(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 940 647**

(51) Int. CI.:

B64B 1/08 (2006.01)
B64F 5/10 (2007.01)
F16B 7/00 (2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(86) Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **11.10.2018 PCT/US2018/055408**

(87) Fecha y número de publicación internacional: **25.04.2019 WO19079096**

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **11.10.2018 E 18868216 (5)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **21.12.2022 EP 3697682**

(54) Título: **Métodos y aparatos para construir dirigibles**

(30) Prioridad:

16.10.2017 US 201762573038 P
10.10.2018 US 201816156913

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
10.05.2023

(73) Titular/es:

LTA RESEARCH AND EXPLORATION, LLC (100.0%)
555 Bryant Street 376
Palo Alto, CA 94301, US

(72) Inventor/es:

BRIN, SERGEY;
WESTON, ALAN;
YANG YANG, FAN;
KEPLEY, KYLE;
AMEZQUITA, RICARDO;
HAN, TSU;
MOREHEAD, JOHN;
KLAMM, BENJAMIN;
WILMS, ERIC;
CLEMENTS, EDWARD;
SANCHEZ, DAVID;
JOHNSON, SHALOM y
YABERG, TANNER

(74) Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

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

Métodos y aparatos para construir dirigibles

Campo técnico

Esta divulgación se refiere en general a dirigibles o aeronaves más ligeras que el aire (aerostatos) y, más en particular, a aparatos, métodos y sistemas para construir las mismas.

Antecedentes

Los dirigibles son aeronaves más ligeras que el aire que obtienen la sustentación necesaria para el vuelo con base en la flotabilidad generada por el gas que es menos denso que el aire circundante. Típicamente, un dirigible comprende una estructura unida a una envoltura que contiene gas de elevación, tal como helio o hidrógeno. Ciertos dirigibles, tal como dirigibles rígidos o semirrígidos, pueden tener un armazón estructural para ayudar a mantener la forma de la envoltura.

GB 211.334 divulga una estructura de dirigible con una pluralidad de bastidores que comprenden cada uno una pluralidad de estructuras piramidales interconectadas que comprenden una primera estructura piramidal adyacente a una segunda estructura piramidal.

Breve descripción de realizaciones particulares

Las realizaciones divulgadas en la presente memoria se refieren a una estructura de dirigible de acuerdo con la reivindicación 1.

Las realizaciones divulgadas en la presente son solo ejemplos, y el alcance de esta divulgación no se limita a ellos. Las realizaciones particulares pueden incluir todos, algunos o ninguno de los componentes, elementos, características, funciones, operaciones o pasos de las realizaciones divulgadas anteriormente. Las dependencias o referencias en las reivindicaciones adjuntas se eligen solo por razones formales. Sin embargo, también se puede reivindicar cualquier materia objeto que resulte de una referencia deliberada a cualquier reivindicación anterior (en particular múltiples dependencias), de modo que se divulga cualquier combinación de reivindicaciones y las características de las mismas y se pueden reivindicar independientemente de las dependencias elegidas en las reivindicaciones anexas. La materia objeto que se puede reivindicar comprende no solo las combinaciones de características tal como se establecen en las reivindicaciones adjuntas, sino también cualquier otra combinación de características en las reivindicaciones, donde cada característica mencionada en las reivindicaciones se puede combinar con cualquier otra característica o combinación de otras características en las reivindicaciones. Además, cualquiera de las realizaciones y características descritas o representadas en la presente se puede reivindicar en una reivindicación separada y/o en cualquier combinación con cualquier realización o característica descrita o representada en la presente o con cualquiera de las características de las reivindicaciones anexas.

Breve descripción de los dibujos

La figura 1 ilustra un ejemplo de una estructura de un dirigible rígido.
La figura 2A ilustra un ejemplo de un bastidor de un dirigible rígido.
La figura 2B ilustra un ejemplo de un segmento de casco de un dirigible rígido.
La figura 3A ilustra un ejemplo de una porción de un bastidor de un dirigible rígido.
La figura 3B ilustra un ejemplo de una porción de una pasarela de un dirigible rígido.
La figura 3C ilustra un ejemplo de una porción de una estructura geodésica de un dirigible rígido.
La figura 3D ilustra un ejemplo de una porción de un segmento de casco donde un bastidor se cruza con una pasarela.
Las figuras 4A-C ilustran un ejemplo de la estructura piramidal del bastidor.
Las figuras 5A-B ilustran un ejemplo de una junta de ápice utilizada para construir una estructura piramidal del bastidor.
Las figuras 6A-C ilustran un ejemplo de una configuración isométrica de moldes y componentes de una junta de ápice del bastidor fabricada usando los moldes.
Las figuras 7A-F ilustran ejemplos de moldes utilizados para fabricar una junta de ápice del bastidor.
Las figuras 8A-8C ilustran ejemplos de configuraciones isométricas de moldes usados para la fabricación de una junta de ápice del bastidor.
Las figuras 9A-E ilustran un ejemplo de una junta de base utilizada para construir una estructura piramidal del bastidor.
Las figuras 10A-D ilustran un ejemplo de una configuración isométrica de moldes y componentes de una junta de base del bastidor fabricada usando los moldes.
Las figuras 11A-F ilustran ejemplos de moldes utilizados para fabricar una junta de base del bastidor.
Las figuras 12A-D ilustran ejemplos de configuraciones isométricas de moldes utilizados para la fabricación de una junta de base del bastidor.
Las figuras 13A-B ilustran un ejemplo de una junta de ápice utilizada para construir una estructura piramidal de la pasarela.
Las figuras 14A-F ilustran ejemplos de moldes utilizados para fabricar una junta de ápice de la pasarela.
Las figuras 15A-15G ilustran un ejemplo de una junta de base de una estructura piramidal de la pasarela.
Las figuras 16A-16B ilustran un ejemplo de moldes utilizados para fabricar una pieza de base y geodésica de una junta

de base de una estructura piramidal de la pasarela.
Las figuras 17A-17B ilustran un ejemplo de moldes utilizados para fabricar una pieza de ápice y geodésica de una junta de base de una estructura piramidal de la pasarela.
Las figuras 18A-18B ilustran un ejemplo de una junta geodésica de 4 vías.
Las figuras 19A-19B ilustran un ejemplo de una junta geodésica de 6 vías.
Las figuras 20A-20B ilustran un ejemplo de una junta de extensión para una junta de ápice de una estructura piramidal del bastidor.
La figura 21 ilustra una vista en despiece de un ejemplo de una junta de extensión para una junta de ápice de una estructura piramidal del bastidor.
Las figuras 22A-22B ilustran un ejemplo de moldes utilizados para fabricar una pieza superior de una junta de extensión para una junta de ápice de una estructura piramidal del bastidor.
La figura 23 ilustra un ejemplo de un molde macho utilizado para fabricar una pieza superior de una junta de extensión para una junta de ápice de una estructura piramidal del bastidor.
Las figuras 24A-24C ilustran un ejemplo de una junta de extensión de bastidor a pasarela y geodésica unida a una junta de base del bastidor.
La figura 25 ilustra una vista de despiece de un ejemplo de una junta de extensión de bastidor a pasarela y geodésica.
Las figuras 26A-26B ilustran un ejemplo de una pieza de ápice de una junta de extensión de bastidor a pasarela y geodésica.
Las figuras 27A-27B ilustran un ejemplo de moldes utilizados para la fabricación de una pieza de ápice de una junta de extensión de bastidor a pasarela y geodésica.
Las figuras 28A-28B ilustran un ejemplo de una pieza central de una junta de extensión de bastidor a pasarela y geodésica.
Las figuras 29A-29B ilustran un ejemplo de moldes utilizados para fabricar una pieza central de una junta de extensión de bastidor a pasarela y geodésica.
Las figuras 30A-30B ilustran un ejemplo de una pieza de base de una junta de extensión de bastidor a pasarela y geodésica.
Las figuras 31A-31B ilustran un ejemplo de moldes utilizados para la fabricación de una pieza de base de una junta de extensión de bastidor a pasarela y geodésica.
La figura 32 ilustra una vista de despiece de un ejemplo de una junta de extensión de bastidor a geodésica.
Las figuras 33A-33B ilustran un ejemplo de una pieza superior de una junta de extensión de bastidor a geodésica.
Las figuras 34A-34B ilustran un ejemplo de moldes utilizados para la fabricación de una pieza superior de una junta de extensión de bastidor a geodésica.
Las figuras 35A-35B ilustran un ejemplo de una pieza inferior de una junta de extensión de bastidor a geodésica.
Las figuras 36A-36B ilustran un ejemplo de moldes utilizados para la fabricación de una pieza inferior de una junta de extensión de bastidor a geodésica.
La figura 37A ilustra una estructura de ejemplo de un dirigible rígido.
La figura 37B ilustra una realización de un bastidor.
La figura 38 ilustra una vista en perspectiva de ejemplo de una porción de un bastidor.
La figura 39A ilustra una vista superior de ejemplo de una porción de una estructura geodésica alternativa.
La figura 39B ilustra una realización alternativa de una porción de la estructura de casco donde un bastidor se cruza con una pasarela.
Las figuras 40A-40B ilustran diferentes perspectivas de una realización alternativa de una junta de ápice utilizada para construir una estructura piramidal del bastidor.
Las figuras 41A-41B ilustran diferentes perspectivas de una realización alternativa de una junta de base de bastidor a geodésica utilizada para construir una estructura piramidal del bastidor.
La figura 42 ilustra una realización alternativa de una junta de ápice utilizada para construir una estructura piramidal de la pasarela.
Las figuras 43A-43B ilustran diferentes perspectivas de una realización de una junta de base de pasarela a geodésica de una estructura piramidal de la pasarela.
La figura 44 ilustra una realización alternativa de una junta geodésica de 6 vías.
Las figuras 45A-45B ilustran diferentes perspectivas de una realización de una junta de base de pasarela a bastidor.
Las figuras 46A-46B ilustran diferentes perspectivas de una realización de una junta de bastidor-pasarela-base-geodésica.
Las figuras 47A-47B ilustran diferentes perspectivas de una realización de una junta de base de una estructura piramidal de la pasarela.
Las figuras 48A-48B ilustran diferentes perspectivas de una realización de una junta de base de bastidor a geodésica.
Las figuras 49A-49B ilustran diferentes perspectivas de una realización de una junta de ápice de pasarela a bastidor.
La figura 50 ilustra una realización de una junta de bastidor a geodésica.
Las figuras 51A-51B ilustran diferentes perspectivas de una realización de una junta de base de bastidor con nueve ranuras de conector.
Las figuras 52A-52B ilustran diferentes perspectivas de una realización de una junta de base de bastidor a geodésica.
Las figuras 53A-53B ilustran diferentes perspectivas de una realización de una junta de base de bastidor a geodésica con ocho ranuras de conector.
La figura 54 ilustra una realización de un bastidor montado en una armadura de construcción de montaña rusa.
Las figuras 55A-55B ilustran realizaciones de una armadura de construcción de montaña rusa.
La figura 56 ilustra una realización de una estructura de soporte ajustable para la Armadura de construcción de montaña rusa.
Las figuras 57A-57B ilustran una realización de ruedas desmontables para que un bastidor interactúe con una armadura

de construcción de montaña rusa.

Descripción de realizaciones de ejemplo

Las realizaciones particulares descritas en la presente se refieren en general a la construcción y diseño de componentes utilizados para construir dirigibles rígidos o semirrígidos. La figura 1 ilustra una estructura de ejemplo 100 de un dirigible rígido. La estructura 100 puede comprender una sección de pasillo 110, una sección de proa 120 y una sección de popa 130 a la que se puede unir el timón del dirigible. La estructura 100 puede comprender múltiples armazones transversales o bastidores 140. En realizaciones particulares, cada bastidor 140 es circular. En realizaciones particulares, los bastidores 140 se pueden interconectar usando pasarelas longitudinales 150. En realizaciones particulares, alambres (por ejemplo, que se pueden construir utilizando fibra Vectran o cualquier otro material adecuado con características de resistencia y flexibilidad adecuadas) que conectan puntos en la circunferencia interna de cada bastidor 140 pueden seccionar físicamente el casco 110 en múltiples segmentos. Los segmentos se pueden usar para sostener bolsas de aire individuales que contienen gas de elevación (por ejemplo, helio).

La figura 2A ilustra un ejemplo de bastidor 140. El bastidor 140 puede comprender una porción externa 210 y una porción interna 220. En realizaciones particulares, el bastidor 140 se puede construir usando estructuras piramidales 250. Cada estructura piramidal 250 puede tener una base y un ápice. En realizaciones particulares, las estructuras piramidales 250 se pueden configurar de modo que sus ápices apunten hacia el centro del bastidor 140 y sus bases miren hacia afuera. En esta configuración, la porción exterior 210 del bastidor 140 está formada por los conectores que forman las bases de las estructuras piramidales 250, y la porción interior 220 del bastidor 140 está formada por los conectores que conectan los ápices 270 de aquellas estructuras piramidales 250.

La figura 2B ilustra un ejemplo de segmento de casco 280. En realizaciones particulares, el segmento de casco 280 puede ser sustancialmente cilíndrico. Cada abertura del segmento de casco cilíndrico 280 se puede construir usando un bastidor 140. En realizaciones particulares, las pasarelas 285 pueden conectar los bastidores 140. Se puede usar cualquier número de pasarelas 285 (por ejemplo, una, dos, cuatro, cinco, ocho, etc.). Por ejemplo, si se usan cuatro pasarelas 285, se pueden separar uniformemente a lo largo de la circunferencia de un bastidor 140. En realizaciones particulares, cada pasarela se puede construir usando estructuras piramidales. Las estructuras piramidales de la pasarela 285 pueden ser similares a las utilizadas para construir los bastidores 140, pero diferentes en que las estructuras piramidales 285 de la pasarela pueden formar una estructura sustancialmente recta (por ejemplo, las bases de las estructuras piramidales 285 de la pasarela están en el mismo plano), mientras que las estructuras piramidales del bastidor 140 pueden formar una estructura circular. En realizaciones particulares, los dos bastidores 140 del segmento de casco 280 se pueden colocar en paralelo y alinear de acuerdo con sus respectivas estructuras piramidales. En esta disposición, cada par de estructuras piramidales correspondientes en los dos bastidores 140 se puede conectar. En el ejemplo mostrado en la figura 2B, una serie de conectores longitudinales 290 pueden conectar las juntas de base interiores de cada estructura piramidal en un bastidor a las juntas de base interiores correspondientes en el otro bastidor. En una realización particular, los conectores longitudinales 290 y las estructuras de patrón en X 295 forman estructuras geodésicas para crear paredes para el casco 280.

La figura 3A ilustra una vista en perspectiva de ejemplo de una porción de un bastidor 140. En realizaciones particulares, cada estructura piramidal 250 utilizada para construir el bastidor 140 puede tener cuatro juntas de base (por ejemplo, 301, 302, 303 y 304) que forman la base de la pirámide (por ejemplo, 250a) y una junta de ápice (por ejemplo, 305) que forma el ápice de esa pirámide. En realizaciones particulares, conectores o varillas pueden conectar las juntas para formar una estructura piramidal 250. Por ejemplo, la base 250a de una pirámide puede estar formada por un conector 311 que conecta las juntas de base 301 y 302, un conector 312 que conecta las juntas de base 302 y 303, un conector 313 que conecta las juntas de base 303 y 304, y un conector 314 que conecta las juntas de base 304 y 301. Los lados 250a de la pirámide pueden estar formados por conectores 315, 316, 317 y 318 que conectan la junta de ápice 305 a las juntas de base 301, 302, 303 y 304, respectivamente. En realizaciones particulares, el bastidor 140 se puede construir usando estructuras piramidales adyacentes 250. Por ejemplo, entre dos pirámides adyacentes 250, se puede compartir un conector (por ejemplo, 314) entre las bases de las dos pirámides 250a y 250b. En esta configuración, dos pirámides adyacentes pueden compartir un conector de base y dos juntas de base correspondientes. Por ejemplo, la figura 3A muestra las juntas de base 301 y 304 y su conector 314 que se comparte por las dos pirámides etiquetadas 250a y 250b. En realizaciones particulares, las juntas de ápice (por ejemplo, 305 y 355) de pirámides contiguas (por ejemplo, 250a y 250b, respectivamente) se pueden conectar mediante un conector de ápice 320. En realizaciones particulares, el patrón estructural de estructuras piramidales interconectadas 250 descrito anteriormente se repite a través de todo el bastidor 140. En realizaciones particulares, las juntas se pueden configurar para crear un bastidor circular 140. Por ejemplo, la junta de ápice 305 se puede configurar de modo que sus ranuras para recibir los conectores de ápice a ápice 320 y 321 se puedan inclinar entre sí para formar una esquina de un polígono que se aproxima al interior de un bastidor circular 140. De manera similar, cada una de las juntas de base (por ejemplo, 301-304) se puede configurar de modo que sus dos ranuras para recibir conectores de base que forman lados respectivos de pirámides adyacentes se puedan inclinar entre sí para formar una esquina de un polígono que se aproxima al exterior de un bastidor circular 140. Por ejemplo, la junta de base 301 se puede configurar de modo que los conectores 311 y 361 formen una esquina de un polígono de 36 lados. Más adelante se proporcionan detalles adicionales de las configuraciones de las juntas.

En realizaciones particulares, los conectores (por ejemplo, 311-318, 320 y 321) se pueden construir usando un compuesto

de capas de fibra de carbono que intercalan otro material de núcleo, tal como panal de Nomex® o cualquier otro material adecuado con una alta relación de resistencia a peso. Por ejemplo, un conector puede ser cilíndrico con un centro cilíndrico hueco (en otras palabras, puede ser un tubo). Las superficies externa e interna del conector cilíndrico hueco se pueden hacer de capas de fibra de carbono, que pueden usar materiales de núcleo intercalados tal como panal de Nomex®. En realizaciones particulares, las capas de fibra de carbono pueden ser capas de fibra de carbono preimpregnadas, de aproximadamente 0,5 mm a 0,75 mm de espesor, y el conector de fibra de carbono compuesto puede tener un diámetro de aproximadamente 30 mm a 400 mm. En realizaciones particulares, se puede fabricar un conector compuesto mediante la infusión de las capas de fibra de carbono con resina epoxi e intercalando las capas alrededor del panal de Nomex®. Luego, el material intercalado se puede envolver alrededor de un molde cilíndrico hasta que el material se endurezca para formar el conector. El conector resultante tiene varias propiedades deseables para la construcción de dirigibles, que incluyen, por ejemplo, resistencia, rigidez y peso extremadamente ligero.

La figura 3B ilustra una vista en perspectiva de ejemplo de una porción de un montaje de pasarela 285. Al igual que el bastidor 140, la pasarela 285, en realizaciones particulares, se puede construir usando estructuras piramidales interconectadas. Una de las estructuras piramidales ilustradas 398 tiene una junta de ápice 375 y una base con juntas de base 371, 372, 373 y 374. Se puede conectar la junta de ápice 375 a las juntas de ápice de las dos estructuras piramidales adyacentes a través de los conectores 380 y 381, respectivamente. Las cuatro juntas de base 371-374 se pueden interconectar a través de los conectores 391-394, como se ilustra. La junta de ápice 375 y las juntas de base 371-374 se pueden configurar para formar una estructura de pasarela sustancialmente recta 285. Por ejemplo, la junta de ápice 375 se puede configurar de modo que sus ranuras para recibir los conectores de ápice a ápice 380 y 381 se puedan alinear para formar una línea recta. De manera similar, cada una de las juntas de base 371-374 se puede configurar de modo que sus dos ranuras para recibir conectores de base que forman lados correspondientes de las pirámides adyacentes se alineen para formar una línea recta (por ejemplo, la junta de base 372 se puede configurar de modo que los conectores 391 y 395 formen una línea recta).

La figura 3C ilustra una vista superior de ejemplo de una porción de una estructura geodésica 399. Como se analizó anteriormente, los bastidores 140 se pueden conectar mediante conectores longitudinales 290. En realizaciones particulares, dos juntas de base de los bastidores 140 se pueden conectar mediante un solo conector longitudinal 290 que se extiende a través de una serie de juntas geodésicas, tal como las juntas geodésicas de 6 vías 330. Alternativamente, dos juntas de base se pueden conectar mediante una serie de conectores longitudinales conectados mediante juntas para formar una línea sustancialmente recta. En realizaciones particulares, la junta geodésica de 6 vías 330 puede tener seis aberturas de ranura de conector. Dos de las ranuras en lados opuestos de la junta 330 pueden formar un canal a través del cual puede pasar un conector longitudinal 290. Las otras cuatro ranuras de conector de la junta geodésica de 6 vías 330 se pueden configurar para conectarse a cuatro juntas geodésicas de 4 vías 335, respectivamente, para formar la estructura geodésica. En realizaciones particulares, cada junta geodésica de 4 vías 335 puede servir como la intersección de cuatro conectores para formar un patrón en "X", que a su vez se puede configurar para conectar dos conectores longitudinales vecinos 290. En realizaciones particulares, los extremos de una estructura geodésica 399 se pueden conectar a juntas de interfaz 339. En realizaciones particulares, una junta de interfaz 339 se puede configurar para tener tres ranuras de conector como se muestra en la figura 3C. En realizaciones particulares, la junta de interfaz 339 puede comprender una extensión de bastidor a geodésica (por ejemplo, figura 32) con una superficie de interfaz configurada para envolver la superficie exterior de una junta de base (por ejemplo, 301) de un bastidor 140. En realizaciones particulares, se pueden usar adhesivos u otros medios de unión (por ejemplo, tornillos) para fijar la extensión de bastidor a geodésica a la junta de base 301 del bastidor 140.

La figura 3D ilustra un ejemplo de una porción de la estructura de casco mostrada en la figura 2B donde un bastidor 140 (formado en parte por las estructuras piramidales 341, 340 y 342) se cruza con una pasarela 285 (formada en parte por la estructura piramidal 343). Con referencia nuevamente a la figura 2B, dos bastidores 140 se pueden conectar mediante una o más pasarelas 285. En realizaciones particulares, tanto los bastidores 140 como las pasarelas 285 se pueden construir usando estructuras piramidales. Por lo tanto, en la intersección entre un bastidor 140 y una pasarela 285, la estructura piramidal del bastidor 140 (en lo sucesivo denominada "estructura piramidal de bastidor de intersección") puede necesitar ranuras adicionales para conectarse a o soportar la estructura piramidal de la pasarela 285 (en lo sucesivo denominada "estructura piramidal de pasarela de intersección "). La figura 3D, por ejemplo, muestra que una estructura piramidal de bastidor de intersección 340 puede ser adyacente a tres estructuras piramidales: dos estructuras piramidales de bastidor 341 y 342 y una estructura piramidal de pasarela de intersección 343. En realizaciones particulares, el ápice 349 de la estructura piramidal de bastidor de intersección 340 puede tener ranuras de conector adicionales para conectarse al ápice de la estructura piramidal de pasarela de intersección 343. En realizaciones particulares, el ápice 349 de la estructura piramidal bastidor de intersección 340 puede comprender una ranura de extensión para una junta de ápice de una estructura piramidal de bastidor, tal como la que se muestra en las figuras 20A-20B. Además, las juntas de base interiores 359 de la estructura piramidal de bastidor de intersección 340 pueden tener ranuras de conector adicionales para conectar a (1) el ápice de la estructura piramidal de pasarela de intersección 343, (2) una junta de base de la estructura piramidal de pasarela de intersección 343, y (3) una junta geodésica de 4 vías 335 de la estructura geodésica. En realizaciones particulares, las juntas de base interiores 359 de la estructura piramidal de bastidor de intersección 340 pueden comprender una extensión de bastidor a pasarela y geodésica (por ejemplo, las figuras 24A-24B) con una superficie de interfaz configurada para envolver la superficie exterior de una junta de base (por ejemplo, 301) de un bastidor 140. La figura La figura 3D muestra además una junta de base 1500 de una estructura piramidal de la pasarela 343. La descripción de esta junta de base 1500 se describe adicionalmente con referencia a las figuras 15A-15G.

Las figuras 4A-C ilustran un ejemplo de una estructura piramidal 250 del bastidor 140. La figura 4A muestra una vista en perspectiva, la figura 4B muestra una vista superior y la figura 4C muestra una vista lateral. En realizaciones particulares, la junta de ápice 305 se puede configurar para conectarse a seis conectores: cuatro conectores (por ejemplo, 315, 316, 317 y 318) para conectarse con las juntas de base (por ejemplo, 301, 302, 303 y 304), respectivamente, y dos conectores (por ejemplo, 320 y 321) para conectarse con juntas de ápice de pirámides contiguas, respectivamente. En realizaciones particulares, una junta de base (por ejemplo, 301, 302, 303 o 304) se puede compartir por dos pirámides y configurar para conectarse a cinco conectores. Uno de los cinco conectores (por ejemplo, 314) se puede compartir por las bases de las dos pirámides adyacentes; dos de los conectores restantes (por ejemplo, 311 y 319) pueden formar, respectivamente, los lados de las dos bases adyacentes que son perpendiculares al conector compartido 314; y los dos conectores restantes (por ejemplo, 315 y 329) se pueden conectar a los ápices de las dos pirámides adyacentes, respectivamente.

Las figuras 5A y 5B ilustran vistas en perspectiva de un ejemplo de una junta de ápice 305 utilizada para construir una estructura piramidal de un bastidor. La figura 5A es una vista montada y la figura 5B es una vista de despiece de la junta 305. En realizaciones particulares, la junta de ápice 305, así como las juntas de base (301-304), pueden estar hechas de material de fibra de carbono y son unidades estructurales utilizadas para construir un dirigible. En realizaciones particulares, la junta de ápice 305 puede comprender una mitad hembra 501 y una mitad macho 502. Las mitades hembra 501 y macho 502 de la junta de ápice 305 se configuran para encajar entre sí, con la mitad hembra 501 que envuelve sustancialmente la mitad macho 502 cuando las dos mitades se montan, como se muestra en la figura 5A.

En realizaciones particulares, la junta de ápice montada 305 se puede configurar para tener ranuras para recibir conectores/barras. Desde la vista en perspectiva mostrada en la figura 5A, una ranura 511 para recibir un conector de ápice (por ejemplo, el conector 320 o 321 mostrado en la figura 3A). La ranura 511 se puede formar mediante la separación entre la mitad hembra 501 y la mitad macho 502 cuando se montan. En realizaciones particulares, la ranura 511 se puede configurar para recibir y envolver sustancialmente un objeto tubular. En realizaciones particulares, se puede formar una ranura similar 512 para recibir otro conector de ápice en el extremo opuesto de la junta de ápice 305. La abertura o extremo de esa ranura, que no es visible desde la perspectiva mostrada en la figura 5A, se ubicaría en 512. En realizaciones particulares, las ranuras 511 y 512 pueden ser simétricas a través de un plano vertical imaginario que divide la junta de ápice 305 por la mitad a través del centro entre la ranura 511 y la ranura 512. En realizaciones particulares, cada una de las ranuras 511 y 512 puede ser sustancialmente cilíndrica. En ciertas realizaciones en las que se usa una estructura piramidal para construir una estructura recta, tal como una pasarela como se describe más adelante, las ranuras cilíndricas de una junta de ápice para recibir conectores de ápice se pueden alinear entre sí para formar una línea recta (en otras palabras, los ejes de las ranuras cilíndricas pueden coincidir). Por otro lado, en las realizaciones en las que se usan estructuras piramidales para construir un bastidor circular, tal como el que se muestra en la figura 2, el ángulo exterior (es decir, el ángulo medido desde el exterior del cuerpo de la junta y no a través del cuerpo) entre las dos ranuras cilíndricas 511 y 512 (o sus ejes correspondientes) puede ser menor que 180 grados. El ángulo particular depende de la geometría del bastidor. En realizaciones particulares, un bastidor circular se puede aproximar mediante un polígono regular (por ejemplo, polígono de 36 lados). Como tal, el ángulo entre dos conectores creados por una junta de ápice 305 puede corresponder al ángulo interior de un ápice o esquina del polígono. El ángulo puede depender del número de vértices/esquinas que el polígono está diseñado para tener. Por ejemplo, la suma de los ángulos interiores del polígono se puede determinar con base en la fórmula, (n-2) x 180 grados, donde n es el número de vértices/esquinas del polígono (la suma de los ángulos exteriores de todos los vértices/esquinas del polígono es 360 grados). Por lo tanto, por ejemplo, se puede determinar cada ángulo interior de un polígono regular con base en la fórmula: ((n-2) x 180) / n.

En realizaciones particulares, la junta de ápice 305 también puede comprender una ranura 513 para recibir un conector de ápice a base (por ejemplo, el conector 315 que se muestra en la figura 3A). De manera similar a la ranura de ápice-conector 511, la ranura de ápice a base 513 se puede formar mediante la separación entre la mitad hembra 501 y la mitad macho 502 cuando se montan. En realizaciones particulares, la junta de ápice 305 puede tener cuatro de estas ranuras de ápice a base para formar una estructura piramidal. Dos de las ranuras de ápice a base complementarias 513 y 514 son visibles en la figura 5A. En tanto que las otras dos están ocultas a la vista, son simétricas a las ranuras 513 y 514. Dado que cada lado de la estructura piramidal es un triángulo, el ángulo entre cada par de ranuras de ápice a base correspondientes a un vértice de un lado del triángulo depende de las propiedades geométricas deseadas de la pirámide. Por ejemplo, si los lados de la estructura piramidal tienen que ser triángulos equiláteros idénticos, entonces el ángulo entre cada par de ranuras de ápice a base sería sustancialmente de 60 grados.

En realizaciones particulares, la mitad hembra 501 y la mitad macho 502 se pueden unir entre sí usando adhesivos o cualquier otro agente de unión adecuado. En realizaciones particulares, las dos mitades se pueden colocar juntas e insertar con conectores/barras. En realizaciones particulares, se pueden usar bridas o abrazaderas para aplicar fuerza hacia adentro de modo que las dos mitades se apoyen firmemente entre sí. En realizaciones particulares, cada ranura (por ejemplo, 511, 513, etc.) puede tener uno o más agujeros en los que se puede inyectar adhesivo líquido. Por ejemplo, la ranura 513 puede tener un agujero en la porción hembra 501 y otro agujero en la porción macho 502. En tanto que las dos mitades se colocan juntas con varillas/conectores insertados, se puede inyectar adhesivo líquido en uno de los agujeros, y se puede permitir que las burbujas de aire y/o el exceso de adhesivo salgan del otro agujero. Este mecanismo para unir piezas de juntas y conectores se puede aplicar a cualquiera de las juntas descritas en la presente.

La figura 5B ilustra una vista en despiece de la junta de ápice 305, con la mitad hembra 501 separada de la mitad macho

502, junto con un tapón central 599 que se puede colocar en la cavidad interna de la junta 305 para facilitar la colocación del conector. En realizaciones particulares, la mitad hembra 501 y la mitad macho 502 son cada una simétrica a través de un plano vertical a través de los ejes de las ranuras 511 y 512. Las dos mitades 501 y 502 también pueden ser simétricas a través de otro plano vertical que es perpendicular al plano vertical mencionado anteriormente. Con referencia a las superficies interiores de las mitades hembra 501 y macho 502 para formar el interior de la junta de ápice 305, la mitad hembra 501, en realizaciones particulares, puede tener generalmente una superficie cóncava y la mitad macho 502 puede tener, en general, una superficie convexa. En realizaciones particulares, la superficie interior de la junta de ápice 305 formada por la mitad hembra 501 y la mitad macho 502 puede tener guías de colocación (o tapones) 599 para facilitar la colocación de la varilla/conector.

En realizaciones particulares, la porción superior 551 de las ranuras 511 y 512 para conectores de ápice puede tener superficies cóncavas interiores (con respecto al interior de la junta de ápice 305) que es semicilíndrica. La mitad macho 502 puede tener una porción superior correspondiente 552 que tiene una superficie cóncava interior (con respecto al interior de la junta de ápice 305). Las superficies cóncavas interiores de las porciones superiores 551 y 552 de las mitades hembra 501 y macho, respectivamente, forman la superficie interior de la ranura 511. En realizaciones particulares, la mitad hembra 501 puede tener porciones de solapa 561 que se extienden desde la porción superior 551. De manera similar, la mitad macho 502 puede tener una porción de solapa 562 que se extiende desde la parte superior 552. Cuando las dos mitades se colocan juntas, las superficies interiores (con respecto al interior de la junta de ápice 305) de las porciones de solapa pueden colindar entre sí, creando un área superficial suficiente para que las dos piezas se unan entre sí. En realizaciones particulares, el extremo opuesto de la junta de ápice 305 se puede configurar de manera simétrica a través del plano vertical mencionado anteriormente.

Con respecto a las ranuras (por ejemplo, 513 mostradas en la figura 5A) para conectores de ápice a base, en realizaciones particulares, la mitad hembra 502 puede tener superficies cóncavas interiores (por ejemplo, 571) que son semicilíndricas para formar la porción superior de cada una de las ranuras. La figura 5B muestra dos de las superficies cóncavas interiores 571 en un lado de la mitad hembra 502, con otras dos ocultas a la vista ya que son el otro lado de la junta 305. La mitad macho 502 puede tener porciones correspondientes con superficies cóncavas interiores 572. Las superficies cóncavas interiores 571 de la mitad hembra 501 y las superficies cóncavas interiores 572 de la mitad macho 502 forman la superficie interior de las ranuras 513 y 514 para recibir conectores de ápice a base. En realizaciones particulares, la mitad hembra 501 puede tener una porción 581 que está entre y se extiende desde las porciones cóncavas interiores 571. De manera similar, la mitad macho 502 puede tener una porción 582 que está entre y se extiende desde las porciones cóncavas interiores 572. Cuando las dos mitades se colocan juntas, las superficies interiores de estas porciones (581 y 582) pueden colindar entre sí, creando un área superficial suficiente para que las dos piezas se unan entre sí. En realizaciones particulares, el lado opuesto de la junta de ápice se puede configurar de manera simétrica a través de un plano ortogonal al plano vertical mencionado anteriormente.

Las figuras 6A-6C ilustran un ejemplo de una configuración isométrica de moldes y la mitad hembra 501 y la mitad macho 502 de una junta de ápice del bastidor 305. En realizaciones particulares, los propios moldes se pueden fabricar usando impresión 3D, que proporciona medios rápidos y rentables para la fabricación. En realizaciones particulares, los moldes se pueden configurar de modo que tanto la mitad hembra 501 como la mitad macho 502 se puedan fabricar simultáneamente. En realizaciones particulares, se pueden colocar capas de sargas de fibra de carbono u otro material adecuado entre los moldes para crear las mitades hembra 501 y macho 502 de la junta de ápice 305. Por ejemplo, se pueden colocar diez capas de material de fibra de carbono entre el molde exterior hembra 601 y el molde central 603, y se pueden colocar otras diez capas de material de fibra de carbono entre el molde central 603 y el molde exterior macho 602. En realizaciones particulares, se pueden colocar láminas de plástico adicionales entre los materiales de fibra de carbono y los moldes para facilitar la eliminación del producto final (por ejemplo, en este caso, las dos mitades de una junta de ápice) del molde. Al presionar los moldes intercalados y esperar a que los materiales prensados se curen, las capas de fibra de carbono se adaptarían a los contornos definidos por los moldes y mantendrían esa forma. Después de eso, el material de fibra de carbono en exceso se puede recortar.

La figura 6A ilustra una vista lateral de una realización de los moldes y las mitades hembra 501 y macho 502 creadas por los moldes. En una realización particular, el montaje de molde puede incluir un molde exterior hembra 601, un molde exterior macho 602 y un molde central 603. Los moldes exteriores hembra 601 y macho 602, cuando se colocan juntos, pueden formar la superficie exterior de la junta de ápice 305 (o las superficies exteriores de su mitad hembra 501 y mitad macho 502). El molde central 603 puede definir los contornos interiores de la junta de ápice 305. En realizaciones particulares, el molde central 603 se puede configurar para crear guías de colocación en la superficie interior de la junta de ápice para facilitar la colocación de la varilla/conector. Como se muestra en la figura 6A, porciones del molde central 603 pueden definir las ranuras de la junta de ápice para recibir varillas/conectores. Para mejorar el tiempo de impresión 3D y la integridad estructural de los moldes, en una realización particular, el centro de los moldes 601, 602 y 603 se puede hacer hueco durante el proceso de impresión 3D y posteriormente se puede llenar con, por ejemplo, cemento o cualquier otro material adecuado que pueda solidificar o reforzar la estructura del molde. Por ejemplo, después de que se haya creado el molde central 603, se puede verter cemento en la región hueca en sus porciones tubulares 605. La figura 6B ilustra una vista frontal de los moldes (601-603) y las mitades hembra 501 y macho 502. Se puede ver a partir de esta vista que, en realizaciones particulares, la porción tubular 610 del molde central 603 correspondiente a las ranuras para recibir conectores de ápice a ápice se puede hacer hueca a lo largo de un eje longitudinal de modo que, por ejemplo, se puede insertar una varilla de acero y se puede usar para proporcionar apalancamiento de presión. La figura 6C ilustra una

vista en perspectiva de los moldes (601-603) y las mitades macho 501 y hembra 502. Se debe apreciar a partir de esta vista que el contorno interior de la porción superior 551 de la mitad hembra 501 y la porción superior 552 de la mitad macho 502 se puede definir por la forma de la porción tubular 610 del molde central 603. De manera similar, el contorno interior de las porciones 571 y 572 de las mitades hembra 501 y macho 502, respectivamente, se puede definir por la forma de las porciones tubulares 605 del molde central 603.

Las figuras 7A-7F ilustran ejemplos de moldes utilizados para fabricar una junta de ápice del bastidor 305. La figura 7A ilustra una vista en perspectiva del molde exterior hembra 601. En realizaciones particulares, el molde exterior hembra 601 puede ser hueco y puede proporcionar cavidades 719 en las que se puede insertar cemento u otro material de relleno. En realizaciones particulares, una porción del molde exterior hembra 601 puede tener una superficie cóncava interior 710 que define el contorno exterior de la porción superior 551 de la mitad hembra 501 de la junta de ápice 305. La figura 7B ilustra una vista inferior del molde exterior hembra 601. A partir de esta vista, se puede ver que, en realizaciones particulares, la superficie cóncava interior 710 que define el contorno exterior de la porción superior 551 puede ser simétrica a través del plano central vertical mencionado anteriormente. En realizaciones particulares, el molde 601 puede tener superficies cóncavas interiores 721 que definen el contorno exterior de la mitad hembra 501 correspondiente a las ranuras 513 y 514. En realizaciones particulares, el molde 601 puede tener un recorte inclinado 722 entre las superficies cóncavas interiores 721. Este recorte inclinado 722 puede definir el contorno exterior de la porción 581 mencionada anteriormente de la mitad hembra 501. Cuando los moldes se presionan entre sí, el recorte inclinado 722 también aplica fuerza contra un recorte en ángulo correspondiente del molde macho 602 para ayudar a formar la porción 582 mencionada anteriormente de la mitad macho 502. En realizaciones particulares, las superficies cóncavas interiores 721 y el recorte inclinado 722 se pueden definir simétricamente a través de un plano vertical central perpendicular al plano vertical mencionado anteriormente.

La figura 7C ilustra una vista en perspectiva superior del molde exterior macho 602. En realizaciones particulares, el molde 602 puede tener una porción frontal con una superficie cóncava interior 730 (es "interior" con respecto al espacio interior donde se presiona el material de fibra de carbono) que define el contorno exterior de la porción superior 552 de la mitad macho 502. En realizaciones particulares, el molde 602 puede tener superficies cóncavas interiores 731 que definen el contorno exterior de la mitad macho 502 correspondiente a las ranuras 513 y 514. En realizaciones particulares, el molde 602 puede tener un recorte inclinado 732 entre las superficies cóncavas interiores 731. Este recorte inclinado 732 puede definir el contorno exterior de la porción 582 de la mitad macho 502. Cuando los moldes se presionan entre sí, el recorte inclinado 732 también aplica fuerza contra un recorte inclinado correspondiente 722 del molde hembra 601 para ayudar a formar la porción 581 mencionada anteriormente de la mitad hembra 501. En realizaciones particulares, el molde 602 puede ser simétrico a través del plano central vertical y a través de su plano ortogonal. Se debe apreciar que los contornos interiores pueden ser continuos en la realización mostrada. En realizaciones particulares, los ángulos interiores y la forma de la superficie de los moldes se pueden diseñar para minimizar la inclinación negativa, lo que permite que el material de fibra de carbono prensado se retire más fácilmente de los moldes. En realizaciones particulares, la forma de la superficie también se puede configurar para ayudar a los materiales de fibra de carbono prensados a lograr un espesor uniforme. La figura 7D ilustra una vista en perspectiva inferior del molde exterior macho 602. En realizaciones particulares, el molde exterior macho 602 puede ser hueco y puede proporcionar una cavidad 749 en la que se puede colocar cemento u otro material de relleno.

Las figuras 7E y 7F ilustran vistas en perspectiva de componentes de ejemplo del molde central 603. En realizaciones particulares, el molde central 603 puede tener dos componentes que se pueden fabricar por separado (por ejemplo, mediante impresión 3D). La figura 7E ilustra uno de los dos componentes, que se denominarán el componente izquierdo 750, y la figura 7F ilustra el otro componente, que se referirá como el componente derecho 760. En realizaciones particulares, los componentes izquierdo 750 y derecho 760 se pueden montar juntos para formar el molde central 603. En realizaciones particulares, el componente izquierdo 750 puede tener una espiga sobresaliente 751 ubicada en la superficie que está diseñada para interactuar con el componente derecho 760. Para recibir la espiga sobresaliente 751, el componente derecho 760 puede tener una cavidad de forma similar 761 en su superficie diseñada para interactuar con el componente izquierdo 750. En realizaciones particulares, la espiga sobresaliente 751 y la cavidad correspondiente 761 pueden tener una forma geométrica con ángulos, tal como un cuadrado (como se muestra), un triángulo, una estrella o cualquier otra forma, para facilitar la alineación. Los componentes izquierdo 750 y derecho 760 pueden comprender la porción tubular 610 mencionada anteriormente del molde central 603. Como se analizó anteriormente, en realizaciones particulares, la porción tubular 610 puede tener un agujero (mostrado por las aberturas en 752 y 762) que se extiende a lo largo de la longitud de la porción tubular 610 de modo que se pueda insertar una varilla para apalancamiento. En realizaciones particulares, el agujero se puede extender a través de la espiga 751 y su cavidad correspondiente 762.

Como se analizó anteriormente, el molde central 603 puede tener (1) porción tubular 610 para formar ranuras para recibir conectores de ápice y (2) porción tubular 605 para formar ranuras para recibir conectores de ápice a base. En realizaciones particulares, las porciones tubulares (por ejemplo, 610 y 605) pueden tener "labios". Por ejemplo, la porción tubular 610 puede tener labios hacia abajo 755 y 765 para curvar la solapa 562 de la mitad macho 502 (por ejemplo, ver figura. 5B) hacia abajo. Como otro ejemplo, la porción tubular 605 puede tener labios 756 y 766 para guiar el material de fibra de carbono, por ejemplo, para una transición suave y/o mejorar la consistencia de fabricación. Las porciones de guía de labios del material de fibra de carbono correspondientes a las mitades hembra 501 y macho 502 se colocan una contra la otra (por ejemplo, figura 5B en 561 y 562; 581 y 582). Esto crea áreas de superficie colindantes que se pueden usar para unir las mitades 501 y 502 entre sí. Los contornos continuos de las mitades hembra 501 y macho 502 de la junta de ápice

305 que resultan de guiarse por los labios pueden ayudar a reducir el estiramiento negativo cuando se sacan de los moldes.

Las figuras 8A-8C ilustran ejemplos de configuraciones isométricas de moldes usados para la fabricación de una junta de ápice del bastidor. La figura 8A ilustra una vista de despiece del molde exterior hembra 601, el molde central 603 y el molde exterior macho 602. La figura 8B ilustra una vista en perspectiva superior de los tres moldes 601-603 montados. La figura 8C ilustra una vista en perspectiva inferior de los tres moldes 601-603 montados. Como se muestra, debido al molde central 603, cuando los materiales de fibra de carbono se presionan entre sí, se forman ranuras para recibir conectores/varillas (como es evidente a partir del molde central visible 603 en las vistas montadas). Como se muestra en la figura 8C, los labios mencionados anteriormente (por ejemplo, 755, 756, 766) guían las capas de fibra de carbono de las mitades hembra 501 y macho 502 a través de un canal continuo común 801.

Las figuras 9A-9E ilustran un ejemplo de una junta de base 301 (que es representativa de las juntas de base 302, 303 y 304 en la figura 3A) utilizada para construir una estructura piramidal del bastidor. La figura 9A ilustra una vista montada y las figuras 9B-9E ilustran vistas de despiece. En realizaciones particulares, la junta de base 301 se puede hacer de fibra de carbono o cualquier otro material similar. En realizaciones particulares, la junta de base 301 puede comprender una mitad hembra 901 y una mitad macho 902. Las mitades hembra 901 y macho 902 de la junta de base 301 se configuran para encajar entre sí, con la mitad hembra 901 que envuelve sustancialmente la mitad macho 902 cuando las dos mitades se montan, como se muestra en la figura 9A. En realizaciones particulares, las porciones correspondientes de la mitad hembra 901 y la mitad macho 902 pueden sobresalir o curvarse en direcciones opuestas para formar ranuras. Por ejemplo, la junta de base 301 puede tener cinco ranuras 911, 912, 913, 914 (no completamente visibles en la figura 9A), y 915, que se pueden formar mediante las separaciones entre la mitad hembra 901 y la mitad macho 902 cuando se montan. En realizaciones particulares, cada una de las ranuras 911, 912, 913, 914 y 915 se puede configurar para recibir y envolver sustancialmente un objeto tubular, tal como un conector. En realizaciones particulares, cada una de las ranuras 911, 912, 913, 914 y 915 puede ser sustancialmente cilíndrica.

En realizaciones particulares, la junta de base 301 puede tener un total de cinco ranuras, una ranura central 911 para recibir un conector compartido entre las bases de dos pirámides adyacentes (por ejemplo, el conector 314 que se muestra en la figura 3A); una primera ranura lateral 912 y una primera ranura de ápice 913 para una de las pirámides; y una segunda ranura lateral 914 (mostrada parcialmente) y una segunda ranura de ápice 915 para la otra pirámide. La ranura lateral 912 se puede configurar para recibir un conector (por ejemplo, 311 en la figura 3A) que conecta la junta de base 301 con una junta de base adyacente (por ejemplo, 302 en la figura 3A) de una primera pirámide, y la ranura de ápice 913 se puede configurar para recibir un conector (por ejemplo, 315 en la figura 3A) que conecta la junta de base 301 con la junta de ápice (por ejemplo, 305 en la figura 3A) de esa primera pirámide. De manera similar, la ranura lateral 914 (mostrada parcialmente) se puede configurar para recibir un conector (por ejemplo, 361 en la figura 3A) que conecta la junta de base 301 con una junta de base adyacente (por ejemplo, 352 en la figura 3A) de una segunda pirámide, y la ranura de ápice 915 se puede configurar para recibir un conector (por ejemplo, 365 en la figura 3A) que conecta la junta de base 301 con la junta de ápice (por ejemplo, 355 en la figura 3A) de esa segunda pirámide. En realizaciones particulares, la junta de base 301 puede ser simétrica a través de un plano imaginario que divide la junta de base 301 por la mitad a través del eje de la ranura 911.

En ciertas realizaciones en las que se usa una estructura piramidal para construir una estructura recta, tal como una pasarela como se describe más adelante, las ranuras laterales cilíndricas de una junta de base (similares a las ranuras 912 y 914) se pueden alinear entre sí para formar una línea recta (en otras palabras, los ejes de las ranuras cilíndricas pueden coincidir). Por otro lado, en las realizaciones en las que se usan estructuras piramidales para construir un bastidor circular (por ejemplo, estructuras piramidales interconectadas que forman un bucle), tal como el que se muestra en la figura 2, el ángulo interior (es decir, el ángulo medido a través del cuerpo de la junta) entre las dos ranuras laterales cilíndricas (o sus ejes correspondientes) puede ser menor que 180 grados. En realizaciones particulares, un bastidor circular se puede aproximar mediante un polígono regular (por ejemplo, polígono de 36 lados). Como tal, el ángulo entre dos conectores creados por una junta de base 301 puede corresponder al ángulo interior de un ápice o esquina del polígono. El ángulo puede depender del número de vértices/esquinas que el polígono está diseñado para tener. Por ejemplo, la suma de los ángulos interiores del polígono se puede determinar con base en la fórmula, (n-2) x 180 grados, donde n es el número de vértices/esquinas del polígono (la suma de los ángulos exteriores de todos los vértices/esquinas del polígono es 360 grados). Por lo tanto, por ejemplo, se puede determinar cada ángulo interior de un polígono regular con base en la fórmula: ((n-2) x 180) / n.

Como se analizó anteriormente, la junta de base 301 puede comprender una ranura central 911 y dos ranuras laterales 912 y 914. En realizaciones particulares, la ranura central 911 puede ser sustancialmente perpendicular a cada una de las ranuras laterales 912 y 914. También, como se analizó anteriormente, la junta de base 301 puede formar las juntas de esquina de dos estructuras piramidales adyacentes, como se muestra en, por ejemplo, la figura 3A. Como tal, la ranura central 911, la ranura lateral 912 y la ranura de ápice 913 pueden definir y soportar la estructura de esquina de una pirámide, y la ranura central 911, la ranura lateral 914 y la ranura de ápice 915 pueden definir y soportar la estructura de esquina de la otra pirámide. Con respecto a cada una de las pirámides, tal como la pirámide formada usando las ranuras 911, 912 y 913, el ángulo entre la ranura de ápice 913 y la ranura central 911 y el ángulo entre la ranura de ápice 913 y la ranura lateral 912 dependen de las propiedades geométricas deseadas de la pirámide. Por ejemplo, si cada lado de la estructura piramidal es un triángulo equilátero (la base de la pirámide no se denomina lado), entonces el ángulo entre la

ranura de ápice 913 y la ranura central 911 y el ángulo entre la ranura de ápice 913 y la ranura lateral 912 serían ambos sustancialmente de 60 grados. En realizaciones particulares, las estructuras correspondientes para la otra mitad de la junta de base 301 pueden tener la misma configuración.

En realizaciones particulares, la mitad hembra 901 y la mitad macho 902 se pueden unir entre sí usando adhesivos. En realizaciones particulares, las dos mitades se pueden colocar juntas e insertar con conectores/barras. En realizaciones particulares, se pueden usar bridas o abrazaderas para aplicar fuerza hacia adentro de modo que las dos mitades se apoyen firmemente entre sí. En realizaciones particulares, cada ranura (por ejemplo, 911-915) puede tener uno o más agujeros en los que se puede inyectar adhesivo líquido. Por ejemplo, la ranura 913 puede tener un agujero en la porción hembra 901 y otro agujero en la porción macho 902. En tanto que las dos mitades se colocan juntas con varillas/conectores insertados, se puede inyectar adhesivo líquido en uno de los agujeros, y se puede permitir que las burbujas de aire y/o el exceso de adhesivo salgan del otro agujero.

La figura 9B, 9C, 9D y 9E ilustran vistas de despiece de la junta de base 301, con la mitad hembra 901 separada de la mitad macho 902, desde diferentes ángulos. En realizaciones particulares, la mitad hembra 901 y la mitad macho 902 son cada una simétrica a través de un plano central que se extiende desde el eje de la ranura 911, como se analiza con referencia a la figura 9A. Con referencia a sus superficies para formar el interior de la junta de base 301, la mitad hembra 901, en realizaciones particulares, puede tener generalmente una superficie cóncava y la mitad macho 902 puede tener, en general, una superficie convexa. En realizaciones particulares, la superficie interior de la junta de base 301 formada por la mitad hembra 901 y la mitad macho 902 puede tener guías de colocación (o tapones) para facilitar la colocación de la varilla/conector. En realizaciones particulares, un tapón.

En realizaciones particulares, la porción superior 951 de la mitad hembra 901 puede tener una superficie cóncava interior (con respecto al interior de la junta de base 301) que es semicilíndrica para formar la porción superior de cada una de las ranuras laterales 912 y 914. La mitad macho 902 puede tener porciones superiores 952 que tienen una superficie cóncava interior (con respecto al interior de la junta de base 301). Las superficies cóncavas interiores de las porciones superiores 951 y 952 de las mitades hembra 901 y macho 902 forman la superficie interior de las ranuras 912 y 914. En realizaciones particulares, la mitad hembra 901 puede tener porciones de solapa 961 que se extienden desde la porción superior 951. De manera similar, la mitad macho 902 puede tener porciones de solapa 962 que se extiende desde las porciones superiores 952. Cuando las dos mitades se colocan juntas, las superficies interiores (con respecto al interior de la junta de base 301) de las porciones de solapa pueden colindar entre sí, creando un área superficial suficiente para que las dos piezas se unan entre sí.

Con respecto a las ranuras de base a ápice (por ejemplo, 913 y 915 en la figura 9A) de la junta de base 301, la mitad hembra 902, en realizaciones particulares, puede tener superficies cóncavas interiores 971 (con respecto al interior de la junta de base 301) que son semicilíndricas para formar la porción superior de cada una de las ranuras. La mitad macho 902 puede tener porciones correspondientes con superficies cóncavas interiores (con respecto al interior de la junta de base 301) 972. Las superficies cóncavas interiores 971 de la mitad hembra 901 y las superficies cóncavas interiores 972 de la mitad macho 902 forman la superficie interior de las ranuras 913 y 915 para recibir, respectivamente, conectores a juntas de ápice 305 de estructuras piramidales contiguas. En realizaciones particulares, la mitad hembra 901 puede tener una porción 981 que está entre y se extiende desde las porciones cóncavas interiores 971. De manera similar, la mitad macho 902 puede tener una porción 982 que está entre y se extiende desde las porciones cóncavas interiores 972. Cuando las dos mitades se colocan juntas, las superficies interiores de estas porciones (981 y 982) pueden colindar entre sí, creando un área superficial a suficiente para que las dos piezas se unan entre sí.

La figura 9D ilustra el lado posterior de la junta de base 301 mostrada en la figura 9B, con la mitad hembra 901 separada de la mitad macho 902. En realizaciones particulares, la mitad hembra 901 y la mitad macho 902 son cada una simétrica a través del plano central que se extiende desde los ejes de la ranura 911 (ver, figura 9A). Con respecto a la ranura 911 de la junta de base 301, la mitad hembra 902, en realizaciones particulares, puede tener una porción con una superficie cóncava interior 991 (con respecto al interior de la junta de base 301) que es semicilíndrica para formar la porción superior de la ranura central 911. La mitad macho 902 puede tener una porción correspondiente con una superficie cóncava interior 992 (con respecto al interior de la junta de base 301). La superficie cóncava interior 991 de la mitad hembra 901 y la superficie cóncava interior 992 de la mitad macho 902 forman la superficie interior de la ranura central 911. En realizaciones particulares, la mitad hembra 901 puede tener porciones de solapa 993 que se extienden desde la porción de superficie cóncava interior 991 de la ranura central 911. De manera similar, la mitad macho 902 puede tener porciones de solapa 994 que se extiende desde la superficie cóncava interior 992 de la ranura central 911. Cuando las dos mitades se colocan juntas, las superficies interiores (con respecto al interior de la junta de base 301) de las porciones de solapa pueden colindar entre sí, creando área superficial suficiente para que las dos piezas se unan entre sí.

La figura 9E ilustra el lado inferior de la junta de base 301, la mitad hembra 901 separada de la mitad macho 902. Además, la figura 9E ilustra un tapón 999 que se puede colocar entre las mitades hembra 901 y macho 902. Una vez montado, el tapón 999 se puede usar para guiar y mantener la colocación de conectores.

10A-10D ilustran un ejemplo de una configuración isométrica de moldes y la mitad hembra 901 y la mitad macho 902 de una junta de base 301 del bastidor. En realizaciones particulares, los propios moldes se pueden fabricar usando impresión 3D, que proporciona un medio rápido y rentable para la fabricación. En realizaciones particulares, los moldes se pueden

configurar de modo que tanto la mitad hembra 901 como la mitad macho 902 se puedan fabricar simultáneamente. En realizaciones particulares, se pueden colocar capas de sargas de fibra de carbono u otro material adecuado entre los moldes para crear las mitades hembra 901 y macho 902 de la junta de base 301. Por ejemplo, se pueden colocar diez (o cualquier otro número adecuado) capas de material de fibra de carbono entre el molde exterior hembra 1001 y el molde central 1003, y se pueden colocar otras diez capas de material de fibra de carbono entre el molde central 1003 y el molde exterior macho 1002. En realizaciones particulares, se pueden colocar láminas de plástico adicionales entre los materiales de fibra de carbono y los moldes para facilitar la eliminación del producto final (por ejemplo, en este caso, las dos mitades de una junta de base) del molde. Al presionar los moldes intercalados y esperar a que los materiales prensados se curen, las capas de fibra de carbono se adaptarían a los contornos definidos por los moldes y mantendrían esa forma. Después de eso, el material de fibra de carbono en exceso se puede recortar.

Las figuras 10A y 10B ilustran diferentes vistas laterales de una realización de los moldes y las mitades hembra 901 y macho 902 creadas por los moldes. En realizaciones particulares, el montaje de molde puede incluir un molde exterior hembra 1001, un molde exterior macho 1002 y un molde central 1003. Los moldes exteriores hembra 1001 y macho 1002, cuando se colocan juntos, pueden definir la superficie exterior de la junta de base 301 (o las superficies exteriores de su mitad hembra 901 y mitad macho 902). El molde central 1003 puede definir los contornos interiores de la junta de base 301. Similar al molde central de la junta de ápice 305, el molde central 1003 ocupa la región interior de la junta de base 301 de modo que, cuando las sargas de fibra de carbono se presionan entre sí por los moldes hembra 1001 y macho 1002, las sargas no se colapsarán entre sí. Con el soporte estructural del molde central 1003, las sargas de fibra de carbono mantendrían la forma deseada definida por los moldes hasta que se endurezcan. En realizaciones particulares, el molde central 1003 se puede configurar para crear guías de colocación en la superficie interior de la junta de base para facilitar la colocación de la varilla/conector. Como se muestra en la figura 10A, porciones del molde central 1003 pueden definir ranuras para recibir varillas/conectores. Para mejorar el tiempo de impresión 3D y la integridad estructural de los moldes, el centro de los moldes 1001, 1002 y 1003, en realizaciones particulares, se puede hacer hueco durante el proceso de impresión 3D y posteriormente se puede llenar con, por ejemplo, cemento o cualquier otro material adecuado que pueda solidificar o reforzar la estructura del molde. Por ejemplo, después de que se haya creado el molde central 1003, se puede verter cemento en la región hueca en sus porciones tubulares 1005. La figura 10C ilustra una vista sustancialmente frontal de los moldes (1001-1003) y las mitades hembra 901 y macho 902. Se puede ver a partir de esta vista que, en realizaciones particulares, la porción tubular 1010 del molde central 1003 correspondiente a las ranuras laterales para recibir conectores se puede hacer hueca a lo largo de un eje longitudinal de modo que, por ejemplo, se puede insertar una varilla de acero y se puede usar para proporcionar apalancamiento de presión. La figura 10D ilustra una vista en perspectiva de los moldes (1001-1003) y las mitades macho 901 y hembra 902. Se debe apreciar a partir de esta vista que el contorno interior de la porción superior 951 de la mitad hembra 901 y la porción superior 952 de la mitad macho 902 se puede definir por la forma de la porción tubular 1010 del molde central 1003. De manera similar, el contorno interior de las porciones 971 y 972 de las mitades hembra 901 y macho 902, respectivamente, se puede definir por la forma de la porción tubular 1005. Del mismo modo, el contorno interior de las porciones 991 y 992 (mostrado más claramente en la figura 9E) de las mitades hembra 902 y macho 902, respectivamente, se puede definir por la forma de la porción tubular 1006.

Las figuras 11A-11F ilustran ejemplos de los moldes utilizados para fabricar una junta de base 301 del bastidor. La figura 11A ilustra una vista en perspectiva del molde exterior hembra 1001. En realizaciones particulares, el molde exterior hembra 1001 puede ser hueco y puede proporcionar una cavidad 1119 en la que se puede colocar cemento u otro material de relleno. En realizaciones particulares, una porción del molde exterior hembra 1001 puede tener una superficie cóncava interior 1110 que define el contorno exterior de la porción superior 951 de la mitad hembra 901 de la junta base 301. La figura 11B ilustra una vista inferior del molde exterior hembra 1001. A partir de esta vista, se puede ver que, en realizaciones particulares, la superficie cóncava interior 1110 que define el perfil exterior de la porción superior 951 se puede definir de manera simétrica a través de un plano vertical imaginario que se corta a través del centro de la figura. En realizaciones particulares, el molde 1001 puede tener superficies cóncavas interiores 1121 que definen el contorno exterior de la mitad hembra 901 correspondiente a las ranuras de ápice 913 y 915. El molde 1001 también puede tener una superficie cóncava interior 1123 que define el contorno exterior de la mitad hembra 901 correspondiente a la ranura central 911. En realizaciones particulares, el molde 1001 puede tener un recorte inclinado 1122 entre las superficies cóncavas interiores 1121. Este recorte inclinado 1122 puede definir el contorno exterior de la porción 981 mencionada anteriormente de la mitad hembra 901.

La figura 11C ilustra una vista en perspectiva superior del molde exterior macho 1002. En realizaciones particulares, el molde 1002 puede tener una porción frontal con una superficie cóncava interior 1130 (es "interior" con respecto al espacio interior donde se presiona el material de fibra de carbono) que define el contorno exterior de la porción superior 952 de la mitad macho 902. En realizaciones particulares, el molde 1002 puede tener superficies cóncavas interiores 1131 que definen el contorno exterior de la mitad macho 902 correspondiente a las ranuras de base a ápice 913 y 915 (ver, figura 9A). En realizaciones particulares, el molde 1002 puede tener un recorte inclinado 1132 entre las superficies cóncavas interiores 1131. Este recorte inclinado 1132 puede definir el contorno exterior de la porción 982 de la mitad macho 902 (ver, figura 9B). La figura 11D ilustra una vista en perspectiva inferior del molde exterior macho 1102. En realizaciones particulares, el molde exterior macho 1002 puede ser hueco y puede proporcionar una cavidad 1149 en la que se puede colocar cemento u otro material de relleno. En realizaciones particulares, el molde 1002 puede tener una superficie cóncava interior 1141 en el lado opuesto de la porción de recorte en ángulo 1132, como se muestra en la figura 11C. La superficie cóncava interior 1141 puede definir el contorno exterior de la mitad macho 902 correspondiente a la ranura

central 911 (ver, figura 9A). En realizaciones particulares, el molde 1002 puede ser simétrico a través de un plano central imaginario a través del centro de la superficie 1141, dividiendo el molde 1002 en mitades simétricas. Se debe apreciar que los contornos interiores pueden ser continuos en la realización mostrada. En realizaciones particulares, los ángulos interiores y la forma de la superficie de los moldes se pueden diseñar para minimizar la inclinación negativa, lo que permite que el material de fibra de carbono prensado se retire más fácilmente de los moldes. En realizaciones particulares, la forma de superficie también se puede configurar para ayudar a los materiales de fibra de carbono prensados a tener un espesor uniforme.

Las figuras 11E y 11F ilustran vistas en perspectiva de componentes de ejemplo del molde central 1003. En realizaciones particulares, el molde central 1003 puede tener dos componentes que se pueden fabricar por separado (por ejemplo, mediante impresión 3D). La figura 11E ilustra uno de los dos componentes, que se denominarán el componente izquierdo 1150, y la figura 11F ilustra el otro componente, que se referirá como el componente derecho 1160. En realizaciones particulares, los componentes izquierdo 1150 y derecho 1160 se pueden montar juntos para formar el molde central 1003. En realizaciones particulares, el componente izquierdo 1150 puede tener una espiga sobresaliente 1151 ubicada en la superficie que está diseñada para interactuar con el componente derecho 1160. Para recibir la espiga sobresaliente 1151, el componente derecho 1160 puede tener una cavidad de forma similar 1161 en su superficie diseñada para interactuar con el componente izquierdo 1150. En realizaciones particulares, la espiga sobresaliente 1151 y la cavidad correspondiente 1161 pueden tener una forma geométrica con ángulos, tal como un cuadrado (como se muestra), un triángulo, una estrella o cualquier otra forma, para facilitar la alineación. En realizaciones particulares, los componentes izquierdo 1150 y derecho 1160 del molde central 1003 comprenden la porción tubular mencionada anteriormente 1010 del molde central 1003. Como se analizó anteriormente, en realizaciones particulares, la porción tubular 1010 puede tener un agujero (como se muestra por las aberturas 1152 y 1162) que se extiende a lo largo de la longitud de la porción tubular 1010 de modo que se pueda insertar una varilla para presionar el apalancamiento. En realizaciones particulares, el agujero se puede extender a través de la espiga 1151 y su cavidad correspondiente 1162.

Como se analizó anteriormente, el molde central 1003 puede tener (1) porciones tubulares 1010 para formar ranuras laterales, (2) porciones tubulares 1005 para formar ranuras de ápice, y (3) porción tubular 1006 para formar una ranura central. En la realización mostrada en las figuras 11E y 11F, los componentes izquierdo 1150 y derecho 1160 tienen cada uno (1) una de las porciones tubulares 1010a y 1010b, (2) una de las porciones tubulares 1005a y 1005b, y (3) una de las mitades (representadas por 1006a y 1006b) de la porción tubular 1006. En realizaciones particulares, las porciones tubulares (por ejemplo, 1010a, 1010b, 1005a, 1005b, 1006a y 1006b) pueden tener "labios". Por ejemplo, cada una de las porciones tubulares 1010a y 1010b puede tener labios hacia abajo 1155a y 1155b, respectivamente, para curvar la solapa 962 hacia abajo. Como otro ejemplo, las porciones tubulares 1005a y 1005b pueden tener labios 1166a y 1166b, respectivamente, para guiar el material de fibra de carbono, por ejemplo, para una transición suave y/o mejorar la consistencia de fabricación. De manera similar, las porciones tubulares 1006a y 1006b pueden tener labios (por ejemplo, la porción 1006a puede tener un labio 1156; el labio de la porción 1006b puede estar oculto a la vista) que sirven para un propósito funcional similar. Las porciones de guía de labios del material de fibra de carbono correspondientes a las mitades hembra 901 y macho 902 se colocan una contra la otra (por ejemplo, 961 y 962 en la figura 9B ; 981 y 982 en la figura 9B ; 993 y 994 en la figura 9E). Esto crea áreas de superficie colindantes entre las dos mitades. Los contornos continuos de las mitades hembra 901 y macho 902 de la junta de base 301 que resultan de guiarse por los labios pueden ayudar a reducir la inclinación negativa cuando las mitades se retiran de sus moldes.

Las figuras 12A-12D ilustran configuraciones isométricas de ejemplo de moldes utilizados para fabricar una junta de base del bastidor. Las figuras 12A y 12B ilustran vistas de despiece del molde exterior hembra 1001, el molde central 1003 y el molde exterior macho 1002 desde lados opuestos. Las figuras 12C y 12D ilustran vistas en perspectiva de los moldes 1001-1003 una vez que se montan juntos. Con referencia a la figura 12C, debido al molde central 1003, cuando los materiales de fibra de carbono se presionan entre sí, se pueden formar ranuras para recibir conectores/varillas (como es evidente a partir del molde central 1003 que es visible en las vistas montadas). Los labios mencionados anteriormente (por ejemplo, 1155a, 1155b, 1166a, 1166b y 1156) guían las capas de fibra de carbono de las mitades hembra 901 y macho 902 a través de un canal continuo común 1201.

Las figuras 13A-13B ilustran un ejemplo de una junta de ápice 375 utilizada para construir una estructura piramidal de la pasarela, tal como la que se muestra en las figuras 3B y 3D. La junta de ápice 375 de la estructura piramidal de la pasarela es similar a la junta de ápice 305 de la estructura piramidal del bastidor. La junta de ápice 375 tiene una mitad hembra 1301 y una mitad macho 1302. Cuando se montan, las mitades hembra 1301 y macho 1302 forman seis ranuras para conectarse a otras juntas. Cuatro de las aberturas de ranura son ranuras de ápice a base (se muestran las ranuras 1313 y 1314; en tanto que las otras dos están ocultas a la vista, son simétricas a las ranuras 1313 y 1314). Las otras dos aberturas de ranura, 1311 y 1312, son ranuras de ápice a ápice. En tanto que estas ranuras de ápice a ápice son similares a las de la junta de ápice de un bastidor 305, son diferentes en que sus ejes están alineados para formar una abertura recta y continua a través de la cual se puede conectar un solo conector (por ejemplo, el conector 290, como se muestra en la figura 2B) puede pasar. La figura 13B ilustra una vista de despiece de la junta de ápice 375. Las características de las mitades separadas 1301 y 1302 son similares a las de la junta de ápice del bastidor 305 y, por lo tanto, no se repetirían por motivos de brevedad.

Las figuras 14A-14F ilustran ejemplos de moldes para una junta de ápice 375 de la pasarela. Las características de los moldes son similares a las de los moldes para la junta de ápice 305 del bastidor (por ejemplo, como se muestra en las

figuras 7A-7F). La principal diferencia es que los moldes para la junta de ápice de la pasarela 375 se configuran para crear ranuras de ápice a ápice que son rectas entre sí, como se describió anteriormente. Por ejemplo, las figuras 14A y 14B ilustran respectivamente una vista en perspectiva y una vista inferior de un molde exterior hembra 1401 para la junta de ápice 375 de una pasarela. Como se muestra en la figura 14B, el molde exterior hembra 1401 para la junta de ápice 375 de la pasarela puede tener una superficie cóncava interior 1410 que define el contorno exterior de la porción superior de la mitad hembra 1301 de la junta de ápice 375. La superficie cóncava interior 1410 es sustancialmente recta a través del molde. En contraste, la superficie cóncava interior 710 (ver, figura 7B) del molde exterior hembra 601 para la junta de ápice 305 del bastidor tienen dos segmentos separados que están ligeramente inclinados entre sí. El molde macho exterior 1402 para la junta de ápice 375 de la pasarela, como se muestra en las figuras 14C (vista en perspectiva) y figura 14D (vista inferior) también se puede configurar para crear ranuras de ápice a ápice alineadas. Por ejemplo, los dos extremos del molde macho exterior 1402 pueden tener una superficie cóncava interior 1430 (es "interior" con respecto al espacio interior donde se presiona el material de fibra de carbono) que define el contorno exterior de la porción superior de la mitad macho 1302 de la junta de ápice. La superficie cóncava interior 1430 de cada extremo puede estar a nivel con el otro. Las figuras 14E y 14F muestran, respectivamente, que el molde central 1403 de la junta de ápice 375 de la pasarela puede tener un componente izquierdo 1450 y un componente derecho 1460. Las porciones tubulares 1410a y 1410b de los componentes izquierdo 1450 y derecho 1460, respectivamente, pueden definir un interior tubular recto para las ranuras de ápice a ápice. El proceso para usar estos moldes para crear una junta de ápice 375 para la pasarela es similar al proceso para crear una junta de ápice 305 para el bastidor. Por ejemplo, similar a la configuración y proceso mostrados en las figuras 6A-6C, el molde exterior hembra 1401, el molde central 1403 y el molde exterior macho 1402 se pueden usar para presionar material de fibra de carbono entre ellos para formar una mitad hembra 1301 y una mitad macho 1302 de una junta de ápice 375. La mitad hembra 1301 se puede formar entre el molde exterior hembra 1401 y el molde central 1403, y la mitad macho 1302 se puede formar entre el molde central 1403 y el molde exterior macho 1402.

Las figuras 15A-15G ilustran un ejemplo de una junta de base 1500 de una estructura piramidal de la pasarela (por ejemplo, ver figura 3D, etiqueta 343). Una estructura piramidal 343 de la pasarela se puede configurar para ser adyacente a estructuras geodésicas, como se muestra en la figura 3D. Como tal, en la realización de una junta de base 1500 de la pasarela, la junta de base 1500 contiene siete ranuras para soportar dos pirámides de pasarela contiguas a la estructura geodésica contigua. Las ranuras de base a base 1501, 1502 y 1503 se configuran para soportar conectores que forman las bases de las dos pirámides de pasarela contiguas, que se denominarán pirámides de pasarela A y B. En particular, la ranura 1502 se usa para formar un lado que se comparte entre las bases de las pirámides de pasarela adyacentes A y B, y las ranuras 1501 y 1503 se usan para formar, respectivamente, los dos lados de las pirámides de pasarela adyacentes que están en el mismo lado de la pasarela. Las ranuras de base a ápice 1506 y 1507 se usan para conectar la junta de base 1500 a los ápices de las dos pirámides de pasarela contiguas, respectivamente. Por ejemplo, la ranura 1506 se puede usar para conectarse al ápice de la pirámide A, y la ranura 1507 se puede usar para conectarse al ápice de la pirámide B. La junta de base 1500 también puede tener ranuras de base a geodésica 1504 y 1505 para conectar la junta de base 1500 a la estructura geodésica contigua. La estructura geodésica se puede configurar para formar múltiples patrones en "X" (ver, figuras 3C y 3D). Las ranuras de base a geodésicas 1504 y 1505 se pueden configurar para recibir conectores que provienen de diferentes patrones en "X". Por ejemplo, la ranura 1504 se puede usar para conectarse a la parte inferior de la porción de "\" de un patrón en "X", y la ranura 1505 se puede usar para conectarse a la parte inferior de la porción de "/" de otro patrón en "X". Las ranuras 1501-1505 están todas sustancialmente en el mismo plano. Las ranuras 1506 y 1507 de base a ápice para formar un lado de una pirámide, por otro lado se configuran para formar un ángulo desde ese plano.

En realizaciones particulares, la junta de base 1500 de la estructura piramidal de la pasarela se puede construir usando tres piezas: una pieza de base y geodésica 1510, una pieza de base y ápice 1520 y una pieza de ápice y geodésica 1530. Las ranuras de base 1501 y 1503 se pueden formar usando las tres piezas. La ranura de base 1502 se puede formar usando la pieza de base y geodésica 1510 y la pieza de base y ápice 1520. Las ranuras de base a ápice 1506 y 1507 se forman usando la pieza de base y ápice 1520 y la pieza de ápice y geodésica 1530. Las ranuras de base a geodésica 1504 y 1505 se forman usando la pieza de base y geodésica 1510 y la pieza de ápice y geodésica 1530. Cada una de las tres piezas 1510, 1520, 1530 incluye superficies interiores cóncavas (interiores con respecto a la junta de base montada 1510) que, cuando se colocan juntas, forman las ranuras 1501-1507.

La figura 15B ilustra una vista superior de la junta de base 1500. Desde este ángulo, solo la pieza de base y ápice 1520 y la pieza de ápice y geodésica 1530 son claramente visibles. A partir de esta vista, un experto en la técnica debe apreciar que la pieza de base y ápice 1520 incluye superficies cóncavas interiores que forman las ranuras 1502, 1506 y 1507. La pieza de ápice y geodésica 1530 incluye superficies cóncavas interiores que forman las ranuras 1501 y 1503-1507. Las porciones no cóncavas de las dos piezas 1520 y 1530 (por ejemplo, las porciones entre las ranuras 1503 y 1507, las ranuras 1507 y 1506, y las ranuras 1506 y 1501) pueden colindar para formar superficies de unión.

La figura 15C ilustra una vista inferior de la junta de base 1500. Desde este ángulo, solo es visible la pieza de base y geodésica 1510. Se debe apreciar que la pieza de base y geodésica 1510 puede incluir superficies cóncavas interiores que forman ranuras 1501-1505. Las porciones no cóncavas de la pieza 1510 (por ejemplo, las porciones entre las ranuras 1501 y 1502, las ranuras 1502 y 1503, las ranuras 1503 y 1504, las ranuras 1504 y 1505, y las ranuras 1505 y 1501) se pueden apoyar en las porciones correspondientes de la pieza de base y ápice 1520 y la pieza de ápice y geodésica 1530 para formar superficies de unión.

La figura 15D ilustra una vista lateral de la junta de base 1500 donde se colocan la ranura de base a base 1502 y las ranuras de base a ápice 1506 y 1507. A partir de esta vista, se puede ver el interior hueco de la ranura de base a base 1502. La pieza de base y ápice 1520 se configura para apoyarse en ambas otras piezas. La pieza de base y ápice 1520 incluye una porción que está sustancialmente en el mismo plano que la pieza de base y geodésica 1510, y juntas forman la ranura de base a base 1502. La pieza de base y ápice 1520 también incluye una segunda porción que está en un ángulo con respecto al plano de base, y esta porción se configura para apoyarse en una porción de la pieza de ápice y geodésica 1530 para formar las ranuras de base a ápice 1506 y 1507.

La figura 15E ilustra otra vista lateral de la junta de base 1500 opuesta a la vista mostrada en la figura 15D. Este ángulo muestra las ranuras de base a geodésica 1504 y 1505, así como la vista posterior/superior de las ranuras de base a ápice 1506 y 1507. La pieza de ápice y geodésica 1530 incluye una porción que está sustancialmente en el mismo plano que la pieza de base y geodésica 1510, y juntas forman las ranuras de base a geodésicas 1504 y 1505. La pieza de ápice y geodésica 1530 también incluye una segunda porción que forma un ángulo con el plano de base, y esta porción se configura para hacer tope con la porción inclinada mencionada anteriormente de la pieza de base y ápice 1520 (no se muestra en la figura 15E) para formar las ranuras de base a ápice 1506 y 1507.

La figura 15F ilustra otra vista lateral de la junta de base 1500 donde se coloca la ranura de base a base 1503. La vista desde el lado opuesto donde se coloca la ranura de base a base 1501 no se ilustra, ya que es simétrica a la vista mostrada en la figura 15F. Desde este ángulo, se puede ver que el interior hueco de la ranura de base a base 1503 se extiende a través del cuerpo de la junta de base 1500. Por lo tanto, en la realización mostrada, la ranura de base a base 1503 y 1501 son extremos opuestos de la misma ranura. Un conector, por lo tanto, se puede extender a través del cuerpo de la junta de base 1500 a través de esta ranura. En realizaciones particulares, la ranura de base a base 1503 (y de manera similar 1502) puede estar formada por las tres de la pieza de base y geodésica 1510, la pieza de base y ápice 1520 y la pieza de ápice y geodésica 1530. Una porción cóncava interior de la pieza de base y geodésica 1510 forma aproximadamente la mitad de la ranura de base a base 1503. La otra mitad puede estar formada por una porción cóncava interior de la pieza de base y ápice 1520 y una porción cóncava interior de la pieza de ápice y geodésica 1530. Dado que en la realización mostrada el ángulo entre las ranuras 1507 y 1502 es relativamente pequeño en comparación con el ángulo entre las ranuras 1507 y 1504, la porción cóncava interior de la pieza de base y ápice 1520 también es relativamente más pequeña que la de la pieza de ápice y geodésica 1530.

La figura 15G ilustra una vista de despiece de la junta de base 1500. Cada una de las piezas (es decir, 1510, 1520 y 1530) comprende superficies cóncavas interiores para formar las ranuras mencionadas anteriormente. En particular, la ranura 1501 está formada por las superficies cóncavas interiores 1501a, 1501b y 1501c de las piezas 1510, 1520 y 1530, respectivamente. La ranura 1503 está formada por las superficies cóncavas interiores 1503a, 1503b y 1503c de las piezas 1510, 1520 y 1530, respectivamente. La ranura 1502 está formada por las superficies cóncavas interiores 1502a y 1502b de las piezas 1510 y 1520, respectivamente. La ranura 1504 está formada por las superficies cóncavas interiores 1504a y 1504b de las piezas 1510 y 1530, respectivamente. La ranura 1505 está formada por las superficies cóncavas interiores 1505a y 1505b de las piezas 1510 y 1530, respectivamente. La ranura 1506 está formada por las superficies cóncavas interiores 1506a y 1506b de las piezas 1530 y 1520, respectivamente. La ranura 1507 está formada por las superficies cóncavas interiores 1507a y 1507b de las piezas 1530 y 1520, respectivamente. Como se describió anteriormente, para cada pieza, las porciones entre las superficies cóncavas interiores para formar ranuras pueden ser sustancialmente planas y configuradas para apoyarse en porciones correspondientes de otras piezas. El área superficial de las superficies colindantes se hace lo suficientemente grande como para reforzar la unión entre las piezas. Se pueden usar agentes de unión tales como adhesivos líquidos y/o sujetadores convencionales (por ejemplo, tuercas y pernos) en realizaciones particulares.

Las figuras 16A-16B ilustran una realización de los moldes utilizados para la fabricación de la pieza de base y geodésica 1510. En realizaciones particulares, el montaje de molde puede incluir un molde macho 1610 y un molde hembra 1620. Un ejemplo de los moldes se muestra en la figura 16A. Los dos moldes se pueden usar para presionar contra una sarga de fibra de carbono colocada entre ellos para crear la pieza de base y geodésica 1510. Los contornos del molde macho 1610 pueden formar la superficie interior de la pieza de base y geodésica 1510, y los contornos del molde hembra 1620 pueden formar la superficie exterior de la pieza de base y geodésica 1510. Por ejemplo, la figura 16B ilustra una vista lateral del mismo montaje mostrado en la figura 16A. Se debe apreciar que el contorno sobresaliente 1613a del molde macho 1610 y el contorno cóncavo 1623a del molde hembra 1620, cuando se presionan juntos, formarían el contorno 1503a de la pieza de base y geodésica 1510. Como otro ejemplo, el contorno sobresaliente 1612a del molde macho 1610 y el contorno cóncavo 1622a del molde hembra 1620, cuando se presionan juntos, formarían el contorno 1502a de la pieza de base y geodésica 1510. De manera similar, el contorno de otras porciones de la pieza 1510 se puede definir mediante las porciones correspondientes de los moldes 1610 y 1620. Por ejemplo, los contornos cóncavos 1621a, 1624a y 1625a del molde hembra 1620 pueden presionar contra las porciones sobresalientes correspondientes (no se muestran) del molde macho 1610 para formar los contornos 1501a, 1504a y 1505a de la pieza de base y geodésica 1510. Para mejorar el tiempo de impresión 3D y la integridad estructural de los moldes, en realizaciones particulares, los moldes 1610 y 1620 se pueden hacer huecos durante el proceso de impresión 3D y posteriormente se pueden llenar con, por ejemplo, cemento o cualquier otro material adecuado que pueda solidificar o reforzar la estructura del molde. Por ejemplo, después de que se haya creado el molde 1610, se puede verter cemento en él a través de la abertura 1611 en la parte superior, como se muestra en la figura 16A

Las figuras 17A-17B ilustran una realización de los moldes utilizados para la fabricación de la pieza de ápice y geodésica 1530. En realizaciones particulares, el montaje de molde puede incluir un molde hembra 1710 y un molde macho 1720. Un ejemplo de los moldes se muestra en las figuras 17A-17B. Los dos moldes se pueden usar para presionar contra una sarga de fibra de carbono colocada entre ellos para crear la pieza de ápice y geodésica 1530. Los contornos del molde macho 1720 pueden formar la superficie interior de la pieza de ápice y geodésica 1530, y los contornos del molde hembra 1710 pueden formar la superficie exterior de la pieza de ápice y geodésica 1530. Se debe apreciar que los contornos sobresalientes 1725b y 1724b del molde macho 1720 y los contornos cóncavos 1715b y 1714b del molde hembra 1710, cuando se presionan juntos, formarían los contornos 1505b y 1504b de la pieza de ápice y geodésica 1530, respectivamente. De manera similar, el contorno de otras porciones de la pieza 1530 se puede definir mediante las porciones correspondientes de los moldes 1710 y 1720. Por ejemplo, los contornos sobresalientes 1726a y 1727a del molde macho 1720 pueden presionar contra los contornos cóncavos correspondientes (no se muestran) del molde hembra 1710 para formar los contornos 1506a y 1507a de la pieza de base y geodésica 1510. Para mejorar el tiempo de impresión 3D y la integridad estructural de los moldes, los moldes 1710 y 1720, en realizaciones particulares, se pueden hacer huecos durante el proceso de impresión 3D y posteriormente se pueden llenar con, por ejemplo, cemento o cualquier otro material adecuado que pueda solidificar o reforzar la estructura del molde. Por ejemplo, después de que se haya creado el molde 1710, se puede verter cemento en él a través de la abertura 1711 en la parte superior.

De manera similar a la pieza de base y geodésica 1510 y la pieza de ápice y geodésica 1530, la pieza de base y ápice 1520 se puede fabricar al presionar un molde macho y un molde hembra contra una sarga de fibra de carbono. El molde hembra puede tener contornos cóncavos y el molde macho puede tener contornos convexos que, cuando se presionan juntos, definen los contornos de la pieza de base y ápice 1520.

Las figuras 18A-18B ilustran un ejemplo de una junta geodésica de 4 vías, tal como la junta 335 mostrada en las figuras 3C y 3D, con cuatro aberturas de ranura de conector. En realizaciones particulares, la junta geodésica de 4 vías 335 se usa para formar una estructura geodésica que está sustancialmente nivelada en el mismo plano. Cada junta geodésica de 4 vías 335 puede servir como la intersección de cuatro conectores para formar un patrón en "X", como se muestra en la figura. 3C. Para acomodar los cuatro conectores, la junta geodésica de 4 vías 335 puede tener cuatro ranuras, 1801, 1802, 1803 y 1804, que están configuradas simétricamente. Las ranuras pueden estar formadas por superficies cóncavas interiores de una pieza superior 4010 y una pieza inferior 4020. La figura 18B ilustra una vista de despiece de la junta geodésica de 4 vías 335. Cada una de la pieza superior 4010 y la pieza inferior 4020 tiene superficies cóncavas interiores que, cuando se montan, forman las ranuras 1801-1804. En particular, las superficies cóncavas interiores 1801a, 1802a, 1803a y 1804a de la pieza superior 4010 y las superficies cóncavas interiores correspondientes 1801b, 1802b, 1803b y 1804b de la pieza inferior 4020 pueden formar, respectivamente, las ranuras 1801, 1802, 1803 y 1804. En realizaciones particulares, en el centro de la junta geodésica de 4 vías 335 puede haber un tapón de 4 vías 1830 que puede facilitar y mantener la colocación de conectores insertados. En realizaciones particulares, la junta geodésica de 4 vías 335 se puede fabricar al intercalar una sarga de fibra de carbono entre moldes, similar a los otros procesos para fabricar juntas descritas en la presente.

Las figuras 19A-19B ilustran un ejemplo de una junta geodésica de 6 vías, tal como la junta 330 mostrada en las figuras 3C y 3D, con seis aberturas de ranura de conector. En realizaciones particulares, la junta geodésica de 6 vías 330 se usa para formar una estructura geodésica que está sustancialmente nivelada en el mismo plano. Como se muestra en la figura 3C, la estructura geodésica en una realización puede comprender patrones en "X", formados usando las juntas geodésicas de 4 vías 335 mencionadas anteriormente. Cada estructura en "X" se puede colocar entre dos conectores longitudinales 290. Se pueden conectar las estructuras en "X" a los conectores longitudinales 290 usando las juntas geodésicas de 6 vías 330. Cada junta geodésica de 6 vías 330 puede tener seis ranuras de conector 1901-1906. En realizaciones particulares, dos ranuras de conector 1901 y 1902 en lados opuestos de la junta 330 pueden formar un canal a través de la junta 330 para permitir que un conector longitudinal 290 pase a través. Las otras cuatro ranuras de conector 1903-1906 de la junta geodésica de 6 vías 330 se pueden configurar para conectarse a cuatro patrones en "X", respectivamente, para formar la estructura geodésica 295. Por ejemplo, el conector inferior derecho de una primera estructura en "X" se puede conectar a la ranura 1905 de una junta geodésica de 6 vías 330; el conector inferior izquierdo de una segunda estructura en "X" se puede conectar a la ranura 1906 de la junta 330; el conector superior izquierdo de una tercera estructura en "X" se puede conectar a la ranura 1903 de la junta 330; y el conector superior derecho de una cuarta estructura en "X" se puede conectar a la ranura 1904 de la junta 330. La figura 19B ilustra una vista de despiece de la junta geodésica de 6 vías 330. Cada una de la pieza superior 1910 y la pieza inferior 1920 tiene superficies cóncavas interiores que, cuando se montan, forman las ranuras 1901-1906. En particular, las superficies cóncavas interiores 1901a, 1902a, 1903a, 1904a, 1905a y 1906a de la pieza superior 1910 y las superficies cóncavas interiores correspondientes 1901b, 1902b, 1903b, 1904b, 1905b y 1906b de la pieza inferior 1920 pueden formar, respectivamente, las ranuras 1901, 1902, 1903, 1904, 1905 y 1906. En realizaciones particulares, la junta geodésica de 6 vías 330 se puede fabricar al intercalar una sarga de fibra de carbono entre moldes, similar a los otros procesos para fabricar juntas descritas en la presente.

En realizaciones particulares, si se necesitan ranuras adicionales para unir un conector a una junta de base o ápice como se describió anteriormente, se puede unir un componente periférico a la junta para formar las ranuras necesarias. En realizaciones particulares, el componente periférico se puede considerar como una envoltura o guante que se ajusta sobre la junta de base o ápice montada. Los contornos del componente periférico, junto con la superficie exterior de la junta de base o ápice, pueden formar ranuras adicionales para recibir conectores. El componente periférico se puede fijar a una

junta usando, por ejemplo, adhesivos, tornillos u otros medios de unión. En realizaciones particulares, los componentes periféricos se pueden fabricar usando moldes, similares al proceso descrito anteriormente. En los ejemplos descritos anteriormente para fabricar, por ejemplo, una junta del bastidor (ápice o base), se pueden usar tres moldes: un molde hembra exterior, un molde central y un molde macho exterior. Para fabricar un componente periférico adicional, se puede añadir un cuarto molde para intercalar por separado tres capas de sargas de fibra de carbono para formar, respectivamente, una mitad hembra de una junta, una mitad macho de la junta y un componente periférico para la junta. En realizaciones particulares, el cuarto molde se puede configurar para ajustarse en la parte superior del molde exterior hembra, que se convertiría en un segundo molde central. En esta configuración, la porción superior del segundo molde central se puede configurar para definir el contorno interior deseado del componente periférico, y el cuarto molde se puede configurar para definir el contorno exterior deseado del componente periférico. Alternativamente, el componente periférico se puede fabricar usando moldes separados.

Las figuras 20A-20B ilustran, desde diferentes perspectivas, una realización de una ranura de extensión periférica para una junta de ápice de una estructura piramidal del bastidor (por ejemplo, 305, como se muestra en la figura 5A). En realizaciones particulares, la junta de extensión 2000 se puede fijar a la junta de ápice 305 de una estructura piramidal de bastidor de intersección de modo que se pueda conectar a la junta de ápice de una estructura piramidal de pasarela de intersección adyacente, como se muestra en la figura 3D en la etiqueta 349. En realizaciones particulares, la junta de extensión 2000 puede tener dos piezas, denominadas en la presente pieza superior 2010 y una pieza inferior 2020. Las piezas superior 2010 e inferior 2020 se pueden configurar para envolver una porción de la superficie exterior de la mitad hembra 501 de la junta de ápice 305 y formar además una ranura 2030 para recibir un conector. En realizaciones particulares, la ranura 2030 puede ser sustancialmente perpendicular a las ranuras de ápice a ápice de la junta de ápice 305. Un extremo de la pieza superior 2010 puede tener una porción extendida 2011 configurada para formar la mitad de la ranura 2030, así como material circundante para interactuar con la pieza inferior 2020. La porción restante de la pieza superior 2010 puede envolver una porción del exterior de la junta de ápice 305. La pieza inferior 2020 puede tener de manera similar una porción extendida 2021 configurada para formar la otra mitad de la ranura 2030, así como material circundante para interactuar con aquel de la porción extendida 2011 de la pieza superior 2010. La porción restante de la pieza inferior 2020 puede envolver una porción del exterior de la junta de ápice 305. En realizaciones particulares, se pueden usar adhesivos para unir las piezas superior 2010 e inferior 2020 a la junta de ápice 305 y entre sí. En realizaciones particulares, las piezas superiores 2010 e inferiores 2020 de la junta de extensión 2000 se pueden fabricar utilizando moldes impresos en 3D y presionándolos contra material de fibra de carbono, similar al proceso de fabricación descrito anteriormente para las juntas.

La figura 21 ilustra una vista de despiece de la junta de extensión 2000 mostrada en las figuras 20A-20B sin la junta de ápice 305 de la estructura piramidal del bastidor. Las porciones extendidas 2011 y 2021 de las piezas superior 2010 e inferior 2020, respectivamente, se configuran para colocarse juntas para formar la ranura 2030. Además de las porciones extendidas 2011 y 2021, el resto de las piezas superiores 2010 e inferiores 2020 se pueden configurar para envolver porciones de la junta de ápice 305 de una estructura piramidal del bastidor. Por ejemplo, la pieza superior 2010 puede tener superficies cóncavas interiores 2191 y 2192 que coinciden con el contorno de las superficies exteriores de, por ejemplo, la porción superior de la mitad hembra 501 de la junta de ápice 305. Como otro ejemplo, la pieza superior 2010 puede tener superficies cóncavas interiores 2112 y 2113 que coinciden con el contorno de las superficies exteriores de, por ejemplo, las ranuras de ápice a base 513 y 514 de la junta de ápice 305, respectivamente. De manera similar, la pieza inferior 2020 puede tener superficies cóncavas interiores 2122 y 2123 que coinciden con el contorno de las superficies exteriores de, por ejemplo, las ranuras de ápice a base (no mostradas en la figura 5A) en el lado opuesto de las ranuras 513 y 514.

Las figuras 22A-22B ilustran una realización de los moldes utilizados para la fabricación de la pieza superior 2010 de la junta de extensión 2000. En realizaciones particulares, el montaje de molde puede incluir un molde hembra 2210 y un molde macho 2220. Un ejemplo de los moldes se muestra en la figura 22A. Los dos moldes se pueden usar para presionar contra una sarga de fibra de carbono colocada entre ellos para crear la pieza superior 2010 de la junta de extensión 2000. Los contornos del molde macho 2220 pueden formar la superficie interior de la pieza superior 2010, y los contornos del molde hembra 2210 pueden formar la superficie exterior de la pieza superior 2010. Por ejemplo, los contornos convexos 2291, 2292 y 2211 del molde macho 2220 pueden dar forma, respectivamente, a las superficies cóncavas interiores 2191, 2192 y 2011 de la pieza superior 2010. La figura 22B ilustra una vista lateral del mismo montaje mostrado en la figura 22A. Se debe apreciar que el contorno convexo sobresaliente 2292 del molde macho 2220 y el contorno cóncavo 2282 del molde hembra 2210, cuando se presionan juntos, formarían el contorno 2192 de la pieza superior 2010. De manera similar, el contorno de otras porciones de la pieza superior 2010 se puede definir mediante las porciones correspondientes de los moldes 2210 y 2220. Por ejemplo, el contorno convexo sobresaliente 2295 del molde macho 2220 y el contorno cóncavo 2285 del molde hembra 2210, cuando se presionan juntos, formarían el contorno 2112 de la pieza superior 2010. En tanto que no se muestra, el molde hembra 2210 tiene un contorno cóncavo correspondiente a la colocación del contorno convexo sobresaliente 2211 del molde macho 2220 de modo que, cuando se presionan juntos, se definiría el contorno 2011 de la pieza superior 2010. Para mejorar el tiempo de impresión 3D y la integridad estructural de los moldes, los moldes 2210 y 2220, en realizaciones particulares, se pueden hacer huecos durante el proceso de impresión 3D y posteriormente se pueden llenar con, por ejemplo, cemento o cualquier otro material adecuado que pueda solidificar o reforzar la estructura del molde. Por ejemplo, después de que se hayan creado los moldes, se puede verter cemento en él a través de aberturas.

La figura 23 ilustra una vista en perspectiva de una realización de un molde macho utilizado para la fabricación de la pieza superior 2010 de la junta de extensión 2000. El molde macho 2220 puede tener superficies convexas sobresalientes 2211, 2292 y 2295 descritas anteriormente. Como se muestra aquí, el molde macho 2220 puede ser simétrico a través de un plano central a través del eje de la superficie sobresaliente 2211.

En realizaciones particulares, como se muestra en la figura 3D, las juntas de base interiores de una estructura piramidal de bastidor de intersección 340 pueden necesitar ser compartidas con juntas de base de una estructura piramidal de pasarela de intersección 343 así como estructuras geodésicas. Con el fin de funcionar también como una junta de base de la estructura piramidal de pasarela de intersección 343, las juntas de base 359 de la estructura piramidal de bastidor de intersección 340 pueden necesitar dos ranuras adicionales. Las ranuras se pueden usar para conectar cada junta de base 359 a la junta de ápice 375 y una de las otras juntas de base 1500 de la estructura piramidal de pasarela de intersección 343. En realizaciones particulares, donde las estructuras geodésicas se conectan a los bastidores y las pasarelas como se muestra en la figura 3D, la junta de base 359 de la estructura piramidal de bastidor de intersección 340 puede necesitar una ranura adicional para conectarse a un extremo de la estructura geodésica con patrón en X (en otras palabras, la junta de base 359 se conectaría a la junta geodésica de 4 vías 335 del patrón en X). Por lo tanto, en una realización, la junta de base interior 359 de una estructura piramidal de bastidor de intersección 340 puede necesitar tres ranuras adicionales para soportar la estructura piramidal de pasarela de intersección 343 y la estructura geodésica.

Las figuras 24A-24C ilustran una realización de una extensión de bastidor a pasarela y geodésica 2400 unida a una junta de base 301 del bastidor, similar a la junta de base interior 359 mostrada en la figura 3D. La extensión de bastidor a pasarela y geodésica 2400 ilustrada incluye tres piezas, que se denominarían la pieza de base 2410, la pieza central 2420 y la pieza de ápice 2430. Además de las ranuras proporcionadas por la junta de base 301, la junta de extensión 2400 añade tres ranuras adicionales: ranuras 2440 y 2460 para conectarse a una estructura piramidal de pasarela de intersección 343, y ranura 2450 para conectarse a una estructura geodésica. En particular, la ranura 2440 se puede configurar para recibir un conector cuyo otro extremo se conecta a una junta de base interior 1500 (ver, figura 3D) (es decir, que no se interconecta con el bastidor) de una estructura piramidal de pasarela de intersección contigua 343. El conector es sustancialmente perpendicular al bastidor y forma un lado de la base de la estructura piramidal de pasarela de intersección 343. La ranura 2460 se puede configurar para recibir un conector cuyo otro extremo se conecta al ápice 375 de esa estructura piramidal de pasarela de intersección 343. La ranura 2450 se puede configurar para recibir un conector cuyo otro extremo se conecta a una junta geodésica de 4 vías 335, a través de la cual se puede formar un patrón en "X" mencionado anteriormente. Además, la figura 24A muestra que se puede colocar un tapón 2490 dentro de la junta de base 301 para guiar y mantener la posición de un conector insertado.

En realizaciones particulares, cada una de las ranuras 2440, 2450 y 2460 puede estar formada por dos de las tres piezas 2410, 2420 y 2430. Por ejemplo, las ranuras 2440 y 2450 pueden estar formadas por superficies cóncavas interiores de la pieza de base 2410 y la pieza central 2420. La ranura 2460 puede estar formada por superficies cóncavas interiores de la pieza central 2420 y la pieza de ápice 2430. En particular, la pieza de base 2410 puede tener superficies cóncavas interiores 2413 y 2411 que, cuando se alinean respectivamente con las superficies cóncavas interiores correspondientes 2423 y 2421 de la pieza central 2420, formarían ranuras 2450 y 2440, respectivamente. Otra superficie cóncava interior 2422 de la pieza central 2420 se puede alinear con una superficie cóncava interior 2431 de la pieza de ápice 2430 para formar la ranura 2460. Cada una de las piezas 2410, 2420 y 2430 puede tener porciones que se apoyan en porciones correspondientes de una pieza adyacente. El área de superficie de estas porciones se puede utilizar para sujetar cada par de piezas de apoyo juntas (por ejemplo, utilizando un agente de unión, tuercas y pernos, etc.).

Además de las porciones de cada una de las piezas 2410, 2420 y 2430 para formar las ranuras 2440, 2450 y 2460 y colindar entre sí, cada una de las piezas 2410, 2420 y 2430 comprende una porción restante adicional para envolver una porción del exterior de la junta de base 301. Por ejemplo, la pieza de ápice 2430 puede tener una porción configurada para envolver la superficie exterior de las ranuras 913 y 915 (ver, figura 9A) y las superficies circundantes de la junta de base 301. La pieza de base 2410 puede tener una porción configurada para envolver la superficie exterior de la ranura 911 y las superficies circundantes de la junta de base 301. La pieza central 2420 puede comprender una porción envolvente que se ajusta a los contornos de una porción superior de la junta de base 301 que no está ocupada por la pieza de ápice 2430 y la pieza de base 2410. En realizaciones particulares, se pueden usar adhesivos para unir las tres piezas 2410, 2420 y 2430 a la junta de base 301 y entre sí.

La figura 25 ilustra una vista de despiece de la extensión de bastidor a pasarela y geodésica 2400 para una junta de base de bastidor 301 (no mostrada). Como se analizó con referencia a las figuras 24A-24C, la extensión de bastidor a pasarela y geodésica 2400 puede tener tres piezas: una pieza de base 2410, una pieza central 2420 y una pieza de ápice 2430. En realizaciones particulares, cada una de estas piezas es una pieza continua hecha de láminas de sarga de fibra de carbono. La pieza de base 2410 puede comprender superficies cóncavas interiores 2411 y 2413 para formar ranuras 2440 y 2450, respectivamente. Además, la pieza de base 2410 puede comprender además superficies para unirse con la pieza central 2420. En particular, las superficies 2511, 2512 y 2513 de la pieza de base 2410 están configuradas para apoyarse en las superficies correspondientes 2521, 2522 y 2523 de la pieza central 2420, respectivamente. La pieza de base 2410 puede comprender además una superficie 2514 para envolver una porción superior de la junta de base 301. La superficie cóncava interior 2515 se puede configurar para envolver una porción de la superficie exterior de la ranura 911 de la junta de base 301. La pieza central 2420 puede comprender superficies tal como la superficie 2424 para envolver otra porción superior de la junta de base 301. Para unirse a la pieza de ápice 2430, la pieza central 2420 también puede comprender

superficies tal como la superficie 2526 para apoyarse en la superficie 2536 de la pieza de ápice 2430. La superficie de ápice 2430 puede comprender superficies 2531, 2532 y 2533 para envolver superficies exteriores de la junta de base 301 alrededor de las ranuras 913 y 915. La superficie de ápice 2430 puede comprender además superficies 2534 y 2535 para envolver las superficies exteriores de las ranuras 913 y 915, respectivamente.

Las figuras 26A-26B ilustran una vista superior y una vista inferior, respectivamente, de la pieza de ápice 2430. La superficie superior mostrada en la figura 26A se considera que es el interior ya que formaría la superficie interior de la extensión de bastidor a pasarela y geodésica montada 2400. Con referencia a ambas figuras 26A y 26B, la porción inferior de la pieza de ápice 2430 tiene una superficie interior 2601a y una superficie exterior correspondiente 2601b. De manera similar, la pieza de ápice 2430 comprende además: una superficie interior 2602a y una superficie exterior correspondiente 2602b (correspondiente a la porción 2431 en la figura 25); una superficie interior 2603a y una superficie exterior correspondiente 2603b (correspondiente a la porción 2536); una superficie interior 2604a y una superficie exterior correspondiente 2604b (correspondiente a la porción 2532); una superficie interior 2605a y una superficie exterior correspondiente 2605b (correspondiente a la porción 2535); una superficie interior 2606a y una superficie exterior correspondiente 2606b (correspondiente a la porción 2531); y una superficie interior 2607a y una superficie exterior correspondiente 2607b (correspondiente a la porción 2534). Una vez montada, la superficie superior 2602a se apoyaría en un conector que se conecta a una estructura piramidal de pasarela de intersección. Las superficies superiores 2605a y 2607a se apoyarían y se fijarían a las superficies exteriores de 915 y 913, respectivamente.

Las figuras 27A-27B ilustran una realización de los moldes utilizados para la fabricación de la pieza de ápice 2430. En realizaciones particulares, el montaje de molde puede incluir un molde macho 2710 y un molde hembra 2720. Un ejemplo de los moldes se muestra en la figura 27A. Los dos moldes se pueden usar para presionar contra una sarga de fibra de carbono colocada entre ellos para crear la pieza de ápice 2430. Los contornos del molde macho 2710 pueden formar la superficie interior de la pieza de ápice 2430, y los contornos del molde hembra 2720 pueden formar la superficie exterior de la pieza de ápice 2430. Por ejemplo, la figura 27A muestra que el contorno sobresaliente 2702 del molde macho 2710 puede formar el contorno 2607a/2607b de la pieza de ápice 2430. La figura 27B ilustra una vista lateral del mismo montaje mostrado en la figura 27A. Se debe apreciar que el contorno sobresaliente 2701 del molde macho 2710 y el contorno cóncavo 2711 del molde hembra 2720, cuando se presionan juntos, formarían el contorno 2602a/2602b de la pieza de ápice 2430. De manera similar, el contorno de otras porciones de la pieza 2430 se puede definir mediante las porciones correspondientes de los moldes 2710 y 2720. Para mejorar el tiempo de impresión 3D y la integridad estructural de los moldes, los moldes 2710 y 2720, en realizaciones particulares, se pueden hacer huecos durante el proceso de impresión 3D y posteriormente se pueden llenar con, por ejemplo, cemento o cualquier otro material adecuado que pueda solidificar o reforzar la estructura del molde. Por ejemplo, después de que se hayan creado los moldes, se puede verter cemento en él a través de aberturas.

Las figuras 28A-28B ilustran una vista superior y una vista inferior, respectivamente, de la pieza central 2420. La superficie superior mostrada en la figura 28A se considera que es el interior ya que formaría la superficie interior de la extensión de bastidor a pasarela y geodésica montada 2400. Con referencia a ambas figuras 28A y 28B, la pieza central 2420 comprende: una superficie interior 2801a y una superficie exterior correspondiente 2801b (correspondiente a la porción 2421 en la figura 25); una superficie interior 2802a y una superficie exterior correspondiente 2802b (correspondiente a la porción 2521); una superficie interior 2803a y una superficie exterior correspondiente 2803b (correspondiente a la porción 2422); una superficie interior 2804a y una superficie exterior correspondiente 2804b (correspondiente a la porción 2526); una superficie interior 2805a y una superficie exterior correspondiente 2805b (correspondiente a la porción 2524); una superficie interior 2806a y una superficie exterior correspondiente 2806b (correspondiente a la porción 2523); una superficie interior 2807a y una superficie exterior correspondiente 2807b (correspondiente a la porción 2423); y una superficie interior 2808a y una superficie exterior correspondiente 2808b (correspondiente a la porción 2522). Una vez montada, la superficie superior 2803a se apoyaría en un conector cuyo otro extremo se conecta al ápice 375 de una estructura piramidal de pasarela de intersección 343, como se muestra en la figura 3D. La superficie superior 2801a se apoyaría en un conector cuyo otro extremo se conecta a una junta de base interior 1500 de la estructura piramidal de pasarela de intersección contigua 343. La superficie superior 2807a se apoyaría en un conector cuyo otro extremo se conecta a una junta geodésica de 4 vías 335, a través de la cual se puede formar un patrón en "X" mencionado anteriormente.

Las figuras 29A-29B ilustran una realización de los moldes utilizados para la fabricación de la pieza central 2420. En realizaciones particulares, el montaje de molde puede incluir un molde macho 2910 y un molde hembra 2920. Un ejemplo de los moldes se muestra en la figura 29A. Los dos moldes se pueden usar para presionar contra una sarga de fibra de carbono colocada entre ellos para crear la pieza central 2420. Los contornos del molde macho 2910 pueden formar la superficie interior de la pieza central 2420, y los contornos del molde hembra 2920 pueden formar la superficie exterior de la pieza central 2420. Por ejemplo, la porción convexa sobresaliente 2901 del molde macho 2910 mostrado en la figura 29A se configura para formar la superficie cóncava interior 2803a de la pieza central 2420. De manera similar, las porciones convexas sobresalientes 2902 y 2903 del molde macho 2910 se configuran para formar las superficies interiores 2801a y 2807a, respectivamente, que están en los lados opuestos de las superficies exteriores 2801b y 2807b, respectivamente. La figura 29B ilustra una vista lateral del mismo montaje mostrado en la figura 29A. Se debe apreciar que el contorno sobresaliente 2902 y 2903 del molde macho 2910 formaría los contornos cóncavos 2801b y 2807b, respectivamente, de la pieza central 2420. De manera similar, el contorno de otras porciones de la pieza central 2420 se puede definir mediante las porciones correspondientes de los moldes 2910 y 2920. Por ejemplo, la superficie

sustancialmente plana 2804a de la pieza central 2420 puede estar formada por la superficie 2932 del molde hembra 2920 y una superficie correspondiente (no se muestra) del molde macho 2910. El lado posterior de la superficie 2803a estaría formado por el contorno cóncavo 2931 del molde hembra 2920. Para mejorar el tiempo de impresión 3D y la integridad estructural de los moldes, los moldes 2910 y 2920, en realizaciones particulares, se pueden hacer huecos durante el proceso de impresión 3D y posteriormente se pueden llenar con, por ejemplo, cemento o cualquier otro material adecuado que pueda solidificar o reforzar la estructura del molde. Por ejemplo, después de que se hayan creado los moldes, se puede verter cemento en él a través de aberturas.

Las figuras 30A-30B ilustran una vista superior y una vista inferior, respectivamente, de una pieza de base 2410, con algunas variaciones. La superficie superior mostrada en la figura 30A se considera que es el interior ya que formaría la superficie interior de la extensión de bastidor a pasarela y geodésica montada 2400. Con referencia a ambas figuras 30A y 30B, la pieza de base 2410 comprende: una superficie interior 3001a y una superficie exterior correspondiente 3001b (similar a la porción 2515 en la figura 25); una superficie interior 3002a y una superficie exterior correspondiente 3002b (correspondiente a la porción 2514); una superficie interior 3003a y una superficie exterior correspondiente 3003b (correspondiente a la porción 2513); una superficie interior 3004a y una superficie exterior correspondiente 3004b (correspondiente a la porción 2413); una superficie interior 3005a y una superficie exterior correspondiente 3005b (correspondiente a la porción 2512); una superficie interior 3006a y una superficie exterior correspondiente 3006b (correspondiente a la porción 2411); y una superficie interior 3007a y una superficie exterior correspondiente 3007b (correspondiente a la porción 2511). Una vez montada, la superficie superior 3006a se apoyaría en un conector cuyo otro extremo se conecta a una junta de base interior (es decir, que no se interconecta con el bastidor) de una estructura piramidal de pasarela de intersección contigua. La superficie superior 3004a se puede apoyar en un conector cuyo otro extremo se conecta a una junta geodésica de 4 vías 335, a través de la cual se puede formar un patrón en "X" mencionado anteriormente. Las superficies superiores 3001a y 3002a se apoyarían y se fijarían a las superficies exteriores de la mitad hembra 901 de la junta de base 301.

Las figuras 31A-31B ilustran una realización de los moldes utilizados para la fabricación de la pieza de base 2410. En realizaciones particulares, el montaje de molde puede incluir un molde macho 3110 y un molde hembra 3120. Un ejemplo de los moldes se muestra en la figura 31A. Los dos moldes se pueden usar para presionar contra una sarga de fibra de carbono colocada entre ellos para crear la pieza de base 2410. Los contornos del molde macho 3110 pueden formar la superficie interior de la pieza de base 2410, y los contornos del molde hembra 3120 pueden formar la superficie exterior de la pieza de base 2410. Por ejemplo, la porción convexa sobresaliente 3102 del molde macho 3110 mostrado en la figura 31A se configura para formar la superficie cóncava interior 3006a de la pieza de base 2410, y la porción cóncava 3104 del molde hembra 3120 está configurada para formar la superficie exterior 3006b de la pieza de base 2410. De manera similar, la porción convexa sobresaliente 3101 del molde macho 3110 y la porción cóncava 3103 del molde hembra 3120 están configuradas para formar, respectivamente, la superficie interior 3004a y la superficie exterior correspondiente 3004b de la pieza de base 2410. La figura 31B ilustra una vista en perspectiva del mismo montaje mostrado en la figura 31A. Se debe apreciar que la superficie cóncava sobresaliente 3001a y la superficie posterior correspondiente 3001b se forman presionando juntas la porción convexa 3105 del molde macho 3110 y la porción cóncava 3106 del molde hembra 3120. De manera similar, la superficie cóncava 3002a de la pieza de base 2410 y su lado posterior correspondiente se forman presionando juntos la porción convexa 3102 del molde macho 3110 y la porción cóncava 3104 del molde hembra 3120. La superficie cóncava 3004a de la pieza de base 2410 y su lado posterior correspondiente se forman presionando juntos la porción convexa 3101 del molde macho 3110 y la porción cóncava 3103 del molde hembra 3120. Otras porciones de la pieza de base 2410 se forman de manera similar. Por ejemplo, las superficies sustancialmente planas 3003a, 3005a y 3007a y sus lados posteriores correspondientes se forman por porciones sustancialmente planas de los moldes, tal como 3143, 3145 y 3147 del molde hembra 3120. Para mejorar el tiempo de impresión 3D y la integridad estructural de los moldes, los moldes 3110 y 3120, en realizaciones particulares, se pueden hacer huecos durante el proceso de impresión 3D y posteriormente se pueden llenar con, por ejemplo, cemento o cualquier otro material adecuado que pueda solidificar o reforzar la estructura del molde. Por ejemplo, después de que se hayan creado los moldes, se puede verter cemento en los mismos a través de aberturas, tal como los agujeros 3151-3154 del molde macho 3110.

La figura 32 ilustra una vista de despiece de una realización de una extensión de bastidor a geodésica 3200 configurada para unirse a una junta de base de bastidor 301. Las realizaciones particulares de la junta 339 mostrada en las figuras 3C y 3D se pueden montar de esta manera usando la extensión de bastidor a geodésica 3200. En realizaciones particulares, la junta de base 301 del bastidor puede ser una que interactúa con las estructuras geodésicas y no con la pasarela. La extensión de bastidor a geodésica 3200 ilustrada incluye dos piezas, denominadas la pieza superior 3210 y la pieza inferior 3220. Cuando se montan, la parte superior 3210 y las piezas inferiores 3220 forman tres ranuras de extensión adicionales para conectar la junta de base 301 a estructuras geodésicas. Una de las tres ranuras de extensión, denominadas ranura longitudinal, se puede configurar para recibir un conector cuyo otro extremo se conecta a una junta geodésica de 6 vías 330 (ver, figura 3C). El conector puede ser sustancialmente perpendicular al bastidor y puede formar un borde compartido entre dos patrones en "X" de la estructura geodésica. Los dos patrones en "X" se pueden denominar patrón en "X" superior y patrón en "X" inferior, respectivamente, y cada uno de los patrones en "X" puede tener una junta geodésica de 4 vías correspondiente 335 en el centro. Las dos ranuras restantes de las tres ranuras de extensión de la extensión de bastidor a geodésica 3200 se pueden configurar para conectarse a los patrones en "X" superior e inferior, respectivamente. En particular, una de las ranuras de extensión se puede configurar para recibir un conector cuyo otro extremo se conecta a la junta geodésica de 4 vías 335 del patrón en "X" superior, y la otra ranura de extensión se puede configurar para recibir un conector cuyo otro extremo se conecta a la junta geodésica de 4 vías 335 del patrón en "X" inferior.

En realizaciones particulares, cada una de las ranuras de extensión de la extensión de bastidor a geodésica 3200 puede estar formada por las piezas superior 3210 e inferior 3220 una vez que se montan. Por ejemplo, la ranura longitudinal para conectarse a una junta geodésica de 6 vías puede estar formada por superficies cóncavas interiores 3242 y 3252 de las piezas superior 3210 e inferior 3220, respectivamente. Una de las ranuras para conectarse a una junta geodésica de 4 vías puede estar formada por superficies cóncavas interiores 3243 y 3253 de las piezas superior 3210 e inferior 3220, respectivamente. La otra ranura para conectar a otra junta geodésica de 4 vías puede estar formada por superficies cóncavas interiores 3241 y 3251 de las piezas superior 3210 e inferior 3220, respectivamente. En realizaciones particulares, la pieza superior 3210 puede tener porciones, tal como las superficies sustancialmente planas entre las superficies cóncavas interiores, que se apoyan en porciones correspondientes de la pieza inferior 3220. El área superficial de estas porciones se puede utilizar para unir las piezas superior 3210 e inferior 3220 conjuntamente (por ejemplo, utilizando agente de unión, tuercas y pernos, etc.).

Aparte de las porciones para crear las ranuras de extensión, las piezas superior 3210 e inferior 3220 comprenden porciones adicionales para envolver una porción exterior de la junta de base 301. Por ejemplo, la pieza superior 3210 puede tener superficies cóncavas interiores 3244 y 3245 configuradas para envolver la superficie exterior de las ranuras 915 y 913 (ver figura 9A), respectivamente, de la junta de base 301. La pieza inferior 3220 puede tener una superficie cóncava interior 3254 configurada para envolver la superficie exterior de la ranura 911 y las superficies circundantes de la junta de base 301. La pieza inferior 3220 puede tener además superficies cóncavas interiores 3255 y 3256 configuradas para envolver las superficies exteriores de las ranuras 912 y 914 de la junta de base 301. En realizaciones particulares, se pueden usar adhesivos para unir las piezas superior 3210 e inferior 3220 de la extensión de bastidor a geodésica 3200 a la junta de base 301 y entre sí.

Las figuras 33A-33B ilustran una vista superior y una vista inferior, respectivamente, de la pieza superior 3210. La superficie superior mostrada en la figura 33A se considera que es el interior ya que formaría la superficie interior de la extensión de bastidor a geodésica montada 3200. Con referencia a ambas figuras 33A y 33B, la pieza superior 3210 comprende: una superficie interior 3341a y una superficie exterior correspondiente 3341b (correspondiente a la porción 3243 en la figura 32); una superficie interior 3342a y una superficie exterior correspondiente 3342b (correspondiente a la porción 3242); una superficie interior 3343a y una superficie exterior correspondiente 3343b (correspondiente a la porción 3231); una superficie interior 3344a y una superficie exterior correspondiente 3344b (correspondiente a la porción 3245); y una superficie interior 3345a y una superficie exterior correspondiente 3345b (correspondiente a la porción 3244). La pieza superior 3210 comprende además superficies interiores 3361a, 3362a, 3363a, 3364a y 3365a y superficies exteriores correspondientes 3361b, 3362b, 3363b, 3364b y 3365b, respectivamente. Una vez montadas, las superficies interiores 3241, 3242 y 3243 colindarían con conectores que se conectan a estructuras geodésicas adyacentes. Por ejemplo, las superficies interiores 3361a, 3362a, 3363a y 3364a de la pieza superior 3210 se apoyarían en las superficies interiores correspondientes de la pieza inferior 3220, que se describirán con referencia a las figuras 35A-35B. Las superficies interiores 3344a, 3345a y 3365a se apoyarían y se fijarían a las superficies exteriores de la ranura 913, la ranura 915 y la porción entre ellas, respectivamente.

Las figuras 34A-34B ilustran una realización de los moldes utilizados para la fabricación de la pieza superior 3210. En realizaciones particulares, el montaje de molde puede incluir un molde hembra 3410 y un molde macho 3420. Un ejemplo de los moldes se muestra en la figura 34A. Los dos moldes se pueden usar para presionar contra una sarga de fibra de carbono colocada entre ellos para crear la pieza superior 3210. Los contornos del molde macho 3420 pueden formar la superficie interior de la pieza superior 3210, y los contornos del molde hembra 3410 pueden formar la superficie exterior de la pieza superior 3210. Por ejemplo, el contorno cóncavo 3411 del molde hembra 3410 y el contorno convexo 3421 del molde macho 3420, cuando se presionan juntos, pueden formar la porción cóncava 3241 de la pieza superior 3210. De manera similar, el contorno cóncavo 3415 del molde hembra 3410 y el contorno convexo 3425 del molde macho 3420, cuando se presionan juntos, pueden formar la porción cóncava 3245 de la pieza superior 3210. En tanto que no se ilustra, se debe apreciar que los contornos cóncavos adicionales del molde hembra 3410 correspondientes a los contornos convexos 3422, 3423 y 3424 del molde macho 3420, cuando se presionan juntos, pueden formar las porciones cóncavas 3242, 3243 y 3244 de la pieza superior 3210. La figura 34B ilustra una vista lateral del mismo montaje mostrado en la figura 34A. Se debe apreciar que los contornos convexos sobresalientes 3421, 3422 y 3423 del molde macho 3420 y los contornos cóncavos correspondientes 3411, 3412 y 3413 del molde hembra 3410, cuando se presionan juntos, formarían las porciones cóncavas 3241, 3242 y 3243 de la pieza superior 3210, respectivamente. De manera similar, en tanto que no se muestra, los contornos cóncavos del molde hembra 3410 y los contornos convexos correspondientes 3424 y 3425, cuando se presionan juntos, pueden formar las porciones cóncavas 3244 y 3245 de la pieza superior 3210, respectivamente. Para mejorar el tiempo de impresión 3D y la integridad estructural de los moldes, los moldes 3410 y 3420, en realizaciones particulares, se pueden hacer huecos durante el proceso de impresión 3D y posteriormente se pueden llenar con, por ejemplo, cemento o cualquier otro material adecuado que pueda solidificar o reforzar la estructura del molde. Por ejemplo, después de que se hayan creado los moldes, se puede verter cemento en ellos a través de aberturas tal como 3431, 3432, 3433 y 3434 del molde hembra 3410.

Las figuras 35A-35B ilustran una vista superior y una vista inferior, respectivamente, de la pieza inferior 3220. La superficie superior mostrada en la figura 35A se considera que es el interior ya que formaría la superficie interior de la extensión de bastidor a geodésica montada 3200. Con referencia a ambas figuras 35A y 35B, la pieza superior 3220 comprende: una superficie interior 3551a y una superficie exterior correspondiente 3551b (correspondiente a la porción 3251 en la figura

32); una superficie interior 3552a y una superficie exterior correspondiente 3552b (correspondiente a la porción 3252); una superficie interior 3553a y una superficie exterior correspondiente 3553b (correspondiente a la porción 3253); una superficie interior 3554a y una superficie exterior correspondiente 3554b (correspondiente a la porción 3254); una superficie interior 3555a y una superficie exterior correspondiente 3555b (correspondiente a la porción 3255); y una superficie interior 3556a y una superficie exterior correspondiente 3556b (correspondiente a la porción 3256). La pieza inferior 3220 comprende además superficies interiores 3571a, 3572a, 3573a y 3574a y superficies exteriores correspondientes 3571b, 3572b, 3573b y 3574b. Una vez montadas, las superficies interiores 3551a, 3552a y 3553a se apoyarían en conectores que se conectan a estructuras geodésicas adyacentes. Las superficies interiores 3571a, 3572a, 3573a y 3574a de la pieza inferior 3220 se apoyarían en las superficies interiores correspondientes 3364a, 3363a, 3362a y 3361a de la pieza superior 3210. Las superficies interiores 3555a, 3556a y 3554a se apoyarían y se fijarían a las superficies exteriores de la ranura 912, la ranura 914 y la ranura 911 de la junta de base 301 del bastidor, respectivamente.

Las figuras 36A-36B ilustran una realización de los moldes utilizados para la fabricación de la pieza inferior 3220. En realizaciones particulares, el montaje de molde puede incluir un molde hembra 3620 y un molde macho 3610. Un ejemplo de los moldes se muestra en la figura 34A. Los dos moldes se pueden usar para presionar contra una sarga de fibra de carbono colocada entre ellos para crear la pieza inferior 3220. Los contornos del molde macho 3610 pueden formar la superficie interior de la pieza inferior 3220, y los contornos del molde hembra 3620 pueden formar la superficie exterior de la pieza inferior 3220. Por ejemplo, los contornos cóncavos 3672, 3673 y 3676 del molde hembra 3620 y los contornos convexos 3652, 3653 y 3656 del molde macho 3610, cuando se presionan juntos, pueden formar las porciones cóncavas 3252, 3253 y 3256 de la pieza inferior 3220. En tanto que no se ilustra, se debe apreciar que los contornos cóncavos adicionales del molde hembra 3620 correspondientes a los contornos convexos 3651, 3655 y 3654 del molde macho 3610, cuando se presionan juntos, pueden formar las porciones cóncavas 3251, 3255 y 3254 de la pieza inferior 3220. La figura 36B ilustra una vista lateral del mismo montaje mostrado en la figura 36A. Se debe apreciar que los contornos convexos sobresalientes 3651, 3652 y 3653 del molde macho 3610 y los contornos cóncavos correspondientes 3671, 3672 y 3673 del molde hembra 3620, cuando se presionan juntos, formarían las porciones cóncavas 3251, 3252 y 3253 de la pieza inferior 3220, respectivamente. Para mejorar el tiempo de impresión 3D y la integridad estructural de los moldes, los moldes 3610 y 3620, en realizaciones particulares, se pueden hacer huecos durante el proceso de impresión 3D y posteriormente se pueden llenar con, por ejemplo, cemento o cualquier otro material adecuado que pueda solidificar o reforzar la estructura del molde. Por ejemplo, después de que se hayan creado los moldes, se puede verter cemento en ellos a través de aberturas tal como 3661, 3662, 3663 y 3664 del molde hembra 3620.

La figura 37A ilustra una estructura de ejemplo 3700 de un dirigible rígido, de acuerdo con realizaciones particulares. La estructura 3700 puede comprender una sección de pasillo 3701, una sección de proa 3702 y una sección de popa 3703 a la que se puede unir el timón del dirigible. La estructura 3700 puede comprender múltiples armazones transversales o bastidores 3740. En realizaciones particulares, cada bastidor 3740 es circular. En realizaciones particulares, los bastidores 3740 se pueden interconectar usando pasarelas longitudinales 3704. En realizaciones particulares, alambres (por ejemplo, que se pueden construir utilizando fibra Vectran o cualquier otro material adecuado con características de resistencia y flexibilidad adecuadas) que conectan puntos en la circunferencia interna de cada bastidor 3740 pueden seccionar físicamente el casco 3701 en múltiples segmentos. Los segmentos se pueden usar para sostener bolsas de aire individuales que contienen gas de elevación (por ejemplo, helio).

La figura 37B ilustra una realización del bastidor 3740. El bastidor 3740 puede comprender una porción externa 3710 y una porción interna 3720. En realizaciones particulares, el bastidor 3740 se puede construir usando estructuras piramidales 3750. Cada estructura piramidal 3750 puede tener una base y un ápice. En realizaciones particulares, las estructuras piramidales 3750 se pueden configurar de modo que sus ápices apunten hacia el centro del bastidor 3740 y sus bases miren hacia afuera. En esta configuración, la porción exterior 3710 del bastidor 3740 está formada por los conectores que forman las bases de las estructuras piramidales 3750, y la porción interior 3720 del bastidor 3740 está formada por los conectores que conectan los ápices 3770 de aquellas estructuras piramidales 3750. En realizaciones particulares, las bases de las estructuras piramidales 3750 pueden incluir conectores diagonales 3780 y 3790, que pueden cruzar las bases diagonalmente en un patrón en zigzag alterno.

La figura 38 ilustra una vista en perspectiva de ejemplo de una porción del bastidor 3740. En realizaciones particulares, cada estructura piramidal (por ejemplo, 3750a y 3750b) utilizada para construir el bastidor 3740 puede tener cuatro juntas de base (por ejemplo, 5200, 4100, 4800 y 4600) que forman la base de la pirámide (por ejemplo, 3750a) y una junta de ápice (por ejemplo, 4005a) que forma el ápice de esa pirámide. En realizaciones particulares, conectores o varillas pueden conectar las juntas para formar una estructura piramidal 3750. Por ejemplo, una base de la pirámide 3750a se puede formar por un conector 3811 que conecta las juntas de base 5200 y 4100, un conector 3812 que conecta las juntas de base 4100 y 4800, un conector 3813 que conecta las juntas de base 4800 y 4600, un conector 3814 que conecta las juntas de base 4600 y 5200, y un conector diagonal 3790 que conecta las juntas de base 4100 y 4600. Los lados de la pirámide 3750a pueden estar formados por conectores 3815, 3816, 3817 y 3818 que conectan la junta de ápice 4005a a las juntas de base 5200, 4100, 4800 y 4600, respectivamente. Como otro ejemplo, una base de la pirámide 3750b puede estar formada por un conector 3861 que conecta las juntas de base 5100 y 5200, un conector 3814 que conecta las juntas de base 5200 y 4600, un conector 3863 que conecta las juntas de base 4600 y 4500, un conector 3862 que conecta las juntas de base 4500 y 5100, y un conector diagonal 3780 que conecta las juntas de base 5100 y 4600. Los lados de la pirámide 3750b pueden estar formados por conectores 3865, 3866, 3867 y 3868 que conectan la junta de ápice 4900 a las juntas de base 5200, 5100, 4500 y 4600, respectivamente. En realizaciones particulares, el bastidor 3740 se puede

construir usando estructuras piramidales adyacentes 3750. Por ejemplo, entre dos pirámides adyacentes 3750a y 3750b, se puede compartir un conector (por ejemplo, 3814) entre las bases de las dos pirámides 3750a y 3750b. En esta configuración, dos pirámides adyacentes pueden compartir un conector de base y dos juntas de base correspondientes. Por ejemplo, la figura 38 muestra las juntas de base 5200 y 4600 y su conector 3814 que se comparte por las dos pirámides etiquetadas 3750a y 3750b. En realizaciones particulares, las juntas de ápice (por ejemplo, 4005a y 4900) de pirámides contiguas (por ejemplo, 3750a y 3750b, respectivamente) se pueden conectar mediante un conector de ápice 3820. En realizaciones particulares, el patrón estructural de estructuras piramidales interconectadas 3750 descrito anteriormente se repite a través de todo el bastidor 3740. En realizaciones particulares, las juntas se pueden configurar para crear un bastidor circular 3740. Por ejemplo, la junta de ápice 4005 se puede configurar de modo que sus ranuras para recibir los conectores de ápice a ápice 3820 y 3821 se puedan inclinar entre sí para formar una esquina de un polígono que se aproxima al interior de un bastidor circular 140. De manera similar, cada una de las juntas de base (por ejemplo, 5200) se puede configurar de modo que sus dos ranuras para recibir conectores de base (por ejemplo, 3811 y 3861) que forman lados respectivos de pirámides adyacentes (por ejemplo, 3750a y 3750b) se puedan inclinar entre sí para formar una esquina de un polígono que se aproxima al exterior de un bastidor circular 3740. Por ejemplo, la junta de base 5200 se puede configurar de modo que los conectores 3811 y 3861 formen una esquina de un polígono de 36 lados. Más adelante se proporcionan detalles adicionales de las configuraciones de las juntas.

La figura 39A ilustra una vista superior de ejemplo de una porción de una estructura geodésica alternativa 3999. Como se analizó anteriormente con referencia a la figura 2B, los bastidores 140 se pueden conectar mediante conectores longitudinales 290. De manera similar, los bastidores 3740 (por ejemplo, como se ilustra en la figura 37B) se puede conectar mediante conectores longitudinales 3990 en la estructura geodésica 3999 mostrada en la figura 39A. En realizaciones particulares, dos juntas de base de los bastidores 3740 se pueden conectar mediante un solo conector longitudinal 3990 que se extiende a través de una serie de juntas geodésicas, tal como las juntas geodésicas de 6 vías 4400. En realizaciones particulares, la junta geodésica de 6 vías 4400 puede tener seis aberturas de ranura de conector. Dos de las ranuras en lados opuestos de la junta 4400 pueden formar un canal a través del cual puede pasar un conector longitudinal 3990. Las otras cuatro ranuras de conector de la junta geodésica de 6 vías 4400 se pueden configurar para conectarse a otras cuatro juntas geodésicas de 6 vías 4400, para formar la estructura geodésica. En realizaciones alternativas, dos juntas de base se pueden conectar mediante una serie de conectores longitudinales 3990 conectados mediante juntas geodésicas de 6 vías 4400 para formar una línea sustancialmente recta.

La figura 39B ilustra una realización de una porción de la estructura de casco que es alternativa a lo que se muestra en la figura 3D. La figura 39B muestra un bastidor 3740 (no etiquetado en la figura 39B para mayor claridad, pero formado en parte por las estructuras piramidales 3750a, 3750b y 3750c) que se cruzan con una pasarela (no etiquetada en la figura 39B para mayor claridad, pero formado en parte por las estructuras piramidales 3943 y 3944). Con referencia nuevamente a la figura 2B, dos bastidores 3740 se pueden conectar mediante una o más pasarelas. En realizaciones particulares, tanto los bastidores 3740 como las pasarelas se pueden construir usando estructuras piramidales. Por lo tanto, en la intersección entre un bastidor 3740 y una pasarela, la estructura piramidal del bastidor 3740 (en lo sucesivo denominada "estructura piramidal de bastidor de intersección") puede necesitar ranuras adicionales para conectarse a o soportar la estructura piramidal de la pasarela (en lo sucesivo denominada "estructura piramidal de pasarela de intersección"). La figura 39B, por ejemplo, muestra que una estructura piramidal de bastidor de intersección 3750b puede ser adyacente a tres estructuras piramidales: dos estructuras piramidales de bastidor 3750a y 3750c y una estructura piramidal de pasarela de intersección 3943. En realizaciones particulares, el ápice 4900 de la estructura piramidal de bastidor de intersección 3750b puede tener ranuras de conector adicionales para conectarse al ápice de la estructura piramidal de pasarela de intersección 3943. En realizaciones particulares, además de la ranuras usadas para conectarse a estructuras piramidales contiguas del bastidor (por ejemplo, 3750b y 3750a), la junta de base interior 4600 de la estructura piramidal de bastidor 3750b puede tener ranuras de conector adicionales para conectarse a (1) el ápice 4275 de la estructura piramidal de pasarela de intersección 3943, (2) una junta de base 4300 de la estructura piramidal de pasarela de intersección 3943, (3) una junta geodésica de 6 vías 4400a, y (4) una junta geodésica de 6 vías de base de pasarela de intersección 4400b que forma parte de la base de la estructura piramidal de pasarela de intersección 3943. En realizaciones particulares, además de las ranuras utilizadas para conectar a estructuras piramidales contiguas del bastidor (por ejemplo, 3750b y 3750c), la junta de base interior 4500 de la estructura piramidal de bastidor de intersección 3750b puede tener ranuras de conector adicionales para conectarse a (1) el ápice 4275 de la estructura piramidal de pasarela de intersección 3943, y (2) la junta geodésica de base de pasarela de 6 vías 4400b que forma parte de la base de la estructura piramidal de pasarela de intersección 3943. En la realización mostrada en las figuras 39B, cada estructura piramidal de pasarela (por ejemplo, 3943 y 3944) tiene una base que se construye usando cuatro juntas de base de esquina (por ejemplo, 4300, 4600, 4500 y 4700) y una junta geodésica de 6 vías de base de pasarela (por ejemplo, 4400b) que se conecta de la manera mostrada.

En realizaciones particulares, todas las juntas descritas en esta solicitud o representadas de otro modo para su uso en la construcción de un dirigible se pueden hacer de metal, que incluye acero o titanio. Las juntas, incluidas las juntas construidas usando metal, se pueden fabricar a partir de múltiples longitudes de tubo unidas entre sí mediante adhesivo, soldadura o cualquier otro método para unir el tubo. Como ejemplo, se pueden cortar múltiples longitudes de tubo de acero o titanio en forma de boca de pez para que los tubos se puedan unir entre sí sin ningún espacio y sin doblar el tubo. En realizaciones particulares, las juntas hechas de metal se pueden unir a conectores de fibra de carbono usando adhesivo. En realizaciones particulares, un tramo de tubo en una junta metálica se puede unir con varios conectores de fibra de carbono (en realizaciones particulares, los conectores también se pueden hacer de metal). En realizaciones

particulares, la junta metálica se puede unir con los conectores de fibra de carbono ajustando una sección metálica tubular de la junta fuera de un conector de fibra de carbono e inyectando adhesivo en el espacio entre la junta y el conector. En otras realizaciones, la unión de metal se puede unir con los conectores de fibra de carbono al ajustar una sección de metal tubular de la unión dentro de un conector de fibra de carbono tubular e inyectando adhesivo en el espacio entre la unión y el conector. En realizaciones particulares, se puede usar un collar para ayudar a inyectar adhesivo en el espacio entre una junta y un conector. En realizaciones particulares, el collar se puede imprimir en 3D a partir de resina o cualquier otro material adecuado y puede consistir en una estructura escalonada interna de modo que el collar pueda ajustarse perfectamente alrededor del conector de fibra de carbono y la junta de metal, independientemente de cuál sea más grande, y que pueda mantener tanto la junta como el conector en su lugar a medida que se inyecta el adhesivo y se seca, se endurece.

Las figuras 40A (vista lateral en perspectiva) y 40B (vista inferior) ilustran diferentes vistas de una realización alternativa de una junta de ápice 4005, que es funcionalmente similar a la junta de ápice 305 mostrada en la figura 5A, utilizada para construir una estructura piramidal de un bastidor 3740 (por ejemplo, estructuras piramidales de bastidor 3750a y 3750c como se muestra en la figura 39B) distinta a una estructura piramidal de bastidor de intersección (por ejemplo, 3750b mostrada en la figura 39B). En realizaciones particulares, la junta de ápice 4005, así como las juntas de base a las que se conecta, pueden estar hechas de material metálico y son unidades estructurales utilizadas para construir un dirigible.

En realizaciones particulares, la junta de ápice montada 4005 (por ejemplo, correspondiente a la junta de ápice 4005a o 4005b que se muestra en las figuras 38 y 39B) se pueden configurar para tener ranuras para recibir conectores/barras. Desde la vista en perspectiva mostrada en las figuras 40A-B, una ranura 4011 para recibir un conector de ápice (por ejemplo, el conector 3820 o 3821 mostrado en la figura 38). En realizaciones particulares, la ranura 4011 se puede configurar para recibir y envolver sustancialmente un objeto tubular. En realizaciones particulares, se puede formar una ranura similar 4012 para recibir otro conector de ápice en el extremo opuesto de la junta de ápice 4005. La abertura o extremo de esa ranura, que no es visible desde la perspectiva mostrada en las figuras 40A-B, se ubicaría en 4012. En realizaciones particulares, las ranuras 4011 y 4012 pueden ser simétricas a través de un plano vertical imaginario que divide la junta de ápice 4005 por la mitad a través del centro entre la ranura 4011 y la ranura 4012. En realizaciones particulares, cada una de las ranuras 4011 y 4012 puede ser sustancialmente cilíndrica. En ciertas realizaciones en las que se usa una estructura piramidal para construir una estructura recta, tal como una pasarela como se describe más adelante, las ranuras cilíndricas de una junta de ápice para recibir conectores de ápice se pueden alinear entre sí para formar una línea recta (en otras palabras, los ejes de las ranuras cilíndricas pueden coincidir). Por otro lado, en las realizaciones en las que se usan estructuras piramidales para construir un bastidor circular, tal como el que se muestra en la figura 37B, el ángulo exterior (es decir, el ángulo medido desde el exterior del cuerpo de la junta y no a través del cuerpo) entre las dos ranuras cilíndricas 4011 y 4012 (o sus ejes correspondientes) puede ser menor que 180 grados. El ángulo particular depende de la geometría del bastidor. En realizaciones particulares, un bastidor circular se puede aproximar mediante un polígono regular (por ejemplo, polígono de 36 lados). Como tal, el ángulo entre dos conectores creados por una junta de ápice 4005 puede corresponder al ángulo interior de un ápice o esquina del polígono. El ángulo puede depender del número de vértices/esquinas que el polígono está diseñado para tener. Por ejemplo, la suma de los ángulos interiores del polígono se puede determinar con base en la fórmula, (n-2) x 180 grados, donde n es el número de vértices/esquinas del polígono (la suma de los ángulos exteriores de todos los vértices/esquinas del polígono es 360 grados). Por lo tanto, por ejemplo, se puede determinar cada ángulo interior de un polígono regular con base en la fórmula: ((n-2) x 180) / n.

En realizaciones particulares, la junta de ápice 4005 también puede comprender una ranura 4013 para recibir un conector de ápice a base (por ejemplo, el conector 3815 que se muestra en la figura 38). En realizaciones particulares, la junta de ápice 4005 puede tener cuatro de estas ranuras de ápice a base 4013, 4014, 4015 y 4016 para formar una estructura piramidal. Dado que cada lado de la estructura piramidal es un triángulo, el ángulo entre cada par de ranuras de ápice a base correspondientes a un vértice de un lado del triángulo depende de las propiedades geométricas deseadas de la pirámide. Por ejemplo, si los lados de la estructura piramidal tienen que ser triángulos equiláteros idénticos, entonces el ángulo entre cada par de ranuras de ápice a base sería sustancialmente de 60 grados.

En realizaciones particulares, cada ranura (por ejemplo, 4011, 4013, etc.) puede tener uno o más agujeros en los que se puede inyectar adhesivo líquido. Con varillas/conectores insertados, se puede inyectar adhesivo líquido en uno o más de los agujeros, y se puede permitir que las burbujas de aire y/o el exceso de adhesivo salgan de uno o más de otros agujeros. Este mecanismo para unir piezas de juntas y conectores se puede aplicar a cualquiera de las juntas descritas en la presente.

Las figuras 41A y 41B ilustran diferentes perspectivas de una realización alternativa de una junta de base 4100 utilizada para construir una estructura piramidal del bastidor 3740 (por ejemplo, como se muestra en la figura 38). En realizaciones particulares, la junta de base 4100 se puede hacer de metal o cualquier otro material similar. En realizaciones particulares, la junta de base 4100 puede incluir una o más ranuras. Por ejemplo, la junta de base 4100 puede tener ocho ranuras 4101, 4102, 4103, 4104, 4105, 4106, 4107 y 4108 (no visibles en la figura 41A pero visible en la figura 41B). En realizaciones particulares, cada una de las ranuras 4101-4108 se puede configurar para recibir y envolver sustancialmente un objeto tubular, tal como un conector. En realizaciones particulares, cada una de las ranuras 4101-4108 puede ser sustancialmente cilíndrica.

En realizaciones particulares, la junta de base 4100 puede tener un total de ocho ranuras, una ranura central 4108 para recibir un conector compartido entre las bases de dos pirámides adyacentes (por ejemplo, el conector 3812 que se muestra en la figura 38), una ranura de conexión 4101 para conectarse a alguna otra estructura (por ejemplo, una junta geodésica de 6 vías 4400), una primera ranura lateral 4102, una primera ranura diagonal 4103, una primera ranura de ápice 4104 para una de las pirámides, una segunda ranura lateral 4107, una segunda ranura diagonal 4106 y una segunda ranura de ápice 4105 para la otra pirámide. La ranura lateral 4102 se puede configurar para recibir un conector (por ejemplo, 3811 en la figura 38) que conecta la junta de base 4100 con una junta de base adyacente (por ejemplo, 5200 en la figura 38) de una primera pirámide (por ejemplo, pirámide 3750a), la ranura diagonal 4103 se puede configurar para recibir un conector (por ejemplo, 3790 en la figura 38) que conecta la junta de base 4100 con la junta de base diagonal 4600 de la primera pirámide 3750a, y la ranura de ápice 4104 se puede configurar para recibir un conector (por ejemplo, 3816 en la figura 38) que conecta la junta de base 4100 con la junta de ápice (por ejemplo, 4005a en la figura 38) de esa primera pirámide 3750a. Las otras ranuras, 4105-4107 se pueden usar para formar la estructura de esquina de una segunda pirámide adyacente (por ejemplo, la estructura piramidal a la derecha de la estructura piramidal 3750a). De manera similar a las ranuras 4102-4104, la ranura lateral 4107, la ranura diagonal 4106 y la ranura de ápice 4105 de la junta de base 4100 se pueden configurar para recibir conectores que conectan la junta de base 4100 con la junta de base adyacente, junta de base diagonal y junta de ápice de la segunda estructura piramidal, respectivamente.

En ciertas realizaciones en las que se usa una estructura piramidal para construir una estructura recta, tal como una pasarela como se describe más adelante, las ranuras laterales cilíndricas de una junta de base (similares a las ranuras 4102 y 4107) se pueden alinear entre sí para formar una línea recta (en otras palabras, los ejes de las ranuras cilíndricas pueden coincidir). Por otro lado, en las realizaciones en las que se usan estructuras piramidales para construir un bastidor circular, tal como el que se muestra en la figura 37B, el ángulo interior (es decir, el ángulo con una abertura que apunta hacia el centro del bastidor) entre las dos ranuras laterales cilíndricas (o sus ejes correspondientes) puede ser menor que 180 grados. En realizaciones particulares, un bastidor circular se puede aproximar mediante un polígono regular (por ejemplo, polígono de 36 lados). Como tal, el ángulo entre dos conectores creados por una junta de base 4100 puede corresponder al ángulo interior de un ápice o esquina del polígono. El ángulo puede depender del número de vértices/esquinas que el polígono está diseñado para tener. Por ejemplo, la suma de los ángulos interiores del polígono se puede determinar con base en la fórmula, (n-2) x 180 grados, donde n es el número de vértices/esquinas del polígono (la suma de los ángulos exteriores de todos los vértices/esquinas del polígono es 360 grados). Por lo tanto, por ejemplo, se puede determinar cada ángulo interior de un polígono regular con base en la fórmula: ((n-2) x 180) / n.

Como se analizó anteriormente, la junta de base 4100 puede comprender una ranura central 4108 y dos ranuras laterales 4102 y 4107. En realizaciones particulares, la ranura central 4108 puede ser sustancialmente perpendicular a cada una de las ranuras laterales 4102 y 4105. También, como se analizó anteriormente, la junta de base 4100 puede formar las juntas de esquina de dos estructuras piramidales adyacentes, como se muestra en, por ejemplo, la figura 38. Como tal, la ranura central 4108, la ranura lateral 4102 y la ranura de ápice 4104 pueden definir y soportar la estructura de esquina de una pirámide (por ejemplo, la estructura piramidal 3750a), y la ranura central 4108, la ranura lateral 4107 y la ranura de ápice 4105 pueden definir y soportar la estructura de esquina de la otra pirámide. Con respecto a cada una de las pirámides, tal como la pirámide 3750a formada usando las ranuras 4108, 4102 y 4104, el ángulo entre la ranura de ápice 4104 y la ranura central 4108 y el ángulo entre la ranura de ápice 4104 y la ranura lateral 4102 dependen de las propiedades geométricas deseadas de la pirámide. Por ejemplo, si cada lado de la estructura piramidal es un triángulo equilátero (la base de la pirámide no se denomina lado), entonces el ángulo entre la ranura de ápice 4104 y la ranura central 4108 y el ángulo entre la ranura de ápice 4104 y la ranura lateral 4102 serían ambos sustancialmente de 60 grados. En realizaciones particulares, las estructuras correspondientes para la otra mitad de la junta de base 4100 pueden tener la misma configuración.

En realizaciones particulares, cada ranura puede tener uno o más agujeros en los que se puede inyectar adhesivo líquido. Con varillas/conectores insertados, se puede inyectar adhesivo líquido en uno o más de los agujeros, y se puede permitir que las burbujas de aire y/o el exceso de adhesivo salgan de uno o más de otros agujeros. Este mecanismo para unir piezas de juntas y conectores se puede aplicar a cualquiera de las juntas descritas en la presente.

La figura 42 ilustra un ejemplo alternativo de una junta de ápice 4275, funcionalmente similar a la junta de ápice 375 en la figura 3B, utilizada para construir una estructura piramidal de la pasarela, tal como la que se muestra en 39B. La junta de ápice 4275 de la estructura piramidal de la pasarela es similar a la junta de ápice 4005 de la estructura piramidal del bastidor. Cuatro de las aberturas de ranura son ranuras de ápice a base (se muestran las aberturas de las ranuras 4213, 4214 y 4215; la abertura de la cuarta ranura está oculta a la vista pero está ubicada dentro de la ranura 4216). Las ranuras 4213 y 4214 son simétricas a las ranuras 4215 y 4216 a través de un plano imaginario que corta a través del centro de la junta 4275. Las otras dos aberturas de ranura, 4211 y 4212, son ranuras de ápice a ápice. En tanto que estas ranuras de ápice a ápice son similares a las de un junta de ápice 4005 del bastidor, son diferentes en que sus ejes están alineados. En realizaciones particulares, el interior de las ranuras 4211 y 4212 puede no estar conectado, lo que significa que se necesitarían insertar dos conectores separados en las dos ranuras. En otras realizaciones, el interior de las ranuras 411 y 4212 puede formar un canal continuo a través del cual se puede insertar un solo conector. Otras características de la junta de ápice 4275 son similares a las de la junta de ápice del bastidor 305 o 4005 y, por lo tanto, no se repetirían por motivos de brevedad.

Las figuras 43A-43B ilustran un ejemplo de una junta de base de pasarela a geodésica 4300 de una estructura piramidal

de la pasarela (por ejemplo, pirámide 3943 en la figura 39B). Una estructura piramidal 3943 de la pasarela se puede configurar para ser adyacente a estructuras geodésicas, como se muestra en la figura 39B. Como tal, en la realización de una junta de base de pasarela a geodésica 4300, la junta de base de pasarela a geodésica 4300 contiene nueve ranuras para soportar dos pirámides de pasarela contiguas y la estructura geodésica contigua. Las ranuras de base a base 4301, 4302 y 4303 se configuran para soportar conectores que forman las bases de las dos pirámides de pasarela contiguas, que se denominarán pirámides de pasarela A y B (estructuras piramidales 3943 y 3944 en la figura 39B). En particular, la ranura 4302 se usa para formar un lado que se comparte entre las bases de las pirámides de pasarela contiguas A y B, y las ranuras 4301 y 4303 se usan para formar, respectivamente, los dos lados de las pirámides de pasarela adyacentes que están en el mismo lado de la pasarela. Las ranuras de base a ápice 4308 y 4309 se usan para conectar la junta de base de pasarela a geodésica 4300 a los ápices de las dos pirámides de pasarela contiguas, respectivamente. Por ejemplo, la ranura 4308 se puede usar para conectarse al ápice de la pirámide A, y la ranura 4309 se puede usar para conectarse al ápice de la pirámide B. La junta de base de pasarela a geodésica 4300 también puede tener ranuras de base a geodésica 4304 y 4305 para conectar la junta de base de pasarela a geodésica 4300 a la estructura geodésica contigua (por ejemplo, la ranura 4304 puede conectarse a la junta geodésica de 6 vías 4400a en la figura 39B). La junta de base de pasarela a geodésica 4300 también puede tener ranuras 4306 y 4307 para la conexión diagonal a través de la pasarela a las juntas geodésicas de 6 vías (por ejemplo, 4400b) que también se configuran para conectar los otros lados de las bases de las estructuras piramidales de pasarela a la estructura geodésica. Esta junta geodésica de 6 vías (por ejemplo, 4400b) es parte de la base de cada estructura piramidal de pasarela (por ejemplo, 3943). Como ejemplo, la junta de base de pasarela a geodésica 4300 se conecta, a través de su ranura 4306, a la junta geodésica de 6 vías 4400b. Las ranuras 4301-4307 están todas sustancialmente en el mismo plano. Las ranuras 4308 y 4309 de base a ápice para formar un lado de una pirámide, por otro lado se configuran para formar un ángulo desde ese plano.

La figura 44 ilustra una realización alternativa de una junta geodésica de 6 vías 4400, que es funcionalmente similar a la junta 330 mostrada en la figura 3C con seis aberturas de ranura de conector. En realizaciones particulares, la junta geodésica de 6 vías 4400 se usa para formar una estructura geodésica, como se muestra en las figuras 39A y 39B. Como se muestra en la figura 39A, la estructura geodésica en una realización puede comprender filas de triángulos con orientaciones alternas, con una junta geodésica de 6 vías 4400 que ancla la intersección entre los tres triángulos de una fila y los tres triángulos adyacentes de una fila adyacente. Cada junta geodésica de 6 vías 4400 puede tener seis ranuras de conector 4401, 4402, 4403, 4404, 4405 y 4406. En realizaciones particulares, dos ranuras de conector 4401 y 4402 en lados opuestos de la junta 4400 pueden formar un canal a través de la junta 4400 para permitir que un conector longitudinal individual 3990 pase a través. En otras realizaciones, el interior de las ranuras de conector 4401 y 4402 puede no estar conectado, lo que requiere que se inserten conectores longitudinales separados 3990 en las ranuras 4401 y 4402, respectivamente. La estructura geodésica de 6 vías 4400 en una realización puede comprender un patrón en "X", formado por las ranuras 4403, 4404, 4405 y 4406, que se coloca debajo (o encima, dependiendo de su orientación cuando se ve) de las ranuras 4401 y 4402. La estructura geodésica 3999 se puede formar conectando cada ranura de una junta geodésica de 6 vías 4400 con una ranura de otra junta geodésica de 6 vías 4400, como se muestra en la figura 39A. Las ranuras de conector 4401 de 4402 de una serie de juntas geodésicas de 6 vías 4400 se pueden conectar para formar una fila longitudinal (por ejemplo, la fila formada por una serie de conectores longitudinales 3990).

En realizaciones particulares, además de formar estructuras geodésicas 3999, se puede usar una junta geodésica de 6 vías 4400 para formar parte de la base de una estructura piramidal de pasarela y para conectar la estructura piramidal de pasarela a la estructura geodésica. Por ejemplo, la figura 39B muestra una junta de base de pasarela geodésica de 6 vías 4400b utilizada para formar una parte de la base de la estructura piramidal de pasarela 3943. En estas realizaciones, las ranuras de conector 4401 y 4402 se pueden conectar a juntas de base (por ejemplo, 4500 y 4700) en un lado de una estructura piramidal de pasarela. Las ranuras de conector 4403 y 4404 se pueden conectar a juntas de base de pasarela (por ejemplo, 4300 y 4600) en el lado opuesto de una estructura piramidal de pasarela. Las ranuras de conector 4405 y 4406 se pueden conectar a dos juntas geodésicas de 6 vías 4400 o a una junta geodésica de 6 vías 4400 y una junta de bastidor a geodésica 5000. Se pueden encontrar detalles adicionales sobre las realizaciones que incluyen una estructura geodésica que comprende solo juntas geodésicas de 6 vías 4400 en la figura 39A.

Las figuras 45A-45B ilustran diferentes vistas en perspectiva de un ejemplo de una junta de base de pasarela a bastidor 4500 que conecta dos estructuras piramidales de bastidor a una estructura piramidal de pasarela en sus bases (la junta de base de pasarela a bastidor 4500 forma la esquina de las tres estructuras piramidales). Por ejemplo, haciendo referencia a la figura 39B, la junta de base de pasarela a bastidor 4500 puede conectar las estructuras piramidales de bastidor 3750b y 3750c a la estructura piramidal de pasarela 3943. La junta de base de pasarela a bastidor 4500 puede contener siete ranuras 4501, 4502, 4503, 4504, 4505, 4506 y 4507. La ranura 4501 se puede configurar para conectarse a una junta de base de pasarela geodésica de 6 vías 4400b. La ranura 4502 se puede conectar a la junta geodésica de base de pasarela de bastidor 4600. La ranura 4503 se puede conectar a la junta de ápice de pasarela 4275 de la estructura piramidal 3943. Las ranuras 4504 y 4505 se pueden conectar a las juntas de ápice de bastidor 4900 y 4005b de las dos estructuras piramidales de bastidor contiguas 3750b y 3750c, respectivamente. La ranura 4506 se puede conectar a la junta de bastidor a geodésica 5000. Y la ranura 4507 se puede conectar a la junta de base de bastidor 5100.

Las figuras 46A-46B ilustran un ejemplo de junta de bastidor-pasarela-base-geodésica 4600. En realizaciones particulares, junta de bastidor-pasarela-base-geodésica 4600. puede incluir once ranuras de conector para conectarse a otras múltiples juntas en la pasarela, el bastidor y la estructura geodésica. Las ranuras 4601, 4606, 4602, 4607 y 4603 se pueden usar para formar las bases de dos estructuras piramidales de bastidor contiguas, tal como las estructuras

piramidales 3750a y 3750b mostradas en la figura 39B. Específicamente, las ranuras 4601 y 4602 se pueden usar para formar lados contiguos de la base de la estructura piramidal 4750a (por ejemplo, que se conecta a las juntas 4800 y 5200, respectivamente) y la ranura 4606 se puede usar para formar el conector diagonal para esa base (por ejemplo, que se conecta a la junta 4100, no se muestra en la figura 39B). Como tal, la ranura 4606 se puede inclinar a 45 grados con respecto a las ranuras 4601 y 4602. De manera similar, las ranuras 4603 y 4602 se pueden usar para formar lados contiguos de la base de la estructura piramidal 4750b (por ejemplo, que se conecta a las juntas 4500 y 5200, respectivamente) y la ranura 4607 se puede usar para formar el conector diagonal para esa base (por ejemplo, que se conecta a la junta 5100). Como tal, la ranura 4607 se puede inclinar a 45 grados con respecto a las ranuras 4602 y 4603. Las ranuras 4603, 4605 y 4610 se pueden usar para formar una esquina de la estructura piramidal de pasarela contigua 3943. Las ranuras 4603 y 4610 se pueden usar para formar lados contiguos de la base de la estructura piramidal de pasarela 3943 (por ejemplo, conectándose a las juntas 4500 y 4300, respectivamente). La ranura 4605 se puede usar para conectarse a la junta geodésica de 6 vías 4400b en el otro lado de la estructura piramidal de pasarela 3943. Las ranuras 4604 se pueden usar para conectarse a otra junta geodésica de 6 vías 4400a de la estructura geodésica contigua. Las tres ranuras restantes 4611, 4608 y 4609 se conectan a las juntas de ápice de las estructuras piramidales adyacentes. En particular, la ranura de conector 4611 se conecta a la junta de ápice 4275 de la estructura piramidal de pasarela contigua 3943; la ranura de conector 4608 se conecta a la junta de ápice 4005a de la estructura piramidal 3750a; y la ranura de conexión 4609 se conecta a la junta de ápice 4900 de la estructura piramidal 3750b.

Las figuras 47A-47B ilustran diferentes perspectivas de un ejemplo de una junta de base de la pasarela 4700 de una estructura piramidal de la pasarela. En algunas realizaciones, una estructura piramidal de la pasarela, tal como la estructura piramidal 3944 en la figura 39B, pueden comprender juntas de base de pasarela a geodésica 4300 en un lado de la base de pasarela y juntas de base de pasarela escalonadas 4700 y juntas de base de pasarela geodésica de 6 vías 4400b en el otro lado de la base de pasarela. La estructura piramidal de pasarela de intersección 3943 puede ser diferente de otras estructuras piramidales de pasarela (por ejemplo, 3944) en que su base se construye usando una junta de base de pasarela a geodésica 4300, junta de base de pasarela 4700 y juntas 4600 y 4500. En realizaciones particulares, la junta de base de pasarela 4700 puede formar esquinas adyacentes de dos estructuras piramidales de pasarela adyacentes, tal como las estructuras piramidales 3944 y 3943. La junta de base de pasarela 4700 puede incluir tres ranuras de base a base de pasarela 4701, 4702 y 4703. Las ranuras 4701 y 4703 pueden formar la esquina de una base de una estructura piramidal de pasarela 3944 y las ranuras 4702 y 4703 pueden formar la esquina de una base de la otra estructura piramidal de pasarela 3943. Las ranuras 4701 y 4702 se pueden conectar a dos juntas de base de pasarela geodésica de 6 vías adyacentes (por ejemplo, 4400b), en tanto que la ranura 4703 se puede conectar a la junta de base de pasarela a geodésica 4300 en el otro lado de la pasarela. Las ranuras de base a ápice 4704 y 4705 se conectan a las juntas de ápice de las estructuras piramidales de pasarela contiguas 3944 y 3943. Por ejemplo, una junta de base de pasarela 4700 en la figura 39B se puede conectar a la junta de ápice de la estructura piramidal de pasarela 3944, así como a la junta de ápice de la estructura piramidal de pasarela adyacente 3943.

Las figuras 48A y 48B ilustran diferentes perspectivas de un ejemplo de una junta de base de bastidor a geodésica 4800. La junta 4800 se configura para conectar dos estructuras piramidales de bastidor en la esquina de cada una de sus bases respectivas a una estructura geodésica a través de un conector longitudinal. En la figura 39B, la junta de base 4800 se usa para formar las esquinas de la estructura piramidal de bastidor 3750a y una estructura piramidal de bastidor adyacente por encima de ella (no se muestra). La junta de base 4800 puede tener seis ranuras de conector. Las ranuras 4801 y 4802 se pueden configurar para conectarse a juntas de base de bastidor adyacentes (por ejemplo, junta de base 4600 de la estructura piramidal de bastidor 3750a en la figura 38B, aunque se debe entender que las ranuras de conector de junta de base de bastidor 4800 4801 y 4802 se pueden conectar a juntas de base de bastidor de varios tipos y configuraciones). La ranura de conector central 4805 se puede conectar a otra junta de base (por ejemplo, 4100 mostrada en la figura 38), ubicada en el otro lado del bastidor, que se comparte por las mismas dos estructuras piramidales. Las ranuras de conector de ápice 4803 y 4804 se pueden configurar para conectarse a los ápices de las dos estructuras piramidales de bastidor (por ejemplo, la ranura 4804 se conecta a la junta de ápice 4005a de la estructura piramidal de bastidor 3750a). Por último, la ranura de conector 4806 se puede configurar para conectarse, a través de un conector longitudinal, a una junta geodésica de 6 vías 4400a de la estructura geodésica adyacente.

Las figuras 49A y 49B ilustran diferentes perspectivas de un ejemplo de una junta de ápice de pasarela a bastidor 4900. En realizaciones particulares, la junta 4900 contiene ocho ranuras de conector 4901, 4902, 4903, 4904, 4905, 4906, 4907 y 4908. Las ranuras de conector de ápice a base 4901-4904 se pueden conectar respectivamente a las cuatro juntas de base (por ejemplo, 5200, 4600, 5100 y 4500) de la estructura piramidal de bastidor de intersección 3750b en la figura 39B. En realizaciones particulares, la estructura piramidal de bastidor de intersección 3750b puede ser adyacente a dos estructuras piramidales de bastidor (por ejemplo, 3750a y 3750c) y dos estructuras piramidales de pasarela de intersección (por ejemplo, 3943 y otra estructura piramidal de pasarela de intersección no mostrada en el otro lado de la estructura piramidal de bastidor de intersección 3750b). Para conectarse a los ápices de esas estructuras piramidales, la junta de ápice 4900 también puede contener cuatro ranuras de conector de ápice a ápice 4905-4908 que se conectan respectivamente a la junta de ápice 4005b de la estructura piramidal de bastidor 3750c, la junta de ápice de la cuarta estructura piramidal no mostrada, la junta de ápice 4275 de la estructura piramidal de pasarela 3943 y la junta de ápice 4005a de la estructura piramidal de bastidor 3750a.

La figura 50 ilustra un ejemplo de una junta de bastidor a geodésica 5000. La junta 5000 puede incluir diez ranuras de conector 5001, 5002, 5003, 5004, 5005, 5006, 5007, 5008, 5009 y 5010 para conectarse a otras múltiples juntas. Las

ranuras 5001-5010 se pueden usar para formar las esquinas adyacentes de dos estructuras piramidales de bastidor (por ejemplo, estructuras piramidales 3750c y la estructura piramidal parcialmente mostrada debajo de ella) y conectarse a la pasarela (por ejemplo, en 4400b) y la estructura geodésica contigua. Por ejemplo, como se muestra en la figura 39B, la ranura 5004 de la junta 5000 se puede conectar a la junta 4500 para formar un lado de la estructura piramidal de bastidor 3750c. La ranura 5008 se puede conectar a la junta 5300 en el otro lado del bastidor para formar un lado adyacente de la estructura piramidal de bastidor 3750c. La ranura 5006 se puede conectar, a través de un conector diagonal, a la junta 5100 en la esquina opuesta de la estructura piramidal de bastidor 3750c. La ranura 3007 se puede conectar a la junta de ápice 4005b de la estructura piramidal de bastidor 3750c. De manera similar, las ranuras 5008, 5010, 5009 y 5005 se pueden usar para formar la esquina adyacente de la estructura piramidal de bastidor adyacente (mostrada parcialmente). Las ranuras 5008 y 5010 se pueden usar para formar los lados adyacentes de esa esquina, la ranura 5009 se puede usar para formar la diagonal a través de la base de esa estructura piramidal de bastidor, y la ranura 5005 se puede usar para conectarse a la junta de ápice de esa estructura piramidal de bastidor. Las otras tres ranuras 5003, 5002 y 5001 se pueden conectar a la estructura geodésica contigua a través de juntas geodésicas de 6 vías 4400. La ranura 5002 se puede conectar, a través de un conector longitudinal, a una junta geodésica de 6 vías, y las ranuras 5003 y 5001 se pueden conectar a juntas geodésicas de 6 vías en filas vecinas (por ejemplo, la ranura 5003 se puede conectar a la junta geodésica de 6 vías 4400b en la fila superior que forma un lado de la pasarela).

Las figuras 51A y 51B ilustran diferentes perspectivas de un ejemplo de junta de base de bastidor 5100. En realizaciones particulares, la junta de base de bastidor 5100 incluye nueve ranuras de conector 5101, 5102, 5103, 5104, 5105, 5106, 5107, 5108 y 5109. La junta 5100 se puede usar para formar las esquinas contiguas de la estructura piramidal de bastidor de intersección 3750b, la estructura piramidal de bastidor 3750c y una estructura piramidal de pasarela (no se muestra) en la estructura piramidal de pasarela de lado opuesto 3943. Usando la figura 39B, como un ejemplo, las ranuras 5101, 5104, 5102 y 5103 de la junta 5100 se pueden usar para formar la esquina de la estructura piramidal de bastidor de intersección 3750b. En particular, la ranura de conector 5101 se puede conectar a la junta de base de pasarela a bastidor 4500; la ranura 5102 se puede conectar, a través de un conector diagonal, a la junta de bastidor-pasarela-base-geodésica 4600; la ranura 5104 se puede conectar a la junta de base de bastidor 5200, y la ranura 5103 se puede conectar a la junta 4900. De manera similar, las ranuras 5101, 5106, 5105 y 5107 de la junta 5100 se pueden usar para formar la esquina contigua de la estructura piramidal de bastidor 3750c. En particular, la ranura de conector 5101 se puede conectar a la junta de base de pasarela a bastidor 4500; la ranura 5107 se puede conectar a la junta de ápice de bastidor 4005b; la ranura 5105 se puede conectar a la junta de base 5300; y la ranura 5106 se puede conectar, a través de un conector diagonal, a la junta de bastidor a geodésica 5000. Además, la ranura 5108 se puede usar para formar un lado de la estructura piramidal de pasarela adyacente (no mostrada) y la ranura 5109 se puede usar para conectarse a la junta de ápice de esa estructura piramidal de pasarela.

Las figuras 52A y 52B ilustran diferentes perspectivas de un ejemplo de junta de base de bastidor 5200. En realizaciones particulares, la junta de base de bastidor 5200 incluye nueve ranuras de conector 5201, 5202, 5203, 5204, 5205, 5206, 5207, 5208 y 5209. La junta 5200 se puede usar para formar las esquinas adyacentes de la estructura piramidal de bastidor de intersección 3750b, la estructura piramidal de bastidor 3750a, una estructura piramidal de pasarela (no se muestra) en la estructura piramidal de pasarela de lado opuesto 3943 y una estructura geodésica contigua (no se muestra). Usando la figura 39B como un ejemplo, las ranuras 5201, 5208 y 5209 de la junta 5200 se pueden usar para formar la esquina de la estructura piramidal de bastidor de intersección 3750b. En particular, la ranura de conector 5201 se puede conectar a la junta de bastidor-pasarela-base-geodésica 4600; la ranura 5209 se puede conectar a la junta de ápice de bastidor 4900; y la ranura 5208 se puede conectar a la junta de base 5100. De manera similar, las ranuras 5201, 5202 y 5203 se pueden usar para formar la esquina de la estructura piramidal de bastidor 3750a. En particular, la ranura de conector 5201 se puede conectar a la junta bastidor-pasarela-base-geodésica 4600; la ranura 5202 se puede conectar a la junta de ápice de bastidor 4005a; y la ranura 5208 se puede conectar a la junta de base 4100 (no mostrada en la figura 39B pero mostrado en la figura 38). Las ranuras 5205, 5206 y 5207 se pueden usar para formar la esquina de una estructura piramidal de pasarela que no se muestra en la figura 39B, pero estaría en el lado opuesto de la estructura piramidal de bastidor de intersección 3750b con respecto a la estructura piramidal de pasarela 3943. En particular, la ranura de conector 5205 se puede conectar a una junta de base de esa estructura piramidal para formar un lado de la pasarela; la ranura 5206 se puede conectar a la junta de ápice de esa estructura piramidal, y la ranura 5207 se puede conectar a una junta geodésica de 6 vías en el otro lado de la pasarela, similar a la junta 4400b. La ranura 5204 se puede conectar a una junta geodésica de 6 vías 4400 (no se muestra) de una estructura geodésica adyacente.

Las figuras 53A y 53B ilustran diferentes perspectivas de un ejemplo de junta de base de bastidor 5300. En realizaciones particulares, la junta de base de bastidor 5300 incluye ocho ranuras de conector 5301, 5302, 5303, 5304, 5305, 5306, 5307 y 5308. La junta 5300 se puede usar para formar una esquina de estructuras piramidales de bastidor 3750c y otra estructura piramidal de bastidor contigua que se muestra parcialmente en la figura 39B. Usando la figura 39B como un ejemplo, las ranuras 5303, 5304 y 5306 de la junta 5300 se pueden usar para formar la esquina de la estructura piramidal de bastidor de intersección 3750c. En particular, la ranura de conector 5303 se puede conectar a la junta 5100; la ranura 5304 se puede conectar a la junta de ápice de bastidor 4005b; y la ranura 5306 se puede conectar a la junta de base 5000. De manera similar, las ranuras 5307, 5305 y 5306 se pueden usar para formar la esquina de la estructura piramidal de bastidor contigua, mostrada parcialmente. En particular, las ranuras 5306 y 5307 se pueden usar para formar la esquina de la base de esa estructura piramidal y la ranura 5305 se puede usar para conectarse al ápice de esa estructura piramidal. Además, la junta 5300 se puede usar para conectarse a la estructura geodésica contigua (no mostrada en la figura 39B). En particular, la ranura 5301 se puede conectar a una junta geodésica de 6 vías 4400 en la misma fila usando un conector

longitudinal; la ranura 5308 se puede conectar a una junta geodésica de 6 vías 4400 en otra fila de una estructura geodésica; y las ranuras 5302 se pueden conectar a una junta geodésica de 6 vías 4400 que es parte de la base de una estructura piramidal de pasarela.

Ejemplos particulares descritos en la presente referidos como la "montaña rusa" proporcionan una estructura de montaje y metodología más seguras y rápidas para fabricar dirigibles. Tradicionalmente, los dirigibles se mantienen estacionarios en tanto que se construyen, lo que significa que los constructores deben subir a grandes alturas para construir dirigibles. Las realizaciones de la estructura de montaña rusa permiten que un dirigible (o porciones parcialmente completadas de la misma) se gire en tanto que se construye de modo que los constructores puedan permanecer en tierra, mejorando así la seguridad y velocidad. En realizaciones particulares, cada bastidor del dirigible se puede fabricar en el suelo al girar el bastidor para llevar las porciones que se están trabajando a una elevación adecuada para constructores en el suelo. Luego se puede añadir soporte longitudinal entre bastidores para conectar bastidores adyacentes.

La figura 54 ilustra un ejemplo de un bastidor montado en una armadura de construcción de montaña rusa, donde un bastidor 5400 se coloca en la parte superior de una armadura de construcción 5410. Se debe apreciar que un bastidor parcialmente completado también se puede establecer en la armadura de construcción 5410 en tanto que se está construyendo. En realizaciones particulares, la montaña rusa también puede comprender una torre 5420 para evitar que el bastidor 5400 se caiga lateralmente de la armadura de construcción 5410.

Las figuras 55A-55B ilustran una armadura de construcción de montaña rusa. En la realización mostrada en las figuras 55A, una armadura de construcción 5510 puede tener un par de rieles 5511 que corren paralelos entre sí. La distancia entre los rieles 5511 puede depender del ancho del bastidor para el que está diseñada soportar la montaña rusa. Por ejemplo, la distancia entre los rieles 5511 se puede configurar para coincidir sustancialmente con el ancho del bastidor. Los rieles 5511 pueden formar un arco, que se puede adaptar a la curvatura del bastidor. La longitud de los rieles 5511 (o el arco) puede ser cualquier longitud adecuada para proporcionar un soporte adecuado para el bastidor. En la realización mostrada en las figuras 55A, los rieles 5511 se pueden fijar a estructuras de soporte estacionarias 5512 (por ejemplo, con alturas fijas). En la realización mostrada en las figuras 55B, los rieles 5521 se pueden fijar a estructuras de soporte ajustables 5522 (por ejemplo, ajustables individualmente con respecto a la altura), que se pueden usar para ajustar la altura y/o curvatura de los rieles de la montaña rusa 5521.

La figura 56 ilustra una vista en primer plano de una de las estructuras de soporte ajustables 5522. Cada uno de los rieles 5521 se puede unir a un bloque de unión 5631. El bloque de unión 5631 se puede fijar a una plataforma ajustable 5632, que a su vez se puede fijar al cuerpo de la armadura de construcción 5633.

En un ejemplo, la superficie externa de un bastidor puede tener ruedas desmontables configuradas para interconectar el bastidor con los rieles de la montaña rusa y permitir que el bastidor gire a lo largo de su eje. Las figuras 57A-57B ilustran una realización de ruedas desmontables 5700. Se puede fijar una rueda desmontable 5700 en o cerca de cada junta de base del bastidor. En realizaciones particulares, la rueda 5710 puede tener una superficie cóncava para mejorar su ajuste en la parte superior de los rieles convexos. En realizaciones particulares, la rueda puede tener una superficie cóncava para ajustarse sobre rieles cóncavos (la concavidad de los rieles puede formar un canal en el que se pueden colocar las ruedas). En un ejemplo particular, el alojamiento 5720 para la rueda 5710 se puede fabricar usando sargas de fibra de carbono, similares a aquellas usadas para las juntas de ápice y base como se describió anteriormente. Por ejemplo, el alojamiento 5720 se puede fabricar usando moldes impresos en 3D. En realizaciones particulares, se pueden usar tornillos para fijar el alojamiento 5720 al bastidor y la rueda 5710. En otra realización, dos ruedas se pueden unir a extremos opuestos de una alojamiento alargado. El lado superior del alojamiento puede tener abrazaderas ajustables que se pueden sujetar a los conectores de un bastidor, tal como, por ejemplo, cualquier conector que forme la base de una estructura piramidal. Una vez que se completa el dirigible, las ruedas desmontables se pueden separar de los bastidores del dirigible.

En un ejemplo particular, un bastidor se puede girar en una montaña rusa manualmente (por ejemplo, deslizándolo a través de la superficie de la montaña rusa o al girar manualmente una palanca para hacer girar el bastidor en la montaña rusa). En otras realizaciones, se puede usar una unidad de accionamiento motorizada para facilitar la rotación de un bastidor en una montaña rusa. En realizaciones particulares, la unidad de accionamiento puede ser alimentada por gas, eléctrica o por cualquier otra forma de energía. En realizaciones particulares, se pueden disponer múltiples montañas rusas una al lado de la otra, cada una con un bastidor correspondiente. Las montañas rusas se pueden acoplar simultáneamente para rotar todos los bastidores correspondientes. De esta manera, grandes secciones del cuerpo de dirigible, que comprenden múltiples secciones del bastidor, se pueden girar para el montaje. En realizaciones particulares, una unidad de accionamiento unida a cada una de las múltiples montañas rusas puede facilitar la rotación. En realizaciones particulares, las unidades de accionamiento se pueden sincronizar, ya sea mecánica o electrónicamente (por ejemplo, mediante una computadora central) de modo que cada sección del bastidor se gira al mismo tiempo y en los grados de rotación apropiados.

Los aparatos descritos anteriormente se pueden usar para construir dirigibles de manera eficiente y rentable. En realizaciones particulares, cada una de las juntas mencionadas anteriormente usadas en la construcción del armazón de un dirigible rígido se puede fabricar usando moldes. En realizaciones particulares, cualquiera de los moldes descritos en la presente se puede fabricar como sigue. Cada componente de un molde (por ejemplo, la pieza macho, hembra o central) se puede crear de manera rápida y rentable utilizando impresoras 3D. Por ejemplo, un modelo 3D digital que define un

componente de molde se puede enviar a una impresora 3D para su impresión. Capa por capa, la impresora 3D puede "imprimir" el componente de molde con base en su modelo digital. Se puede usar cualquier material suficientemente fuerte, que incluye pero no se limita a: nylon, plástico ABS, metal, resina, etc. En realizaciones particulares, el componente de molde puede ser sólido con material de impresión 3D. En otras realizaciones, el componente de molde se puede diseñar para tener una cavidad hueca en el medio, con aberturas externas incorporadas a la cavidad. Una vez que la carcasa del componente de molde se ha impreso en 3D, se puede inyectar cemento u otros tipos adecuados de material en la cavidad a través de las aberturas. Las ventajas de este proceso incluyen, por ejemplo, reforzar el componente de molde más allá de lo que puede ofrecer el material de impresión 3D solo, disminuir el tiempo de impresión 3D (ya que se imprime menos masa) y reducir los costos asociados con la impresión 3D. Una vez que el cemento se endurece, el componente del molde estaría listo para su uso.

En ejemplos particulares, los componentes de molde se pueden usar para presionar contra materiales de junta para crear juntas para el dirigible rígido. En realizaciones particulares, se pueden usar sargas de fibra de carbono, ya que tienen las propiedades deseables de ser fuertes, ligeras, rígidas e inicialmente flexibles. Las sargas de fibra de carbono se pueden tratar con un agente de endurecimiento, tal como resina epoxi. Posteriormente, se pueden colocar capas de sargas entre los componentes de molde. En realizaciones particulares, para ayudar a la separación posterior de las sargas de fibra de carbono prensadas de los componentes de molde, se puede colocar una capa de lámina de plástico entre las sargas y cada componente de molde. Los componentes de molde se pueden presionar entre sí para que las porciones correspondientes diseñadas para encajar entre sí se alineen entre sí. Se puede aplicar una cantidad adecuada de fuerza a los moldes para mantener su configuración prensada y para dar forma a las sargas de fibra de carbono hasta que se endurezcan. La fuerza se puede aplicar mediante, por ejemplo, el uso de abrazaderas, pesos o cualquier otro medio adecuado. Una vez que las sargas de fibra de carbono se endurecen, los componentes de molde se pueden separar entre sí para permitir que se eliminen las sargas de fibra de carbono. En realizaciones particulares, las sargas de fibra de carbono endurecidas, que luego son componentes de junta, se pueden recortar para eliminar porciones indeseables o innecesarias.

Los componentes de junta se pueden usar entonces para construir el armazón de un dirigible rígido. En realizaciones particulares, los componentes de una junta se pueden fijar entre sí para formar la junta deseada. Por ejemplo, las mitades macho y hembra de la junta de ápice del bastidor se pueden montar como se muestra en la figura 5A. En realizaciones particulares, los componentes de junta se pueden fijar al usar pernos, adhesivos o cualquier otro agente de unión adecuado. Cualquiera de estos medios de sujeción se puede aplicar a superficies donde los componentes de junta se apoyan entre sí. La figura 5A, por ejemplo, muestra que aparte de las porciones donde se forman las ranuras, otras porciones de las mitades macho y hembra están sustancialmente en contacto. Se pueden aplicar adhesivos líquidos, por ejemplo, a estas superficies para unir los componentes entre sí para formar la junta. En realizaciones particulares, las juntas se pueden formar permanentemente de esta manera primero, y luego se pueden insertar conectores en las ranuras. En otras realizaciones, los conectores se pueden colocar antes de que se monte permanentemente una junta. Por ejemplo, los conectores se pueden colocar con solo la mitad macho de una junta, y posteriormente la mitad hembra se puede montar en su lugar. En efecto, las mitades macho y hembra se pueden usar para sujetar los conectores en tanto que se colocan en las ranuras designadas.

En ejemplos particulares, los conectores se pueden fijar a la junta usando adhesivos líquidos. Por ejemplo, se pueden aplicar adhesivos a las superficies interiores de las ranuras y/o los extremos de los conectores que se insertarían en las ranuras. En realizaciones particulares, las superficies de unión de las ranuras y los conectores se pueden tratar previamente con adhesivos antes de que los conectores se coloquen en las ranuras. En realizaciones particulares, los conectores se pueden insertar primero en una junta, y luego se pueden inyectar adhesivos en el espacio entre las superficies de tope. En este caso, se pueden perforar agujeros en cada ranura antes de insertar un conector. Por ejemplo, para una ranura dada de una junta, la porción correspondiente en la mitad macho puede tener un agujero y la porción correspondiente en la mitad hembra puede tener de manera similar un agujero. Después de que se ha insertado un conector en la ranura, se puede inyectar adhesivo líquido en la ranura a través de uno de los agujeros, uniendo así la superficie interior de la ranura con el extremo insertado del conector. Las burbujas de aire y el exceso de adhesivo pueden fluir fuera del otro agujero durante el proceso de inyección. En tanto que se seca el adhesivo, se pueden usar cierres, bridas, bandas de goma o cualquier otro tipo de dispositivos de restricción para mantener los conectores y las ranuras en su lugar. En realizaciones particulares, para confinar el adhesivo líquido inyectado a una región limitada dentro de una ranura, y/o para asegurar que haya una cantidad suficiente de adhesivo entre un conector insertado y el interior de la ranura, se puede compartimentar una región dentro de la ranura que rodea los agujeros para evitar que el adhesivo inyectado se filtre más allá de la región. Por ejemplo, se pueden unir dos anillos tóricos o dispositivos similares al extremo de un conector o a la superficie interior de una ranura. Los dos anillos tóricos se pueden separar de modo que, una vez que se inserta el conector, los anillos tóricos definirían una región que rodea los agujeros en la ranura a través de la cual se inyecta adhesivo. Los anillos tóricos sirven como barreras que impiden que el adhesivo inyectado se extienda más allá de la región definida.

En ejemplos particulares, un bastidor se puede montar usando las juntas y conectores mencionados anteriormente (por ejemplo, cualquiera de las realizaciones de fibra de carbono o metal). En realizaciones particulares, el bastidor se puede construir en la parte superior de la armadura de construcción de montaña rusa. Por ejemplo, después de que se ha construido una estructura piramidal de un bastidor, se pueden unir ruedas desmontables a las esquinas de la base de la pirámide. La estructura piramidal se puede colocar luego en la armadura de construcción de montaña rusa, con las ruedas

alineadas con los rieles de la armadura de construcción. Estructuras piramidales adicionales se pueden construir de manera similar y conectarse entre sí en la armadura de construcción. Los ingenieros pueden rotar el bastidor parcialmente montado en la armadura de construcción de montaña rusa como sea necesario para que los segmentos en los que se trabajarán permanezcan accesibles para los ingenieros en el suelo. Esto no solo proporciona un entorno de trabajo mucho más seguro (ya que los ingenieros no tendrían que subir a grandes alturas), sino que también mejora la eficiencia.

En ejemplos particulares, los bastidores montados se pueden colocar en paralelo entre sí de modo que se pueda construir un segmento de casco entre ellos. En realizaciones particulares, se pueden colocar dos bastidores en armaduras de construcción de montaña rusa y rotar de modo que se alineen las estructuras piramidales correspondientes de los dos bastidores. En realizaciones particulares, las juntas de extensión, tal como aquellas descritas con referencia a las figuras 20-36, se pueden unir a las uniones de las juntas de bastidor. Usando esas juntas de extensión, las pasarelas (por ejemplo, cuatro pasarelas espaciadas uniformemente, tal como aquellas mostradas en la figura 1) se pueden construir para conectar los bastidores. Se utilizan en su lugar juntas metálicas (por ejemplo, las figuras 37-53), las ranuras utilizadas para conectar un bastidor a las pasarelas y estructuras geodésicas se integran con las juntas sin la necesidad de juntas de extensión. En realizaciones particulares, las porciones restantes entre cada par de bastidores se pueden construir usando estructuras geodésicas, descritas en la presente. En realizaciones particulares, las estructuras geodésicas pueden comprender conectores longitudinales que conectan cada junta de base de un bastidor a una junta de base correspondiente del otro bastidor. Para añadir un soporte estructural adicional, las estructuras geodésicas pueden comprender además diagonales cruzadas, formando así los patrones en "X" o patrones geodésicos de 6 vías mencionados anteriormente. De esta manera, se puede construir un segmento de casco del dirigible. Segmentos de casco adicionales se pueden construir de manera similar y conectarse entre sí para formar el armazón de un dirigible rígido.

REIVINDICACIONES

1. Una estructura de dirigible, que comprende:
una pluralidad de bastidores (140), donde cada uno de la pluralidad de bastidores (140) comprende una pluralidad de estructuras piramidales interconectadas (250, 340, 341, 342, 343), la pluralidad de estructuras piramidales interconectadas (250, 340, 341, 342, 343) que comprende una primera estructura piramidal (250, 340, 341, 342, 343) y una segunda estructura piramidal (250, 340, 341, 342, 343), la primera estructura piramidal (250, 340, 341, 342, 343) que es adyacente a la segunda estructura piramidal (250, 340, 341, 342, 343), caracterizada porque la primera estructura piramidal (250, 340, 341, 342, 343) de la pluralidad de estructuras piramidales interconectadas (250, 340, 341, 342, 343) comprende:

una junta de ápice (305, 375, 4005, 4005a, 4005b, 4275, 4900) que tiene ranuras configuradas para recibir conectores, donde las ranuras de la junta de ápice (305, 375, 4005, 4005a, 4005b, 4275, 4900) comprenden cuatro ranuras de ápice a base (513, 514, 1313, 1314, 4013, 4014, 4015, 4016);
cuatro juntas de base (301-304, 371-374, 5200, 4100, 4800, 4600), cada que tiene una ranuras configuradas para recibir conectores, donde las ranuras de cada una de las juntas de base (301-304, 371-374, 5200, 4100, 4800, 4600) comprenden una ranura de base a ápice (913, 915, 1506, 1507, 4308, 4309, 4704, 4705) y dos ranuras de base a base (1501, 1502, 1503, 4301, 4302, 4303, 4701, 4702, 4703), donde una primera junta de base y una segunda junta de base de las cuatro juntas de base (301-304, 371-374, 5200, 4100, 4800, 4600) de la primera estructura piramidal (250, 340, 341, 342, 343) son juntas de base (301-304, 371-374, 5200, 4100, 4800, 4600) de la segunda estructura piramidal adyacente (250, 340, 341, 342, 343), donde las ranuras de la primera junta de base comprenden además una ranura individual que está conectada a una junta geodésica individual (330, 335, 4400, 4400a, 4400b, 4600, 5000) de una estructura geodésica (295, 3999), donde una serie de conectores longitudinales (290) conecta las juntas de base interiores de cada estructura piramidal (250, 340, 341, 342, 343) en un bastidor a las juntas de base interiores correspondientes en el otro bastidor, donde los conectores longitudinales (290) y una estructura de patrón en X (295) forman las estructuras geodésicas (295, 3999) que crean paredes para un segmento de casco (280) de la estructura de dirigible;
una pluralidad de primeros conectores (311-318, 320, 321, 380, 381, 391-394), donde cada uno de los primeros conectores (311-318, 320, 321, 380, 381, 391-394) conecta la junta de ápice (305, 375, 4005, 4005a, 4005b, 4275, 4900) a una de las cuatro juntas de base (301-304, 371-374, 5200, 4100, 4800, 4600) usando una de las ranuras de ápice a base (513, 514, 1313, 1314, 4013, 4014, 4015, 4016) de la junta de ápice (305, 375, 4005, 4005a, 4005b, 4275, 4900) y la ranura de base a ápice (913, 915, 1506, 1507, 4308, 4309, 4704, 4705) de esa junta de base (301-304, 371-374, 5200, 4100, 4800, 4600); y
una pluralidad de segundos conectores (311-318, 320, 321, 380, 381, 391-394), donde cada uno de los segundos conectores (311-318, 320, 321, 380, 381, 391-394) conecta dos de las cuatro juntas de base (301-304, 371-374, 5200, 4100, 4800, 4600) usando una de las ranuras de base a base (1501, 1502, 1503, 4301, 4302, 4303, 4701, 4702, 4703) de cada una de las dos juntas de base (301-304, 371-374, 5200, 4100, 4800, 4600) conectadas por ese segundo conector (311-318, 320, 321, 380, 381, 391-394).

2. La estructura de dirigible de acuerdo con la reivindicación 1, donde uno de la pluralidad de segundos conectores (311-318, 320, 321, 380, 381, 391-394) que conectan la primera junta de base (301-304, 371-374, 5200, 4100, 4800, 4600) y la segunda junta de base (301-304, 371-374, 5200, 4100, 4800, 4600) forma un lado que está compartido por una primera base de la primera estructura piramidal (250, 340, 341, 342, 343) y una segunda base de la segunda estructura piramidal (250, 340, 341, 342, 343).

3. La estructura de dirigible de acuerdo con la reivindicación 1, donde las ranuras de la primera junta de base (301-304, 371-374, 5200, 4100, 4800, 4600) comprenden además:

una segunda ranura de base a ápice (913, 915, 1506, 1507, 4308, 4309, 4704, 4705) configurada para conectarse a una junta de ápice (305, 375, 4005, 4005a, 4005b, 4275, 4900) de la segunda estructura piramidal (250, 340, 341, 342, 343); y
una tercera ranura de base a base (1501, 1502, 1503, 4301, 4302, 4303, 4701, 4702, 4703) configurada para conectarse a una tercera junta de base (301-304, 371-374, 5200, 4100, 4800, 4600) de la segunda estructura piramidal (250, 340, 341, 342, 343).

4. La estructura de dirigible de acuerdo con la reivindicación 3, donde las ranuras de la primera junta de base (301-304, 371-374, 5200, 4100, 4800, 4600) comprenden además: una cuarta ranura de base a base (1501, 1502, 1503, 4301, 4302, 4303, 4701, 4702, 4703) configurada para conectarse, mediante un conector diagonal (311-318, 320, 321, 380, 381, 391-394), a una cuarta junta de base (301-304, 371-374, 5200, 4100, 4800, 4600) de la segunda estructura piramidal (250, 340, 341, 342, 343).

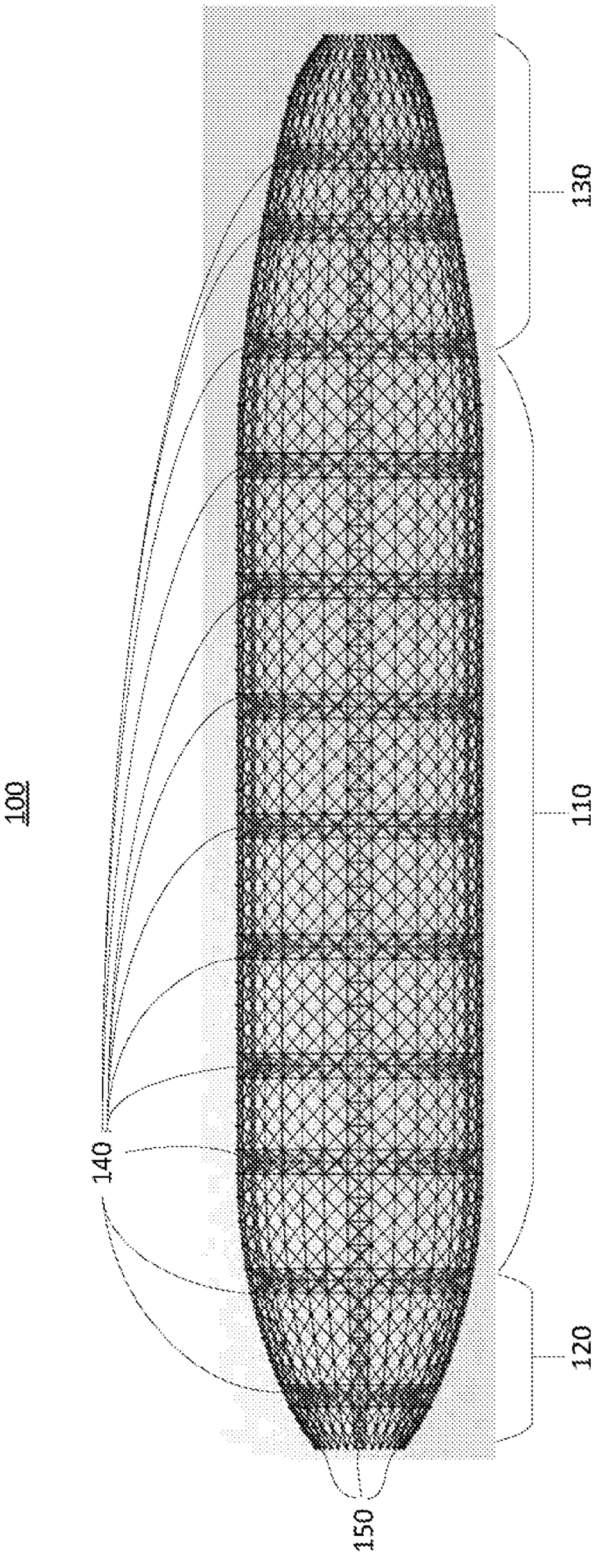


FIGURA 1

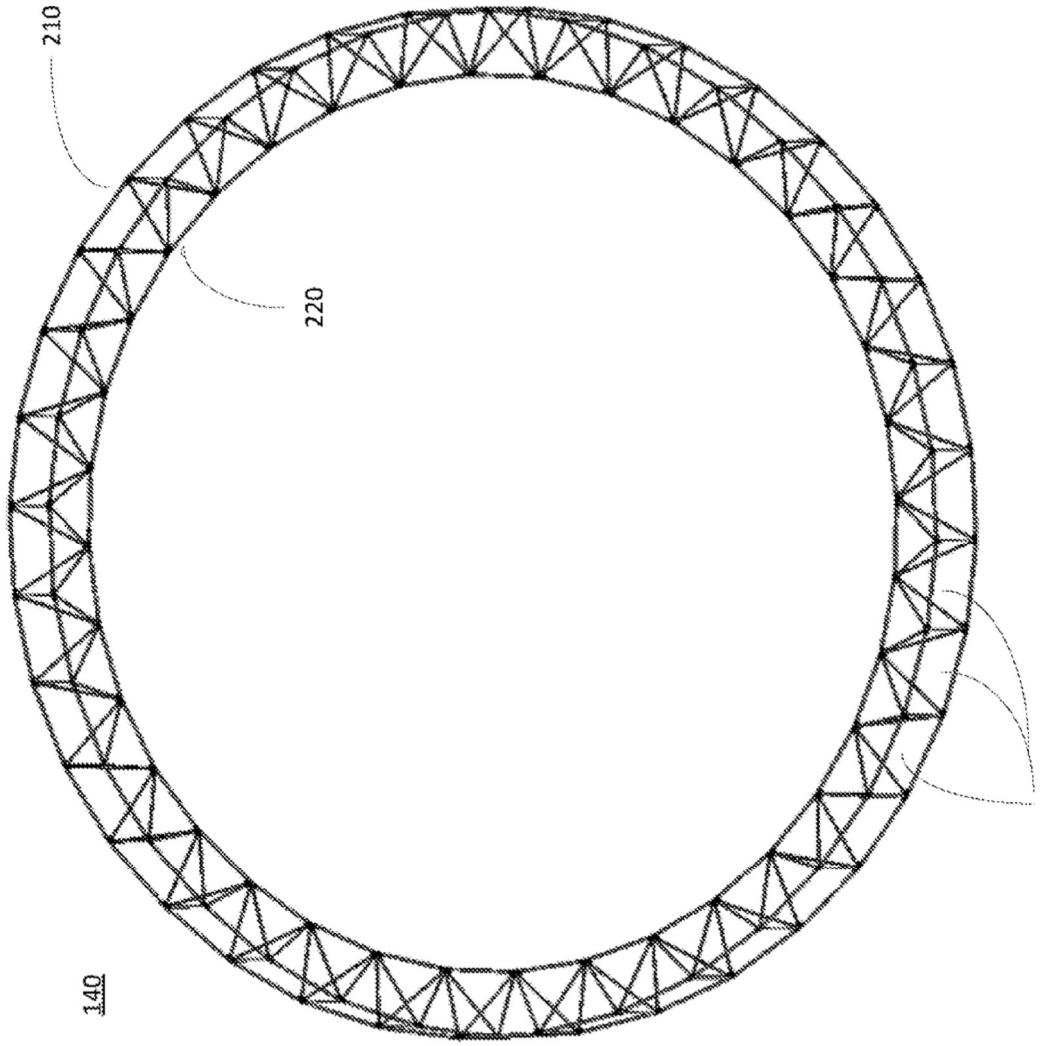


FIGURA 2A

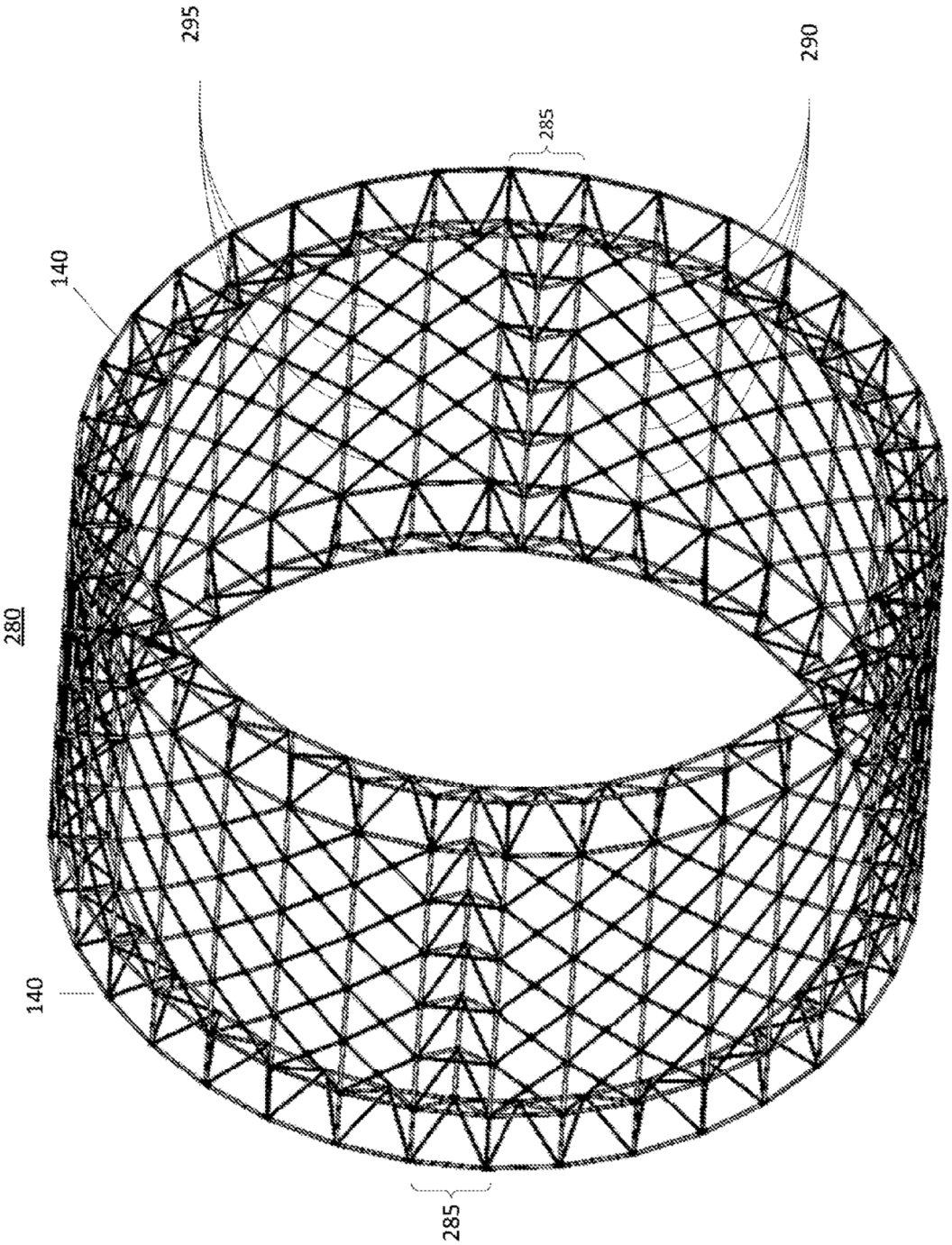


FIGURA 2B

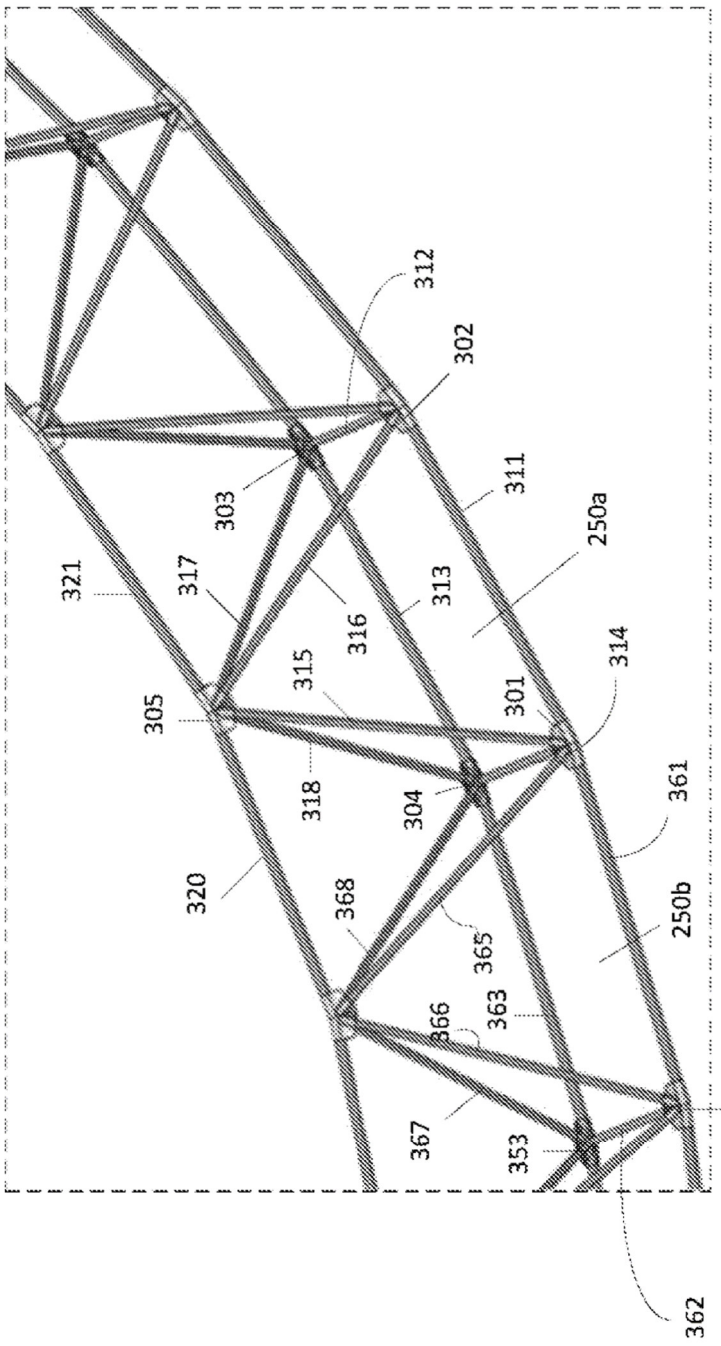

312
302
303
311
250a
321
317
316
313
315
314
305
301
318
304
361
320
368
250b
365
366
363
352
367
353
362

FIGURA 3A

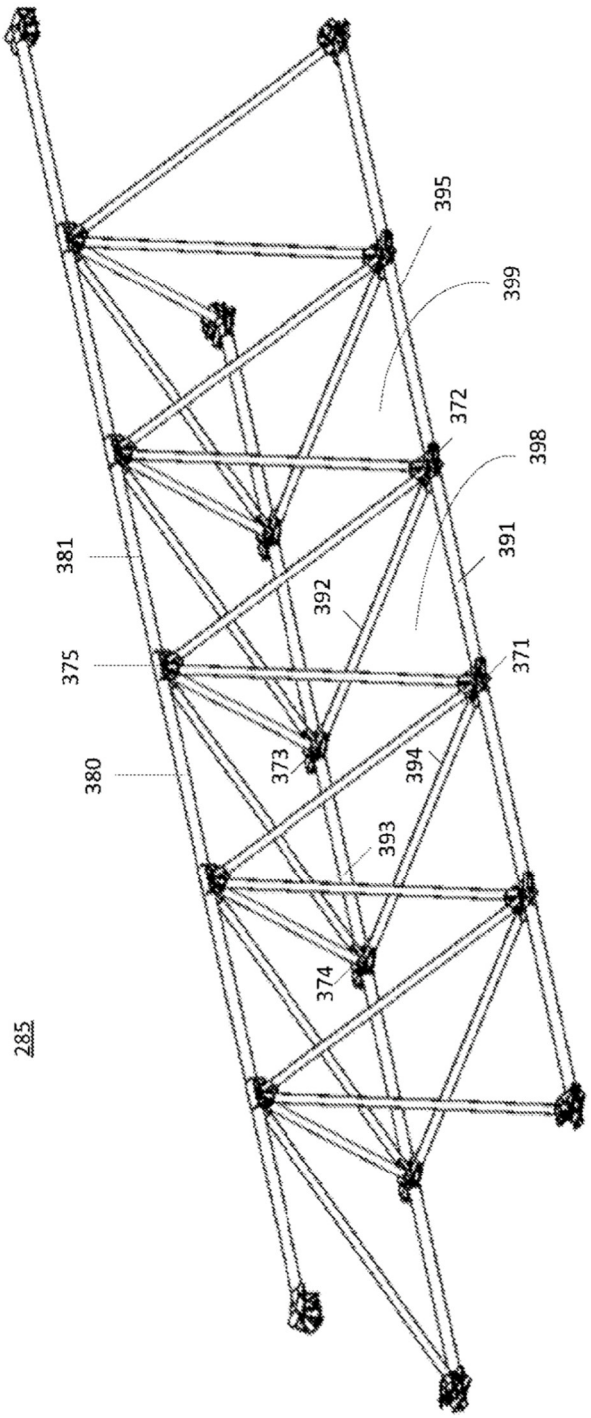


FIGURA 3B

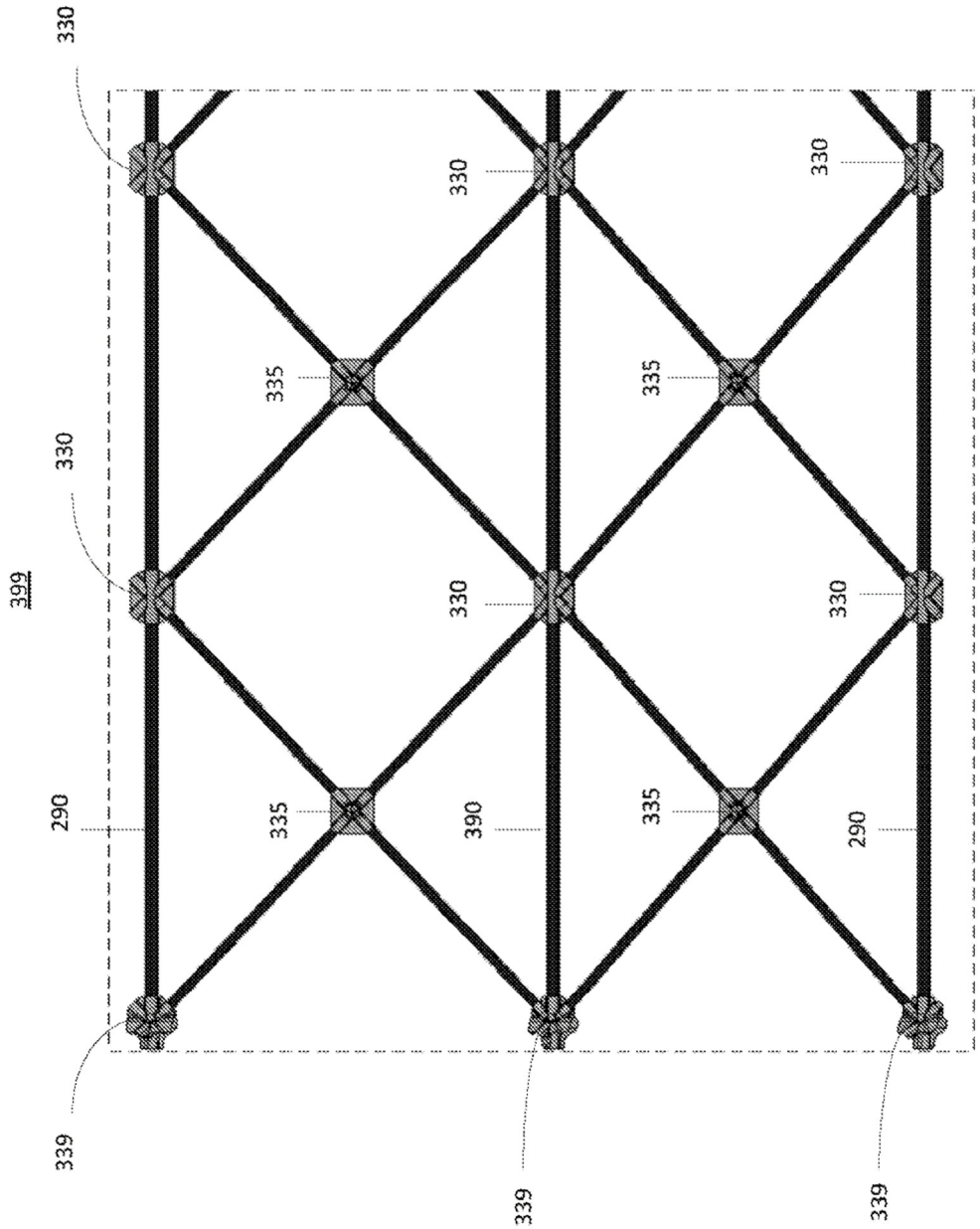

330
330
330
330
335
335
330
330
330
399
290
335
390
335
290
339
339
339

FIGURA 3C

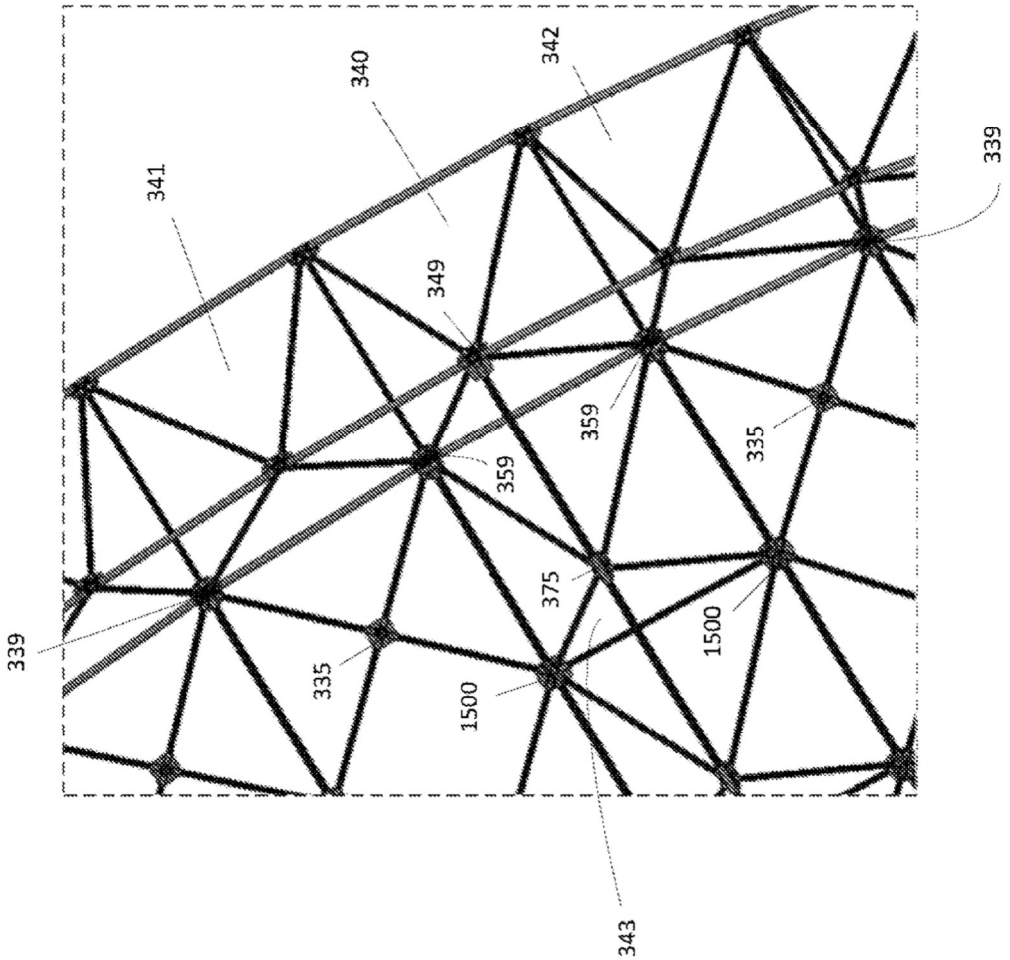


FIGURA 3D

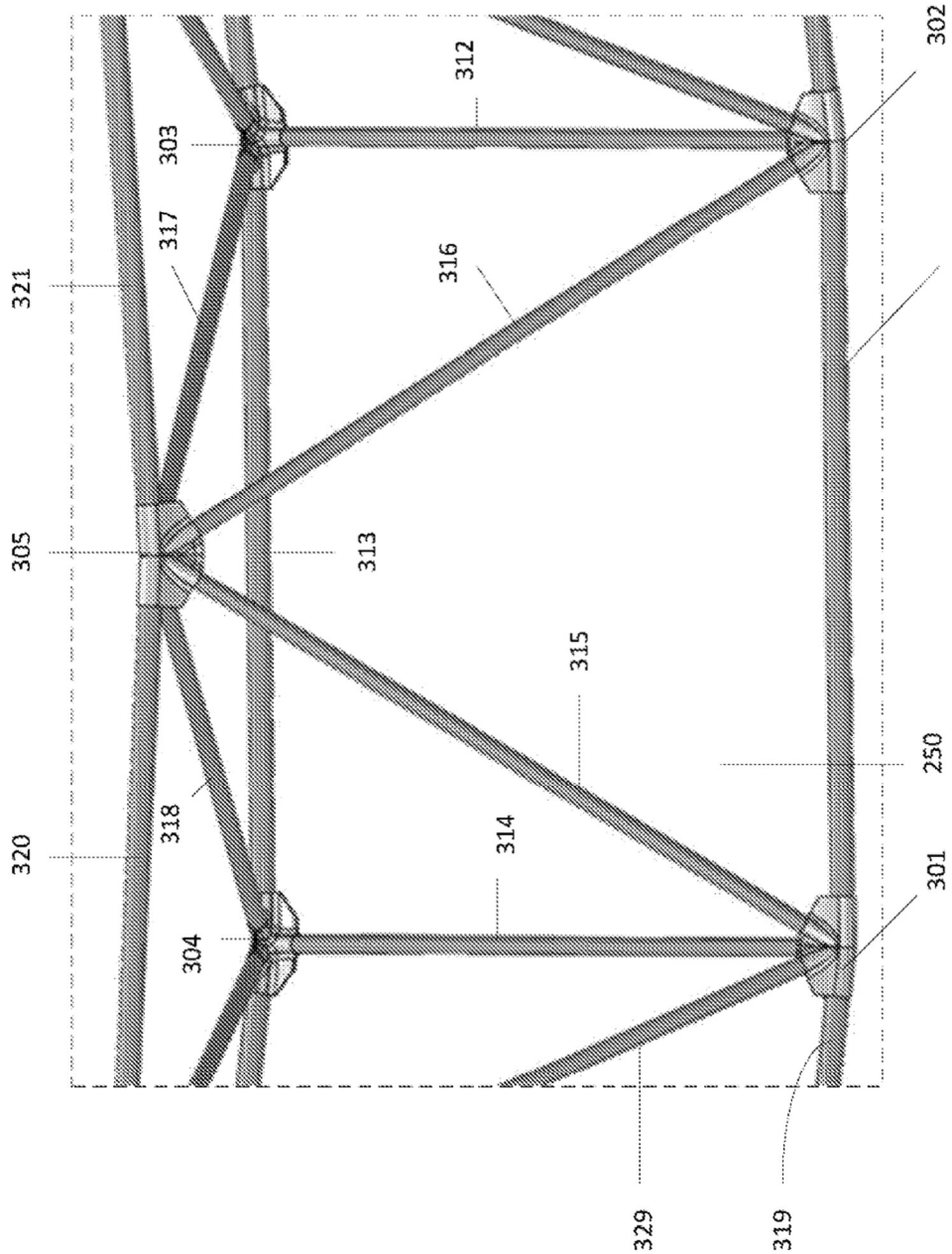

302
312
303
317
316
311
321
305
313
315
250
318
320
314
301
304
329
319

FIGURA 4A

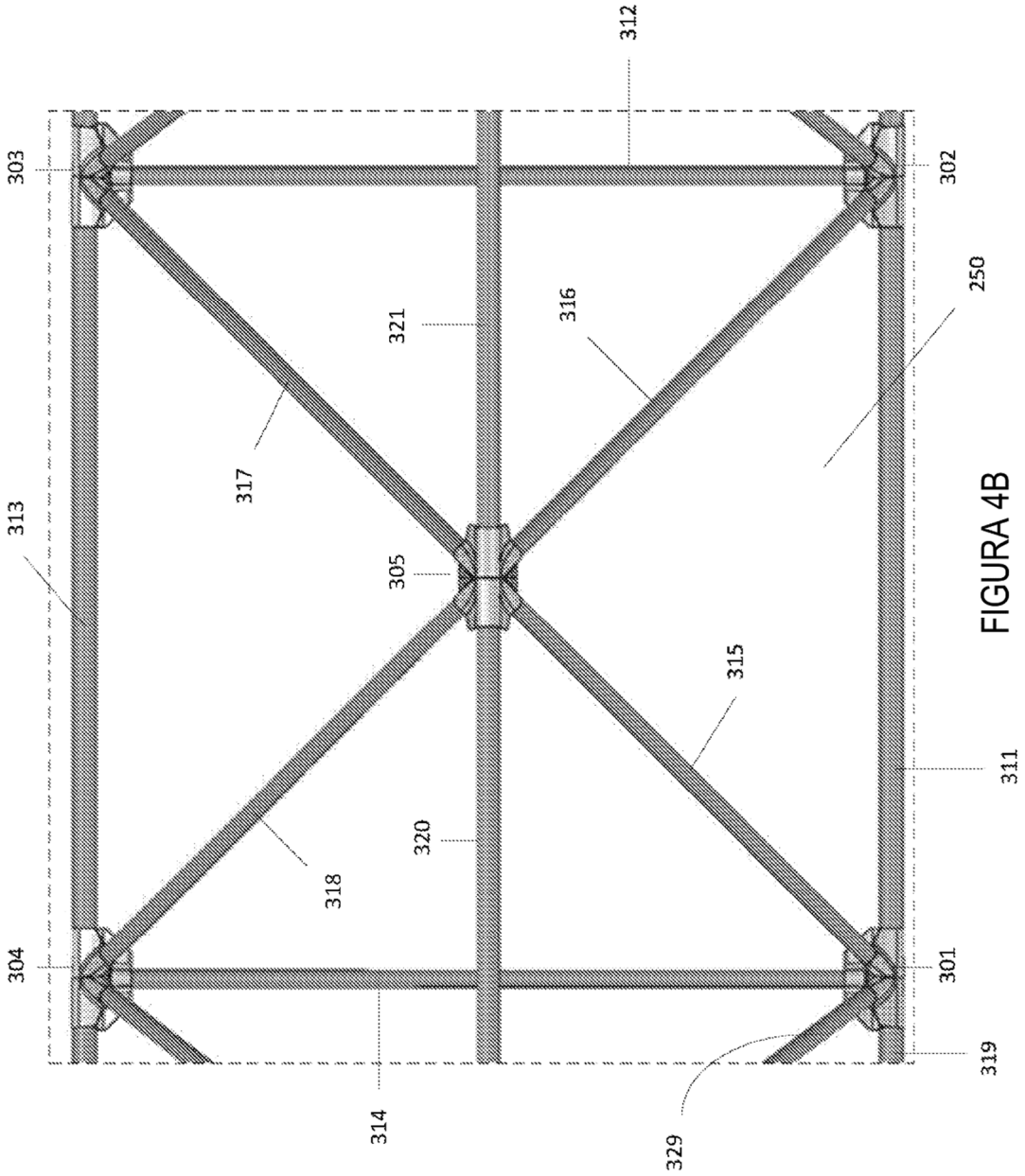

312
303
302
250
321
316
317
313
305
315
311
320
318
304
301
319
314
329

FIGURA 4B

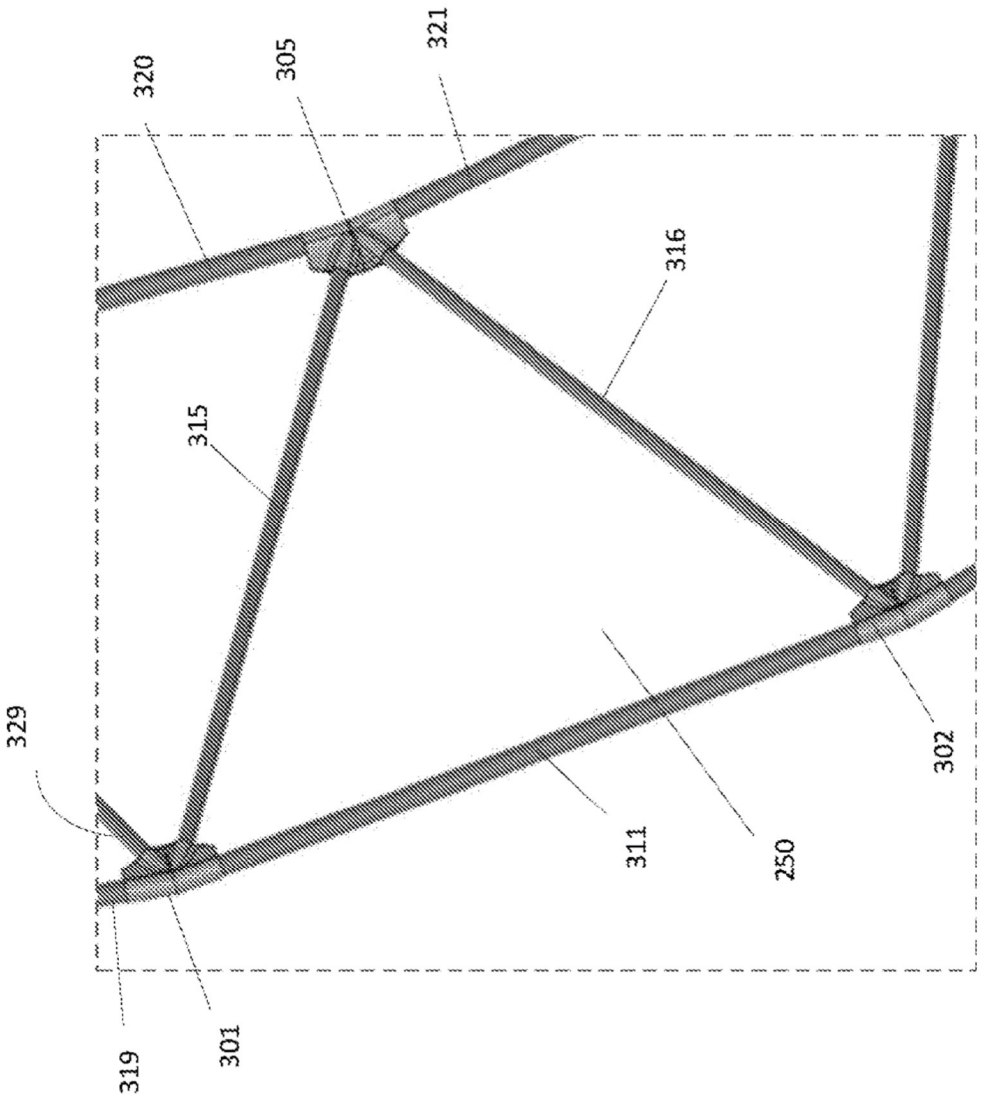


FIGURA 4C

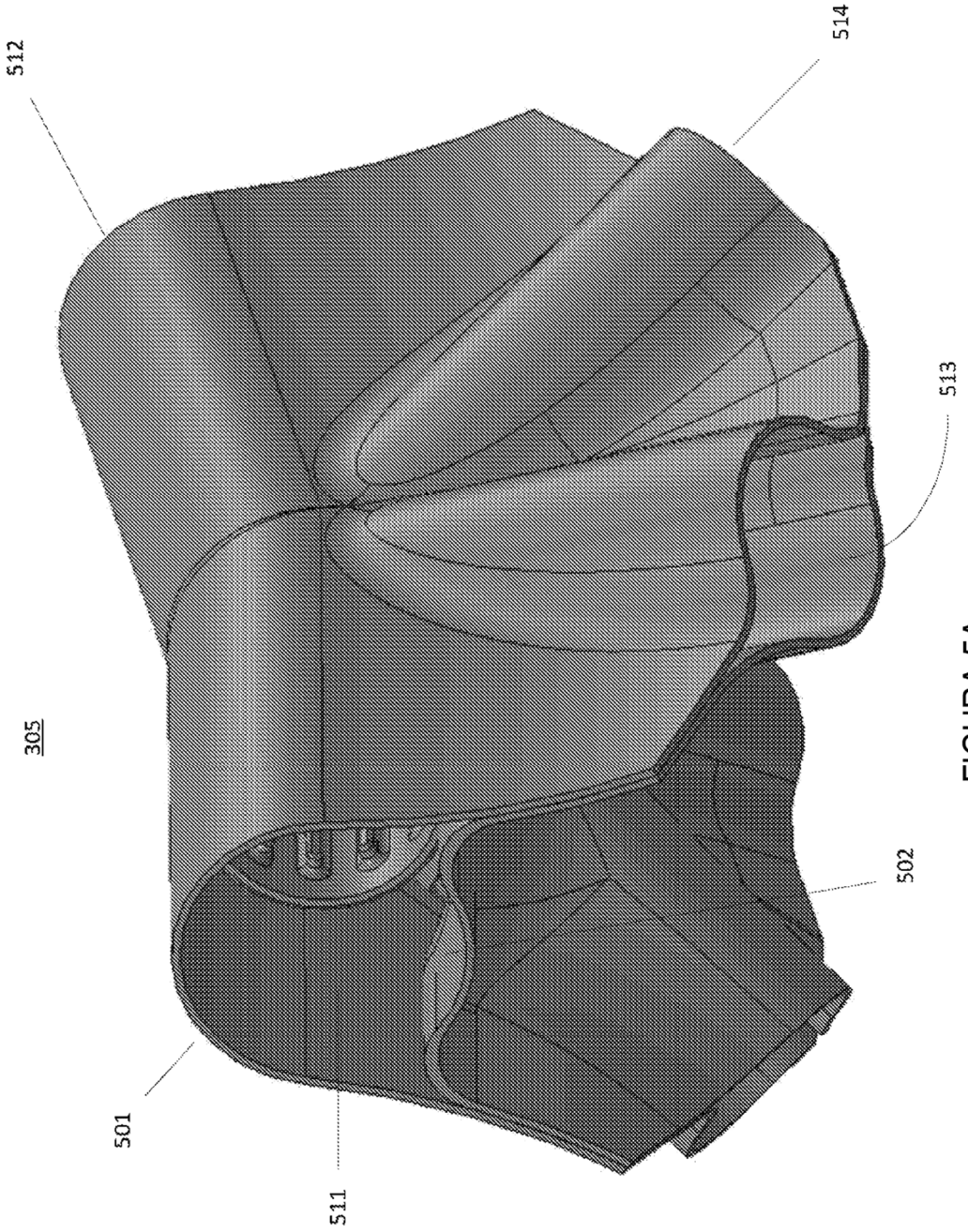


FIGURA 5A

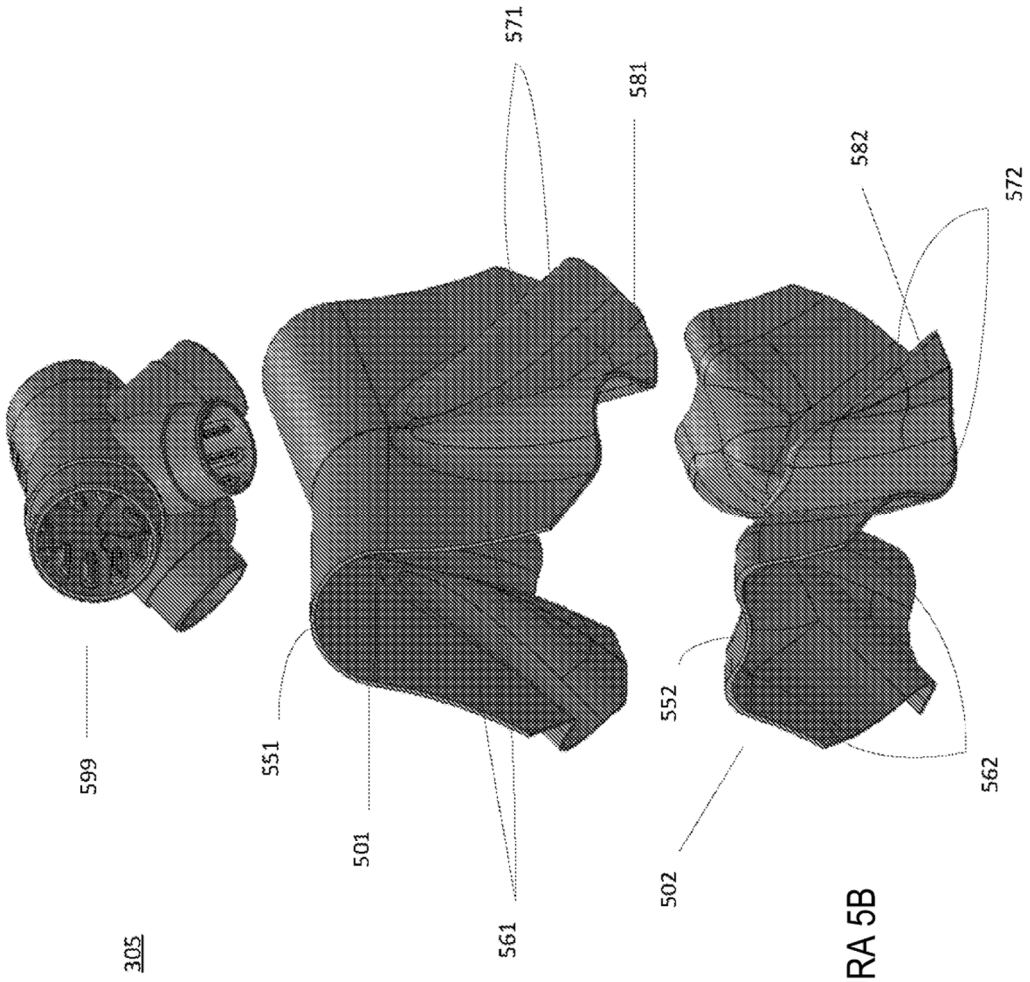


FIGURA 5B

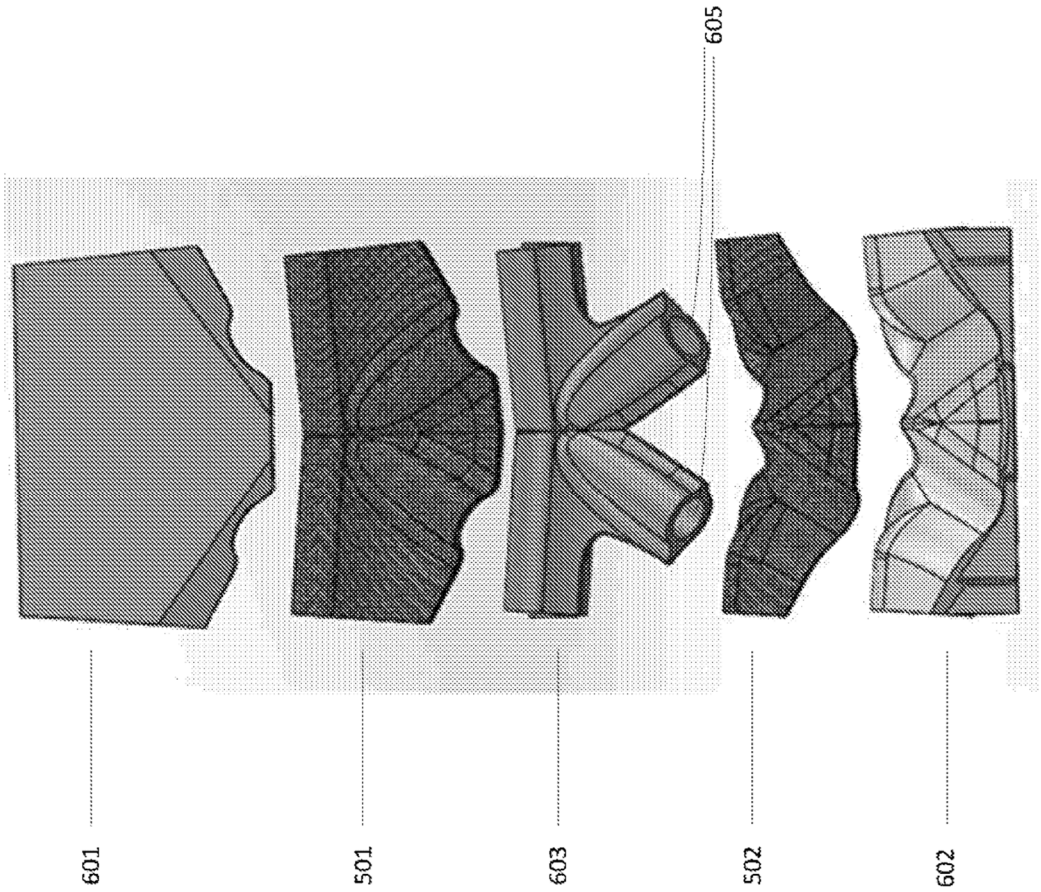


FIGURA 6A

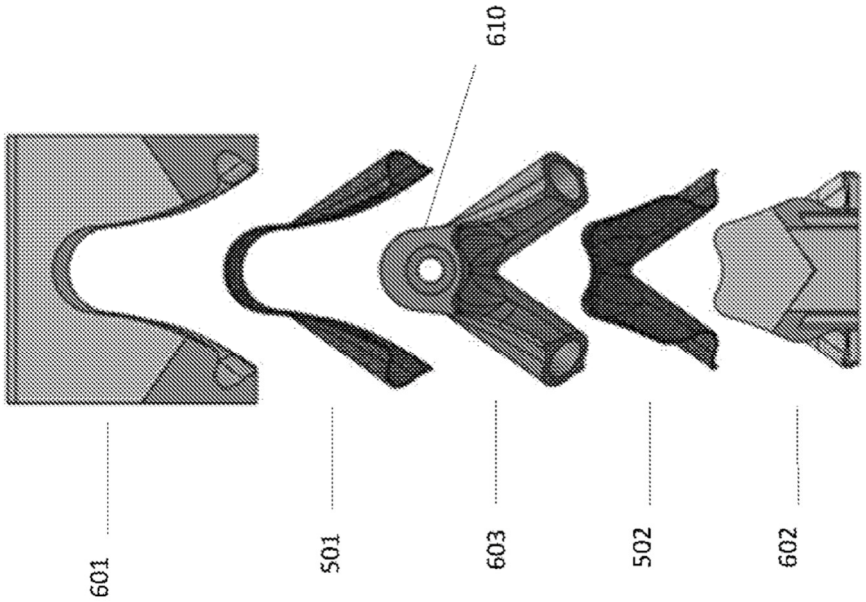


FIGURA 6B

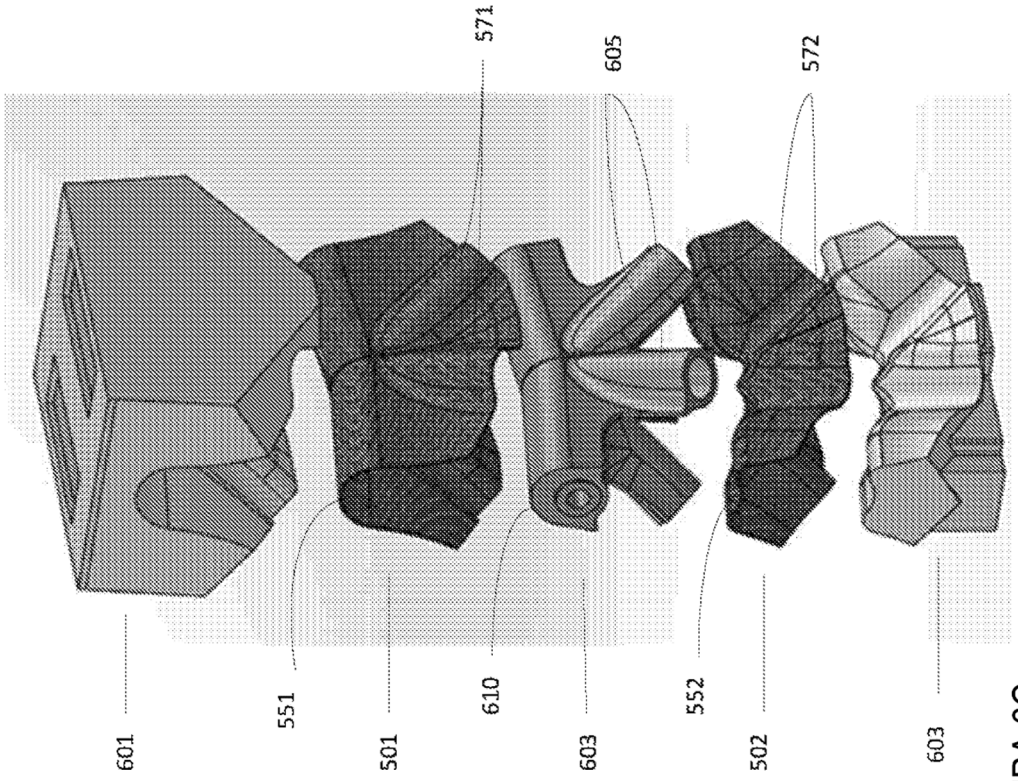


FIGURA 6C

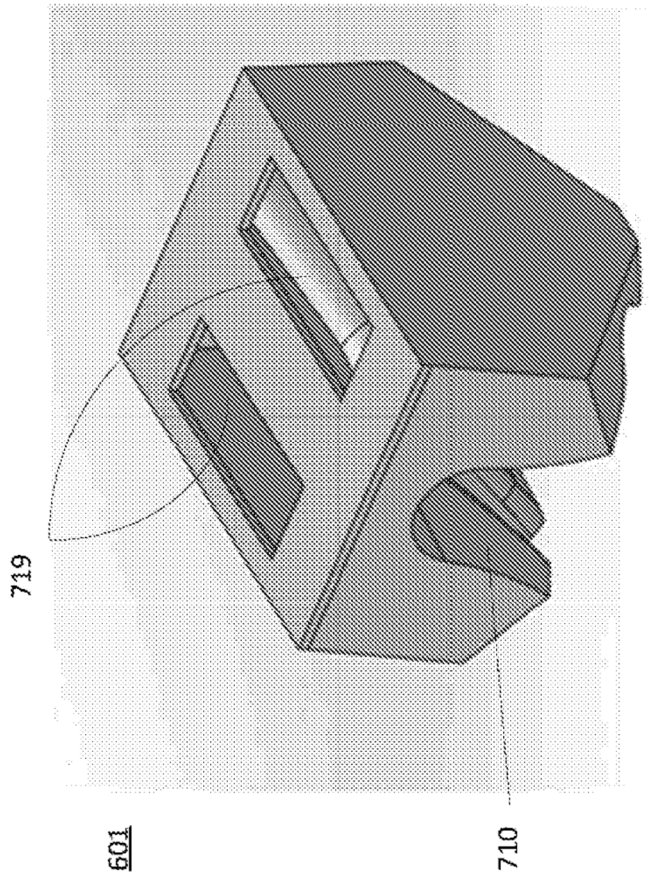


FIGURA 7A

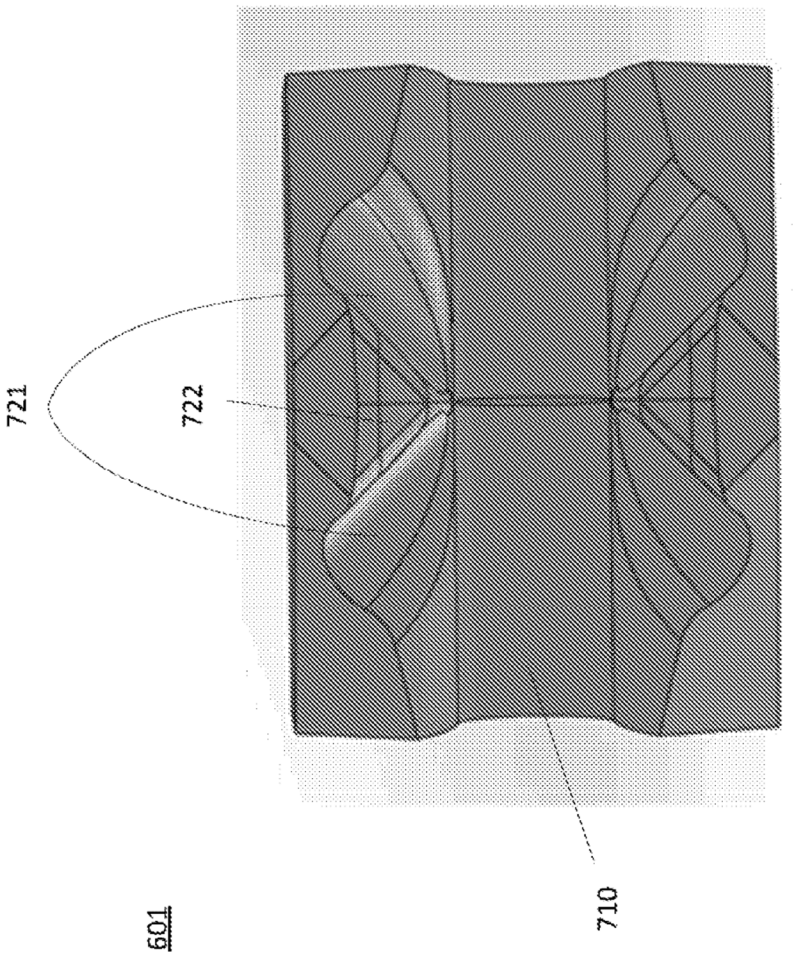


FIGURA 7B

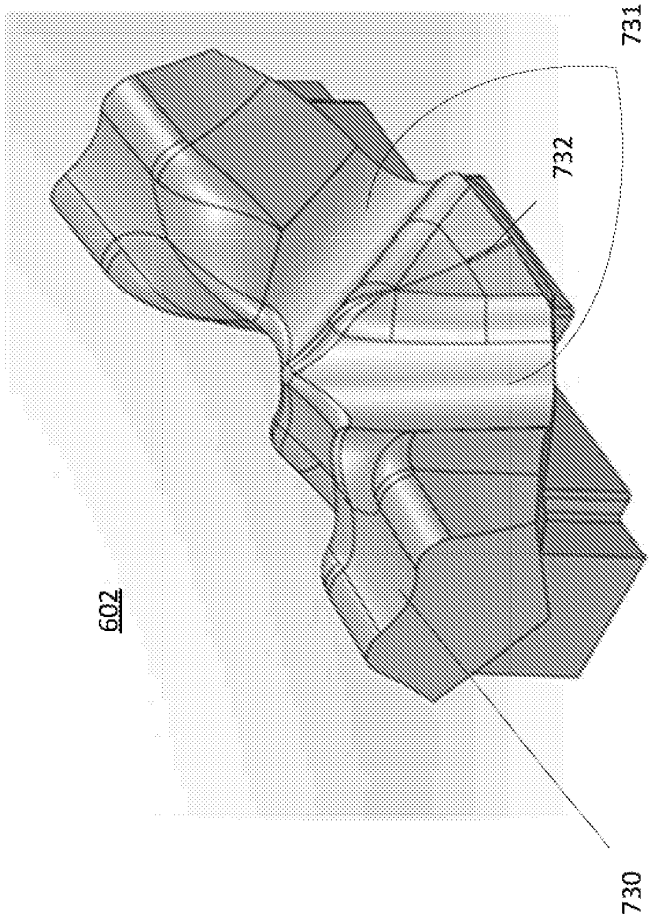


FIGURA 7C

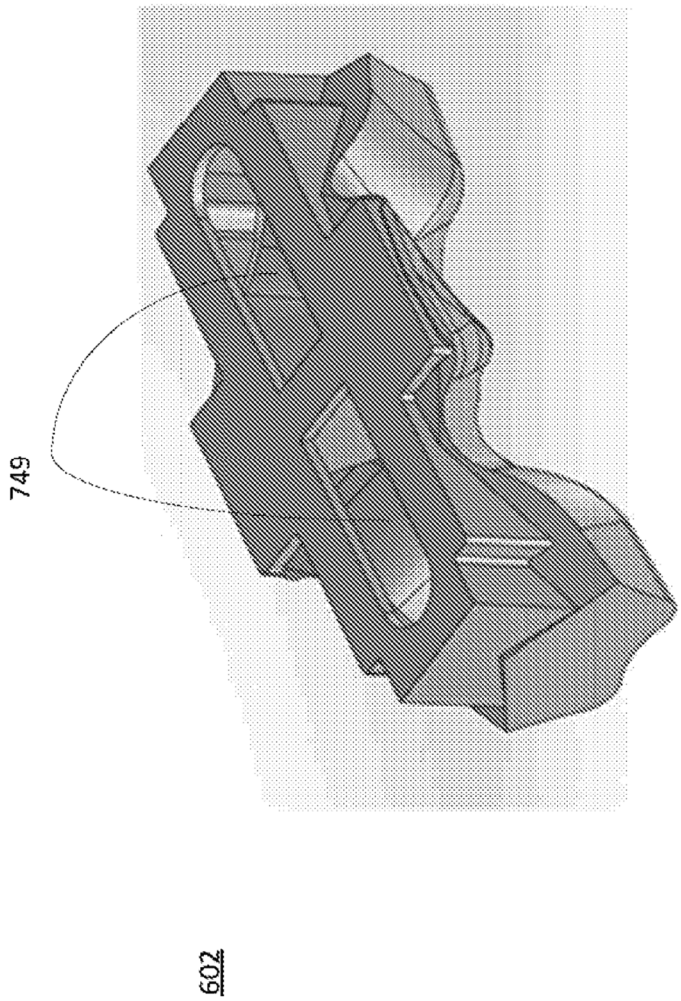


FIGURA 7D

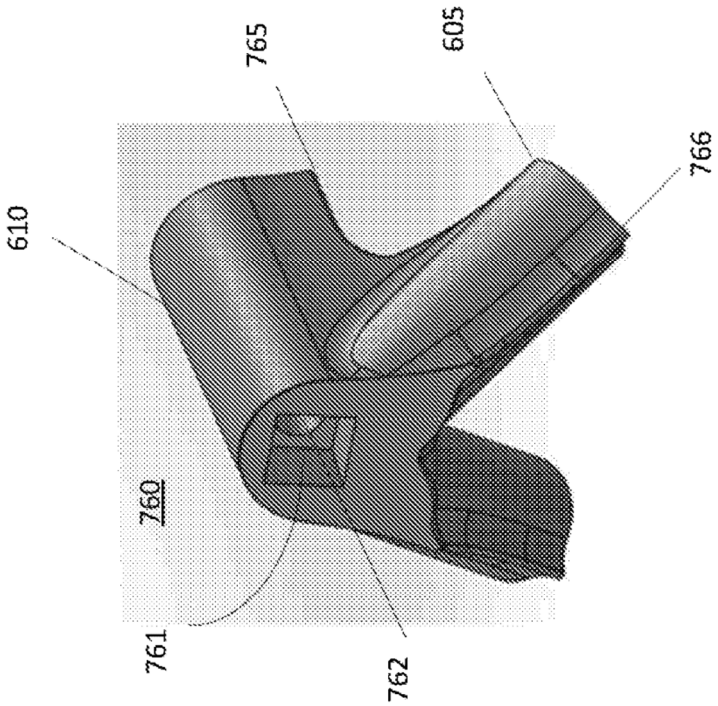


FIGURA 7F

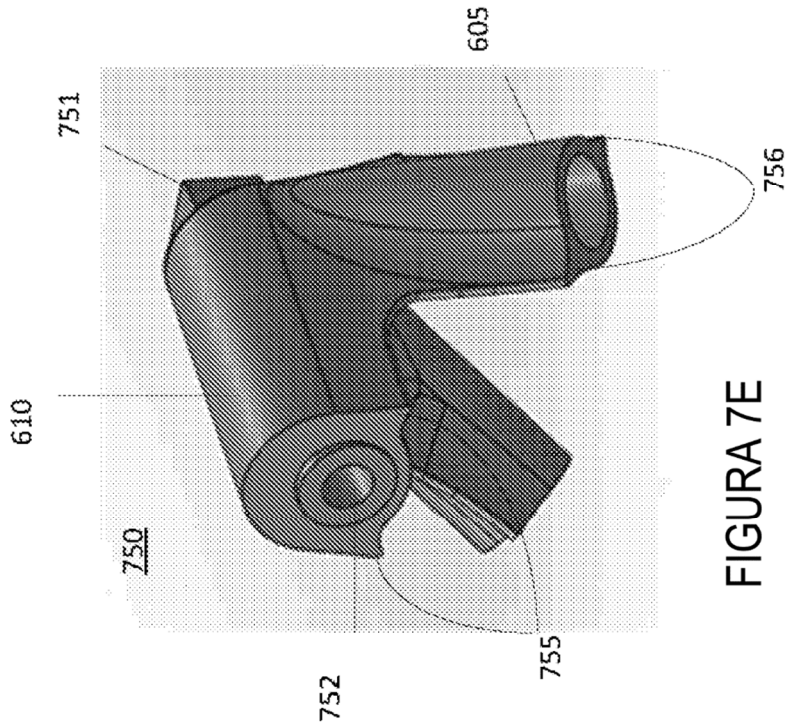


FIGURA 7E

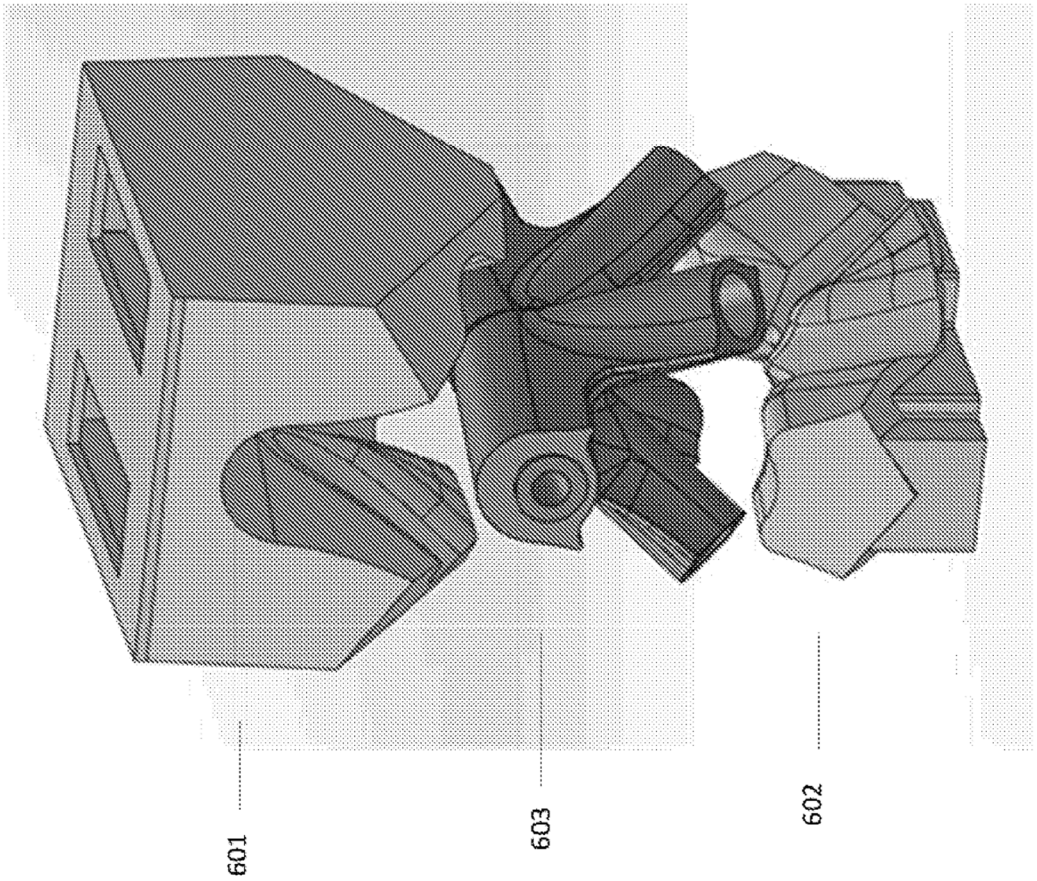


FIGURA 8A

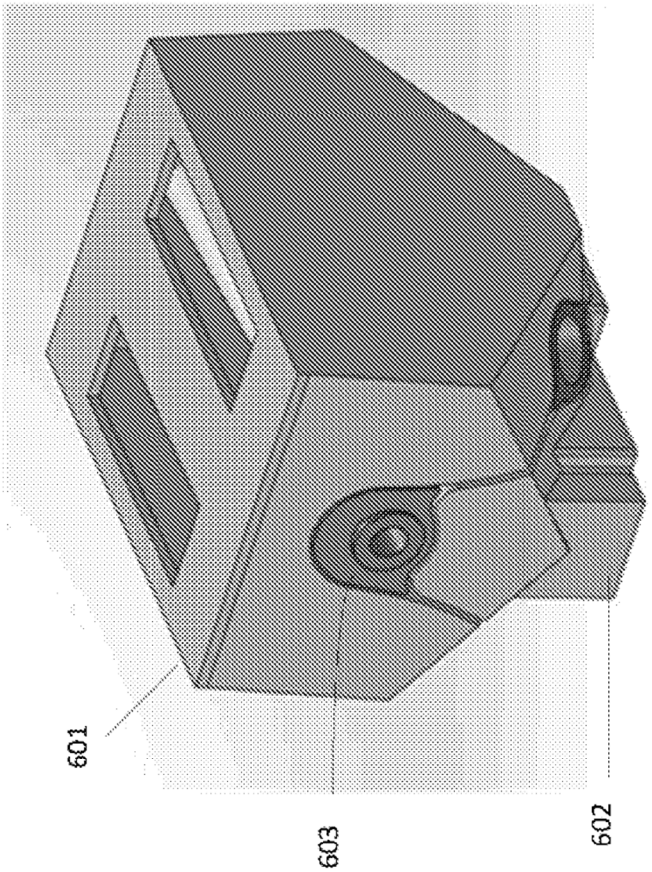


FIGURA 8B

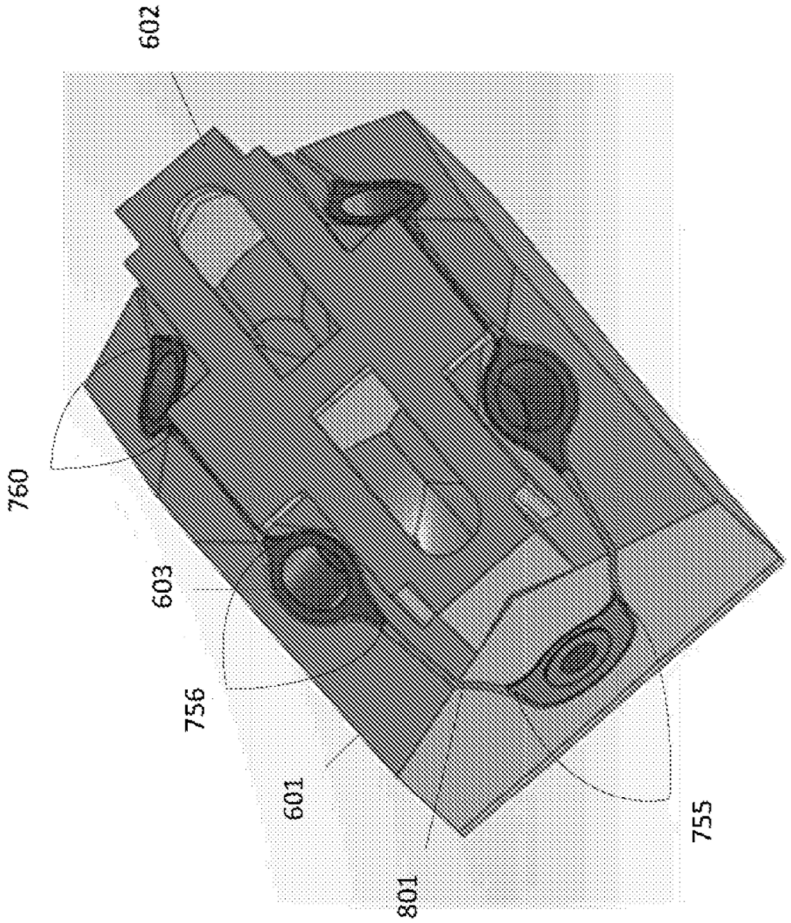


FIGURA 8C

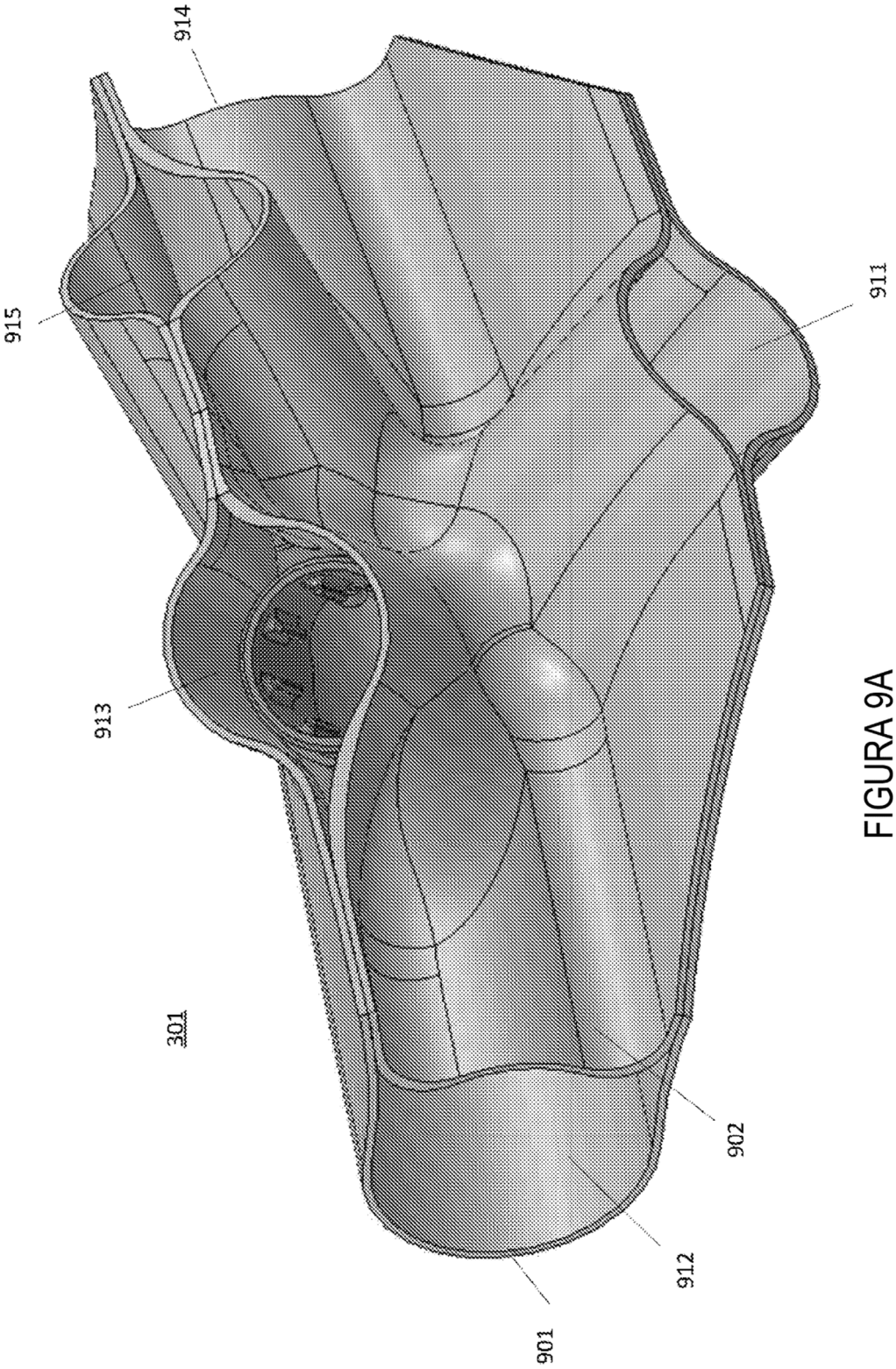


FIGURA 9A

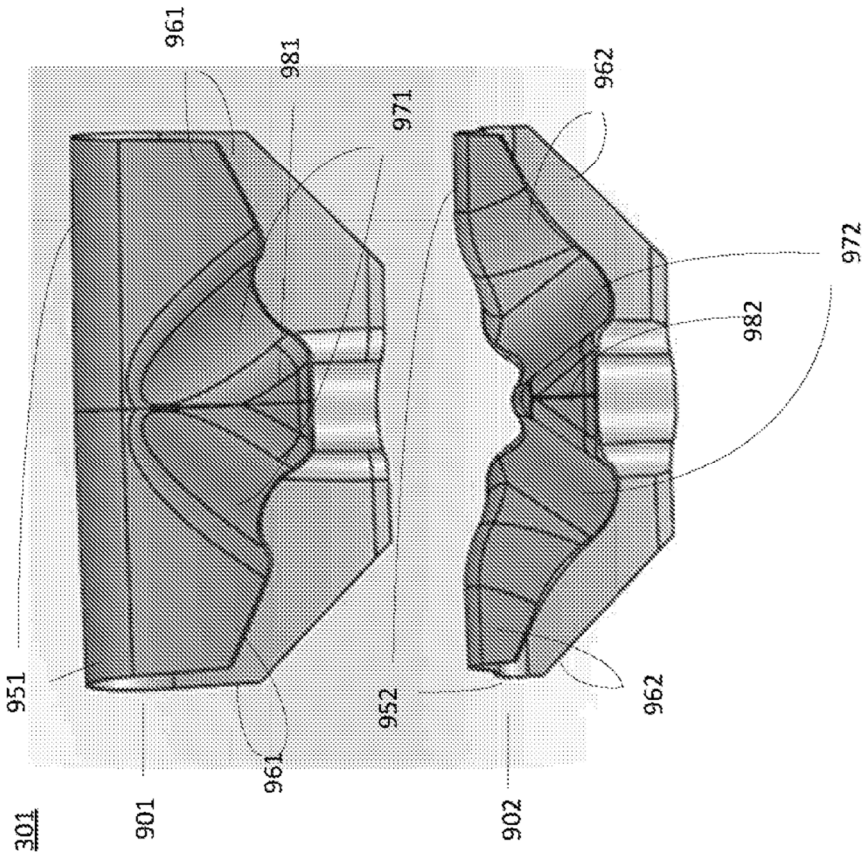


FIGURA 9B

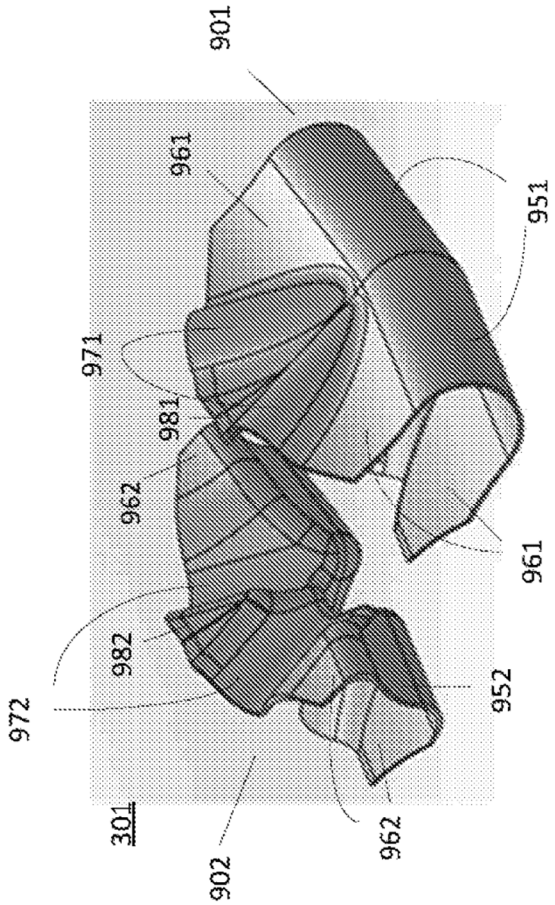


FIGURA 9C

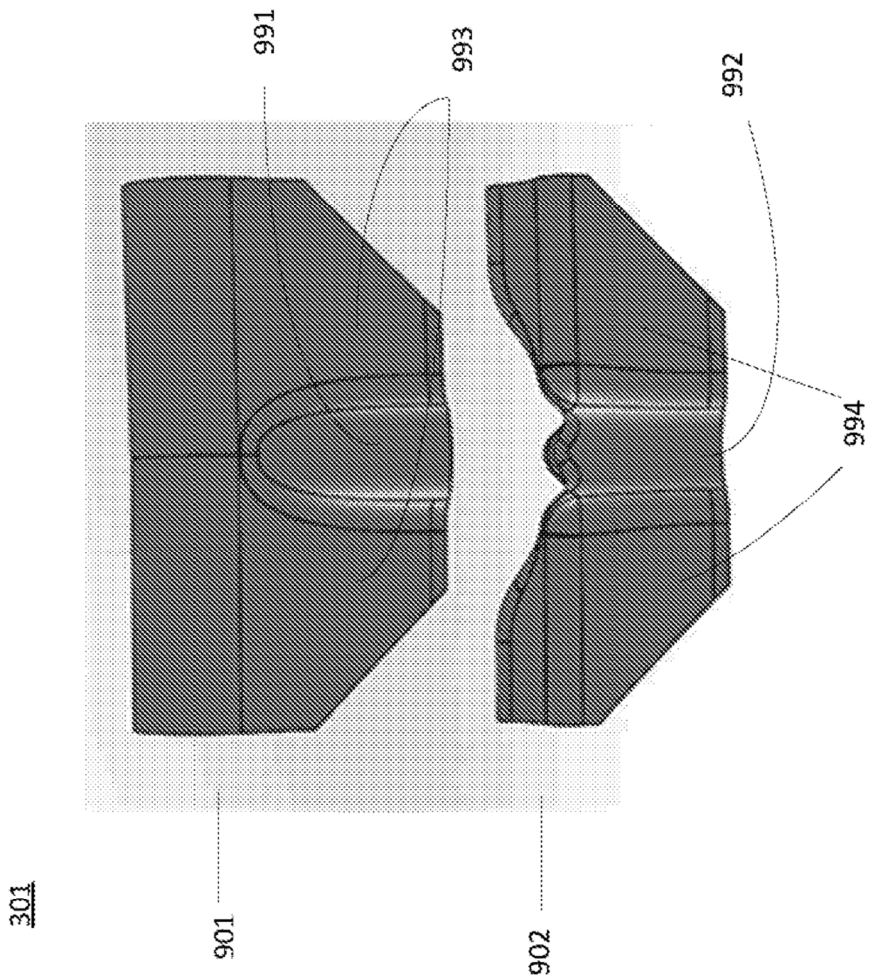


FIGURA 9D

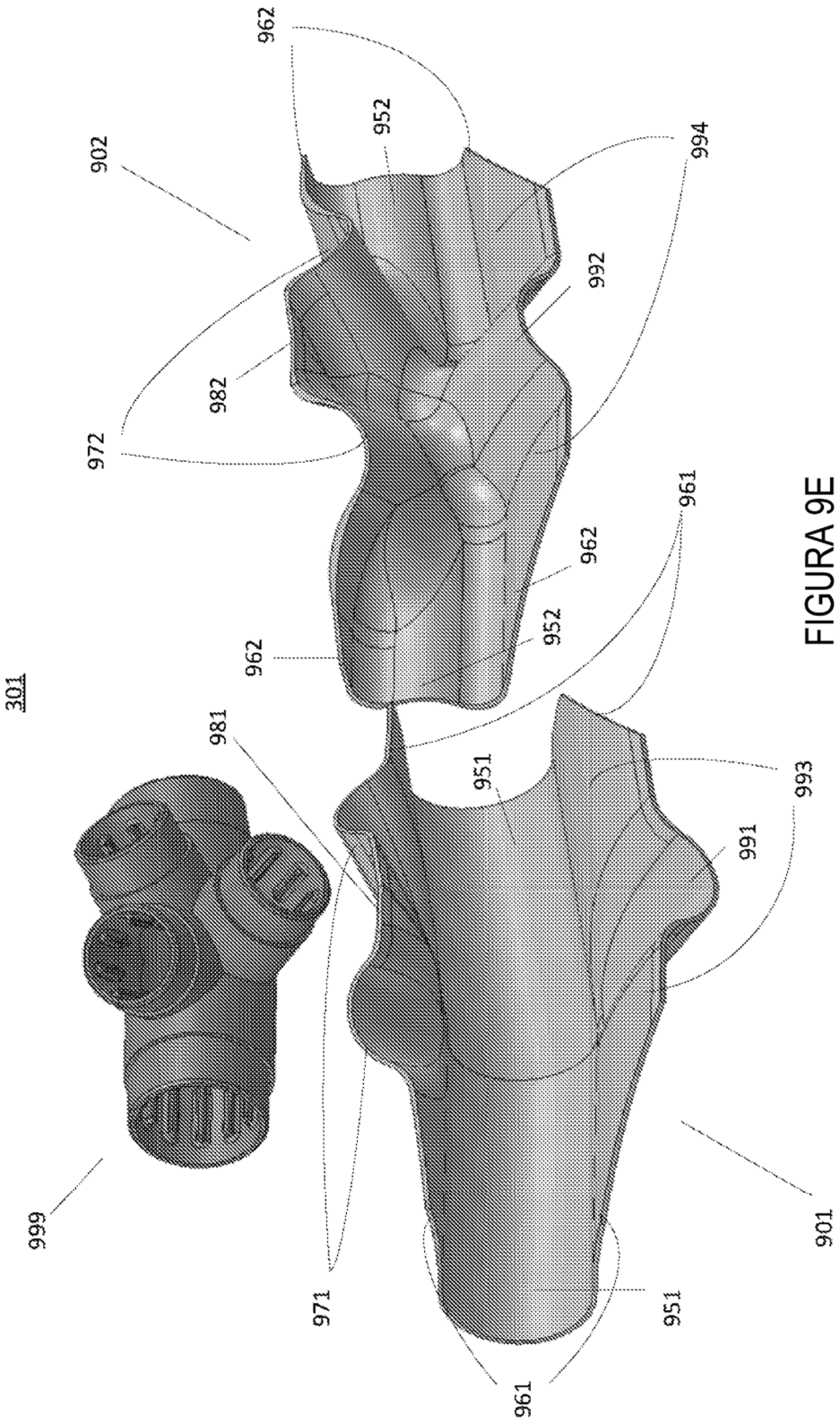

962
952
902
994
992
982
972
961
962
962
952
301
981
951
993
991
971
951
961
999
901

FIGURA 9E

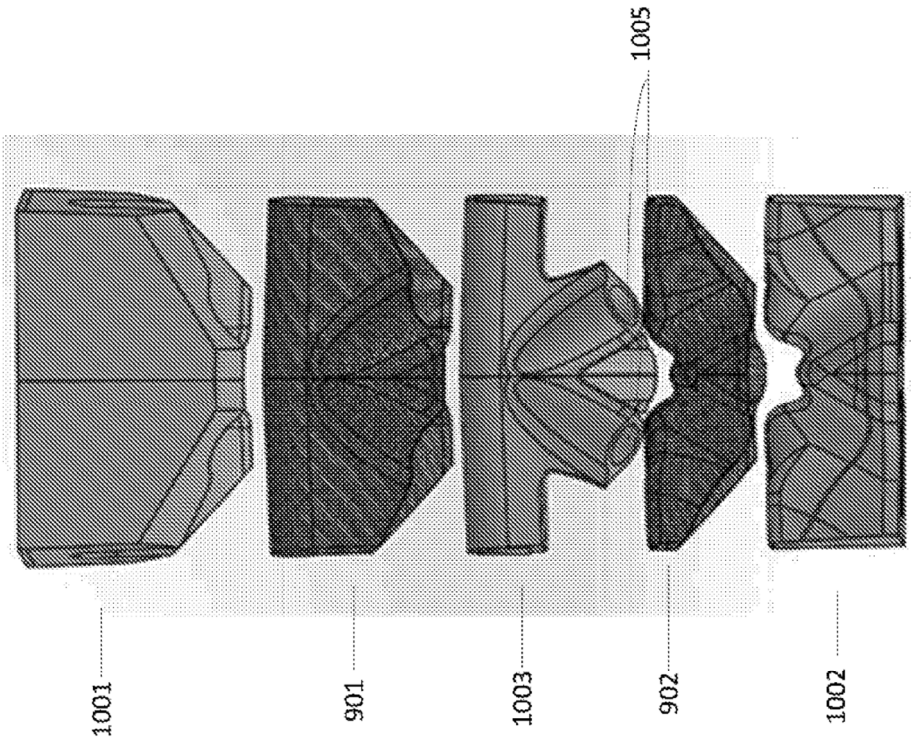


FIGURA 10A

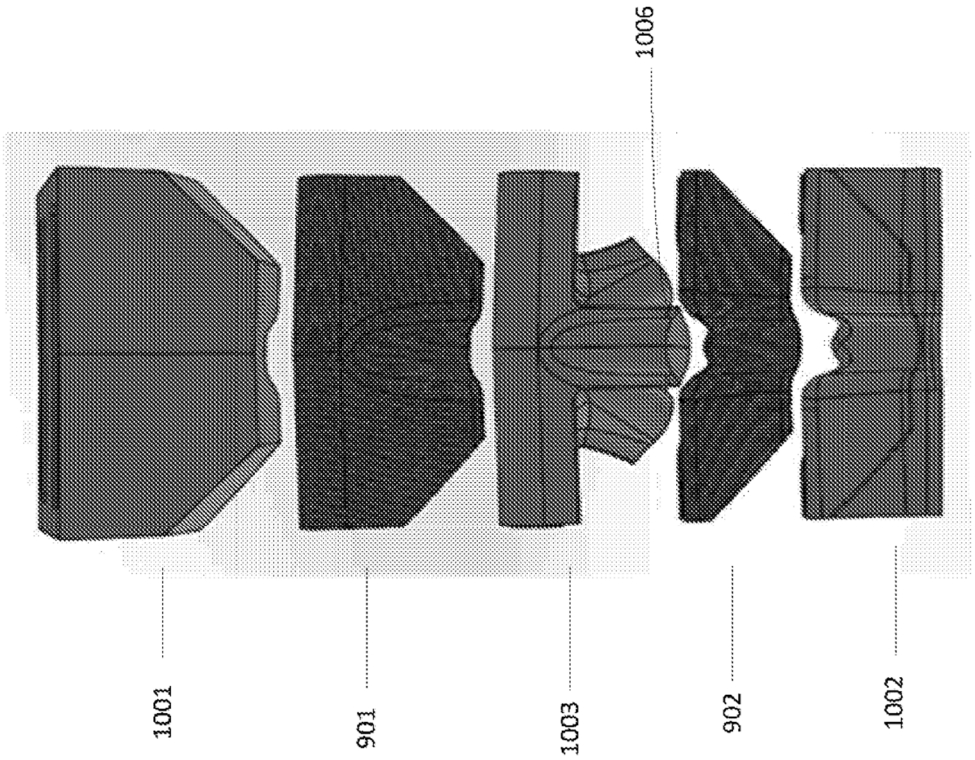


FIGURA 10B

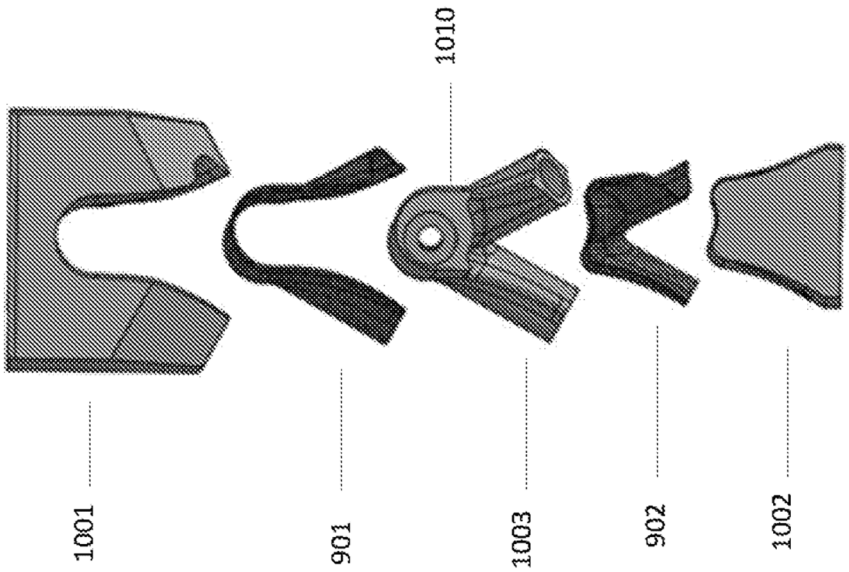


FIGURA 10C

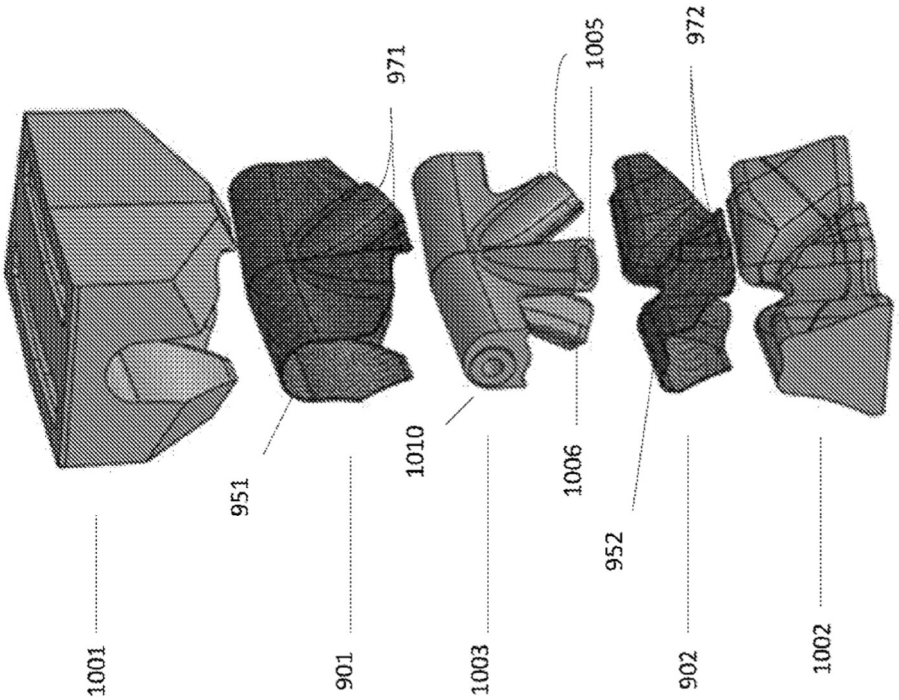


FIGURA 10D

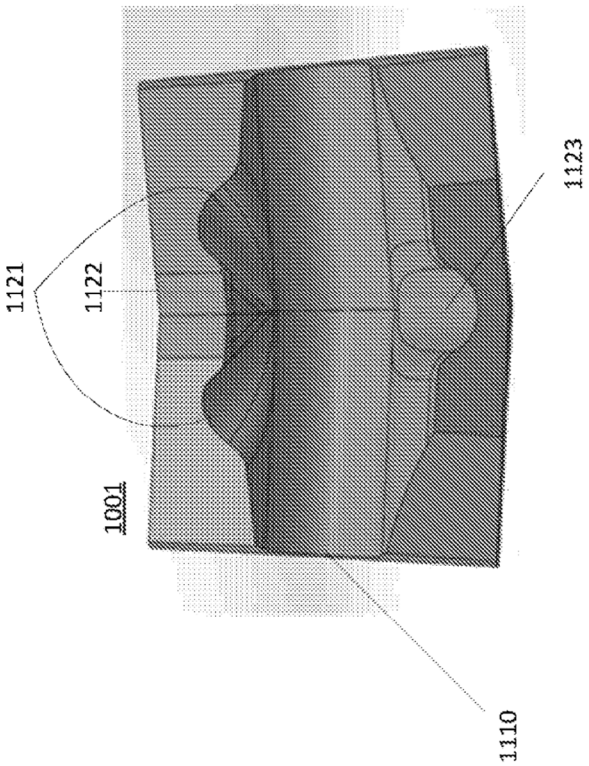


FIGURA 11B

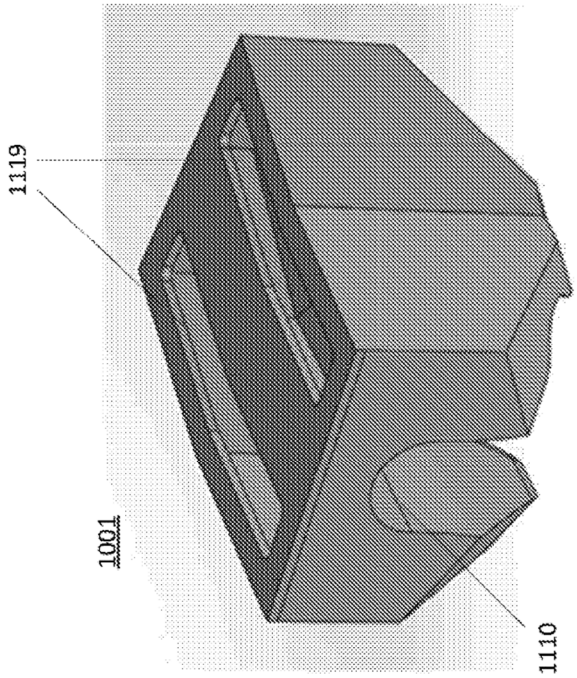


FIGURA 11A

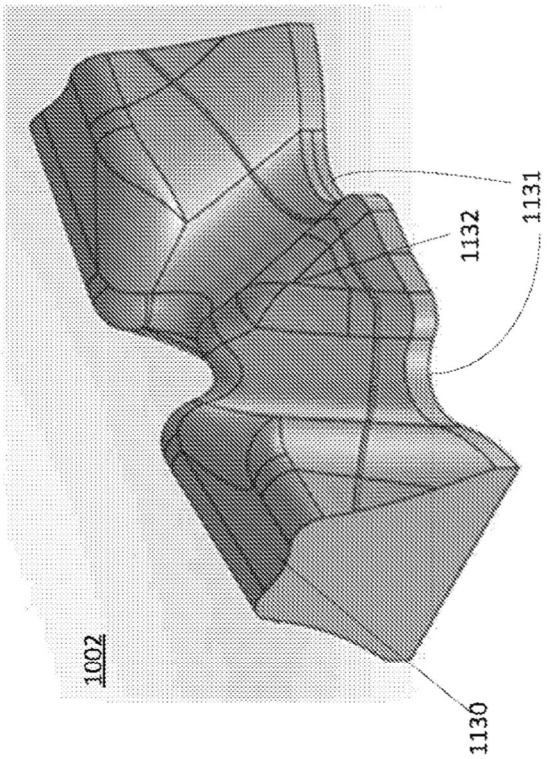


FIGURA 11C

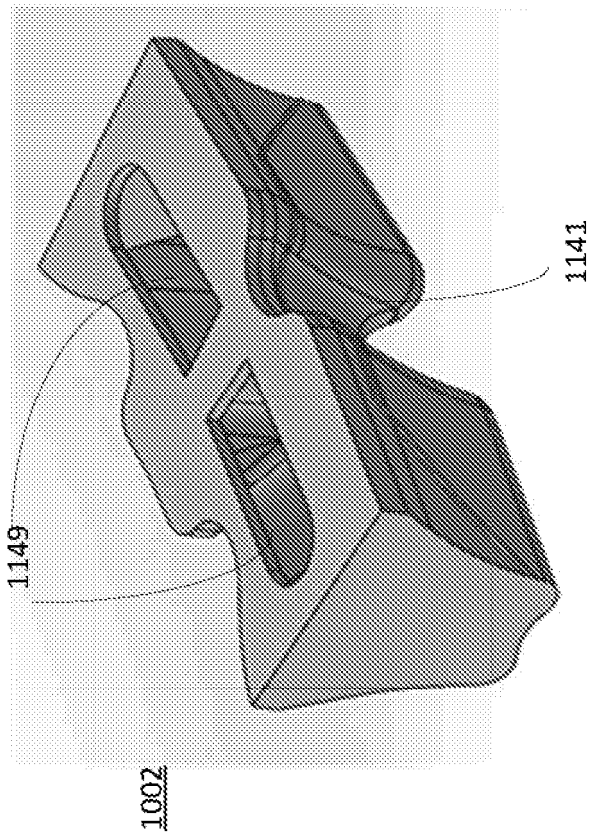


FIGURA 11D

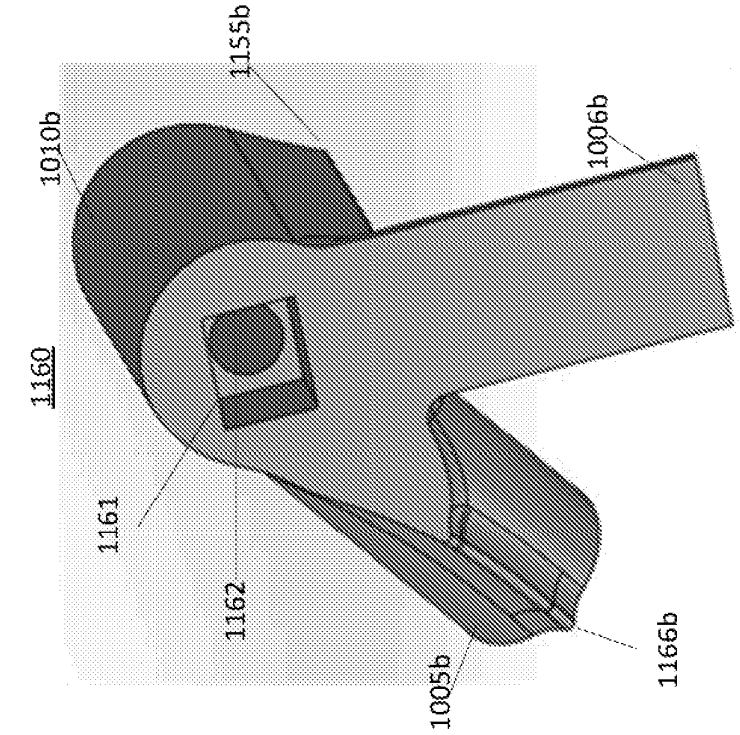


FIGURA 11F

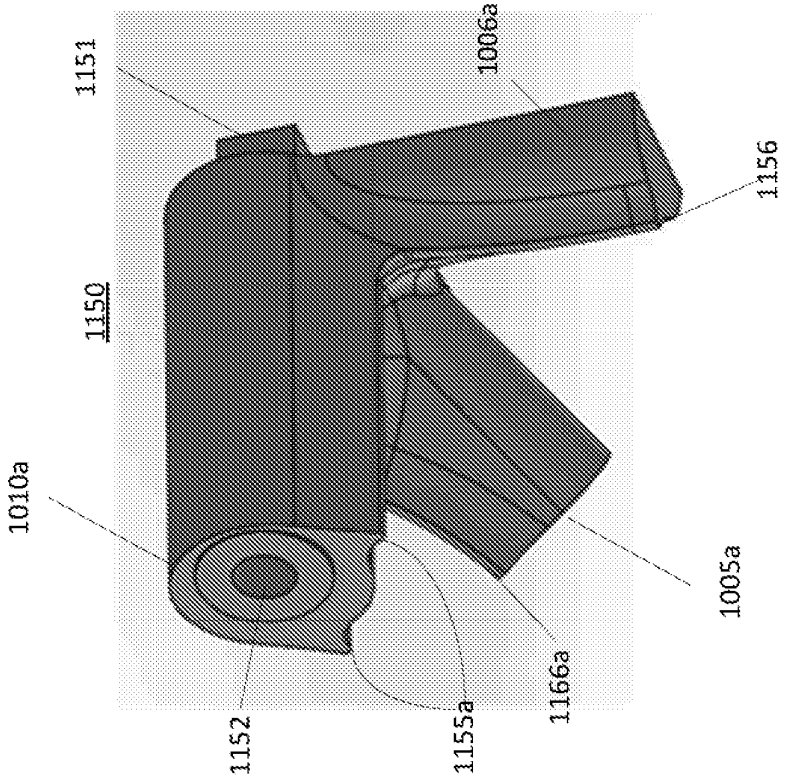


FIGURA 11E

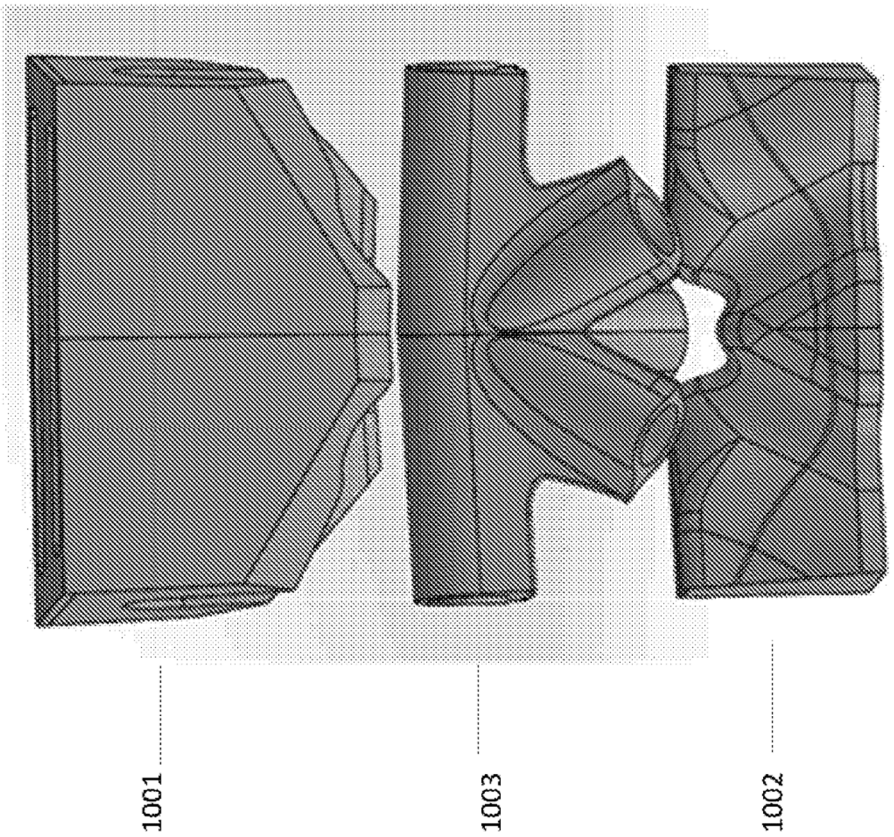


FIGURA 12A

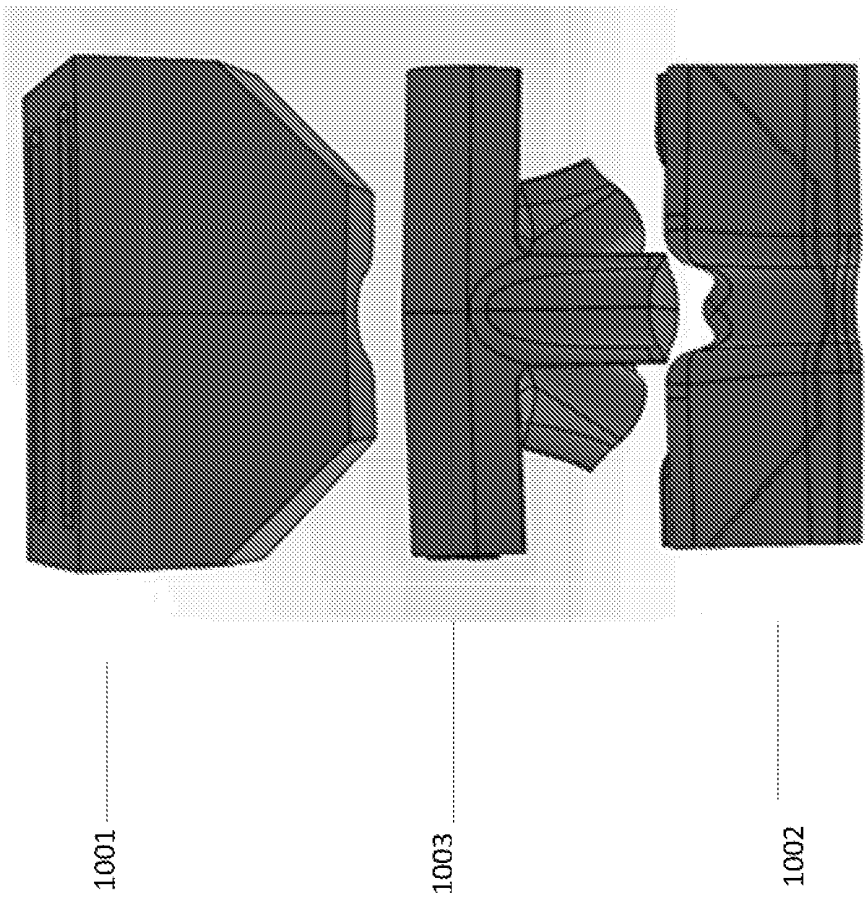


FIGURA 12B

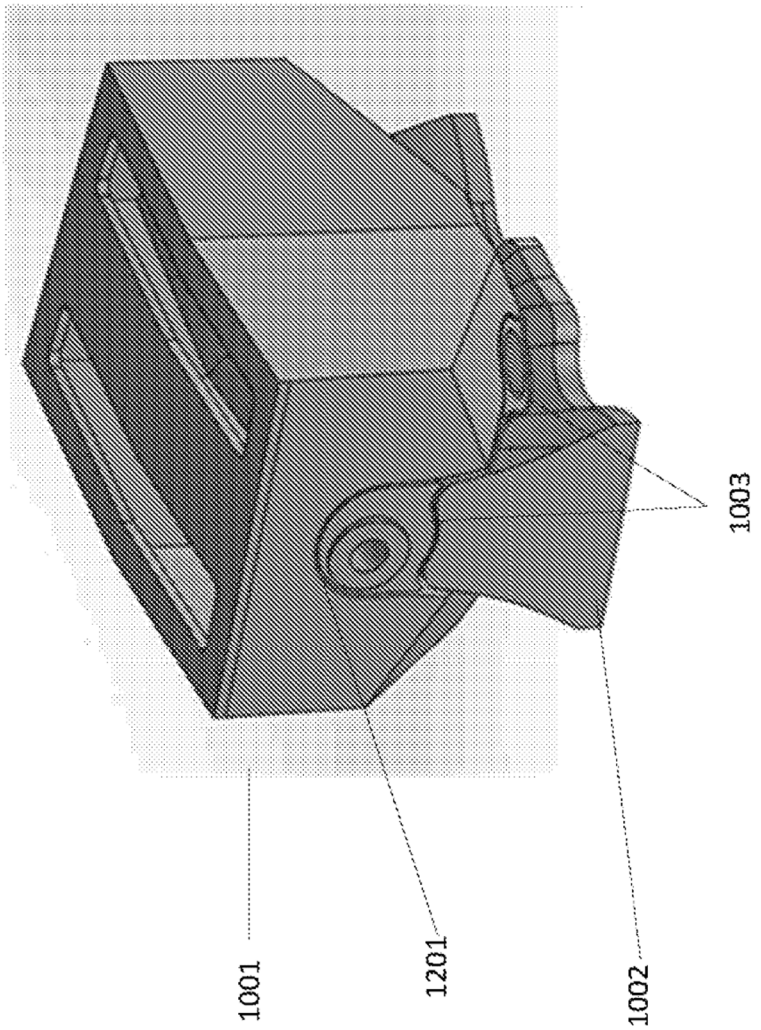


FIGURA 12C

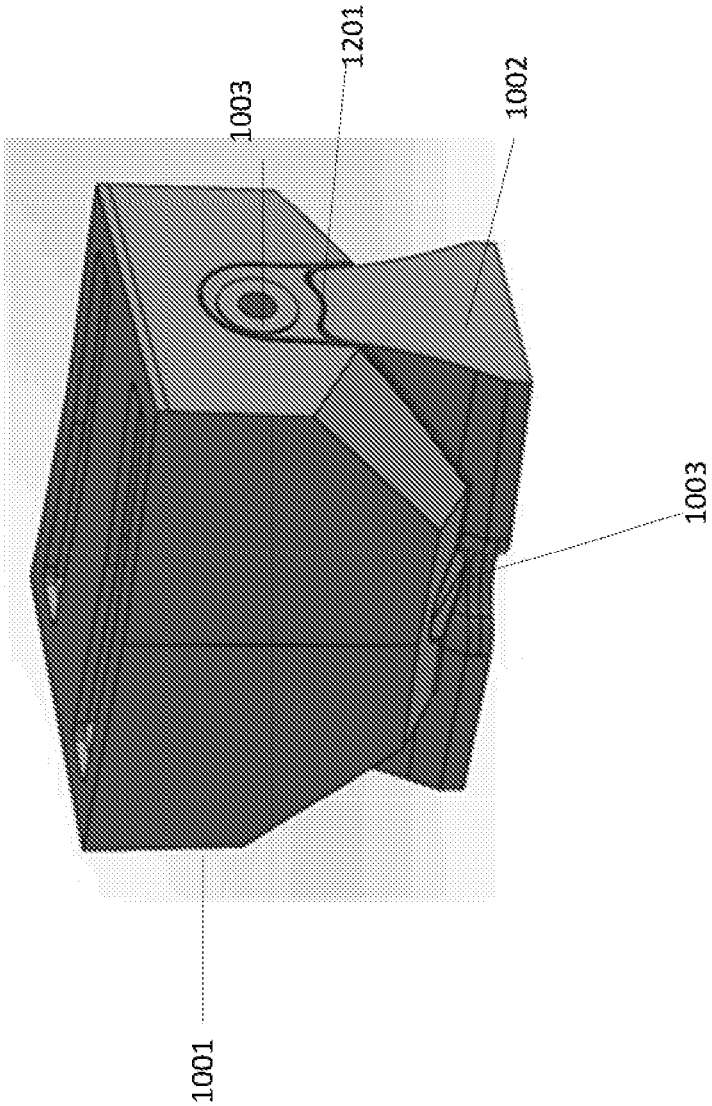


FIGURA 12D

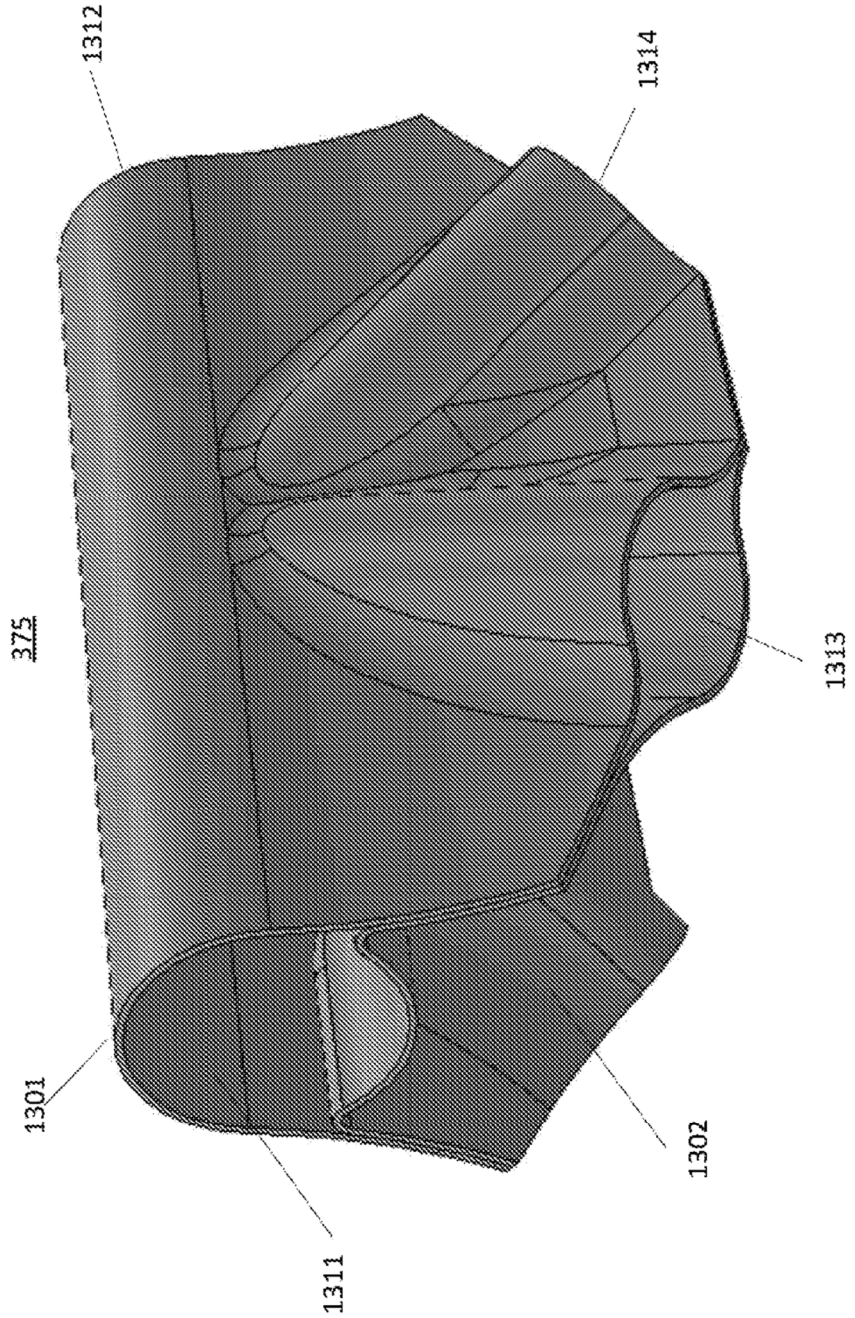


FIGURA 13A

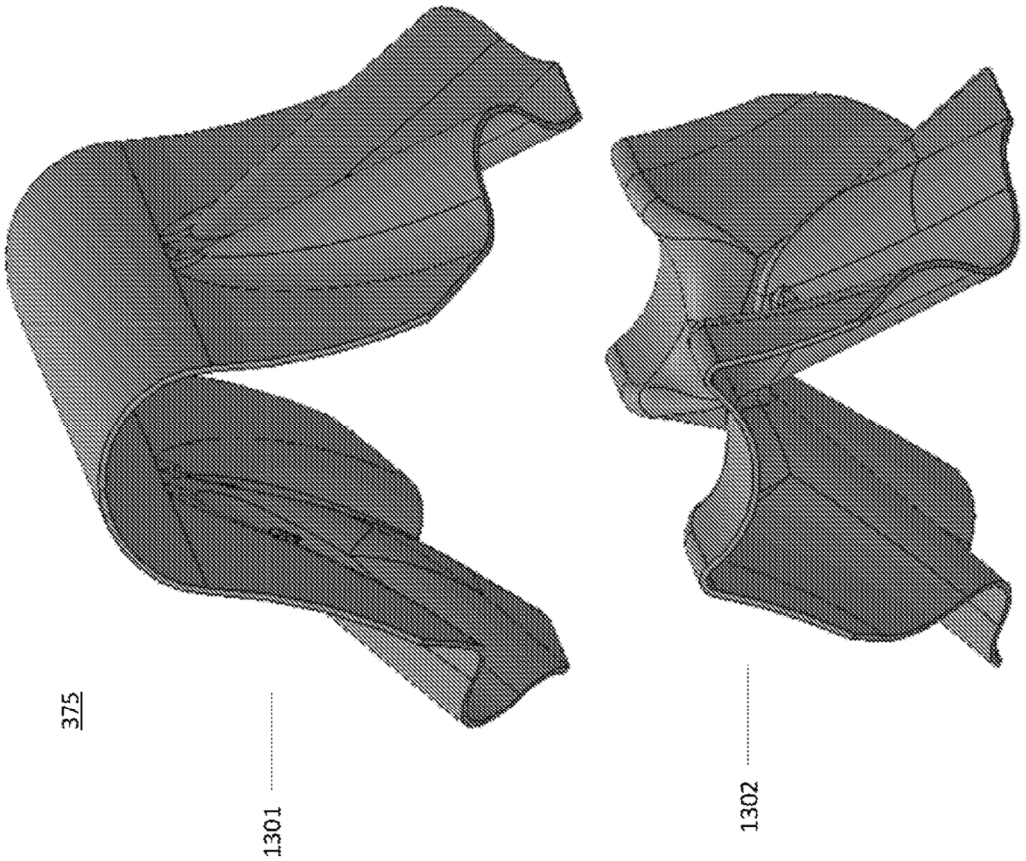


FIGURA 13B

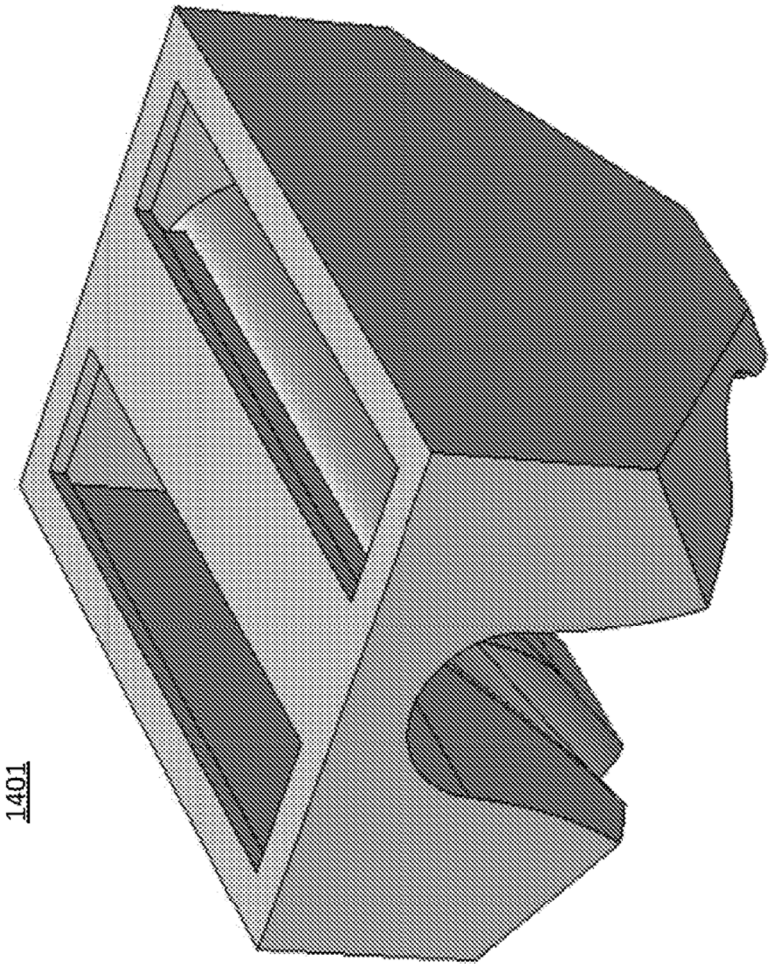


FIGURA 14A

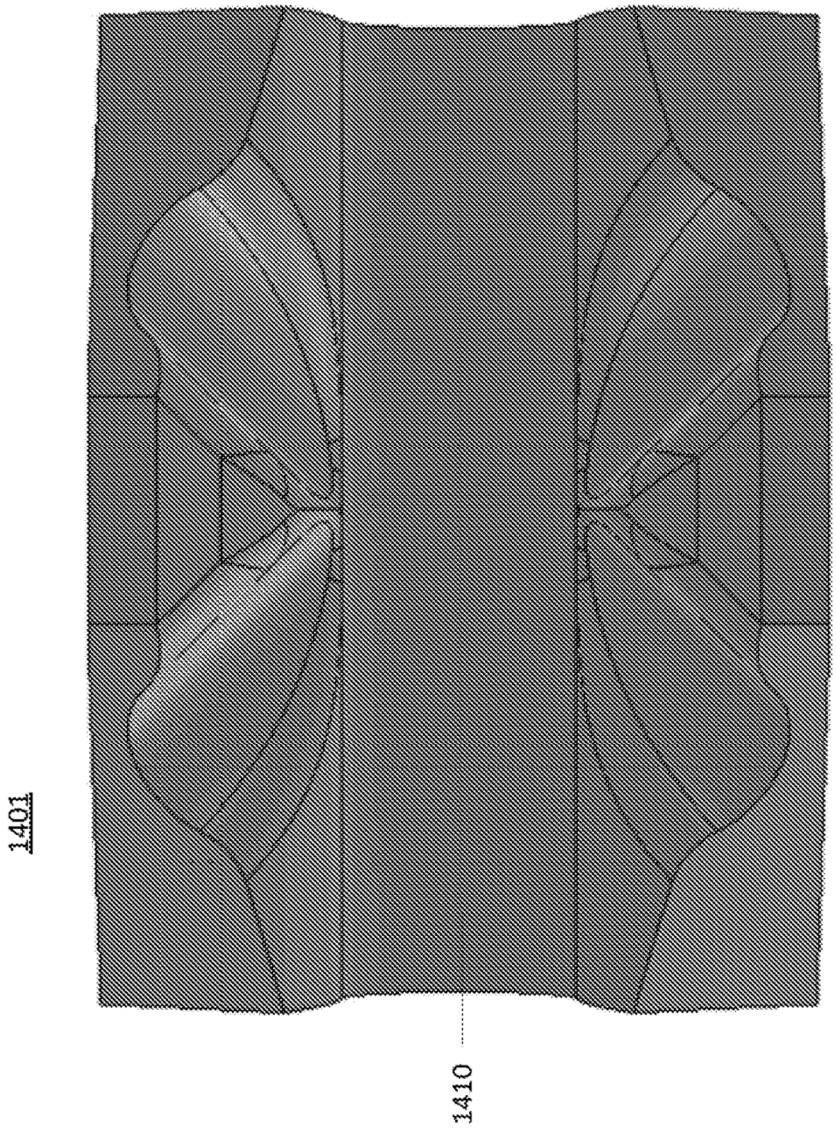


FIGURA 14B

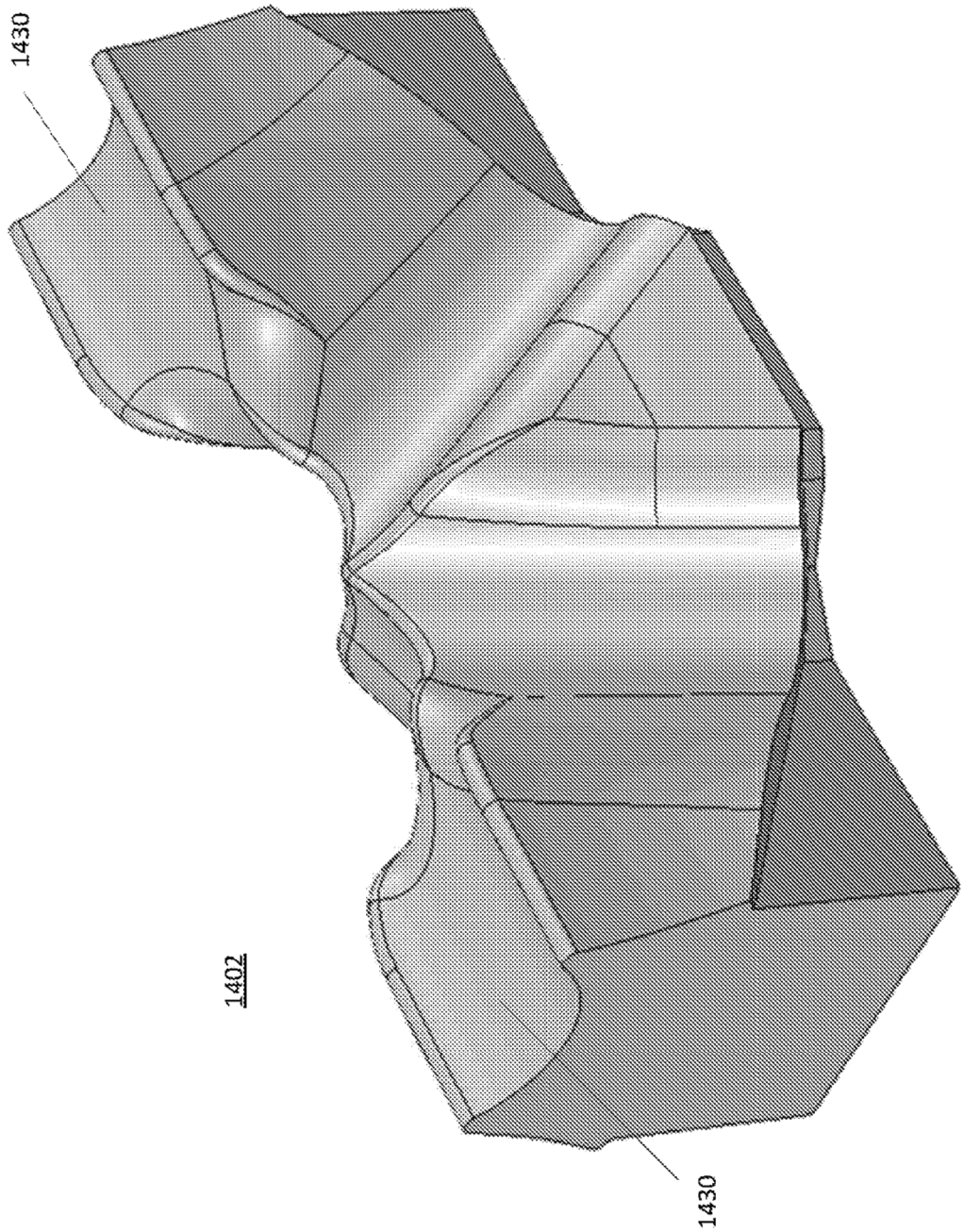


FIGURA 14C

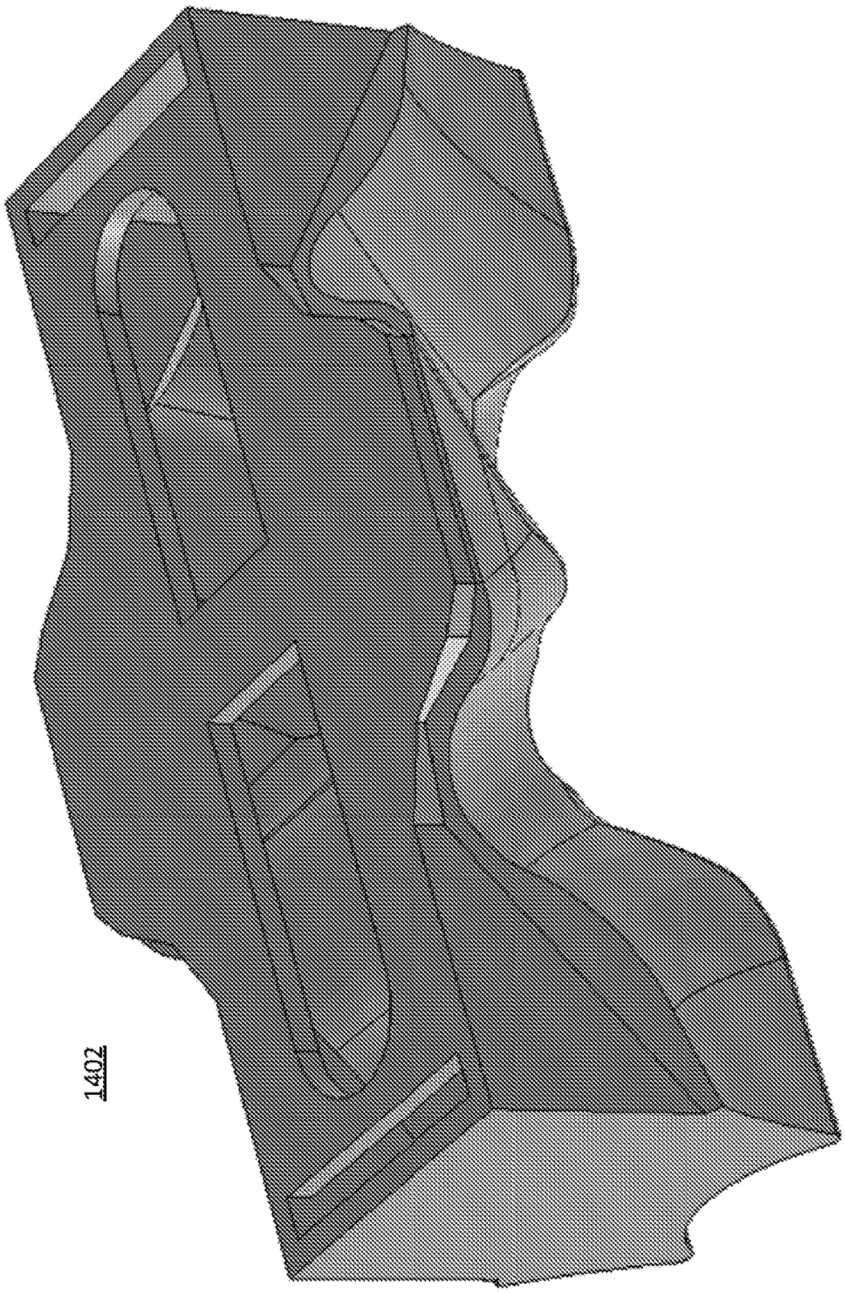


FIGURA 14D

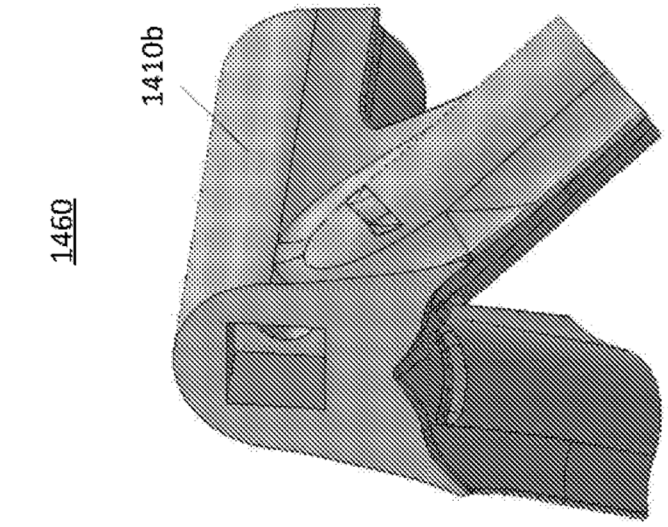


FIGURA 14F

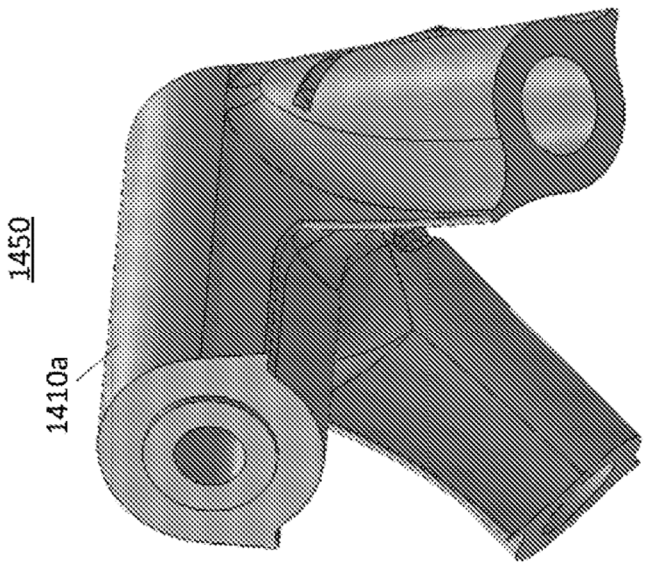


FIGURA 14E

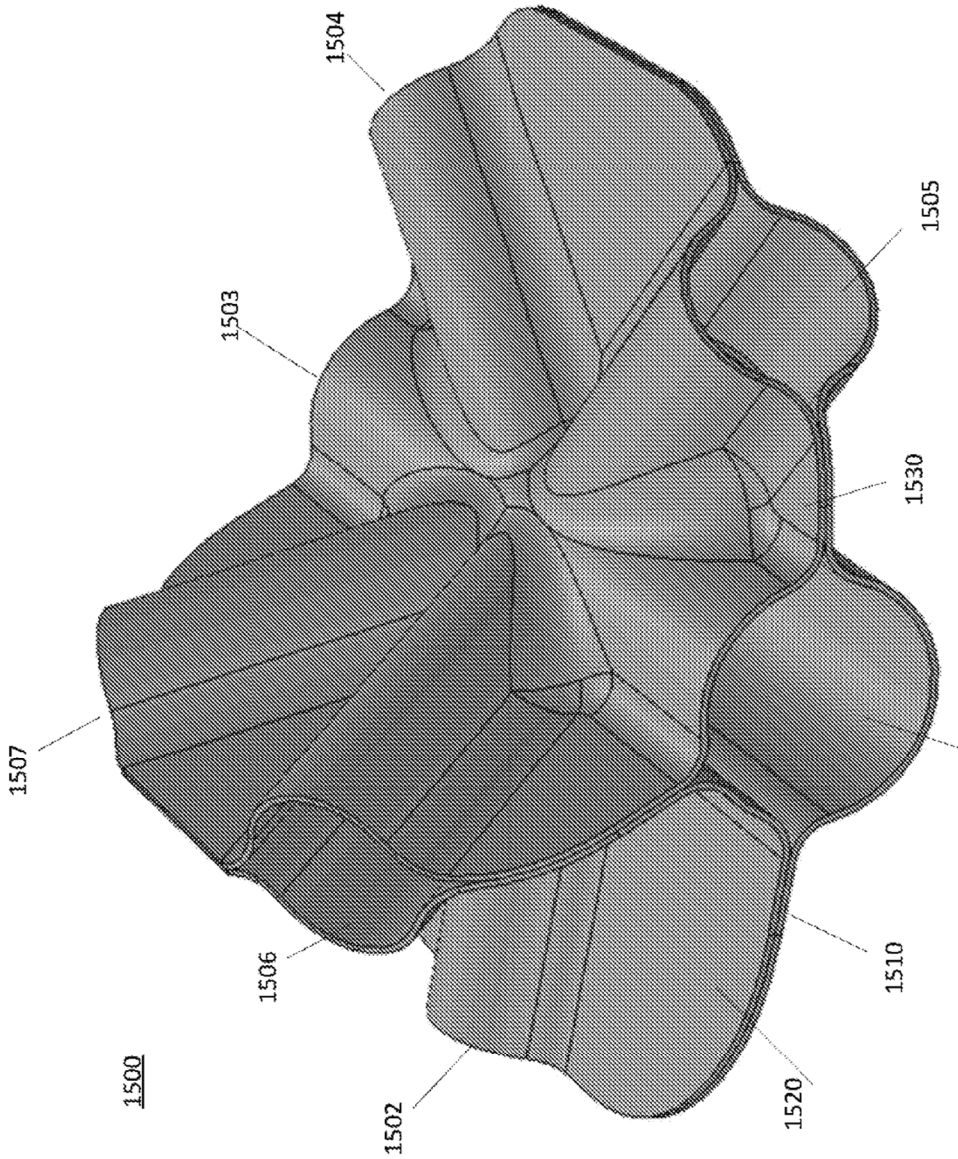


FIGURA 15A

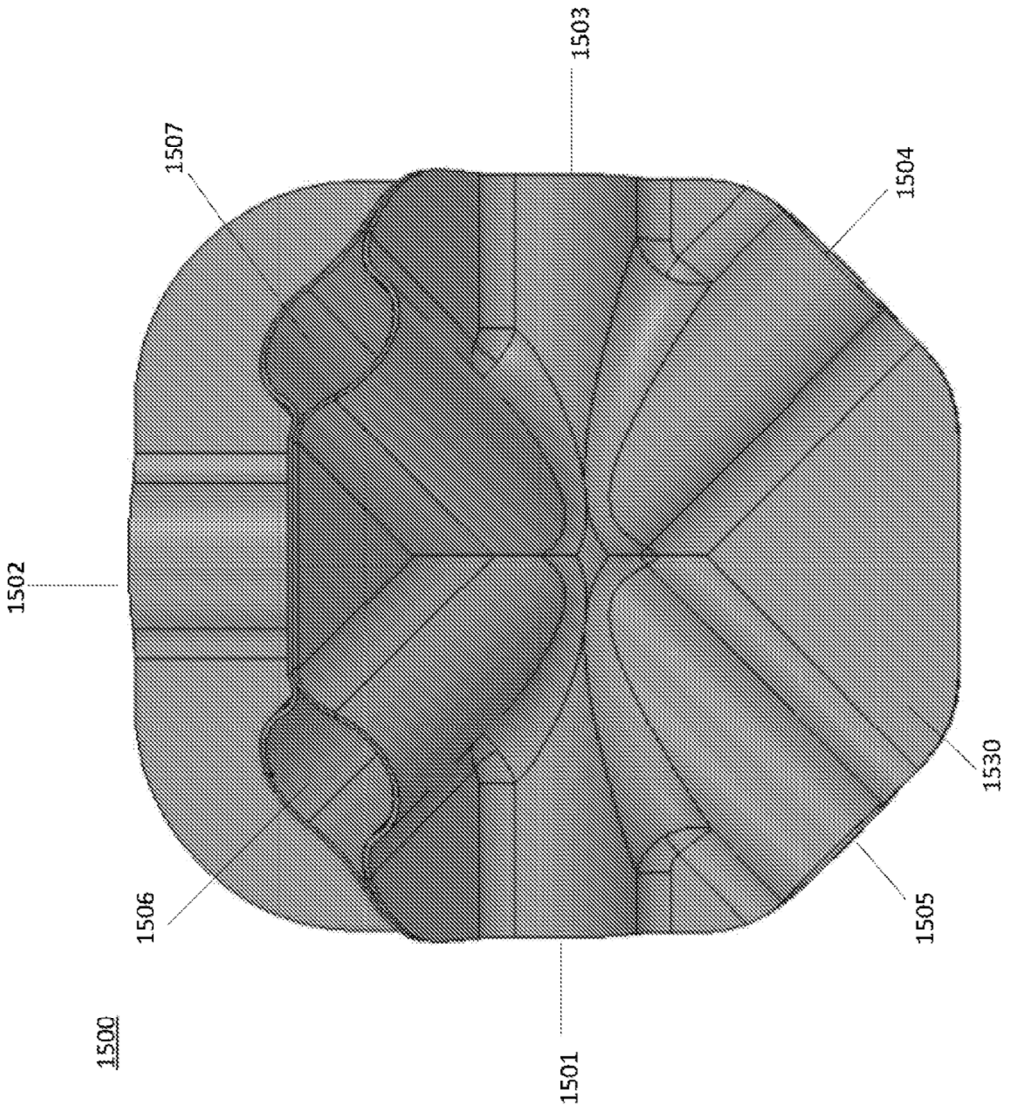


FIGURA 15B

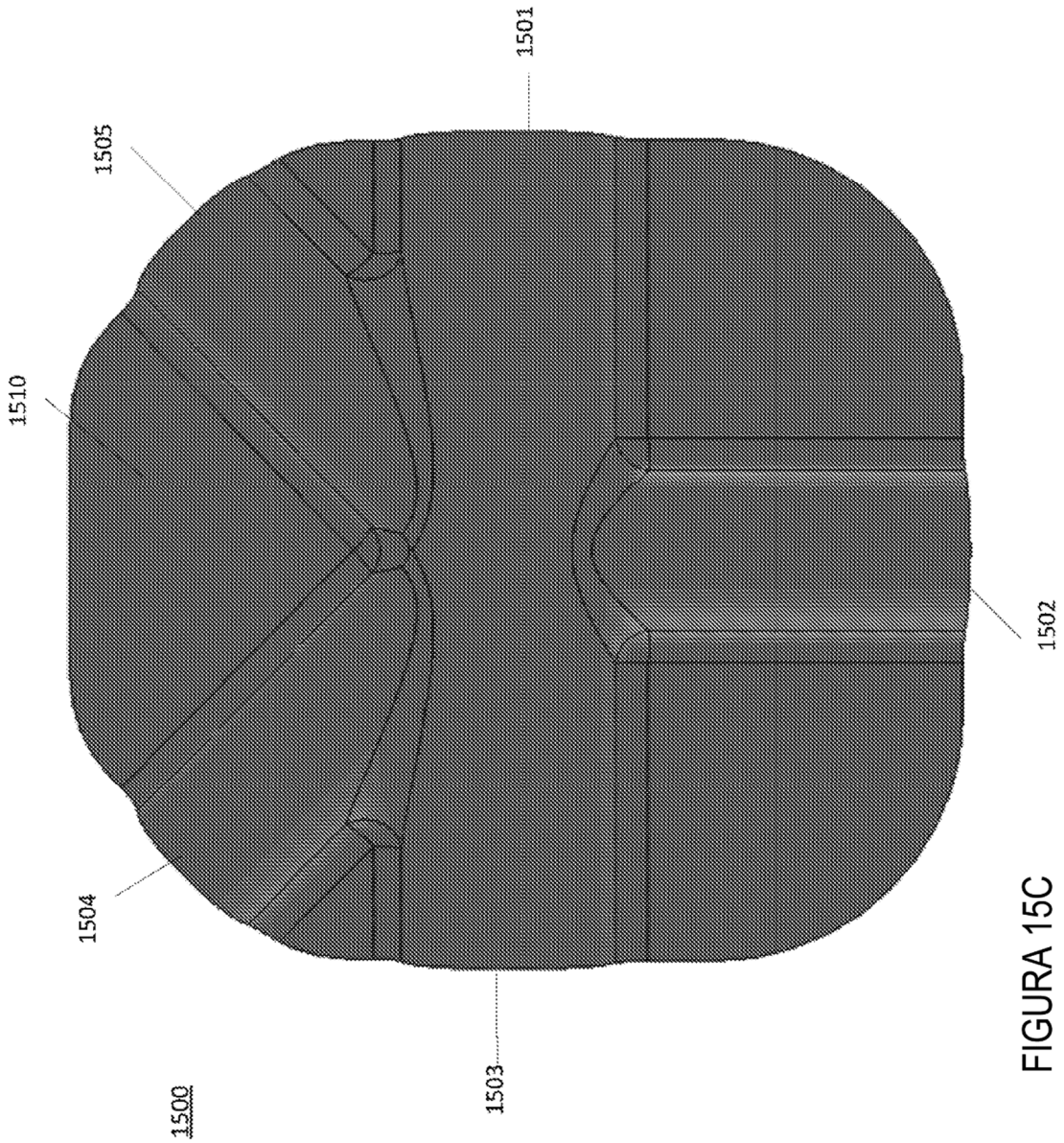


FIGURA 15C

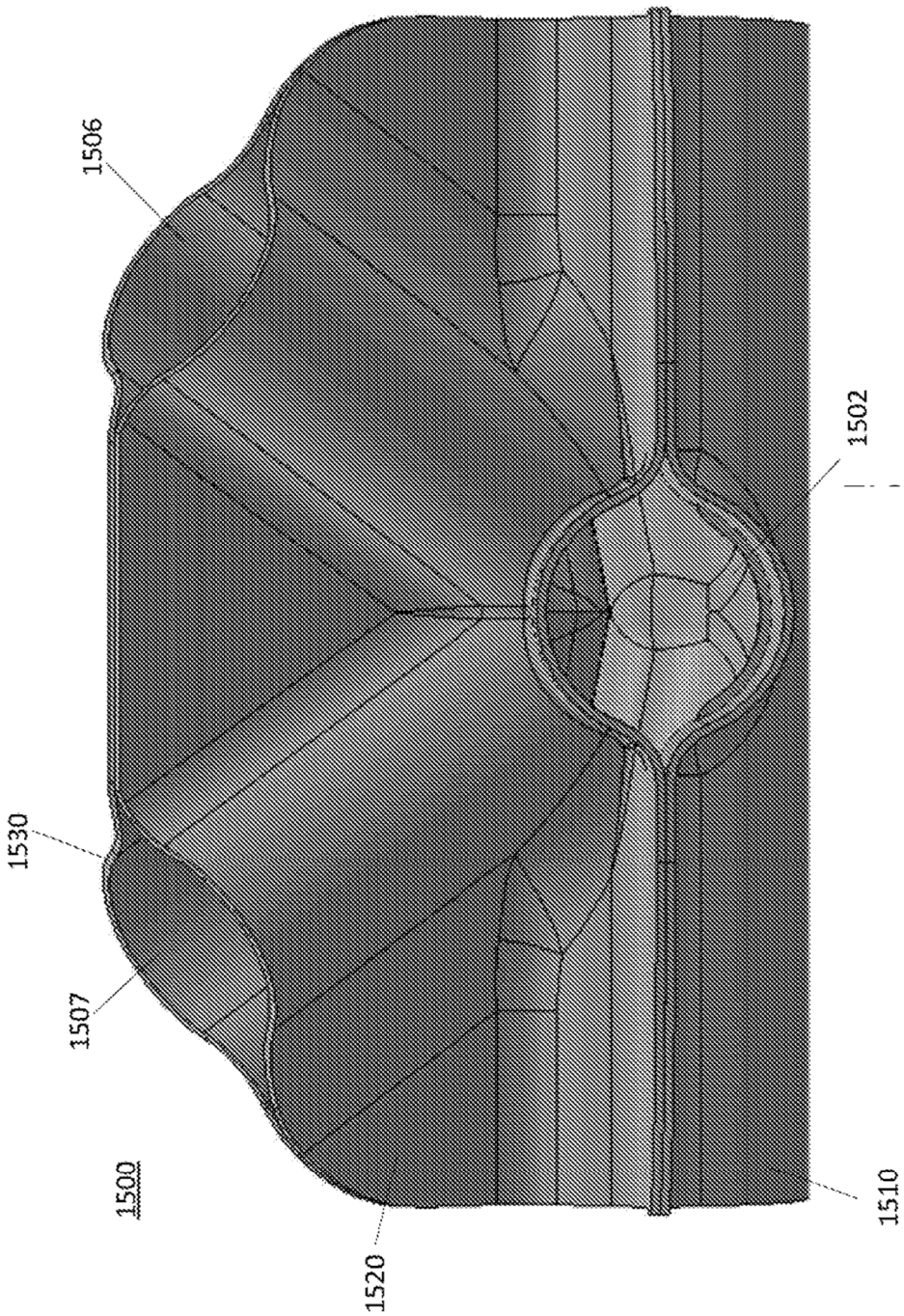


FIGURA 15D

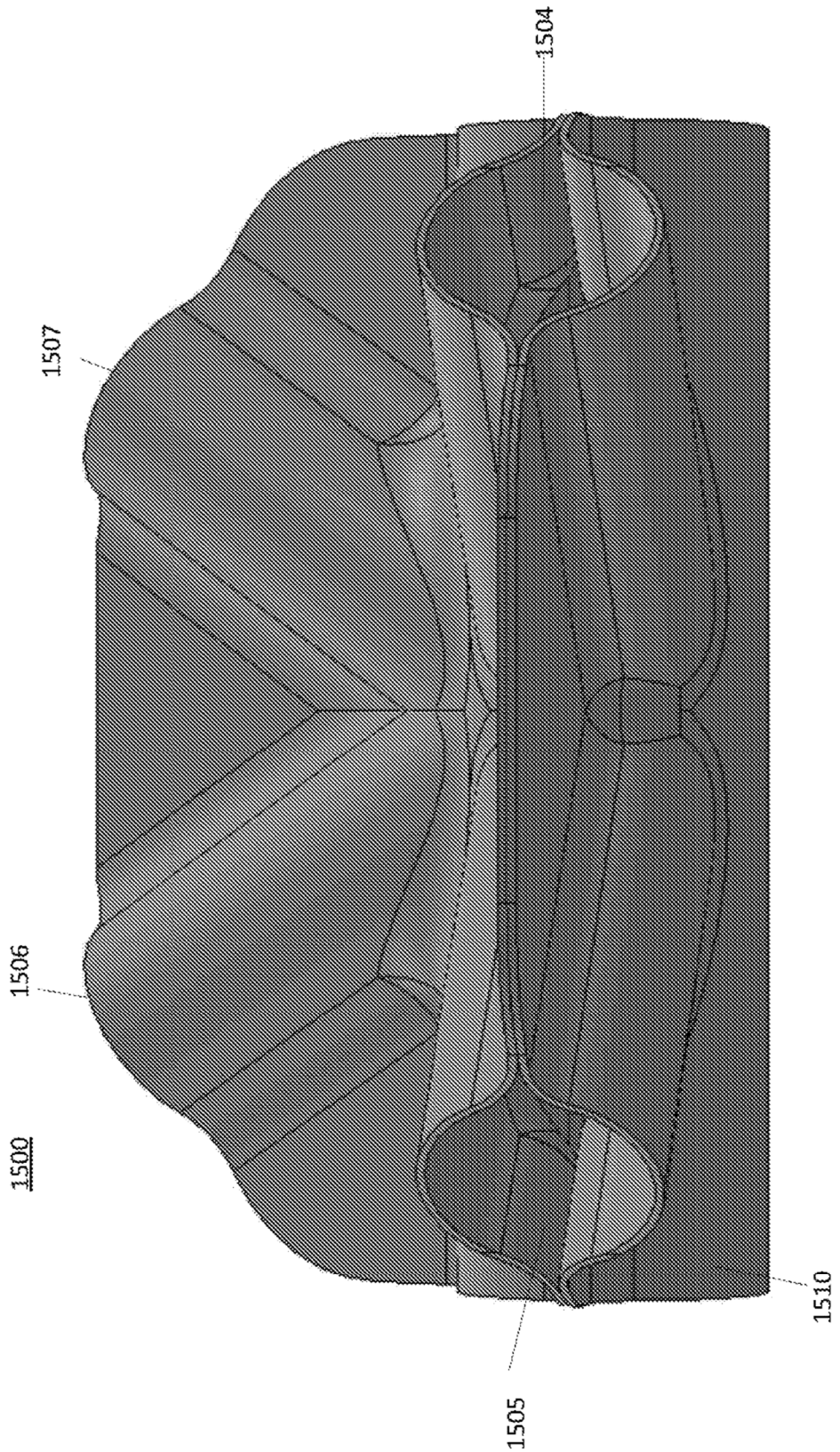


FIGURA 15E

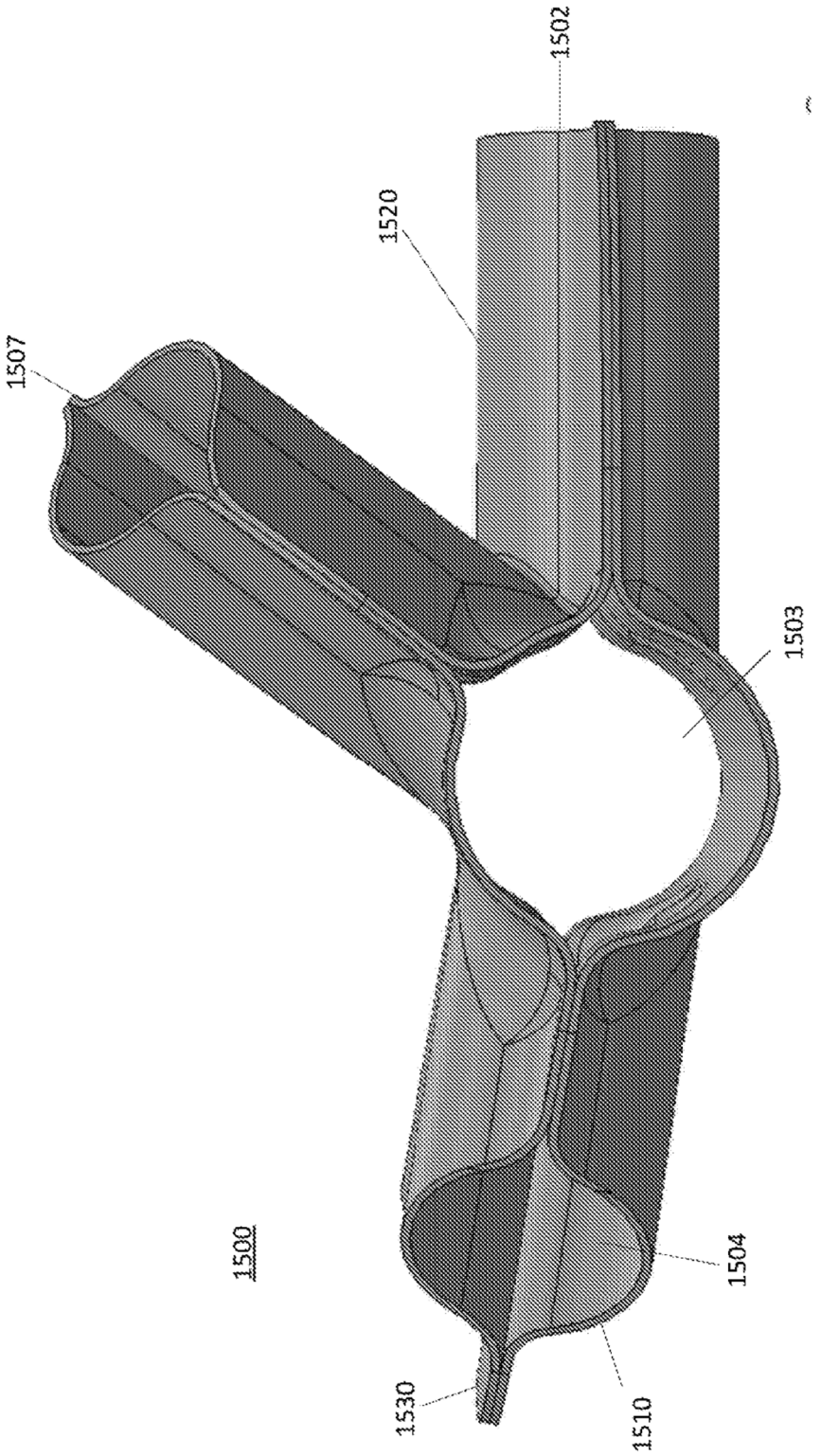


FIGURA 15F

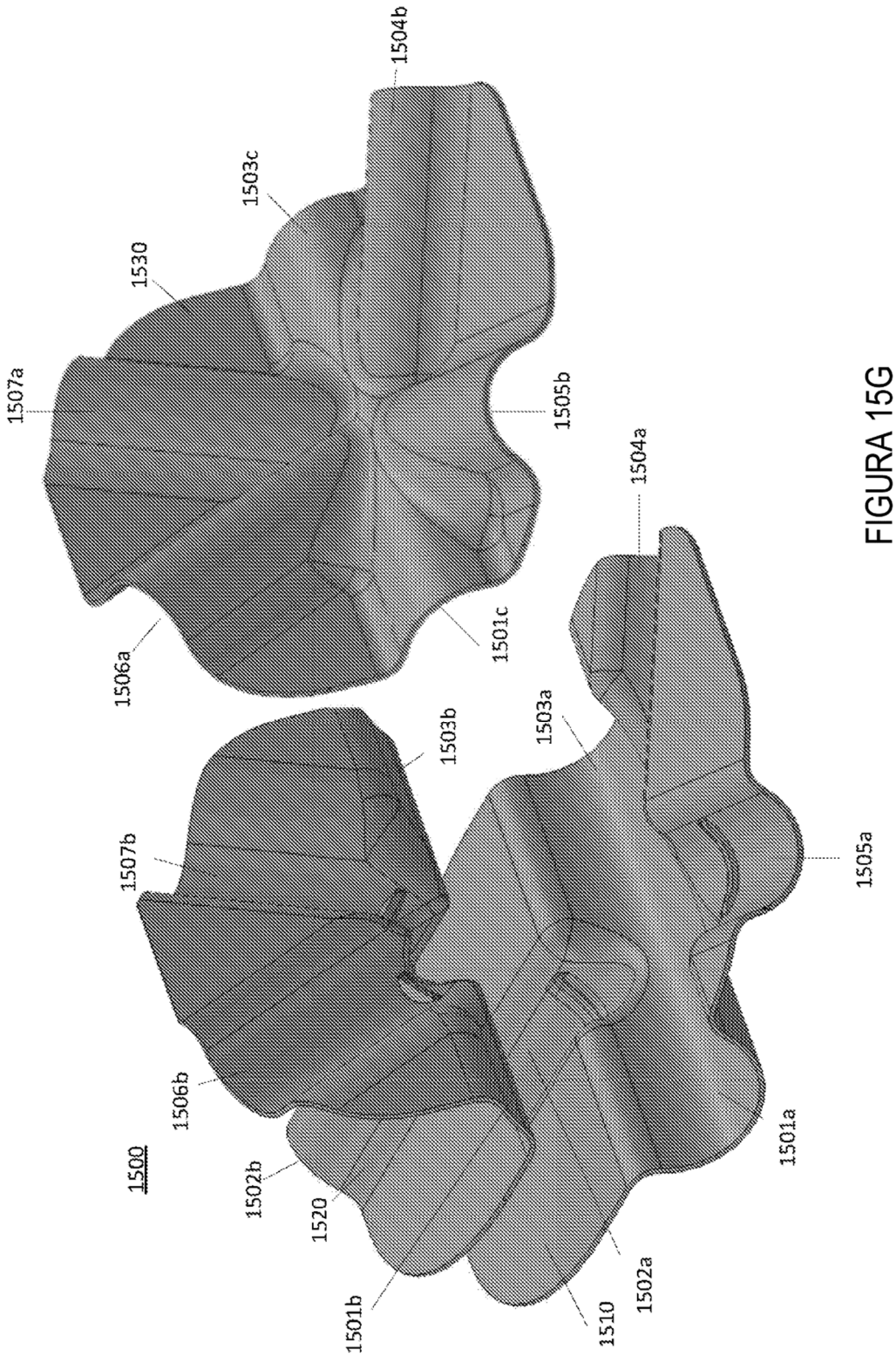

1504b
1503c
1530
1507a
1505b
1504a
1506a
1501c
1503a
1503b
1507b
1505a
1506b
1500
1501a
1502b
1520
1502a
1501b
1510

FIGURA 15G

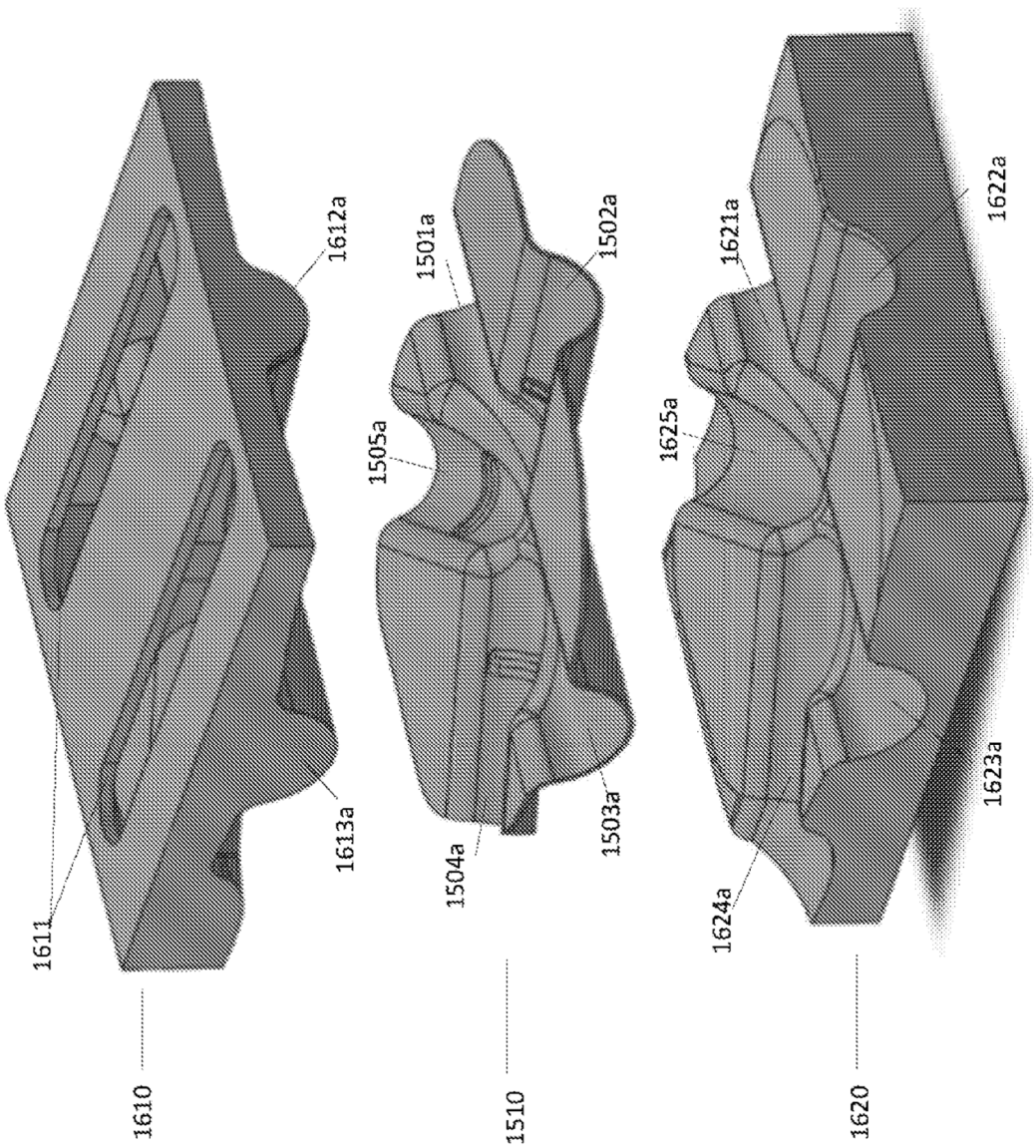

1610
1611
1612a
1613a
1510
1501a
1502a
1503a
1504a
1505a
1620
1621a
1622a
1623a
1624a
1625a

FIGURA 16A

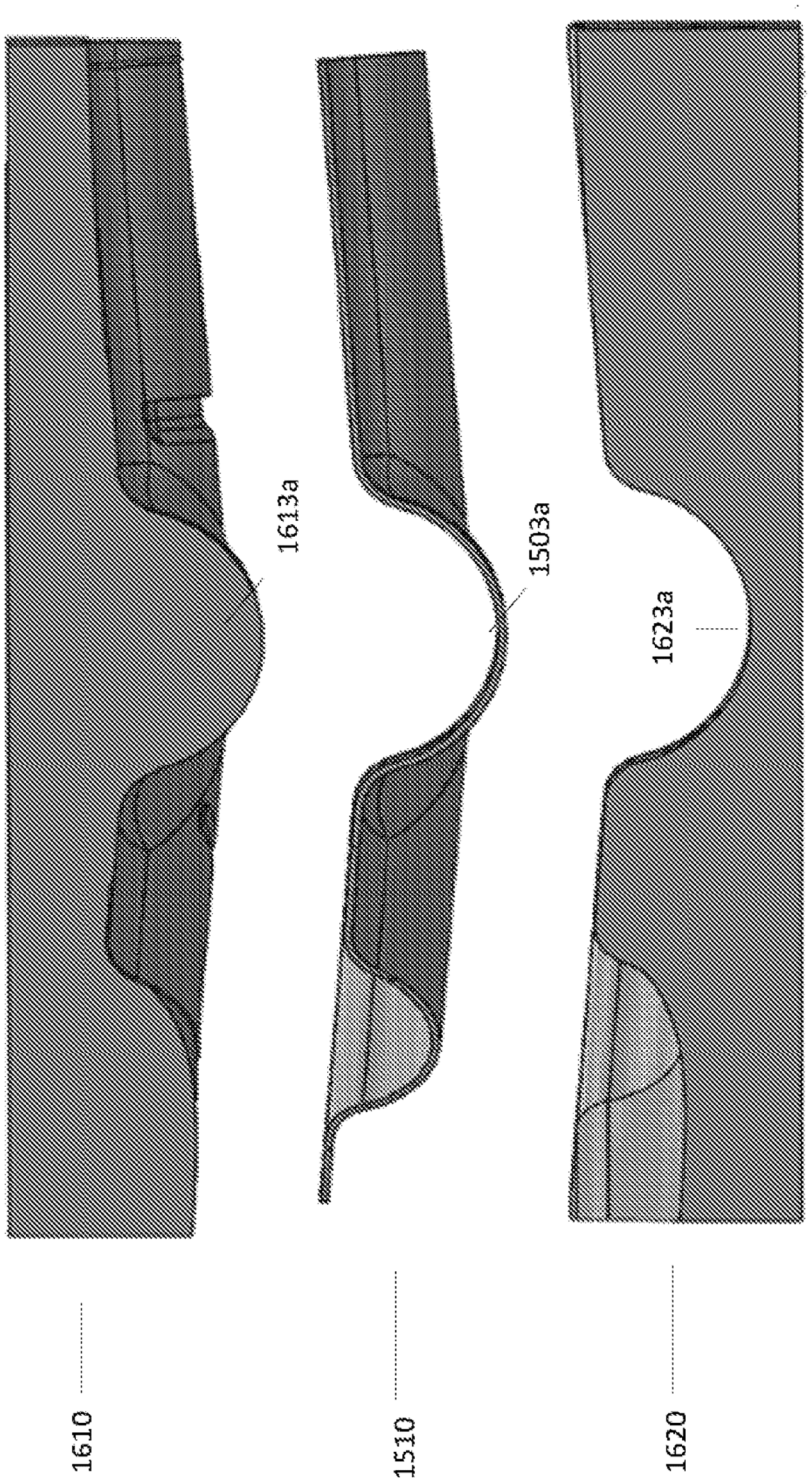


FIGURA 16B

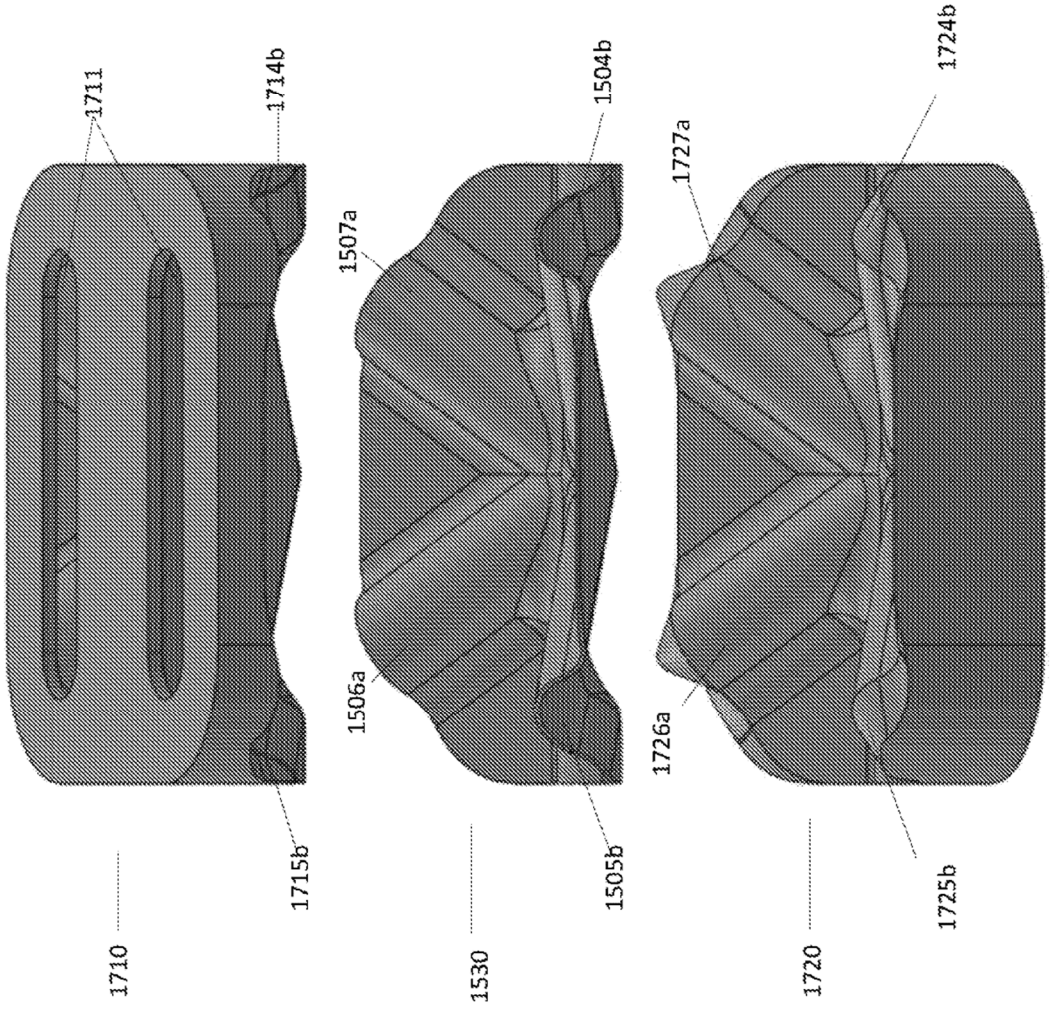

1711
1714b
1710
1715b
1507a
1504b
1506a
1530
1505b
1727a
1724b
1726a
1720
1725b

FIGURA 17A

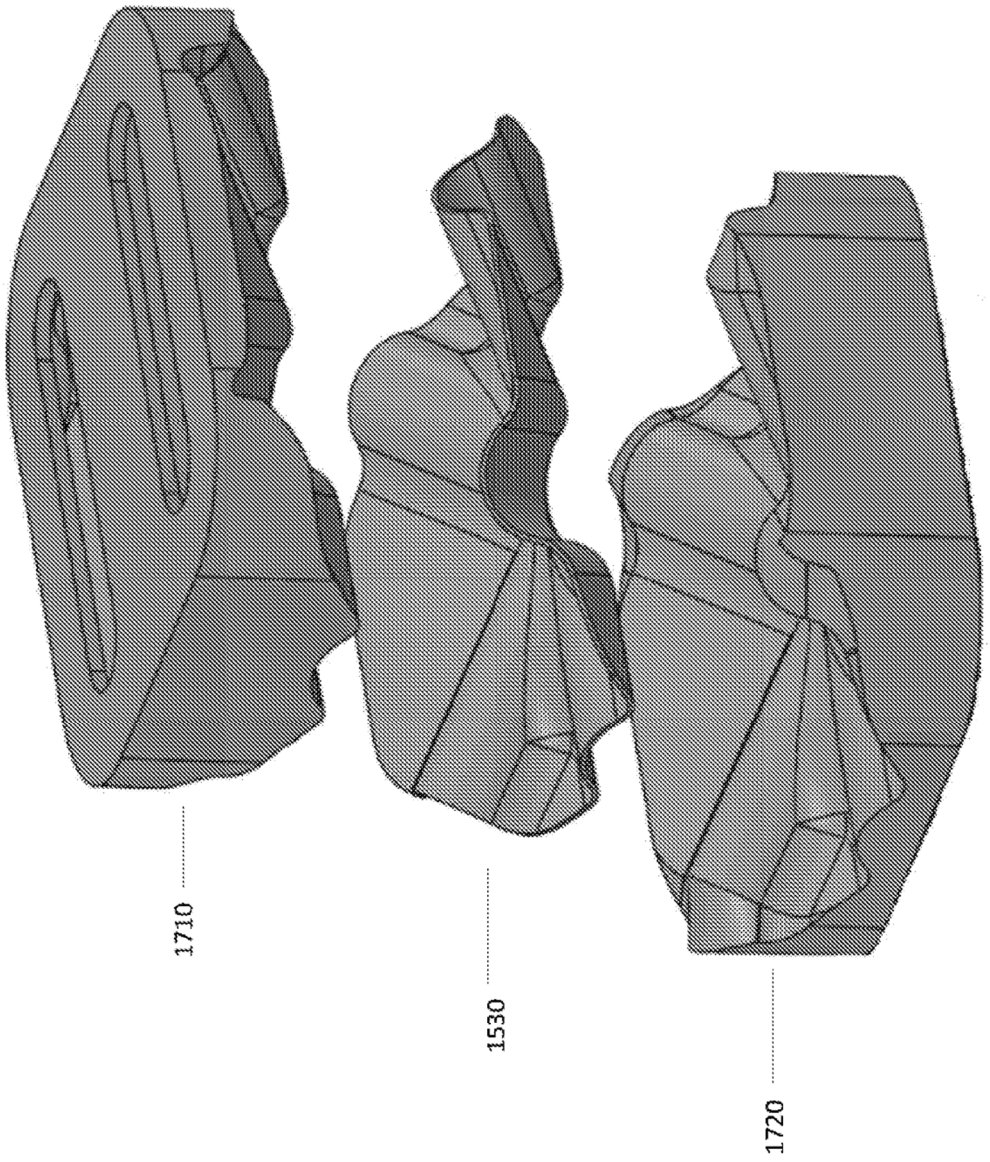


FIGURA 17B

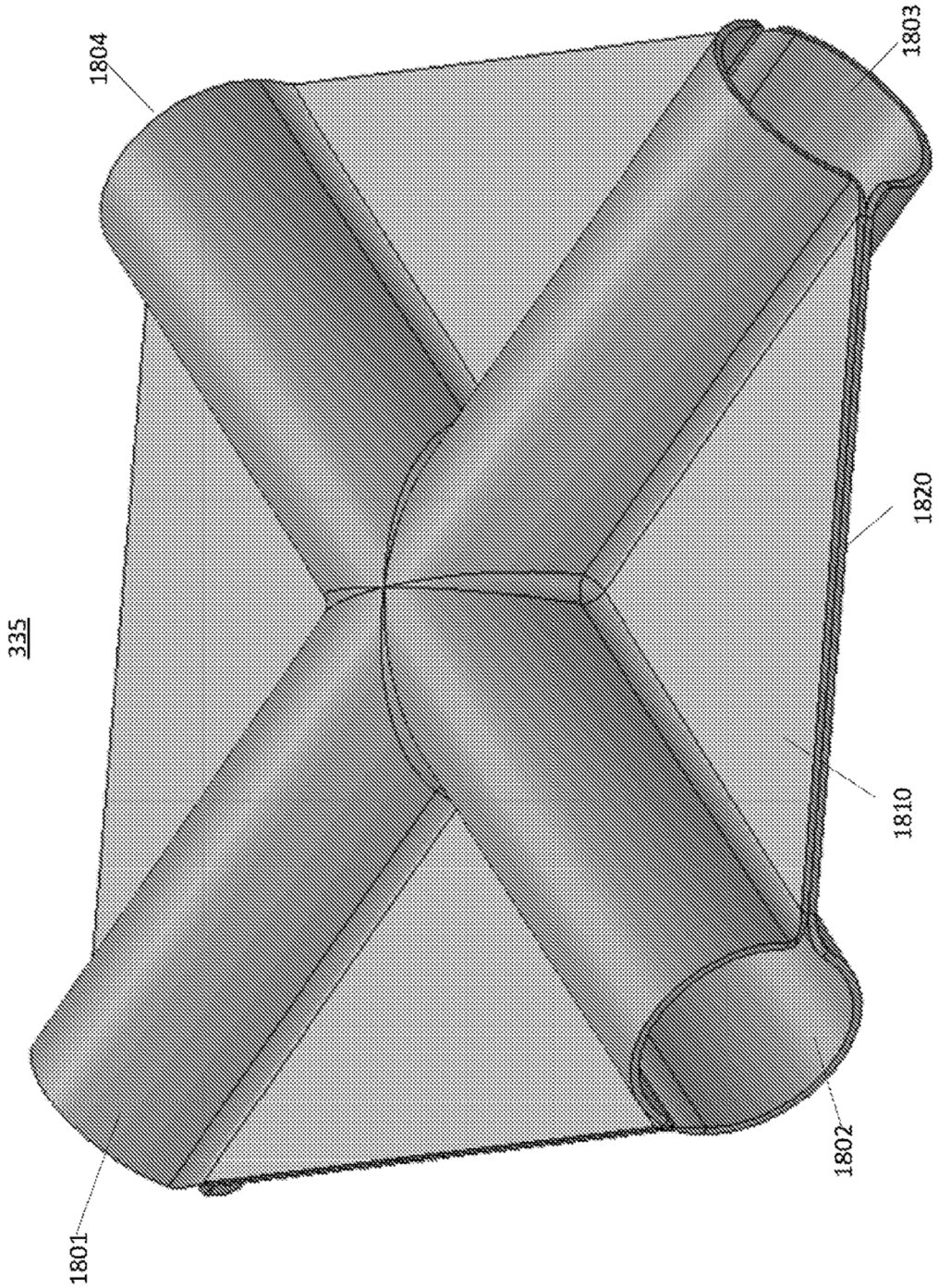


FIGURA 18A

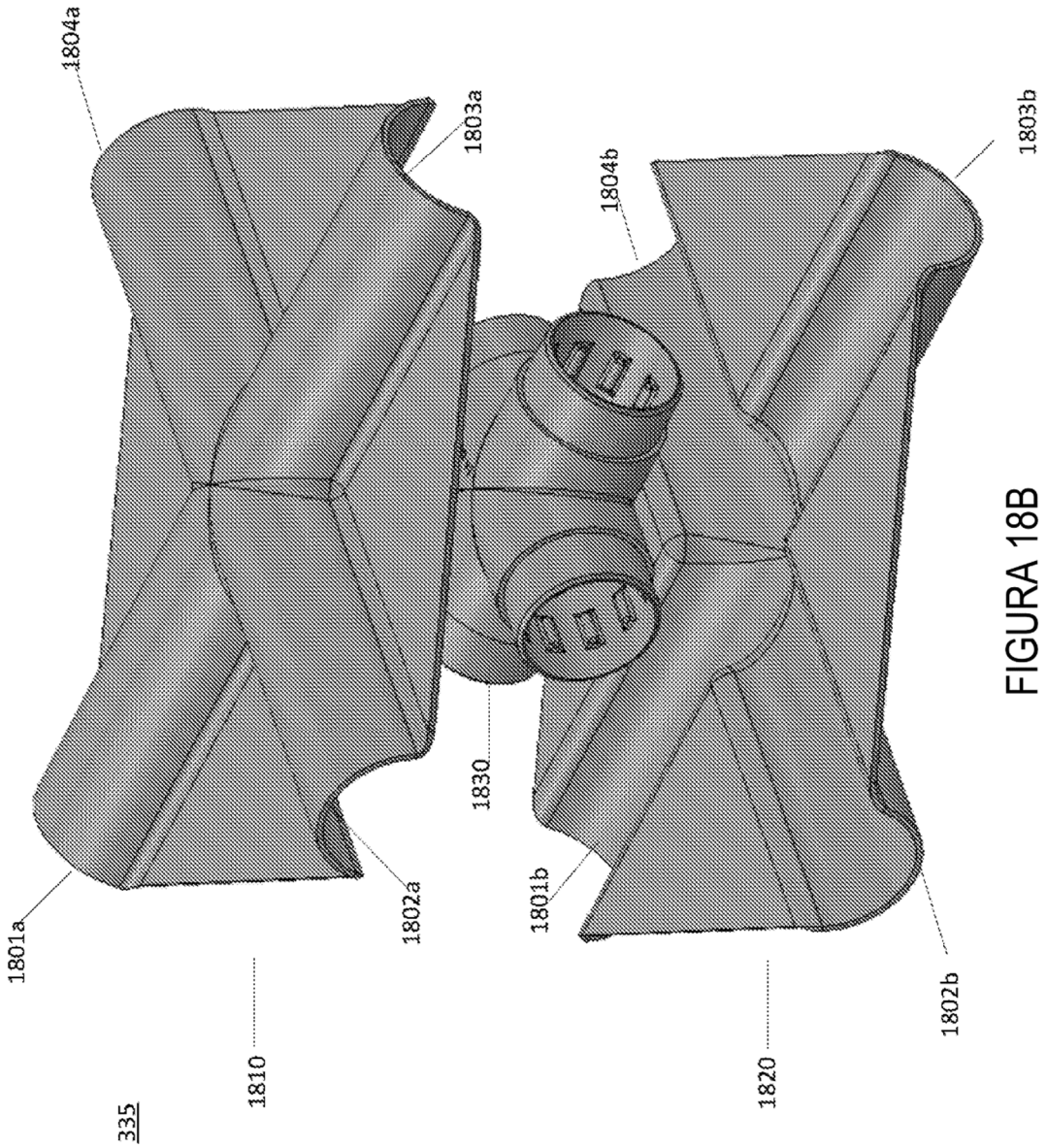

1804a
1803a
1804b
1803b
1801a
1802a
1830
1801b
1802b
1810
1820
335

FIGURA 18B

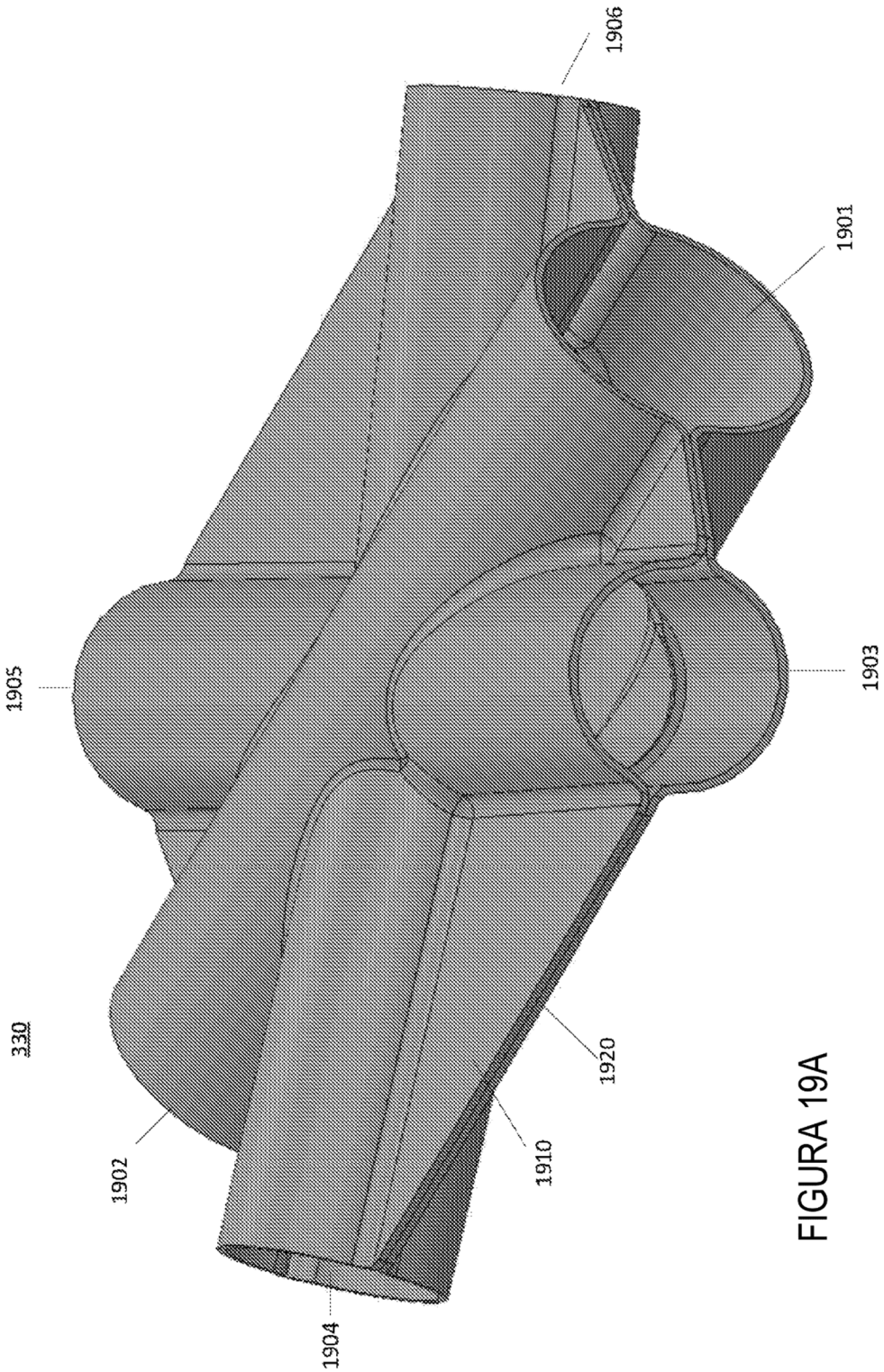


FIGURA 19A

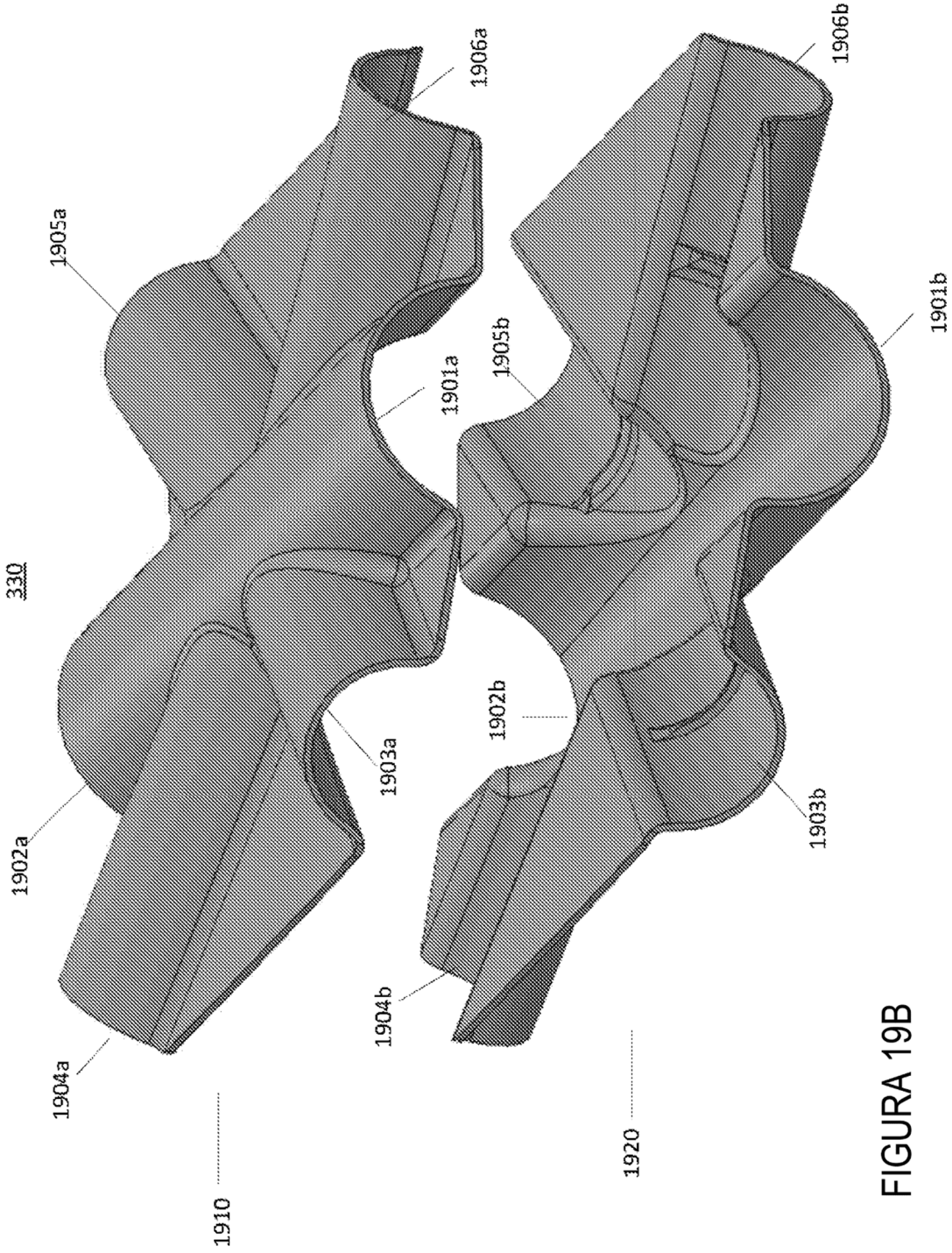

330
1902a
1904a
1905a
1906a
1903a
1901a
1910
1902b
1904b
1905b
1906b
1903b
1901b
1920

FIGURA 19B

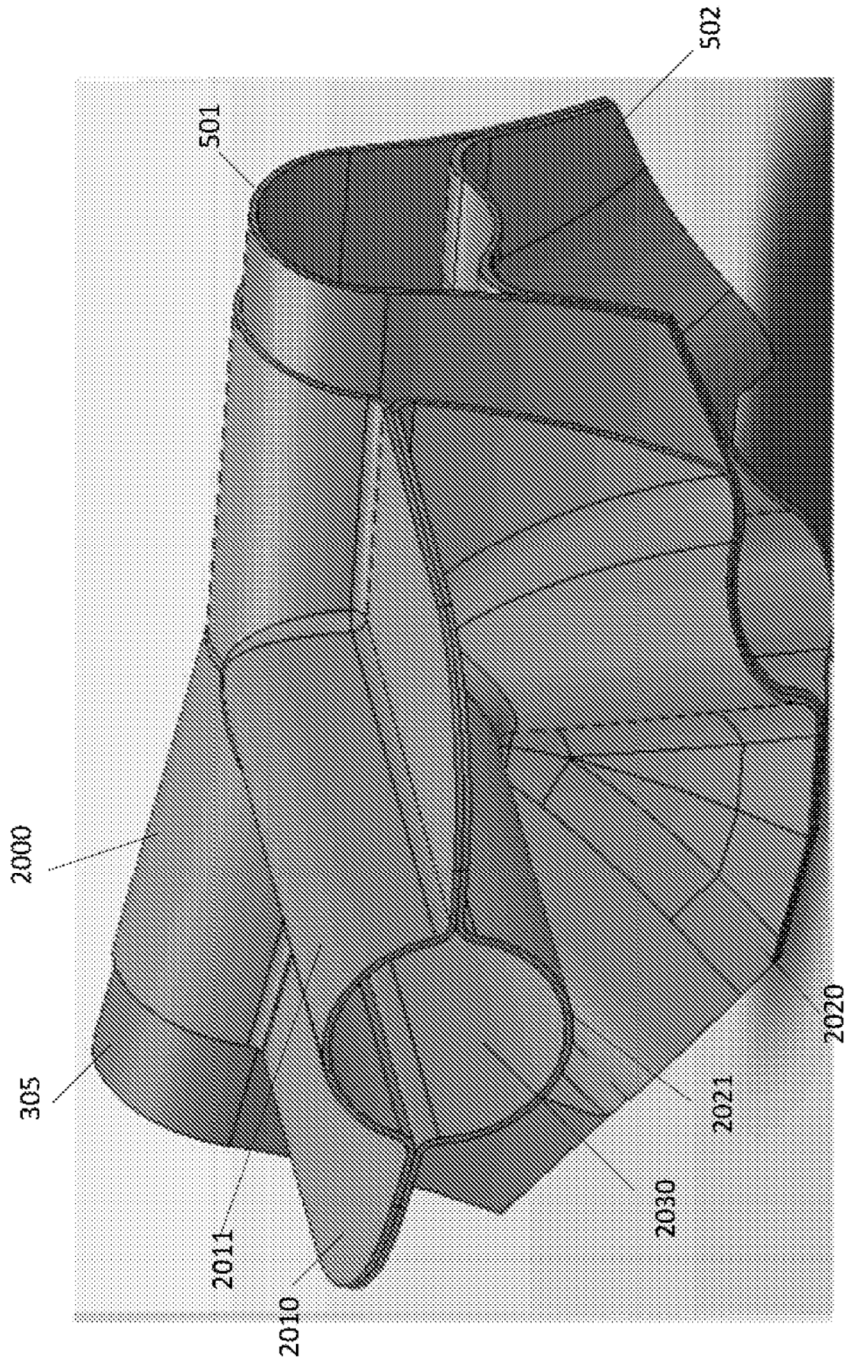


FIGURA 20A

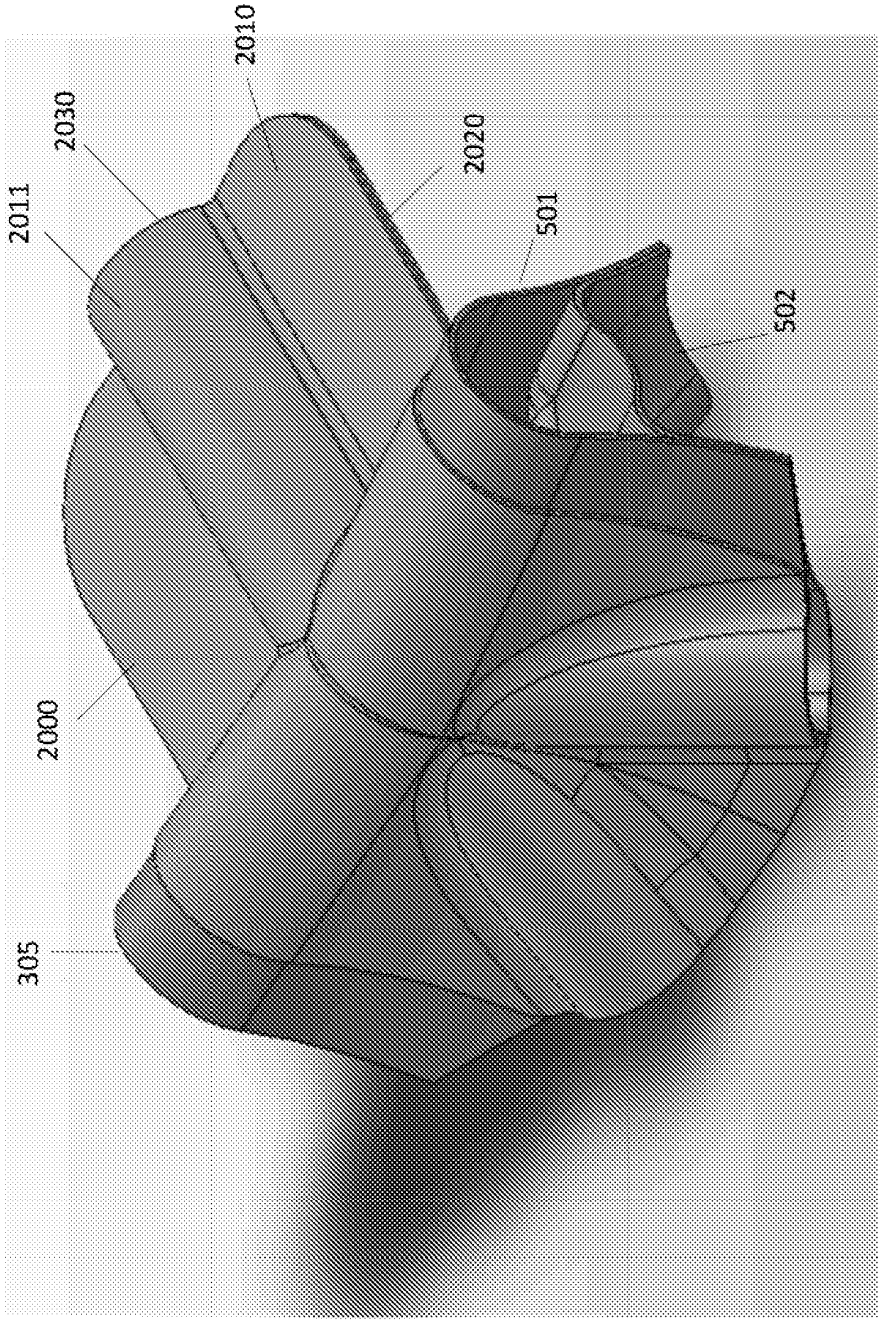


FIGURA 20B

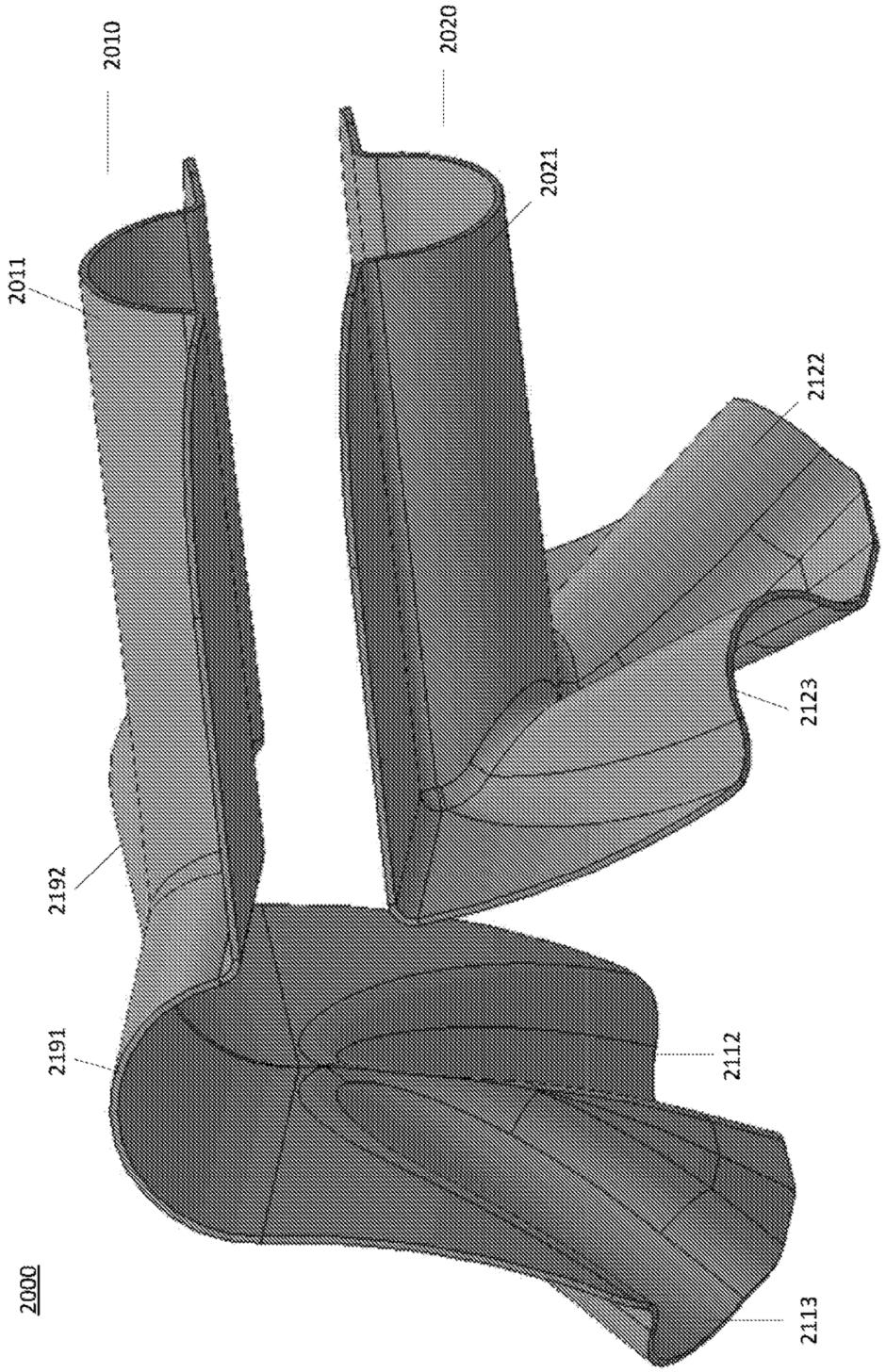


FIGURA 21

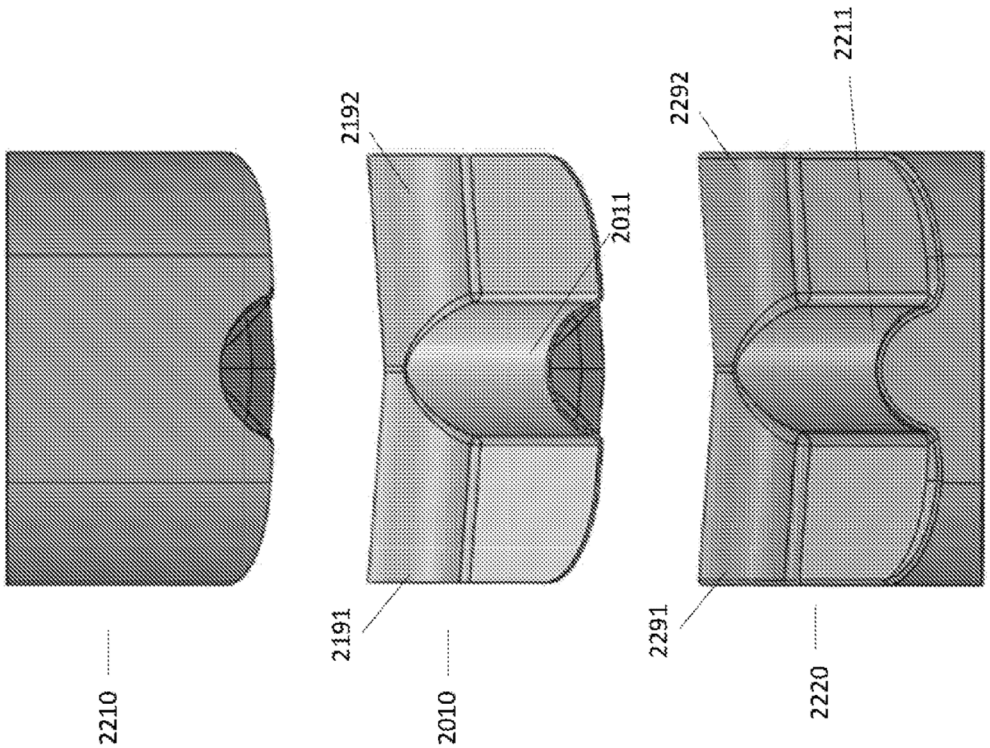


FIGURA 22A

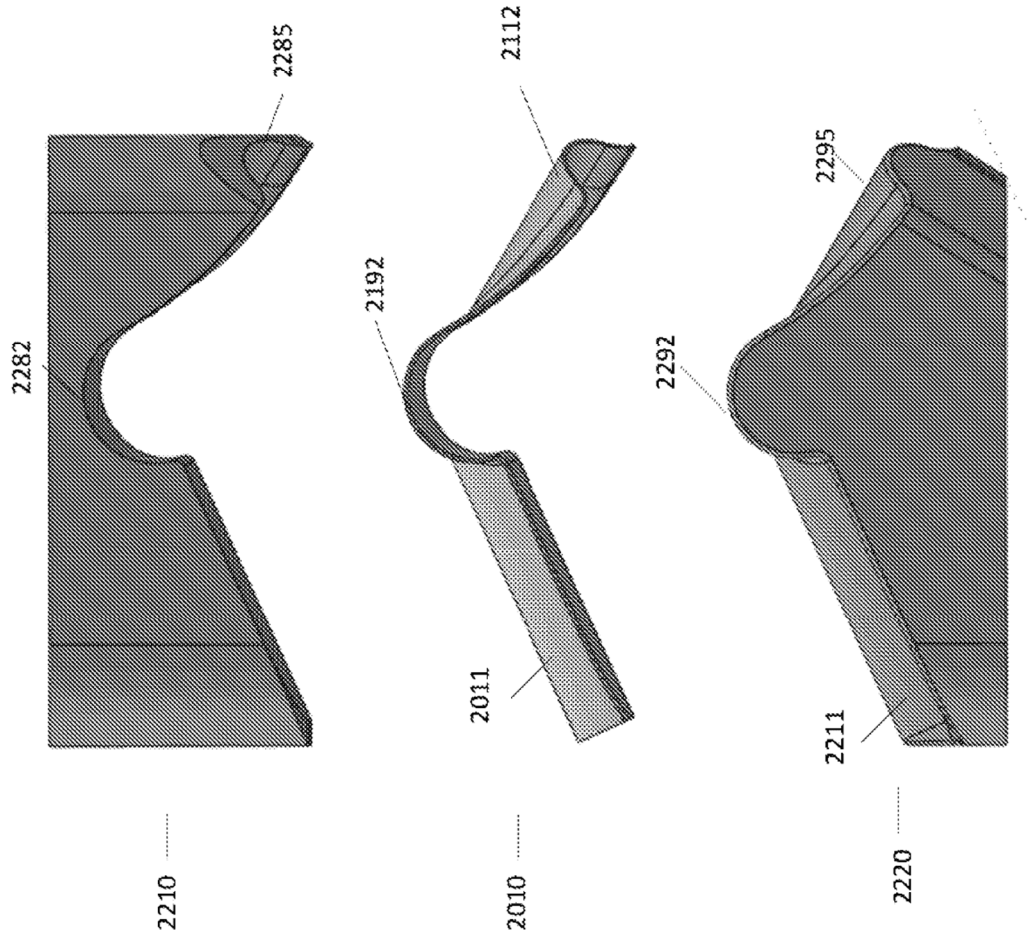


FIGURA 22B

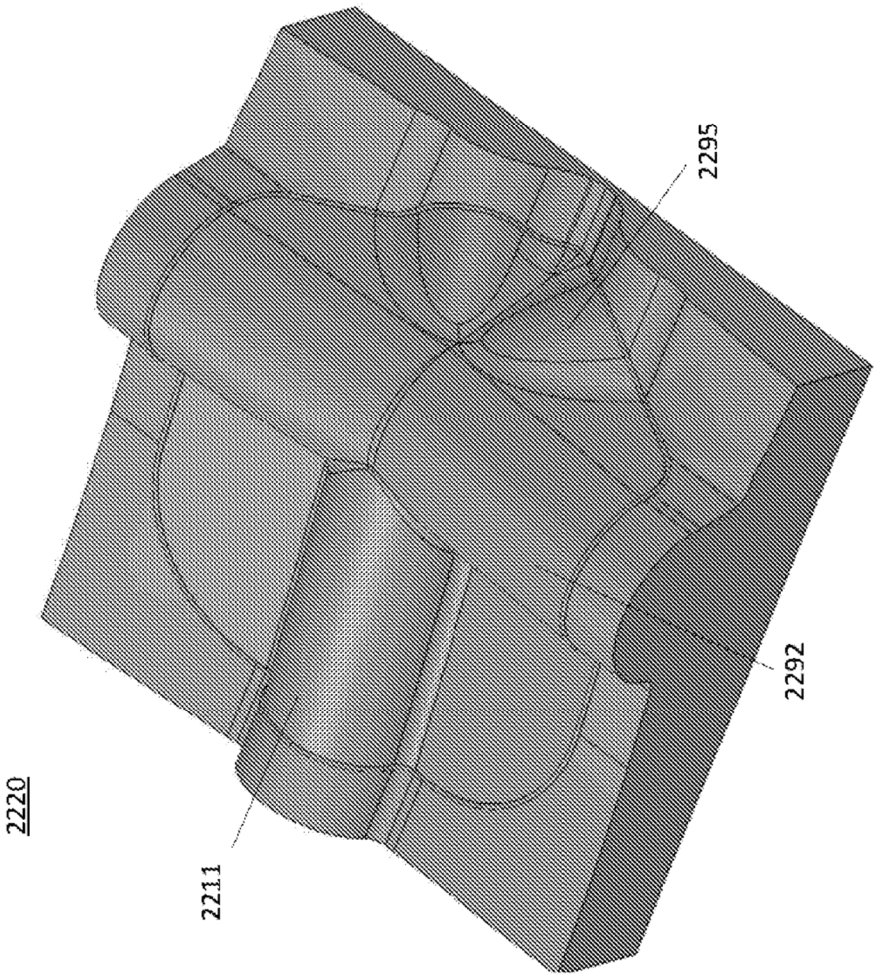


FIGURA 23

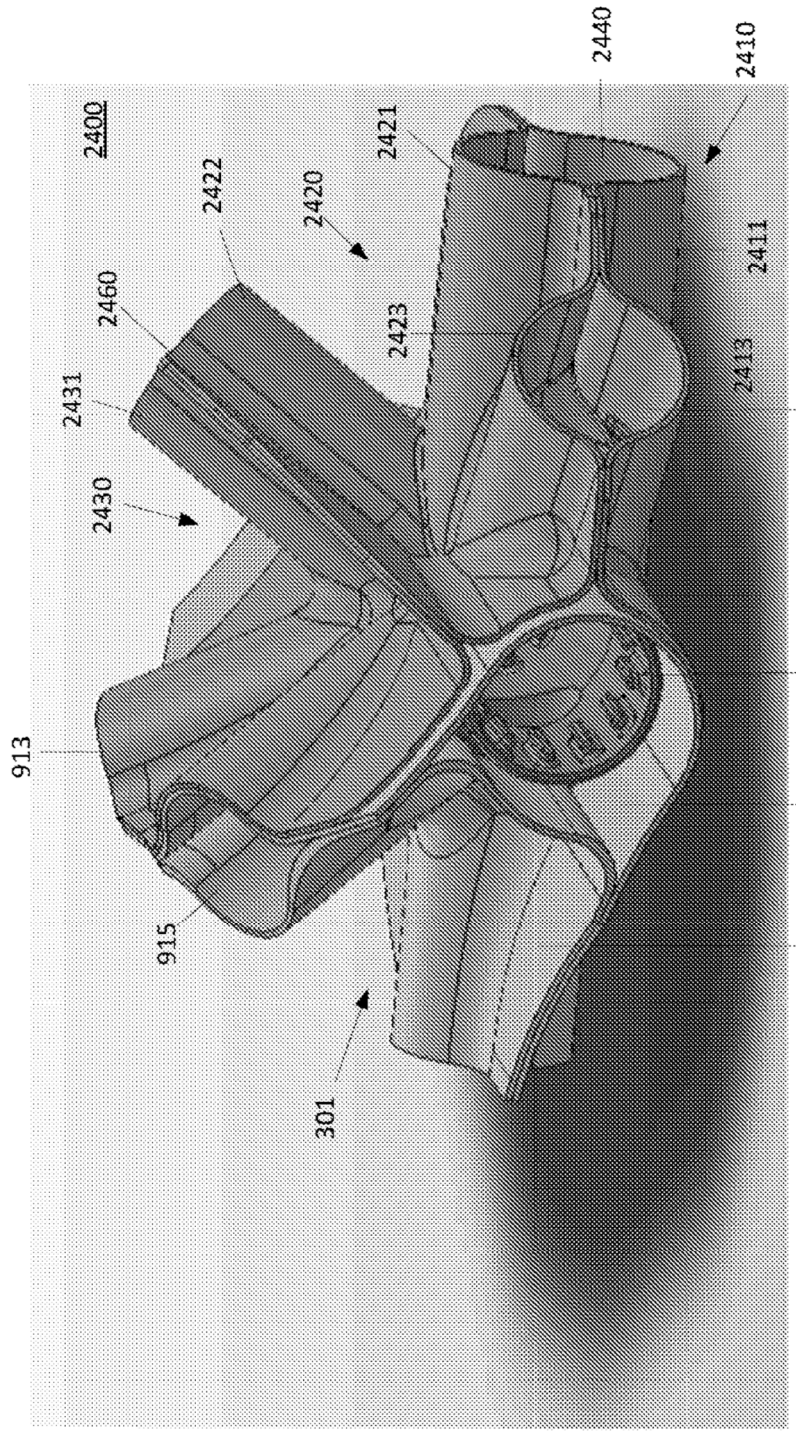

2400
2440
2410
2421
2422
2420
2411
2460
2423
2431
2413
2450
2430
913
2490
901
915
902
301

FIGURA 24A

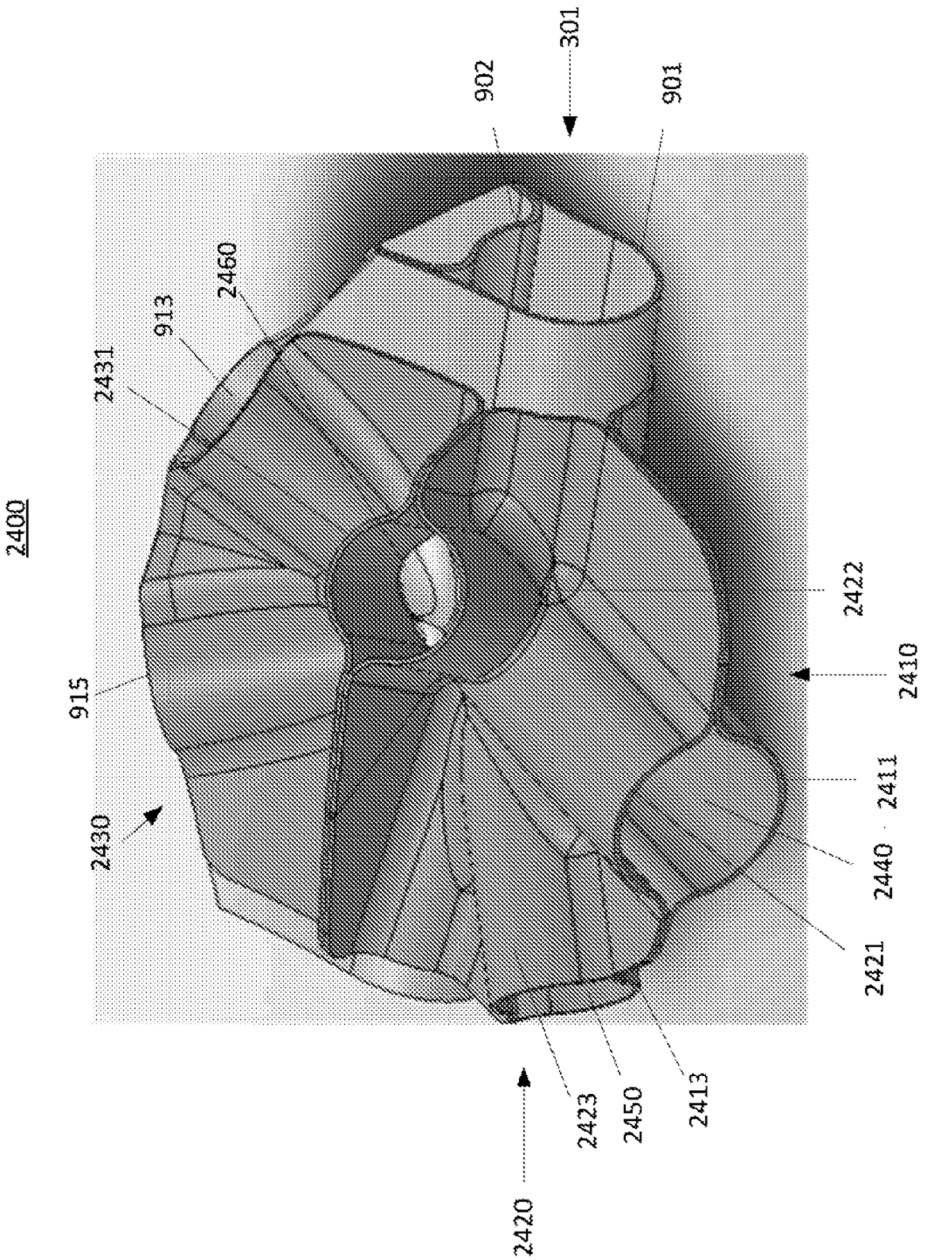

2400
902
301
901
2460
913
2431
915
2422
2410
2411
2430
2440
2421
2423
2450
2413
2420

FIGURA 24B

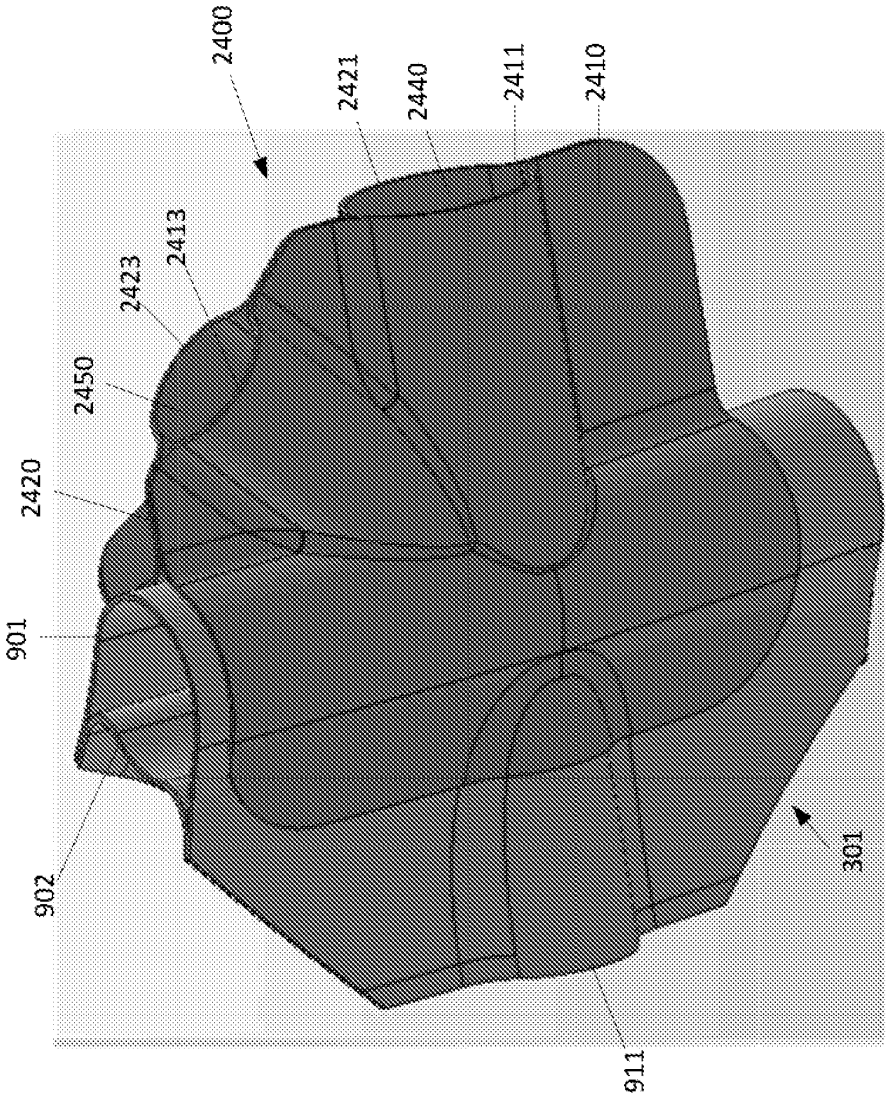


FIGURA 24C

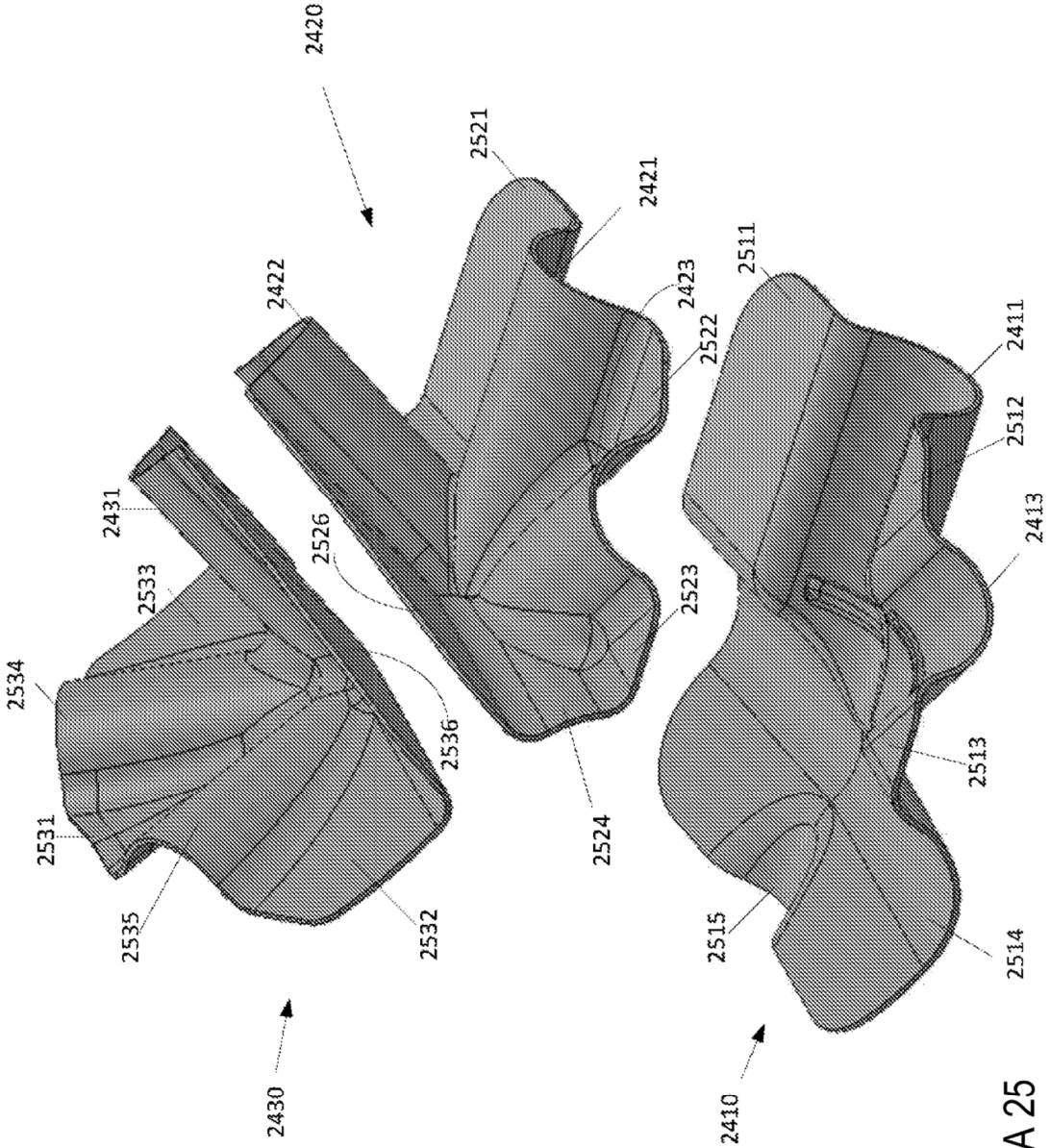

2420
2521
2421
2422
2423
2511
2522
2411
2512
2431
2526
2533
2523
2413
2534
2536
2513
2531
2524
2535
2532
2515
2514
2430
2410

FIGURA 25

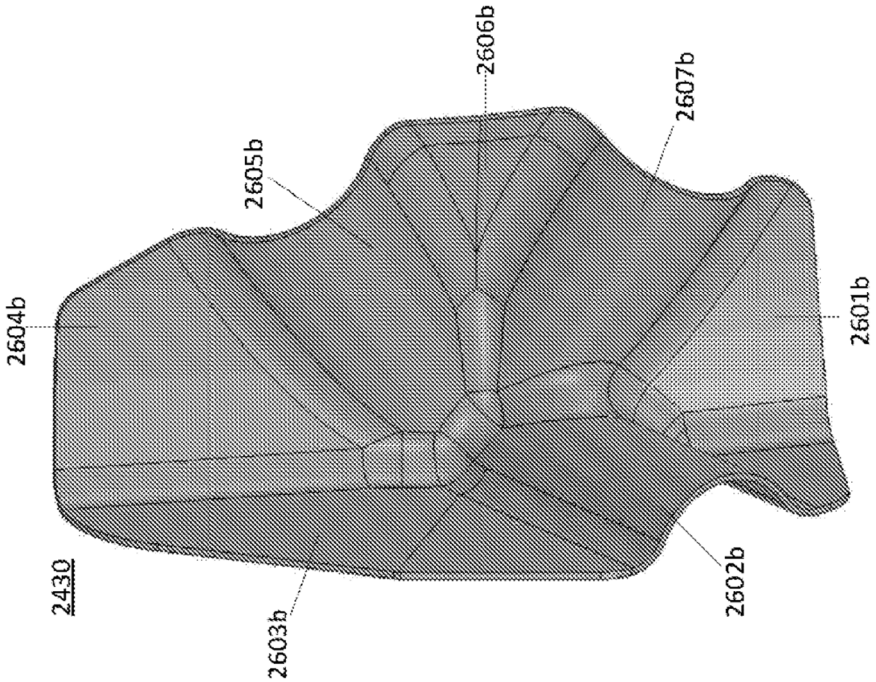


FIGURA 26B

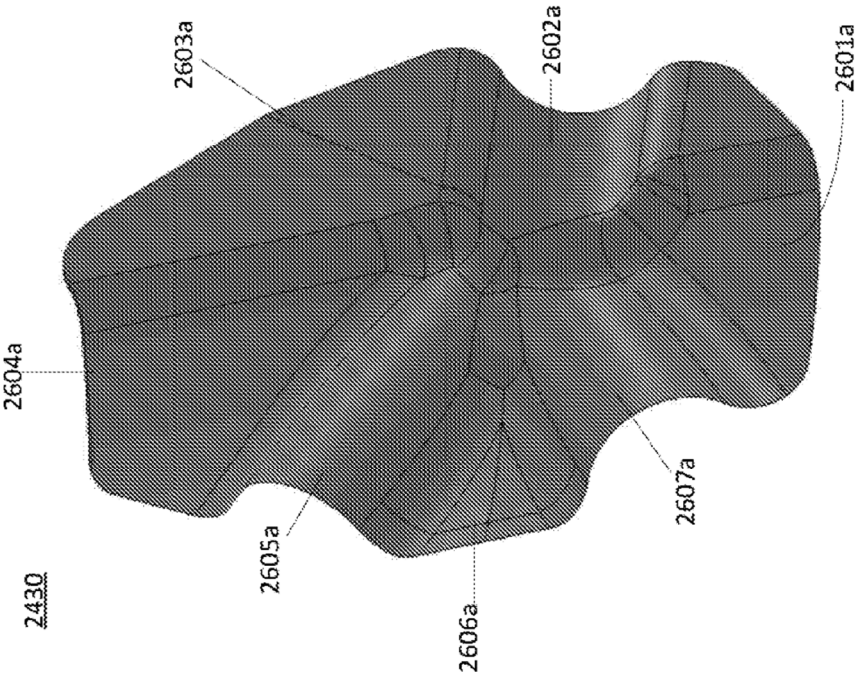


FIGURA 26A

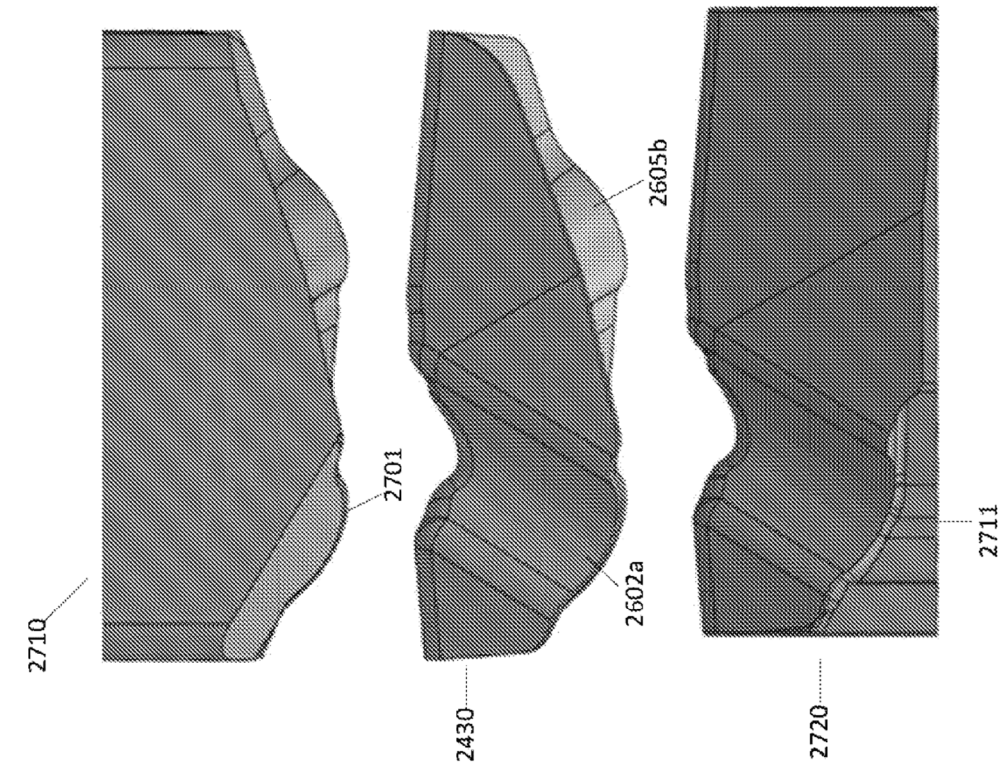


FIGURA 27B

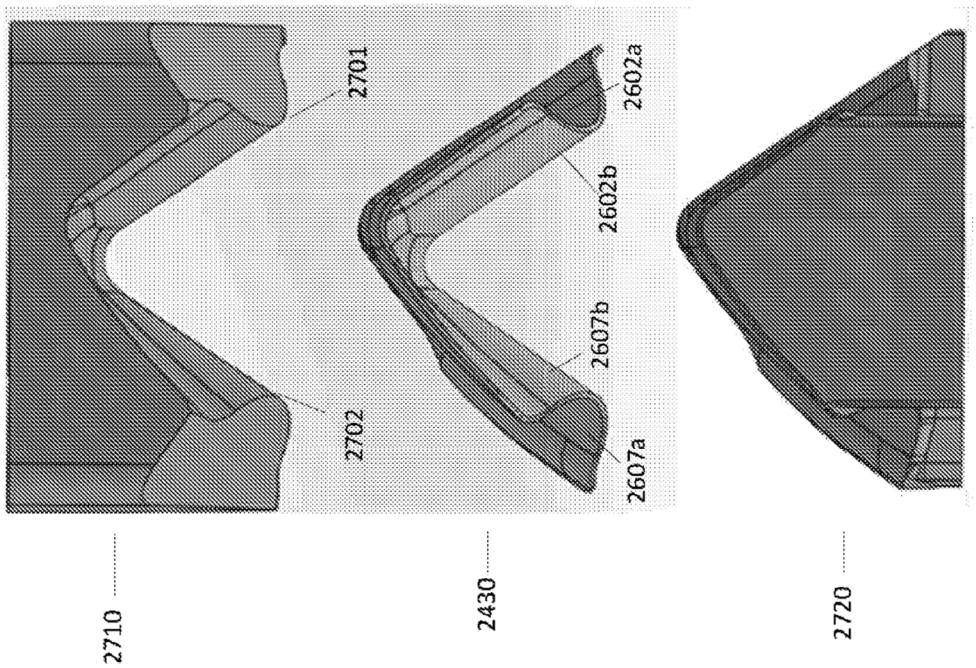


FIGURA 27A

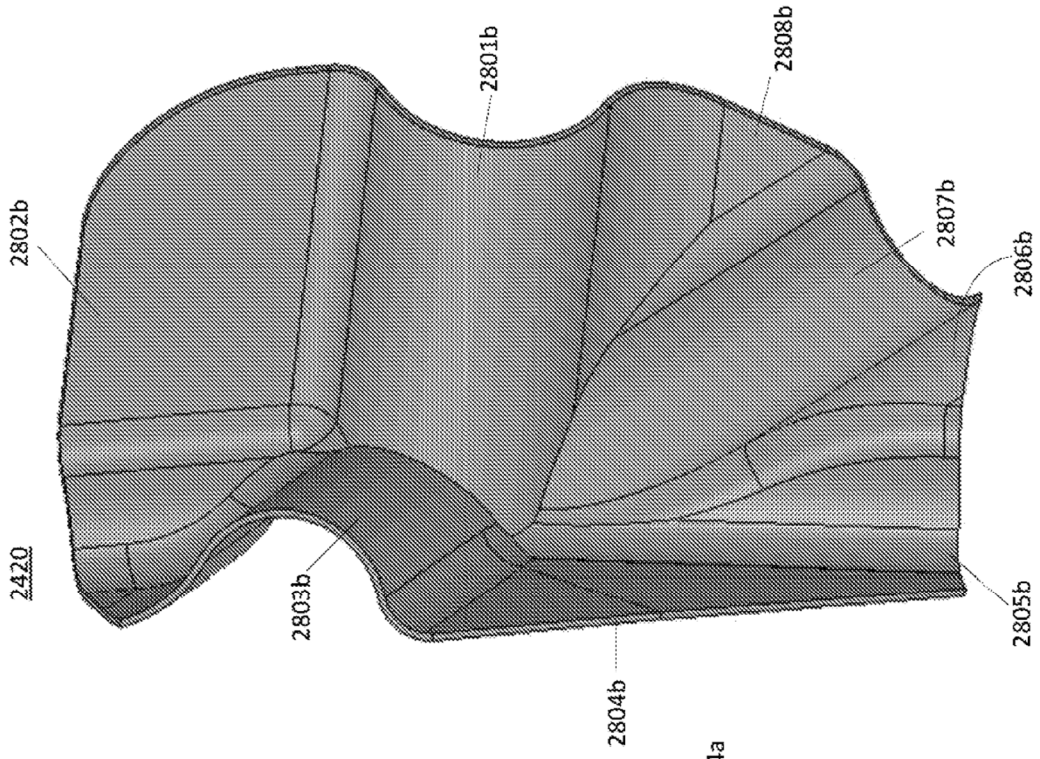


FIGURA 28B

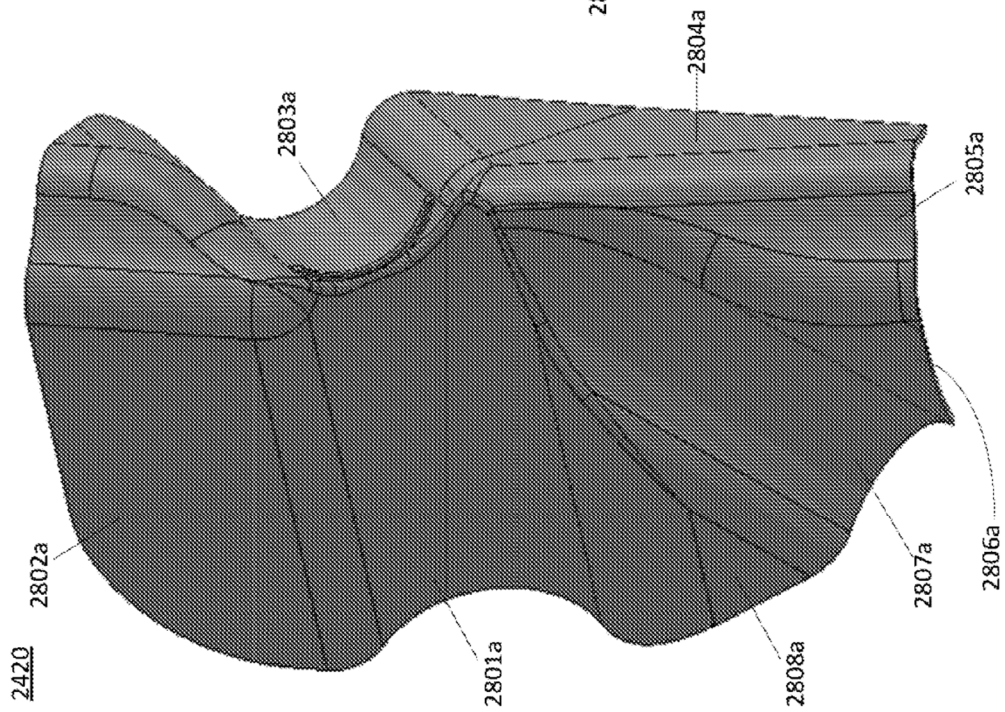


FIGURA 28A

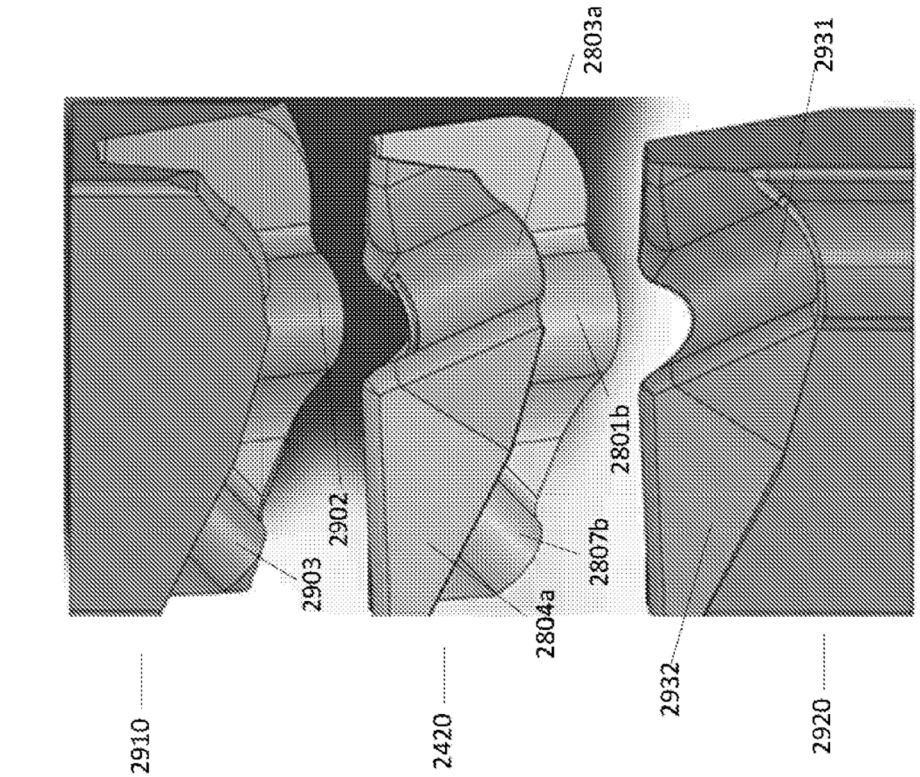


FIGURA 29B

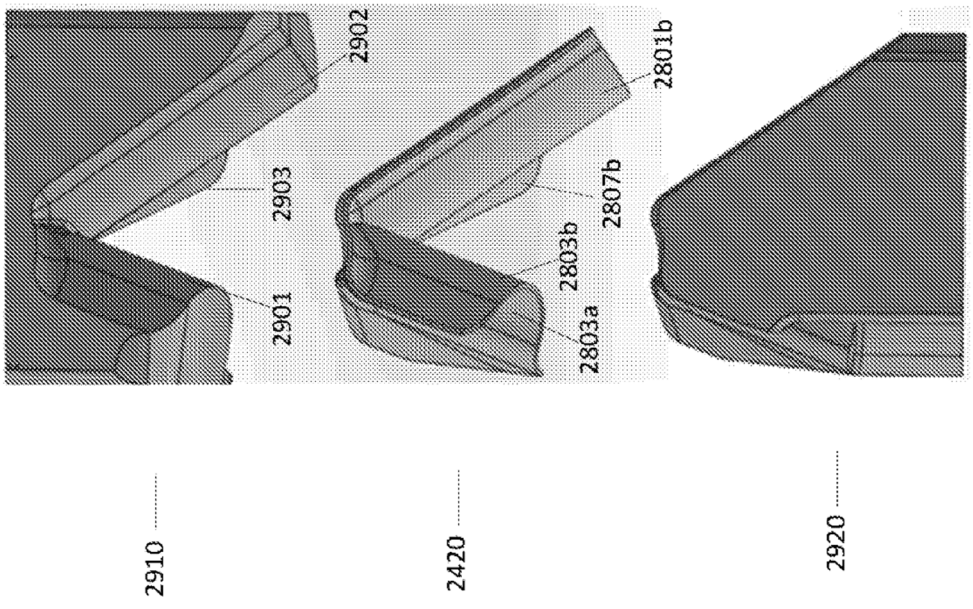


FIGURA 29A

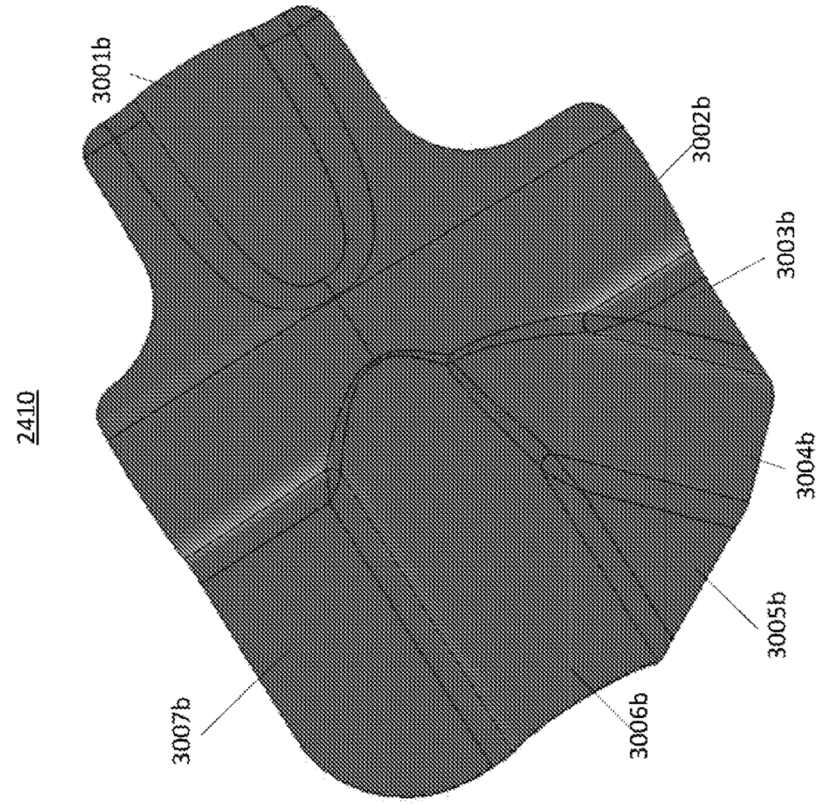


FIGURA 30B

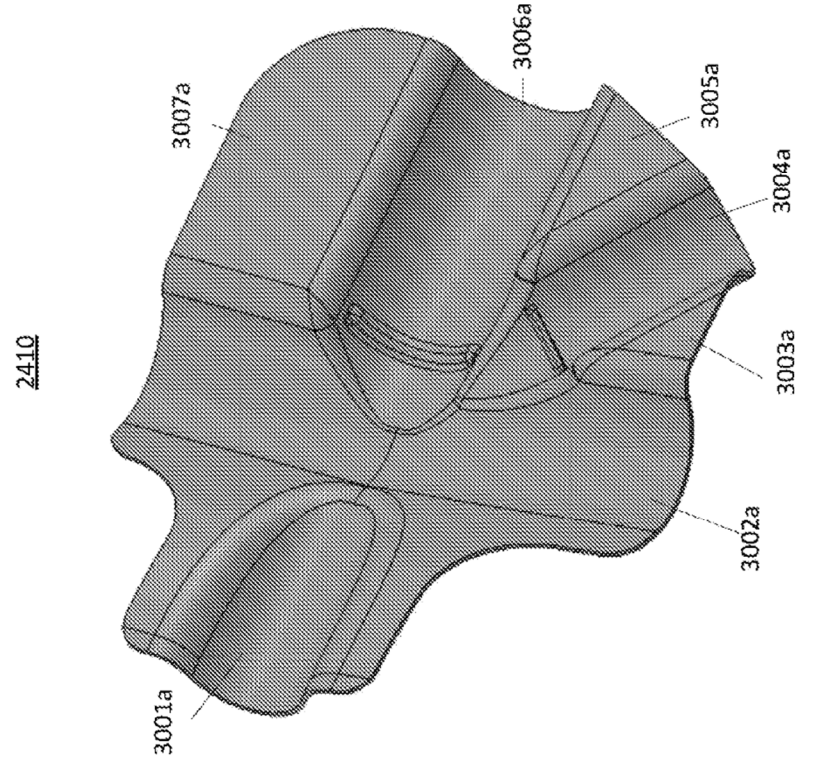


FIGURA 30A

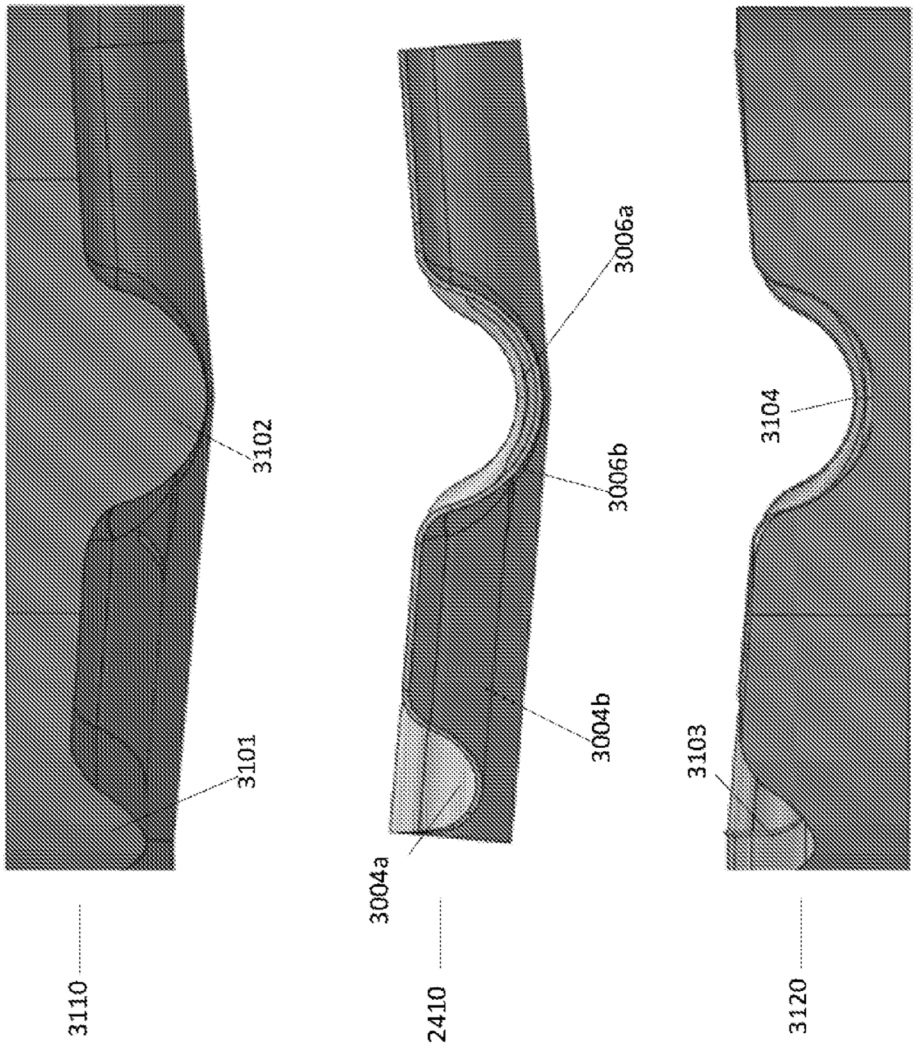


FIGURA 31A

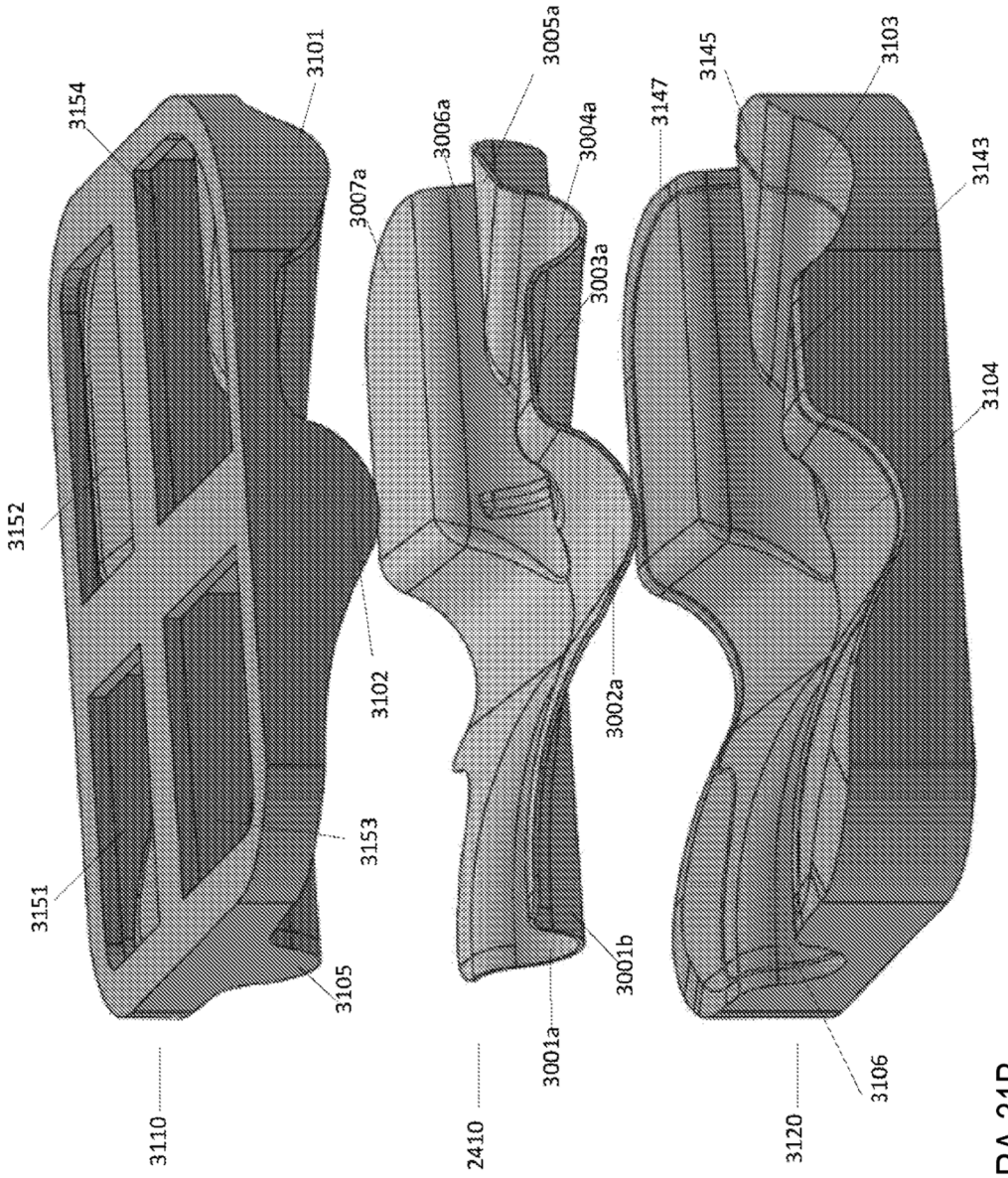

3154
3101
3005a
3145
3103
3006a
3004a
3147
3143
3007a
3003a
3104
3152
3102
3002a
3153
3151
3001b
3105
3001a
3106
3110
2410
3120

FIGURA 31B

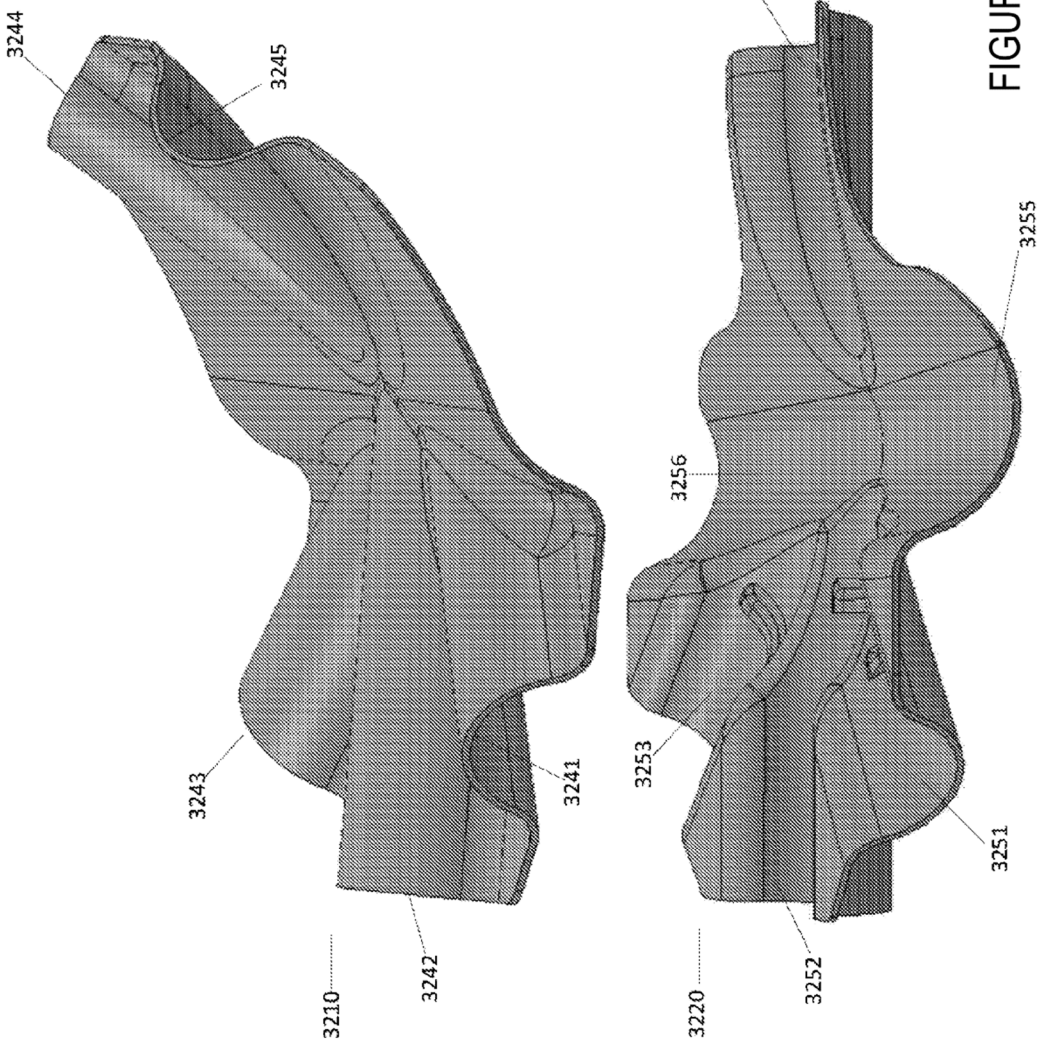

3244
3245
3243
3241
3210
3242
3254
3255
3256
3253
3251
3220
3252

FIGURA 32

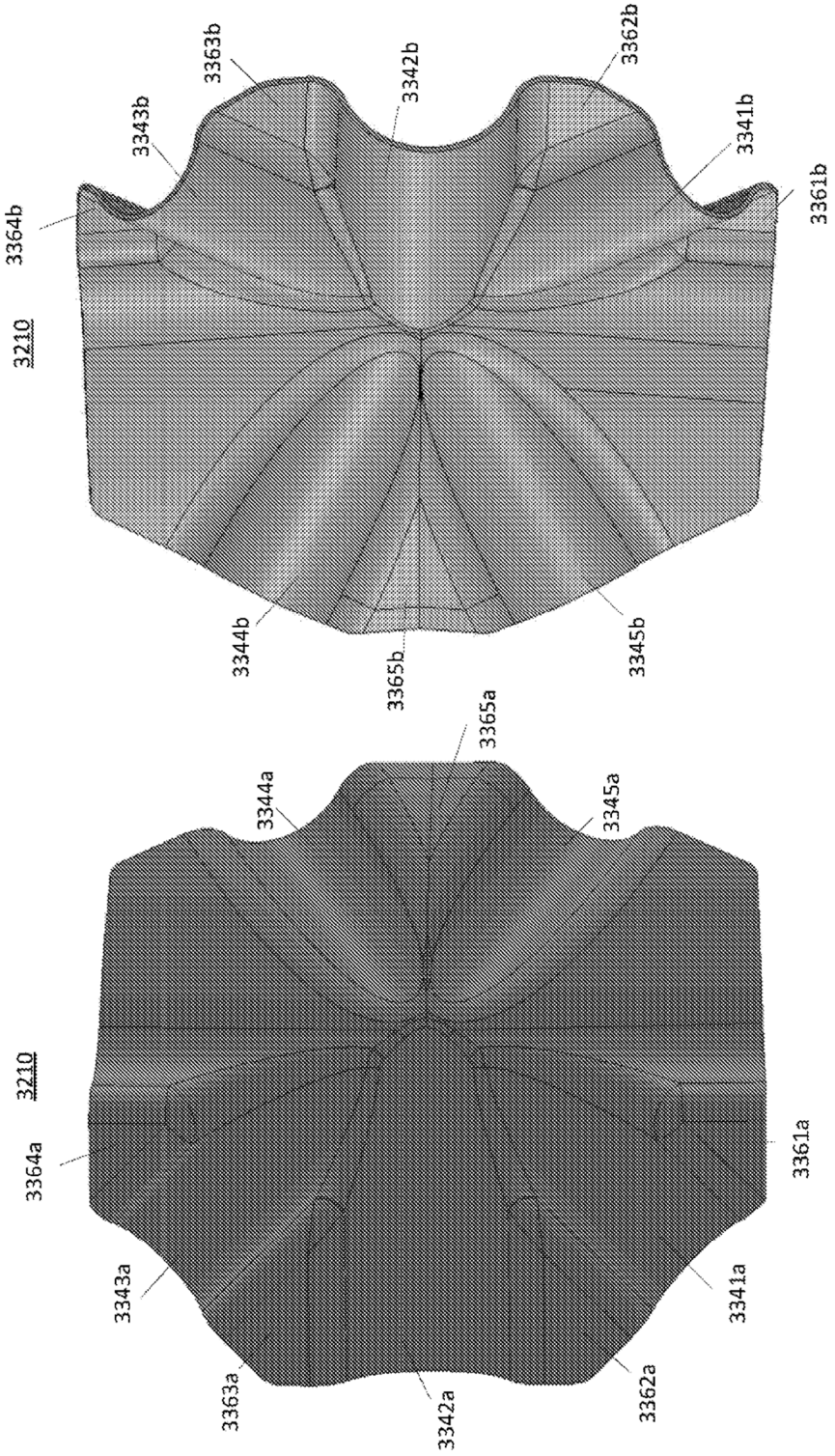


FIGURA 33B

FIGURA 33A

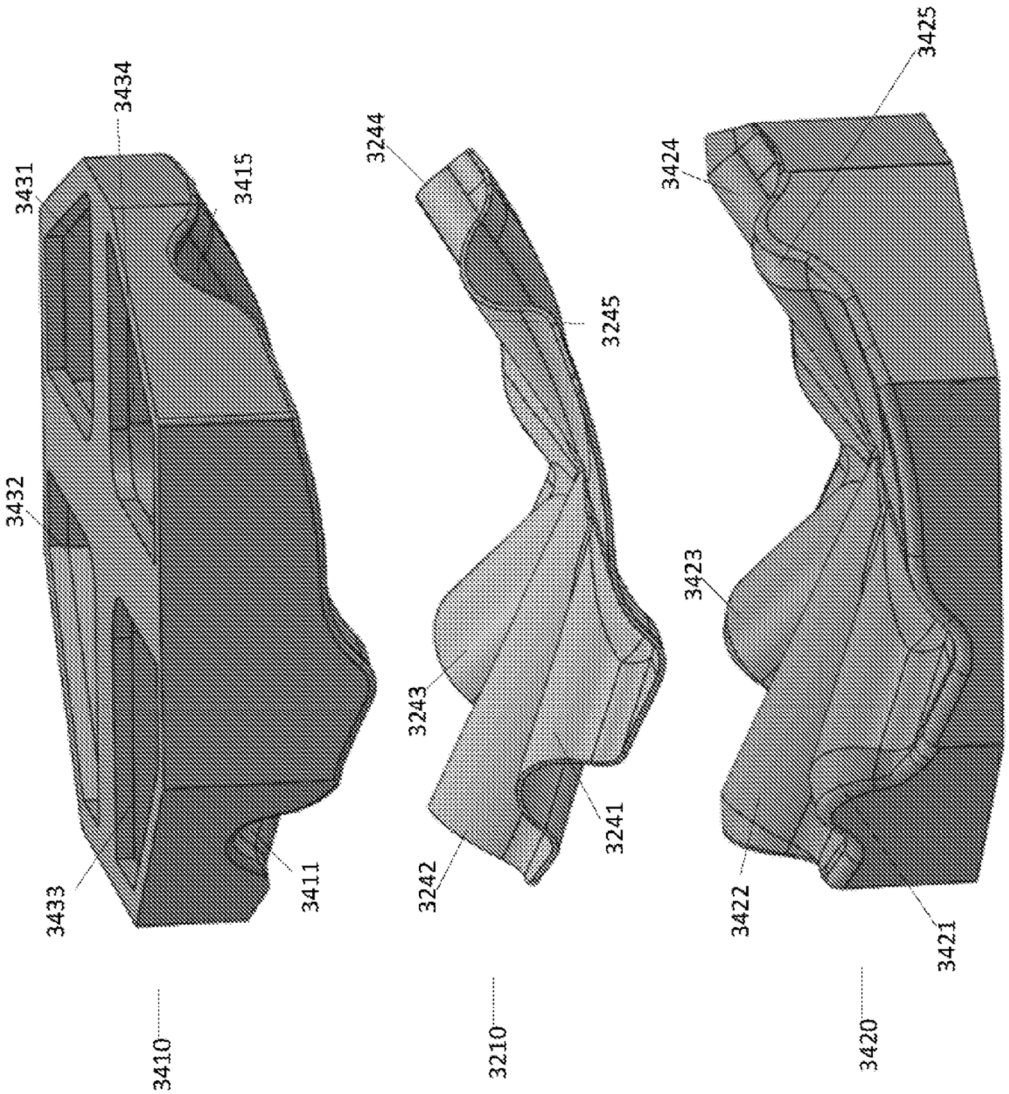

3410
3431
3434
3415
3432
3433
3411
3210
3244
3245
3243
3242
3241
3420
3425
3424
3423
3422
3421

FIGURA 34A

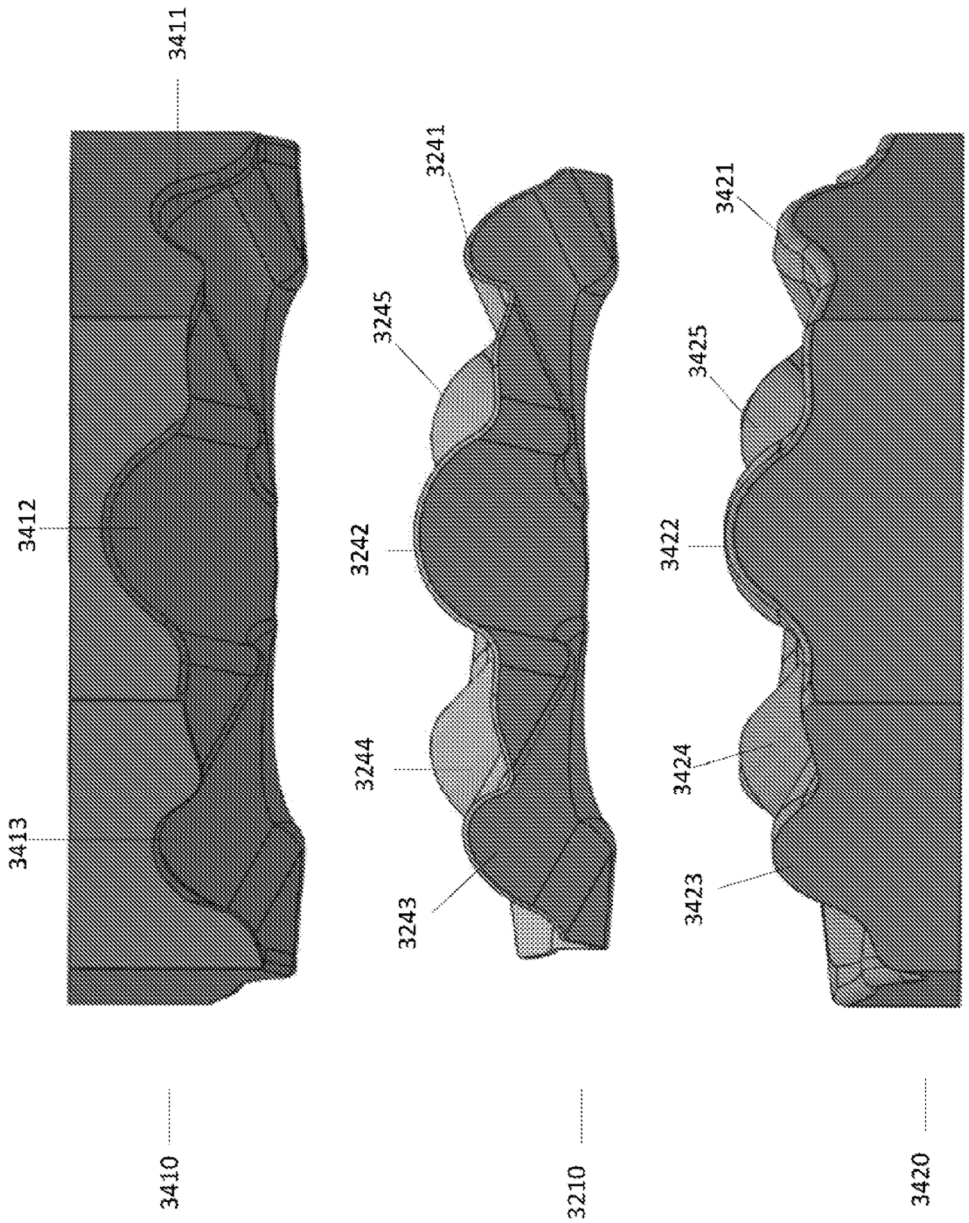

3411
3412
3413
3410
3241
3245
3242
3244
3243
3210
3421
3425
3422
3424
3423
3420

FIGURA 34B

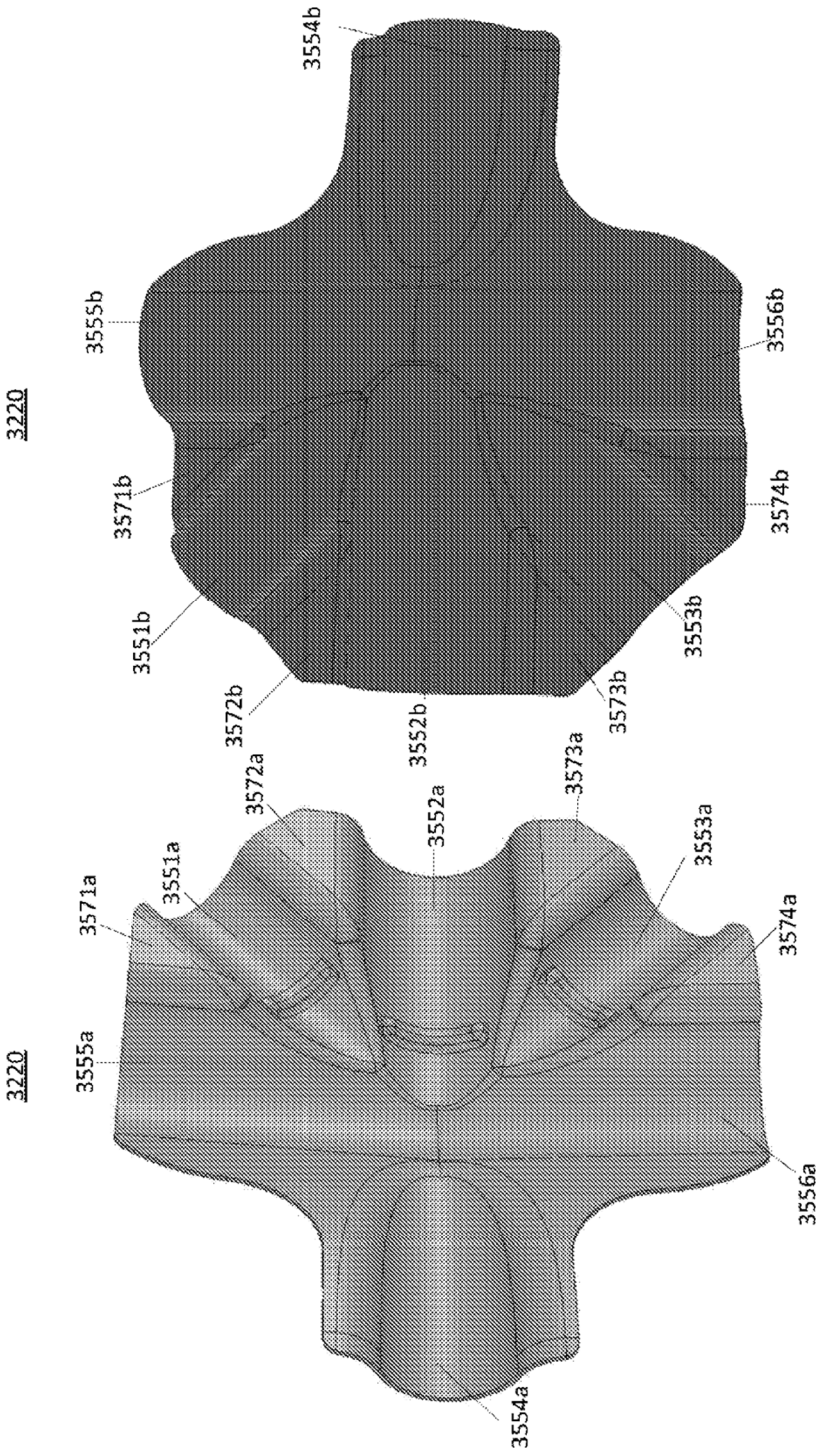


FIGURA 35B

FIGURA 35A

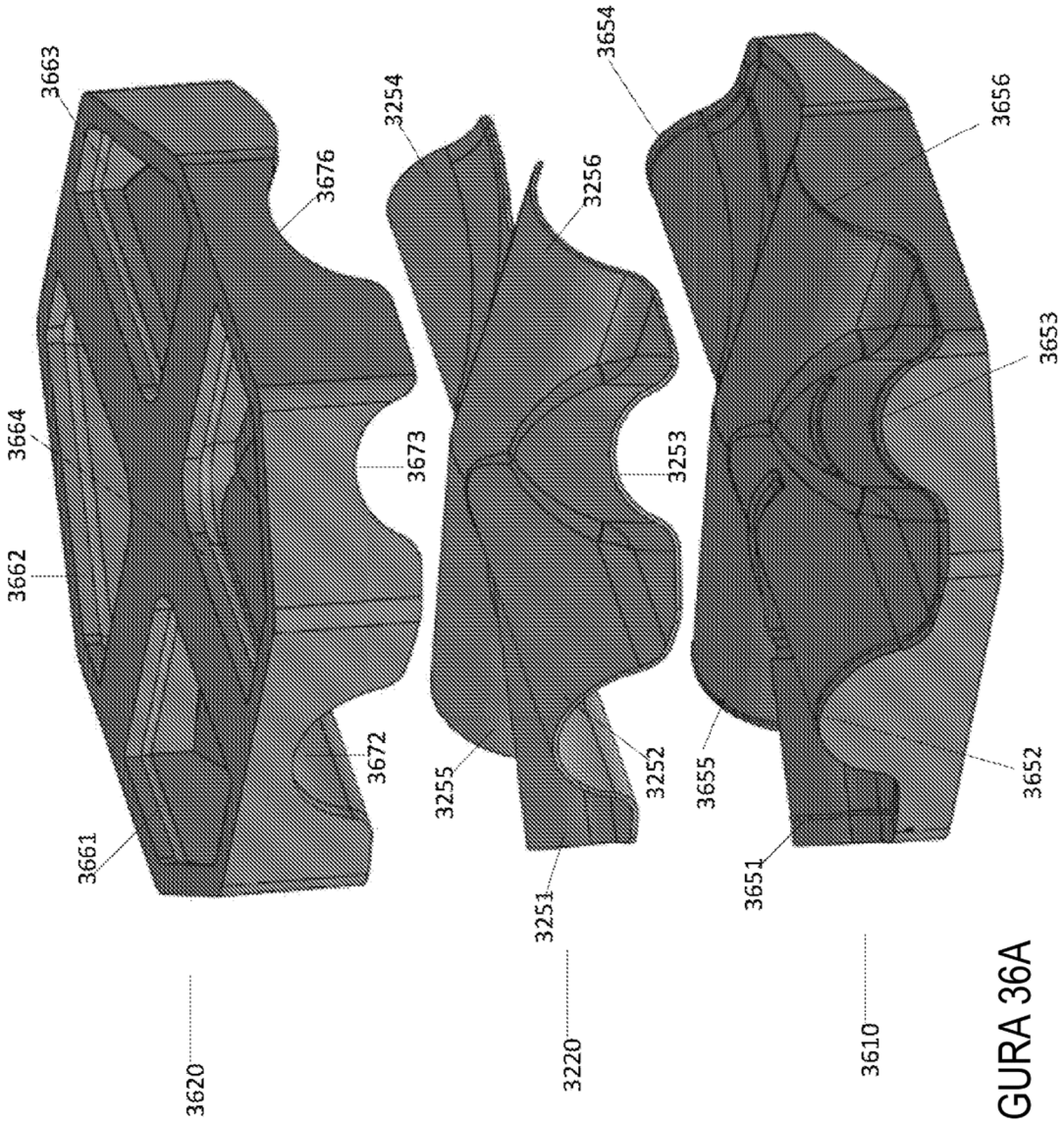

3663
3676
3664
3673
3662
3672
3661
3620
3254
3256
3253
3255
3252
3251
3220
3654
3656
3653
3655
3652
3651
3610

FIGURA 36A

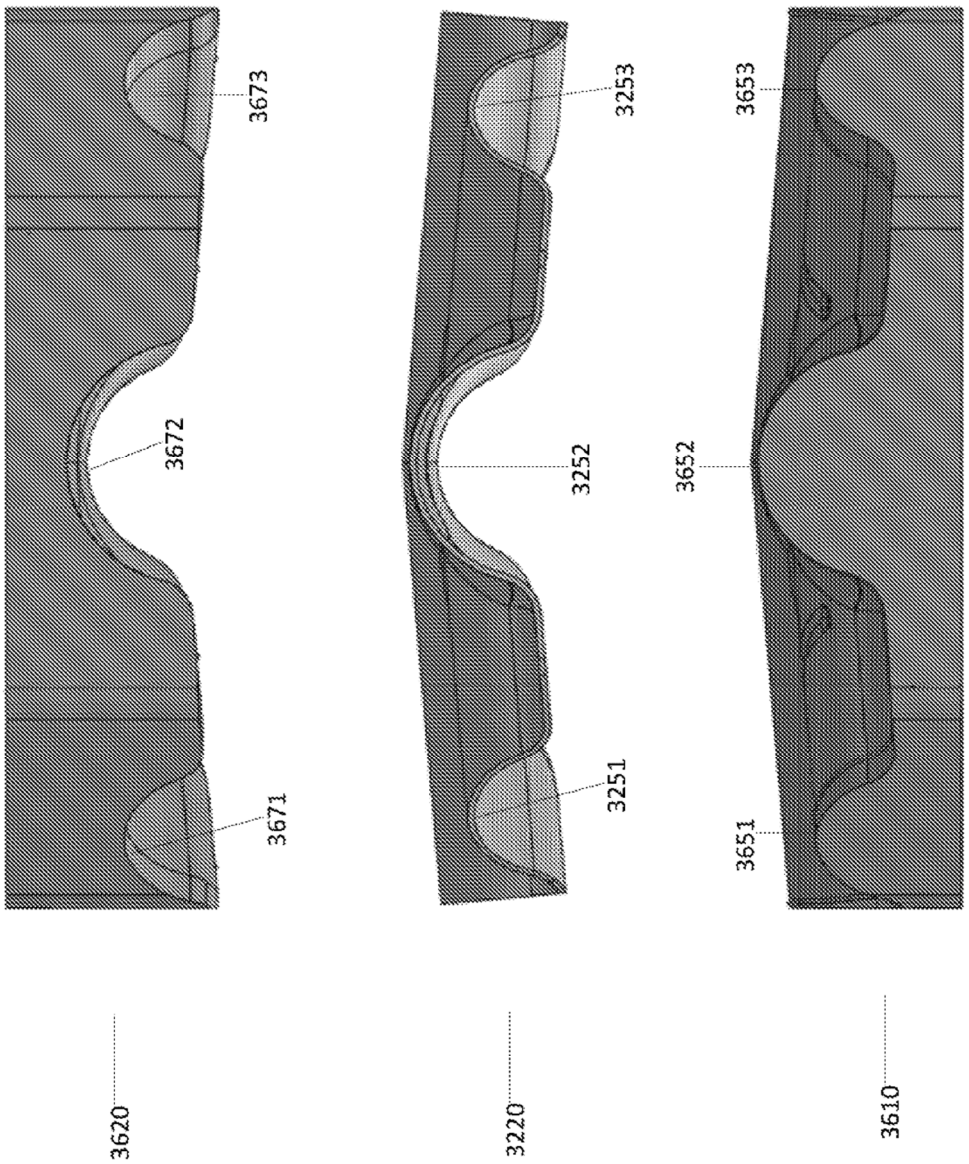


FIGURA 36B

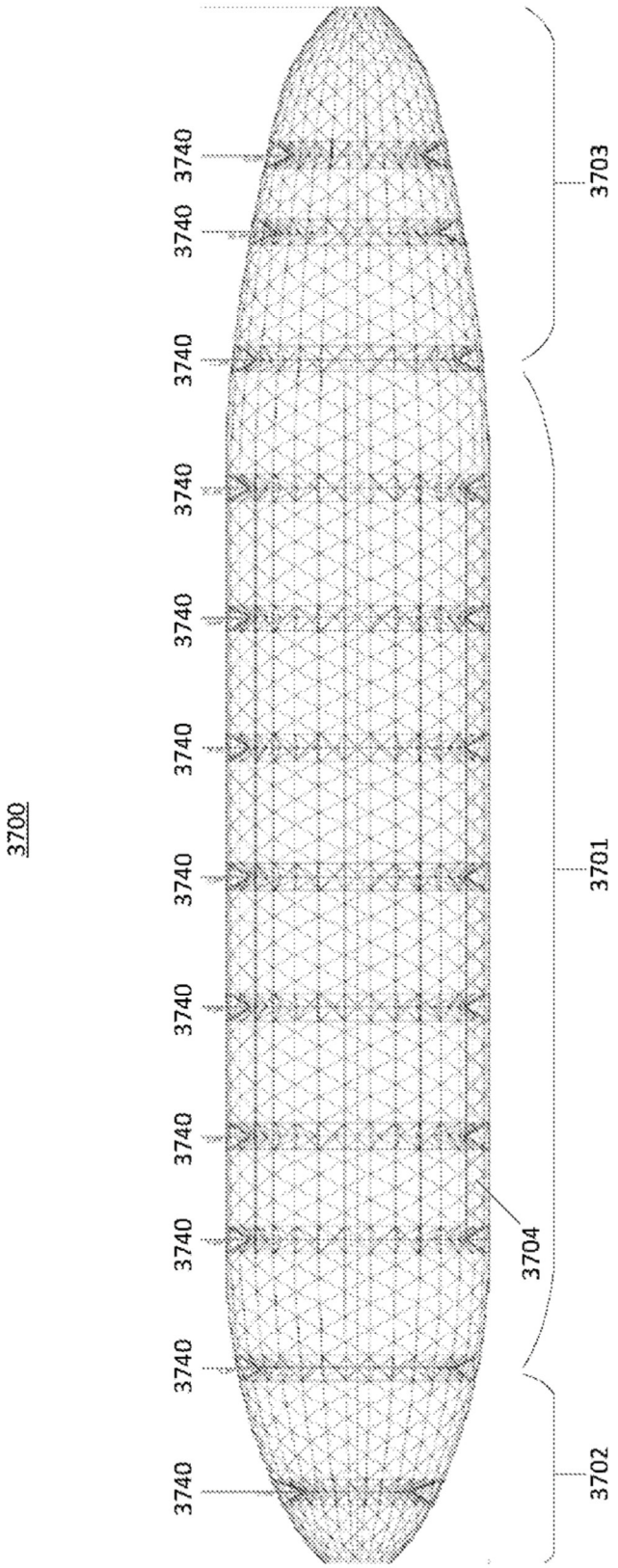

3700
3740
3740
3740
3740
3740
3740
3740
3740
3740
3740
3740
3740
3703
3701
3704
3702

FIGURA 37A

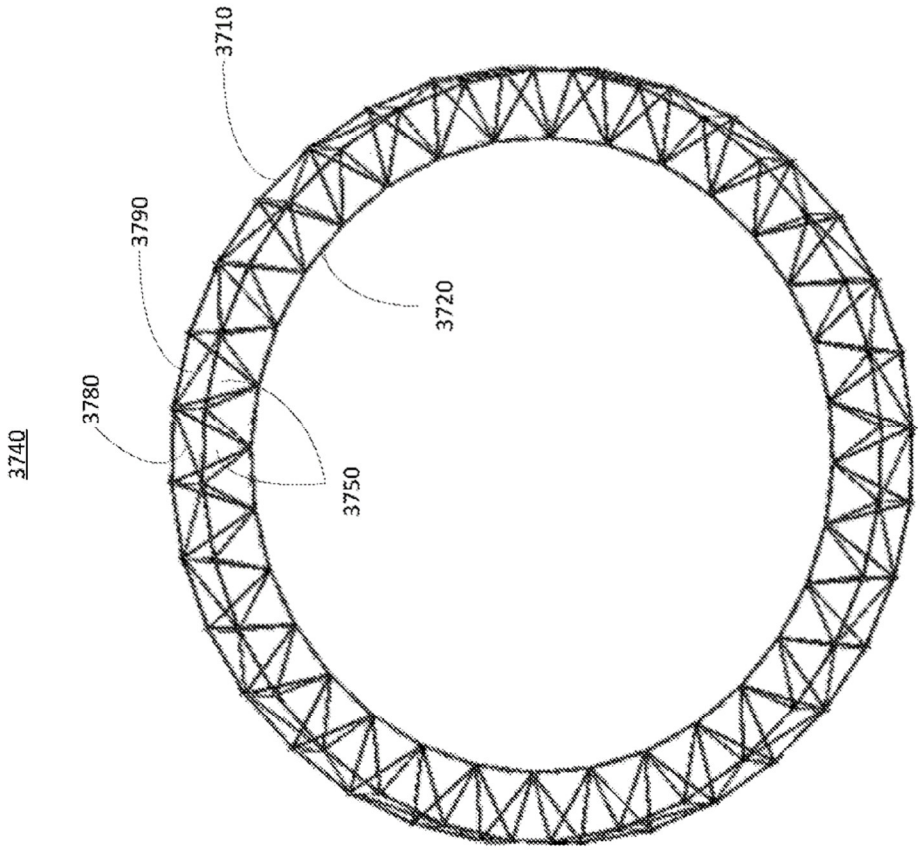


FIGURA 37B

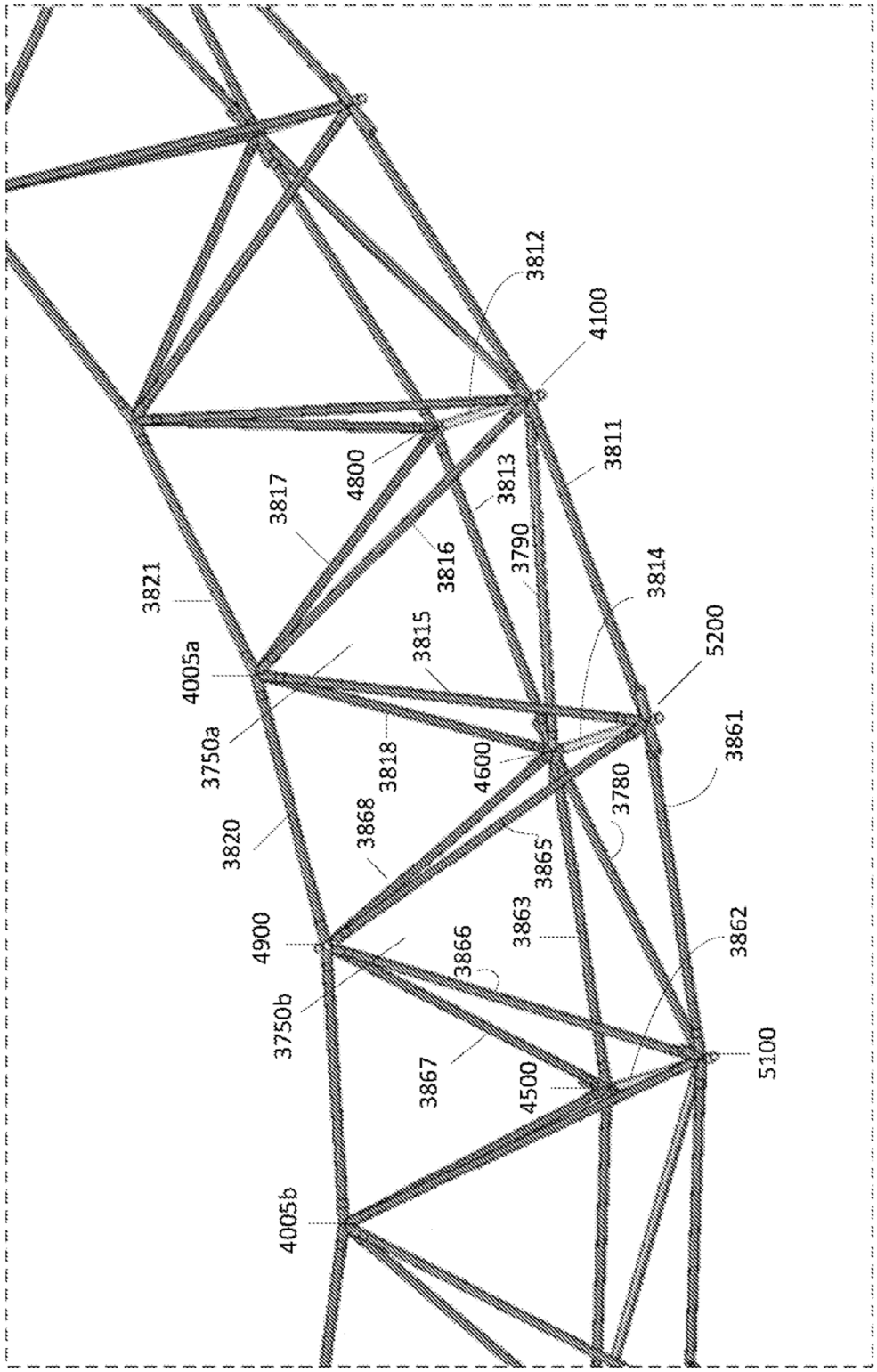
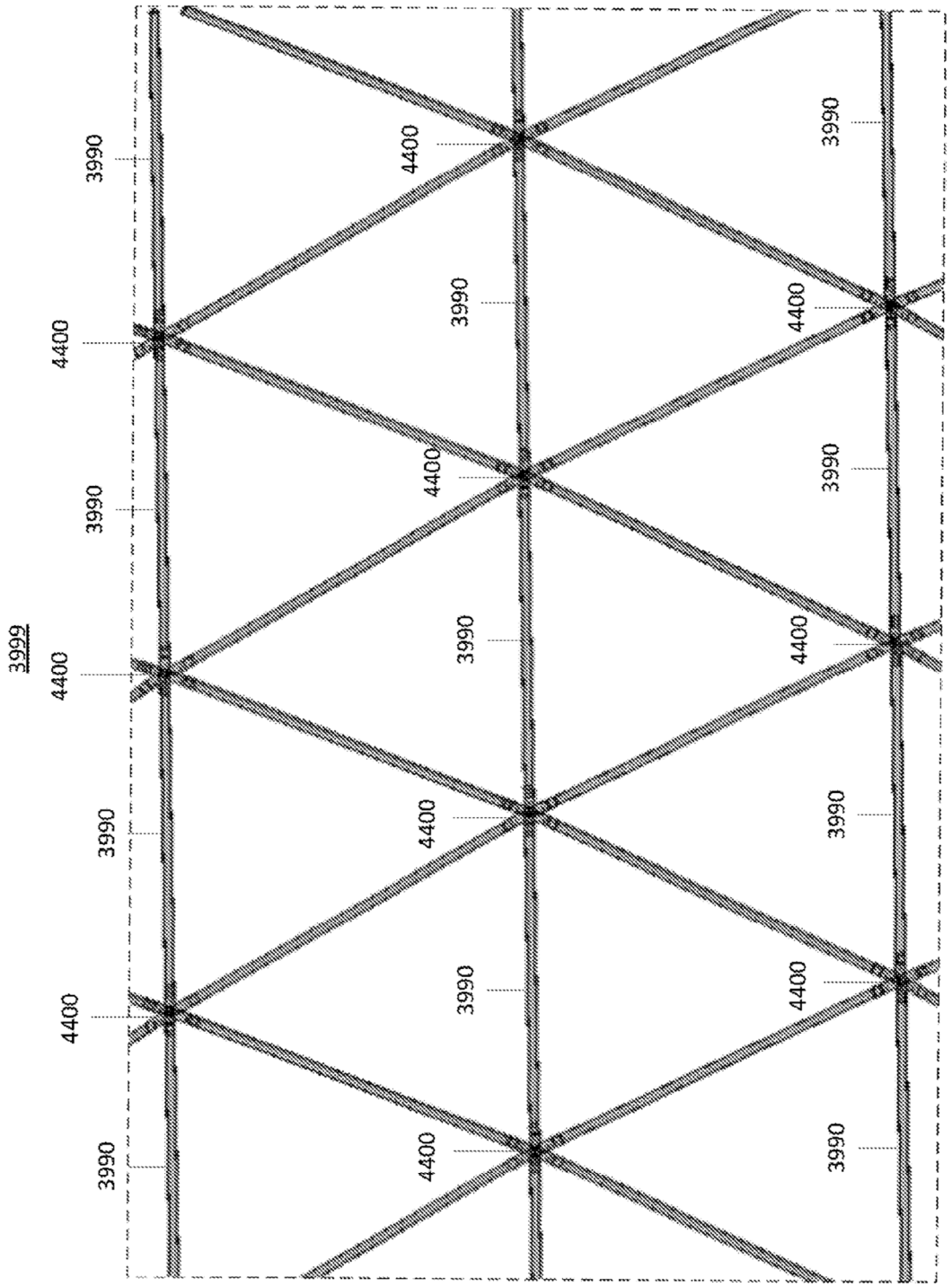

3812
4100
3811
4800
3817
3813
3790
3816
3814
3821
3815
5200
4005a
3750a
3818
4600
3861
3780
3820
3868
3865
3863
4900
3866
3862
3750b
3867
4500
5100
4005b

FIGURA 38


3999
4400
3990
4400
3990
4400
3990

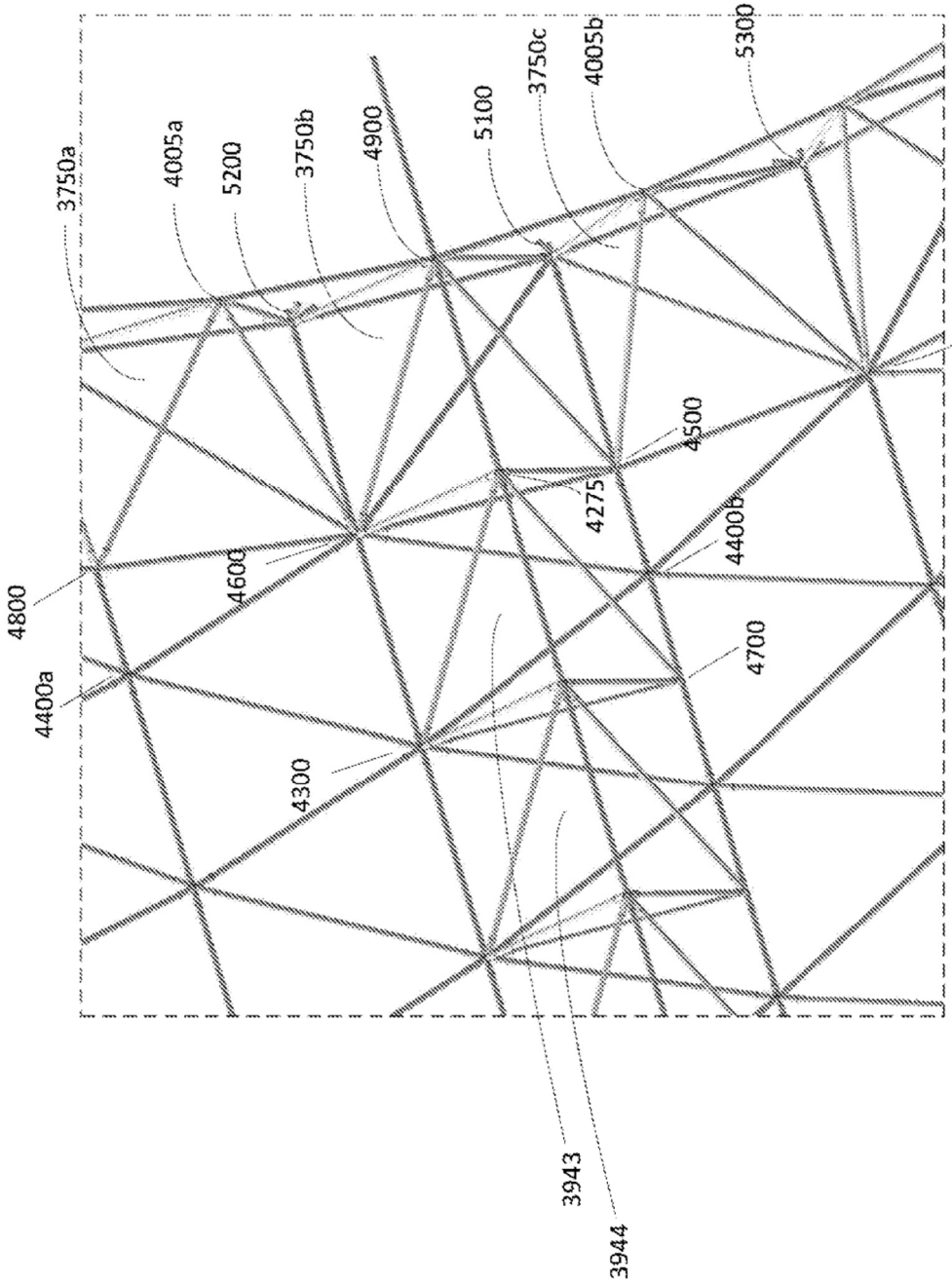

3750a
4005a
5200
3750b
4900
5100
3750c
4005b
5300
5000
4500
4275
4400b
4700
4600
4800
4400a
4300
3943
3944

FIGURA 39B

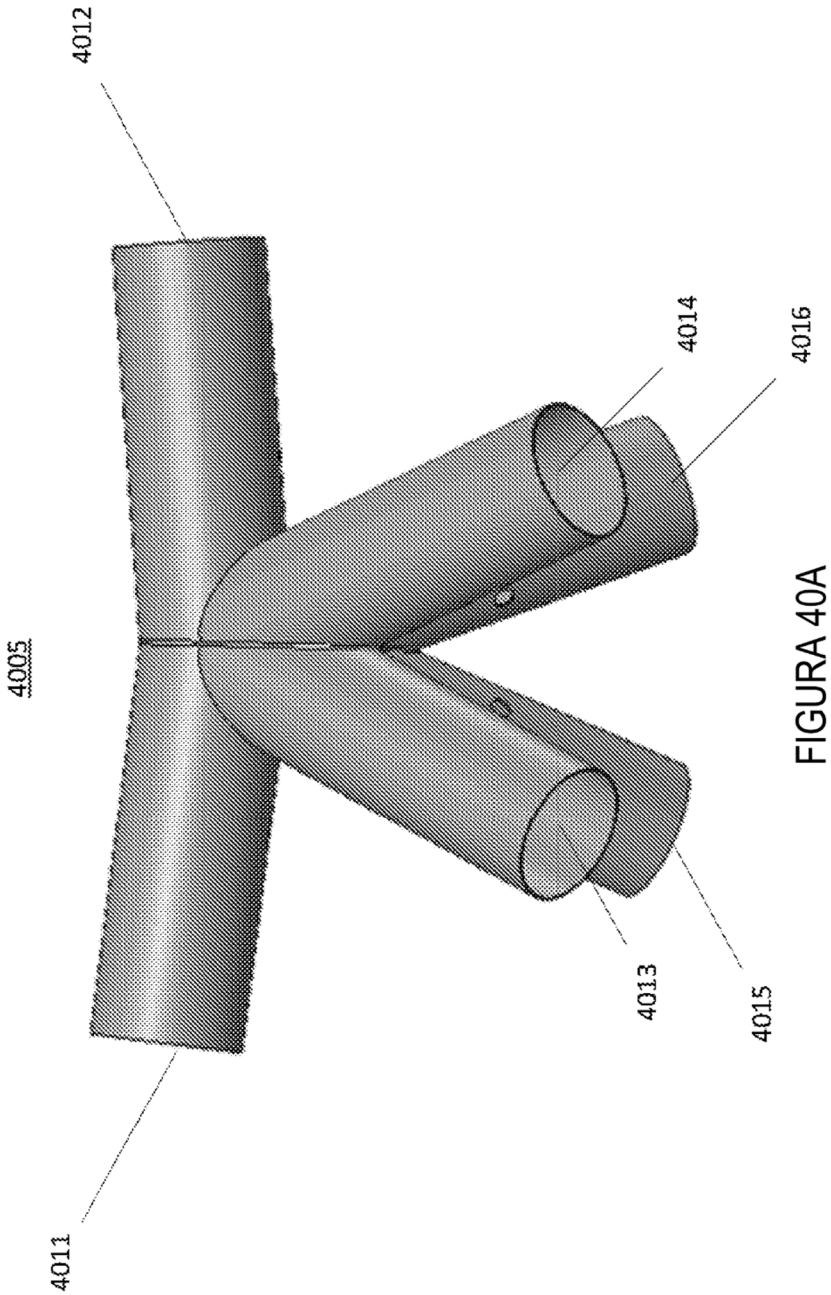


FIGURA 40A

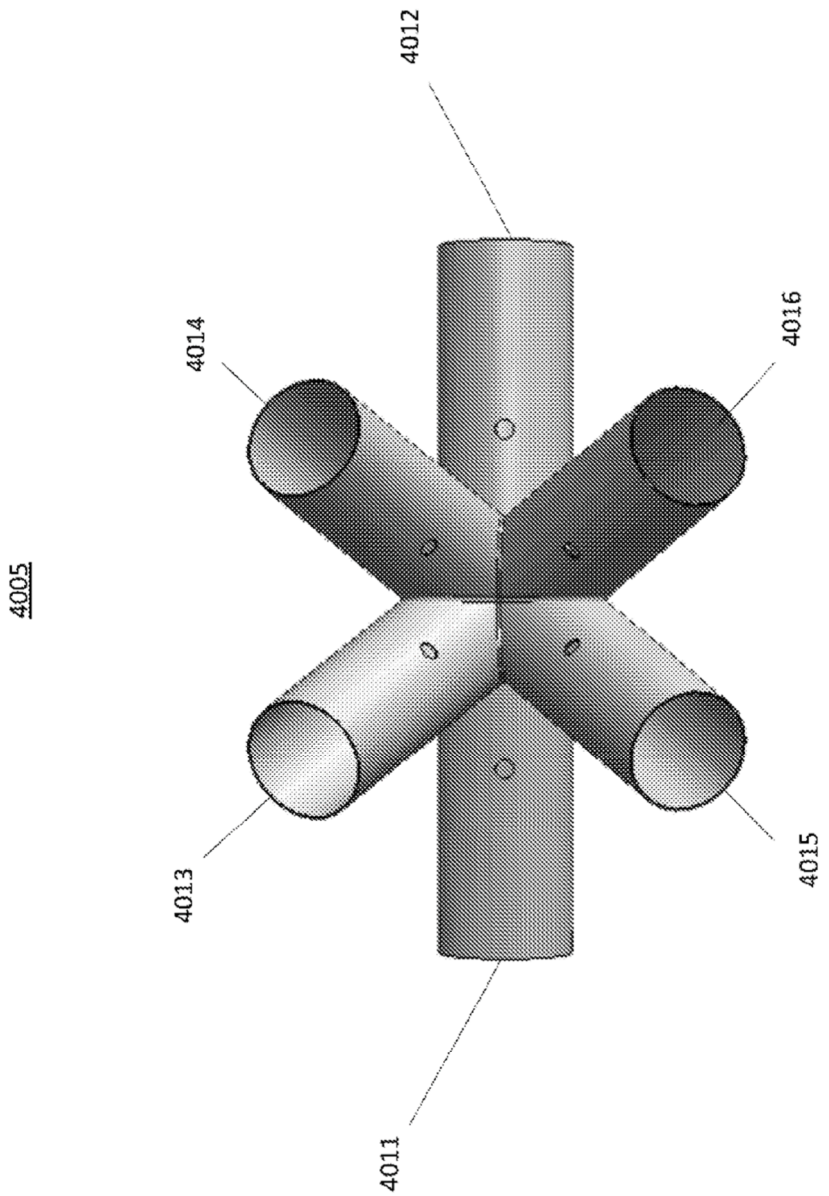


FIGURA 40B

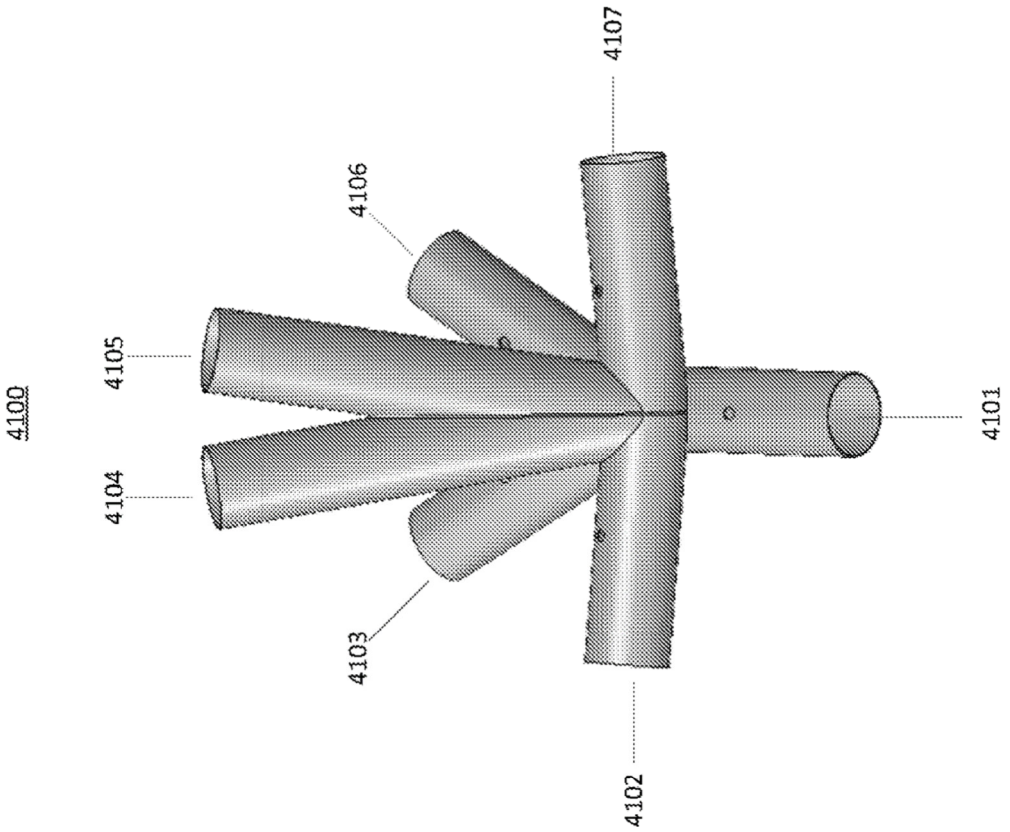


FIGURA 41A

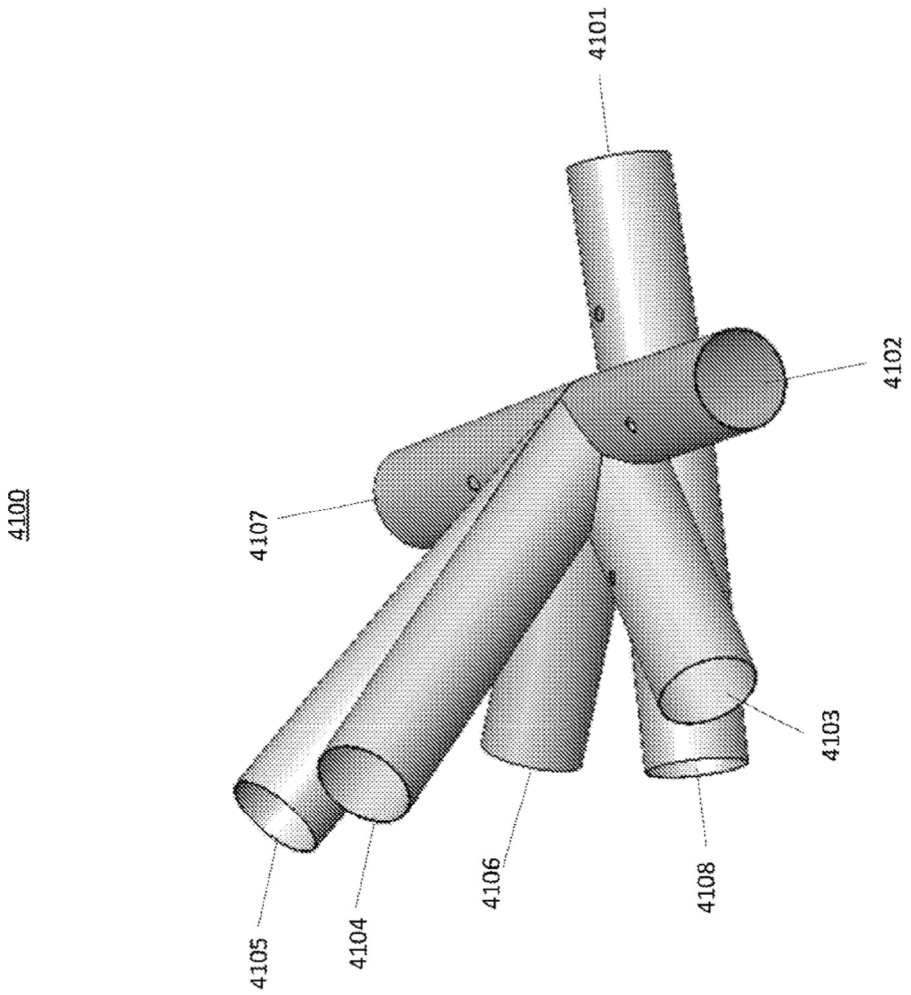


FIGURA 41B

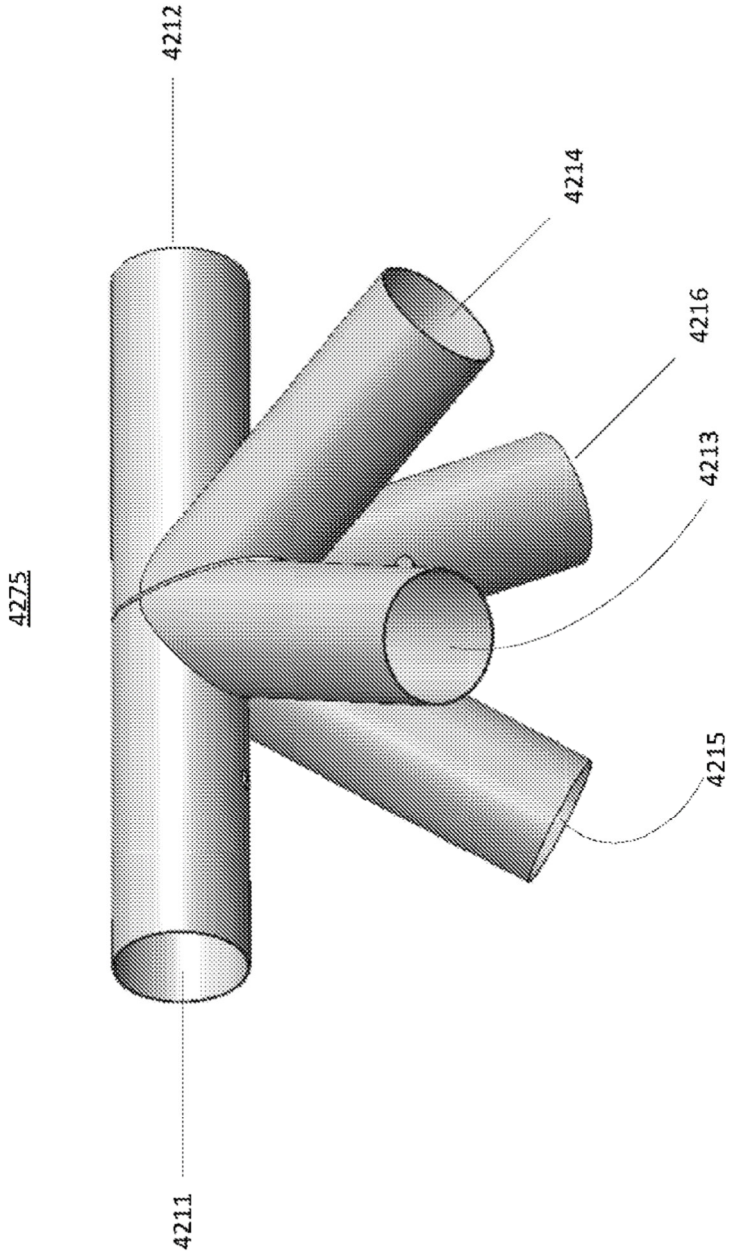


FIGURA 42

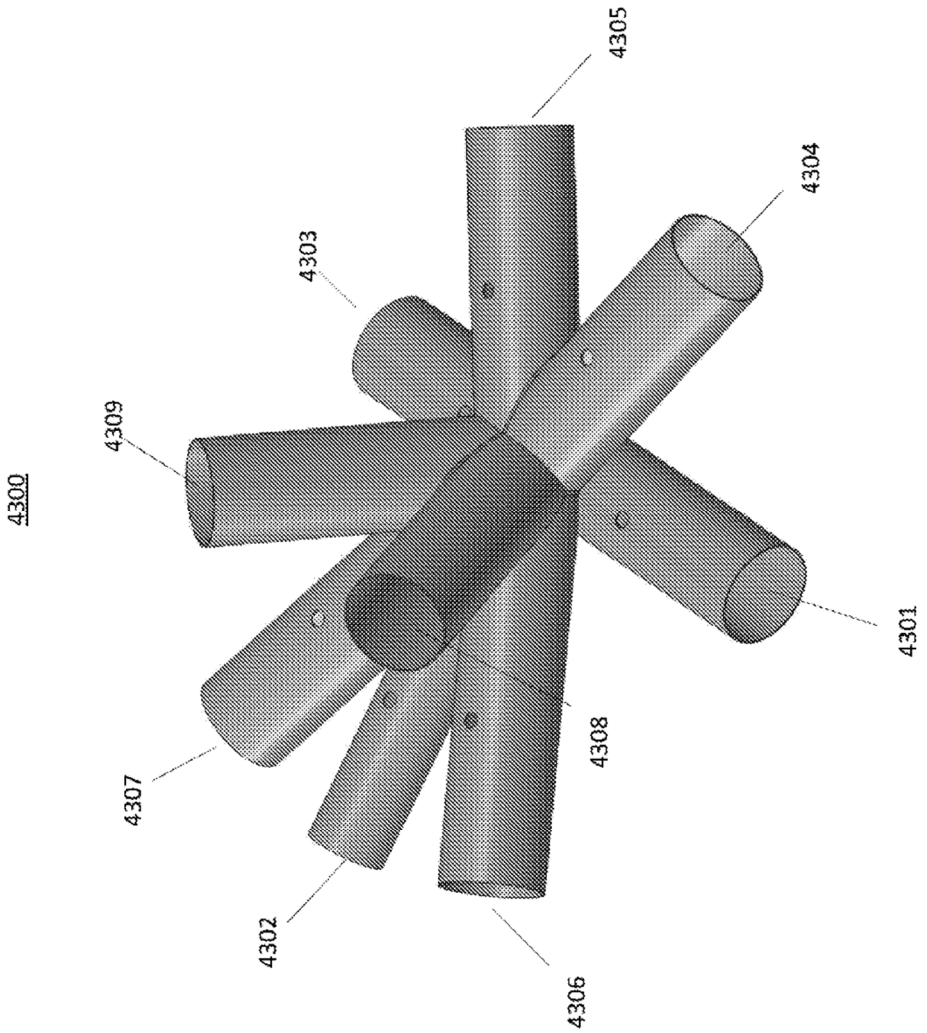


FIGURA 43A

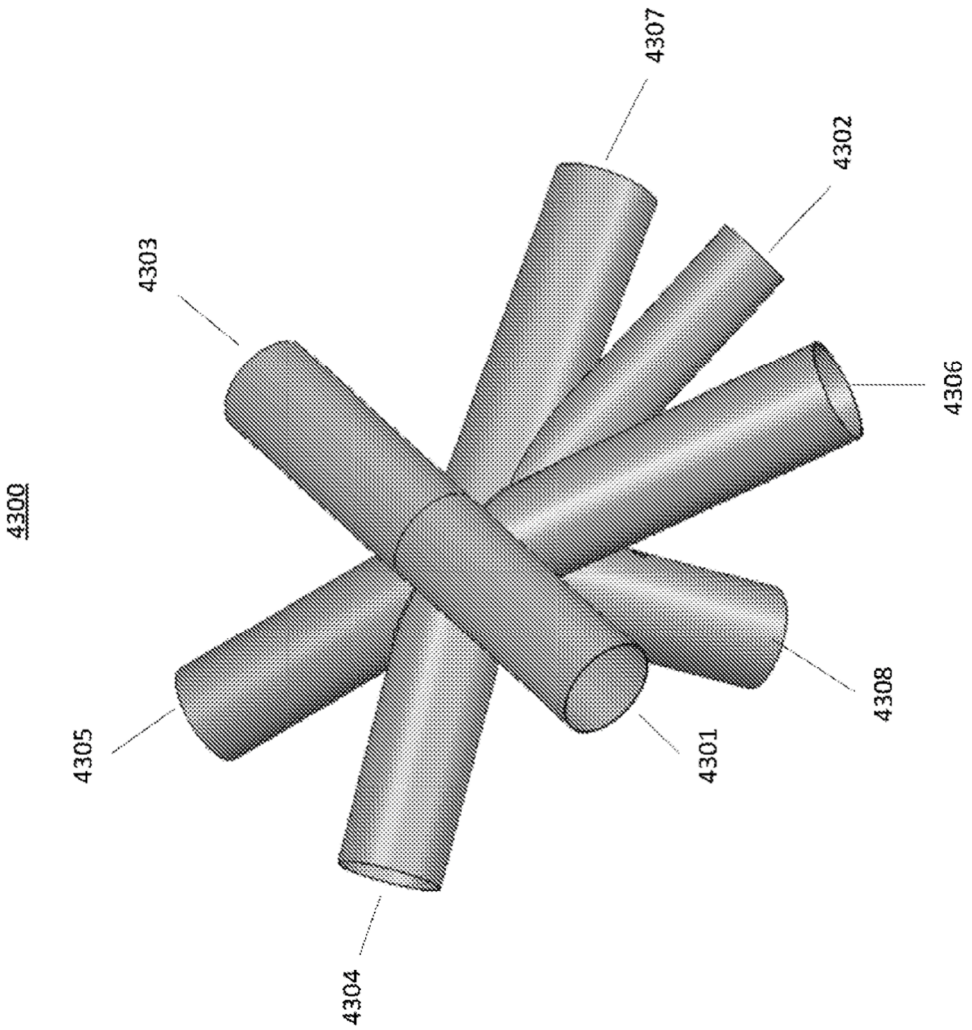


FIGURA 43B

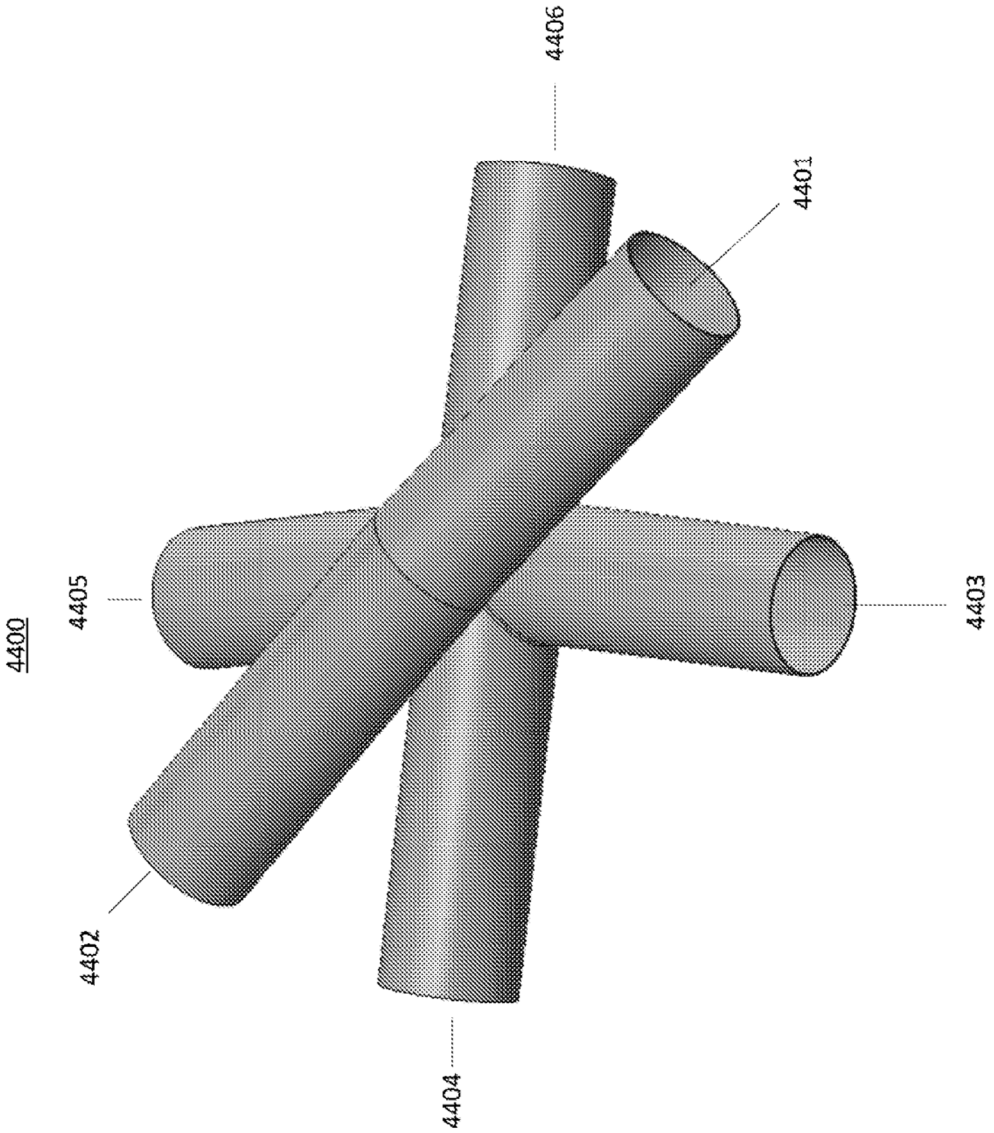


FIGURA 44

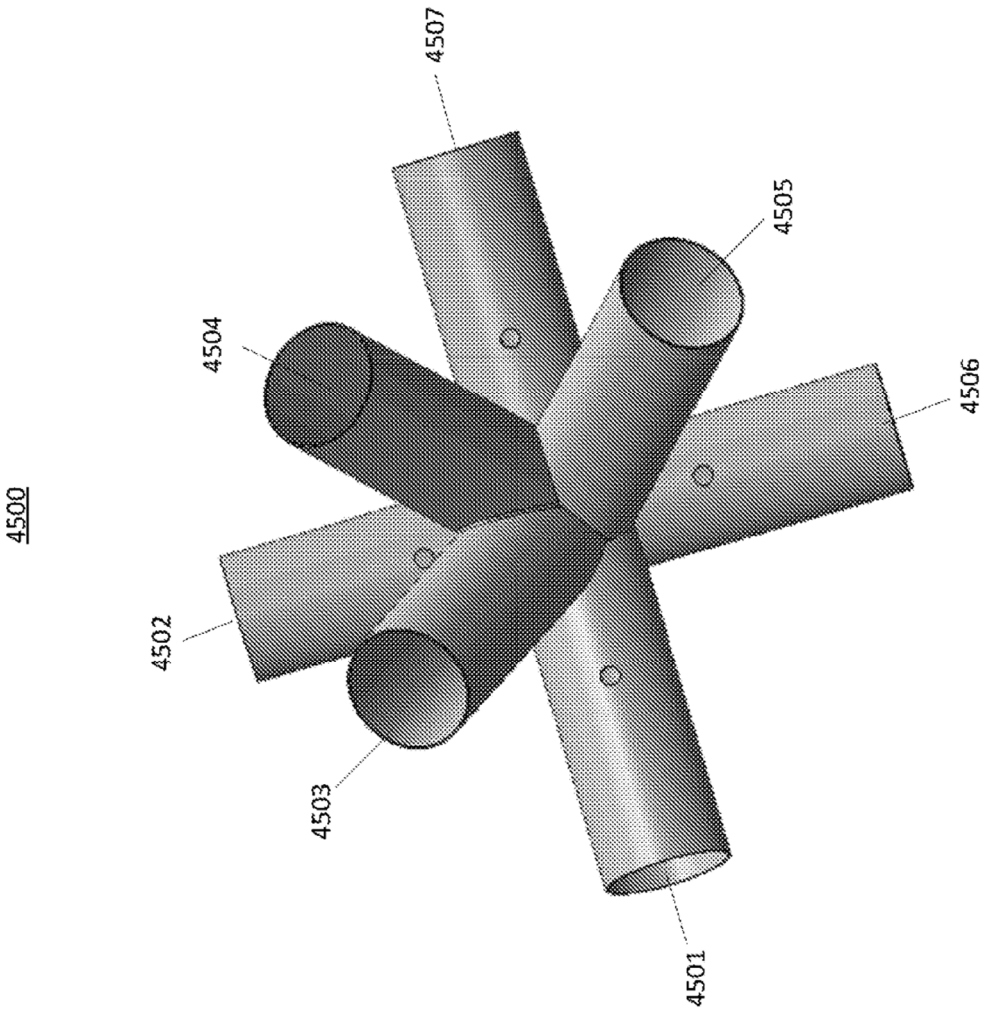


FIGURA 45A

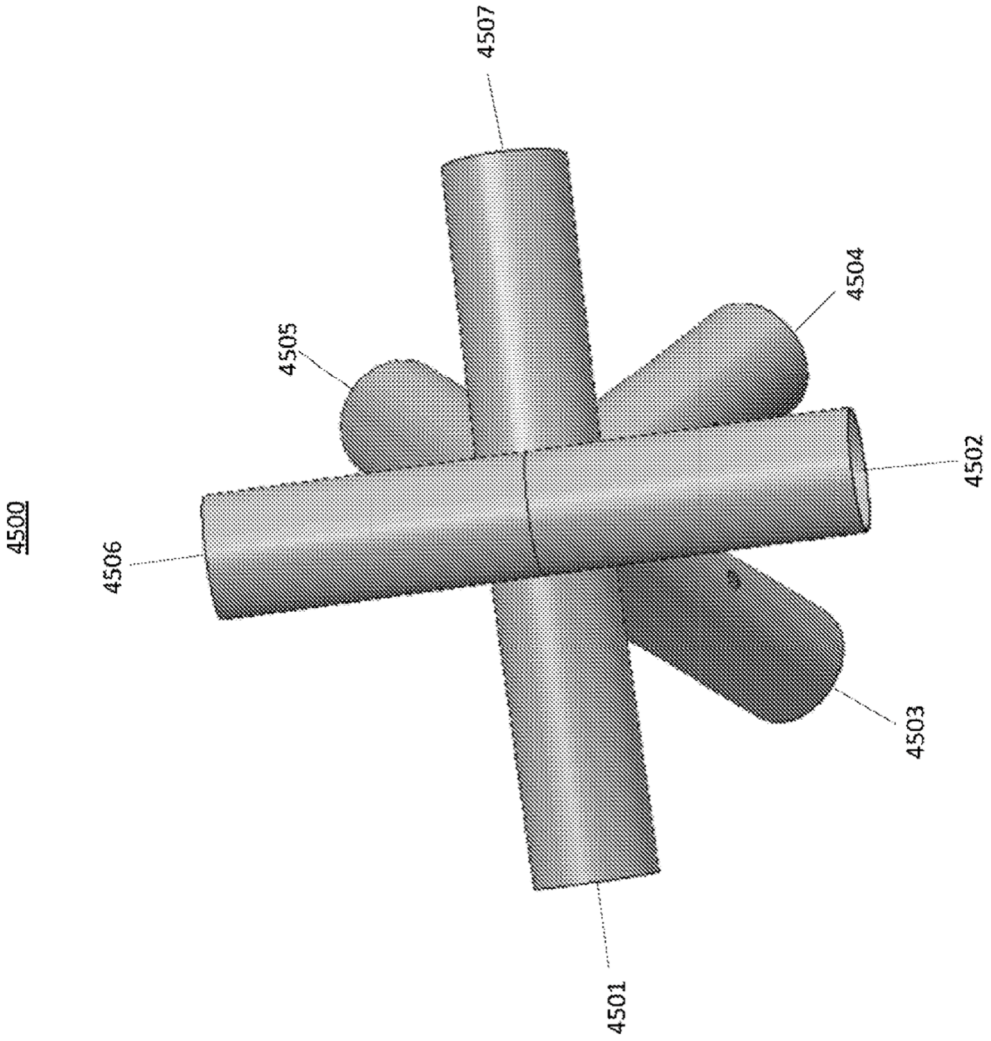


FIGURA 45B

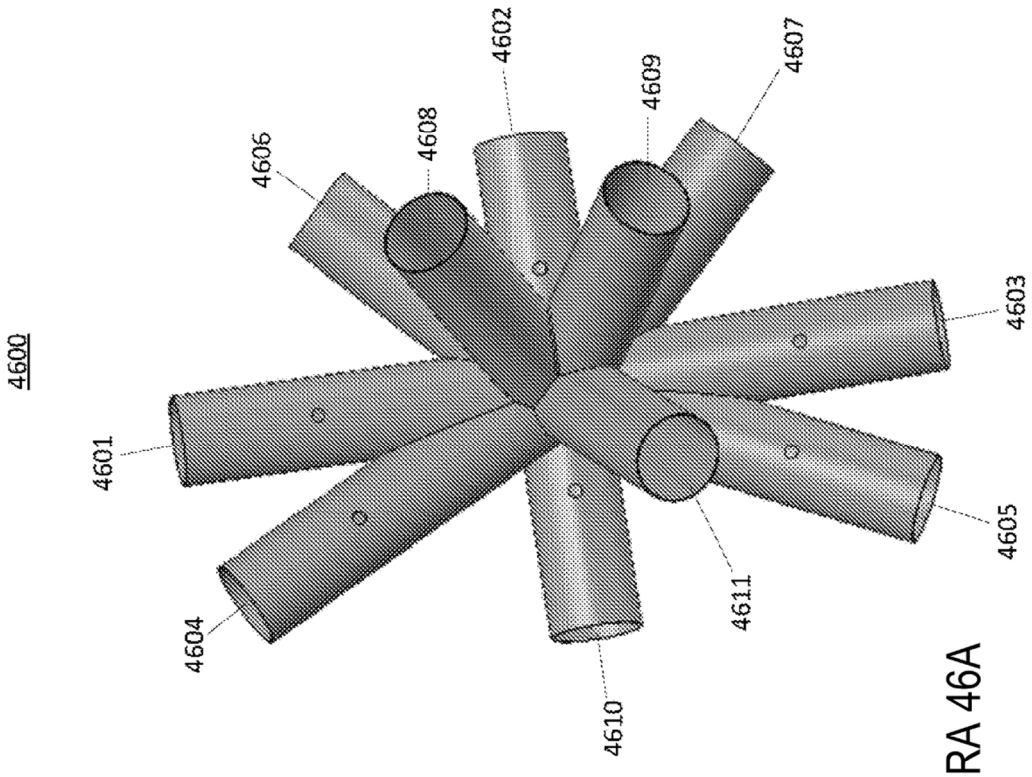


FIGURA 46A

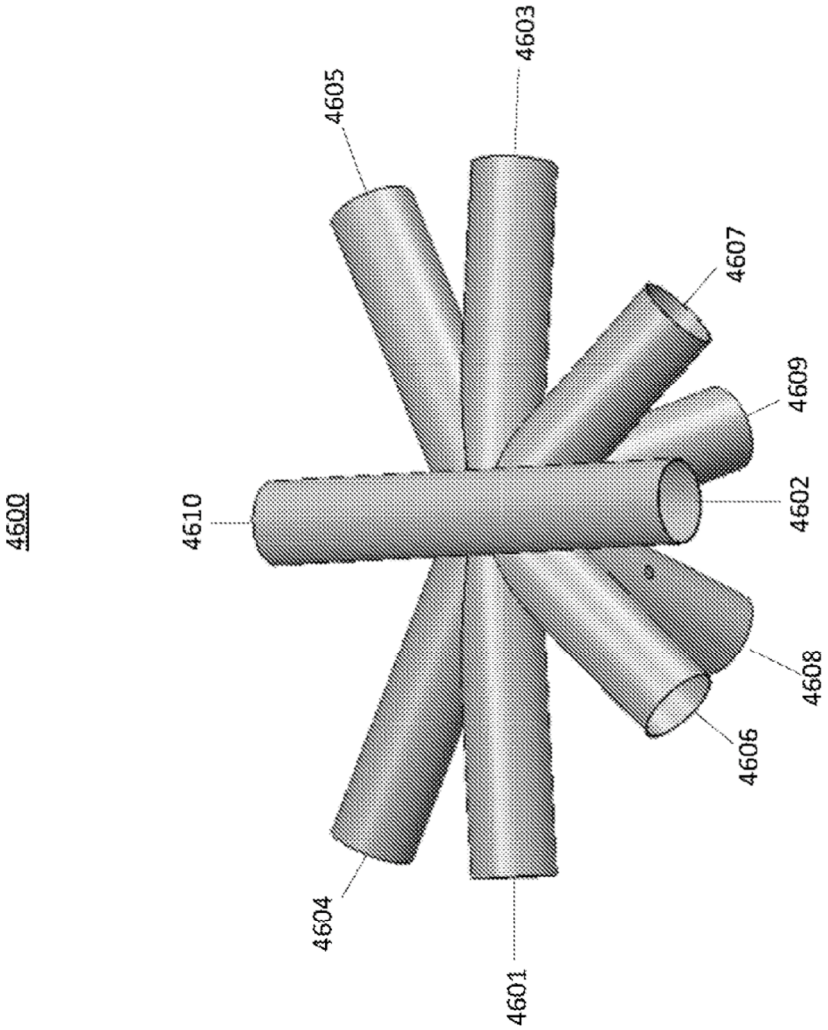


FIGURA 46B

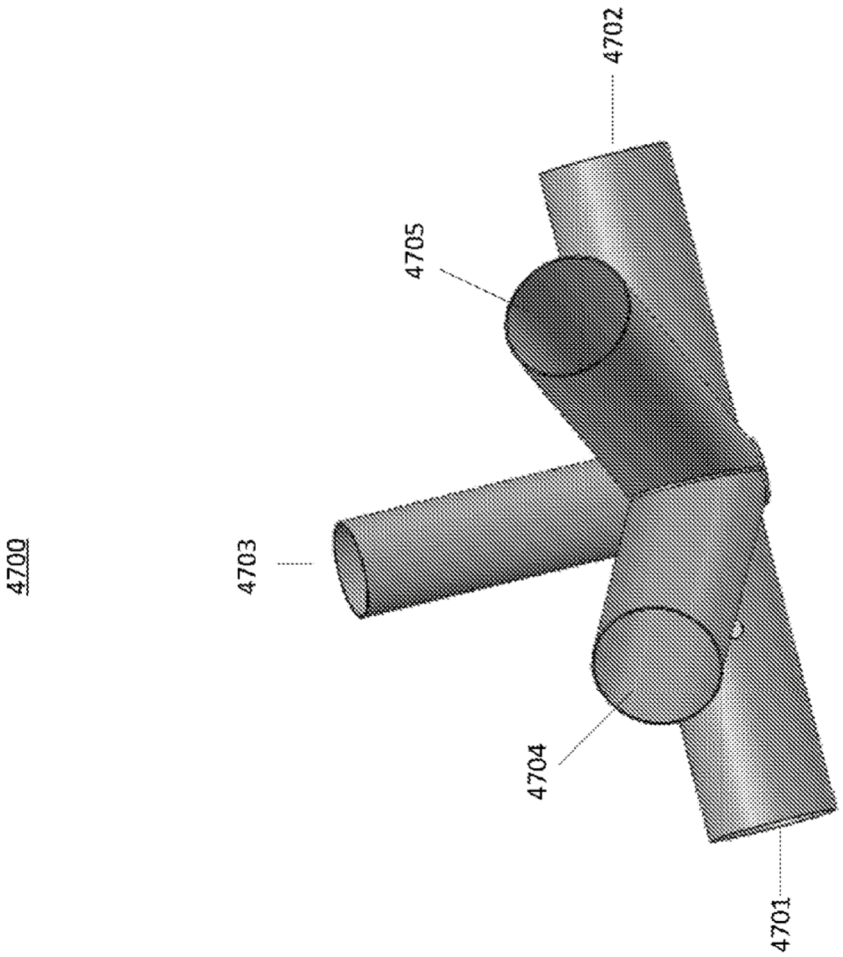


FIGURA 47A

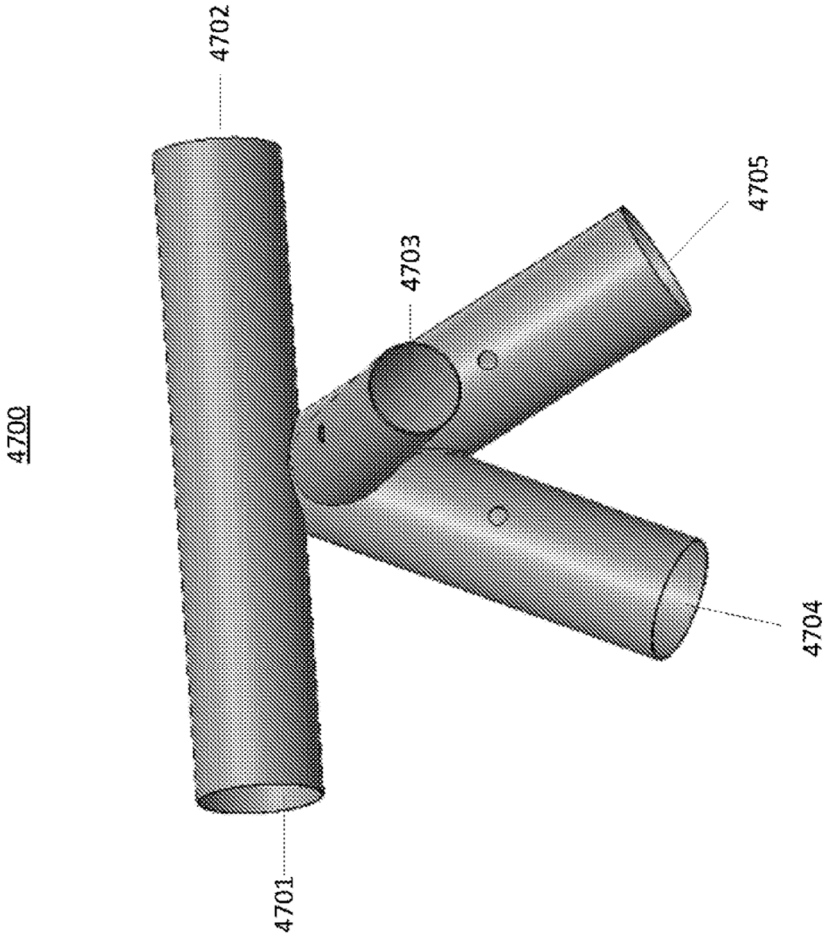


FIGURA 47B

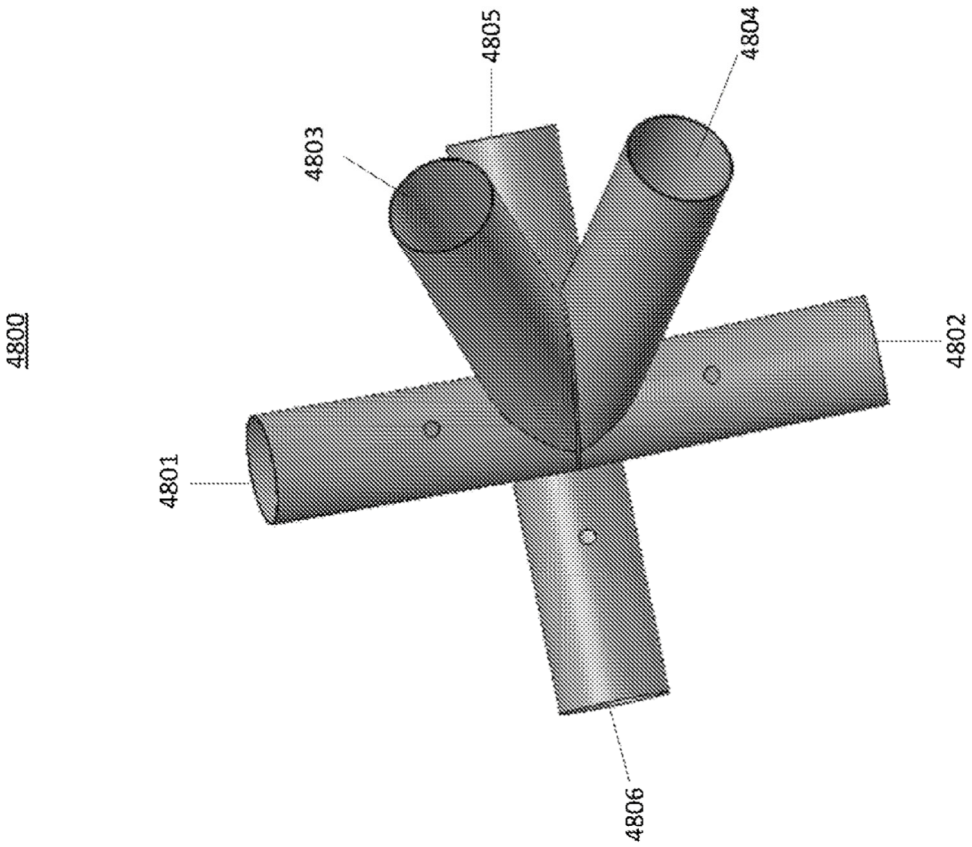


FIGURA 48A

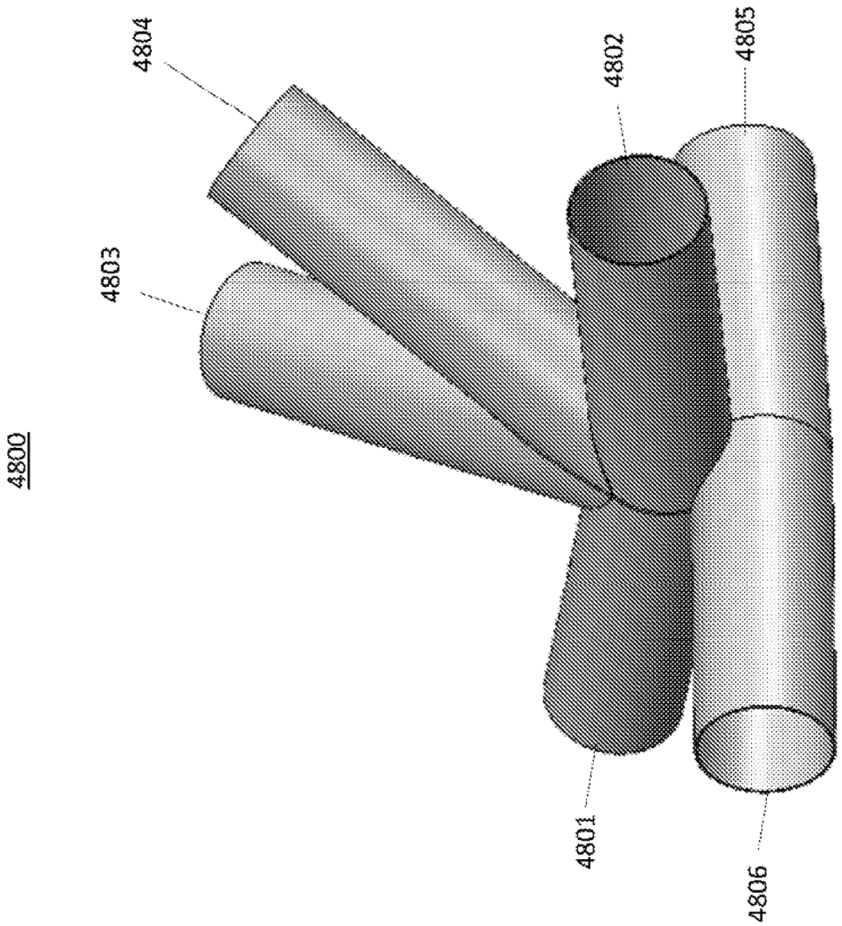


FIGURA 48B

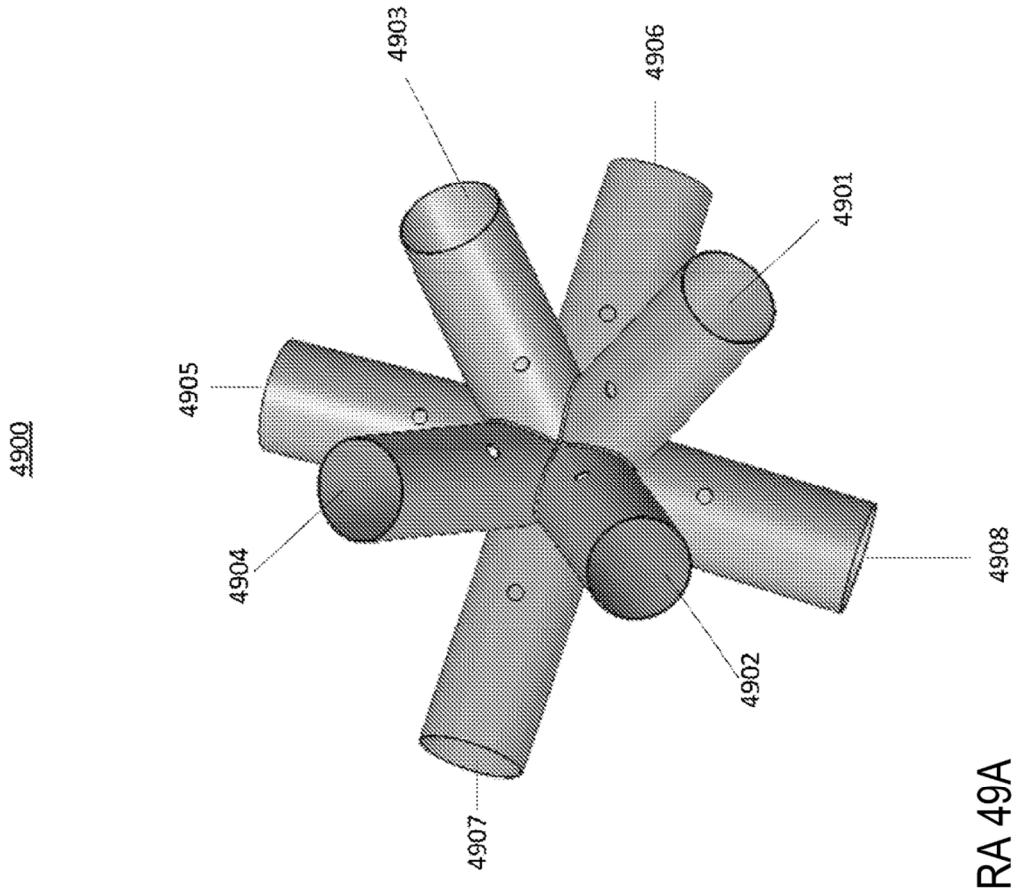


FIGURA 49A

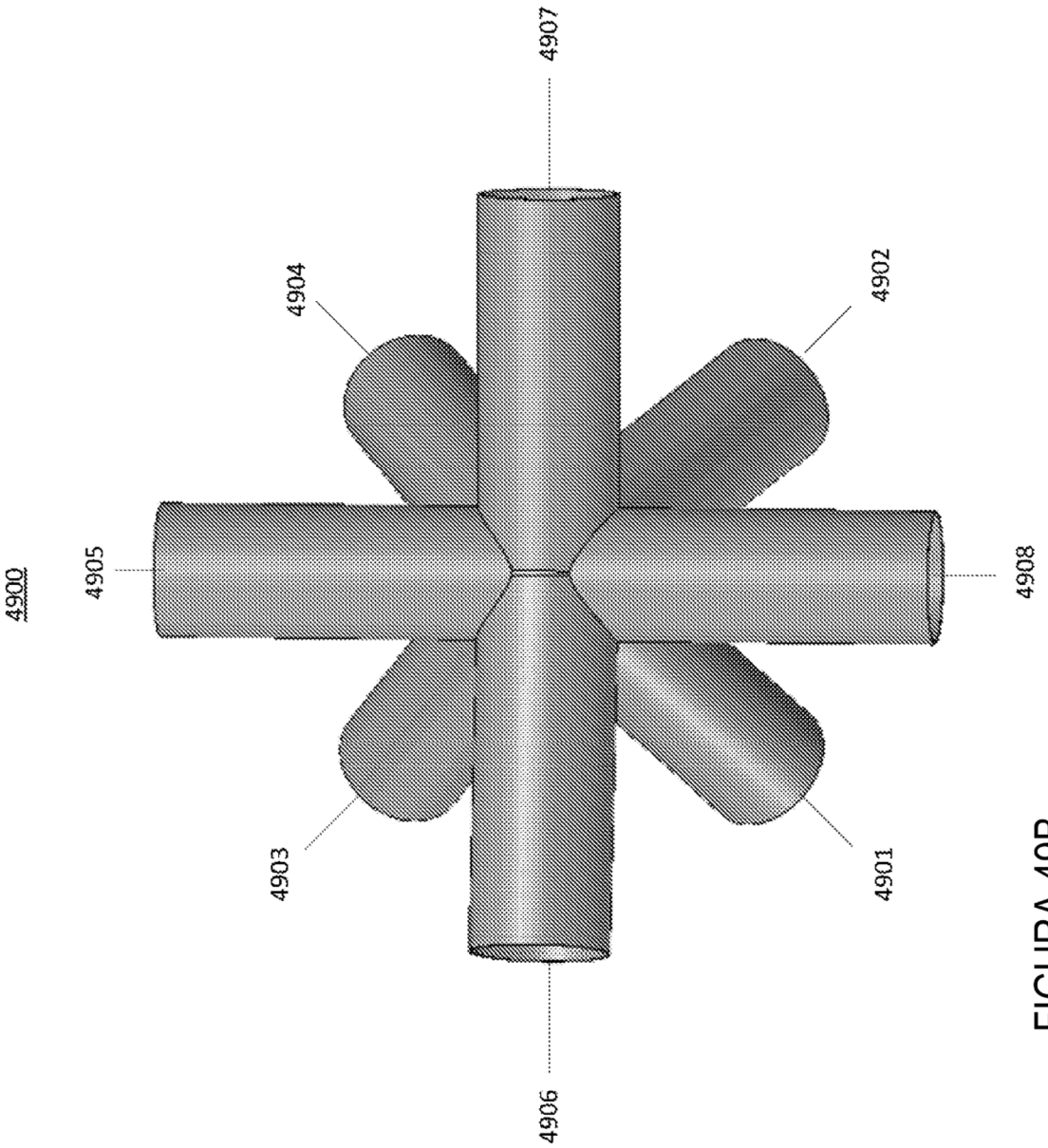


FIGURA 49B

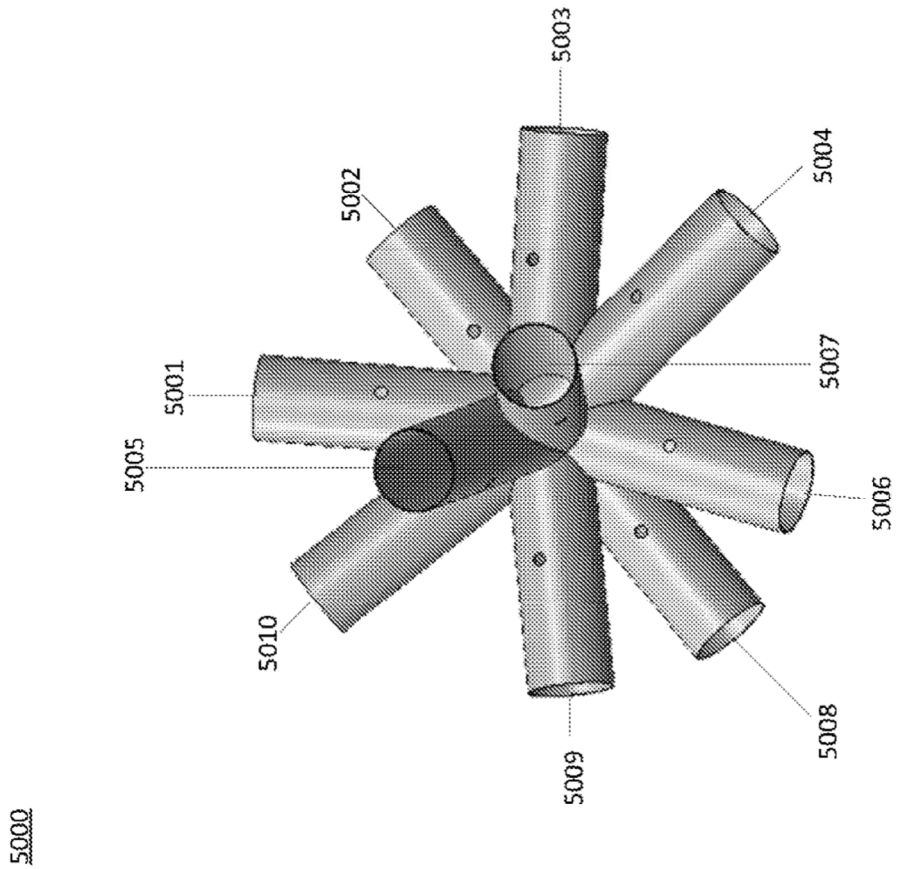


FIGURA 50

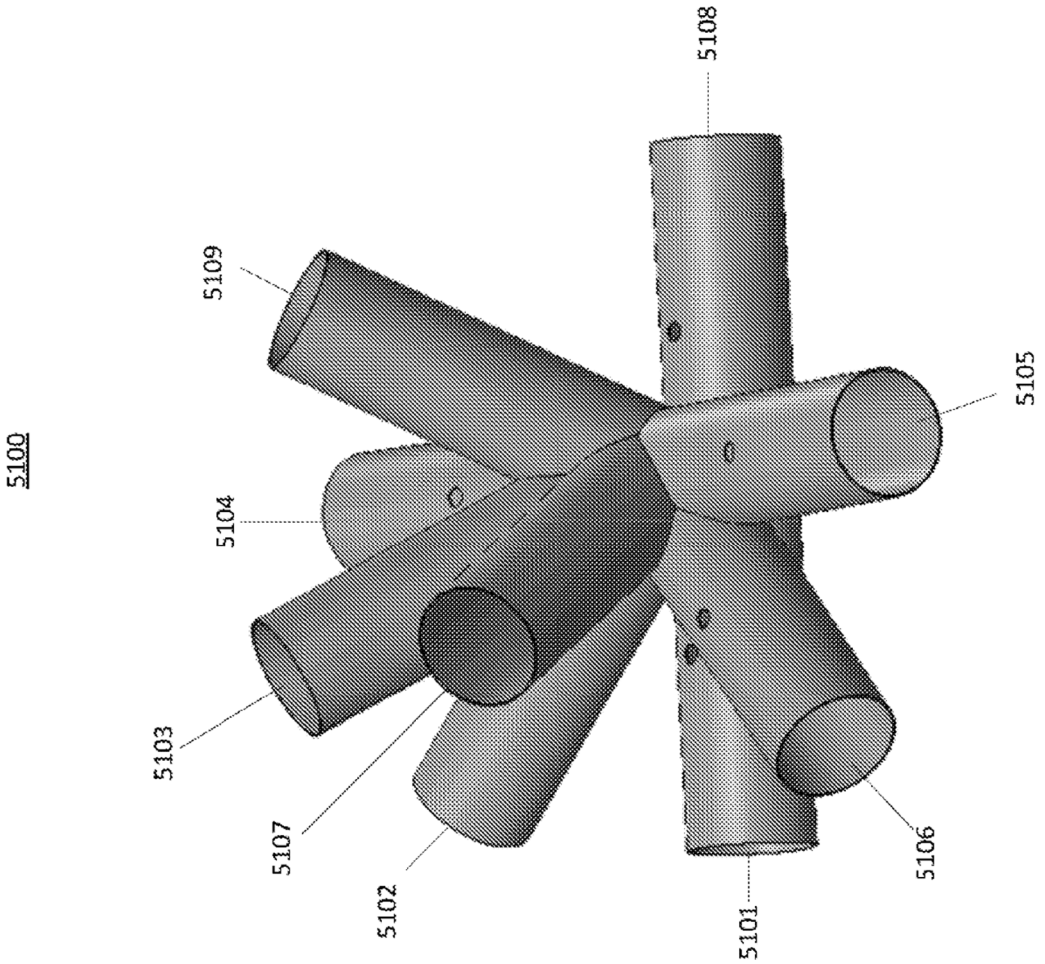


FIGURA 51A

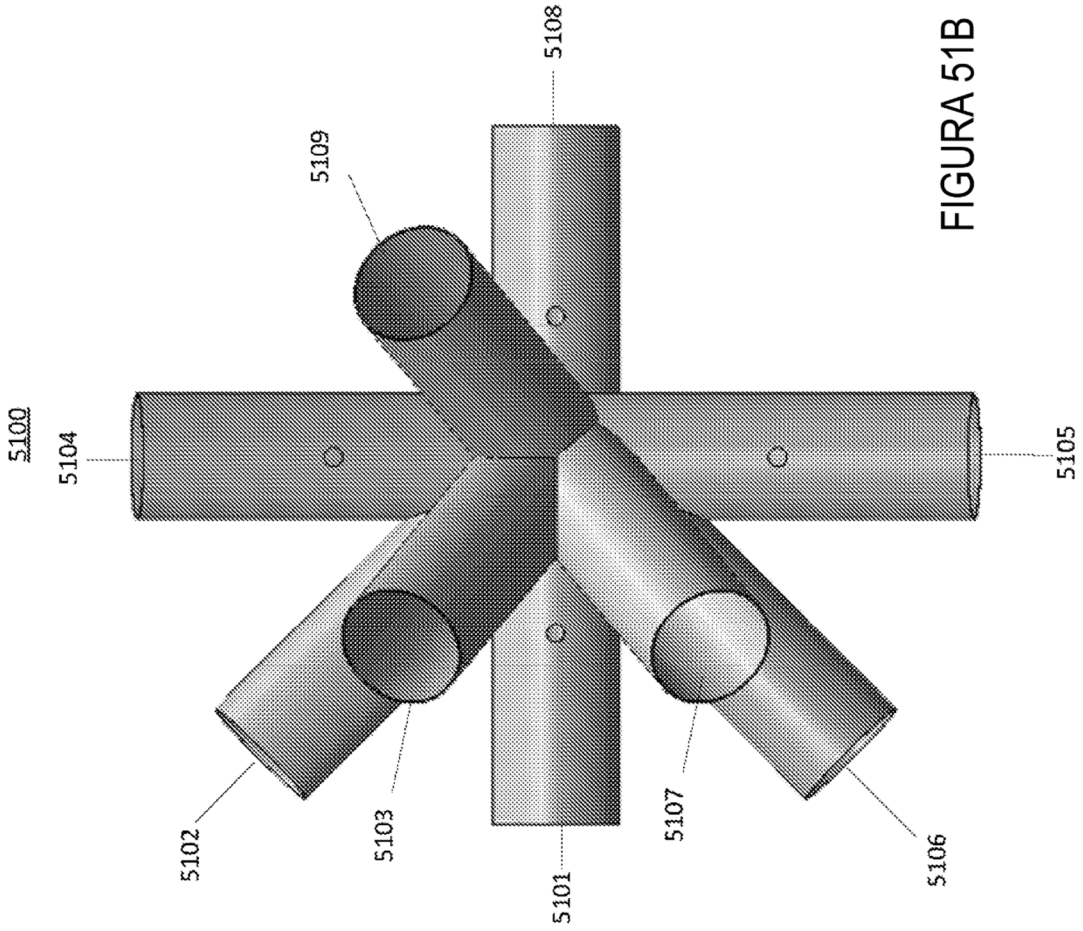


FIGURA 51B

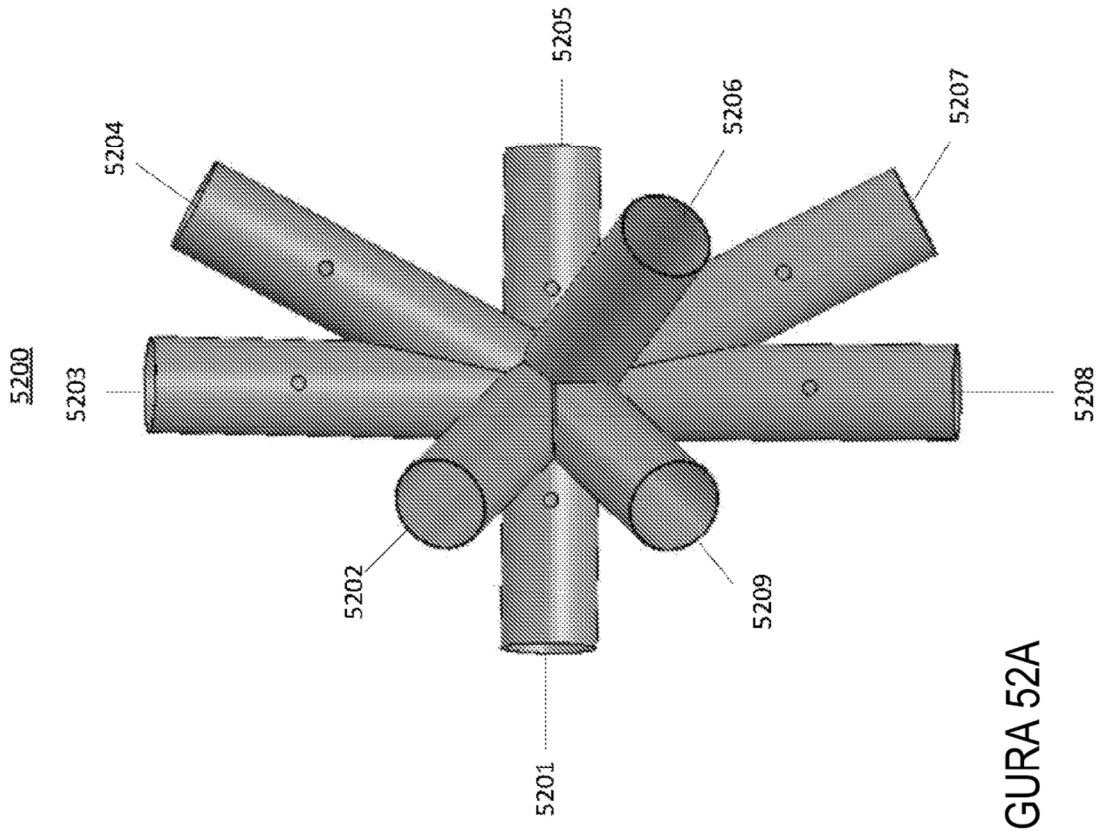


FIGURA 52A

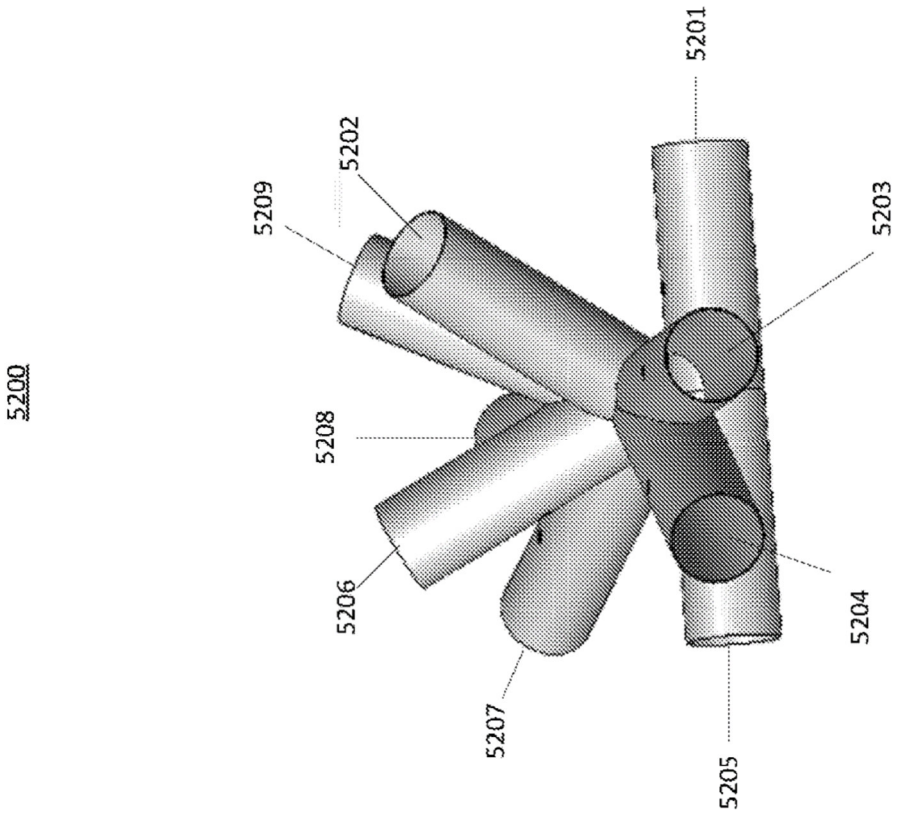


FIGURA 52B

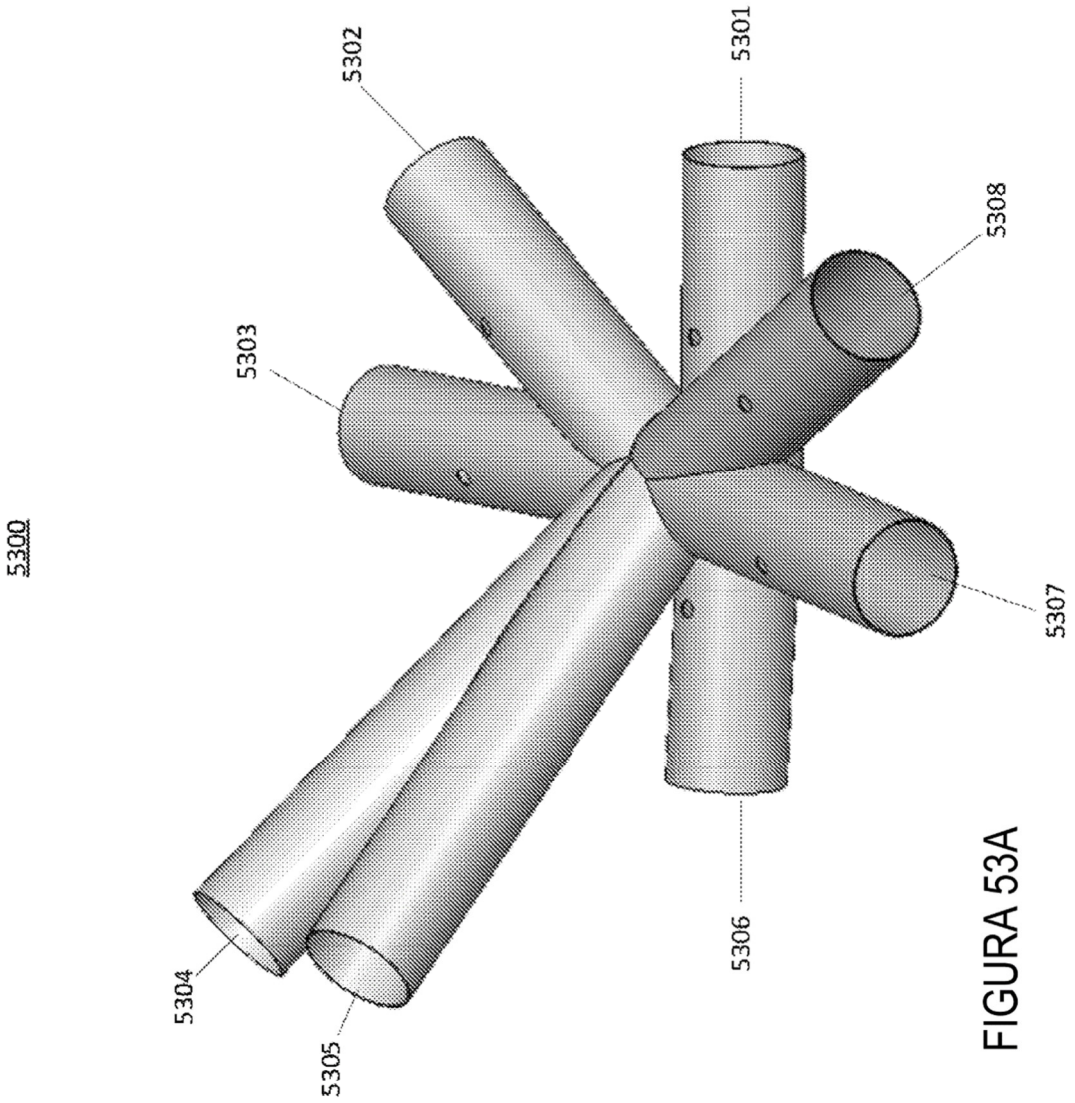


FIGURA 53A

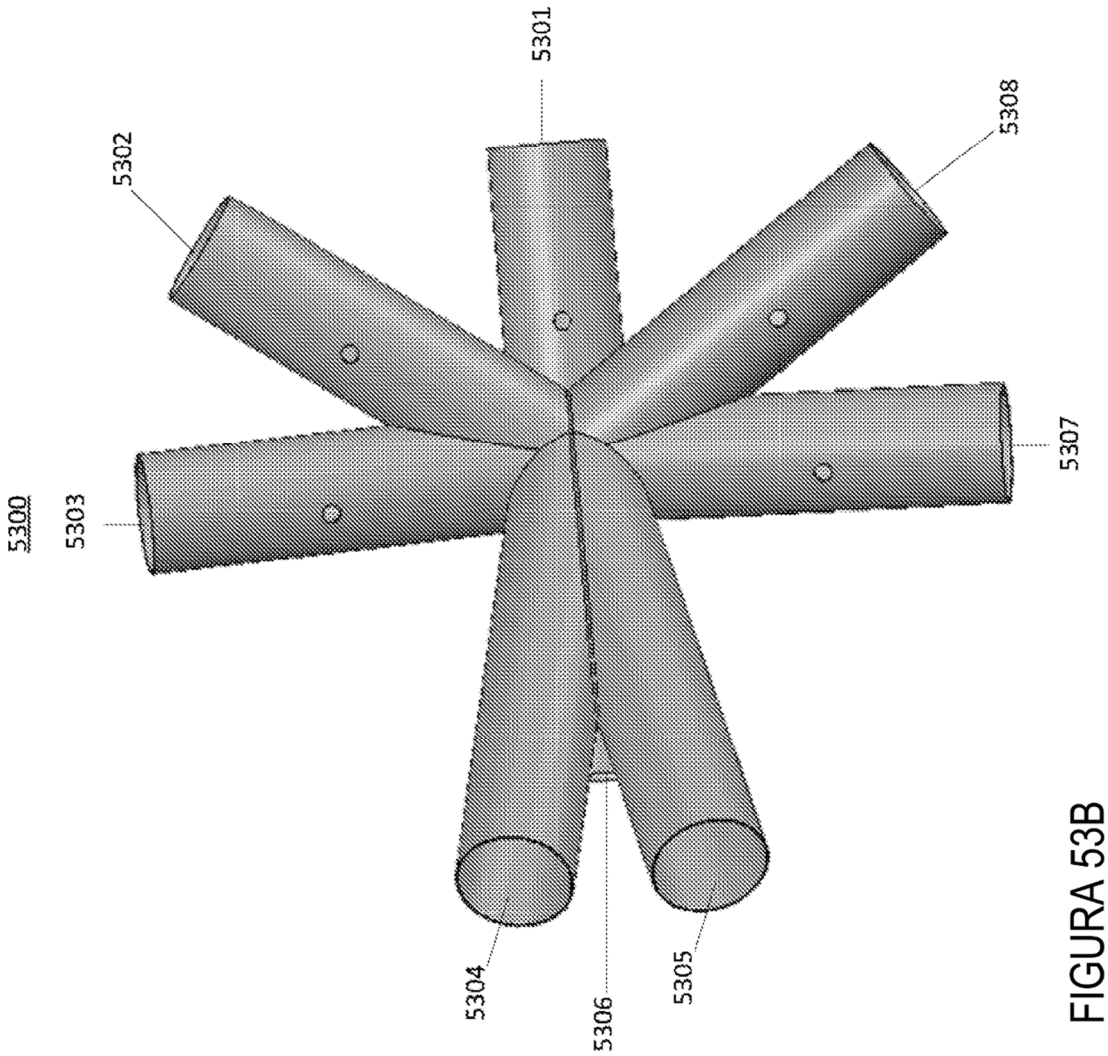


FIGURA 53B

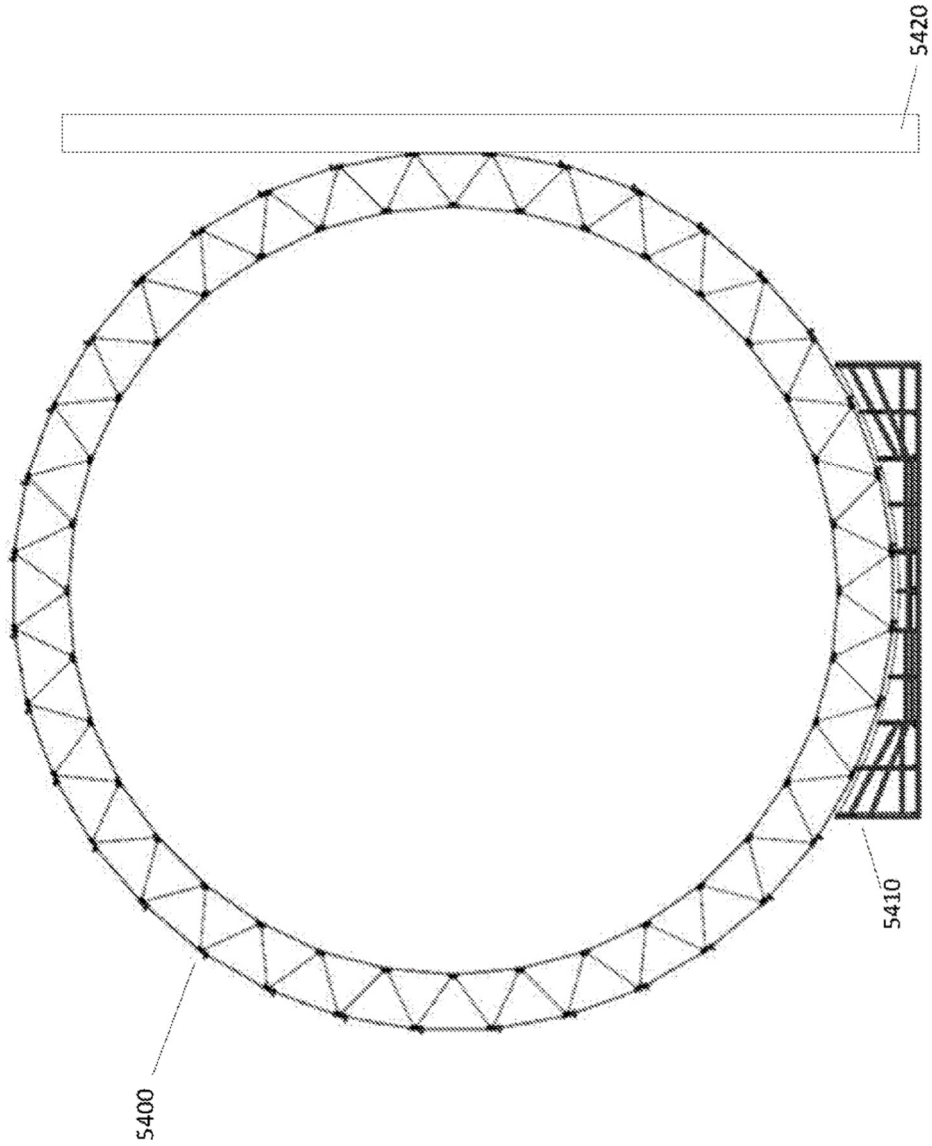


FIGURA 54

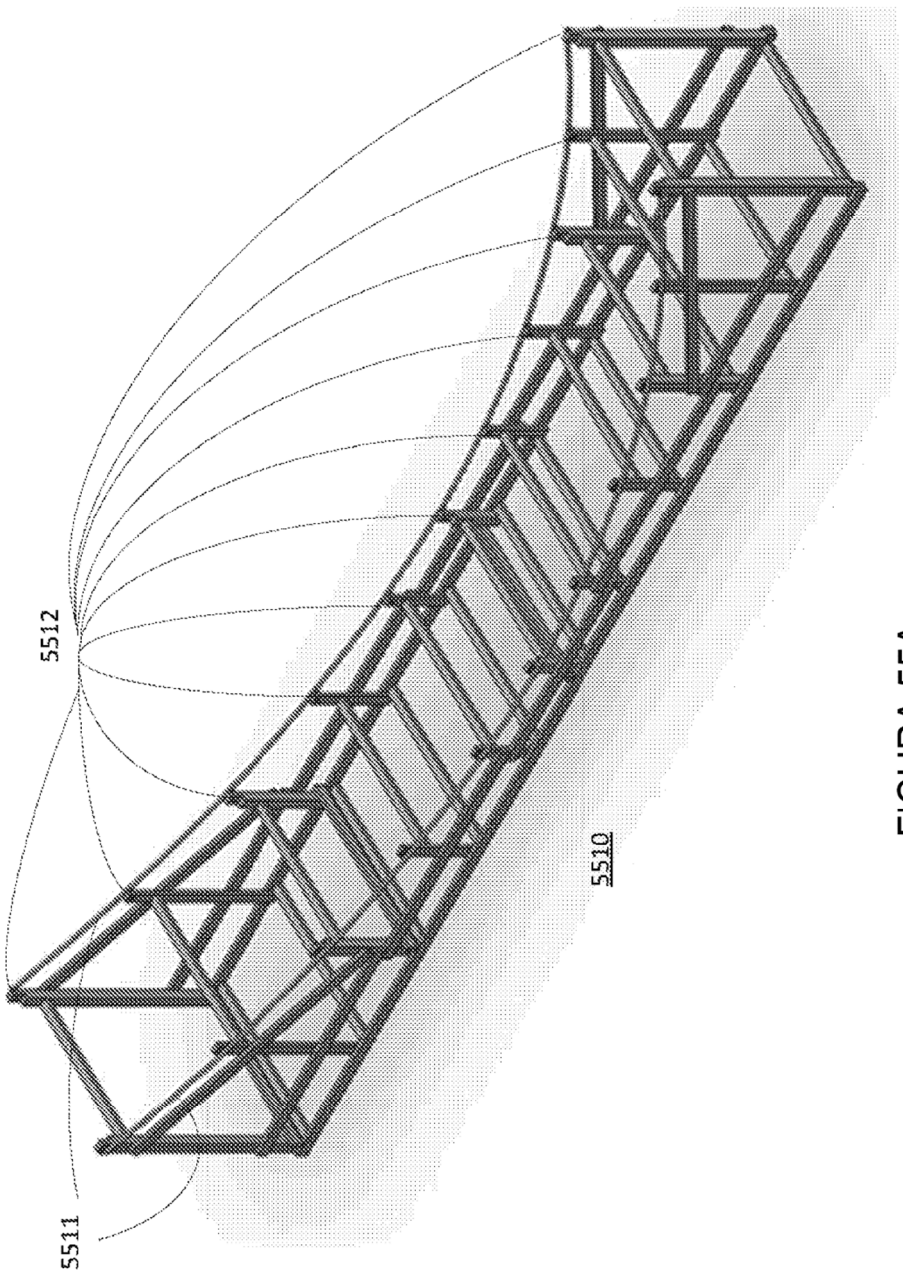


FIGURA 55A

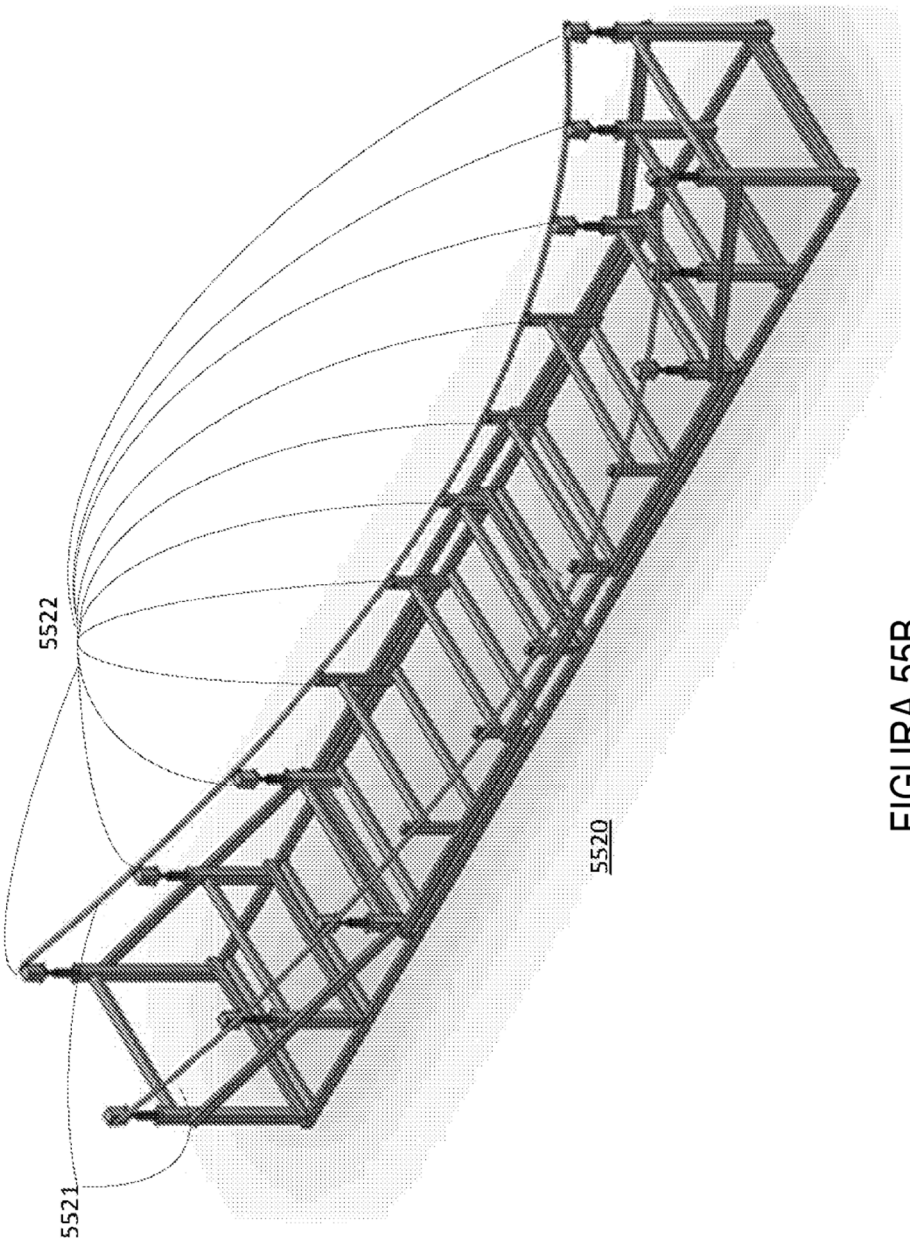


FIGURA 55B

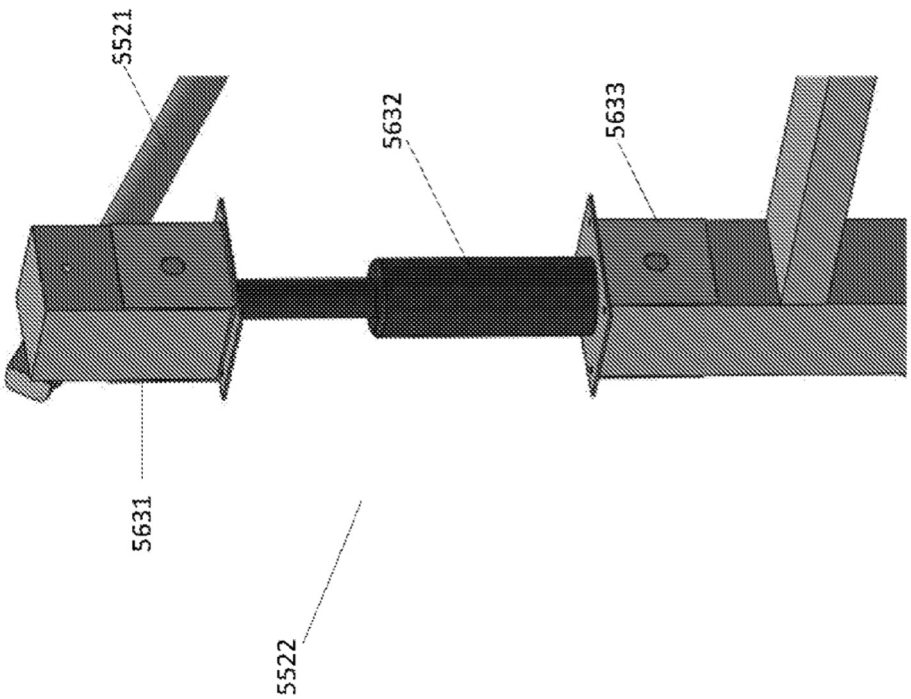


FIGURA 56

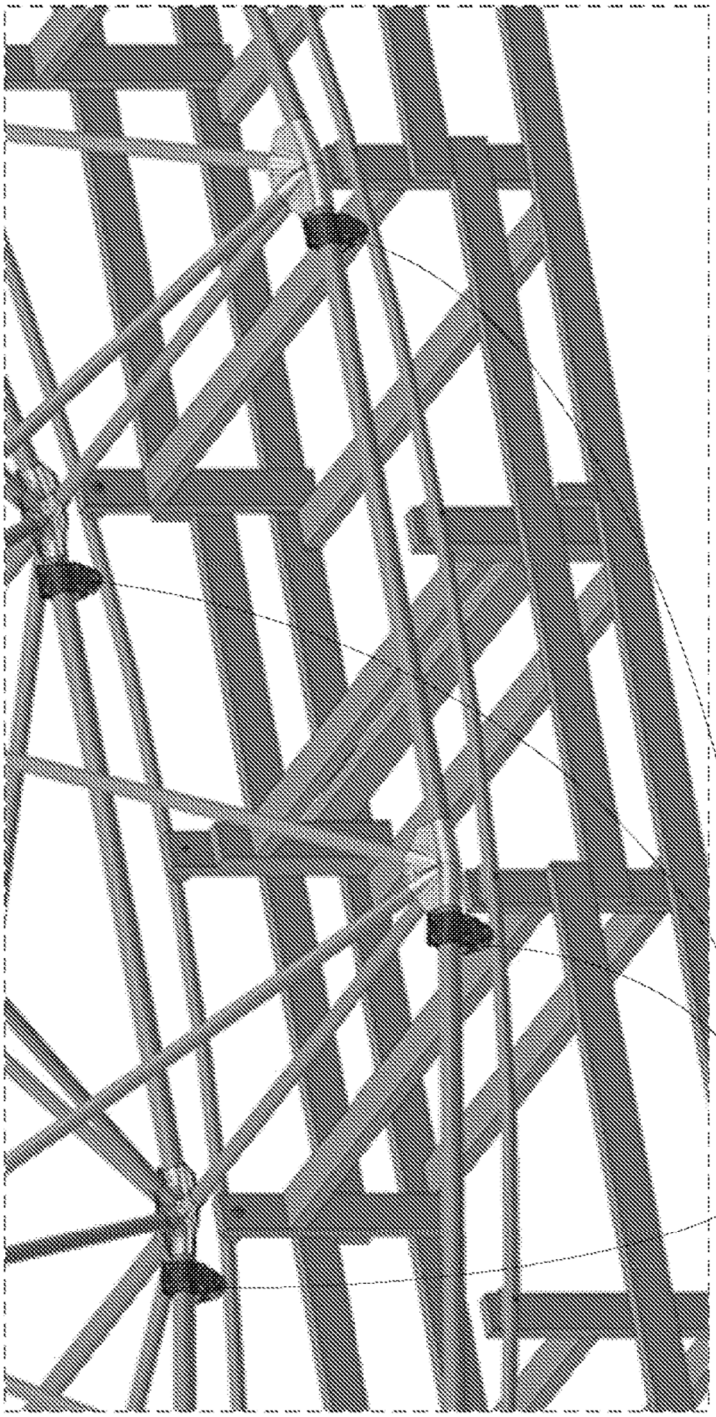


FIGURA 57A

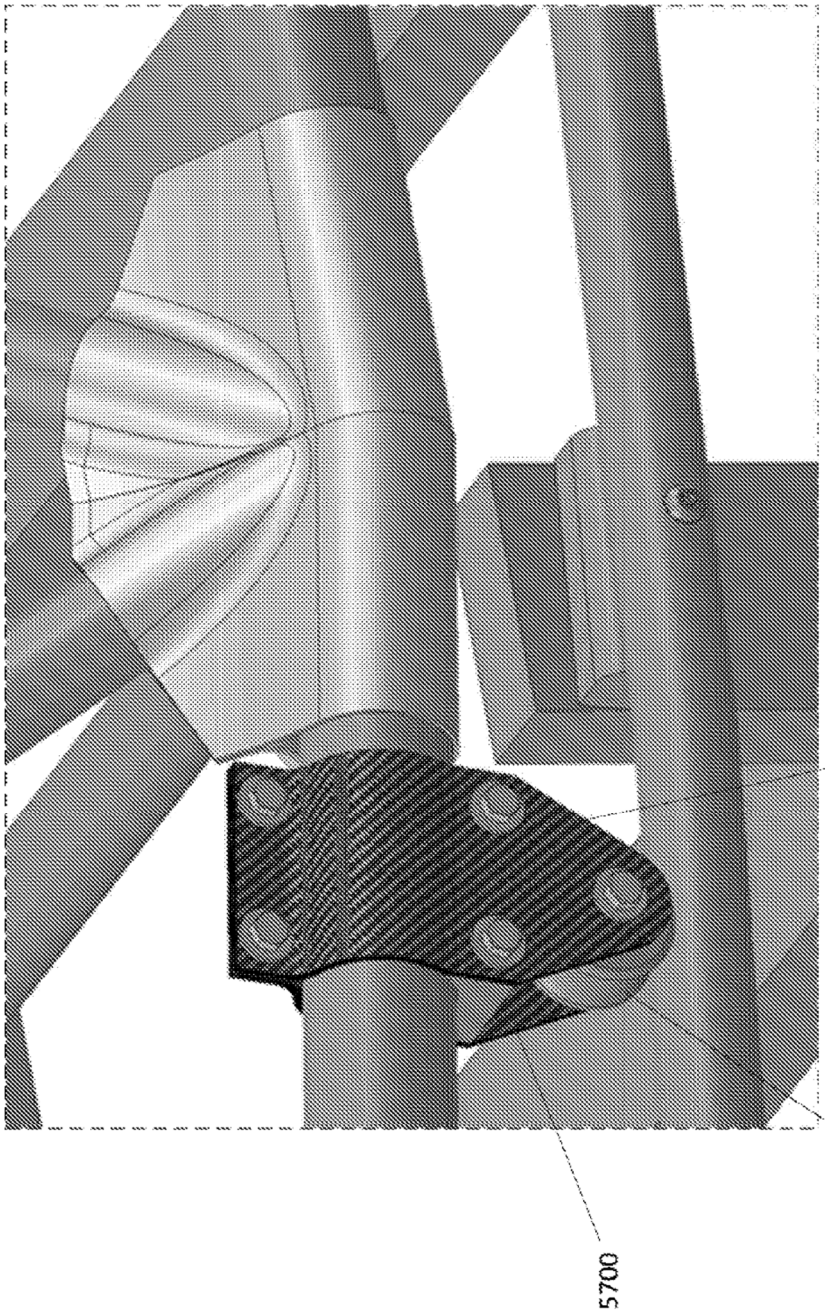


FIGURA 57B