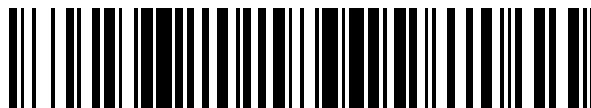


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 522 940**

21 Número de solicitud: 201390087

51 Int. Cl.:

F24J 2/14 (2006.01)

F24J 2/52 (2006.01)

12

SOLICITUD DE PATENTE

A2

22 Fecha de presentación:

19.04.2012

30 Prioridad:

19.04.2011 US 61/476,964

43 Fecha de publicación de la solicitud:

19.11.2014

71 Solicitantes:

**ABENGOA SOLAR INC. (100.0%)
1250 Simms Street
Lakewood, COLORADO 80401 US**

72 Inventor/es:

**EISINGER, Joseph;
MANNING, Kerry;
MARCOTTE, Patrick y
STEGALL, Nathan**

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

54 Título: **MÓDULO COLECTOR SOLAR Y MÉTODO DE MONTAJE.**

57 Resumen:

Módulo colector solar y método de montaje. En un aspecto, un módulo colector solar incluye un reflector y una malla estructural tridimensional que soporta el reflector. La malla estructural incluye un conjunto de formas estructurales primarias y un conjunto de miembros de malla axiales conectados entre las esquinas de las formas estructurales primarias que forman trayectorias helicoidales para la transmisión del par desde un extremo de la malla estructural al otro. En otro aspecto, un método para montar un módulo colector solar incluye una parte de premontaje del módulo.

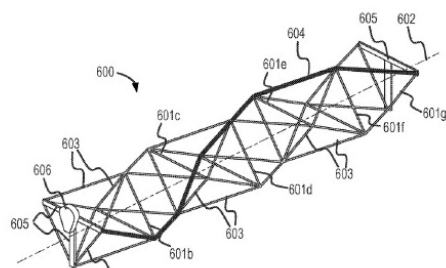


FIG. 6A

DESCRIPCIÓN

MÓDULO COLECTOR SOLAR Y MÉTODO DE MONTAJE

Antecedentes

El colector solar cilindro-parabólico es una tecnología de colectores bien conocida usada para las plantas de Energía Solar de Concentración (CSP). Como se muestra en la **figura 1**, una planta de este tipo emplea habitualmente una gran agrupación de reflectores de focalización de seguimiento solar que concentran la radiación solar entrante sobre un conducto tubular que contiene un fluido de trabajo. La radiación focalizada calienta el fluido de trabajo, por ejemplo un aceite u otro fluido. El fluido de trabajo calentado se canaliza hacia un lugar central en el que su energía térmica acumulada puede utilizarse en un motor térmico convencional, por ejemplo para generar vapor que acciona turbinas para producir potencia eléctrica. En otras aplicaciones, el fluido de trabajo calentado puede usarse directamente, por ejemplo cuando el fluido de trabajo es agua calentada para uso doméstico o comercial. Después de que se ha utilizado su energía térmica, el fluido de trabajo puede hacerse recircular a través de la agrupación de colectores para calentarse de nuevo.

Las agrupaciones de colectores pueden ser bastante grandes, abarcando varios kilómetros cuadrados e incluyendo miles de módulos colectores, tales como el módulo **101** mostrado en el diagrama simplificado de la figura 1. En la figura 1 se muestran varios módulos, cada uno de los cuales tiene una construcción similar. El campo o agrupación de colectores puede dividirse en circuitos paralelos, de manera que el fluido de trabajo no necesita hacerse circular a través de todo el campo de colectores antes de que se canalice al lugar central, pero en cambio puede hacerse pasar, por ejemplo, a través de una única hilera de unas pocas docenas de módulos durante cada ciclo de calentamiento. Son posibles muchas disposiciones de circuitos. Cada módulo incluye habitualmente un reflector **102** parabólico reforzado por un sistema **103** de malla o armazón en el lado posterior del reflector (lejos del sol). La malla añade rigidez al módulo. Los módulos se soportan habitualmente sobre pilares **104** que están situados entre los módulos.

Los módulos colectores se agrupan habitualmente en conjuntos de colectores solares giratorios (SCA) de varios módulos adyacentes cada uno, conectados en una hilera. Es decir, un SCA incluye habitualmente varios módulos colectores soportados por pilares en una disposición lineal, de manera que los módulos colectores en cada SCA pueden girar alrededor de un eje longitudinal. Para una eficacia de captación óptima, todos los módulos en un SCA giran preferentemente al unísono para seguir el sol durante el día. Cada SCA puede moverse por un mecanismo motriz (no mostrado) cerca del centro del SCA, en un

extremo del SCA, o en otro lugar dentro del SCA. Los módulos colectores en un SCA pueden acoplarse entre sí usando un conjunto de transferencia del par convencional que incluye un elemento (árbol) de torsión central para acoplar los módulos adyacentes. Como alternativa, los módulos adyacentes pueden acoplarse cerca de sus bordes o rebordes, de manera que el par se transmite entre los módulos principalmente por un par de fuerzas que actúan en el reborde y el eje de rotación, en lugar de por la torsión de un árbol central. Preferentemente, el acoplamiento entre los módulos se adapta a la expansión y contracción térmica del SCA. Puede encontrarse una mayor descripción de los sistemas y métodos para la transferencia del par “borde motriz” en la solicitud de patente de Estados Unidos 12/416.536 en trámite junto con la presente, presentada el 1 de abril de 2009 y titulada “Torque Transfer Between Trough Collector Modules” cuya divulgación completa se incorpora por la presente como referencia en el presente documento a todos los efectos.

Los módulos SCA transfieren el par desde al menos dos fuentes diferentes. En primer lugar, un mecanismo motriz situado cerca del centro de los SCA aplica directamente el par a aquellos módulos adyacentes al mecanismo motriz. Para el resto de los módulos en el SCA, el par se acopla desde un módulo al siguiente, de manera que todo el grupo de módulos en el SCA gira al unísono. En segundo lugar, las agrupaciones de módulos también están sometidas a la carga del viento, que puede ejercer fuerzas y pares muy grandes en la agrupación. La carga del viento en cada módulo se transmite al módulo adyacente. El par resultante puede ser más pequeño en los módulos terminales de un SCA, pero puede acumularse a través de los módulos en la hilera de SCA hasta que el mecanismo motriz debe resistir la carga de viento torsional acumulada de muchos módulos. El par aplicado total puede ser tan grande como cientos de miles de newton metros. Con el fin de mantener la puntería apropiada de la agrupación hacia el sol, el mecanismo motriz debe ser capaz de resistir y vencer el par resultante de la carga del viento, y el SCA debe ser lo bastante tenaz para que los módulos no se desvíen tanto del apuntamiento óptimo como para que su rendimiento de captación de energía se degrade significativamente. Aunque los pares son mayores cerca del mecanismo motriz, y los módulos adyacentes al mecanismo motriz deben resistir los pares más grandes, la desviación puede acumularse hacia el exterior del mecanismo motriz, y puede ser mayor en el extremo del SCA más alejado del mecanismo motriz.

Con el fin de lograr la tenacidad suficiente, el sistema **103** de malla o armazón debe diseñarse para soportar los pares esperados con una desviación aceptablemente pequeña. Además, el acoplamiento de dos o más dispositivos ópticamente precisos, tales como los

módulos de un SCA, requiere que el conjunto se fabrique con un grado relativamente alto de precisión para la captación de energía apropiada. Además, es deseable que cada módulo sea de peso ligero, fácil de montar, y de bajo coste. En gran parte, estos objetivos de diseño de competencia, tenacidad, precisión, peso ligero, facilidad de montaje y bajo coste, dependen del diseño de la parte de malla o armazón de los módulos colectores. En consecuencia, hay una necesidad de mejorar los diseños de malla para su uso en módulos colectores solares.

Debido a que la eficacia a lo largo del tiempo de los sistemas CSP depende considerablemente de cuánto tiempo puedan los reflectores estar expuestos a la luz solar, los sistemas CSP están situados normalmente en zonas de elevada luz solar, que también son normalmente entornos de altas temperaturas. Estos entornos son, a menudo, lugares desérticos de bajo coste que combinan las grandes cantidades de luz solar con grandes cantidades de espacio para situar muchos espejos desde los que captar energía solar.

Desafortunadamente, aunque los desiertos proporcionan excelentes entornos para la captación de energía solar, estos mismos entornos son normalmente perjudiciales para las estructuras físicas necesarias para hacerlo. Para captar una cantidad significativa de energía solar para los motores térmicos, son necesarias grandes áreas de superficie de espejos. El método más económico de proporcionar y colocar las grandes áreas de superficie de espejos requeridas es usar un menor número de paneles de espejos grandes en lugar de muchos paneles de espejos más pequeños. Sin embargo, a medida que el tamaño de los paneles de espejos aumenta, las tensiones físicas en estos paneles de espejos también aumenta, debido tanto al peso de los propios paneles de espejos más grandes, como a las estructuras necesarias para soportarlos. Los entornos de altas temperaturas también aumentan las tensiones físicas, y con el tiempo pueden distorsionar las formas cóncavas precisas de los espejos que son necesarias para lograr la máxima reflexión solar en los medios de captación.

Una estructura de malla mejorada proporcionaría una buena resistencia y tenacidad torsional, así como resistencia y tenacidad a la flexión, mientras que se utilice el material de manera eficaz.

Sumario

Las realizaciones de la invención se refieren a mejoras en el diseño y la construcción de módulos colectores solares de concentración. Los aspectos de la invención incluyen mejoras

en el diseño de una malla para un módulo colector solar, y en la unión de los miembros estructurales de la malla en los nodos.

De acuerdo con un aspecto, un módulo colector solar incluye una malla estructural tridimensional, en el que la malla estructural tridimensional incluye un conjunto de formas estructurales primarias separadas entre sí a lo largo de un eje longitudinal de la malla estructural. Cada forma estructural primaria incluye un conjunto de miembros de malla dispuestos en una forma poligonal. La malla estructural tridimensional también incluye un conjunto de miembros de malla axiales que unen las esquinas de las formas estructurales primarias adyacentes, de tal manera que los miembros de malla axiales forman trayectorias helicoidales para la transmisión del par desde un extremo longitudinal de la malla estructural al otro. El módulo colector solar incluye además un reflector acoplado a la malla estructural tridimensional y conformado para concentrar la radiación solar en un receptor. En algunas realizaciones, el módulo colector solar incluye una pluralidad de paneles compuestos, y cada panel compuesto puede soportarse en solo dos lugares separados entre sí. En algunas realizaciones, el reflector está en voladizo más allá de los bordes de la malla estructural tridimensional. El reflector puede tener la forma de un cilindro parabólico. En algunas realizaciones, el módulo colector solar incluye además una pluralidad de estructuras de soporte de reflector, coincidiendo cada estructura de soporte de reflector con un borde de una de las formas estructurales primarias respectivas. Las estructuras de soporte de reflector pueden coincidir con formas estructurales primarias alternas. En algunas realizaciones, el reflector comprende una pluralidad de paneles reflectores, siendo cada panel reflector cóncavo a lo largo de su anchura. En algunas realizaciones, el reflector comprende una pluralidad de paneles reflectores, siendo cada panel reflector cóncavo a lo largo de su longitud.

De acuerdo con otro aspecto, una malla estructural tridimensional incluye un conjunto de formas estructurales primarias separadas entre sí a lo largo de un eje longitudinal de la malla estructural. Cada forma estructural primaria incluye un conjunto de miembros de malla dispuestos en una forma poligonal. La malla estructural tridimensional incluye además un conjunto de miembros de malla axiales que unen las esquinas de las formas estructurales primarias adyacentes, de tal manera que los miembros de malla axiales forman trayectorias helicoidales para la transmisión del par desde un extremo longitudinal de la malla estructural al otro. En algunas realizaciones, cada forma estructural primaria comprende tres y solo tres miembros de malla. En algunas realizaciones, cada forma estructural primaria comprende cuatro y solo cuatro miembros de malla. En algunas realizaciones, cada forma estructural

primaria comprende cinco o más miembros de malla. Las formas estructurales primarias pueden ser formas poligonales regulares. Todas las formas estructurales primarias pueden ser idénticas. Todos los miembros en todas las formas estructurales primarias pueden ser idénticos. Todos los miembros axiales pueden ser idénticos. Todos los miembros en todas las formas estructurales primarias y todos los miembros axiales pueden ser idénticos. En algunas realizaciones, la malla estructural tridimensional incluye además un nudo en cada esquina de cada forma estructural primaria, y todos los miembros de malla que se encuentran en la esquina de cada forma estructural primaria respectiva se unen al nudo respectivo. En algunas realizaciones, al menos un nudo incluye una placa curvada que tiene una cara cóncava y que incluye características para conectar los miembros de malla axiales que se encuentran en el nudo, y una placa transversal fijada de manera transversal a la cara cóncava de la placa curvada y de manera transversal al eje longitudinal de la malla estructural, incluyendo la placa transversal características para conectar los miembros de malla de la forma estructural primaria respectiva que se encuentran en el nudo. Todos los nudos pueden ser idénticos. En algunas realizaciones, los extremos de, al menos, dos miembros de malla se forman en las pestañas, y los dos miembros de malla que tienen las pestañas se unen directamente usando las pestañas sin el uso de un nudo distinto. En algunas realizaciones, la malla estructural tridimensional incluye además elementos de fijación que unen las pestañas de los dos miembros de malla, en la que los elementos de fijación están en cortante simple. En algunas realizaciones, la malla estructural tridimensional incluye, además, elementos de fijación que unen las pestañas de los dos miembros de malla, en la que los elementos de fijación están en cortante doble. En algunas realizaciones, los extremos de todos los miembros de malla se forman en las pestañas, y las conexiones entre los miembros de malla se realizan conectando directamente las pestañas respectivas, sin el uso de un nudo distinto.

De acuerdo con otro aspecto, una conexión en un nodo de una malla estructural tridimensional incluye una placa curvada que tiene una cara cóncava y que incluye características para conectar los miembros de la malla estructural tridimensional, y una placa transversal fijada de manera transversal a la cara cóncava de la placa curvada y de manera transversal al eje de una curva en la placa curvada, incluyendo la placa transversal características para conectar los miembros de la malla estructural tridimensional. La conexión incluye, además, al menos dos miembros de malla conectados a la placa curvada, y al menos dos miembros de malla conectados a la placa transversal. La placa transversal puede soldarse a la placa curvada. En algunas realizaciones, la placa curvada define unos agujeros en los que se sujetan, remachan o atornillan los miembros de malla. En algunas

realizaciones, la placa transversal define unos agujeros en los que se sujetan, remachan o atornillan los miembros de malla.

De acuerdo con otro aspecto, una conexión en un nodo de una malla estructural tridimensional incluye al menos dos miembros de malla que tienen unos extremos que se encuentran en la conexión. Cada extremo de miembro de malla que se encuentra en la conexión se forma en una pestaña que tiene características de conexión, y las pestañas se conectan entre sí sin el uso de un nudo distinto. En algunas realizaciones, cada pestaña define al menos una abertura, y las pestañas se unen usando elementos de fijación dispuestos a través de las aberturas, seleccionándose los elementos de fijación a partir del grupo compuesto de pasadores, pernos, y remaches. Los elementos de fijación pueden estar en cortante doble. Los elementos de fijación pueden estar en cortante simple.

De acuerdo con otro aspecto, un método de montaje de un módulo colector solar incluye proporcionar una pluralidad de miembros de malla, proporcionar uno o más nudos, y premontar la pluralidad de miembros de malla y el uno o más nudos para formar un subconjunto. Cada conexión de uno de los miembros de malla a uno de los nudos solo usa un único elemento de fijación respectivo que permite la rotación relativa del miembro de malla respectivo y el nudo alrededor del elemento de fijación respectivo. El método incluye además la disposición de los miembros de malla en una configuración compacta que es más compacta que una configuración expandida en la que el subconjunto debe usarse en el módulo colector solar. La configuración compacta puede ser, en general, una configuración lineal. En algunas realizaciones, el método incluye además expandir el subconjunto en la configuración expandida en la que el subconjunto debe usarse en el módulo colector solar, y añadir elementos de fijación adicionales que sostienen los miembros de malla al uno o más nudos. El método puede incluir además unir el subconjunto con una pluralidad de subconjuntos similares para formar una malla estructural tridimensional. El método puede incluir además acoplar un reflector a la malla estructural tridimensional para concentrar la radiación solar en un receptor. La pluralidad de miembros de malla puede incluir al menos cuatro miembros de malla axiales. En algunas realizaciones, el premontaje de la pluralidad de miembros de malla y el uno o más nudos para formar un subconjunto incluye, para al menos un par de miembros axiales adyacentes en el subconjunto, acoplar los miembros del par respectivo al mismo nudo en un extremo, y a diferentes nudos en el otro extremo. En algunas realizaciones, el método incluye además proporcionar una pluralidad de miembros de malla transversales plegables, acoplar los miembros de malla transversales plegables, cada uno en una configuración plegada, entre los nudos adyacentes, y expandir el

subconjunto en la configuración en la que debe usarse en el módulo colector solar, mientras que se despliegan los miembros de malla transversales plegables hasta que cada uno de los miembros de malla transversales plegables está sustancialmente recto.

De acuerdo con otro aspecto, un subconjunto para su inclusión en una malla estructural tridimensional de un módulo colector solar incluye una pluralidad de miembros de malla y uno o más nudos. La pluralidad de miembros de malla y el uno o más nudos están interconectados, y cada conexión de uno de los miembros de malla a uno de los nudos solo usa un único elemento de fijación respectivo que permite la rotación relativa del miembro de malla respectivo y el nudo alrededor del elemento de fijación respectivo. El subconjunto está dispuesto en una configuración compacta que es más compacta que una configuración expandida en la que el subconjunto debe usarse en el módulo colector solar. La configuración compacta puede ser, en general, una configuración lineal. En algunas realizaciones, el subconjunto incluye al menos cuatro miembros axiales y, para al menos un par de miembros axiales adyacentes, los miembros del par respectivo se acoplan al mismo nudo en un extremo, y a nudos diferentes en el otro extremo.

Otras características y ventajas de la presente invención deberían ser evidentes a partir de la siguiente descripción de las realizaciones preferidas, que ilustran, a modo de ejemplo, los principios de la invención.

Breve descripción de los dibujos

La figura 1 representa una vista esquemática de una parte de una planta de energía solar de concentración.

La figura 2 ilustra una vista oblicua de una malla estructural tridimensional de acuerdo con unas realizaciones de la invención.

Las figuras 3A-3E ilustran los elementos de la malla estructural tridimensional de la figura 2 con más detalle.

Las figuras 4A y 4B ilustran vistas oblicuas y frontales de una malla estructural tridimensional de acuerdo con otras realizaciones.

Las figuras 5A y 5B ilustran un conector de nudo o de nodo de acuerdo con unas realizaciones.

Las figuras 6A-6E ilustran el uso de una malla estructural tridimensional en un módulo

colector solar, de acuerdo con unas realizaciones.

Las figuras 7A-7D ilustran una técnica para realizar conexiones entre los miembros de malla en los nodos de la malla estructural, de acuerdo con unas realizaciones.

La figura 8 muestra una vista oblicua de un reflector de acuerdo con unas realizaciones,
5 hecho de paneles reflectores que son cóncavos a lo largo de su longitud.

La figura 9 muestra una vista oblicua de un reflector de acuerdo con unas realizaciones, hecho de paneles reflectores que son cóncavos a lo largo de su anchura.

La figura 10 muestra la malla estructural tridimensional de la figura 6A, con una anotación añadida.

10 Las figuras 11A-11C ilustran un subconjunto de acuerdo con unas realizaciones de la invención.

Las figuras 12A-12D ilustran un subconjunto de acuerdo con otras realizaciones de la invención.

Las figuras 13A-13E ilustran un subconjunto de acuerdo con otras realizaciones de la
15 invención.

Descripción detallada

La **figura 2** ilustra una vista oblicua de una malla **200** estructural tridimensional de acuerdo con unas realizaciones de la invención. La malla **200** utiliza miembros de malla interconectados en una disposición que da a la malla una buena resistencia y tenacidad
20 torsional, así como resistencia y tenacidad a la flexión, mientras que utiliza el material de manera eficaz.

Para los fines de la presente divulgación, un miembro de malla es un elemento estructural alargado conectado entre dos nodos de la malla. Preferentemente, cada miembro es sustancialmente rígido, y está dimensionado para soportar las cargas de compresión y
25 tensión esperadas sin fluencia o pandeo. Cada miembro de malla también puede dimensionarse de manera que resista el alargamiento o compresión axial, de tal manera que la malla estructural tridimensional total pueda satisfacer sus objetivos de rendimiento para la tenacidad torsional y a la flexión. En algunas realizaciones, los miembros de malla también pueden soportar cargas de flexión. Los elementos de malla pueden interconectarse en los

5 nodos de la malla usando dispositivos denominados conectores de nudo o de nodo. Los miembros de malla pueden hacerse de cualquier material adecuado, por ejemplo de acero, aluminio, otros metales, aleaciones metálicas, o materiales compuestos. Los miembros de malla pueden ser tubulares, por ejemplo de forma transversal redonda o rectangular, pueden hacerse de formas tales como ángulos, secciones en C, o secciones en I, o pueden ser de otras formas. Los miembros de malla pueden ser monolíticos, o pueden fabricarse, por ejemplo, incluyendo elementos conectores que faciliten las transiciones entre los miembros de malla y los nudos.

10 La malla **200** estructural tridimensional incluye un conjunto de formas **201a-201d** estructurales primarias separadas entre sí a lo largo de un eje **202** longitudinal de la malla **200** estructural. En el ejemplo de la figura 2, cada forma **201a-201d** estructural primaria incluye cuatro miembros de malla dispuestos en un cuadrado, aunque en otras realizaciones, las formas estructurales primarias pueden ser de otras formas poligonales. Por ejemplo, las formas **201a-201d** estructurales primarias pueden ser triangulares, pueden tener cinco lados, u otro número de lados. En algunas realizaciones, la formas poligonales son polígonos regulares idénticos, aunque en otras realizaciones, las formas estructurales primarias pueden no ser todas idénticas, y pueden no ser polígonos regulares.

20 También puede variarse el número de formas estructurales primarias, según las necesidades. Aunque se muestran cuatro formas **201a-201d** estructurales primarias en la malla **200** estructural tridimensional, pueden utilizarse más o menos formas estructurales primarias.

25 En la malla **200** estructural tridimensional ejemplar, se hace girar cada una de las formas **201a-201d** estructurales primarias alrededor del eje **202** longitudinal por 45 grados con respecto a la formas estructurales primarias axialmente adyacentes. Pueden usarse otros ángulos de rotación. Los miembros **203** de malla axiales (solo algunos de los cuales están numerados en la figura 2) unen las esquinas de las formas **201a-201d** estructurales primarias. Por ejemplo, desde cada esquina de la forma **201a** estructural primaria, dos miembros **203** de malla axiales se extienden hacia las dos esquinas más cercanas de la forma **201b** estructural primaria. De manera similar, desde cada esquina de la forma **201b** estructural, dos miembros **203** de malla axiales se extienden hacia las dos esquinas más cercanas de la forma **201c** estructural primaria, y así sucesivamente. Por lo tanto, los miembros **203** de malla axiales forman ocho trayectorias de transferencia del par helicoidales a lo largo de la longitud de la malla **200** estructural tridimensional. Una de las trayectorias **204** helicoidales se destaca en la figura 2. La mitad de las trayectorias

helicoidales formadas por los miembros **203** de malla axiales continúa con una curvatura hacia la derecha, y la mitad continúa con una curvatura hacia la izquierda. Las trayectorias helicoidales combinadas forman una estructura muy eficaz para transmitir el par desde un extremo de la malla **200** estructural tridimensional al otro. Los miembros de malla de las formas **201a-201d** estructurales primarias mantienen el espaciado de los miembros **203** de malla axiales. Por lo tanto, la malla **200** estructural tridimensional tiene atributos similares a un tubo, que es una forma muy eficaz para transmitir el par.

Las figuras 3A-3E ilustran los elementos de la malla **200** estructural tridimensional con más detalle. En la **figura 3A**, las formas **201a-201d** estructurales primarias se muestran en aislamiento, separadas entre sí a lo largo del eje **202** longitudinal de la malla **200** estructural. Aunque las formas **201a-201d** estructurales primarias se muestran como espaciadas por igual, esto no es un requisito. La **figura 3B** muestra una vista frontal de las formas **201a** y **201b** estructurales primarias, que ilustra que la forma **201b** estructural primaria se hace girar con respecto a la forma **201a** estructural primaria.

La **figura 3C** ilustra dos miembros **203** de malla axiales que se extienden desde una esquina de la forma **201a** estructural primaria a las esquinas más cercanas de la forma **201b** estructural primaria. La **figura 3D** es una vista frontal de la disposición de la figura 3C. La **figura 3E** ilustra una vista frontal de la malla **200** estructural tridimensional ejemplar, con todos los miembros **203** de malla axiales como se ilustra en la figura 2 en su lugar. (No todos los miembros **203** de malla axiales están marcados en la figura 3E).

En algunas realizaciones, la disposición de la malla estructural tridimensional permite una eficacia logística y de fabricación. En los diseños de armazón de mallas espaciales anteriores, se han usado miembros de malla de formas y tamaños muy diferentes, y se han usado diferentes nudos en diferentes nodos en la malla espacial. El gran número de piezas únicas resultante ha dado como resultado la complejidad del montaje de malla y de la logística de adquisición y fabricación de piezas. De acuerdo con algunas realizaciones de la invención, todos los miembros de malla usados en las formas estructurales primarias pueden ser idénticos, de tal manera que el número de piezas únicas en la malla **200** estructural tridimensional se reduce en comparación con un armazón de malla espacial tradicional. Además, todos los miembros **203** de malla axiales pueden ser idénticos entre sí. En algunas realizaciones, todos los miembros de malla, incluyendo tanto los miembros de malla axiales como los miembros de malla utilizados en las formas estructurales primarias, son idénticos, de tal manera que solo se usa una configuración de miembro de malla en toda la malla estructural tridimensional. En algunas realizaciones, todos los nudos utilizados en

toda la malla estructural tridimensional también son idénticos.

Las **figuras 4A y 4B** ilustran vistas oblicuas y frontales de una malla **400** estructural tridimensional, de acuerdo con otras realizaciones. La malla **400** estructural tridimensional utiliza unas formas **401a-401d** estructurales primarias triangulares, separadas entre sí a lo largo de un eje **402** longitudinal. Los miembros **403** de malla axiales forman seis trayectorias helicoidales a lo largo de la malla para la transmisión del par. También pueden usarse formas estructurales primarias que tengan otro número de miembros.

Las figuras **5A y 5B** ilustran un conector **500** de nudo o de nodo de acuerdo con unas realizaciones, que puede usarse para interconectar los miembros de una malla estructural tridimensional tal como la malla **400**. El nudo **500** ejemplar incluye una placa **501** curvada que tiene una cara **502** cóncava. La placa **501** curvada se curva a lo largo de una curva **503**, que tiene un eje **504**. Una placa **505** transversal está fijada a la cara **502** cóncava de la placa **501** curvada, transversal al eje **504** de la curva **503**. Tanto la placa **502** curvada como la placa **505** transversal incluyen características para conectar los miembros de malla. En el nudo **500** ejemplar, las placas definen unos agujeros **506** (solo algunos de los cuales están marcados), que pueden usarse para conectar los miembros de malla, por ejemplo usando pasadores, remaches, o pernos. También pueden preverse otros tipos de características y métodos de conexión. La placa **505** transversal puede fijarse a la placa **501** curvada por cualquier medio adecuado, por ejemplo soldando a lo largo de las líneas **507** de soldadura.

La figura 5B ilustra las conexiones de seis miembros **508-513** de malla al nudo **500**. Los miembros **508 y 509** de malla pueden ser miembros de una forma estructural primaria, por ejemplo, la forma **401b** estructural primaria de la malla **400** estructural tridimensional. Los miembros **510, 511, 512, y 513** de malla son miembros de malla axiales, tales como algunos de los miembros **403** axiales de la malla **400** estructural tridimensional. Aunque no se muestran elementos de fijación en la figura 5B, los miembros **508-513** de malla pueden sujetarse, remacharse, atornillarse, o fijarse de otro modo al nudo **500**. El nudo **500** ejemplar puede ser especialmente adecuado para una malla estructural tridimensional que tenga formas estructurales primarias triangulares, pero pueden construirse nudos similares para mallas que tengan formas estructurales primarias con otro número de miembros. En algunas realizaciones, todos los nudos en la malla son idénticos, pero esto no es un requisito.

Una malla estructural tridimensional como se ha descrito anteriormente es especialmente adecuada para usar en un módulo colector solar de concentración. Puede requerirse que cada módulo de un colector solar de concentración soporte y transmita pares significativos

con una desviación torsional limitada, con el fin de mantener la alineación de los módulos en un conjunto de colector solar, y también puede requerirse que resista la flexión con el fin de mantener un enfoque apropiado de la radiación solar reflejada sobre un tubo receptor.

Las figuras 6A-6E ilustran el uso de una malla **600** estructural tridimensional en un módulo colector solar, de acuerdo con unas realizaciones. En este ejemplo, como se muestra en la **figura 6A**, la malla **600** estructural tridimensional utiliza siete formas **601a-601g** estructurales primarias, cada una de las cuales es triangular. Las formas **601a-601g** estructurales primarias están separadas entre sí a lo largo de un eje **602** longitudinal de la malla **600** estructural tridimensional, y están conectadas por los miembros **603** de malla axiales, de los cuales solo unos pocos están marcados en la figura 6A. Una de las seis trayectorias **604** de transferencia del par helicoidales formadas por los miembros **603** de malla axiales se destaca en la figura 6A. Puede proporcionarse un refuerzo **605** adicional en cada extremo de la malla **600** estructural tridimensional, para montar la malla **600** estructural en los cojinetes **606** y para ayudar en la transferencia del par entre los módulos adyacentes. Los cojinetes **606** permiten que el módulo gire alrededor de un eje para seguir el sol. El eje de rotación definido por los cojinetes **606** no necesita ser el mismo que el eje longitudinal de la malla **600** estructural tridimensional, pero puede colocarse cerca de un centro de masa del módulo colector solar completado.

La **figura 6B** ilustra la malla **600** estructural tridimensional con elementos adicionales de un módulo colector solar en su posición. Un tubo **607** receptor está soportado por los soportes **608a-608c** de receptor, que están acoplados, a su vez, a la malla **600** estructural tridimensional, por ejemplo en las formas **601** estructurales primarias. El tubo **607** receptor se coloca, preferentemente, en o cerca de una línea focal de un reflector, y recibe la radiación solar concentrada reflejada por el reflector.

La **figura 6C** ilustra la malla **600** estructural tridimensional con el tubo receptor y los soportes de receptor como se muestra en la figura 6B, y también con cuatro estructuras **609a-609d** de soporte de reflector añadidas. En este ejemplo, se usan cuatro estructuras de soporte de reflector, que coinciden con las formas **601a**, **601c**, **601e** y **601g** primarias estructurales alternas (cada dos). Las estructuras **609a-609d** de soporte de reflector pueden montarse por separado, y a continuación acoplarse a la malla **600** estructural tridimensional. Esta forma de construcción modular del módulo colector solar puede separar de manera más eficaz la función de soporte de espejo del módulo de la función de transmisión del par del módulo, en comparación con los diseños de malla espacial tradicionales, y por lo tanto puede facilitar el desarrollo y el refinamiento del producto, como los cambios en el diseño

que pueden hacerse o a la malla **600** estructural tridimensional o a las estructuras **609a-609d** de soporte de reflector sin afectar al otro, siempre que las conexiones entre la malla **600** estructural y las estructuras **609a-609d** de soporte de reflector permanezcan en sus posiciones fijadas.

- 5 La **figura 6D** muestra la adición de unas correas **610a-610d** a las estructuras **609a-609d** de soporte de reflector. Las correas pueden facilitar el montaje de un reflector en el módulo.

La **figura 6E** ilustra la adición de un reflector **611** al módulo colector solar. El reflector **611** está acoplado a la malla **600** estructural tridimensional por las correas **610a-610d** y las estructuras **609a-609d** de soporte de reflector. El reflector **611** está conformado para
 10 concentrar la radiación solar sobre el tubo 607 receptor. El reflector **611** puede comprender segmentos que forman colectivamente el reflector **611**, por ejemplo paneles de espejos compuestos. Un panel de espejos compuesto ejemplar puede incluir un componente estructural tal como una espuma de poliisocianurato, nido de abeja de polipropileno, u otro componente estructural intercalado entre láminas exteriores hechas de metal, fibra de vidrio,
 15 u otro material adecuado, con una superficie reflectante aplicada a una cara del panel. Pueden emplearse otras técnicas y materiales en la construcción de paneles compuestos. En algunas realizaciones, cada panel de espejos compuesto puede soportarse en solo dos lugares separados entre sí, por ejemplo, en las correas **610a y 610b**, o en las correas **610c-610d**. Los paneles de espejos compuestos pueden estar en voladizo más allá de los bordes
 20 de la malla estructural tridimensional, como se muestra en figura la 6E.

Las figuras 7A-7D ilustran otra técnica para hacer conexiones entre los miembros de malla en los nodos de la malla estructural. La técnica de las figuras 7A-7D no requiere el uso de conectores de nudo o de nodo, y por lo tanto puede reducir significativamente el número de piezas requeridas para construir la malla estructural.

- 25 En la **figura 7A**, los miembros **701 y 702** de malla son miembros de una de las formas estructurales primarias de la malla, y otros miembros **703-706** de malla son miembros de malla axiales. El extremo de cada uno de los miembros **701-706** de malla que se encuentra en el nodo representado está formado, por ejemplo por prensado o estampación, en una pestaña. Por ejemplo, el extremo del miembro **705** de malla axial se ha prensado para
 30 formar una pestaña **707**. En este ejemplo, la pestaña **707** incluye dos partes **708 y 709** planas, en ángulo la una con respecto a la otra, para facilitar la unión de la pestaña **707** con pestañas similares en otros miembros de malla. Cada una de las caras **708 y 709** define un par de aberturas **710**, colocadas para acoplarse con aberturas similares en las pestañas de

otros miembros de malla cuando la malla está montada apropiadamente. Por ejemplo, los miembros de malla pueden unirse usando pasadores, pernos, remaches, u otros elementos de fijación a través de las aberturas **710**. (Los elementos de fijación no se muestran en la figura 7A). También pueden preverse otros métodos de unión de los miembros de malla, por ejemplo, la soldadura directa.

La **figura 7B** ilustra el nodo de la figura 7A, desde un ángulo inverso. Las pestañas de los miembros **701-706** de malla ejemplares se colocan adyacentes entre sí y se conectan con cualquier pasador, perno, o remache en cortante simple. La **figura 7C** ilustra otra realización ejemplar, en la que los extremos de los miembros de malla se forman en pestañas que tienen dos partes separadas entre sí. Una parte de una pestaña de un miembro de malla se ajusta entre las partes de otra pestaña de miembro de malla, de manera que los pasadores, pernos o remaches que unen los dos miembros se colocan en cortante doble. Por ejemplo, como puede observarse en la figura 7C, una parte de una pestaña **711** de un miembro de malla se ajusta entre las partes de una pestaña **712** de otro miembro de malla, y viceversa, en el lugar **713**. Esta disposición puede dar como resultado una junta más fuerte. La **figura 7D** ilustra otro ejemplo de un miembro de malla que tiene una pestaña **714** que incluye dos partes **715a y 715b** separadas entre sí.

En otras realizaciones, se proporciona un reflector compuesto. El reflector puede ser para un sistema de energía solar de concentración (CSP), en el que el reflector puede redirigirse a, y concentrar energía solar en, un receptor. El reflector puede ser la totalidad de, una mera subparte de, cualquier reflector específico en el sistema.

En las realizaciones en las que el reflector es una subparte de un reflector en el CSP, el reflector puede ser cóncavo a lo largo de su longitud. De esta manera, tales reflectores pueden crear un reflector total más grande cuando se disponen de lado a lado. Puede disponerse otro conjunto de reflectores de lado a lado por encima o por debajo de tal conjunto para crear un reflector total aún más grande. La **figura 8** ilustra una vista oblicua de un reflector **860** de acuerdo con una realización, en la que el reflector está compuesto por unos paneles **800** reflectores que son cóncavos a lo largo de su longitud.

En otras realizaciones en las que el reflector es una subparte de un reflector en el CSP, el reflector puede ser cóncavo a lo largo de su anchura. De esta manera, tales reflectores, cuando se disponen de lado a lado, pueden crear un reflector total más grande. La **figura 9** ilustra una vista oblicua de un reflector **900** de acuerdo con una realización, en la que el reflector está compuesto por unos paneles **910** reflectores que son cóncavos a lo largo de

su longitud.

Una malla estructural de acuerdo con unas realizaciones de la invención, por ejemplo, una malla estructural como se ilustra en la figura 2, la figura 4A, o la figura 6A, puede facilitar una producción determinada y la eficacia del montaje. Algunas de las mismas se explicarán a continuación en el contexto de la malla **600** estructural tridimensional, que, para facilitar la referencia, se ilustra de nuevo en la **figura 10**. La malla **600** estructural tridimensional incluye siete formas **601a-601g** estructurales primarias, cada de las cuales es triangular. Las formas **601a-601g** estructurales primarias están separadas entre sí a lo largo de un eje **602** longitudinal de la malla **600** estructural tridimensional, y están conectadas por los miembros **603** de malla axiales, solo unos pocos de los cuales están marcados en la figura 6A.

Puede concebirse que la malla **600** estructural tridimensional incluya seis “celdas” **1001a-1001f**, extendiéndose cada celda desde una de las formas **601a-601g** estructurales primarias a la siguiente. Haciendo referencia a las celdas **1001c** y **1001d**, estas celdas están formadas en parte por los miembros **603** de malla axiales que se extienden desde las tres esquinas de la forma **601d** estructural primaria triangular. Por ejemplo, las partes superiores de las celdas **1001c** y **1001d** están formadas por los cuatro miembros de malla axiales marcados colectivamente como **1002**, que se encuentran en el nodo **1003**. El resto del exterior de las celdas **1001c** y **1001d** está formado por los cuatro miembros de malla axiales que se encuentran en el nodo **1004** y los cuatro miembros de malla axiales que se encuentran en el nodo **1005**, para un total de 12 miembros de malla axiales. (Cuando se usen formas estructurales primarias distintas de triángulos, se necesitarán más miembros de malla axiales para definir una celda. Por ejemplo, cuando las formas estructurales primarias sean cuadrados, entonces se necesitarán 16 miembros de malla axiales para definir el exterior de dos celdas adyacentes.)

En algunas realizaciones, la malla **600** estructural tridimensional está diseñada de tal manera que todos los miembros **603** de malla axiales son idénticos entre sí, y de tal manera que los conectores de nudo o de nodo en todos los nodos (excepto posiblemente los nodos en los extremos de la malla **600** estructural tridimensional) son idénticos entre sí. Además, todos los miembros de malla que componen las formas **601b-601f** estructurales primarias (y, posiblemente, algunos de los miembros que componen las formas **601a** y **601g** estructurales primarias) pueden ser idénticos entre sí. Por lo tanto, la malla **600** estructural tridimensional puede incluir cuarenta y dos miembros **603** de malla axiales idénticos, diecinueve miembros de malla idénticos usados para componer las formas **601** estructurales primarias, y quince conectores de nodo idénticos en las esquinas de las formas **601b-601f**

estructurales primarias, de manera que la mayor parte de la malla **600** estructural tridimensional está compuesta de solo tres tipos de piezas únicas y los elementos de fijación usados para conectarlas. En una realización en la que los miembros **603** de malla axiales y los miembros de las formas **601a-601g** estructurales primarias son idénticos entre sí, la mayor parte de la malla **600** estructural tridimensional puede estar compuesta de sesenta y un miembros de malla idénticos y quince nudos idénticos.

En un aspecto, el hecho de que muchas piezas de la malla **600** estructural tridimensional sean idénticas significa que en una gran instalación en la que se usan muchos módulos colectores, los miembros estructurales individuales usados para montar las mallas estructurales tridimensionales de los módulos pueden fabricarse en volúmenes muy elevados, conduciendo a una eficacia productiva en la fabricación de los miembros de malla. Además, el bajo número de piezas únicas en la malla estructural tridimensional simplifica el control de inventario, el envío y otros aspectos de la adquisición de piezas.

En otro aspecto, las partes de la malla **600** estructural tridimensional pueden premontarse antes de enviarlas al lugar de trabajo en el que se instalarán los módulos colectores eventuales para su uso, tal como en una planta de energía solar de concentración. Por ejemplo, las partes de la malla **600** estructural tridimensional pueden montarse cerca del lugar en el que se fabrican los miembros de malla individuales y los conectores de nodo, o en un lugar intermedio. El premontaje de las partes de las mallas estructurales tridimensionales puede realizarse en interiores, de manera que al menos parte del montaje del módulo no es probable que se vea obstaculizado por el mal tiempo. El premontaje permite que el material se envíe al lugar de trabajo eventual en subconjuntos más grandes que si los miembros individuales se enviaran por separado, simplificando el manejo del material y reduciendo el riesgo de pérdida o extravío de piezas en el lugar de trabajo, que probablemente sea al aire libre.

En una técnica de premontaje, los conjuntos de cuatro o más miembros **603** de malla axiales, por ejemplo el conjunto marcado colectivamente como **1002** en la figura 10, puede premontarse parcialmente en su conector de nodo común. La **figura 11A** muestra cuatro miembros de malla axiales, marcados como **1101a-1101d**, montados en un nudo **1102**, que es similar al nudo **500** mostrado en la figura 5A. Los miembros **1101a-1101d** de malla premontados y el nudo **1102** forman un subconjunto **1100**. La **figura 11B** muestra una vista ampliada del área de la figura 11A que incluye el nudo **1102** y las conexiones de los miembros **1101a-1101d** de malla axiales al nudo **1102**. En el subconjunto **1100**, cada uno de los miembros **1101a-1101d** de malla axiales se acopla al nudo **1102** usando un solo

remache respectivo u otro elemento **1103a-1103d** de fijación adecuado. Preferentemente, el subconjunto **1100** está dispuesto en una configuración de envío compacta para el envío al lugar de trabajo. En la configuración de envío, los miembros incluidos en el subconjunto **1100** están dispuestos de manera más compacta que en la malla estructural tridimensional completada. Por ejemplo, en la disposición de la figura 11A, los miembros **1101a-1101d** de malla axiales están dispuestos en una configuración, en general, lineal.

Con la aplicación de un par moderado, los miembros **1101a-1101d** de malla axiales pueden girar alrededor de los remaches **1103a-1103d** respectivos, de manera que el subconjunto **1100** pueda expandirse a la configuración en la que se usará en la malla **600** estructural tridimensional, como se muestra en la **figura 11C**. Los remaches u otros elementos de fijación pueden colocarse, a continuación, en los otros agujeros en los extremos de los miembros **1101a-1101d** de malla axiales, añadiendo resistencia y rigidez al subconjunto.

Una vez que se han expandido los subconjuntos premontados, pueden unirse entre sí en el lugar de trabajo usando nudos y remaches adicionales u otros elementos de fijación, y pueden acoplarse los miembros de malla que forman las formas **601b-601f** estructurales primarias. Puede acoplarse cualquier miembro de extremo único, para completar la malla estructural tridimensional, y puede acoplarse un reflector a la malla estructural tridimensional para completar un módulo colector solar.

Aunque el subconjunto **1100** incluye solo cuatro miembros de malla axiales conectados a un nudo para formar un subconjunto de, aproximadamente, el doble de la longitud de los miembros **1101a-1101d** de malla axiales, pueden usarse subconjuntos más grandes o más pequeños. Por ejemplo, podrían conectarse solo uno o dos miembros de malla axiales a un nudo para formar un subconjunto. O podrían acoplarse nudos y miembros de malla axiales adicionales a los extremos de alguno o de todos los miembros **1101a-1101d** de malla axiales, para formar un subconjunto más largo, sometido solo a la funcionalidad de envío del subconjunto resultante.

Las figuras 12A-12D ilustran otro ejemplo de la parte de premontaje de la malla **600** estructural tridimensional. En este ejemplo, todos los miembros de malla axiales necesarios para dos celdas de la malla **600** estructural tridimensional se montan en los nudos que forman un subconjunto **1200**. En este ejemplo, doce miembros **1201a-1201i** de malla axiales se montan usando nueve nudos **1202a-1202i**. En el subconjunto **1200**, cada par adyacente de miembros de malla axiales está acoplado al mismo nudo en un extremo, y a nudos diferentes en el extremo opuesto. Por ejemplo, los dos miembros **1201a** y **1201b** axiales

adyacentes están acoplados al nudo **1202b** en un extremo, pero el miembro **1201a** axial está acoplado al nudo **1202f** en el otro extremo, mientras que el miembro **1201b** axial está acoplado al otro nudo **1202d**. De manera similar, los dos miembros **1201b** y **1201e** axiales adyacentes están acoplados al nudo **1202d** en un extremo, pero en el otro extremo, el miembro **1201b** axial está acoplado al nudo **1202b** mientras que el elemento **1201e** axial está acoplado al nudo **1202a**.

Como en el ejemplo anterior, solo se usa un remache u otro elemento de fijación adecuado en cada extremo de cada uno de los miembros **1201a-1201i** de malla axiales. Esto permite que los miembros de malla axiales y los nudos se sometan a la rotación relativa alrededor de los elementos de fijación, para comprimir el subconjunto en la disposición compacta generalmente lineal de la **figura 12A**, y también para expandir el subconjunto **1200** como se indica por las flechas **1203a-1203c**. A medida que se expande el subconjunto **1200**, sus extremos se acercan entre sí, como se indica por las flechas **1204a** y **1204b**.

La **figura 12B** muestra una vista ampliada de una parte de la figura 12A, que ilustra unos remaches únicos que acoplan los miembros de malla axiales a los nudos **1202d-1202f**. (No todos los remaches son visibles en la figura 12B).

La **figura 12C** muestra el subconjunto **1200** en su estado totalmente expandido, en la configuración en la que debe usarse en la malla estructural tridimensional eventual. Las líneas discontinuas en la figura 12C ilustran dónde deberán colocarse las formas estructurales primarias para completar la parte de dos celdas de la malla **600** estructural tridimensional. La **figura 12D** muestra el subconjunto **1200** con las formas **1205a-1205c** estructurales primarias en su lugar. Los remaches u otros elementos de fijación deberían colocarse, a continuación, en todos los agujeros de acoplamiento en los que se unen los miembros de malla y los nudos.

A continuación, pueden conectarse entre sí múltiples subconjuntos similares usando miembros de malla axiales adicionales, y cualquier miembro de extremo único añadido, para completar la malla **600** estructural tridimensional. A continuación, puede acoplarse un reflector a la malla estructural tridimensional, para completar un módulo colector solar como se ha descrito anteriormente.

Pueden formarse subconjuntos de otros tamaños. Por ejemplo, podría hacerse un subconjunto para formar solo una única celda de la malla **600** estructural tridimensional omitiendo los miembros **1201c**, **1201d**, **1201g**, **1201h**, **1201k** y **1201i** de malla axiales, y los

nudos **1202g**, **1202h**, y **1202i** del subconjunto **1200**. En la **figura 13A** se muestra un subconjunto **1300** formado de esta manera. En el subconjunto **1300**, seis miembros de malla axiales se acoplan, como se ha descrito anteriormente, a seis nudos **1301a-1301f**.

Puede facilitarse la expansión y el montaje posterior de un subconjunto de este tipo usando los miembros de malla transversales plegables, como se muestra en la **figura 13B**. En la figura 13B, los miembros **1302a-1302f** de malla transversales plegables se han conectado entre los nudos adyacentes. Cada uno de los miembros de malla transversales plegables incluye dos partes abisagradas entre sí.

Una vez acoplados a los nudos, los miembros **1302a-1302f** de malla transversales plegables pueden desplegarse, mientras que los miembros de malla axiales se separan unos de otros, como se muestra en las **figuras 13C y 13D** que ilustran las etapas progresivas en el despliegue del subconjunto **1300**. Una vez que los miembros **1302a-1302f** de malla transversales plegables se enderezan, forman las formas estructurales primarias de la celda que se está montando, y son transversales al eje de la malla estructural tridimensional eventual. A continuación, los miembros transversales plegables pueden fijarse en sus configuraciones rectas y poner en su lugar los elementos de fijación adicionales para fijar completamente los miembros de malla axiales a los nudos, completando de este modo la celda. Pueden formarse otras celdas de una manera similar, y unirse entre sí para formar una malla estructural tridimensional tal como la malla **600** estructural tridimensional. Puede añadirse un reflector para completar un módulo colector solar.

La presente invención se ha descrito anteriormente en términos de las realizaciones preferidas en la actualidad, de manera que pueda transmitirse una comprensión de la presente invención. Hay, sin embargo, muchas configuraciones para sistemas colectores que no se han descrito específicamente en el presente documento, pero con las que es aplicable la presente invención. Por lo tanto, la presente invención no debe verse como limitada a las realizaciones específicas descritas en el presente documento, sino más bien, debe entenderse que la presente invención tiene una amplia aplicabilidad con respecto a los sistemas colectores en general. Todas las modificaciones, variaciones, o disposiciones e implementaciones equivalentes que están dentro del alcance de las reivindicaciones adjuntas deben considerarse, por lo tanto, dentro del alcance de la invención.

REIVINDICACIONES

1. Un módulo colector solar, que comprende:

una malla estructural tridimensional, en el que la malla estructural tridimensional incluye un conjunto de formas estructurales primarias separadas entre sí a lo largo de un eje longitudinal de la malla estructural y giradas alrededor de este eje con respecto a las formas estructurales primarias axialmente adyacentes, incluyendo cada forma estructural primaria un conjunto de miembros de malla dispuestos en una forma poligonal, y en el que la malla estructural tridimensional también incluye un conjunto de miembros de malla axiales que unen las esquinas de las formas estructurales primarias adyacentes, de manera que los miembros de malla axiales forman trayectorias helicoidales para la transmisión del par desde un extremo longitudinal de la malla estructural al otro; y

un reflector acoplado a la malla estructural tridimensional y conformado para concentrar la radiación solar sobre un receptor.

2. El módulo colector solar de la reivindicación 1, en el que el reflector comprende una pluralidad de paneles compuestos.

3. El módulo colector solar de la reivindicación 2, en el que cada panel compuesto se soporta en solo dos lugares separados entre sí.

4. El módulo colector solar de la reivindicación 1, en el que el reflector está en voladizo más allá de los bordes de la malla estructural tridimensional.

5. El módulo colector solar de la reivindicación 1, en el que el reflector tiene la forma de un cilindro parabólico.

6. El módulo colector solar de la reivindicación 1, que comprende además una pluralidad de estructuras de soporte de reflector, coincidiendo cada estructura de soporte de reflector con un borde respectivo de la forma estructural primaria.

7. El módulo colector solar de la reivindicación 6, en el que las estructuras de soporte de reflector coinciden con formas estructurales primarias alternas.

8. El módulo colector solar de la reivindicación 1, en el que el reflector comprende una pluralidad de paneles reflectores, siendo cada panel reflector cóncavo a lo largo de su anchura.

9. El módulo colector solar de la reivindicación 1, en el que el reflector comprende una pluralidad de paneles reflectores, siendo cada panel de reflector cóncavo a lo largo de su longitud.
- 5 10. El módulo colector solar de la reivindicación 1, en el que cada forma estructural primaria comprende tres y solo tres miembros de malla.
11. El módulo colector solar de la reivindicación 1, en el que cada forma estructural primaria comprende cuatro y solo cuatro miembros de malla.
12. El módulo colector solar de la reivindicación 1, en el que cada forma estructural primaria comprende cinco o más miembros de malla.
- 10 13. El módulo colector solar de la reivindicación 1, en el que las formas estructurales primarias son formas poligonales regulares.
14. El módulo colector solar de la reivindicación 1, en el que todas las formas estructurales primarias son idénticas.
- 15 15. El módulo colector solar de la reivindicación 1, en el que todos los miembros en todas las formas estructurales primarias son idénticos.
16. El módulo colector solar de la reivindicación 1, en el que todos los miembros axiales son idénticos.
17. El módulo colector solar de la reivindicación 1, en el que todos los miembros en todas las formas estructurales primarias y todos los miembros axiales son idénticos.
- 20 18. El módulo colector solar de la reivindicación 1, que comprende además un nudo en cada esquina de cada forma estructural primaria, en el que todos los miembros de malla que se encuentran en cada esquina de forma estructural primaria respectiva se unen al nudo respectivo.
- 25 19. El módulo colector solar de la reivindicación 18, en el que al menos un nudo comprende:
una placa curvada que tiene una cara cóncava y que incluye características para conectar los miembros de malla axiales que se encuentran en el nudo; y
una placa transversal fijada de manera transversal a la cara cóncava de la placa curvada y de manera transversal al eje longitudinal de la malla estructural, incluyendo la placa

transversal características para conectar los miembros de malla de las formas estructurales primarias respectivas que se encuentran en el nudo.

20. El módulo colector solar de la reivindicación 18, en el que todos los nudos son idénticos.

5 21. El módulo colector solar de la reivindicación 1, en el que los extremos de al menos dos miembros de malla se forman en las pestañas, y los dos miembros de malla que tienen las pestañas se unen directamente usando las pestañas sin el uso de un nudo distinto.

22. El módulo colector solar de la reivindicación 21, que comprende además elementos de fijación que unen las pestañas de los dos miembros de malla, en el que los elementos de fijación están en cortante simple.

10 23. El módulo colector solar de la reivindicación 21, que comprende además elementos de fijación que unen las pestañas de los dos miembros de malla, en el que los elementos de fijación están en cortante doble.

15 24. El módulo colector solar de la reivindicación 21, en el que los extremos de todos los miembros de malla se forman en las pestañas, y las conexiones entre los miembros de malla se realizan conectando directamente las pestañas respectivas, sin el uso de un nudo distinto.

25. Un método de montaje de un módulo colector solar de acuerdo con la reivindicación 18, comprendiendo el método:

proporcionar una pluralidad de miembros de malla;

20 proporcionar uno o más nudos;

premontar la pluralidad de miembros de malla y el uno o más nudos para formar un subconjunto, en el que cada conexión de uno de los miembros de malla a uno de los nudos solo usa un único elemento de fijación respectivo que permite la rotación relativa del miembro de malla respectivo y el nudo alrededor del elemento de fijación respectivo; y

25 disponer los miembros de malla en una configuración compacta que sea más compacta que una configuración expandida en la que debe usarse el subconjunto en el módulo colector solar.

26. El método de la reivindicación 25, en el que la configuración compacta es, en general, una configuración lineal.

27. El método de la reivindicación 25, que comprende además:

expandir el subconjunto en la configuración expandida en la que debe usarse el subconjunto en el módulo colector solar; y

añadir elementos de fijación adicionales que sostengan los miembros de malla al uno o más nudos.

28. El método de la reivindicación 27, que comprende además:

unir el subconjunto con una pluralidad de subconjuntos similares para formar una malla estructural tridimensional.

29. El método de la reivindicación 28, que comprende además:

acoplar un reflector a la malla estructural tridimensional.

30. El método de la reivindicación 25, en el que la pluralidad de miembros de malla incluye al menos cuatro miembros de malla axiales.

31. El método de la reivindicación 30, en el que el premontaje de la pluralidad de miembros de malla y el uno o más nudos para formar un subconjunto comprende, para al menos un par de miembros axiales adyacentes en el subconjunto, acoplar los miembros del par respectivo al mismo nudo en un extremo, y a nudos diferentes en el otro extremo.

32. El método de la reivindicación 31, que comprende además:

proporcionar una pluralidad de miembros de malla transversales plegables;

acoplar los miembros de malla transversales plegables, cada uno en una configuración plegada, entre los nudos adyacentes; y

expandir el subconjunto en la configuración en la que debe usarse en el módulo colector solar, mientras que se despliegan los miembros de malla transversales plegables hasta que cada uno de los miembros de malla transversales plegables está sustancialmente recto.

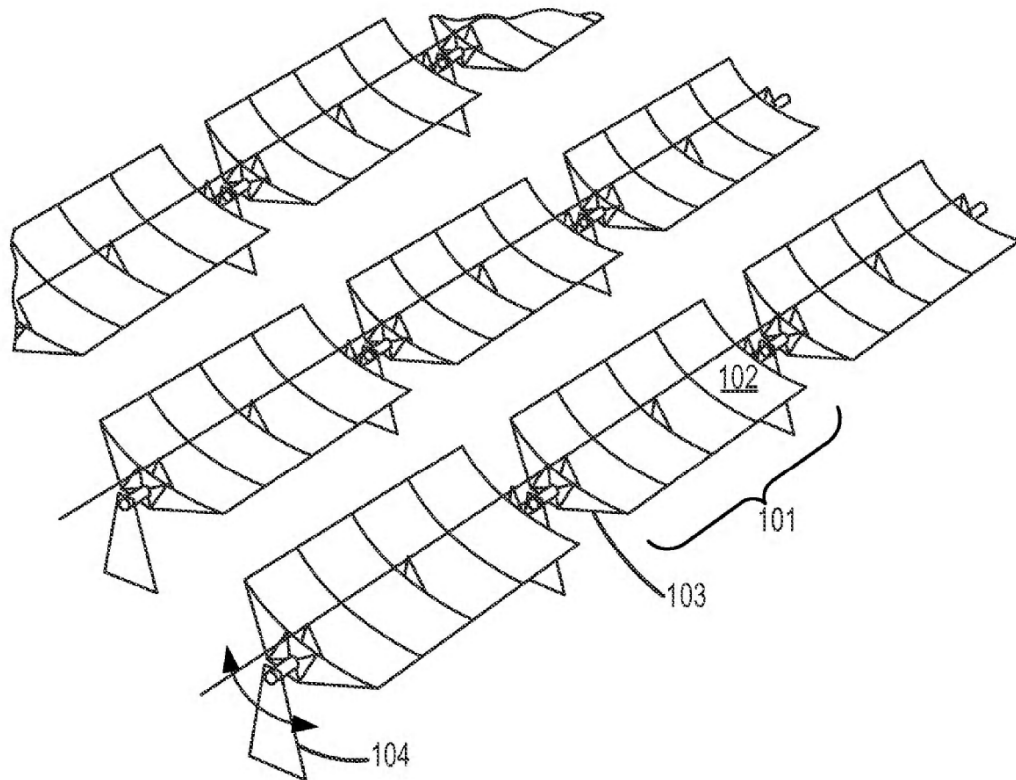
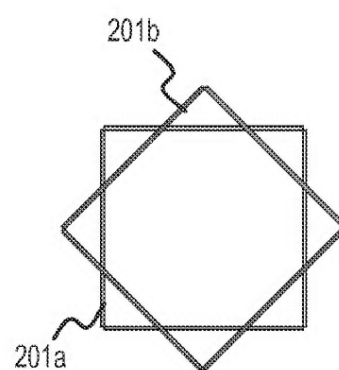
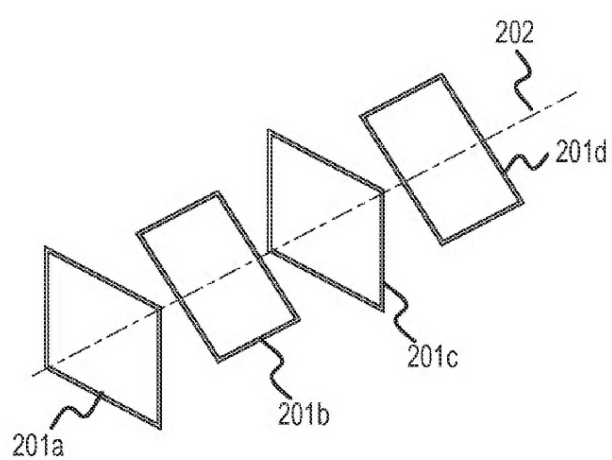
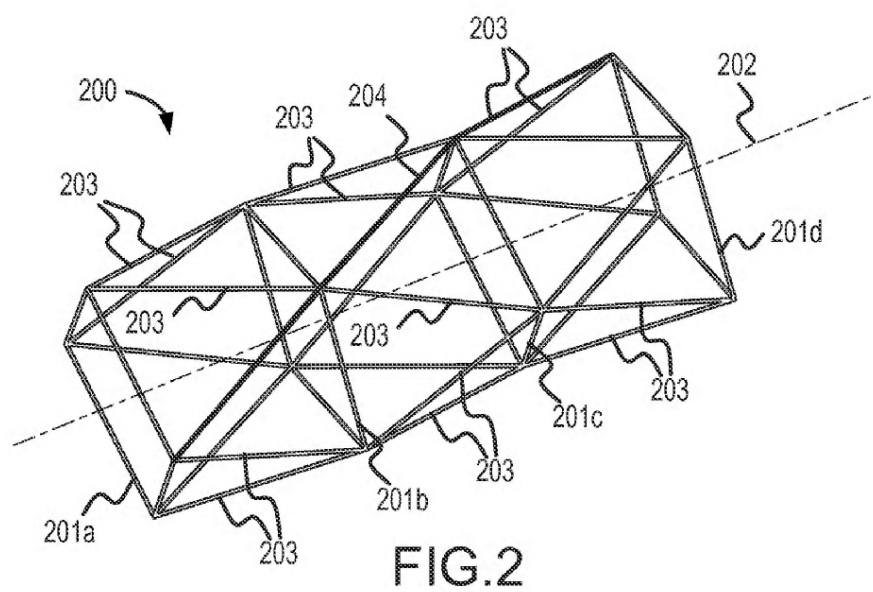
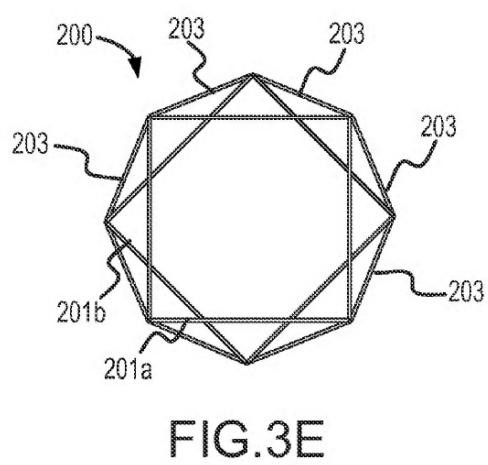
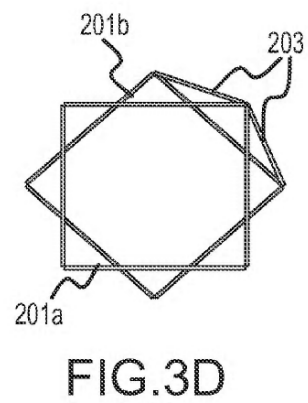
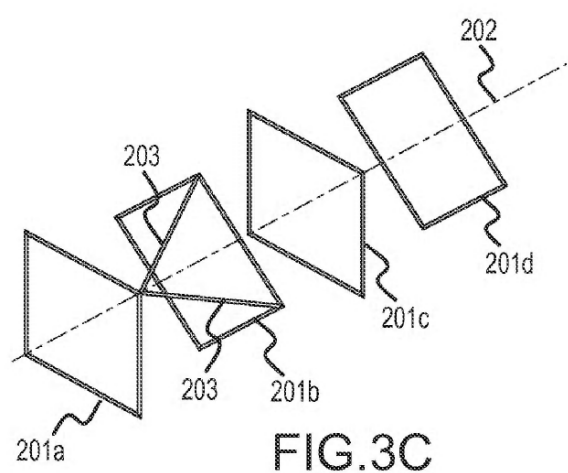


FIG.1

TÉCNICA ANTERIOR





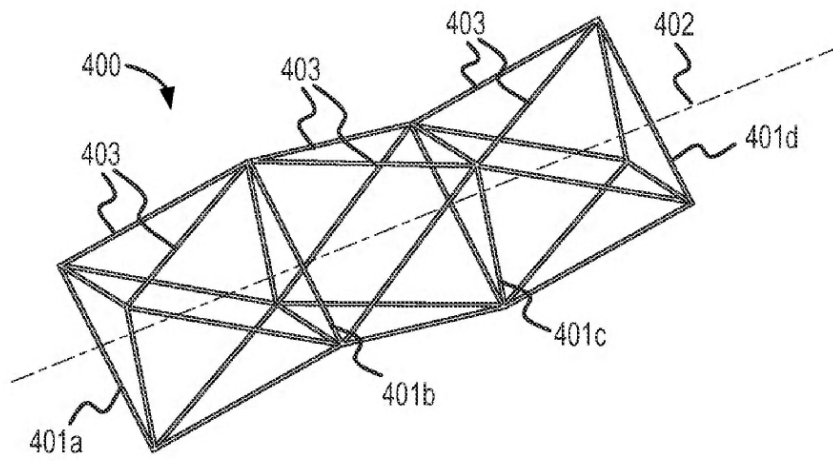


FIG. 4A

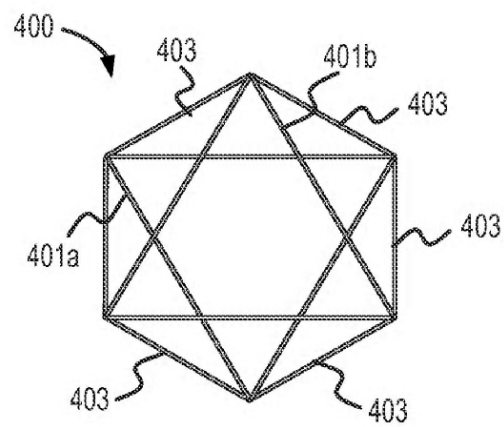


FIG. 4B

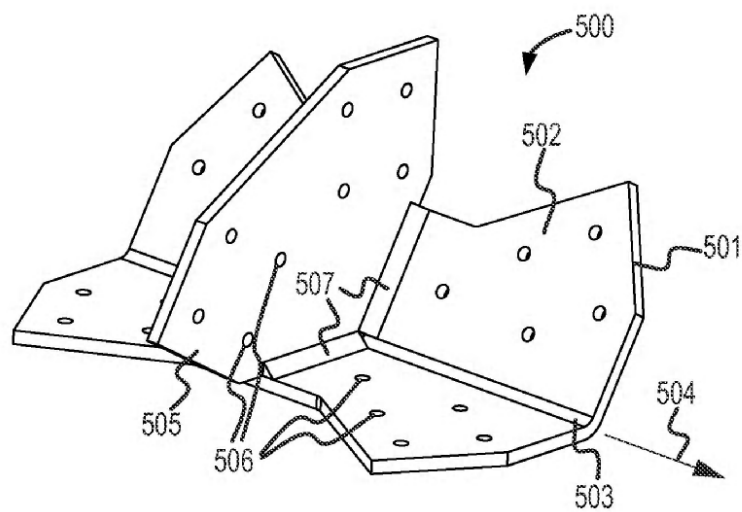


FIG. 5A

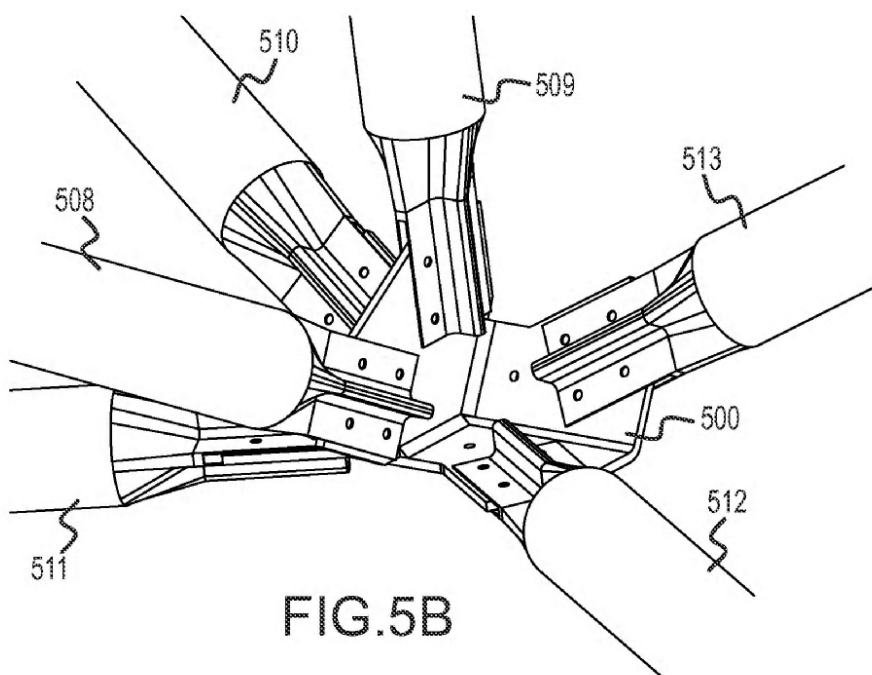
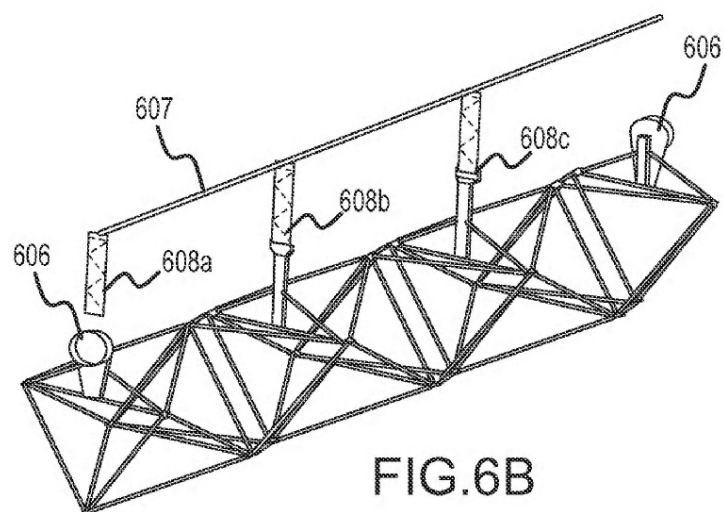
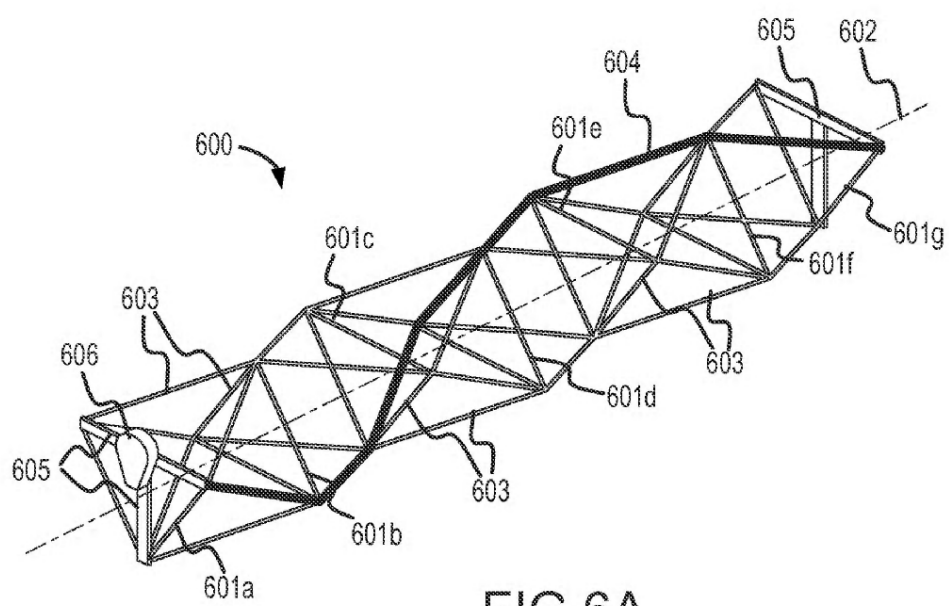
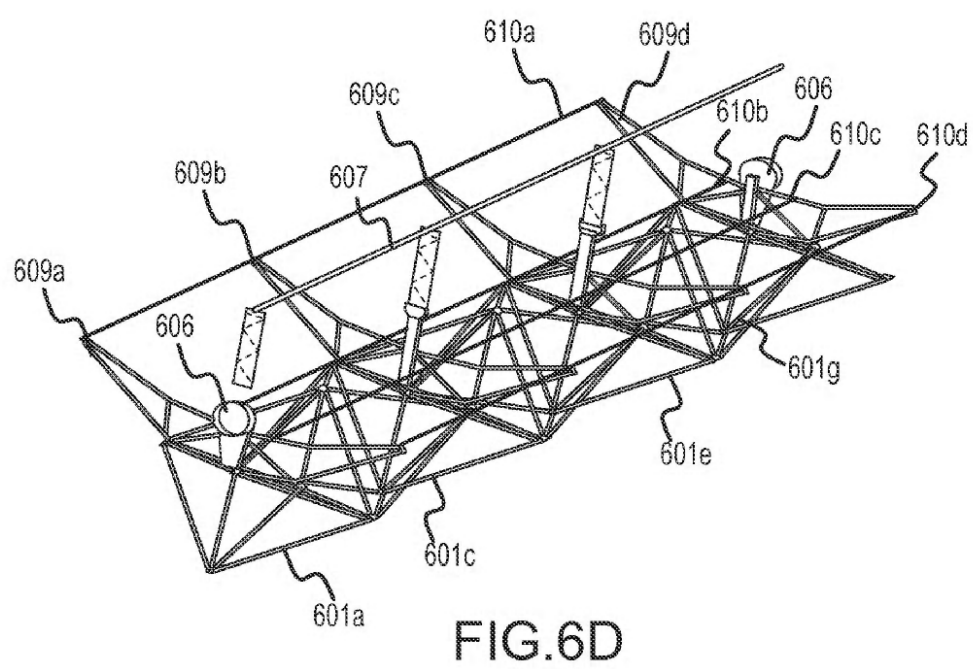
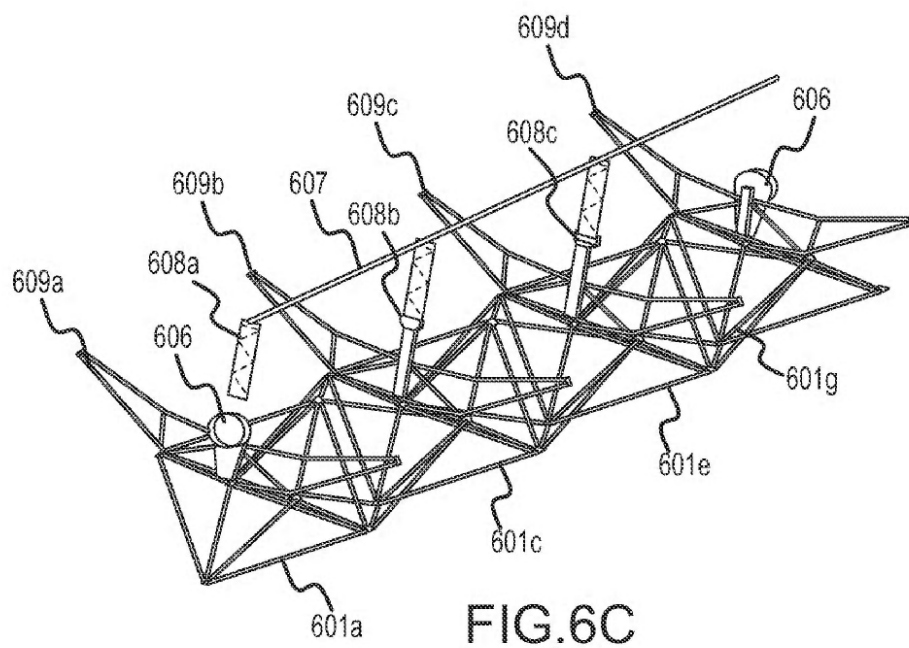


FIG. 5B





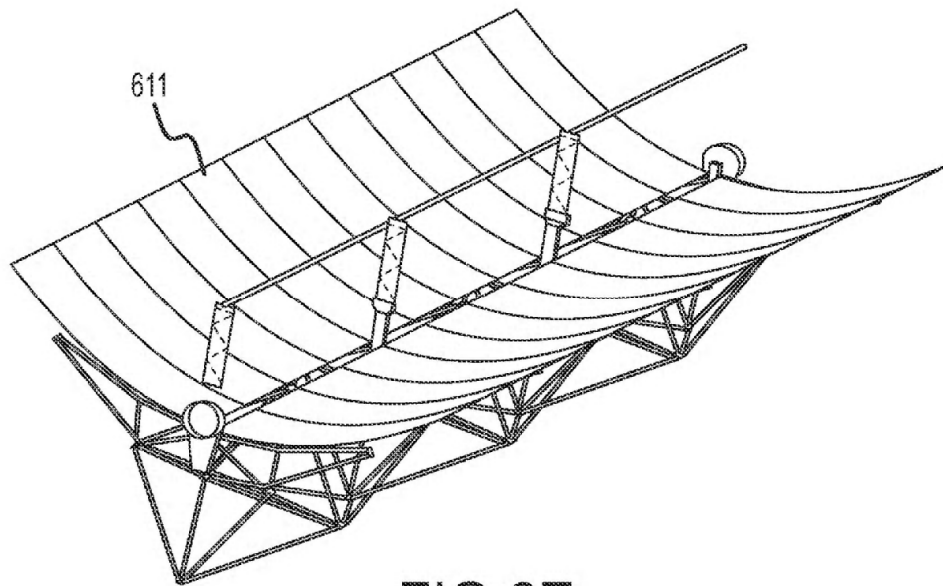


FIG. 6E

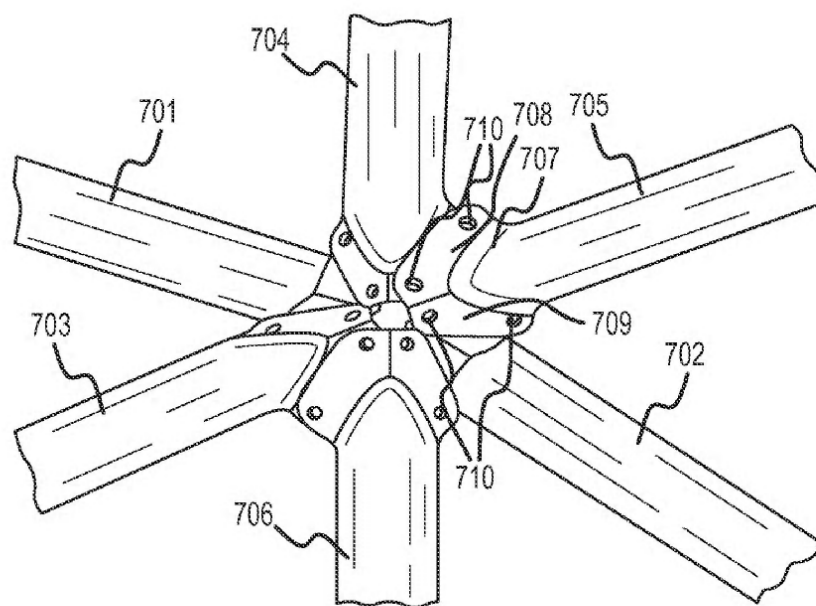


FIG. 7A

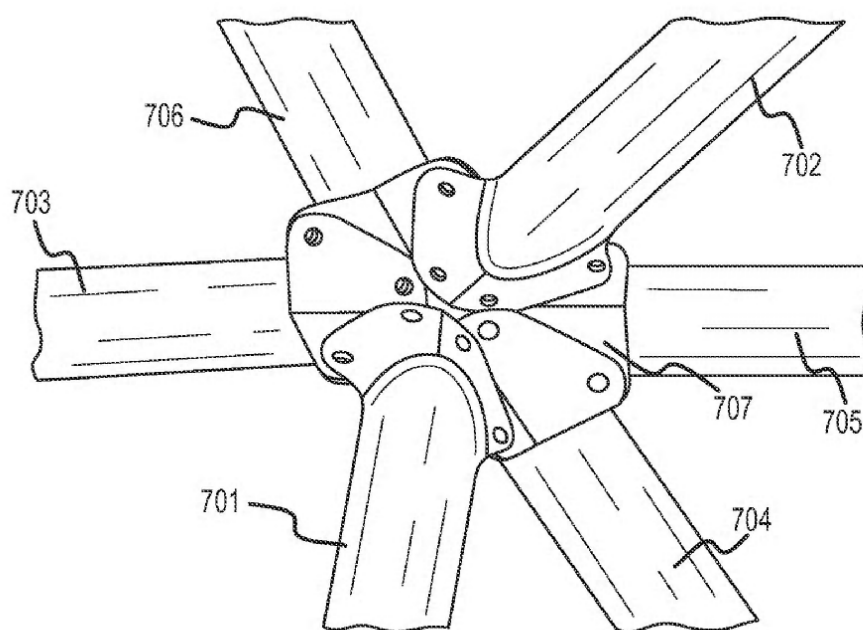


FIG. 7B

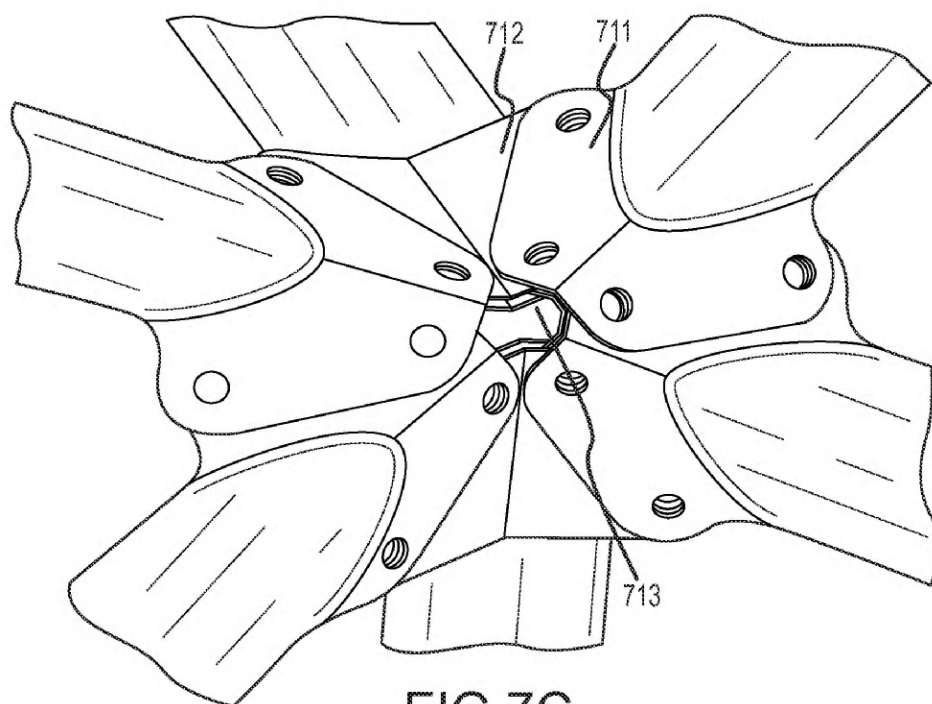


FIG. 7C

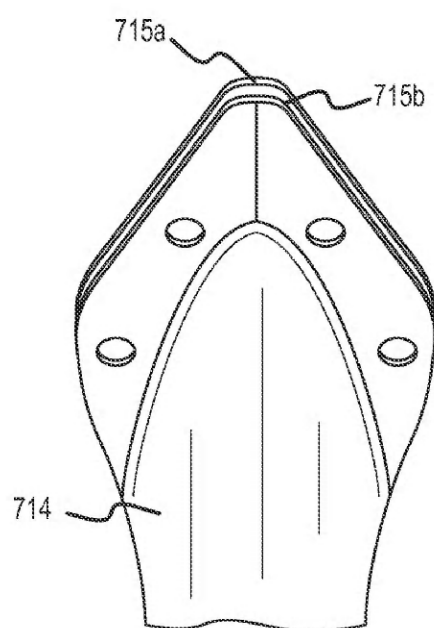


FIG. 7D

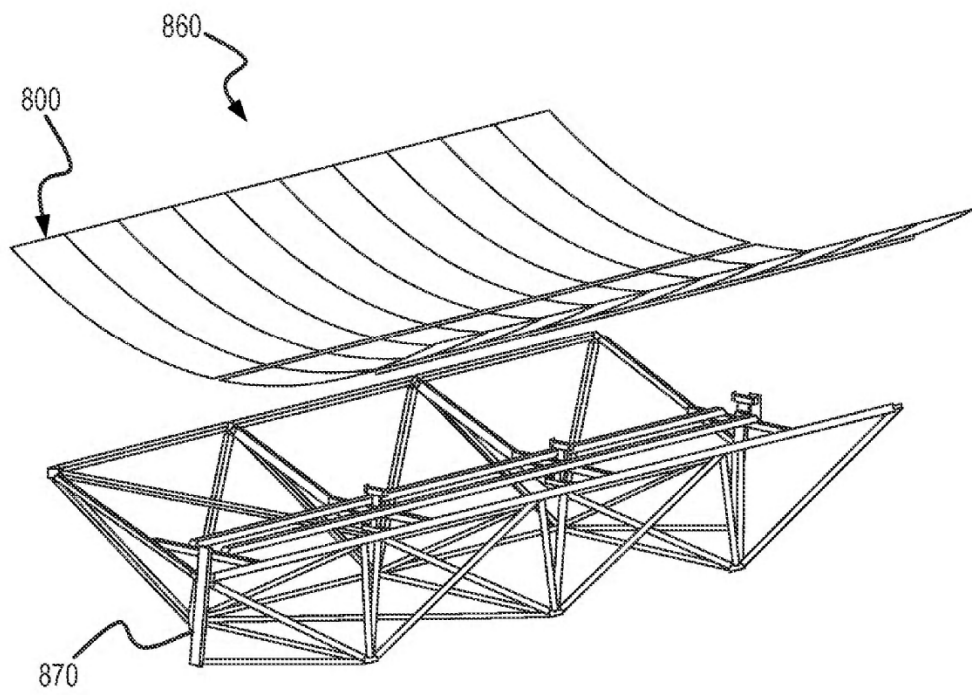


FIG.8

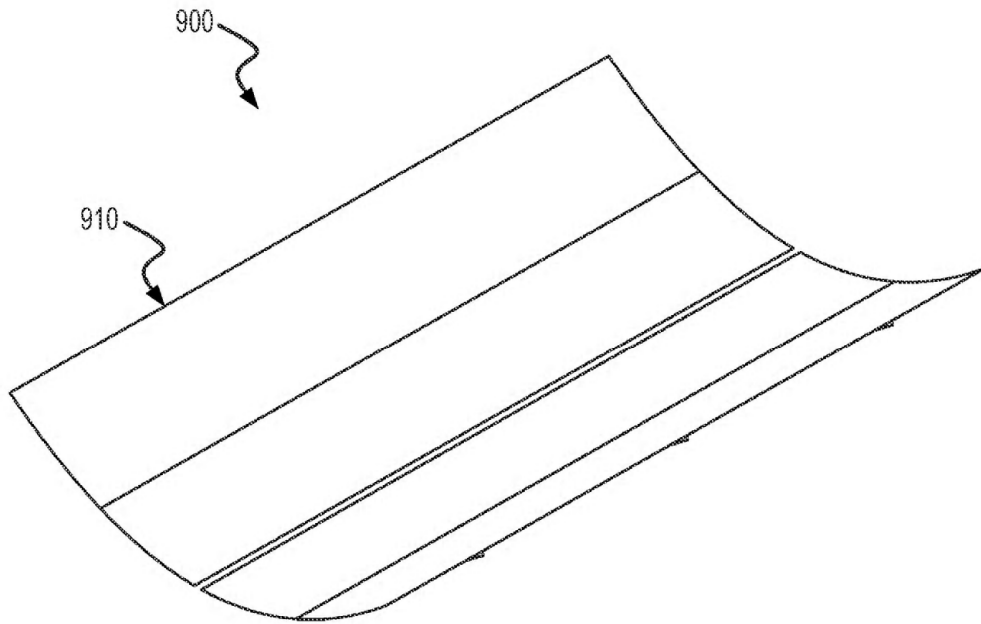


FIG. 9

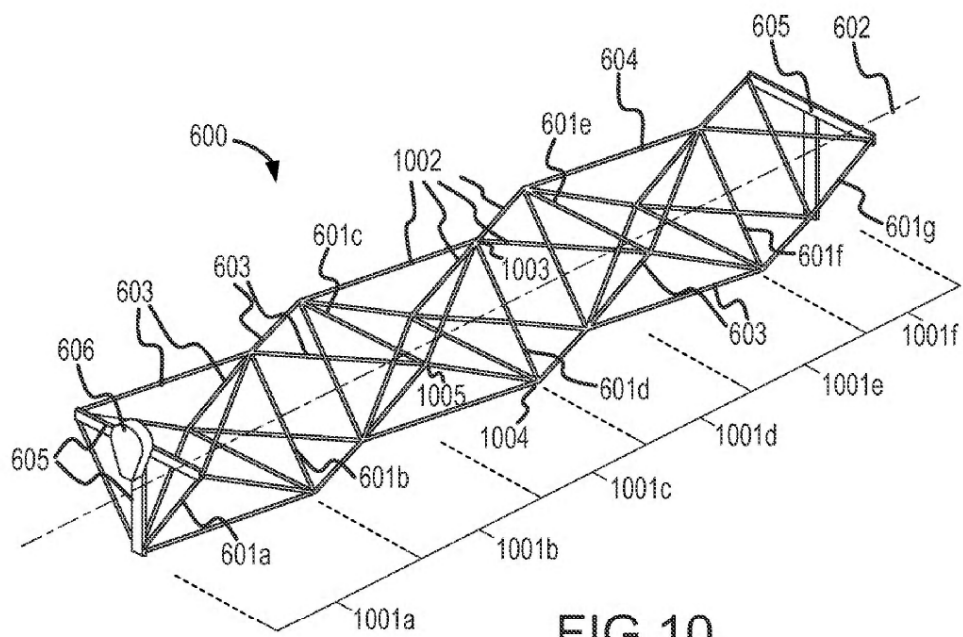


FIG. 10

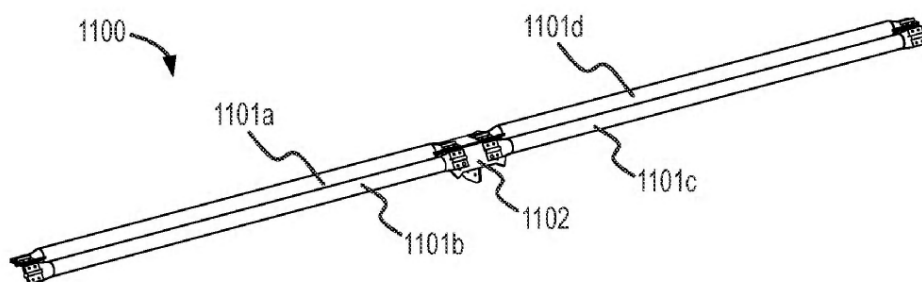


FIG. 11A

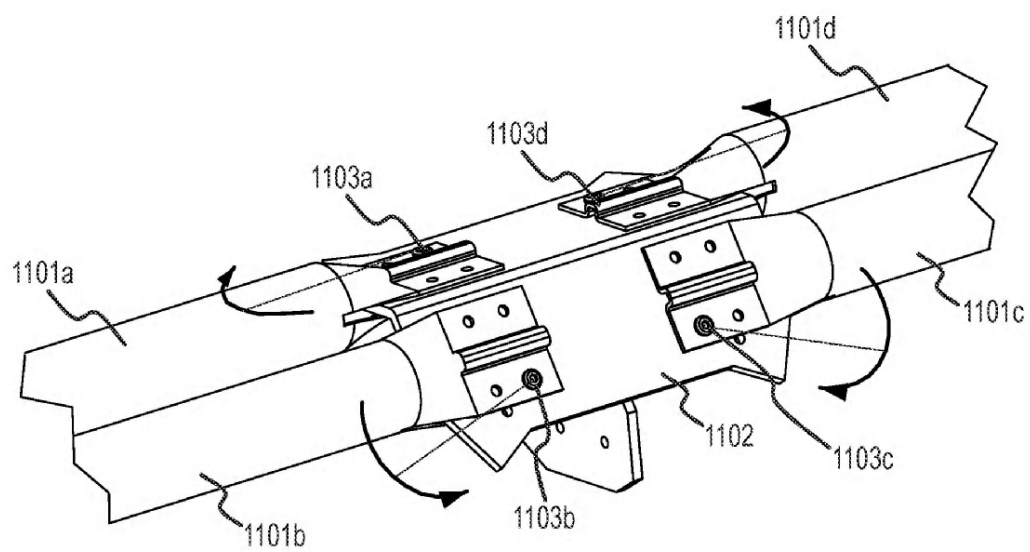


FIG. 11B

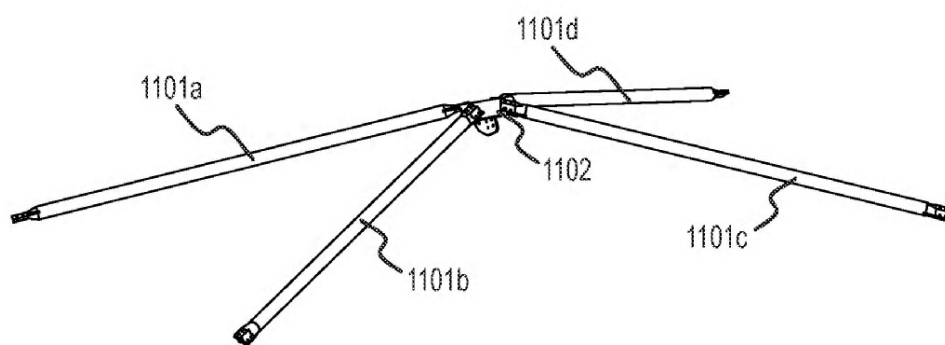
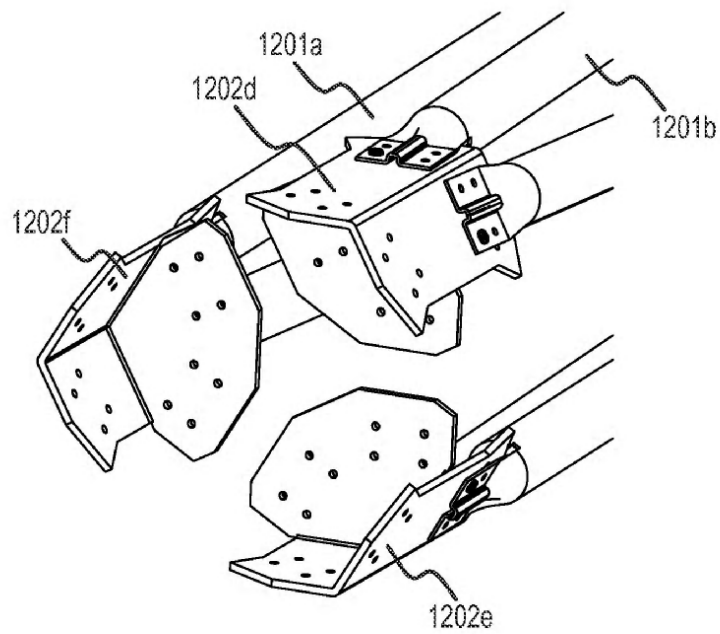
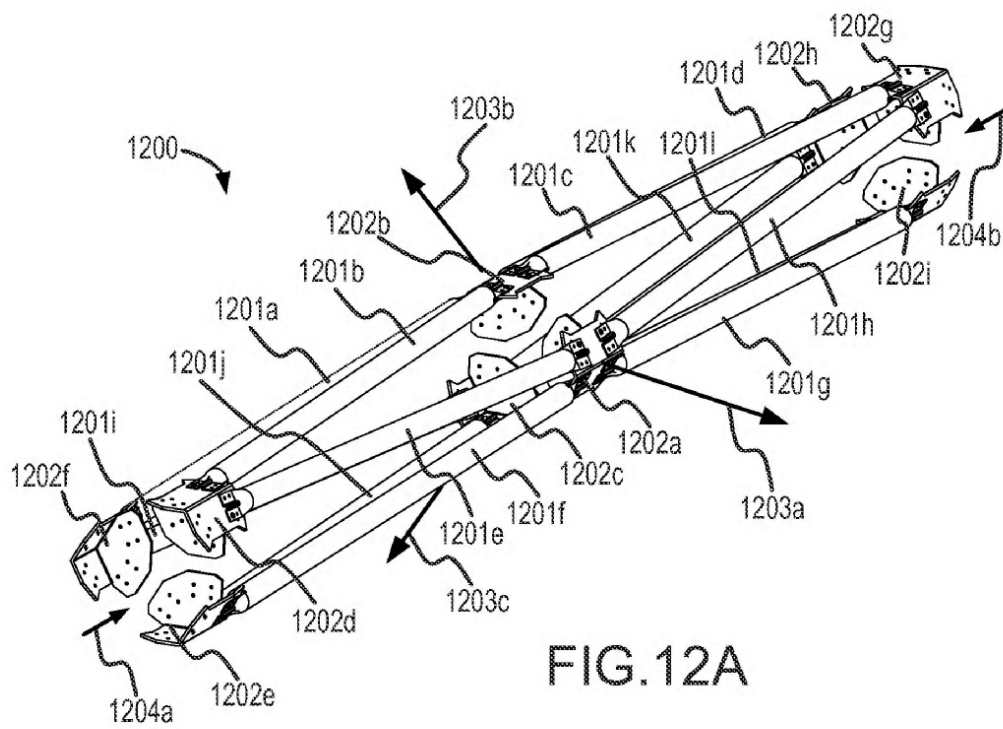
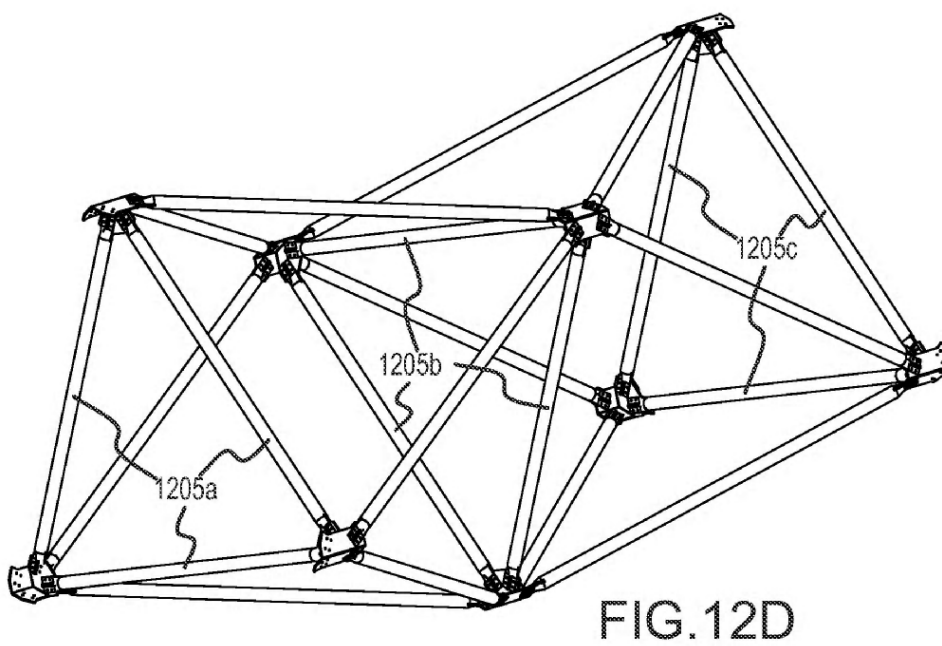
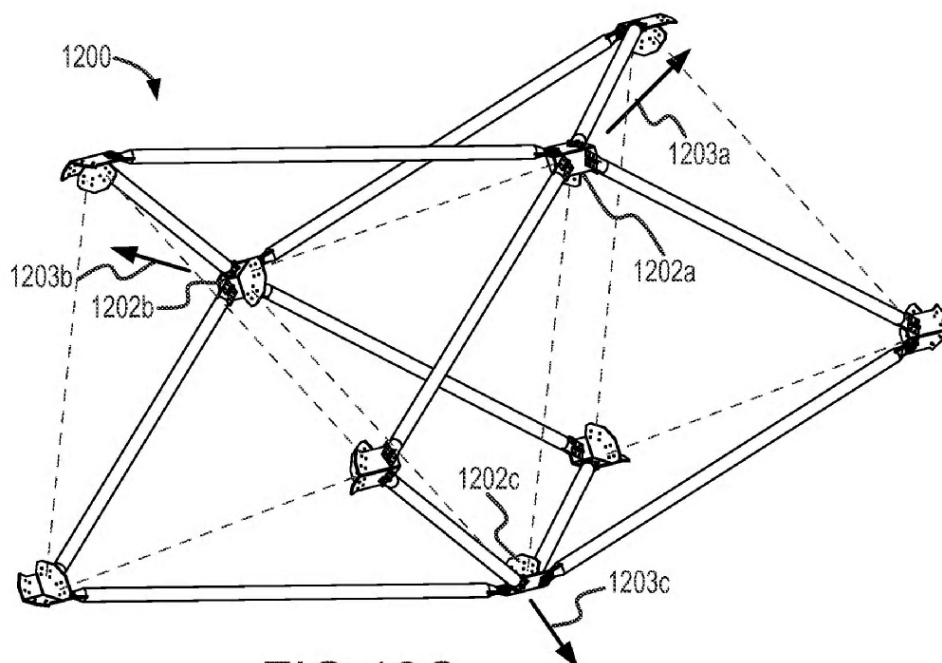
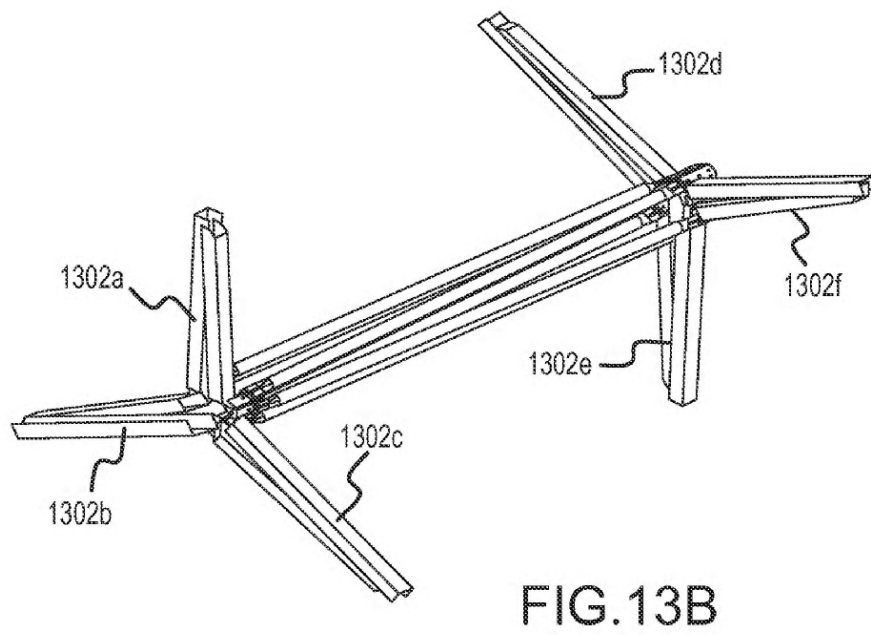
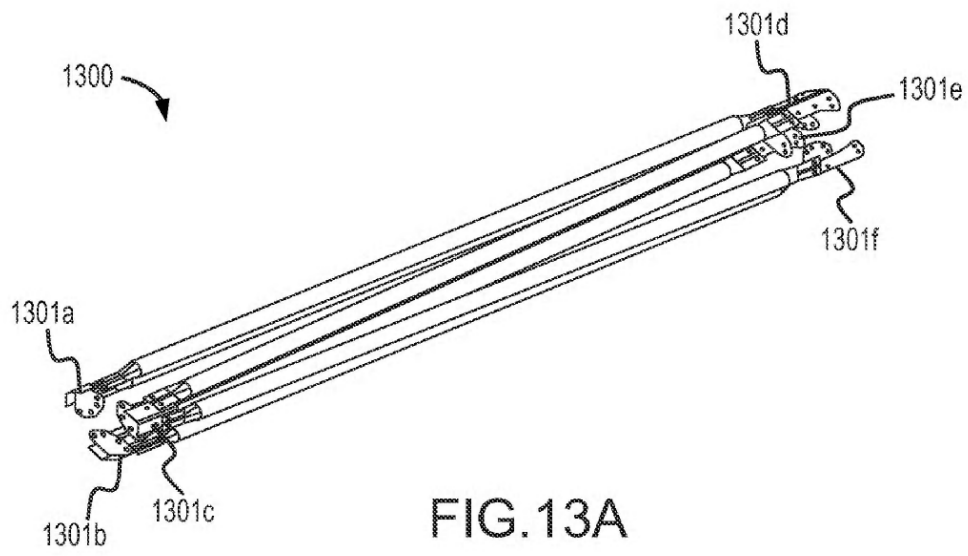


FIG. 11C







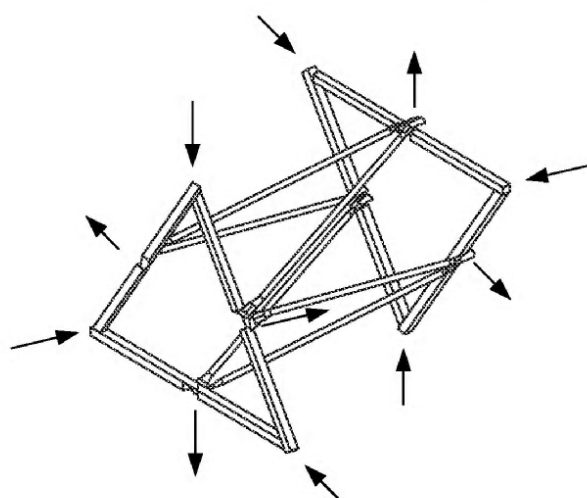


FIG.13C

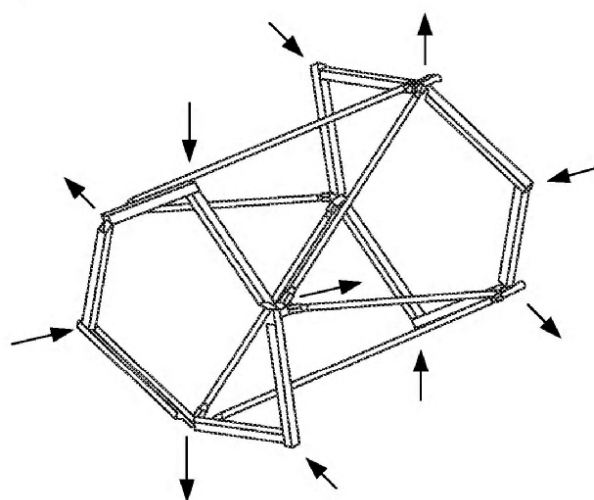


FIG.13D

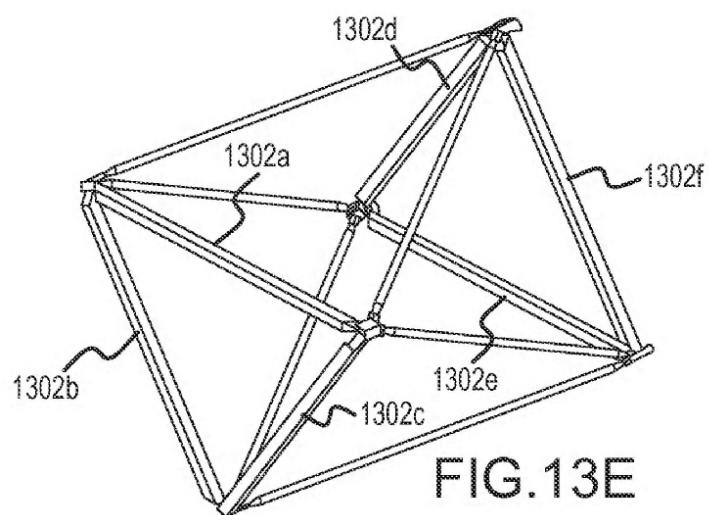


FIG.13E