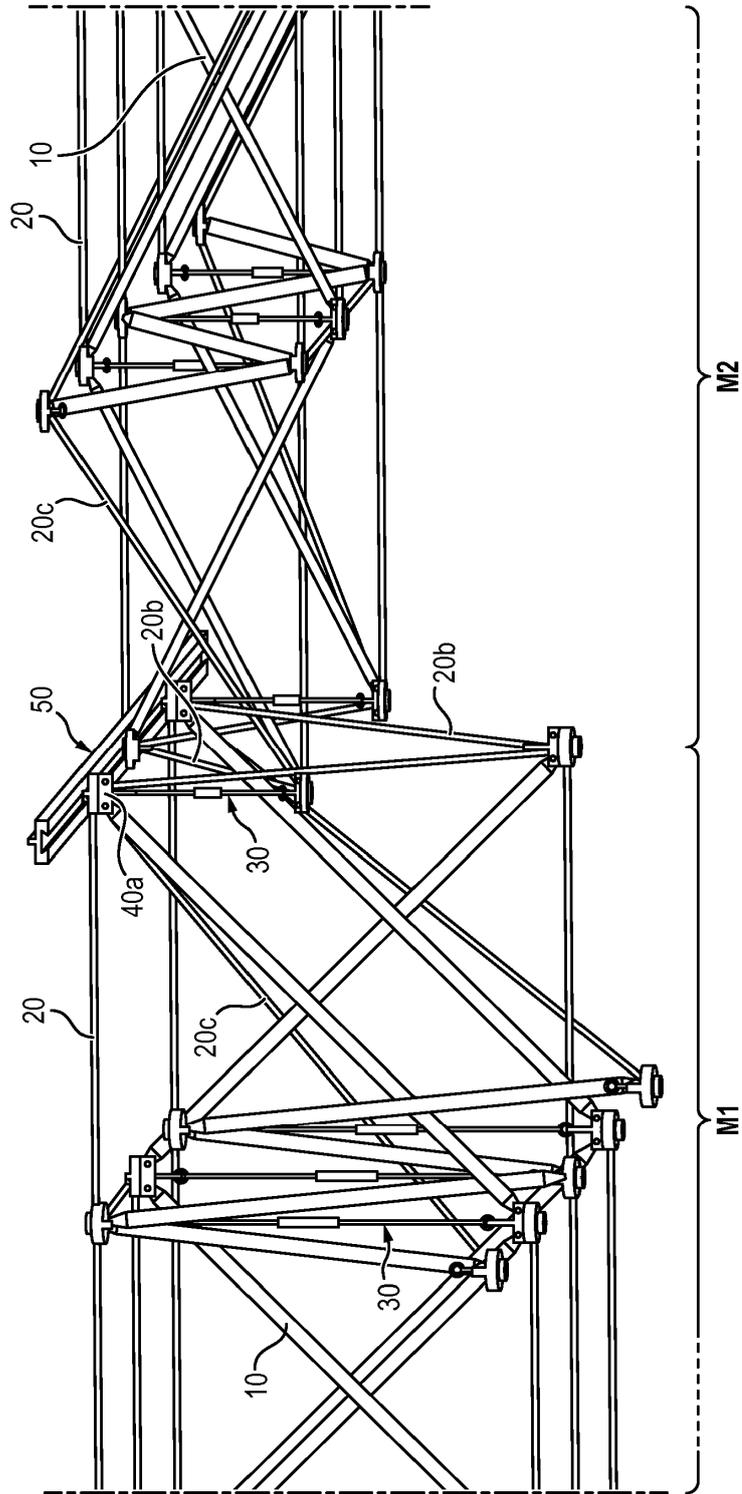
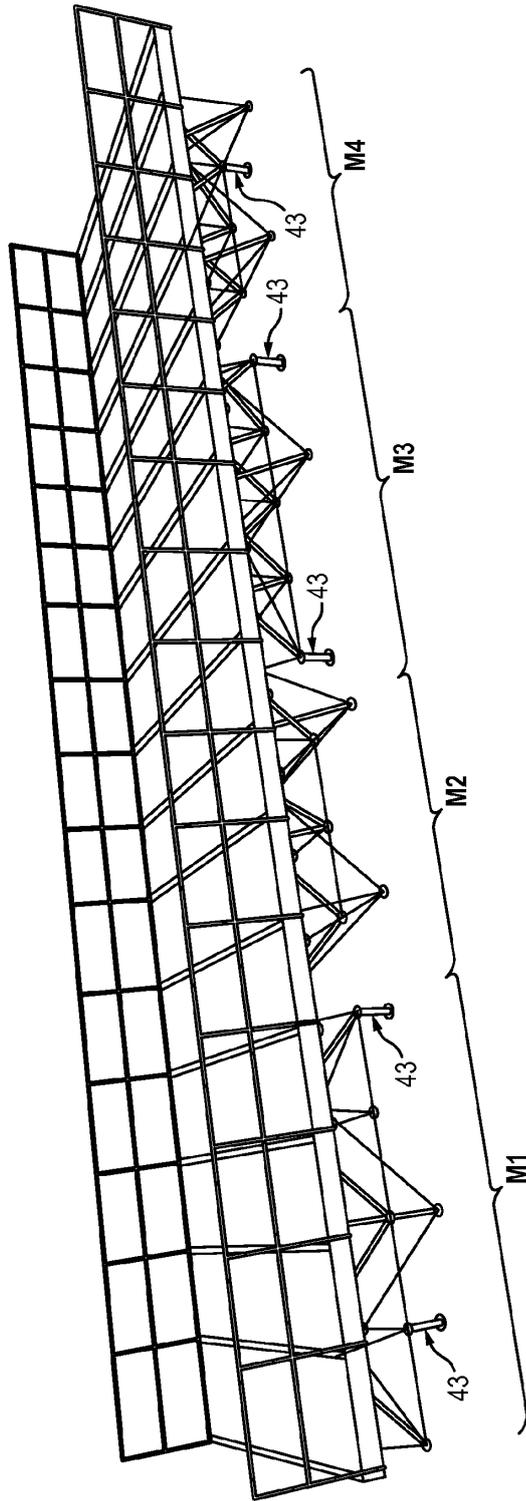


FIG. 13



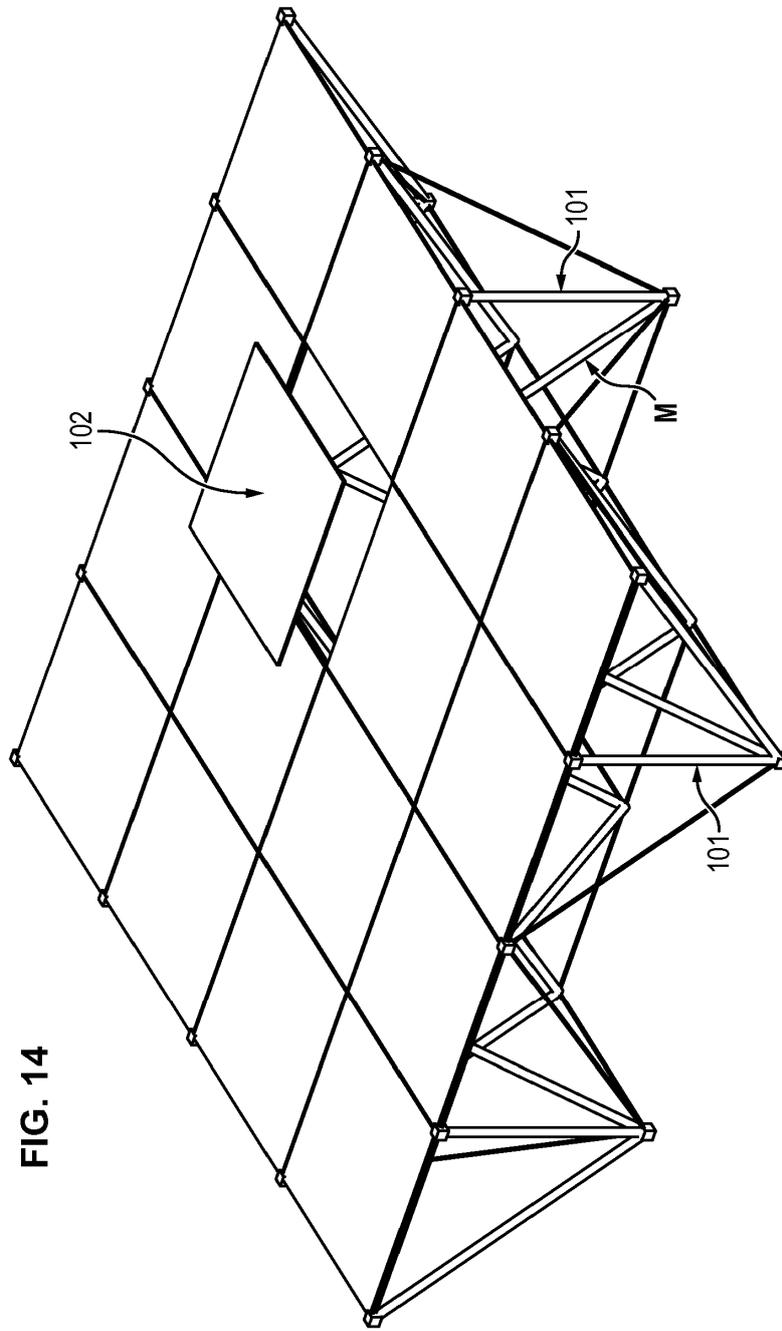


FIG. 14

FIG. 15

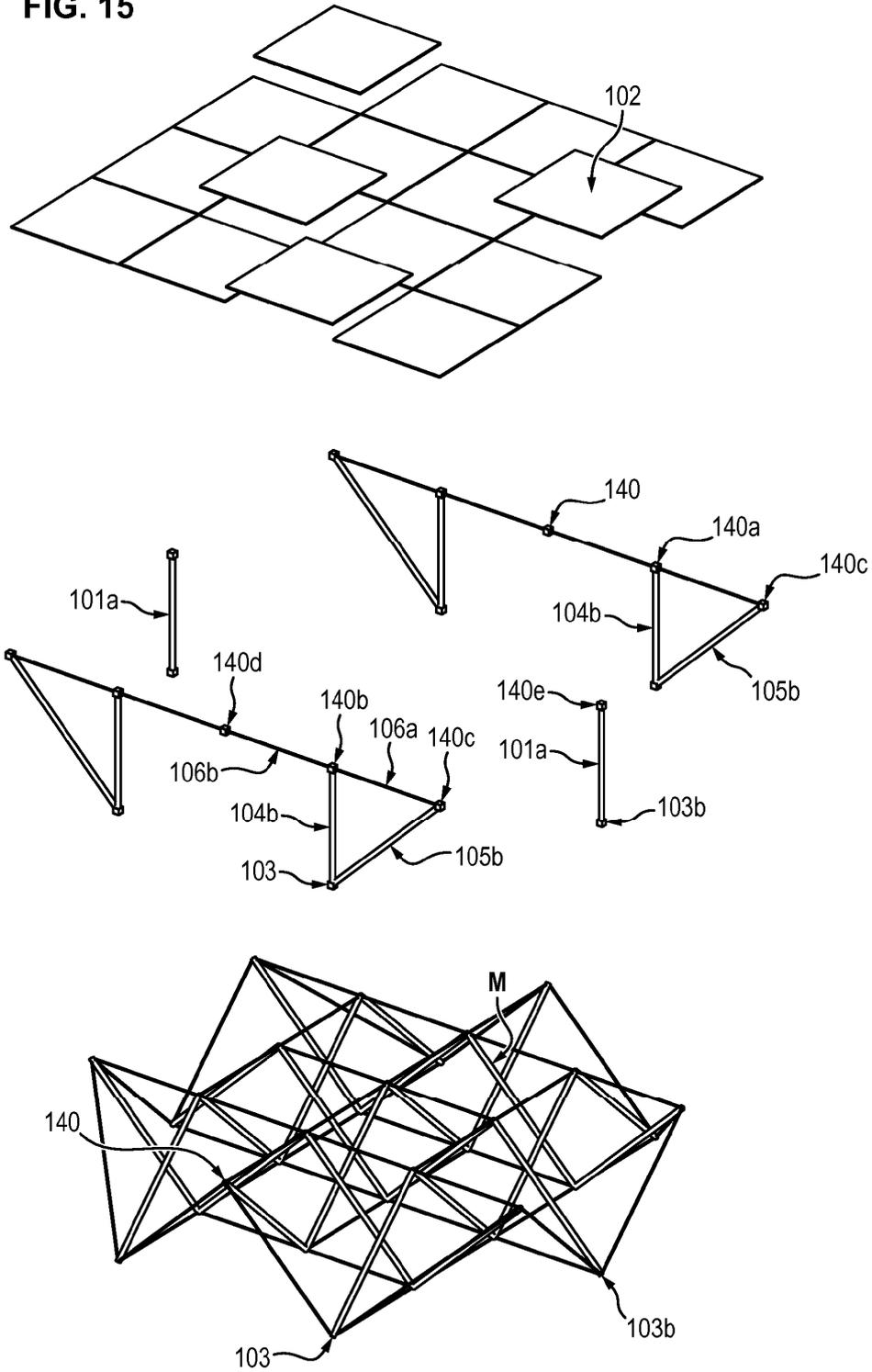
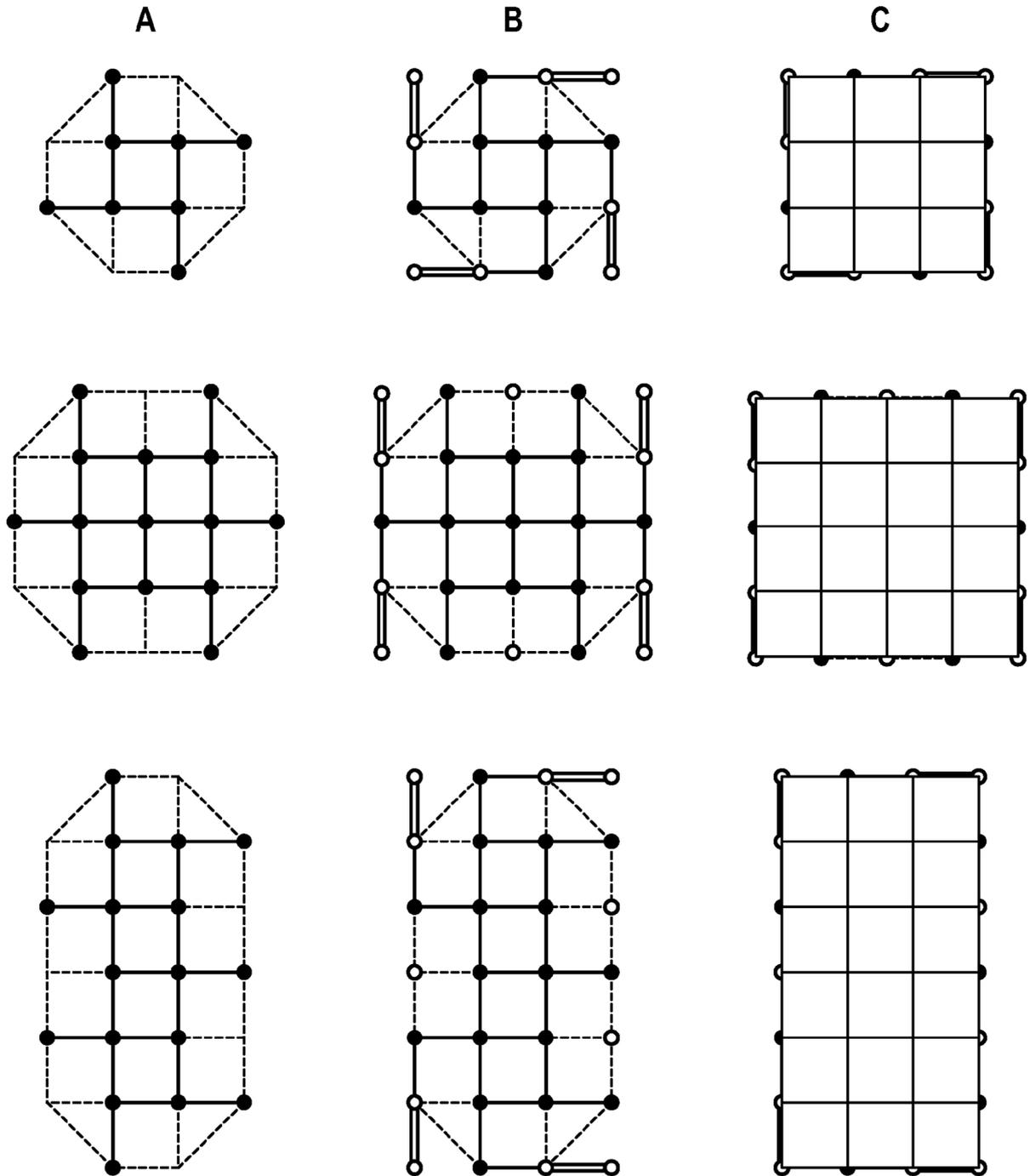
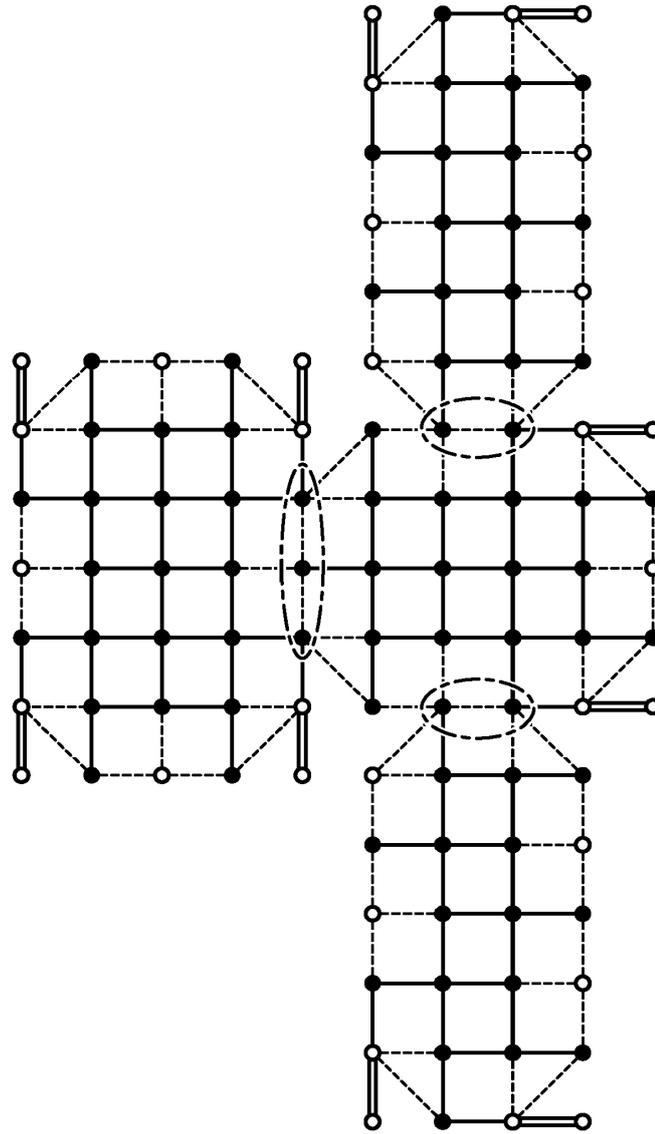


FIG. 16



Nudo superior ●
 Caballete sencillo (vertical) ○
 Caballete doble (en esquina) ════○

FIG. 17



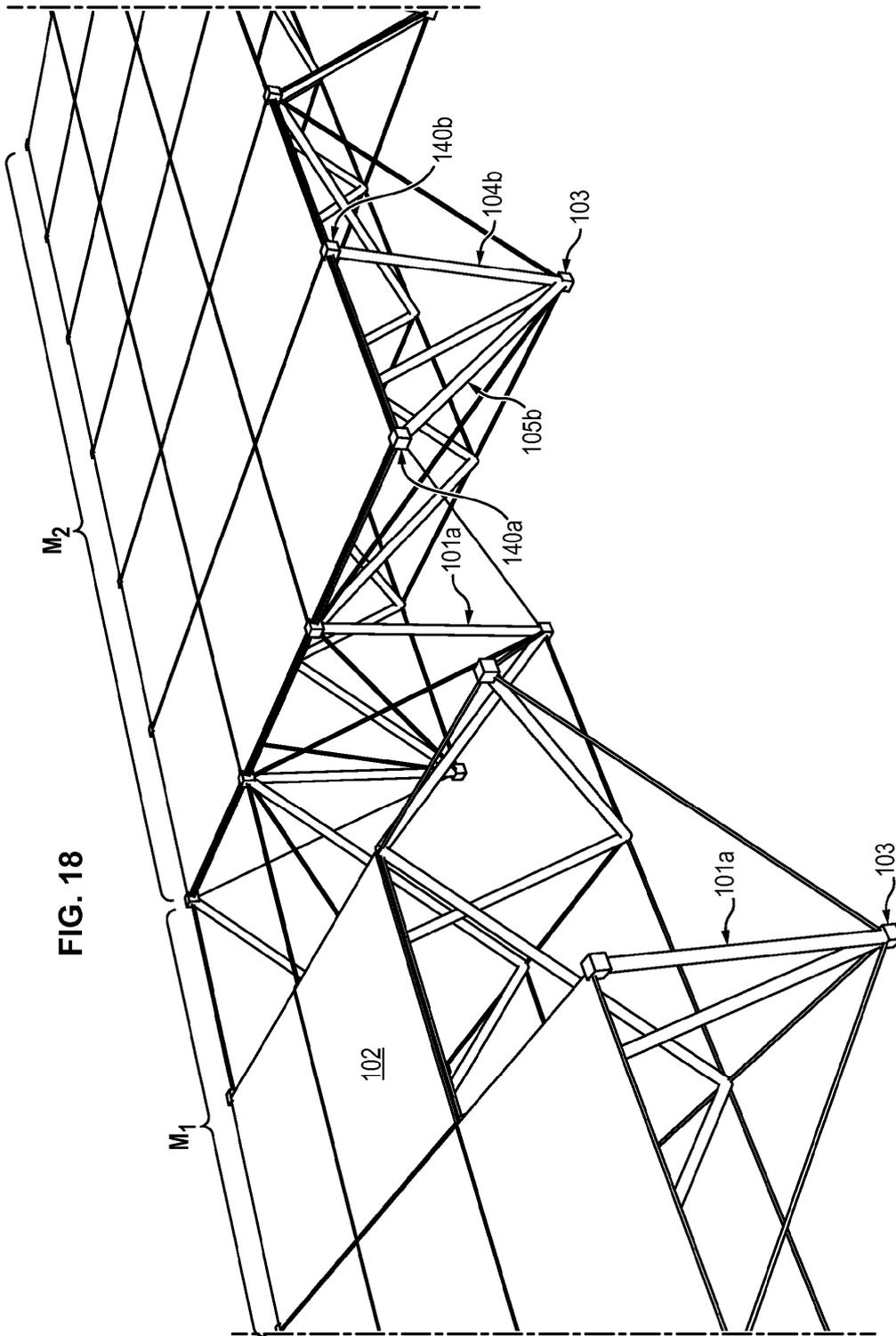


FIG. 18

FIG. 19

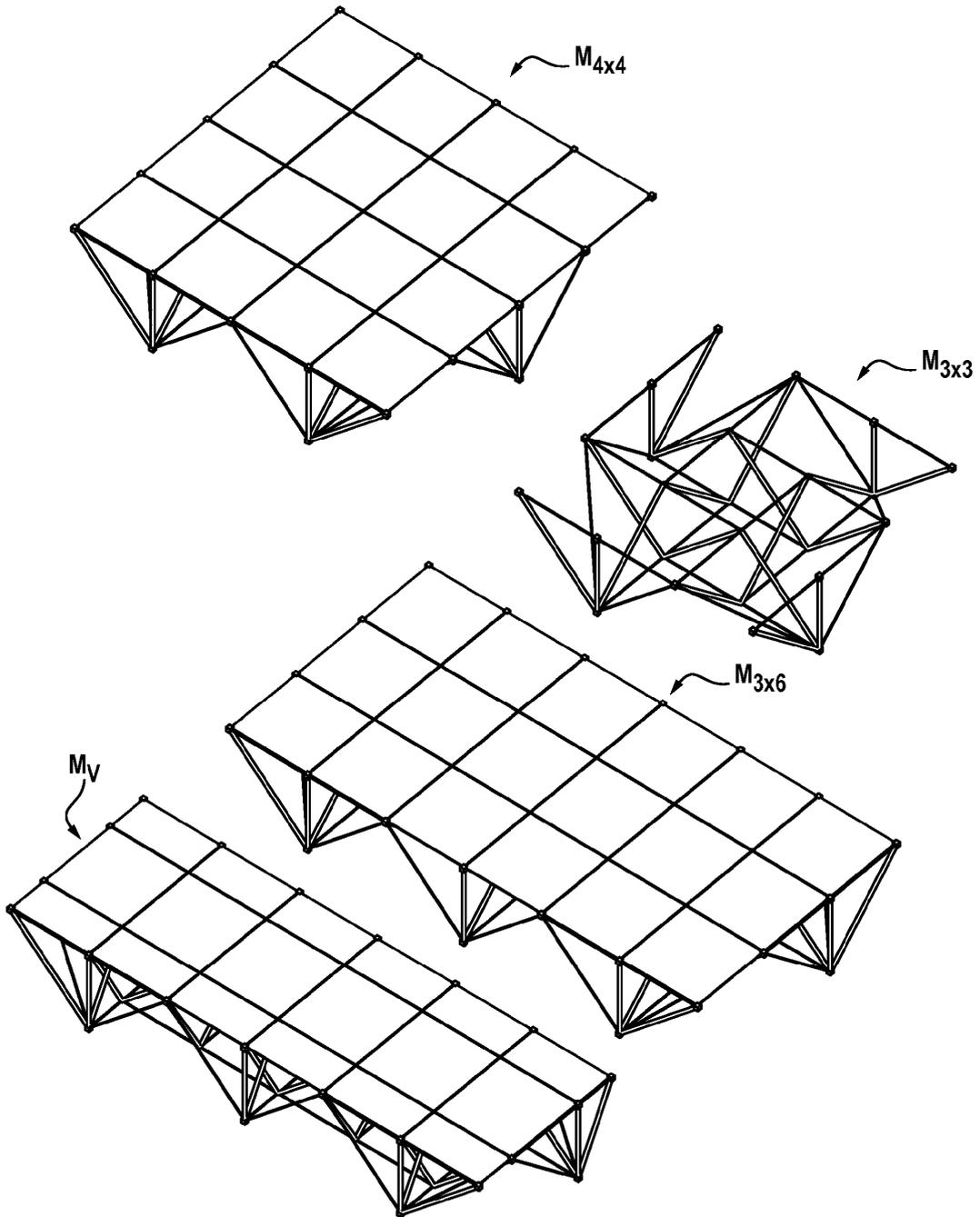


FIG. 20a

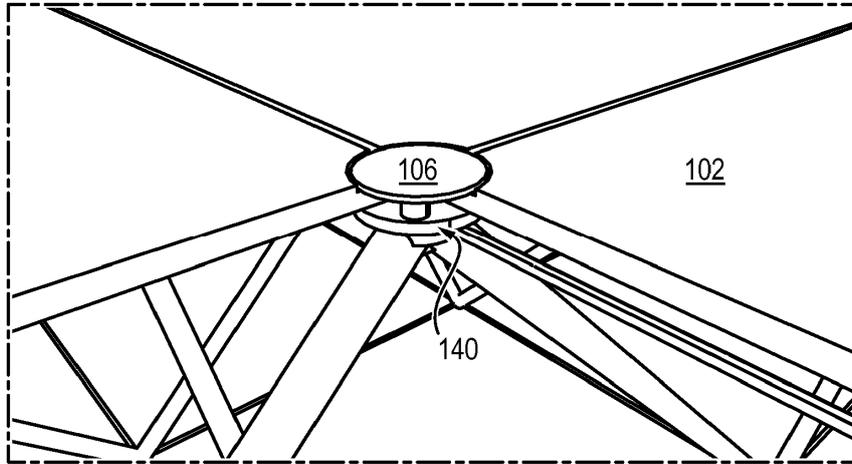


FIG. 20b

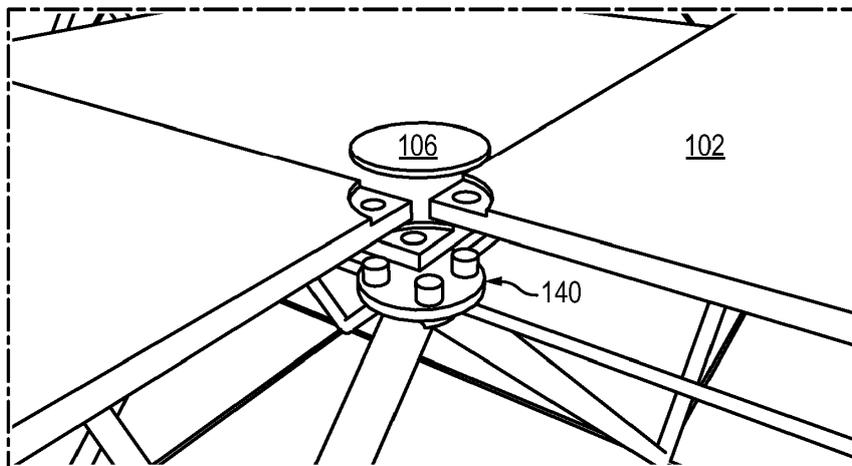


FIG. 21

