

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 994 257**

51 Int. Cl.:

B64B 1/08 (2006.01)

B64F 5/10 (2007.01)

F16B 7/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **11.10.2018 E 22206140 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **25.09.2024 EP 4151518**

54 Título: **Procedimientos y aparato para la construcción de 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:
20.01.2025

73 Titular/es:

LTA RESEARCH AND EXPLORATION, LLC
(100.00%)
555 Bryant Street, 376
Palo Alto, CA 94301, US

72 Inventor/es:

BRIN, SERGEY;
WESTON, ALAN;
YANG YANG, FAN;
KEPLEY, KYLE;
AMEZQUITA, RICARDO y
HAN, TSU

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 994 257 T3

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

DESCRIPCIÓN

Procedimientos y aparato para la construcción de dirigibles

5 SECTOR TÉCNICO

La presente divulgación se refiere a aparatos para construir dirigibles o aeronaves más ligeras que el aire.

ANTECEDENTES

10

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

15

El documento de patente estadounidense US 2008/256776 A 1 da a conocer un dispositivo de montaje para soportar una sección de fuselaje de una aeronave o nave espacial en una posición de montaje ajustable, con por lo menos un arco de refuerzo para reforzar de forma desmontable la sección de fuselaje y un soporte giratorio que soporta de forma giratoria el por lo menos un arco de refuerzo. En su lado exterior, el arco de refuerzo presenta una superficie de rodadura que, junto con otros arcos de refuerzo correspondientes, define la superficie lateral de un cilindro con un eje. Una superficie de rodadura reposa sobre un total de cuatro rodillos que están montados de forma giratoria sobre un soporte de rodillos.

20

25 RESUMEN DE FORMAS PARTICULARES DE PRESENTACIÓN

Las formas de presentación descritas en este documento se refieren a una plantilla según la reivindicación 1.

30

Las formas de presentación descritas en el presente documento permiten construir un dirigible en tierra, mejorando así la seguridad, la velocidad y el coste de la construcción. En formas particulares de presentación, se pueden fijar ruedas desmontables en la superficie exterior de un bastidor principal, que puede ser circular, a medida que éste se construye. El bastidor principal parcialmente ensamblado se puede colocar entonces sobre una plantilla semicircular, con las ruedas fijadas apoyadas en la plantilla. Dicha configuración permite así que el bastidor principal gire a medida que lo ensamblan los trabajadores en tierra sin someter a los trabajadores a riesgos innecesarios.

35

Las formas de presentación descritas en el presente documento son sólo ejemplos, y el alcance de esta divulgación se encuentra limitado únicamente por las reivindicaciones adjuntas. Las formas particulares de presentación pueden incluir todos, algunos o ninguno de los componentes, elementos, características, funciones, operaciones o pasos o etapas de formas de presentación descritas anteriormente. Las dependencias o referencias en las reivindicaciones adjuntas se eligen únicamente por razones formales.

40

No obstante, también puede reivindicarse cualquier materia que resulte de una referencia deliberada a reivindicaciones anteriores (en particular, dependencias múltiples).

45 DESCRIPCIÓN RESUMIDA DE LOS DIBUJOS

La Figura 1 ilustra un ejemplo de una estructura de un dirigible rígido.

La Figura 2A ilustra un ejemplo de una estructura principal de un dirigible rígido.

La Figura 2B ilustra un ejemplo de un segmento de casco de un dirigible rígido.

50

La Figura 3A ilustra un ejemplo de una parte de la estructura principal 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 en donde un bastidor principal intersecta una pasarela.

55

Las FIGURAS 4A-C ilustran un ejemplo de la estructura piramidal de un bastidor principal.

Las FIGURAS 5A-B ilustran un ejemplo de una junta de vértice utilizada para construir la estructura piramidal de un bastidor principal.

Las FIGURAS 6A-C ilustran un ejemplo de una configuración isométrica de moldes y componentes de la junta de vértice de un bastidor principal fabricada utilizando los moldes.

60

Las FIGURAS 7A-F ilustran ejemplos de moldes utilizados para fabricar la junta del vértice de un bastidor principal.

Las FIGURAS 8A-8C ilustran ejemplos de configuraciones isométricas de moldes utilizados para la fabricación de la junta del vértice de un bastidor principal.

Las FIGURAS 9A-E ilustran un ejemplo de una junta de base utilizada para construir la estructura piramidal de un bastidor principal.

65

Las FIGURAS 10A-D ilustran un ejemplo de una configuración isométrica de moldes y componentes de la junta de

base de un bastidor principal fabricada utilizando los moldes.

Las FIGURAS 11A-F ilustran ejemplos de moldes utilizados para fabricar la junta de base de un bastidor principal.

Las FIGURAS 12A-D ilustran ejemplos de configuraciones isométricas de moldes utilizados para fabricar la junta de base de un bastidor principal.

5 Las FIGURAS 13A-B ilustran un ejemplo de una junta de vértice utilizada para construir la estructura piramidal de una pasarela.

Las FIGURAS 14A-F ilustran ejemplos de moldes utilizados para fabricar la junta de vértice de una pasarela.

Las FIGURAS 15A-15G ilustran un ejemplo de una junta de base de la estructura piramidal de una pasarela.

10 Las FIGURAS 16A-16B ilustran un ejemplo de moldes utilizados para fabricar una pieza de base y geodésica de una junta de base de la estructura piramidal de una pasarela.

Las FIGURAS 17A-17B ilustran un ejemplo de moldes utilizados para fabricar una pieza de vértice y geodésica de una junta de base de la estructura piramidal de una 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.

15 Las FIGURAS 20A-20B ilustran un ejemplo de una junta de extensión para una junta de vértice de la estructura piramidal de un bastidor principal.

La Figura 21 ilustra una vista ampliada de un ejemplo de una junta de extensión para una junta de vértice de la estructura piramidal de un bastidor principal.

20 Las FIGURAS 22A-22B ilustran un ejemplo de moldes utilizados para fabricar una pieza superior de una junta de extensión para una junta de vértice de la estructura piramidal de un bastidor principal.

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 vértice de la estructura piramidal de un bastidor principal.

Las FIGURAS 24A-24C ilustran un ejemplo de una junta de extensión de bastidor principal a pasarela y geodésica unida a la junta de base de un bastidor principal.

25 La Figura 25 ilustra una vista ampliada de un ejemplo de una junta de extensión de bastidor principal a pasarela y geodésica.

Las FIGURAS 26A-26B ilustran un ejemplo de una pieza de vértice de una junta de extensión de bastidor principal a pasarela y geodésica.

30 Las FIGURAS 27A-27B ilustran un ejemplo de moldes utilizados para fabricar una pieza de vértice de una junta de extensión de bastidor principal a pasarela y geodésica.

Las FIGURAS 28A-28B ilustran un ejemplo de una pieza central de una junta de extensión de bastidor principal 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 principal a pasarela y geodésica.

35 Las FIGURAS 30A-30B ilustran un ejemplo de una pieza de base de una junta geodésica de extensión de bastidor principal a pasarela.

Las FIGURAS 31A-31B ilustran un ejemplo de moldes utilizados para fabricar una pieza de base de una junta de extensión de bastidor principal a pasarela y geodésica.

La Figura 32 ilustra una vista ampliada de un ejemplo de una junta de extensión de bastidor principal a geodésica.

40 Las FIGURAS 33A-33B ilustran un ejemplo de una pieza superior de una junta de extensión de bastidor principal a geodésica.

Las FIGURAS 34A-34B ilustran un ejemplo de moldes utilizados para fabricar una pieza superior de una junta de extensión de bastidor principal a geodésica.

45 Las FIGURAS 35A-35B ilustran un ejemplo de una pieza inferior de una junta de extensión de bastidor principal a geodésica.

Las FIGURAS 36A-36B ilustran un ejemplo de moldes utilizados para fabricar una pieza inferior de una junta de extensión de bastidor principal a geodésica.

La Figura 37A ilustra un ejemplo de estructura de un dirigible rígido.

La Figura 37B ilustra una forma de presentación de un bastidor principal.

50 La Figura 38 ilustra un ejemplo de vista en perspectiva de una parte de un bastidor principal.

La Figura 39A ilustra un ejemplo de vista superior de una porción de una estructura geodésica alternativa.

La Figura 39B ilustra una forma alternativa de presentación de una parte de la estructura del casco en donde un bastidor principal intersecta una pasarela.

55 Las FIGURAS 40A-40B ilustran diferentes perspectivas de una forma alternativa de presentación de una junta de vértice utilizada para construir la estructura piramidal de un bastidor principal.

Las FIGURAS 41A-41B ilustran diferentes perspectivas de una forma alternativa de presentación de una junta de bastidor principal a base geodésica utilizada para construir la estructura piramidal de un bastidor principal.

La Figura 42 ilustra una forma alternativa de presentación de una junta de vértice utilizada para construir la estructura piramidal de una pasarela.

60 Las FIGURAS 43A-43B ilustran diferentes perspectivas de una forma de presentación de una junta de pasarela a la base geodésica de la estructura piramidal de una pasarela.

La Figura 44 ilustra una forma alternativa de presentación de una junta geodésica de 6 vías.

Las FIGURAS 45A-45B ilustran diferentes perspectivas de una forma de presentación de una junta de base de la pasarela al bastidor principal.

65 Las FIGURAS 46A-46B ilustran diferentes perspectivas de una forma de presentación de una junta de bastidor

principal a la pasarela de base geodésica.

Las FIGURAS 47A-47B ilustran diferentes perspectivas de una forma de presentación de una junta de base de la estructura piramidal de una pasarela.

Las FIGURAS 48A-48B ilustran diferentes perspectivas de una forma de presentación de una junta de bastidor principal a base geodésica.

Las FIGURAS 49A-49B ilustran diferentes perspectivas de una forma de presentación de una junta de vértice de pasarela a bastidor principal.

La Figura 50 ilustra una forma de presentación de una junta de bastidor principal a geodésica.

Las FIGURAS 51A-51B ilustran diferentes perspectivas de una forma de presentación de una junta de base de bastidor principal con nueve acanaladuras de conector.

Las FIGURAS 52A-52B ilustran diferentes perspectivas de una forma de presentación de una junta de bastidor principal a base geodésica.

Las FIGURAS 53A-53B ilustran diferentes perspectivas de una forma de presentación de una junta de bastidor principal a base geodésica con ocho acanaladuras de conector.

La Figura 54 ilustra una forma de presentación de un bastidor principal ensamblado en una plantilla del tipo c

Las FIGURAS 55A-55B ilustran formas de presentación de una plantilla del tipo "montaña rusa".

La Figura 56 ilustra una forma de presentación de una estructura de soporte ajustable para la plantilla "montaña rusa"

Las FIGURAS 57A-57B ilustran una forma de presentación de ruedas desmontables para un bastidor principal para interactuar con una plantilla de montaña rusa.

DESCRIPCIÓN DE EJEMPLOS DE FORMAS DE PRESENTACIÓN

Las formas particulares de presentación descritas en este documento se refieren de una forma general a la construcción y el diseño de componentes utilizados para construir dirigibles rígidos o semirrígidos. La Figura 1 ilustra un ejemplo de la estructura 100 de un dirigible rígido. La estructura 100 puede comprender una sección de la pasarela 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 bastidores transversales principales o batidores principales 140. En formas particulares de presentación, cada bastidor principal 140 es circular. En formas particulares de presentación, los bastidores principales 140 pueden interconectarse mediante pasarelas longitudinales 150. En formas particulares de presentación, los cables (por ejemplo, que pueden construirse utilizando fibra Vectran o cualquier otro material adecuado con características adecuadas de resistencia y flexibilidad) conectan puntos en la circunferencia interna de cada bastidor principal 140 y pueden seccionar físicamente el casco 110 en múltiples segmentos. Los segmentos pueden utilizarse para alojar bolsas de aire individuales que contengan gas de elevación (por ejemplo, helio).

Figura 2A ilustra un ejemplo de bastidor principal 140. El bastidor principal 140 puede comprender una porción exterior 210 y una porción interior 220. En formas particulares de presentación, el bastidor principal 140 se puede construir utilizando estructuras piramidales 250. Cada estructura piramidal 250 puede tener una base y un vértice. En formas particulares de presentación, las estructuras piramidales 250 pueden configurarse de modo que sus vértices apunten hacia el centro de bastidor principal 140 y sus bases miran hacia afuera. En tal tipo de configuración, la porción exterior 210 del bastidor principal 140 está formado por los conectores que forman las bases de las estructuras piramidales 250, y la porción interior 220 del bastidor principal 140 está formada por los conectores que unen los vértices 270 de dichas estructuras piramidales 250.

La Figura 2B ilustra un segmento de casco de ejemplo 280. En formas particulares de presentación, el segmento de casco 280 puede ser sustancialmente cilíndrico. Cada abertura del segmento de casco cilíndrico 280 puede construirse utilizando un bastidor principal 140. En formas particulares de presentación, las pasarelas 285 pueden conectar los bastidores principales 140. Se puede utilizar cualquier número de pasarelas 285 (por ejemplo, una, dos, cuatro, cinco, ocho, etc.). Por ejemplo, si se utilizan cuatro pasarelas 285, éstos pueden estar espaciados uniformemente a lo largo de la circunferencia de un bastidor principal 140. En formas particulares de presentación, cada pasarela puede construirse utilizando estructuras piramidales. Las estructuras piramidales de la pasarela 285 pueden ser similares a las utilizadas para construir bastidores principales 140, pero diferentes, por el hecho de que las estructuras piramidales 285 de la pasarela pueden formar una estructura sustancialmente recta (por ejemplo, las bases de las 285 estructuras piramidales de la pasarela están en el mismo plano), mientras que las estructuras piramidales del bastidor principal 140 puede formar una estructura circular. En formas particulares de presentación, los dos bastidores principales 140 del segmento de casco 280 pueden estar posicionados en paralelo y alineados de acuerdo con sus respectivas estructuras piramidales. En esta disposición, cada par de estructuras piramidales correspondientes en los dos bastidores principales 140, pueden conectarse. En el ejemplo que se muestra en la Figura 2B, una serie de conectores longitudinales 290 puede conectar las juntas de base internas de cada estructura piramidal en un bastidor principal con las juntas de base internas correspondientes en el otro bastidor principal. En formas particulares de presentación, los conectores longitudinales 290 las estructuras con patrón X, 295, pueden formar estructuras geodésicas para crear paredes para el casco 280.

La Figura 3A ilustra un ejemplo de vista en perspectiva de una parte de un bastidor principal 140. En formas particulares de presentación, cada estructura piramidal 250 utilizada para la construcción del bastidor principal 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 vértice (por ejemplo, 305) que forma el vértice de dicha pirámide. En formas particulares de presentación, los conectores o varillas pueden conectar las juntas para formar una estructura piramidal 250. Por ejemplo, la base de una pirámide puede estar formada por un conector 311 conectando las juntas de base 301 y 302, al conector 312 conectando las juntas de base 302 y 303, al conector 313 conectando las juntas de base 303 y 304, y un conector 314 conectando juntas de base 304 y 301. Los lados de la pirámide 250a, pueden estar formados por conectores 315, 316, 317 y 318 que conectan la junta de vértice 305 a las juntas de base 301, 302, 303 y 304, respectivamente. En formas particulares de presentación, el bastidor principal 140 se puede construir utilizando estructuras piramidales adyacentes 250. Por ejemplo, entre dos pirámides adyacentes 250, un conector (por ejemplo, 314) puede ser compartido entre las bases de las dos pirámides 250a y 250b. En una configuración de este tipo, dos pirámides adyacentes pueden compartir un conector de base y dos juntas de base correspondientes. Por ejemplo, la Figura 3A muestra las juntas base 301 y 304 y su conector 314 siendo compartido por las dos pirámides marcadas 250a y 250b. En formas particulares de presentación, las juntas de vértice (por ejemplo, 305 y 355) de pirámides adyacentes (por ejemplo, 250a y 250b, respectivamente) pueden estar conectadas por un conector de vértice 320. En formas particulares de presentación, el patrón estructural de las estructuras piramidales interconectadas 250 descritas anteriormente, se repiten, a través de la totalidad de bastidor principal 140. En formas particulares de presentación, las juntas pueden estar configuradas para crear un bastidor principal circular 140. Por ejemplo, la junta de vértice 305 puede configurarse de modo que sus acanaladuras para recibir vértice a vértice conectores de vértice 320 y 321 pueden estar en ángulo entre sí para formar una esquina de un polígono que se aproxima al interior de un bastidor principal circular 140. De manera similar, cada una de las juntas de base (por ejemplo, 301-304) puede configurarse de modo que sus dos acanaladuras para recibir conectores de base que forman lados respectivos de pirámides adyacentes puedan estar en ángulo entre sí para formar una esquina de un polígono que se aproxima a un exterior de un bastidor principal circular 140. Por ejemplo, la junta de base 301 puede configurarse de forma que los conectores 311 y 361 forman una esquina de un polígono de 36 lados. A continuación, se ofrecen más detalles sobre las configuraciones de las uniones.

En formas particulares de presentación, los conectores (por ejemplo, 311-318, 320 y 321) pueden construirse utilizando un compuesto de capas de fibra de carbono intercaladas con otro material de núcleo, como Nomex® en forma de panel o cualquier otro material adecuado con una alta relación resistencia-peso. Por ejemplo, un conector puede ser cilíndrico con un centro cilíndrico hueco (en otras palabras, puede ser un tubo). Las superficies exterior e interior del conector cilíndrico hueco pueden estar hechas de capas de fibra de carbono, que pueden utilizar materiales de núcleo intercalados como Nomex® en forma de panel. En formas particulares de presentación, 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 compuesto de fibra de carbono puede tener aproximadamente de 30 mm a 400 mm de diámetro. En formas particulares de presentación, se puede fabricar un conector compuesto infundiendo las capas de fibra de carbono con resina epoxi y colocando las capas en forma de sándwich alrededor de Nomex® en forma de panel. El material colocado en sándwich puede luego envolver 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 un peso extremadamente ligero.

La Figura 3B ilustra un ejemplo de vista en perspectiva de una parte de una pasarela 285. Al igual que el bastidor principal 140, la pasarela 285, en formas particulares de presentación, se pueden construir utilizando estructuras piramidales interconectadas. Una de las estructuras piramidales 398 ilustradas, tiene una articulación en el vértice 375 y una base con juntas de base 371, 372, 373 y 374. La junta de vértice 375 puede estar conectada a las juntas de vértice de las dos estructuras piramidales adyacentes a través de conectores 380 y 381, respectivamente. Las cuatro juntas de base 371-374 pueden estar interconectadas a través de los conectores 391-394, tal como se ilustra. La junta de vértice 375 y las juntas de base 371-374 pueden estar configuradas para formar una estructura de pasarela recta 285. Por ejemplo, la junta (articulación) del vértice 375 puede configurarse de modo que sus acanaladuras para recibir los conectores vértice a vértice 380 y 381 pueden estar alineadas para formar una línea recta. De manera similar, cada una de las juntas de base 371-374 puede estar configurada de modo que sus dos acanaladuras para recibir conectores de base que forman lados correspondientes de las pirámides adyacentes estén alineadas para formar una línea recta (por ejemplo, la junta de base 372 puede estar configurada de modo que los conectores 391 y 395 formen una línea recta).

La Figura 3C ilustra un ejemplo de vista superior de una porción de una estructura geodésica 399. Como se ha comentado anteriormente los bastidores principales 140 pueden estar conectados por conectores longitudinales 290. En formas particulares de presentación, dos juntas de base de los bastidores principales 140 pueden estar conectados por un solo conector longitudinal 290 que se extiende a través de una serie de juntas geodésicas, como las juntas geodésicas de 6 vías 330. Alternativamente, dos juntas de base pueden estar conectadas por una serie de conectores longitudinales conectados por juntas para formar una línea sustancialmente recta. En formas particulares de presentación, la junta geodésica de 6 vías 330 puede tener seis aberturas de acanaladura de conector. Dos de las acanaladuras en lados opuestos de la junta 330 pueden formar un canal a través del cual puede pasar un conector longitudinal 290. Las otras cuatro acanaladuras de conector de la junta geodésica de 6 vías 330 pueden estar configuradas para conectarse a cuatro juntas geodésicas de 4 vías 335, respectivamente, para formar la estructura geodésica. En formas particulares de presentación, 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 puede estar configurado para conectar dos conectores longitudinales vecinos 290. En formas particulares de presentación, los extremos de una estructura geodésica 399 pueden estar conectados a las juntas de interfaz 339. En formas particulares de presentación, una junta de interfaz 339 puede configurarse para tener tres acanaladuras de conector tal como se muestra en la Figura 3C. En formas particulares de presentación, la junta de interfaz 339 puede comprender una extensión de bastidor principal a geodésica (por ejemplo, la Figura 32) con una superficie de interfaz configurada para envolver la superficie exterior de una junta de base (por ejemplo, 301) de un bastidor principal 140. En formas particulares de presentación, se pueden utilizar adhesivos u otros medios de fijación (por ejemplo, tornillos) para fijar la extensión de bastidor principal a geodésica a la junta de base 301 del bastidor principal 140.

La Figura 3D ilustra un ejemplo de una parte de la estructura del casco que se muestra en la Figura 2B en donde un bastidor principal 140 (formado en parte por las estructuras piramidales 341, 340 y 342) intersecta una pasarela 285 (formada en parte por la estructura piramidal 343). Volviendo a la Figura 2B, dos bastidores principales 140 pueden estar conectados por uno o más pasarelas 285. En formas particulares de presentación, tanto los bastidores principales 140 como las pasarelas 285 se pueden construir utilizando estructuras piramidales. Así, en la intersección entre un bastidor principal 140 y una pasarela 285, la estructura piramidal 140 del bastidor principal (en adelante denominada "estructura piramidal de intersección del bastidor principal") puede necesitar acanaladuras adicionales para conectarse a o soportar la estructura piramidal 285 de la pasarela (en adelante denominada "estructura piramidal de intersección de la pasarela"). La Figura 3D, por ejemplo, muestra que una estructura piramidal de intersección del bastidor principal 340 puede ser adyacente a tres estructuras piramidales: dos estructuras piramidales de bastidor principal 341 y 342 y una estructura piramidal de intersección de pasarela 343. En formas particulares de presentación, el vértice 349 de la estructura piramidal de intersección del bastidor principal 340 puede tener acanaladuras de conector adicionales para conectarse al vértice de la estructura piramidal de intersección de pasarela 343. En formas particulares de presentación, el vértice 349 de la estructura piramidal de intersección del bastidor principal 340 puede comprender una acanaladura de extensión para una junta de vértice de la estructura piramidal de un bastidor principal, como la que se muestra en las FIGURAS 20A-20B. Además, las juntas de base interiores 359 de la estructura piramidal de intersección del bastidor principal 340 puede tener acanaladuras de conector adicionales para conectarse a (1) el vértice de la estructura piramidal de intersección de pasarela 343, (2) una junta de base de la estructura piramidal de intersección de pasarela, 343, y (3) una junta geodésica de 4 vías 335 de la estructura geodésica. En formas particulares de presentación, las juntas de base interiores 359 de la estructura de estructura piramidal de intersección del bastidor principal 340 puede comprender una extensión de bastidor principal a pasarela y geodésica (por ejemplo, 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 principal 140. La Figura 3D muestra además una junta de base 1500 de una estructura piramidal de pasarela, 343. La descripción de esta junta base 1500 se describe con más detalle con referencia a las FIGURAS 15A-15G.

Las FIGURAS 4A-C ilustran un ejemplo de 140 de un bastidor principal de estructura piramidal 250. La Figura 4A muestra una vista en perspectiva, la Figura 4B muestra una vista superior y Figura 4C muestra una vista lateral. En formas particulares de presentación, la junta de vértice 305 puede estar configurada 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 vértice de pirámides adyacentes, respectivamente. En formas particulares de presentación, una junta de base (por ejemplo, 301, 302, 303 o 304) puede estar compartida por dos pirámides y estar configurada para conectarse a cinco conectores. Uno de los cinco conectores (por ejemplo, 314) puede ser compartido 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) pueden conectarse a los vértices de las dos pirámides adyacentes, respectivamente.

Las FIGURAS 5A y 5B ilustran vistas en perspectiva de un ejemplo de una junta de vértice 305 utilizada para construir una estructura piramidal de un bastidor principal. La Figura 5A es una vista ensamblada y la Figura 5B es una vista en despiece de la junta 305. En formas particulares de presentación, la junta de vértice 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 formas particulares de presentación, la junta de vértice 305 puede comprender una mitad hembra 501 y una mitad macho 502. Las mitades hembra 501 y macho 502 de la junta (articulación) del vértice están configuradas para encajar entre sí, con la mitad hembra 501 envolviendo sustancialmente la mitad macho 502 cuando las dos mitades están ensambladas, como se muestra en la Figura 5A.

En formas particulares de presentación, la junta de vértice ensamblada 305 puede estar configurada para tener acanaladuras para recibir conectores/varillas. Desde la vista en perspectiva que se muestra en la Figura 5A, se muestra una acanaladura 511 para recibir un conector de vértice (por ejemplo, el conector 320 ó 321 que se muestra en la Figura 3A. La acanaladura 511 puede formarse por la separación entre la mitad hembra 501 y la mitad macho 502 cuando se juntan. En formas particulares de presentación, la acanaladura 511 puede estar configurada para recibir y envolver sustancialmente un objeto tubular. En formas particulares de presentación, se puede formar una acanaladura similar 512 para recibir otro conector de vértice en el extremo opuesto de la junta de vértice 305. La

abertura o extremo de dicha acanaladura, que no es visible desde la perspectiva mostrada en la Figura 5A, estaría ubicada en 512. En formas particulares de presentación, las acanaladuras 511 y 512 pueden ser simétricas a través de un plano vertical imaginario que divide la junta del vértice 305 por la mitad a través del centro entre la acanaladura 511 y la acanaladura 512. En formas particulares de presentación, cada una de las acanaladuras 511 y 512 pueden ser sustancialmente cilíndricas. En ciertas formas de presentación en las que se utiliza una estructura piramidal para construir una estructura recta, como una pasarela como se describe a continuación, las acanaladuras cilíndricas de una junta de vértice para recibir conectores de vértice pueden alinearse entre sí para formar una línea recta (en otras palabras, los ejes de las acanaladuras cilíndricas pueden coincidir). Por otro lado, en formas de presentación en las que se utilizan estructuras piramidales para construir un bastidor principal circular, como el que se muestra en la Figura 2, el ángulo exterior (es decir, el ángulo medido desde fuera del cuerpo de la articulación y no a través del cuerpo) entre las dos acanaladuras cilíndricas 511 y 512 (o sus ejes correspondientes) pueden ser menores de 180 grados. El ángulo particular depende de la geometría del bastidor principal. En formas particulares de presentación, un bastidor principal circular puede aproximarse mediante un polígono regular (por ejemplo, un polígono de 36 lados). Como tal, el ángulo entre dos conectores creados por una junta de vértice 305 puede corresponder al ángulo interior de un vértice o esquina del polígono. El ángulo puede depender del número de vértices/esquinas que el polígono pueda tener, según se haya diseñado. Por ejemplo, la suma de los ángulos interiores del polígono puede determinarse en base a la fórmula, $(n-2) \times 180$ grados, en donde n es el número de vértices/esquinas del polígono (la suma de los ángulos exteriores de todos los vértices/esquinas del polígono es de 360 grados). Así, por ejemplo, cada ángulo interior de un polígono regular puede determinarse en base a la fórmula: $((n-2) \times 180) / n$.

En formas particulares de presentación, la junta o articulación del vértice 305 también puede comprender una acanaladura 513 para recibir un conector de vértice a base (por ejemplo, el conector 315 mostrado en la Figura 3A). De una forma similar a la acanaladura del conector de vértice 511, el vértice-a-acanaladura base 513 puede formarse por la separación entre la mitad hembra 501 y la mitad macho 502 cuando se ensamblan. En formas particulares de presentación, la junta de vértice 305 puede tener cuatro de estas acanaladuras de vértice a base para formar una estructura piramidal. Dos de las acanaladuras de vértice a base acanaladuras de base 513 y 514 son visibles en la Figura 5A. Mientras que los otros dos están ocultos a la vista, son simétricos a acanaladuras 513 y 514. Puesto que cada lado de la estructura de la pirámide es un triángulo, el ángulo entre cada par de acanaladuras de vértice 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 de la pirámide deben ser triángulos equiláteros idénticos, entonces el ángulo entre cada par de acanaladuras de vértice a base sería sustancialmente de 60 grados.

En formas particulares de presentación, la mitad hembra 501 y la mitad macho 502 se pueden unir entre sí mediante adhesivos o cualquier otro agente adhesivo adecuado. En formas particulares de presentación, las dos mitades se pueden colocar juntas e insertar con conectores/varillas. En formas particulares de presentación, se pueden utilizar bridas o abrazaderas para aplicar fuerza hacia adentro de modo que las dos mitades se apoyen firmemente entre sí. En formas particulares de presentación, cada acanaladura (por ejemplo, 511, 513, etc.) puede tener uno o más orificios en los que se puede inyectar adhesivo líquido. Por ejemplo, la acanaladura 513 puede tener un orificio en la porción hembra 501 y otro orificio en la porción macho 502. Mientras se colocan las dos mitades juntas con las varillas/conectores insertados, se puede inyectar adhesivo líquido en uno de los orificios y dejar que las burbujas de aire y/o el exceso de adhesivo salgan por el otro orificio. Este mecanismo para unir piezas de juntas y conectores se puede aplicar a cualquiera de las juntas descritas en este documento.

La Figura 5B ilustra una vista en despiece de la articulación del vértice 305, con la mitad hembra 501 separado de la mitad macho 502, junto con un tapón central 599 que puede colocarse en la cavidad interna de la junta 305 para facilitar la colocación del conector. En formas particulares de presentación, la mitad hembra 501 y la mitad macho 502 son cada una simétricas a través de un plano vertical a través de los ejes de acanaladuras 511 y 512. Las dos mitades 501 y 502 también pueden ser simétricas a través de otro plano vertical que sea perpendicular al plano vertical mencionado anteriormente. Con referencia a las superficies interiores de las mitades hembra 501 y macho 502, en formas particulares de presentación, para formar el interior de la junta de vértice 305, la mitad hembra 501, puede tener generalmente una superficie cóncava y la mitad macho 502 puede tener, en general, una superficie convexa. En formas particulares de presentación, la superficie interior de la junta de vértice 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 formas particulares de presentación, la porción superior 551 de las acanaladuras 511 y 512 para conectores de vértice pueden tener superficies cóncavas interiores (con respecto al interior de la junta de vértice 305) que son semicilíndricas. La mitad macho 502 puede tener una correspondiente porción superior 552 que tenga una superficie cóncava interior (con respecto al interior de la junta del vértice 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 acanaladura 511. En formas particulares de presentación, la mitad hembra 501 puede tener porciones de la aleta 561 que se extiende desde la porción superior 551. De manera similar, la mitad macho 502 puede tener una porción de la aleta 562 que se extiende desde la porción superior 552. Cuando las dos mitades se colocan juntas, las superficies interiores (con respecto al interior de la junta de vértice 305) de las porciones de la aleta pueden

quedar en contacto entre sí, creando un área de superficie suficiente para que las dos piezas se unan entre sí. En formas particulares de presentación, el extremo opuesto de la junta de vértice 305 puede estar configurado simétricamente a través del plano vertical mencionado anteriormente.

5 Con respecto a las acanaladuras (por ejemplo, 513 que se muestra en la Figura 5A) para conectores de vértice a base, en formas particulares de presentación, 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 acanaladuras. La Figura 5B muestra dos superficies cóncavas del interior, 571, en un lado de la mitad hembra 502, con otras dos ocultas a la vista ya que están al otro lado de la articulación 305. La mitad macho 502 puede tener porciones correspondientes con superficies cóncavas interiores 572. Las superficies cóncavas interiores 571 de la hembra 501 y superficies cóncavas interiores 572 de la mitad macho 502 forman la superficie interior de las acanaladuras 513 y 514 para recibir conectores de vértice a base. En formas particulares de presentación, la mitad hembra 501 puede tener una parte 581 que está en el medio y se extiende desde las porciones cóncavas interiores 571. De manera similar, la mitad macho 502 puede tener una parte 582 que está en el medio 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 quedar en contacto entre sí, creando un área superficial suficiente para que las dos piezas se unan entre sí. En formas particulares de presentación, el lado opuesto de la junta de vértice puede estar configurada simétricamente a través de un plano ortogonal al plano vertical antes mencionado.

20 Las FIGURAS 6A-6C ilustran un ejemplo de una configuración isométrica de moldes y la mitad hembra 501 y la mitad macho 502 de la junta de vértice 305 de un bastidor principal. En formas particulares de presentación, los moldes mismos pueden fabricarse utilizando impresión 3D, lo que proporciona medios rápidos y económicos para la fabricación. En formas particulares de presentación, los moldes pueden configurarse de modo que tanto la mitad hembra 501 como la mitad macho 502 puedan fabricarse simultáneamente. En formas particulares de presentación, 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 vértice 305. Por ejemplo, se pueden colocar diez capas de material de fibra de carbono entre el molde hembra 601 el molde de centro 603 y se pueden colocar otras diez capas de material de fibra de carbono entre el molde de centro 603 y el molde macho exterior 602. En formas particulares de presentación, se pueden colocar láminas de plástico adicionales entre los materiales de fibra de carbono y los moldes para facilitar la extracción del producto final (por ejemplo, en este caso las dos mitades de una junta de vértice) del molde. Procediendo a presionar los moldes intercalados y esperar a que los materiales prensados se curen, las capas de fibra de carbono se conformarían a los contornos definidos por los moldes y mantendrían esa forma. A continuación, se puede recortar el exceso de material de fibra de carbono.

35 La Figura 6A ilustra una vista lateral de una forma de presentación de los moldes y las mitades hembra 501 y macho 502 creadas por los moldes. En una forma particular de presentación, el conjunto de molde puede incluir un molde hembra exterior 601, un molde macho exterior 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 vértice 305 (o las superficies exteriores de su mitad hembra 501 y su mitad macho 502). El molde central 603 puede definir los contornos interiores de la articulación o junta del vértice 305. En formas particulares de presentación, el molde central 603 puede configurarse para crear guías de colocación en la superficie interior de la junta del vértice para facilitar la colocación de la varilla/conector. Como se muestra en la Figura 6A, porciones del molde central 603 pueden definir las acanaladuras de la junta del vértice para recibir varillas/conectores. Para mejorar el tiempo de impresión 3D y la integridad estructural de los moldes, en una forma particular de presentación, el centro de los moldes 601, 602 y 603 pueden hacerse huecos durante el proceso de impresión 3D y posteriormente rellenarse con, por ejemplo, cemento o cualquier otro material adecuado que pueda solidificar o reforzar la estructura del molde. Por ejemplo, después 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 formas particulares de presentación, la porción tubular 610 del molde central 603 correspondiente a las acanaladuras para recibir conectores de vértice a vértice pueden hacerse huecas a lo largo de un eje longitudinal de modo que, por ejemplo, se pueda insertar una varilla de acero y utilizarla para proporcionar palanca de presión. La Figura 6C ilustra una vista en perspectiva de los moldes (601-603) y las mitades macho 501 y hembra 502. Se podrá apreciar desde 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 pueden definirse 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, pueden definirse por la forma de las porciones tubulares 605 del molde central 603.

60 Las FIGURAS 7A-7F ilustran ejemplos de moldes utilizados para fabricar la junta de vértice de un bastidor principal 305. La Figura 7A ilustra una vista en perspectiva del molde hembra exterior 601. En formas particulares de presentación, el molde hembra exterior 601 puede ser hueco y puede proporcionar cavidades 719 en la que se puede insertar cemento u otro material de relleno. En formas particulares de presentación, una porción del molde hembra exterior 601 puede tener una superficie interior cóncava 710 que define el contorno exterior de la porción superior 551 de la mitad hembra 501 de la articulación o junta del vértice 305. La Figura 7B ilustra una vista inferior del molde hembra exterior 601. Desde esta perspectiva, se puede observar que, en formas particulares de

presentación, la superficie interior cóncava 710 que define el contorno exterior de la porción superior 551 puede ser simétrica a través del plano central vertical mencionado anteriormente. En formas particulares de presentación, el molde 601 puede tener superficies interiores cóncavas 721 que definen el contorno exterior de la mitad hembra 501 correspondiente a las acanaladuras 513 y 514. En formas particulares de presentación, el molde 601 puede tener un recorte angular 722 entre las superficies cóncavas interiores 721. Este recorte angular 722 puede definir el contorno exterior de la porción antes mencionada 581 de la mitad hembra 501. Cuando los moldes se presionan conjuntamente, el recorte angular 722 también aplica fuerza contra un recorte angular correspondiente del molde macho 602 para ayudar a formar la porción antes mencionada 582 de la mitad macho 502. En formas particulares de presentación, las superficies interiores cóncavas 721 y el recorte angular 722 pueden definirse simétricamente a través de un plano vertical central perpendicular al plano vertical mencionado anteriormente.

La Figura 7C ilustra una vista superior en perspectiva del molde macho exterior 602. En formas particulares de presentación, el molde 602 puede tener una porción frontal con una superficie cóncava interior 730 (es decir, "interior" con respecto al espacio interior en 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 formas particulares de presentación, el molde 602 puede tener superficies interiores cóncavas 731 que definen el contorno exterior de la mitad macho 502 correspondiente a las acanaladuras 513 y 514. En formas particulares de presentación, el molde 602 puede tener un recorte en ángulo 732 entre las superficies cóncavas interiores 731. Este recorte en ángulo 732 puede definir el contorno exterior de la porción 582 de la mitad macho 502. Cuando los moldes se presionan conjuntamente, el recorte en ángulo 732 también aplica fuerza contra un correspondiente recorte en ángulo 722 del molde hembra 601 para ayudar a formar la porción antes mencionada 581 de la mitad hembra 501. En formas particulares de presentación, el molde 602 puede ser simétrico a través del plano central vertical y a través de su plano ortogonal. Debe apreciarse que los contornos interiores pueden ser continuos en la forma de presentación mostrada. En formas particulares de presentación, los ángulos interiores y la forma de la superficie de los moldes pueden estar diseñados para minimizar el ángulo de tiro negativo, permitiendo así que el material de fibra de carbono prensado se retire más fácilmente de los moldes. En formas particulares de presentación, la forma de la superficie también puede estar configurada para ayudar a que los materiales de fibra de carbono prensados alcancen un espesor uniforme. La Figura 7D ilustra una vista en perspectiva inferior del molde macho exterior 602. En formas particulares de presentación, el molde macho exterior 602 puede ser hueco y puede proporcionar unacavidad749 en el 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 formas particulares de presentación, el molde central 603 puede tener dos componentes que pueden fabricarse por separado (por ejemplo, mediante impresión 3D). la Figura 7E ilustra uno de los dos componentes, a los que nos referiremos como el componente izquierdo 750, y la Figura 7F ilustra el otro componente, al que se hará referencia como el componente derecho 760. En formas particulares de presentación, los componentes izquierdo 750 y derecho 760 pueden ensamblarse conjuntamente para formar el molde central 603. En formas particulares de presentación, el componente izquierdo 750 puede tener una clavija saliente 751 ubicada en la superficie que está diseñada para interactuar con el componente derecho 760. Para recibir la clavija saliente 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 formas particulares de presentación, la clavija saliente 751 y la cavidad correspondiente 761 pueden tener una forma geométrica con ángulos, 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 anteriormente mencionada porción tubular 610 del molde central 603. Tal como se ha discutido anteriormente, en formas particulares de presentación, la porción tubular 610 puede tener un orificio (mostrado por las aberturas en 752 y 762) que se extiende a lo largo de la longitud de la porción tubular 610 de manera que se pueda insertar una varilla para hacer palanca. En formas particulares de presentación, el orificio puede extenderse a través de la clavija 751 y su correspondiente cavidad 762.

Como se ha comentado anteriormente, el molde central 603 puede tener (1) la porción tubular 610 para formar acanaladuras para recibir conectores de vértice y (2) la porción tubular 605 para formar acanaladuras para recibir conectores de vértice a base. En formas particulares de presentación, 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 aleta 562 de la mitad macho 502 (p. ej., véase la 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 para, por ejemplo, realizar una transición suave y/o mejorar la consistencia de fabricación. Los labios guían porciones del material de fibra de carbono correspondientes a las mitades hembra 501 y macho 502 para que queden una contra la otra (por ejemplo, Figura 5B en 561 y 562; 581 y 582). Esto crea áreas de superficie contiguas que pueden usarse para unir las mitades 501 y 502 conjuntamente. Los contornos continuos de las mitades hembra 501 y macho 502 de la junta de vértice 305 que resultan de ser guiados por los labios pueden ayudar a reducir la corriente de aire negativa cuando se sacan de los moldes.

Las FIGURAS 8A-8C Ilustran ejemplos de configuraciones isométricas de moldes utilizados para la fabricación de la junta del vértice de un bastidor principal. La Figura 8A ilustra una vista ampliada del molde hembra exterior 601, el molde central 603, y el molde macho exterior 602. La Figura 8B ilustra una vista en perspectiva superior de los tres

moldes ensamblados 601-603. La Figura 8C ilustra una vista en perspectiva inferior de los tres moldes ensamblados 601-603. Como se muestra, debido a el molde central 603, cuando los materiales de fibra de carbono se presionan entre sí, se forman acanaladuras para recibir conectores/varillas (como es evidente en el molde central visible 603 en las vistas ensambladas). Como se muestra en la Figura 8C, los labios antes mencionados (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 juntas de base 302, 303 y 304 en la Figura 3A) que se utiliza para construir la estructura piramidal de un bastidor principal. La Figura 9A ilustra una vista ensamblada y las FIGURAS 9B-9E ilustran vistas en despiece. En formas particulares de presentación, la junta de base 301 puede estar hecha de fibra de carbono o cualquier otro material similar. En formas particulares de presentación, 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 base están configuradas para encajar entre sí, con la mitad hembra 901 envolviendo sustancialmente la mitad macho 902 cuando las dos mitades están ensambladas, como se muestra en la Figura 9A. En formas particulares de presentación, porciones correspondientes de la mitad hembra 901 y la mitad macho 902 puede sobresalir o curvarse en direcciones opuestas para formar acanaladuras. Por ejemplo, la junta de base 301 puede tener cinco acanaladuras 911, 912, 913, 914 (no completamente visibles en la Figura 9A), y 915, que pueden formarse por las separaciones entre la mitad hembra 901 y la mitad macho 902 cuando se unen. En formas particulares de presentación, cada una de las acanaladuras 911, 912, 913, 914 y 915 pueden estar configurada para recibir y envolver sustancialmente un objeto tubular, como un conector. En formas particulares de presentación, cada una de las acanaladuras 911, 912, 913, 914 y 915 puede ser sustancialmente cilíndrica.

En formas particulares de presentación, la junta de base 301 puede tener un total de cinco acanaladuras: una acanaladura central 911 para recibir un conector compartido entre las bases de dos pirámides adyacentes (por ejemplo, el conector 314 mostrado en la Figura 3A); una primera acanaladura lateral 912 y una primera acanaladura de vértice 913 para una de las pirámides; y una segunda acanaladura lateral 914 (parcialmente mostrada) y una segunda acanaladura de vértice 915 para la otra pirámide. La acanaladura lateral 912 puede configurarse para recibir un conector (por ejemplo, 311 en la Figura 3A) conectando la junta de base 301 con una junta de base adyacente (por ejemplo, 302 en la Figura 3A) de una primera pirámide, y la acanaladura de vértice 913 puede configurarse para recibir un conector (por ejemplo, 315 en la Figura 3A) conectando la junta de base 301 con la junta de vértice (por ejemplo, 305 en la Figura 3A) de esa primera pirámide. De manera similar, la acanaladura lateral 914 (parcialmente mostrada) puede estar configurada para recibir un conector (por ejemplo, 361 en la Figura 3A) conectando la junta de base 301 con una junta de base adyacente (por ejemplo, 352 en la Figura 3A) de una segunda pirámide, y la acanaladura de vértice 915 puede configurarse para recibir un conector (por ejemplo, 365 en la Figura 3A) conectando la junta de base 301 con la junta de vértice (por ejemplo, 355 en la Figura 3A) de esa segunda pirámide. En formas particulares de presentación, 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 acanaladura 911.

En ciertas formas de presentación en las que se utiliza una estructura piramidal para construir una estructura recta, como una pasarela como se describe a continuación, las acanaladuras laterales cilíndricas de una junta de base (similares a las acanaladuras 912 y 914) pueden alinearse entre sí para formar una línea recta (en otras palabras, los ejes de las acanaladuras cilíndricas pueden coincidir). Por otro lado, en formas de presentación en las que se utilizan estructuras piramidales para construir un bastidor principal circular (por ejemplo, estructuras piramidales interconectadas que forman un bucle), como la 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 acanaladuras laterales cilíndricas (o sus ejes correspondientes) puede ser menor de 180 grados. En formas particulares de presentación, un bastidor principal circular puede aproximarse mediante un polígono regular (por ejemplo, un 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 vértice o esquina del polígono. El ángulo puede depender del número de vértices/esquinas que el polígono deba tener, en concordancia con lo que se haya diseñado. Por ejemplo, la suma de los ángulos interiores del polígono puede determinarse en base a la fórmula, $(n-2) \times 180$ 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). Así, por ejemplo, cada ángulo interior de un polígono regular puede determinarse en base a la fórmula: $((n-2) \times 180) / n$.

Como se ha discutido anteriormente, la junta de base 301 puede comprender una acanaladura central 911 y dos acanaladuras laterales 912 y 914. En formas particulares de presentación, la acanaladura central 911 puede ser sustancialmente perpendicular a cada una de las acanaladuras laterales 912 y 914. Además, como se ha discutido anteriormente, la junta de base 301 puede formar las juntas de esquina de dos estructuras piramidales adyacentes, como se muestra, por ejemplo, en la Figura 3A. Como tal, la acanaladura central 911, la acanaladura lateral 912, y la acanaladura de vértice 913 pueden definir y sostener la estructura de la esquina de una pirámide, y la acanaladura central 911, la acanaladura lateral 914, y la acanaladura de vértice 915 puede definir y soportar la estructura de las esquinas de la otra pirámide. Con respecto a cada una de las pirámides, como la pirámide formada utilizando acanaladuras 911, 912 y 913, el ángulo entre la acanaladura de vértice 913 y la acanaladura central 911 y el ángulo entre la acanaladura de vértice 913 y la acanaladura lateral 912 dependen de las propiedades geométricas

deseadas de la pirámide. Por ejemplo, si cada lado de la estructura de la pirámide es un triángulo equilátero (no se hace referencia a la base la acanaladura de la pirámide como un lado), entonces el ángulo entre la acanaladura de vértice 913 y la acanaladura central 911 y el ángulo entre la acanaladura de vértice 913 y la acanaladura lateral 912 tendrían en ambos casos un ángulo de 60 grados. En formas particulares de presentación, las estructuras correspondientes para la otra mitad de la junta de base 301 pueden tener la misma configuración.

En formas particulares de presentación, la mitad hembra 901 y la mitad macho 902 se pueden unir entre sí mediante adhesivos. En formas particulares de presentación, las dos mitades se pueden colocar juntas e insertar con conectores/varillas. En formas particulares de presentación, se pueden utilizar bridas o abrazaderas para aplicar fuerza hacia adentro de modo que las dos mitades se apoyen firmemente entre sí. En formas particulares de presentación, cada acanaladura (por ejemplo, 911-915) puede tener uno o más orificios en los que se puede inyectar adhesivo líquido. Por ejemplo, la acanaladura 913 puede tener un orificio en la porción hembra 901 y otro orificio en la porción macho 902. Mientras las dos mitades están colocadas juntas con las varillas/conectores insertados, se puede inyectar adhesivo líquido en uno de los orificios y se puede permitir que las burbujas de aire y/o el exceso de adhesivo salgan del otro orificio.

Las Figura 9B,9C,9D, y 9E ilustran vistas en despiece de la junta de base 301, con la mitad hembra 901 separada de la mitad macho 902, desde diferentes ángulos. En formas particulares de presentación, la mitad hembra 901 y la mitad macho 902 son cada uno simétricas a través de un plano central que se extiende desde el eje de la acanaladura 911, como se ha discutido con referencia a la Figura 9A. En referencia a sus superficies para formar el interior de la junta de base 301, la mitad hembra 901, en formas particulares de presentación, puede tener generalmente una superficie cóncava y la mitad macho 902 puede, en general, tener una superficie convexa. En formas particulares de presentación, 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 formas particulares de presentación, un tapón

En formas particulares de presentación, 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 acanaladuras 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 acanaladuras 912 y 914. En formas particulares de presentación, la mitad hembra 901 puede tener porciones de la aleta 961 que se extiende desde la porción superior 951. De manera similar, la mitad macho 902 puede tener porciones de la aleta 962 que se extiende desde las porciones superiores 952. Cuando las dos mitades se colocan conjuntamente, las superficies interiores (con respecto al interior de la junta de base 301) de las porciones de la aleta pueden apoyarse entre sí, creando un área de superficie suficiente para que las dos piezas se unan entre sí.

Con respecto a las acanaladuras de base a vértice (por ejemplo, 913 y 915 en la Figura 9A) de la junta de base 301, la mitad hembra 902, en formas particulares de presentación, 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 acanaladuras. 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 interiores cóncavas 971 de la mitad hembra 901 y las superficies interiores cóncavas 972 de la mitad macho 902 forman la superficie interior de las acanaladuras 913 y 915 para recibir, respectivamente, conectores a las articulaciones del vértice 305 de estructuras piramidales contiguas. En formas particulares de presentación, la mitad hembra 901 puede tener una parte 981 que está en el medio y se extiende desde las porciones interiores cóncavas 971. De manera similar, la mitad macho 902 puede tener una parte 982 que está en el medio y que se extiende a partir de las porciones interiores cóncavas 972. Cuando las dos mitades se colocan juntas, las superficies interiores de estas porciones (981 y 982) pueden tocarse entre sí, creando un área superficial suficiente para que las dos piezas se unan entre sí.

La Figura 9D ilustra el lado posterior de la junta de base 301 que se muestra en la Figura 9B, con la mitad hembra 901 separada de la mitad macho 902. En formas particulares de presentación, la mitad hembra 901 y la mitad macho 902 son cada una simétricas a través del plano central que se extiende desde los ejes de la acanaladura 911 (ver la Figura 9A). Con respecto a la acanaladura 911 de la junta de base 301, la mitad hembra 902, en formas particulares de presentación, 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 acanaladura 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 interior cóncava 991 de la hembra 901 y la superficie interior cóncava 992 de la mitad macho 902 forman la superficie interior de la acanaladura central 911. En formas particulares de presentación, la mitad hembra 901 puede tener porciones de la aleta 993 que se extienden desde la superficie interior cóncava 991 de la porción de la acanaladura central 911. De manera similar, la mitad macho 902 puede tener porciones de la aleta 994 que se extienden desde la superficie interior cóncava 992 de la acanaladura 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 la aleta pueden apoyarse entre sí, creando un área de superficie suficiente para

que las dos piezas se unan entre sí.

La Figura 9E ilustra la parte inferior de la junta de base 301, con la mitad hembra 901 separada de la mitad macho 902. Además, la Figura 9E ilustra un conector 999 que se puede colocar entre las mitades hembra 901 y macho 902. Una vez ensamblado, el conector 999 se puede utilizar para guiar y mantener la colocación de los conectores.

Las Figuras 10A-10D ilustran un ejemplo de una configuración isométrica de moldes y la mitad hembra 901 y la mitad macho 902 de la junta de base 301 de un bastidor principal. En formas particulares de presentación, los moldes mismos pueden fabricarse utilizando impresión 3D, lo que proporciona un medio rápido y rentable para la fabricación. En formas particulares de presentación, los moldes pueden configurarse de modo que tanto la mitad hembra 901 como la mitad macho 902 pueden fabricarse simultáneamente. En formas particulares de presentación, 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 formas particulares de presentación, se pueden colocar láminas de plástico adicionales entre los materiales de fibra de carbono y los moldes para facilitar la extracción 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 se curen los materiales prensados, las capas de fibra de carbono se conformarían a los contornos definidos por los moldes y mantendrían dicha forma. A continuación, se puede recortar el exceso de material de fibra de carbono.

Las FIGURAS 10A y 10B ilustran diferentes vistas laterales de una forma de presentación de los moldes y las mitades hembra 901 y macho 902 creadas por los moldes. En formas particulares de presentación, el conjunto 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 la mitad macho 902). El molde central 1003 puede definir los contornos interiores de la junta de base 301. De manera similar al molde central de la junta de vértice 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 una contra la otra mediante los moldes hembra 1001 y macho 1002, las sargas no se colapsan una sobre la otra. 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 formas particulares de presentación, el molde central 1003 puede configurarse 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, las porciones del molde central 1003 puede definir acanaladuras 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 formas particulares de presentación, pueden hacerse huecos durante el proceso de impresión 3D y posteriormente rellenarse 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 formas particulares de presentación, la porción tubular 1010 del molde central 1003 correspondiente a las acanaladuras laterales para recibir conectores puede hacerse hueca a lo largo de un eje longitudinal de modo que, por ejemplo, se pueda insertar una varilla de acero y utilizarla para proporcionar palanca de presión. La Figura 10D ilustra una vista en perspectiva de los moldes (1001-1003) y las mitades macho 901 y hembra 902. Desde esta vista se debe apreciar que el contorno interior de la porción superior 951 de la mitad hembra 901 y la porción superior 952 de la mitad macho 902 puede definirse 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, pueden definirse por la forma de la porción tubular 1005. Asimismo, el contorno interior de las porciones 991 y 992 (mostrado más claramente en la Figura 9E) de la hembra 902 y mitades macho 902, respectivamente, pueden definirse por la forma de la porción tubular 1006.

Las FIGURAS 11A-11F ilustran ejemplos de los moldes utilizados para fabricar la junta de base 301 de un bastidor principal. La Figura 11A ilustra una vista en perspectiva del molde exterior hembra 1001. En formas particulares de presentación, 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 formas particulares de presentación, una parte del molde exterior hembra 1001 puede tener una superficie interior cóncava 1110 que define el contorno exterior de la porción superior 951 de la mitad hembra 901 de la junta de base 301. La Figura 11B ilustra una vista inferior del molde exterior hembra 1001. Desde esta vista, se puede ver que, en formas particulares de presentación, la superficie interior cóncava 1110 que define el contorno exterior de la porción superior 951 puede definirse simétricamente a través de un plano vertical imaginario que corta por la mitad la figura. En formas particulares de presentación, el molde 1001 puede tener superficies interiores cóncavas 1121 que definen el contorno exterior de la mitad hembra 901 correspondiente a las acanaladuras de vértice 913 y 915. El molde 1001 también puede tener superficie interior cóncava 1123 que definen el contorno exterior de la mitad hembra 901 correspondiente a la acanaladura central 911. En formas particulares de presentación, el molde 1001 puede tener un recorte en ángulo 1122 entre las superficies interiores cóncavas 1121. Este recorte en ángulo 1122 puede definir el contorno exterior de la porción antes mencionada 981 de la mitad hembra 901.

Figura 11C ilustra una vista superior en perspectiva del molde exterior macho 1002. En formas particulares de presentación, 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 formas particulares de presentación, el molde 1002 puede tener superficies interiores cóncavas 1131 que definen el contorno exterior de la mitad macho 902 correspondiente a las acanaladuras de base a vértice 913 y 915 (ver Figura 9A). En formas particulares de presentación, el molde 1002 puede tener un recorte en ángulo 1132 entre las superficies interiores cóncavas 1131. Este recorte en ángulo 1132 puede definir el contorno exterior de la parte 982 de la mitad macho 902 (ver Figura 9B). La Figura 11D ilustra una vista inferior en perspectiva del molde exterior macho 1102. En formas particulares de presentación, 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 formas particulares de presentación, el molde 1002 puede tener una superficie interior cóncava 1141 en el lado opuesto de la porción recortada en ángulo 1132, como se muestra en la Figura 11C. La superficie interior cóncava 1141 puede definir el contorno exterior de la mitad macho 902 correspondiente a la acanaladura central 911 (ver Figura 9A). En formas particulares de presentación, el molde 1002 puede ser simétrico a través de un plano central imaginario a través del medio de la superficie 1141, dividiendo el molde 1002 en mitades simétricas. Debe tenerse en cuenta que los contornos interiores pueden ser continuos en la forma de presentación mostrada. En formas particulares de presentación, los ángulos interiores y la forma de la superficie de los moldes pueden estar diseñados para minimizar la corriente de aire negativa, permitiendo así que el material de fibra de carbono prensado se extraiga más fácilmente de los moldes. En formas particulares de presentación, la forma de la superficie también puede estar configurada para ayudar a que los materiales de fibra de carbono prensados tengan un espesor uniforme.

Las FIGURAS 11E y 11F ilustran vistas en perspectiva de componentes de ejemplo del molde central 1003. En formas particulares de presentación, el molde central 1003 puede tener dos componentes que pueden fabricarse por separado (por ejemplo, mediante impresión 3D). La Figura 11E ilustra uno de los dos componentes, a los que nos referiremos como el componente izquierdo 1150, y la Figura 11F ilustra el otro componente, al que se hará referencia como el componente derecho 1160. En formas particulares de presentación, los componentes izquierdo 1150 y derecho 1160 pueden ensamblarse juntos para formar el molde central 1003. En formas particulares de presentación, el componente izquierdo 1150 puede tener un conector o clavija saliente 1151 ubicado en la superficie que está diseñado para interactuar con el componente derecho 1160. Para recibir el conector saliente 1151, el componente derecho 1160 puede tener una forma similar a la cavidad 1161 en su superficie diseñada para interactuar con el componente izquierdo 1150. En formas particulares de presentación, el conector saliente 1151 y la cavidad correspondiente 1161 pueden tener una forma geométrica con ángulos, como un cuadrado (como se muestra), un triángulo, una estrella o cualquier otra forma, para facilitar la alineación. En formas particulares de presentación, los componentes izquierdo 1150 y derecho 1160 del molde central 1003 comprenden la porción tubular antes mencionada 1010 del molde central 1003. Como se ha discutido anteriormente, en formas particulares de presentación, la porción tubular 1010 puede tener un orificio (como lo muestra mediante las aperturas 1152 y 1162) que se extienden a lo largo de la porción tubular 1010, de manera que se pueda insertar una varilla para ejercer presión con palanca. En formas particulares de presentación, el orificio puede extenderse a través del conector 1151 y su correspondiente cavidad 1162.

Como se ha comentado anteriormente, el molde central 1003 puede tener (1) porciones tubulares 1010 para formar acanaladuras laterales, (2) porciones tubulares 1005 para formar acanaladuras en el vértice, y (3) una porción tubular 1006 para formar una acanaladura central. En la forma de presentación mostrada en la 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 formas particulares de presentación, 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 pueden tener labios hacia abajo 1155a y 1155b, respectivamente, para curvar la aleta 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 para, por ejemplo, realizar 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; una porción del labio de 1006b puede estar oculto a la vista) y cumple una función similar. Los labios guían las porciones del material de fibra de carbono correspondientes a las mitades hembra 901 y macho 902 para que se apoyen 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 de contacto entre las dos mitades. Los contornos continuos de las mitades hembra 901 y macho 902 de la junta de base 301 que resultan de ser guiados por los labios pueden ayudar a reducir la corriente de aire negativa cuando las mitades se están retirando de sus moldes.

Las FIGURAS 12A-12D ilustran ejemplos de configuraciones isométricas de moldes utilizados para la fabricación de la junta de la base de un bastidor principal. Las FIGURAS 12A y 12B ilustran vistas desglosadas 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 ensamblados. La Figura 12C, debido al molde central 1003, cuando los materiales de fibra de carbono se presionan entre sí, se pueden formar acanaladuras para

recibir conectores/varillas (como es evidente en el molde central 1003 siendo visible en las vistas ensambladas). Los labios antes mencionados (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 conducto o canal continuo común 1201.

- 5 Las FIGURAS 13A-13B ilustran un ejemplo de una junta de vértice 375 utilizada para construir la estructura piramidal de una pasarela, tal como la que se muestra en las Figuras 3B y 3D. La junta o articulación del vértice 375 de la estructura piramidal de la pasarela es similar a la junta del vértice 305 de la estructura piramidal del bastidor principal. La junta (articulación) del vértice 375 tiene una mitad hembra 1301 y una mitad macho 1302. Cuando se ensamblan, las mitades hembra 1301 y macho 1302 forman seis acanaladuras para conectarse a otras juntas.
- 10 Cuatro de las aberturas de las acanaladuras son acanaladuras de vértice a base (se muestran las acanaladuras 1313 y 1314; mientras que las otras dos están ocultas a la vista, son simétricas a las acanaladuras 1313 y 1314). Las otras dos aberturas de acanaladura, 1311 y 1312, son acanaladuras de vértice a vértice. Si bien estas acanaladuras de vértice a vértice son similares a las de la junta de vértice de un bastidor principal 305, son diferentes en que sus ejes están alineados para formar una abertura recta y continua a través de la cual puede pasar
- 15 un solo conector (por ejemplo, el conector 290, como se muestra en la Figura 2B). La Figura 13B ilustra una vista en despiece de la articulación del vértice 375. Las características de las mitades separadas 1301 y 1302 son similares a las de la articulación del vértice 305 del bastidor principal y, por lo tanto, no se repetirán por razones de brevedad.

- 20 Las FIGURAS 14A-14F ilustran ejemplos de moldes para la junta de vértice de una pasarela 375. Las características de los moldes son similares a las de los moldes para la junta de vértice del bastidor principal 305 (por ejemplo, como se muestra en las Figuras 7A-7F). La principal diferencia es que los moldes para la junta de vértice de la pasarela 375 están configurados para crear acanaladuras de vértice a vértice que son rectas entre sí, como se ha descrito 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 articulación del vértice 375 de una pasarela. Como se muestra en
- 25 la Figura 14B, el molde exterior hembra 1401 para la junta del vértice de la pasarela 375 puede tener una superficie interior cóncava 1410 que define el contorno exterior de la parte superior de la mitad hembra 1301 de la articulación del vértice 375. La superficie interior cóncava 1410 es sustancialmente recta a través del molde. En contraste, la superficie cóncava interior 710 (ver Figura 7B) del molde hembra exterior 601 para la junta de vértice del bastidor principal 305 tiene dos segmentos separados que están ligeramente en ángulo uno con respecto al otro. El molde
- 30 macho exterior 1402 para la junta del vértice de la pasarela 375, como se muestra en la Figura 14C (vista en perspectiva) y la Figura 14D (vista inferior) también se puede configurar para crear acanaladuras alineadas de vértice a vértice. Por ejemplo, los dos extremos del molde macho exterior 1402 pueden tener una superficie cóncava interior 1430 (que es "interior" en relación con el 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 articulación del vértice. La
- 35 superficie interior cóncava 1430 de cada extremo puede estar a nivel con la otra. Las FIGURAS 14E y 14F muestran, respectivamente, que el molde central 1403 de la junta de vértice 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 acanaladuras de vértice a vértice. El proceso para utilizar estos moldes para crear una junta de vértice 375 para la
- 40 pasarela es similar al proceso para crear una junta de vértice 305 para el bastidor principal. Por ejemplo, de forma similar a la configuración y el proceso que se muestran en las Figuras 6A-6C, el molde exterior hembra 1401, el molde central 1403 y el molde exterior macho 1402 se puede utilizar para presionar material de fibra de carbono entre ellos para formar una mitad hembra 1301 y una mitad macho 1302 de una articulación del vértice 375. La
- 45 mitad hembra 1301 puede formarse entre el molde exterior hembra 1401 y el molde central 1403, y la mitad macho 1302 puede formarse 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 la estructura piramidal de una pasarela (por ejemplo, ver Figura 3D, etiqueta 343). Una estructura piramidal de pasarela 343 puede configurarse para ser
- 50 adyacente a estructuras geodésicas, como se muestra en la Figura 3D. Como tal, en la forma de presentación mostrada de la junta de base de una pasarela 1500, la junta de base 1500 contiene siete acanaladuras para soportar dos pirámides de pasarela contiguas y la estructura geodésica contigua. Las acanaladuras de base a base 1501, 1502 y 1503 están configuradas para soportar conectores que forman las bases de las dos pirámides de pasarela contiguas, a las que se hará referencia como pirámides de pasarela A y B. En particular, la acanaladura 1502 se utiliza para formar un lado que se comparte entre las bases de las pirámides de pasarela contiguas A y B, y las
- 55 acanaladuras 1501 y 1503 se utilizan para formar, respectivamente, los lados de las dos pirámides de pasarela contiguas que están en el mismo lado de la pasarela. Las acanaladuras de base a vértice 1506 y 1507 se utilizan para conectar la junta de base 1500 a los vértices de las dos pirámides de pasarela contiguas, respectivamente. Por ejemplo, la acanaladura 1506 se puede utilizar para conectarse al vértice de la pirámide A, y la acanaladura 1507 se puede utilizar para conectarse al vértice de la pirámide B. La junta de base 1500 también puede tener acanaladuras
- 60 de base a geodésica 1504 y 1505 para conectar la junta de base 1500 a la estructura geodésica adyacente. La estructura geodésica puede configurarse para formar múltiples patrones en "X" (ver FIGURAS 3C y 3D). Las acanaladuras de base a geodésica 1504 y 1505 pueden configurarse para recibir conectores de diferentes patrones "X". Por ejemplo, la acanaladura 1504 se puede utilizar para conectarse a la parte inferior de la porción "i" de un patrón "X", y acanaladura 1505 se puede utilizar para conectar a la parte inferior de la parte "j" de otro patrón "X".
- 65 Las acanaladuras 1501-1505 están todas sustancialmente en el mismo plano. Las acanaladuras base a vértice 1506

y 1507 para formar un lado de una pirámide, por otro lado, están configuradas para formar un ángulo a partir de ese plano.

En formas particulares de presentación, la junta de base 1500 de la estructura piramidal de una pasarela puede construirse utilizando tres piezas: una base y una pieza geodésica 1510, una pieza de base y vértice 1520, y una pieza de vértice y geodésica 1530. Las acanaladuras de base 1501 y 1503 se pueden formar utilizando las tres piezas. La acanaladura de base 1502 se puede formar utilizando la pieza de base y geodésica 1510 y la pieza de base y vértice 1520. Las acanaladuras de base a vértice 1506 y 1507 se forman utilizando la pieza de base y vértice 1520 y la pieza de vértice-y-geodésica 1530. Las acanaladuras de base a geodésica 1504 y 1505 se forman utilizando la pieza de base y geodésica 1510 y pieza de vértice y geodésica 1530. Cada una de las tres piezas 1510, 1520, 1530 incluyen superficies interiores cóncavas (interiores con respecto a la junta de base ensamblada 1510) que, cuando se colocan juntas, forman las acanaladuras 1501-1507.

La Figura 15B ilustra una vista superior de la junta de base 1500. Desde este ángulo, solo la pieza de base y vértice 1520 y la pieza de vértice-y- geodésica 1530 son claramente visibles. Desde esta perspectiva, una persona con conocimientos medios en la materia debería apreciar que la pieza de base y vértice 1520 incluye superficies cóncavas interiores que forman las acanaladuras 1502, 1506 y 1507. La pieza de vértice y geodésica 1530 incluye superficies cóncavas interiores que forman las acanaladuras 1501 y 1503-1507. Las porciones no cóncavas de las dos piezas 1520 y 1530 (por ejemplo, las porciones entre acanaladuras 1503 y 1507, acanaladuras 1507 y 1506, y acanaladuras 1506 y 1501) pueden colindar para formar superficies de junta.

Figura 15C ilustra una vista inferior de la junta de base 1500. Desde este ángulo, sólo es visible la pieza de base y geodésica 1510. Debe tenerse en cuenta que la pieza de base geodésica 1510 puede incluir superficies cóncavas interiores que forman acanaladuras 1501-1505. Las porciones no cóncavas de la pieza 1510 (por ejemplo, las porciones entre acanaladuras 1501 y 1502, acanaladuras 1502 y 1503, las acanaladuras 1503 y 1504, las acanaladuras 1504 y 1505, y las acanaladuras 1505 y 1501) pueden colindar con porciones correspondientes de la pieza de base y vértice 1520 y pieza de vértice y geodésica 1530 para formar superficies de junta.

La Figura 15D ilustra una vista lateral de la junta de base 1500 en donde la acanaladura de base a base 1502 y las acanaladuras de base a vértice 1506 y 1507 se posicionan. Desde esta vista, se puede ver el interior hueco de la acanaladura de base a base 1502. La pieza de base y vértice 1520 está configurada para apoyarse en las otras dos piezas. La pieza de base y vértice 1520 incluye una porción que está sustancialmente en el mismo plano que la pieza de base y geodésica 1510, y juntas forman la acanaladura de base a base 1502. La pieza de base y vértice 1520 también incluye una segunda porción que está en ángulo con respecto al plano de la base, y esta porción está configurada para apoyarse en una porción de la pieza de vértice y geodésica 1530 para formar las acanaladuras de base a vértice 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 acanaladuras de base a geodésica 1504 y 1505, así como la vista posterior/superior de las acanaladuras de base a vértice 1506 y 1507. La pieza de vértice 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 acanaladuras de base a geodésica 1504 y 1505. La pieza de vértice y geodésica 1530 también incluye una segunda porción que está en ángulo con respecto al plano base, y esta porción está configurada para apoyarse en la porción en ángulo antes mencionada de la pieza de base y vértice 1520 (no se muestra en la Figura 15E) para formar las acanaladuras de base a vértice 1506 y 1507.

La Figura 15F ilustra otra vista lateral de la junta de base 1500 en donde la acanaladura de base a base 1503 se encuentra posicionada. La vista desde el lado opuesto en donde se encuentra posicionada la acanaladura de base a base 1501, no está ilustrada, ya que es simétrica a la vista mostrada en la Figura 15F. Desde este ángulo, se puede ver que el interior hueco de la acanaladura de base a base 1503 se extiende a través del cuerpo de la junta de base 1500. Por lo tanto, en la forma de presentación mostrada, la acanaladura de base a base 1503 y 1501 son extremos opuestos de la misma acanaladura. Por lo tanto, un conector puede extenderse a través del cuerpo de la junta de base 1500 a través de esta acanaladura. En formas particulares de presentación, la acanaladura de base a base 1503 (y de manera similar la 1502) puede estar formada por las tres acanaladuras de pieza de base y geodésica 1510, de pieza de base y vértice 1520, y de pieza de vértice y geodésica 1530. Una porción cóncava interior de la pieza y base y geodésica 1510 forman aproximadamente la mitad de la acanaladura de base a base 1503. La otra mitad puede estar formada por una porción cóncava interior de la pieza de base y vértice 1520 y una porción cóncava interior de la pieza de vértice y geodésica 1530. Dado que en la forma de presentación mostrada el ángulo entre las acanaladuras 1507 y 1502 es relativamente pequeño en comparación con el ángulo entre las acanaladuras 1507 y 1504, la parte cóncava interior de la pieza de base y vértice 1520 también es relativamente más pequeña que el de la pieza de vértice y geodésica 1530.

Figura 15G ilustra una vista ampliada de la junta de base 1500. Cada una de las piezas (es decir, 1510, 1520 y 1530) comprende superficies cóncavas interiores para formar las acanaladuras antes mencionadas. En particular, la acanaladura 1501 está formada por las superficies cóncavas interiores 1501a, 1501b y 1501c de las piezas 1510,

1520 y 1530, respectivamente. La acanaladura 1503 está formada por las superficies cóncavas interiores 1503a, 1503b y 1503c de las piezas 1510, 1520 y 1530, respectivamente. La acanaladura 1502 está formada por las superficies cóncavas interiores 1502a y 1502b de las piezas 1510 y 1520, respectivamente. La acanaladura 1504 está formada por las superficies cóncavas interiores 1504a y 1504b de las piezas 1510 y 1530, respectivamente. La acanaladura 1505 está formada por las superficies cóncavas interiores 1505a y 1505b de las piezas 1510 y 1530, respectivamente. La acanaladura 1506 está formada por las superficies cóncavas interiores 1506a y 1506b de las piezas 1530 y 1520, respectivamente. La acanaladura 1507 está formada por las superficies cóncavas interiores 1507a y 1507b de las piezas 1530 y 1520, respectivamente. Como se ha descrito anteriormente, para cada pieza, las porciones entre las superficies cóncavas interiores para formar acanaladuras pueden ser sustancialmente planas y estar configuradas para apoyarse en porciones correspondientes de otras piezas. El área superficial de las superficies de apoyo se hace lo suficientemente grande para fortalecer la junta entre las piezas. En formas particulares de presentación se pueden utilizar agentes de junta tales como adhesivos líquidos y/o sujetadores convencionales (por ejemplo, tuercas y pernos).

Las FIGURAS 16A-16B ilustran una forma de presentación de moldes utilizados para fabricar la pieza de base y geodésica 1510. En formas particulares de presentación, el conjunto 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 conjunto que se muestra en la Figura 16A. Se debe tener en cuenta que el contorno saliente 1613a del molde macho 1610 y el contorno cóncavo 1623a del molde hembra 1620, al comprimirse, formarían el contorno 1503a de la pieza de base y geodésica 1510. Como otro ejemplo, el contorno saliente 1612a del molde macho 1610 y el contorno cóncavo 1622a del molde hembra 1620, al comprimirse, formarían el contorno 1502a de la pieza de base y geodésica 1510. De manera similar, el contorno de otras porciones de la pieza 1510 puede definirse por las partes 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 salientes correspondientes (no mostradas) 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 formas particulares de presentación, los moldes 1610 y 1620 pueden hacerse huecos durante el proceso de impresión 3D y posteriormente rellenarse 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 fabricado el 1610, se puede verter cemento en él a través de la apertura 1611 en la parte superior, como se muestra en la Figura 16A.

Las FIGURAS 17A-17B ilustran una forma de presentación de moldes utilizados para fabricar la pieza de vértice y geodésica 1530. En formas particulares de presentación, el conjunto de moldes 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 vértice y geodésica 1530. Los contornos del molde macho 1720 pueden formar la superficie interior de la pieza de vértice y geodésica 1530, y los contornos del molde hembra 1710 pueden formar la superficie exterior de la pieza de vértice y geodésica 1530. Debe tenerse en cuenta que sobresalen contornos 1725b y 1724b del molde macho 1720 y los contornos cóncavos 1715b y 1714b del molde hembra 1710, al comprimirse, formarían los contornos 1505b y 1504b de la pieza de vértice y geodésica 1530, respectivamente. De manera similar, el contorno de otras porciones de la pieza 1530 puede definirse por las partes correspondientes de los moldes 1710 y 1720. Por ejemplo, los contornos salientes 1726a y 1727a del molde macho 1720 pueden presionar contra los contornos cóncavos correspondientes (no mostrados) 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 formas particulares de presentación, pueden hacerse huecos durante el proceso de impresión 3D y posteriormente rellenarse 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 confeccionado el molde 1710, se puede verter cemento en él a través de la apertura 1711 en la parte superior.

De una forma similar a la pieza de base y geodésica 1510 y la pieza de vértice y geodésica 1530, la pieza de base y vértice 1520 se puede fabricar presionando 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 conjuntamente, definen los contornos de la pieza de base y vértice 1520.

Las FIGURAS 18A-18B ilustran un ejemplo de una junta geodésica de 4 vías, como la junta 335 que se muestra en las Figuras 3C y 3D, con cuatro aberturas de acanaladura de conector. En formas particulares de presentación, la junta geodésica de 4 vías 335 se utiliza 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 acanaladuras, 1801, 1802, 1803 y 1804, que están configuradas simétricamente. Las acanaladuras pueden estar formadas por superficies cóncavas interiores de una pieza superior 4010 y una pieza

inferior 4020. La Figura 18B ilustra una vista en despiece de la junta geodésica de 4 vías 335. Cada una de las piezas superior 4010 e inferior 4020 tiene superficies cóncavas interiores que, cuando se ensamblan, forman las acanaladuras 1801-1804. En particular, las superficies interiores cóncavas 1801a, 1802a, 1803a y 1804a de la pieza superior 4010 y las correspondientes superficies cóncavas interiores 1801b, 1802b, 1803b y 1804b de la pieza inferior 4020 pueden formar, respectivamente, las acanaladuras 1801, 1802, 1803 y 1804. En formas particulares de presentación, en el centro de la junta geodésica de 4 vías 335 puede haber un conector de 4 vías 1830 que puede facilitar y mantener la colocación de los conectores insertados. En formas particulares de presentación, la junta geodésica de 4 vías 335 puede fabricarse intercalando una sarga de fibra de carbono entre moldes, de manera similar a los otros procesos para fabricar juntas descritos en este documento.

Las FIGURAS 19A-19B ilustran un ejemplo de una junta geodésica de 6 vías, como la junta 330 que se muestra en la Figuras 3C y 3D, con seis aberturas de acanaladura de conector. En formas particulares de presentación, la junta geodésica de 6 vías 330 se utiliza 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 forma de presentación, puede comprender patrones en "X", formados utilizando las juntas geodésicas de 4 vías mencionadas anteriormente, 335. Cada estructura en "X" puede colocarse entre dos conectores longitudinales 290. Las estructuras en "X" pueden estar conectadas a los conectores longitudinales 290 utilizando las juntas geodésicas de 6 vías 330. Cada junta geodésica de 6 vías 330 puede tener seis acanaladuras de conector 1901-1906. En formas particulares de presentación, dos acanaladuras 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 pueda pasar un conector longitudinal 290 a su través. Las otras cuatro acanaladuras de conector 1903-1906 de la junta geodésica de 6 vías 330 pueden configurarse 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" puede estar conectado a la acanaladura 1905 de una junta geodésica de 6 vías 330; el conector inferior izquierdo de una segunda estructura en "X" puede estar conectado a la acanaladura 1906 de la junta 330; el conector superior izquierdo de una tercera estructura en "X" puede estar conectado a la acanaladura 1903 de la junta 330; y el conector superior derecho de una cuarta estructura en "X" puede estar conectado a la acanaladura 1904 de la junta 330. La Figura 19B ilustra una vista en 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, al ensamblarse, forman las acanaladuras 1901-1906. En particular, las superficies cóncavas 1901a, 1902a, 1903a, 1904a, 1905a y 1906a interiores de la pieza superior 1910 y las correspondientes superficies cóncavas interiores 1901b, 1902b, 1903b, 1904b, 1905b y 1906b de la pieza inferior 1920 pueden formar, respectivamente, las acanaladuras 1901, 1902, 1903, 1904, 1905 y 1906. En formas particulares de presentación, la junta geodésica de 6 vías 330 se puede fabricar intercalando una sarga de fibra de carbono entre moldes, de forma similar a los otros procesos para fabricar juntas, descritos en este documento.

En formas particulares de presentación, si se necesitan acanaladuras adicionales para unir un conector a una junta de vértice o base como se ha descrito anteriormente, se puede unir un componente periférico a la junta para formar las acanaladuras necesarias. En formas particulares de presentación, el componente periférico se puede considerar como una envoltura o guante que se ajusta sobre la junta de vértice o base ensamblada. Los contornos del componente periférico, junto con la superficie exterior de la junta de vértice o base, pueden formar acanaladuras adicionales para recibir conectores. El componente periférico se puede fijar a una junta utilizando, por ejemplo, adhesivos, tornillos u otros medios de fijación. En formas particulares de presentación, los componentes periféricos se pueden fabricar utilizando moldes, de manera similar al proceso descrito anteriormente. En los ejemplos descritos anteriormente para la fabricación, por ejemplo, de una junta de bastidor principal (vértice o base), se pueden utilizar 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 formas particulares de presentación, el cuarto molde puede configurarse para encajar en la parte superior del molde exterior hembra, que se convertiría en un segundo molde central. En dicha configuración, la parte superior del segundo molde central puede configurarse para definir el contorno interior deseado del componente periférico, y el cuarto molde puede configurarse para definir el contorno exterior deseado del componente periférico. Alternativamente, el componente periférico puede fabricarse utilizando moldes separados.

Las FIGURAS 20A-20B ilustran, desde diferentes perspectivas, una forma de presentación de una acanaladura de extensión periférica para una junta de vértice de la estructura piramidal de un bastidor principal (por ejemplo, 305, como se muestra en la Figura 5A). En formas particulares de presentación, la junta de extensión 2000 puede fijarse a la articulación del vértice 305 de una estructura piramidal de bastidor principal que se cruza de modo que pueda conectarse a la junta del vértice de una estructura piramidal de pasarela que se cruza de forma adyacente, como se muestra en la Figura 3D marcada con la referencia 349. En formas particulares de presentación, la junta de extensión 2000 puede tener dos piezas, denominadas en este documento como una pieza superior 2010 y una pieza inferior 2020. Las piezas superior 2010 e inferior 2020 pueden configurarse para envolver una parte de la superficie exterior de la mitad hembra 501 de la articulación del vértice 305 y además forman una acanaladura 2030 para recibir un conector. En formas particulares de presentación, la acanaladura 2030 puede ser sustancialmente perpendicular a las acanaladuras de vértice a vértice de la junta de vértice 305. Un extremo de la pieza superior

2010 puede tener una porción extendida 2011 configurada para formar la mitad de la acanaladura 2030 así como el material circundante para la interconexión con la pieza inferior 2020. La porción restante de la pieza superior 2010 puede envolver una parte de la articulación del vértice 305 exterior. La pieza inferior 2020 también puede tener una porción extendida 2021 configurada para formar la otra mitad de la acanaladura 2030, así como material circundante para la interconexión con el de la porción extendida 2011 de la pieza superior 2010. La porción restante de la pieza inferior 2020 puede envolver una parte del exterior de la junta de vértice 305. En formas particulares de presentación, se pueden utilizar adhesivos para unir las piezas superior 2010 e inferior 2020 a la junta de vértice 305 y entre sí. En formas particulares de presentación, las piezas superior 2010 e inferior 2020 de la junta de extensión 2000 se pueden fabricar utilizando moldes impresos en 3D y presionándolas contra material de fibra de carbono, de manera similar al proceso de fabricación descrito anteriormente para las juntas.

La Figura 21 ilustra una vista en despiece de la junta de extensión 2000 que se muestra en las Figuras 20A-20B, sin la articulación del vértice 305 de la estructura piramidal del bastidor principal. Las porciones extendidas 2011 y 2021 de las piezas superiores 2010 y inferiores 2020, respectivamente, están configuradas para colocarse juntas para formar la acanaladura 2030. Aparte de las porciones extendidas 2011 y 2021, el resto de las piezas superiores 2010 e inferiores 2020 pueden configurarse para envolver partes de la articulación del vértice 305 de la estructura piramidal de un bastidor principal. 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 parte superior de la mitad hembra 501 de la articulación del vértice 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 acanaladuras de vértice a base 513 y 514 de la articulación del vértice 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 acanaladuras de vértice a base (no se muestran en la Figura 5A) en el lado opuesto de las acanaladuras 513 y 514.

Las FIGURAS 22A-22B ilustran una forma de presentación de moldes utilizados para fabricarla pieza superior 2010 de la junta de extensión 2000. En formas particulares de presentación, el conjunto de moldes 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 puede 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 conjunto que se muestra en la Figura 22A. Se debe tener en cuenta que contorno saliente convexo 2292 del molde macho 2220 y el contorno cóncavo 2282 del molde hembra 2210, al presionarlos juntos, formarían el contorno 22192 de la pieza superior 2010. De manera similar, el contorno de otras porciones de la pieza superior 2010 puede definirse por las partes correspondientes de los moldes 2210 y 2220. Por ejemplo, el contorno saliente convexo 2295 del molde macho 2220 y el contorno cóncavo 2285 del molde hembra 2210, al presionarlos juntos, formarían el contorno 22112 de la pieza superior 2010. Aunque no se muestra, el molde hembra 2210 tiene un contorno cóncavo que corresponde a la colocación del contorno convexo saliente 2211 del molde macho 2220 de manera que, al presionarse entre sí, se definiría el contorno 2011 de la pieza superior 2010. Para mejorar el tiempo de impresión 3D y la integridad estructural de los moldes, se moldean 2210 y 2220, en formas particulares de presentación, pueden hacerse huecos durante el proceso de impresión 3D y posteriormente rellenarse 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.

Figura 23 ilustra una vista en perspectiva de una forma de presentación de un molde macho utilizado para fabricar la pieza superior 2010 de la junta de extensión 2000. El molde macho 2220 puede tener superficies convexas salientes 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 superficie saliente 2211.

En formas particulares de presentación, como se muestra en la Figura 3D, es posible que sea necesario compartir las juntas de base interiores de una estructura piramidal de intersección del bastidor principal 340 con las juntas de base de una estructura piramidal de intersección de pasarela 343 así como estructuras geodésicas. Para que también funcione como junta de base de la estructura piramidal de intersección de pasarela 343, las juntas de base 359 de la estructura piramidal de intersección del bastidor principal 340 puede necesitar dos acanaladuras adicionales. Las acanaladuras se pueden utilizar para conectar cada junta de base 359 a la junta de vértice 375 y una de las otras juntas de base 1500 de la estructura piramidal de intersección de pasarela 343. En formas particulares de presentación, en donde las estructuras geodésicas están conectadas a los bastidores principales y las pasarelas como se muestra en la Figura 3D, la articulación de base 359 de la estructura piramidal de intersección del bastidor principal 340 puede necesitar una acanaladura 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 forma de presentación, la junta de base interior 359 de una estructura piramidal de intersección del bastidor principal 340 puede necesitar tres acanaladuras adicionales para soportar la estructura

piramidal de intersección de pasarela 343 y la estructura geodésica.

las FIGURAS 24A-24C ilustran una forma de presentación de un sistema de bastidor principal a pasarela y extensión geodésica 2400 unida a una junta de base del bastidor principal 301, similar a la junta de base interior 359 que se muestra en la Figura 3D. La ilustración que se muestra de la extensión del bastidor principal a la pasarela y geodésica 2400 incluye tres piezas, a las que se denominará pieza de base 2410, pieza central 2420, y pieza de vértice 2430. Además de las acanaladuras proporcionadas por la junta de base 301, la junta de extensión 2400 agrega tres acanaladuras adicionales: acanaladuras 2440 y 2460 para conectar a una estructura piramidal de intersección de pasarela 343, y acanaladura 2450 para la conexión a una estructura geodésica. En particular, la acanaladura 2440 puede configurarse para recibir un conector cuyo otro extremo está conectado a una junta de base interior 1500 (ver Figura 3D) (es decir, que no interactúa con el bastidor principal) de una estructura piramidal de intersección pasarela adyacente 343. El conector es sustancialmente perpendicular al bastidor principal y forma un lado de la base de la estructura piramidal de intersección de pasarela adyacente 343. La acanaladura 2460 puede configurarse para recibir un conector cuyo otro extremo está conectado al vértice 375 de dicha la citada estructura piramidal de intersección de pasarela 343. La acanaladura 2450 puede estar configurada para recibir un conector cuyo otro extremo está conectado a una junta geodésica de 4 vías 335, a través de la cual se puede formar un patrón en "X" antes mencionado. De una forma adicional, la Figura 24A muestra que un conector 2490 se puede colocar dentro de la junta de base 301 para guiar y mantener la posición de un conector insertado.

En formas particulares de presentación, cada una de las acanaladuras 2440, 2450 y 2460 pueden estar formadas por dos de las tres piezas 2410, 2420 y 2430. Por ejemplo, las acanaladuras 2440 y 2450 pueden estar formadas por superficies cóncavas interiores de la pieza de base 2410 y la pieza central 2420. La acanaladura 2460 puede estar formada por superficies cóncavas interiores de la pieza central 2420 y la pieza de vértice 2430. En particular, la pieza de base 2410 puede tener superficies cóncavas interiores 2413 y 2411 que, cuando se alinean respectivamente con el interior correspondiente de las superficies cóncavas 2423 y 2421 de la pieza central 2420 se formarían acanaladuras 2450 y 2440, respectivamente. Otra superficie interior cóncava 2422 de la pieza central 2420 puede estar alineada con una superficie interior cóncava 2431 de la pieza de vértice 2430 para formar la acanaladura 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 superficial de estas porciones se puede utilizar para sujetar entre sí cada par de piezas contiguas (por ejemplo, utilizando un agente adhesivo, tuercas y tornillos, etc.).

Además de las porciones de cada una de las piezas 2410, 2420 y 2430 para formar las acanaladuras 2440, 2450 y 2460 y contiguas 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 vértice 2430 puede tener una porción configurada para envolver la superficie exterior de las acanaladuras 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 acanaladura 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 vértice 2430 y la pieza de base 2410. En formas particulares de presentación, se pueden utilizar 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 ampliada de la extensión del bastidor principal a la pasarela y geodésica 2400 para la junta de base 301 de un bastidor principal (no mostrado). Como se ha explicado con referencia a las FIGURAS 24A-24C, la extensión del bastidor principal a la pasarela y geodésica 2400 puede tener tres piezas: una pieza de base 2410, una pieza central 2420, y una pieza de vértice 2430. En formas particulares de presentación, 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 las acanaladuras 2440 y 2450, respectivamente. De una forma adicional, 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 colindar con 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 interior cóncava 2515 puede configurarse para envolver una parte de la superficie exterior de acanaladura 911 de la junta de base 301. La pieza central 2420 puede comprender superficies tales como la superficie 2424 para envolver otra porción superior de la junta de base 301. Para unirse a la pieza de vértice 2430, la pieza central 2420 también puede comprender superficies tales como la superficie 2526 para colindar con la superficie adyacente 2536 de la pieza de vértice 2430. La superficie del vértice 2430 puede comprender superficies 2531, 2532 y 2533 para envolver las superficies exteriores de la junta de base 301 alrededor de las acanaladuras 913 y 915. La superficie del vértice 2430 puede comprender además superficies 2534 y 2535 para envolver las superficies exteriores de acanaladuras 913 y 915, respectivamente.

Las FIGURAS 26A-26B ilustran una vista superior y una vista inferior, respectivamente, de la pieza de vértice 2430. La superficie superior que se muestra en la Figura 26A se considera que es el interior, ya que formaría la superficie interior del bastidor principal ensamblado con la pasarela y extensión geodésica 2400. Refiriéndose a ambas, las FIGURAS 26A y 26B, la parte inferior de la pieza de vértice 2430 tiene una superficie interior 2601a y una

correspondiente superficie exterior 2601b. De manera similar, la pieza de vértice 2430 comprende además: una superficie interior 2602a y una correspondiente superficie exterior 2602b (correspondiente aparte 2431 en la Figura 25); una superficie interior 2603a y una correspondiente superficie exterior 2603b (correspondiente a la porción 2536); una superficie interior 2604a y una correspondiente superficie exterior 2604b (correspondiente a la porción 2532); una superficie interior 2605a y una correspondiente superficie exterior 2605b (correspondiente a la porción 2535); una superficie interior 2606a y una correspondiente superficie exterior 2606b (correspondiente a la porción 2531); y una superficie interior 2607a y una correspondiente superficie exterior 2607b (correspondiente a la porción 2534). Una vez ensamblado, la superficie superior 2602a se uniría a un conector que se conecta a una estructura piramidal de pasarela que se cruza. 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 forma de presentación de moldes utilizados para fabricar la pieza de vértice 2430. En formas particulares de presentación, el conjunto 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 vértice 2430. Los contornos del molde macho 2710 pueden formar la superficie interior de la pieza de vértice 2430, y los contornos del molde hembra 2720 pueden formar la superficie exterior de la pieza de vértice 2430. Por ejemplo, la Figura 27A muestra que el contorno saliente 2702 del molde macho 2710 puede formar el contorno s 22607a/2607b de la pieza de vértice 2430. La Figura 27B ilustra una vista lateral del mismo conjunto que se muestra en la Figura 27A. Se debe tener en cuenta que contorno saliente 2701 del molde macho 2710 y el contorno cóncavo 2711 del molde hembra 2720, al presionarlos juntos, formarían el contorno 22602a/2602b de la pieza de vértice 2430. De manera similar, el contorno de otras porciones de la pieza 2430 puede definirse por las partes 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 formas particulares de presentación, pueden hacerse huecos durante el proceso de impresión 3D y posteriormente rellenarse 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.

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

Las FIGURAS 29A-29B ilustran una forma de presentación de moldes utilizados para fabricarla la pieza central 2420. En formas particulares de presentación, el conjunto de moldes 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 2901 saliente del molde macho 2910 mostrado en la Figura 29A está configurada para formar la superficie interior cóncava 2803a de la pieza central 2420. De manera similar, las porciones convexas salientes 2902 y 2903 del molde macho 2910 están configuradas para formar las superficies interiores 2801a y 2807a, respectivamente, que están en los lados opuestos de superficies exteriores 2801b y 2807b, respectivamente. La Figura 29B ilustra una vista lateral del mismo conjunto que se muestra en la Figura 29A. Se debe tener en cuenta que los contornos salientes 2902 y 2903 del molde macho 2910 formarían 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 puede definirse por las partes 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 mostrada) del molde macho 2910. La parte posterior de la superficie 2803a estaría formada 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 formas particulares de presentación, pueden hacerse huecos durante el

proceso de impresión 3D y posteriormente rellenarse 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.

5 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 que se muestra en la Figura 30A se considera que es el interior ya que formaría la superficie interior del bastidor principal ensamblado con la pasarela y extensión geodésica 2400. Refiriéndose a ambas FIGURAS 30A y 30B, la pieza de base 2410 comprende: una superficie interior 3001a y una correspondiente superficie exterior 3001b (similar a la porción 2515 en la Figura 25); una superficie interior 3002a y una correspondiente superficie exterior 3002b (correspondiente a la porción 2514); una superficie interior 3003a y una correspondiente superficie exterior 3003b (correspondiente a la porción 2513); una superficie interior 3004a y una correspondiente superficie exterior 3004b (correspondiente a la porción 2413); una superficie interior 3005a y una correspondiente superficie exterior 3005b (correspondiente a la porción 2512); una superficie interior 3006a y una correspondiente superficie exterior 3006b (correspondiente a la porción 2411); y una superficie interior 3007a y una correspondiente superficie exterior 3007b (correspondiente a la porción 2511). Una vez ensambladas, la superficie superior 3006a se apoyaría en un conector cuyo otro extremo está conectado a una junta de base interior (es decir, que no interactúa con el bastidor principal) de una estructura piramidal de pasarela contigua. La superficie superior 3004a puede apoyarse en un conector cuyo otro extremo está conectado a una junta geodésica de 4 vías 335, a través de la cual se puede formar un patrón en "X" antes mencionado. Las superficies superiores 3001a y 3002a se apoyarán y se fijarán a las superficies exteriores de la mitad hembra 901 de la junta de base 301.

Las FIGURAS 31A-31B ilustran una forma de presentación de moldes utilizados para fabricar la pieza de base 2410. En formas particulares de presentación, el conjunto de moldes 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 saliente (protuberante) 3102 del molde macho 3110 mostrada en la Figura 31A está configurada para formar la superficie interior cóncava 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 saliente 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 correspondiente superficie exterior 3004b de la pieza de base 2410. La Figura 31B ilustra una vista en perspectiva del mismo conjunto que se muestra en la Figura 31A. Se debe tener en cuenta que la superficie cóncava salientes 3001a y la superficie posterior correspondiente 3001b se forman presionando conjuntamente 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 conjuntamente 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 conjuntamente 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 tienen una forma similar. Por ejemplo, las superficies sustancialmente planas 3003a, 3005a y 3007a y sus lados posteriores correspondientes están formadas por porciones sustancialmente planas de los moldes, tales 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 formas particulares de presentación, pueden hacerse huecos durante el proceso de impresión 3D y posteriormente rellenarse 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, como los orificios 3151-3154 del molde macho 3110.

La Figura 32 ilustra una vista en despiece de una forma de presentación de una extensión de bastidor principal a geodésica 3200 configurada para unirse a una junta de base de bastidor principal 301. En formas particulares de presentación de la junta 339 mostradas en las Figuras 3C y 3D, se puede ensamblar de esta manera utilizando la extensión de bastidor principal a geodésica 3200. En formas particulares de presentación, la junta de base 301 del bastidor principal puede ser una que interactúe con estructuras geodésicas y no con la pasarela. La extensión de bastidor principal a geodésica 3200 ilustrada incluye dos piezas, denominadas pieza superior 3210 y pieza inferior 3220. Una vez ensambladas, la pieza superior 3210 y pieza inferior 3220 forman tres acanaladuras de extensión adicionales para conectar la junta de base 301 a estructuras geodésicas. Una de las tres acanaladuras de extensión, denominada acanaladura longitudinal, puede estar configurada para recibir un conector cuyo otro extremo está conectado a una junta geodésica de 6 vías 330 (véase la Figura 3C). El conector puede ser sustancialmente perpendicular al bastidor principal y puede formar un borde compartido entre dos patrones en "X" de la estructura geodésica. Los dos patrones en "X" pueden denominarse 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 acanaladuras de extensión restantes de las tres acanaladuras de extensión del bastidor principal a la estructura geodésica 3200 pueden configurarse para conectarse a los patrones en "X" superior e inferior, respectivamente. En particular, una de las acanaladuras de extensión puede configurarse para recibir un conector cuyo otro extremo esté conectado a la junta geodésica de 4 vías 335 del patrón en "X" superior, y la otra

acanaladura de extensión puede configurarse para recibir un conector cuyo otro extremo esté conectado a la junta geodésica de 4 vías 335 del patrón en "X" inferior.

En formas particulares de presentación, cada una de las acanaladuras de extensión de la extensión de bastidor principal a geodésica 3200 puede estar formada por las piezas superior 3210 e inferior 3220 una vez que se ensamblan. Por ejemplo, la acanaladura longitudinal para conectar a una junta geodésica de 6 vías puede estar formada por las superficies cóncavas interiores 3242 y 3252 de las piezas superior 3210 e inferior 3220, respectivamente. Una de las acanaladuras para la conexión a una junta geodésica de 4 vías puede estar formada por las superficies cóncavas interiores 3243 y 3253 de las piezas superior 3210 e inferior 3220, respectivamente. La otra acanaladura para conectar a otra junta geodésica de 4 vías puede estar formada por las superficies cóncavas interiores 3241 y 3251 de las piezas superior 3210 e inferior 3220, respectivamente. En formas particulares de presentación, la pieza superior 3210 puede tener porciones, tales 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 entre sí (por ejemplo, utilizando agente adhesivo, tuercas y tornillos, etc.).

Además de las porciones para crear las acanaladuras 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 acanaladuras 915 y 913 (ver Figura 9A), respectivamente, de la junta (articulación) de base 301. La pieza inferior 3220 puede tener una superficie interior cóncava 3254 configurada para envolver la superficie exterior de la acanaladura 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 acanaladuras 912 y 914 de la junta de base 301. En formas particulares de presentación, se pueden utilizar adhesivos para unir las piezas superior 3210 e inferior 3220 de la extensión del bastidor principal 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 que se muestra en la Figura 33A se considera que es el interior ya que formaría la superficie interior de la extensión geodésica ensamblada del bastidor principal 3200. Haciendo referencia a ambas FIGURAS 33A y 33B, la pieza superior 3210 comprende: una superficie interior 3341a y una correspondiente superficie exterior 3341b (correspondiente a la porción 3243 en la Figura 32); una superficie interior 3342a y una correspondiente superficie exterior 3342b (correspondiente a la porción 3242); una superficie interior 3343a y una correspondiente superficie exterior 3343b (correspondiente a la porción 3231); una superficie interior 3344a y una correspondiente superficie exterior 3344b (correspondiente a la porción 3245); y una superficie interior 3345a y una correspondiente superficie exterior 3345b (correspondiente a la porción 3244). La pieza superior 3210 comprende además superficies interiores 3361a, 3362a, 3363a, 3364a y 3365a y las correspondientes superficies exteriores 3361b, 3362b, 3363b, 3364b y 3365b, respectivamente. Una vez ensambladas, las superficies interiores 3241, 3242 y 3243 se unirían a conectores que se conectan a estructuras geodésicas adyacentes. Por ejemplo, las superficies interiores 3361a, 3362a, 3363a y 3364a de la pieza superior 3210 se apoyaría 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 acanaladura 913, la acanaladura 915, y la porción entre éstas, respectivamente.

Las FIGURAS 34A-34B ilustran una forma de presentación de los moldes utilizados para fabricar la pieza superior 3210. En formas particulares de presentación, el conjunto de moldes 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 puede 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, al presionarlos conjuntamente, 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, al presionarlos conjuntamente, pueden formar la porción cóncava 3245 de la pieza superior 3210. Aunque no se ilustra, debe tenerse en cuenta que los contornos cóncavos adicionales del molde hembra 3410 correspondiente a los contornos convexos 3422, 3423 y 3424 del molde macho 3420, al presionarlos conjuntamente, pueden formar las porciones cóncavas 3242, 3243 y 3244 de la pieza superior 3210. La Figura 34B ilustra una vista lateral del mismo conjunto que se muestra en la Figura 34A. Se debe tener en cuenta que los contornos convexos salientes o protuberantes 3421, 3422 y 3423 del molde macho 3420 y los correspondientes contornos cóncavos 3411, 3412 y 3413 del molde hembra 3410, al presionarlos conjuntamente, formarían las porciones cóncavas 3241, 3242 y 3243 de la pieza superior 3210, respectivamente. De manera similar, aunque no se muestra, los contornos cóncavos del molde hembra 3410 y los correspondientes contornos convexos 3424 y 3425, cuando se presionan conjuntamente, 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 formas particulares de presentación, pueden hacerse huecos durante el proceso de impresión 3D y posteriormente llenarse 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 las aberturas tales como las 3431, 3432, 3433 y 3434 del molde hembra 3410.

- 5 Las FIGURAS 35A-35B ilustran una vista superior y una vista inferior, respectivamente, de la pieza inferior 3220. La superficie superior que se muestra en la Figura 35A, se considera que es la interior ya que formaría la superficie interior de la extensión geodésica ensamblada del bastidor principal 3200. Haciendo referencia a ambas FIGURAS 35A y 35B, la pieza superior 3220 comprende: una superficie interior 3551a y una correspondiente superficie exterior 3551b (correspondiente a la porción 3251 de la Figura 32); una superficie interior 3552a y una correspondiente superficie exterior 3552b (correspondiente a la porción 3252); una superficie interior 3553a y una correspondiente superficie exterior 3553b (correspondiente a la porción 3253); una superficie interior 3554a y una correspondiente superficie exterior 3554b (correspondiente a la porción 3254); una superficie interior 3555a y una correspondiente superficie exterior 3555b (correspondiente a la porción 3255); y una superficie interior 3556a y una correspondiente superficie exterior 3556b (correspondiente a la porción 3256). La pieza inferior 3220 comprende además superficies interiores 3571a, 3572a, 3573a y 3574a y correspondientes superficies exteriores 3571b, 3572b, 3573b y 3574b. Una vez ensambladas, las superficies interiores 3551a, 3552a y 3553a se unirían a conectores que se conectan a estructuras geodésicas adyacentes. Las superficies interiores 3571a, 3572a, 3573a y 3574a de la pieza inferior 3220 lindaría con las correspondientes superficies interiores 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 acanaladura 912, la acanaladura 914 y la acanaladura 911 de la junta de base 301 del bastidor principal, respectivamente.

- Las FIGURAS 36A-36B ilustran una forma de presentación de los moldes utilizados para fabricar la pieza inferior 3220. En formas particulares de presentación, el conjunto 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 crearla pieza inferior 3220. Los contornos del molde macho 3610 puede formar la superficie interior de la pieza inferior 3220, y los contornos del molde hembra 3620 puede 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, al presionarlos conjuntamente, pueden formar las porciones cóncavas 3252, 3253 y 3256 de la pieza inferior 3220. Aunque no se ilustra, debe tenerse en cuenta que los contornos cóncavos adicionales del molde hembra 3620 correspondientes a los contornos convexos 3651, 3655 y 3654 del molde macho 3610, al presionarlos conjuntamente, pueden formar las porciones cóncavas 3251, 3255 y 3254 de la pieza inferior 3220. La Figura 36B ilustra una vista lateral del mismo conjunto que se muestra en la Figura 36A. Se debe tener en cuenta que los contornos convexos salientes 3651, 3652 y 3653 del molde macho 3610 y los correspondientes contornos cóncavos 3671, 3672 y 3673 del molde hembra 3620, al presionarlos conjuntamente, 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 formas particulares de presentación, pueden hacerse huecos durante el proceso de impresión 3D y posteriormente rellenarse 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 como 3661, 3662, 3663 y 3664 del molde hembra 3620.

- La Figura 37A ilustra un ejemplo de estructura 3700 de un dirigible rígido, de acuerdo con formas particulares de presentación. la estructura 3700 puede comprender una sección de sala central 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 bastidores transversales principales o bastidores principales 3740. En formas particulares de presentación, cada bastidor principal 3740 es circular. En formas particulares de presentación, los bastidores principales 3740 pueden interconectarse mediante pasarelas longitudinales 3704. En formas particulares de presentación, los cables (por ejemplo, que pueden construirse utilizando fibra Vectran o cualquier otro material adecuado con características adecuadas de resistencia y flexibilidad) conectan puntos en la circunferencia interna de cada bastidor principal 3740 puede seccionar físicamente la sección de sala central del casco 3701 en múltiples segmentos. Los segmentos pueden utilizarse para alojar bolsas de aire individuales que contengan gas de elevación (por ejemplo, helio).

- La Figura 37B ilustra una forma de presentación del bastidor principal 3740. El bastidor principal 3740 puede comprender una porción exterior 3710 y una porción interior 3720. En formas particulares de presentación, el bastidor principal 3740 se puede construir utilizando estructuras piramidales 3750. Cada estructura piramidal 3750 puede tener una base y un vértice. En formas particulares de presentación, las estructuras piramidales 3750 pueden configurarse de modo que sus vértices apunten hacia el centro del bastidor principal 3740 y sus bases miran hacia afuera. En tal tipo de configuración, la porción exterior 3710 del bastidor principal 3740 está formado por los conectores que forman las bases de las estructuras piramidales 3750, y la porción interior 3720 del bastidor principal 3740 está formado por los conectores que unen los vértices 3770 de las citadas estructuras piramidales 3750. En formas particulares de presentación, las bases de las estructuras piramidales 3750 puede incluir conectores diagonales 3780 y 3790, que pueden cruzar las bases en diagonal en un patrón alternante de zigzag.

- La Figura 38 ilustra un ejemplo de una vista en perspectiva de una parte del bastidor principal 3740. En formas particulares de presentación, cada estructura piramidal (por ejemplo, 3750a y 3750b) utilizada para construir el

bastidor principal 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 vértice (por ejemplo, 4005a) que forma el vértice de esa pirámide. En formas particulares de presentación, los conectores o varillas pueden conectar las juntas para formar una estructura piramidal 3750. Por ejemplo, la base de una pirámide 3750a puede estar formada por un conector 3811 conectando las juntas de base 5200 y 4100, un conector 3812 conectando las juntas de base 4100 y 4800, un conector 3813 conectando las juntas de base 4800 y 4600, un conector 3814 conectando las juntas de base 4600 y 5200, y un conector diagonal 3790 conectando juntas de base 4100 y 4600. Los lados 3750a de la pirámide pueden estar formados por conectores 3815, 3816, 3817 y 3818 que conectan la junta de vértice 4005a a las juntas de base 5200, 4100, 4800 y 4600, respectivamente. Como otro ejemplo, la base 3750b de una pirámide puede estar formada por un conector 3861 conectando las juntas de base 5100 y 5200, un conector 3814 conectando juntas de base 5200 y 4600, un conector 3863 conectando juntas de base 4600 y 4500, un conector 3862 conectando juntas de base 4500 y 5100, y un conector diagonal 3780 conectando las juntas de base 5100 y 4600. Los lados 3750b de la pirámide pueden estar formados por los conectores 3865, 3866, 3867 y 3868 que conectan la junta de vértice 4900 a las juntas de base 5200, 5100, 4500 y 4600, respectivamente. En formas particulares de presentación, el bastidor principal 3740 se puede construir utilizando estructuras piramidales adyacentes 3750. Por ejemplo, entre dos pirámides adyacentes 3750a y 3750b, un conector (por ejemplo, 3814) puede ser compartido entre las bases de las dos pirámides 3750a y 3750b. En una configuración de este tipo, 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 siendo compartido por las dos pirámides marcadas como 3750a y 3750b. En formas particulares de presentación, las juntas de vértice (por ejemplo, 4005a y 4900) de pirámides adyacentes (por ejemplo, 3750a y 3750b, respectivamente) pueden estar conectadas por un conector de vértice 3820. En formas particulares de presentación, el patrón estructural de estructuras piramidales interconectadas 3750 descrito anteriormente se repite a través de la todo el bastidor principal 3740. En formas particulares de presentación, las juntas pueden estar configuradas para crear un bastidor principal circular 3740. Por ejemplo, la junta de vértice 4005 puede configurarse de modo que sus acanaladuras para recibir los conectores de vértice a vértice 3820 y 3821 pueden estar en ángulo entre sí para formar una esquina de un polígono que se aproxima al interior de un bastidor principal circular 140. De manera similar, cada una de las juntas de base (por ejemplo, 5200) puede configurarse de modo que sus dos acanaladuras para recibir conectores de base (por ejemplo, 3811 y 3861) que forman los lados respectivos de pirámides adyacentes (por ejemplo, 3750a y 3750b) puedan estar en ángulo entre sí para formar una esquina de un polígono que se aproxima a un exterior de un bastidor principal circular 3740. Por ejemplo, la junta base 5200 puede configurarse de manera que los conectores 3811 y 3861 forman una esquina de un polígono de 36 lados. A continuación, se ofrecen más detalles sobre las configuraciones de las uniones.

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

La Figura 39B ilustra una forma de presentación de una parte de la estructura del casco que es alternativa, a la que se muestra en la Figura 3D. La Figura 39B muestra un bastidor principal 3740 (no marcado, en la Figura 39B, para mayor claridad, pero formado en parte por las estructuras piramidales 3750a, 3750b y 3750c) que intersecta una pasarela (no marcada etiquetada en la Figura 39B, para mayor claridad, pero formado en parte por las estructuras piramidales 3943 y 3944). Volviendo a hacer referencia a la Figura 2B, dos bastidores principales 140/3740 pueden estar conectados por una o más pasarelas. En formas particulares de presentación, tanto los bastidores principales 140/3740 y las pasarelas pueden construirse utilizando estructuras piramidales. Así, en la intersección entre un bastidor principal 3740 y una pasarela, la estructura piramidal 3740 del bastidor principal (en adelante denominada "estructura piramidal de intersección del bastidor principal") puede necesitar acanaladuras adicionales para conectarse o soportar la estructura piramidal de la pasarela (en adelante denominada "estructura piramidal de intersección de la paralela"). La Figura 39B, por ejemplo, muestra que una estructura piramidal de intersección de intersección del bastidor principal 3750b puede ser adyacente a tres estructuras piramidales: dos estructuras piramidales de bastidor principal 3750a y 3750c y una estructura piramidal intersección de pasarela 3943. En formas particulares de presentación, el vértice 4900 de la estructura piramidal de intersección del bastidor principal 3750b puede tener acanaladuras de conector adicionales para conectarse al vértice de la estructura piramidal de intersección la de pasarela 3943. En formas particulares de presentación, además de las acanaladuras utilizadas para conectar a estructuras piramidales adyacentes del bastidor principal (por ejemplo, 3750b y 3750a), la junta de

base interior 4600 de la estructura piramidal de intersección del bastidor principal 3750b puede tener acanaladuras de conector adicionales para conectarse a (1) el vértice 4275 de la estructura piramidal de intersección de pasarela 3943, (2) una junta de base 4300 de la estructura piramidal de intersección de pasarela 3943, (3) una junta geodésica de 6 vías 4400a, y (4) una junta geodésica de 6 vías de la base de pasarela 4400b que forma parte de la base de la estructura piramidal de intersección de pasarela 3943. En formas particulares de presentación, además de las acanaladuras utilizadas para conectar a estructuras piramidales adyacentes del bastidor principal (por ejemplo, 3750b y 3750c), la junta de base interior 4500 de la estructura piramidal de intersección del bastidor principal 3750b puede tener acanaladuras de conector adicionales para conectarse a (1) el vértice 4275 de la estructura piramidal de intersección de pasarela 3943, y (2) la junta geodésica de 6 vías de la base de la pasarela 4400b que forma parte de la base de la estructura piramidal de intersección de la pasarela, 3943. En la forma de presentación 6 mostrada en la Figura 39B, cada estructura piramidal de pasarela (por ejemplo, 3943 y 3944) tiene una base que se construye utilizando 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 están conectadas de la manera que se muestra.

En formas particulares de presentación, todas las juntas de unión descritas en esta solicitud o, de otro modo, representadas, para su uso en la construcción de un dirigible pueden estar hechas de metal, incluyendo acero o titanio. Las juntas de unión, incluyendo las juntas de unión construidas usando metal, pueden fabricarse a partir de múltiples longitudes de tubo unidas entre sí mediante adhesivo, soldadura o cualquier otro método para unir tubos. Como ejemplo, múltiples longitudes de tubo de acero o titanio pueden cortarse en forma de "boca de pez" de modo que los tubos puedan unirse entre sí sin ningún hueco y sin doblar el tubo. En formas particulares de presentación, las juntas de unión hechas de metal pueden unirse a conectores de fibra de carbono usando adhesivo. En formas particulares de presentación, una longitud de tubo en una junta de metal puede unirse con varios conectores de fibra de carbono (en formas particulares de presentación, los conectores también pueden estar hechos de metal). En formas particulares de presentación, la junta de metal puede unirse con los conectores de fibra de carbono ajustando una sección de metal 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 formas de presentación, la junta de metal se puede unir con los conectores de fibra de carbono colocando una sección metálica tubular de la junta dentro de un conector tubular de fibra de carbono e inyectando adhesivo en el espacio entre la junta y el conector. En formas particulares de presentación, se puede utilizar un collar para ayudar a inyectar adhesivo en el espacio entre una junta y un conector. En formas particulares de presentación, el collar puede imprimirse en 3D a partir de resina o cualquier otro material adecuado y puede constar de una estructura interna escalonada de modo que el collar pueda ajustarse cómodamente alrededor tanto del conector de fibra de carbono como de 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 y endurece.

Las FIGURAS 40A (vista lateral en perspectiva) y 40B (vista inferior) ilustran diferentes vistas de una forma alternativa de presentación de una junta (articulación) de vértice 4005, que es funcionalmente similar a la junta de vértice 305 que se muestra en la Figura 5A, utilizada para construir una estructura piramidal de un bastidor principal 3740 (por ejemplo, estructuras piramidales de bastidor principal 3750a y 3750c como se muestra en la Figura 39B) que no sea una estructura piramidal de intersección del bastidor principal (por ejemplo, 3750b que se muestra en la Figura 39B). En formas particulares de presentación, la junta de vértice 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 formas particulares de presentación, la junta de vértice ensamblada 4005 (por ejemplo, correspondiente a la junta de vértice 4005a o 4005b que se muestra en las Figuras 38 y 39B) puede configurarse para tener acanaladuras para recibir conectores/varillas. Desde la vista en perspectiva que se muestra en las Figuras 40A-B, la acanaladura 4011 para recibir un conector de vértice (por ejemplo, el conector 3820 ó 3821 se muestra en la Figura 38) se muestra. En formas particulares de presentación, la acanaladura 4011 puede estar configurada para recibir y envolver sustancialmente un objeto tubular. En formas particulares de presentación, puede formarse una acanaladura similar 4012 para recibir otro conector de vértice en el extremo opuesto de la junta de vértice 4005. La abertura o extremo de dicha acanaladura, que no es visible desde la perspectiva mostrada en las Figuras 40A-B, estaría ubicada en 4012. En formas particulares de presentación, las acanaladuras 4011 y 4012 pueden ser simétricas a través de un plano vertical imaginario que divide la junta del vértice 4005 por la mitad a través del centro entre la acanaladura 4011 y la acanaladura 4012. En formas particulares de presentación, cada una de las acanaladuras 4011 y 4012 pueden ser sustancialmente cilíndricas. En ciertas formas de presentación en las que se utiliza una estructura piramidal para construir una estructura recta, como una pasarela como se describe a continuación, las acanaladuras cilíndricas de una junta de vértice para recibir conectores de vértice pueden alinearse entre sí para formar una línea recta (en otras palabras, los ejes de las acanaladuras cilíndricas pueden coincidir). Por otro lado, en formas de presentación en las que se utilizan estructuras piramidales para construir un bastidor principal circular, como el que se muestra en la Figura 37B, el ángulo exterior (es decir, el ángulo medido desde fuera del cuerpo de la articulación y no a través del cuerpo) entre las dos acanaladuras cilíndricas 4011 y 4012 (o sus ejes correspondientes) pueden ser menores de 180 grados. El ángulo particular depende de la geometría del bastidor principal. En formas particulares de presentación, un bastidor principal circular puede aproximarse mediante un polígono regular (por

ejemplo, un polígono de 36 lados). Como tal, el ángulo entre dos conectores creados por una junta de vértice 4005 puede corresponder al ángulo interior de un vértice o esquina del polígono. El ángulo puede depender del número de vértices/esquinas que pueda tener el polígono según se haya diseñado. Por ejemplo, la suma de los ángulos interiores del polígono puede determinarse en base a la fórmula, $(n-2) \times 180$ grados, en 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). Así, por ejemplo, cada ángulo interior de un polígono regular puede determinarse en base a la fórmula: $((n-2) \times 180) / n$.

En formas particulares de presentación, la articulación del vértice 4005 también puede comprender una acanaladura 4013 para recibir un conector de vértice a base (por ejemplo, el conector 3815 mostrado en la Figura 38). En formas particulares de presentación, la junta de vértice 4005 puede tener cuatro de tales uniones de vértice a vértice. acanaladuras de base 4013, 4014, 4015 y 4016 para formar una estructura piramidal. Puesto que cada lado de la estructura piramidal es un triángulo, el ángulo entre cada par de acanaladuras de vértice 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 deben ser triángulos equiláteros idénticos, entonces el ángulo entre cada par de acanaladuras de vértice a base sería sustancialmente de 60 grados.

En formas particulares de presentación, cada acanaladura (por ejemplo, 4011, 4013, etc.) puede tener uno o más orificios en los que se puede inyectar adhesivo líquido. Con las varillas/conectores insertados, se puede inyectar adhesivo líquido en uno o más de los orificios, y se puede permitir que las burbujas de aire y/o el exceso de adhesivo salgan de uno o más orificios adicionales. Este mecanismo para unir piezas de juntas y conectores se puede aplicar a cualquiera de las juntas descritas en este documento.

Las FIGURAS 41A y 41B ilustran diferentes perspectivas de una forma alternativa de presentación de una junta de base 4100 utilizada para construir una estructura piramidal de un bastidor principal 3740 (por ejemplo, como se muestra en la Figura 38). En formas particulares de presentación, la junta de base 4100 puede estar hecha de metal o cualquier otro material similar. En formas particulares de presentación, la junta de base 4100 puede incluir una o más acanaladuras. Por ejemplo, la junta de base 4100 puede tener ocho acanaladuras 4101, 4102, 4103, 4104, 4105, 4106, 4107 y 4108 (no visibles en la Figura 41A, pero visibles en la Figura 41B). En formas particulares de presentación, cada una de las acanaladuras 4101-4108 puede estar configurada para recibir y envolver sustancialmente un objeto tubular, como un conector. En formas particulares de presentación, cada una de las acanaladuras 4101-4108 puede ser sustancialmente cilíndrica.

En formas particulares de presentación, la junta de base 4100 puede tener un total de ocho acanaladuras: una acanaladura central 4108 para recibir un conector compartido entre las bases de dos pirámides adyacentes (por ejemplo, el conector 3812 mostrado en la Figura 38), una acanaladura de conexión 4101 para conectar a alguna otra estructura (por ejemplo, una junta geodésica de 6 vías 4400), una primera acanaladura lateral 4102, una primera acanaladura diagonal 4103, una primera acanaladura de vértice 4104 para una de las pirámides, una segunda acanaladura lateral 4107, una segunda acanaladura diagonal 4106, y una segunda acanaladura de vértice 4105 para la otra pirámide. La acanaladura lateral 4102 puede configurarse para recibir un conector (por ejemplo, 3811 en la Figura 38) conectando la junta de base 4100 con una junta de base adyacente (por ejemplo, 5200 en la Figura 38) de una primera pirámide (por ejemplo, la pirámide 3750a), la acanaladura diagonal 4103 puede configurarse para recibir un conector (por ejemplo, 3790 en la Figura 38) conectando la junta de base 4100 con la junta de base diagonal 4600 de la primera pirámide 3750a, y la acanaladura de vértice 4104 puede configurarse para recibir un conector (por ejemplo, 3816 en la Figura 38) conectando la junta de base 4100 con la junta de vértice (por ejemplo, 4005a en la Figura 38) de dicha primera pirámide 3750a. Las otras acanaladuras, 4105-4107, se pueden utilizar para formar la estructura de esquina de una segunda pirámide adyacente (por ejemplo, la estructura de la pirámide a la derecha de la estructura piramidal 3750a). De manera similar a las acanaladuras 4102-4104, la acanaladura lateral 4107, la acanaladura diagonal 4106, y la acanaladura de vértice 4105 de la junta de base 4100 pueden configurarse para recibir conectores que conectan la junta de base 4100 con la junta de base adyacente, la junta de base diagonal y la junta de vértice de la segunda estructura piramidal, respectivamente.

En ciertas formas de presentación en las que se utiliza una estructura piramidal para construir una estructura recta, como una pasarela como se describe a continuación, las acanaladuras laterales cilíndricas de una junta de base (similares a las acanaladuras 4102 y 4107) pueden alinearse entre sí para formar una línea recta (en otras palabras, los ejes de las acanaladuras cilíndricas pueden coincidir). Por otro lado, en formas de presentación en las que se utilizan estructuras piramidales para construir un bastidor principal circular, 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 principal) entre las dos acanaladuras laterales cilíndricas (o sus ejes correspondientes) puede ser menor de 180 grados. En formas particulares de presentación, un bastidor principal circular puede aproximarse mediante un polígono regular (por ejemplo, un 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 vértice o esquina del polígono. El ángulo puede depender del número de vértices/esquinas que deba tener el polígono según se haya diseñado. Por ejemplo, la suma de los ángulos interiores del polígono puede determinarse en función de la fórmula, $(n-2) \times 180$ grados, en 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). Así, por ejemplo, cada ángulo interior de un polígono regular puede determinarse mediante la fórmula: $((n-2) \times 180) / n$.

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

En formas particulares de presentación, cada acanaladura puede tener uno o más orificios en los que se puede inyectar adhesivo líquido. Con las varillas/conectores insertados, se puede inyectar adhesivo líquido en uno o más de los orificios, y se puede permitir que las burbujas de aire y/o el exceso de adhesivo salgan de uno o más orificios adicionales. Este mecanismo para unir piezas de juntas y conectores se puede aplicar a cualquiera de las juntas descritas en este documento.

La Figura 42 ilustra un ejemplo alternativo de una junta (articulación) de vértice 4275, funcionalmente similar a la junta o articulación de vértice 375 en la Figura 3B, utilizada para construir una estructura piramidal de pasarela, como la que se muestra en 39B. La junta de vértice 4275 de la estructura piramidal de la pasarela es similar a la junta de vértice 4005 de la estructura piramidal del bastidor principal. Cuatro de las aberturas de acanaladura son acanaladuras de vértice a base (se muestran las aberturas de acanaladuras 4213, 4214 y 4215; la apertura de la cuarta acanaladura está oculta a la vista, pero está ubicada dentro de la acanaladura 4216). Las acanaladuras 4213 y 4214 son simétricas a las acanaladuras 4215 y 4216 a través de un plano imaginario que corta a través del centro de la junta 4275. Las otras dos aberturas de las acanaladuras, 4211 y 4212, son acanaladuras de vértice a vértice. Si bien estas acanaladuras de vértice a vértice son similares a las de la junta de vértice de un bastidor principal 4005, son diferentes en cuanto a que sus ejes están alineados. En formas particulares de presentación, el interior de las acanaladuras 4211 y 4212 pueden no estar conectadas, lo que significa que se necesitarían insertar dos conectores separados en las dos acanaladuras. En otras formas de presentación, el interior de las acanaladuras 411 y 4212 pueden formar un canal continuo a través del cual se puede insertar un solo conector. Otras características de la junta de vértice 4275 son similares a las de las juntas de vértice 305 ó 4005 del bastidor principal y, por lo tanto, no se repetirán por razones de brevedad.

Las FIGURAS 43A-43B ilustran un ejemplo de una junta de pasarela a la base geodésica 4300 de una estructura piramidal de pasarela (por ejemplo, la pirámide 3943 en la Figura 39B) Una estructura piramidal de pasarela 3943 puede configurarse para ser adyacente a estructuras geodésicas, como se muestra en la Figura 39B. Como tal, en la forma de presentación de una junta de pasarela a base geodésica 4300, la junta de pasarela a base geodésica 4300 contiene nueve acanaladuras para soportar dos pirámides de pasarela contiguas y la estructura geodésica contigua. Las acanaladuras de base 4301, 4302 y 4303 están configurados 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 acanaladura 4302 se utiliza para formar un lado que se comparte entre las bases de las pirámides de pasarela contiguas A y B, y las acanaladuras 4301 y 4303 se utilizan para formar, respectivamente, los lados de las dos pirámides de pasarela contiguas que están en el mismo lado de la pasarela. acanaladuras de vértice 4308 y 4309 se utilizan para conectar la junta de pasarela a base geodésica 4300 a los vértices de las dos pirámides de pasarela contiguas, respectivamente. Por ejemplo, la acanaladura 4308 se puede utilizar para conectarse al vértice de la pirámide A, y la acanaladura 4309 se puede utilizar para conectarse al vértice de la pirámide B. La junta de pasarela a base geodésica 4300 también puede tener acanaladuras de base a base geodésica 4304 y 4305 para conectar la junta de pasarela a base geodésica 4300 a la estructura geodésica adyacente (por ejemplo, la acanaladura 4304 puede conectarse a la junta geodésica de 6 vías 4400a en la Figura 39B). La junta de la pasarela a la base geodésica 4300 también puede tener acanaladuras 4306 y 4307 para la conexión diagonal a través de la pasarela a las juntas geodésicas de 6 vías (por ejemplo, 4400b) que también están configuradas para conectar los otros lados de las bases de las estructuras piramidales de pasarela a la estructura geodésica. Dicha junta geodésica de 6 vías (por ejemplo, 4400b) es parte de la base de cada estructura piramidal de pasarela (por ejemplo, 3943). A modo de ejemplo, la junta de base geodésica a pasarela 4300 está conectada, a través de su acanaladura 4306, a la junta geodésica de 6 vías 4400b. Las acanaladuras 4301-4307 están todas sustancialmente en el mismo plano. Las acanaladuras de vértice 4308 y 4309 para formar un lado de una pirámide,

por otro lado, están configuradas para formar un ángulo a partir de dicho plano.

La Figura 44 ilustra una forma alternativa de presentación de una junta geodésica de 6 vías 4400, que es funcionalmente similar a la junta 330 que se muestra en la Figura 3C con seis aberturas de acanaladura de conector.

5 En formas particulares de presentación, la junta geodésica de 6 vías 4400 se utiliza para formar una estructura geodésica, como se muestra en las Figuras 39A y 39 B. Como se muestra en la Figura 39A, la estructura geodésica, en una forma de presentación, puede comprender filas de triángulos con orientaciones alternas, con una junta geodésica de 6 vías 4400 que ancla la intersección entre tres triángulos de una fila y tres triángulos adyacentes de una fila adyacente. Cada junta geodésica de 6 vías 4400 puede tener seis acanaladuras de conector 4401, 4402, 10 4403, 4404, 4405 y 4406. En formas particulares de presentación, dos acanaladuras 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 3990 pase a su través. En otras formas de presentación, el interior de las acanaladuras del conector, 4401 y 4402 pueden no estar conectado, por lo que se requieren conectores longitudinales separados 3990 para insertar en las acanaladuras 4401 y 4402, respectivamente. La estructura geodésica de 6 vías 4400, en una forma 15 de presentación, puede comprender un patrón en "X", formado por las acanaladuras 4403, 4404, 4405 y 4406, que se coloca debajo (o encima, dependiendo de su orientación cuando se mira) de las acanaladuras 4401 y 4402. La estructura geodésica 3999 se puede formar conectando cada acanaladura de una junta geodésica de 6 vías 4400 con una acanaladura de otra junta geodésica de 6 vías 4400, como se muestra en la Figura 39A. Las acanaladuras de conector 4401 de 4402 de una serie juntas geodésicas de 6 vías 4400 pueden conectarse para formar una fila 20 longitudinal (por ejemplo, la fila formada por una serie de conectores longitudinales 3990).

En formas particulares de presentación, además de formar estructuras geodésicas 3999, se puede utilizar una junta geodésica de 6 vías 4400 para formar parte de la base de una estructura piramidal de pasarela y para conectar la 25 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 parte de la base de la estructura piramidal de pasarela 3943. En estas formas de presentación, acanaladuras de conector 4401 y 4402 pueden conectarse a juntas de base (por ejemplo, 4500 y 4700) en un lado de una estructura piramidal de pasarela. Acanaladuras de conector 4403 y 4404 pueden conectarse a juntas de base de pasarela (por ejemplo, 4300 y 4600) en el lado opuesto de una estructura piramidal de pasarela. Acanaladuras de conector 4405 y 4406 pueden conectarse a dos 6-forma de juntas 30 geodésicas 4400 o a una junta geodésica de 6 vías 4400 y una junta de bastidor principal a geodésica 5000. Detalles adicionales sobre formas de presentación que incluyen una estructura geodésica que comprende solo 6-forma de juntas geodésicas 4400 se puede encontrar en la Figura 39A.

Las FIGURAS 45A-45B ilustran diferentes vistas en perspectiva de un ejemplo de una junta de base de pasarela a 35 bastidor principal 4500 que conecta dos estructuras piramidales de bastidor principal a una estructura piramidal de pasarela en sus bases (la junta de base de pasarela a bastidor principal 4500 forma la esquina de las tres estructuras piramidales). Por ejemplo, haciendo referencia a la Figura 39B, la junta de la base de la pasarela a la estructura principal 4500 puede conectarse a las estructuras piramidales de bastidor principal 3750b y 3750c a la estructura piramidal de pasarela 3943. La junta de la base de la pasarela al bastidor principal 4500 puede contener 40 siete acanaladuras 4501, 4502, 4503, 4504, 4505, 4506 y 4507. La acanaladura 4501 puede configurarse para conectarse a una junta de la base de pasarela geodésica de 6 vías 4400b. La acanaladura 4502 puede conectarse a la junta geodésica base-pasarela-bastidor principal 4600. La acanaladura 4503 puede conectarse a la junta de vértice de la pasarela 4275 de la estructura piramidal 3943. Las acanaladuras 4504 y 4505 pueden conectarse a las juntas del vértice del bastidor principal 4900 y 4005b de las dos estructuras piramidales contiguas del bastidor principal, 3750b y 3750c, respectivamente. La acanaladura 4506 puede conectarse a la junta del bastidor principal 45 con la geodésica. 5000. Y la acanaladura 4507 puede conectarse a la junta de la base del bastidor principal 5100.

Las FIGURAS 46A-46B ilustran un ejemplo de junta geodésica de base-pasarela-bastidor principal 4600. En formas 50 particulares de presentación, una junta geodésica de base-pasarela-bastidor principal 4600 puede incluir once acanaladuras de conector para conectarse a múltiples otras uniones en la pasarela, el bastidor principal y la estructura geodésica. Las acanaladuras 4601, 4606, 4602, 4607 y 4603 se pueden utilizar para formar las bases de dos estructuras piramidales de bastidor principal adyacentes, como las estructuras piramidales 3750a y 3750b mostradas en la Figura 39B. Específicamente, las acanaladuras 4601 y 4602 se pueden utilizar para formar lados 55 adyacentes de la base de la estructura piramidal 4750a (por ejemplo, conectando a las articulaciones 4800 y 5200, respectivamente) y la acanaladura 4606 se puede utilizar para formar el conector diagonal para dicha base (por ejemplo, conectando a la junta 4100, no mostrada en la Figura 39B). Como tal, la acanaladura 4606 puede estar en un ángulo de 45 grados con respecto a las acanaladuras 4601 y 4602. De manera similar, las acanaladuras 4603 y 4602 se pueden utilizar para formar lados contiguos de la base de la estructura piramidal 4750b (por ejemplo, conectando a las juntas 4500 y 5200, respectivamente) y la acanaladura 4607 se puede utilizar para formar el 60 conector diagonal para esa base (por ejemplo, conectando a la junta 5100). Como tal, la acanaladura 4607 puede estar en un ángulo de 45 grados con respecto a las acanaladuras 4602 y 4603. Las acanaladuras 4603, 4605 y 4610 se pueden utilizar para formar una esquina de la estructura piramidal contigua de pasarela 3943. Las acanaladuras 4603 y 4610 se pueden utilizar para formar lados contiguos de la base de la estructura piramidal de la pasarela 3943 (por ejemplo, conectando a las articulaciones 4500 y 4300, respectivamente). La acanaladura 4605 se puede utilizar 65 para conectarse a la junta geodésica de 6 vías 4400b en el otro lado de la estructura piramidal de pasarela 3943. La

acanaladura 4604 se puede utilizar para conectar a otra junta geodésica de 6 vías 4400a de la estructura geodésica adyacente. Las tres restantes acanaladuras 4611, 4608 y 4609 se conectan a las juntas de vértice de las estructuras piramidales adyacentes. En particular, la acanaladura del conector 4611 se conecta a la junta de vértice 4275 de la estructura piramidal de pasarela 3943; la acanaladura del conector 4608 se conecta a la junta de vértice 4005a de la estructura piramidal 3750a; y la acanaladura del conector 4609 se conecta a la articulación del vértice 4900 de la estructura piramidal 3750b.

Las FIGURAS 47A-47B ilustran diferentes perspectivas de un ejemplo de una junta de base de pasarela 4700 de una estructura piramidal de pasarela. En algunas formas de presentación, una estructura piramidal de pasarela, tal como la estructura piramidal 3944 en la Figura 39B, puede incluir una pasarela a la junta de base geodésica 4300 en un lado de la base de la pasarela y juntas de base de pasarela escalonada 4700 y juntas de base de pasarela geodésica de 6 vías 4400b en el otro lado de la base de la pasarela. La estructura piramidal de intersección de pasarela 3943 puede ser diferente de otras estructuras piramidales de pasarela (por ejemplo, 3944) en que su base está construida utilizando una junta de base de pasarela a geodésica 4300, una junta de base de pasarela 4700 y articulaciones 4600 y 4500. En formas particulares de presentación, la junta de base de pasarela 4700 puede formar esquinas adyacentes de dos estructuras piramidales de pasarela adyacentes, tales como estructuras piramidales 3944 y 3943. La junta de base de pasarela 4700 puede incluir tres juntas de base de pasarela acanaladuras de base 4701, 4702 y 4703. Las acanaladuras 4701 y 4703 pueden formar la esquina de una base de una estructura piramidal de pasarela 3944 y las acanaladuras 4702 y 4703 pueden formar la esquina de una base de la otra estructura piramidal de pasarela 3943. Las acanaladuras 4701 y 4702 pueden conectarse a dos juntas de base de pasarela geodésica de 6 vías adyacentes (por ejemplo, 4400b), mientras que la acanaladura 4703 puede conectarse a la junta de pasarela a base geodésica 4300 en el otro lado de la pasarela. Las acanaladuras de vértice 4704 y 4705 se conectan a las juntas de vértice de las estructuras piramidales de pasarela contiguas 3944 y 3943. Por ejemplo, una junta de base de pasarela 4700 en la Figura 39B puede conectarse a la articulación del vértice de estructura piramidal de pasarela 3944 así como la articulación del vértice de estructura piramidal de pasarela adyacente 3943.

Las FIGURAS 48A y 48B ilustran diferentes perspectivas de un ejemplo de una junta de base geodésica a bastidor principal 4800. La junta 4800 está configurada para conectar dos estructuras piramidales de bastidor principal en la esquina de cada una de sus respectivas bases a una estructura geodésica a través de un conector longitudinal. En la Figura 39B, la junta base 4800 se utiliza para formar las esquinas de la estructura piramidal del bastidor principal 3750a y una estructura piramidal del bastidor principal adyacente por encima de ella (no se muestra). La junta de base 4800 puede tener seis acanaladuras de conector. Las acanaladuras 4801 y 4802 pueden configurarse para conectarse a juntas de base del bastidor principal adyacentes (por ejemplo, la junta de base 4600 de la estructura piramidal del bastidor principal 3750a en la FIG. 38B, aunque debe entenderse que en cuanto a la junta de la base del bastidor principal 4800, las acanaladuras de conector 4801 y 4802 pueden conectarse a juntas de base de bastidor principal de varios tipos y configuraciones). La acanaladura del conector central 4805 puede conectarse a otra junta de base (por ejemplo, 4100 que se muestra en la Figura 38), ubicada en el otro lado del bastidor principal, que es compartido por las mismas dos estructuras piramidales. Las acanaladuras para conectores de vértices 4803 y 4804 pueden configurarse para conectarse a los vértices de las dos estructuras piramidales del bastidor principal (por ejemplo, la acanaladura 4804 se conecta a la articulación del vértice 4005a de la estructura piramidal del bastidor principal 3750a). Por último, la acanaladura del conector 4806 puede configurarse 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 vértice de pasarela a bastidor principal 4900. En formas particulares de presentación, la junta 4900 contiene ocho acanaladuras de conector 4901, 4902, 4903, 4904, 4905, 4906, 4907 y 4908. Las acanaladuras de conector de vértice a base 4901-4904 pueden conectarse respectivamente a las cuatro juntas de base (por ejemplo, 5200, 4600, 5100 y 4500) de las uniones la estructura piramidal de intersección del bastidor principal 3750b en la Figura 39B. En formas particulares de presentación, la estructura piramidal de intersección del bastidor principal 3750b puede ser adyacente a dos estructuras piramidales del bastidor principal (por ejemplo, 3750a y 3750c) y dos estructuras piramidales de intersección de pasarela (por ejemplo, 3943 y otra estructura piramidal de intersección de pasarela, no mostrada, en el otro lado de la estructura piramidal de intersección del bastidor principal 3750b). Para conectarse a los vértices de dichas estructuras piramidales, la junta de vértice 4900 también puede contener cuatro acanaladuras de conexión de vértice a vértice 4905-4908 que se conectan respectivamente a la junta de vértice 4005b de la estructura piramidal del bastidor principal 3750c, la articulación del vértice de la cuarta estructura piramidal no mostrada, la articulación del vértice 4275 de la estructura piramidal de pasarela 3943, y la articulación del vértice 4005a de la estructura piramidal del bastidor principal 3750a.

La Figura 50 ilustra un ejemplo de una junta de bastidor principal a geodésica 5000. La junta 5000 puede incluir diez acanaladuras de conector 5001, 5002, 5003, 5004, 5005, 5006, 5007, 5008, 5009 y 5010 para conectarse a múltiples otras juntas. Las acanaladuras 5001-5010 se pueden utilizar para formar las esquinas adyacentes de dos estructuras piramidales de bastidor principal (por ejemplo, las estructuras piramidales 3750c y la estructura piramidal parcialmente mostrada debajo de ella) y se conectan a la pasarela (por ejemplo, en 4400b) y la estructura geodésica adyacente. Por ejemplo, como se muestra en la Figura 39B, la acanaladura 5004 de la junta 5000 puede conectarse

a la junta 4500 para formar un lado de la estructura piramidal del bastidor principal 3750c. La acanaladura 5008 puede conectarse a la junta 5300 en el otro lado del bastidor principal para formar un lado adyacente de la estructura piramidal del bastidor principal 3750c. La acanaladura 5006 puede conectarse, a través de un conector diagonal, a la junta 5100 en la esquina opuesta de la estructura piramidal del bastidor principal 3750c. La acanaladura 3007 puede estar conectada a la junta de vértice 4005b de la estructura piramidal del bastidor principal 3750c. De manera similar, se pueden utilizar las acanaladuras 5008, 5010, 5009 y 5005 para formar la esquina adyacente de la estructura piramidal del bastidor principal adyacente (parcialmente mostrada). Las acanaladuras 5008 y 5010 se pueden utilizar para formar los lados adyacentes de la citada esquina. La acanaladura 5009 se puede utilizar para formar la diagonal a través de la base de dicha estructura piramidal del bastidor principal, y la acanaladura 5005 se puede utilizar para conectar a la junta del vértice de dicha estructura piramidal del bastidor principal. Las otras tres acanaladuras 5003, 5002 y 5001 pueden conectarse a la estructura geodésica contigua a través de juntas geodésicas de 6 vías 4400. La acanaladura 5002 puede conectarse, a través de un conector longitudinal, a una junta geodésica de 6 vías, y las acanaladuras 5003 y 5001 pueden conectarse a las juntas geodésicas de 6 vías en filas vecinas (por ejemplo, la canaladura 5003 puede conectarse a la junta geodésica de 6 vías 4400b en la fila de arriba que forma un lado de la pasarela).

Las FIGURAS 51A y 51B ilustran diferentes perspectivas de un ejemplo de junta de base del bastidor principal 5100. En formas particulares de presentación, la junta de base del bastidor principal 5100 incluye nueve acanaladuras de conector 5101, 5102, 5103, 5104, 5105, 5106, 5107, 5108 y 5109. La junta 5100 se puede utilizar para formar las esquinas contiguas de la estructura piramidal de intersección del bastidor principal 3750b, la estructura piramidal del bastidor principal 3750c, y una estructura piramidal de pasarela (no mostrada) en la estructura piramidal de pasarela del lado opuesto 3943. Utilizando la Figura 39BA a modo de ejemplo, las acanaladuras 5101, 5104, 5102 y 5103 de la junta 5100 se pueden utilizar para formar la esquina de la estructura piramidal de intersección del bastidor principal 3750b. En particular, la acanaladura del conector 5101 pueden conectarse a la junta de base de pasarela a bastidor principal 4500; la acanaladura 5102 puede conectarse, a través de un conector diagonal, a la junta geodésica de base-pasarela-bastidor principal 4600; la acanaladura 5104 puede conectarse a la junta de base del bastidor principal 5200, y la acanaladura 5103 puede conectarse a la junta 4900. De manera similar, las acanaladuras 5101, 5106, 5105 y 5107 de la junta 5100 se pueden utilizar para formar la esquina contigua de la estructura piramidal del bastidor principal 3750c. En particular, la acanaladura del conector 5101 puede conectarse a la junta de base de pasarela a bastidor principal 4500; la acanaladura 5107 puede conectarse a la junta del vértice del bastidor principal 4005b; la acanaladura 5105 puede conectarse a la junta base 5300; y la acanaladura 5106 puede conectarse, a través de un conector diagonal, a la junta geodésica de bastidor principal 5000. De una forma adicional, la acanaladura 5108 se puede utilizar para formar un lado de la estructura piramidal de la pasarela adyacente (que no se muestra) y la acanaladura 5109 se puede utilizar para conectar a la junta del vértice de la citada estructura piramidal de pasarela.

Las FIGURAS 52A y 52B ilustran diferentes perspectivas de un ejemplo de junta de base de bastidor principal 5200. En formas particulares de presentación, la junta de base de bastidor principal 5200 incluye nueve acanaladuras de conector 5201, 5202, 5203, 5204, 5205, 5206, 5207, 5208 y 5209. La junta 5200 se puede utilizar para formar las esquinas contiguas de la estructura piramidal de intersección del bastidor principal 3750b, la estructura piramidal del bastidor principal 3750a, una estructura piramidal de pasarela (que no se muestra) en la estructura piramidal de pasarela del lado opuesto 3943, y una estructura geodésica adyacente (que no se muestra). Utilizando la Figura 39BA a modo de ejemplo, las acanaladuras 5201, 5208 y 5209 de la junta 5200 se pueden utilizar para formar la esquina de estructura piramidal de intersección del bastidor principal 3750b. En particular, la acanaladura del conector 5201 puede conectarse a la junta geodésica de base-pasarela-bastidor principal 4600; la acanaladura 5209 puede conectarse a la junta del vértice del bastidor principal 4900; y la acanaladura 5208 puede conectarse a la junta base 5100. De manera similar, las acanaladuras 5201, 5202 y 5203 se pueden utilizar para formar la esquina de la estructura piramidal del bastidor principal 3750a. En particular, la acanaladura del conector 5201 puede conectarse a la junta de base-pasarela-bastidor principal 4600; la acanaladura 5202 puede conectarse a la junta del vértice del bastidor principal 4005a; y la acanaladura 5208 puede conectarse a la junta base 4100 (que no se muestra en la Figura 39B, pero se muestra en la Figura 38). Las acanaladuras 5205, 5206 y 5207 se pueden utilizar para formar la esquina de una estructura piramidal de pasarela que no se muestra en la Figura 39B pero que estaría en el lado opuesto de la estructura piramidal de intersección del bastidor principal 3750b con relación a la estructura piramidal de pasarela 3943. En particular, la acanaladura del conector 5205 puede conectarse a una junta de base de dicha estructura piramidal para formar un lado de la pasarela; la acanaladura 5206 puede conectarse a la junta del vértice de dicha estructura piramidal, y la acanaladura 5207 se puede conectar a una junta geodésica de 6 vías en el otro lado de la pasarela, similar a la junta 4400b. La canaladura 5204 se puede conectar a una junta geodésica de 6 vías 4400 (no mostrada) de una estructura geodésica adyacente.

Las FIGURAS 53A y 53B ilustran diferentes perspectivas de un ejemplo de junta de base de bastidor principal 5300. En formas particulares de presentación, la junta de base de bastidor principal 5300 incluye ocho acanaladuras de conector 5301, 5302, 5303, 5304, 5305, 5306, 5307 y 5308. La junta 5300 se puede utilizar para formar una esquina de las estructuras piramidales de bastidor principal 3750c y otra estructura piramidal de bastidor principal adyacente que se muestra parcialmente en la Figura 39B. Utilizando la Figura 39BA a modo de ejemplo, las canaladuras 5303, 5304 y 5306 de la junta 5300 se pueden utilizar para formar la esquina de estructura piramidal de intersección del

bastidor principal 3750c. En particular, la acanaladura del conector 5303 puede conectarse a la junta 5100; la acanaladura 5304 puede conectarse a la junta del vértice del bastidor principal 4005b; y la acanaladura 5306 puede conectarse a la junta de base 5000. De manera similar, las acanaladuras 5307, 5305 y 5306 pueden utilizarse para formar la esquina de la estructura piramidal de bastidor principal contigua, parcialmente mostrada. En particular, las acanaladuras 5306 y 5307 se pueden utilizar para formar la esquina de la base de esa estructura piramidal y la acanaladura 5305 puede utilizarse para conectar con el vértice de dicha estructura piramidal. Además, la junta 5300 puede utilizarse para conectar con la estructura geodésica adyacente (no se muestra en la Figura 39B). En particular, la acanaladura 5301 puede conectarse a una junta geodésica de 6 vías 4400 en la misma fila utilizando un conector longitudinal; la acanaladura 5308 puede conectarse a una junta geodésica de 6 vías 4400 en otra fila de una estructura geodésica; y la acanaladura 5302 puede conectarse a una junta geodésica de 6 vías 4400 que es parte de la base de una estructura piramidal de pasarela.

Las formas particulares de presentación descritas en el presente documento, a las que se hace referencia como "Montaña rusa", proporcionan una estructura y una metodología de montaje más seguras y rápidas para la fabricación de dirigibles. Tradicionalmente, los dirigibles se mantienen estacionarios mientras se construyen, lo que significa que los constructores deben ascender a grandes alturas para construirlos. Formas de presentación de la estructura de Montaña rusa permiten que un dirigible (o partes parcialmente completadas del mismo) gire mientras se construye para que los constructores puedan permanecer en tierra, mejorando así la seguridad y la velocidad. En formas particulares de presentación, cada bastidor principal del dirigible se puede fabricar en el suelo girando el bastidor principal para llevar las partes en las que se está trabajando a una elevación adecuada para los constructores en el suelo. A continuación, se puede añadir un soporte longitudinal entre los bastidores principales para conectar los bastidores principales adyacentes.

La Figura 54 ilustra un ejemplo de un bastidor principal ensamblado en una plantilla del tipo "montaña rusa", en donde un bastidor principal 5400 se encuentra en la parte superior de una plantilla 5410. Debe tenerse en cuenta que un bastidor principal parcialmente completado también puede configurarse en la plantilla 5410 mientras se construye. En formas particulares de presentación, la montaña rusa también puede comprender una torre 5420 para evitar que el bastidor principal 5400 se caiga por un lado del riel 5410.

Las FIGURAS 55A-55B ilustran formas de presentación de un dispositivo de montaña rusa. En la forma de presentación que se muestra en la Figura 55A, la plantilla 5510 puede tener un par de rieles 5511 que corren paralelos entre sí. La distancia entre los rieles 5511 puede depender de la anchura del bastidor principal que la montaña rusa pueda soportar según diseño. Por ejemplo, la distancia entre los rieles 5511 puede configurarse para que coincida sustancialmente con la anchura del bastidor principal. Los rieles 5511 pueden formar un arco, que puede adaptarse a la curvatura del bastidor principal. La longitud de los rieles 5511 (o del arco) puede ser cualquier longitud adecuada para proporcionar un soporte adecuado para el bastidor principal. En la forma de presentación que se muestra en la Figura 55A, los rieles 5511 se pueden fijar a estructuras de soporte estacionarias 5512 (por ejemplo, con alturas fijas). En la forma de presentación que se muestra en la Figura 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 la curvatura de los rieles de la montaña rusa 5521.

La Figura 56 ilustra una vista de primer plano de una de las estructuras de soporte ajustables 5522. Cada uno de los rieles 5521 se puede adjuntar a un bloque de fijación 5631. El bloque de fijación 5631 puede fijarse a una plataforma ajustable 5632, que a su vez podrá fijarse al cuerpo de la plantilla 5633.

En formas particulares de presentación, la superficie exterior de un bastidor principal puede tener ruedas desmontables configuradas para interconectar el bastidor principal con los rieles de la montaña rusa y permitir que el bastidor principal gire a lo largo de su eje. Las FIGURAS 57A-57B ilustran una forma de presentación de las ruedas desmontables 5700. Una rueda desmontable 5700 se puede fijar en o cerca de cada junta de base del bastidor principal. En formas particulares de presentación, la rueda 5710 puede tener una superficie cóncava para mejorar su ajuste sobre rieles convexos. En formas particulares de presentación, 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 formas particulares de presentación, la carcasa 5720 para la rueda 5710 puede fabricarse utilizando sargas de fibra de carbono, similares a las que se utilizan para las juntas (uniones) de vértice y base, como se ha descrito anteriormente. Por ejemplo, la carcasa 5720 se puede fabricar utilizando moldes impresos en 3D. En formas particulares de presentación, se pueden utilizar tornillos para fijar la carcasa 5720 al bastidor principal y a la rueda 5710. En otra forma de presentación, se pueden unir dos ruedas a los extremos opuestos de una carcasa alargada. El lado superior de la carcasa puede tener abrazaderas ajustables que se pueden sujetar a los conectores de un bastidor principal, como, por ejemplo, cualquier conector que forme la base de una estructura piramidal. Una vez que se completa la aeronave, las ruedas desmontables se pueden separar de los bastidores principales de la aeronave.

En formas particulares de presentación, un bastidor principal puede girarse manualmente en una montaña rusa (por ejemplo, deslizándolos por la superficie de la montaña rusa o haciendo girar manualmente una palanca para girar el bastidor principal en la montaña rusa). En otras formas de presentación, se puede utilizar una unidad de accionamiento motorizada para facilitar el giro de un bastidor principal en una montaña rusa. En formas particulares

de presentación, la unidad de accionamiento puede accionarse por gas, eléctricamente o por cualquier otra forma de energía. En formas particulares de presentación, se pueden disponer múltiples montañas rusas una al lado de la otra, cada una con un bastidor principal correspondiente. Las montañas rusas se pueden acoplar simultáneamente para hacer girar todos los bastidores principales correspondientes. De esta manera, se pueden hacer girar grandes secciones del cuerpo de la aeronave, que comprenden múltiples secciones del bastidor principal, para su ensamblaje. En formas particulares de presentación, una unidad de accionamiento unida a cada una de las múltiples montañas rusas puede facilitar la rotación. En formas particulares de presentación, las unidades de accionamiento se pueden sincronizar, ya sea mecánica o electrónicamente (por ejemplo, mediante un bastidor principal) de modo que cada sección del bastidor principal se haga girar al mismo tiempo y con los grados de giro adecuados.

Los aparatos descritos anteriormente pueden utilizarse para construir dirigibles de manera eficiente y rentable. En formas particulares de presentación, cada una de las juntas mencionadas anteriormente utilizadas en la construcción del armazón rígido de un dirigible puede fabricarse utilizando moldes. En formas particulares de presentación, cualquiera de los moldes descritos en este documento puede fabricarse de la siguiente manera. Cada componente de un molde (por ejemplo, la pieza macho, hembra o central) puede crearse de manera rápida y rentable utilizando impresoras 3D. Por ejemplo, un modelo 3D digital que define un componente de molde puede enviarse a una impresora 3D para su impresión. La impresora 3D puede "imprimir" capa por capa, el componente de molde basándose en su modelo digital. Puede utilizarse cualquier material suficientemente resistente, incluidos, entre otros: nailon, plástico ABS, metal, resina, etc. En formas particulares de presentación, el componente de molde puede ser sólido con material de impresión 3D. En otras formas de presentación, el componente de molde puede diseñarse para tener una cavidad hueca en el medio, con aberturas externas incorporadas a la cavidad. Una vez que la carcasa del componente del molde se ha impreso en 3D, se puede inyectar cemento u otros tipos de materiales adecuados, en la cavidad, a través de las aberturas. Las ventajas de este proceso incluyen, por ejemplo, fortalecer el componente del molde más allá de lo que puede ofrecer el material de impresión 3D por sí 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 formas particulares de presentación, los componentes del molde pueden utilizarse para presionar contra materiales de junta para crear uniones para el dirigible rígido. En formas particulares de presentación, pueden utilizarse 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 pueden tratarse con un agente endurecedor, como resina epoxi. A continuación, pueden colocarse capas de sargas entre los componentes del molde. En formas particulares de presentación, para facilitar el desprendimiento posterior de las sargas de fibra de carbono prensadas de los componentes del molde, puede colocarse una capa de lámina de plástico entre las sargas y cada componente del molde. A continuación, los componentes del molde pueden presionarse entre sí de modo que las partes correspondientes diseñadas para encajar entre sí queden alineadas entre sí. Puede aplicarse una cantidad adecuada de fuerza a los moldes para mantener su configuración prensada y dar forma a las sargas de fibra de carbono hasta que se endurezcan. La fuerza puede aplicarse, por ejemplo, utilizando abrazaderas, pesos o cualquier otro medio adecuado. Una vez que las sargas de fibra de carbono se endurecen, los componentes del molde se pueden separar entre sí para permitir que se eliminen las sargas de fibra de carbono. En formas particulares de presentación, las sargas de fibra de carbono endurecidas, que luego son componentes de junta, se pueden recortar para eliminar partes no deseadas o innecesarias.

Los componentes de la junta pueden utilizarse entonces para construir el armazón de un dirigible rígido. En formas particulares de presentación, los componentes de una junta pueden fijarse entre sí para formar la junta deseada. Por ejemplo, las mitades macho y hembra de la junta del vértice del armazón principal pueden ensamblarse como se muestra en la Figura 5A. En formas particulares de presentación, los componentes de la junta pueden fijarse mediante pernos, adhesivos o cualquier otro agente adhesivo adecuado. Cualquiera de estos medios de fijación puede aplicarse a superficies en las que los componentes de junta se apoyan entre sí. La Figura 5A, por ejemplo, muestra que, aparte de las partes en las que se forman las acanaladuras, otras partes de las mitades macho y hembra están sustancialmente en contacto. Se pueden aplicar adhesivos líquidos, por ejemplo, a dichas superficies para unir los componentes entre sí para formar la junta. En formas particulares de presentación, las juntas (uniones) se pueden formar de forma permanente de esa manera, en primer lugar, y después se pueden insertar conectores en las acanaladuras. En otras formas de presentación, los conectores se pueden colocar antes de que se ensamble permanentemente una junta. Por ejemplo, los conectores se pueden colocar con sólo la mitad macho de una junta, y después se puede ensamblar la mitad hembra en su lugar. En efecto, las mitades macho y hembra se pueden usar para sujetar los conectores mientras se colocan en las acanaladuras designadas.

En formas particulares de presentación, los conectores pueden fijarse a la junta utilizando adhesivos líquidos. Por ejemplo, se pueden aplicar adhesivos a las superficies interiores de las acanaladuras y/o a los extremos de los conectores que se insertarían en las acanaladuras. En formas particulares de presentación, las superficies de junta de las acanaladuras y los conectores pueden tratarse previamente con adhesivos antes de colocar los conectores en las acanaladuras. En formas particulares de presentación, los conectores pueden insertarse primero en una junta y, a continuación, se pueden inyectar adhesivos en el espacio entre las superficies de contacto. En tal caso, se pueden perforar orificios en cada acanaladura antes de insertar un conector. Por ejemplo, para una acanaladura dada de

una junta, la parte correspondiente en la mitad macho puede tener un orificio y la parte correspondiente en la mitad hembra puede tener un orificio de manera similar. Después de que se haya insertado un conector en la acanaladura, se puede inyectar adhesivo líquido en la acanaladura a través de uno de los orificios, uniendo así la superficie interior de la acanaladura con el extremo insertado del conector. Las burbujas de aire y el exceso de adhesivo pueden fluir hacia el otro orificio durante el proceso de inyección. Mientras se seca el adhesivo, se pueden utilizar broches, bridas, bandas de goma o cualquier otro tipo de dispositivo de constricción para mantener los conectores y las acanaladuras en su lugar. En formas particulares de presentación, para confinar el adhesivo líquido inyectado a una región limitada dentro de una acanaladura, y/o para asegurar que haya una cantidad suficiente de adhesivo entre un conector insertado y el interior de la acanaladura, se puede compartimentar una región dentro de la acanaladura que rodea los orificios para evitar que el adhesivo inyectado se filtre más allá de la región. Por ejemplo, se pueden unir dos juntas tóricas o dispositivos similares al extremo de un conector o a la superficie interior de una acanaladura. Las dos juntas tóricas pueden estar espaciadas de modo que, una vez que se inserta el conector, las juntas tóricas definan una región que rodea los orificios en la acanaladura a través de la cual se inyecta el adhesivo. Las juntas tóricas sirven como barreras que evitan que el adhesivo inyectado se extienda más allá de la región definida.

En formas particulares de presentación, se puede ensamblar un bastidor principal utilizando las juntas y conectores mencionados anteriormente (por ejemplo, formas de presentación de fibra de carbono o de metal). En formas particulares de presentación, el bastidor principal se puede construir sobre la plantilla de tipo montaña rusa. Por ejemplo, después de que se haya construido una estructura piramidal de un bastidor principal, se pueden unir ruedas desmontables a las esquinas de la base de la pirámide. La estructura piramidal se puede colocar luego sobre la plantilla de tipo montaña rusa, con las ruedas alineadas con los rieles de la plantilla. Se pueden construir estructuras piramidales adicionales de manera similar y conectarlas entre sí en la plantilla. Los ingenieros pueden girar el bastidor principal parcialmente ensamblado en la plantilla del tipo montaña rusa, según sea necesario, para que los segmentos en los que se va a trabajar permanezcan accesibles para los ingenieros en el suelo. Esto no sólo proporciona un entorno de trabajo mucho más seguro (ya que los ingenieros no tendrían que trepar a grandes alturas), sino que también mejora la eficiencia.

En formas particulares de presentación, los bastidores principales ensamblados pueden colocarse en paralelo entre sí de modo que se pueda construir un segmento de casco entre ellos. En formas particulares de presentación, dos bastidores principales pueden colocarse sobre plantillas de montaña rusa y hacerse girar de modo que las estructuras piramidales correspondientes de los dos bastidores principales estén alineadas. En formas particulares de presentación, las juntas de extensión, como las descritas con referencia a las FIGURAS 20-36, pueden estar unidas a las juntas de los bastidores principales. Utilizando dichas juntas de extensión, se pueden construir pasarelas (por ejemplo, cuatro pasarelas espaciadas uniformemente, como las que se muestran en la Figura 1) para conectar los bastidores principales. Si se utilizan juntas de metal en su lugar (por ejemplo, según se muestra en las FIGURAS 37-53), las acanaladuras utilizadas para conectar un bastidor principal a las pasarelas y las estructuras geodésicas están integradas con las juntas sin necesidad de juntas de extensión. En formas particulares de presentación, las porciones restantes entre cada par de bastidores principales pueden construirse utilizando estructuras geodésicas, descritas en este documento. En formas particulares de presentación, las estructuras geodésicas pueden comprender conectores longitudinales que conectan cada junta de base de un bastidor principal a una junta de base correspondiente del otro bastidor principal. Para agregar un soporte estructural adicional, las estructuras geodésicas pueden comprender además diagonales cruzadas, formando así los patrones en "X" o patrones geodésicos de 6 vías antes mencionados. De esta manera, se puede construir un segmento de casco del dirigible. Se pueden construir segmentos de casco adicionales de manera similar y conectarlos entre sí para formar el bastidor de un dirigible rígido.

REIVINDICACIONES

1.- Una plantilla (5410, 5510, 5633) para construir un bastidor principal (140) de una estructura de un dirigible, la cual comprende:

un primer carril (5511, 5521) y un segundo carril (5511, 5521) que están configurados para ser paralelos entre sí, formando un arco cada primer carril (5511, 5521) y segundo carril (5511, 5521);

una pluralidad de primeras estructuras de soporte (5512, 5522) fijadas al primer riel (5511, 5521), en donde la pluralidad de primeras estructuras de soporte (5512, 5522) tienen alturas no uniformes para soportar una curvatura del arco del primer riel (5511, 5521); y

una pluralidad de segundas estructuras de soporte (5512, 5522) fijadas al segundo riel (5511, 5521), en donde la pluralidad de segundas estructuras de soporte (5512, 5522) tienen alturas no uniformes para soportar una curvatura del arco del segundo riel (5511, 5521);

en donde el primer riel (5511, 5521) y el segundo riel (5511, 5521) están configurados para interactuar con ruedas desmontables (5700, 5710) configuradas para acoplarse a una superficie exterior del bastidor principal (140) y permitir que el bastidor principal (140) gire a lo largo de su eje en la plantilla (5410, 5510, 5633).

2.- La plantilla (5410, 5510, 5633) de la reivindicación 1, en la que el arco formado por cada uno de los rieles (5511, 5521) tiene una curvatura que coincide sustancialmente con una curvatura de una porción externa del bastidor principal (140).

3.- La plantilla (5410, 5510, 5633) de la reivindicación 1, en la que las primeras estructuras de soporte (5512, 5522) y las segundas estructuras de soporte (5512, 5522) tienen alturas fijas.

4.- La plantilla (5410, 5510, 5633) de la reivindicación 1, en la que las primeras estructuras de soporte (5512, 5522) y las segundas estructuras de soporte (5512, 5522) son ajustables individualmente con respecto a sus alturas.

5.- La plantilla (5410, 5510, 5633) de la reivindicación 4, en la que cada una de las primeras estructuras de soporte (5512, 5522) comprende:

una porción de fijación que está acoplada a una porción del primer riel (5511, 5521); y

una plataforma de ajuste (5632) que está acoplada a un cuerpo de la plantilla (5410, 5510, 5633).

6.- La plantilla según la reivindicación 1, para construir un bastidor principal de una estructura de dirigible que comprende una pluralidad de estructuras piramidales interconectadas, en donde la superficie exterior del bastidor principal está formada por las bases de la pluralidad de estructuras piramidales interconectadas, en donde las ruedas desmontables están configuradas para acoplarse a las bases.

7.- La plantilla (5410, 5510, 5633) de la reivindicación 1, la cual comprende, de una forma adicional:

una unidad de accionamiento configurada para girar el bastidor principal (140) colocado sobre la plantilla (5410, 5510, 5633);

en donde la unidad de accionamiento está controlada por una computadora.

8.- La plantilla (5410, 5510, 5633) de la reivindicación 7, en la que el ordenador está configurado para controlar sincrónicamente una o más unidades de accionamiento adicionales de una o más plantillas adicionales (5410, 5510, 5633), respectivamente.

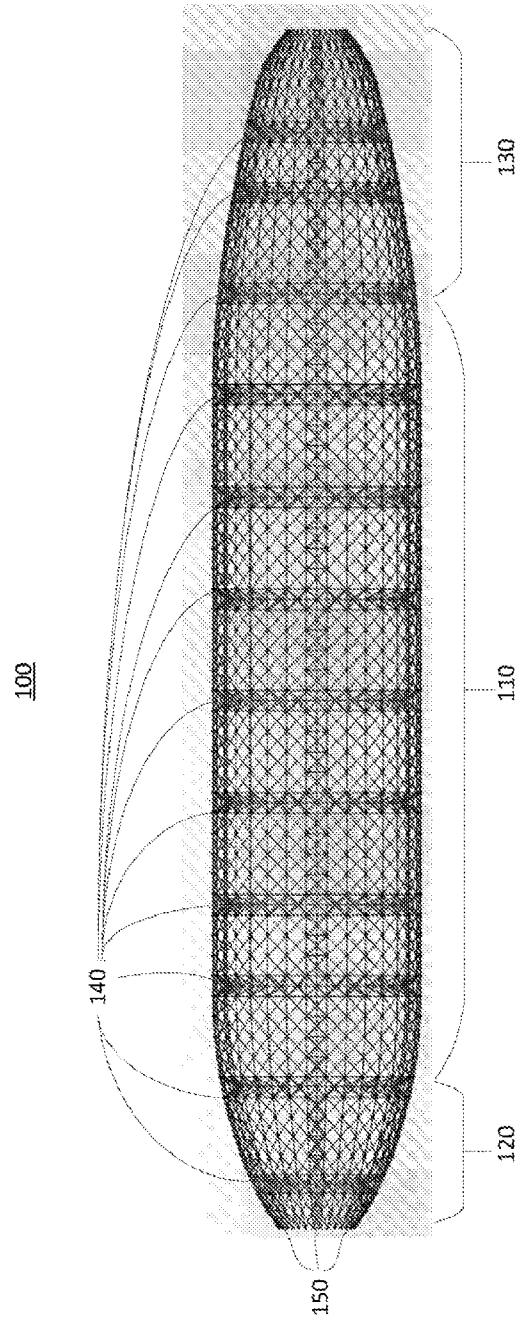
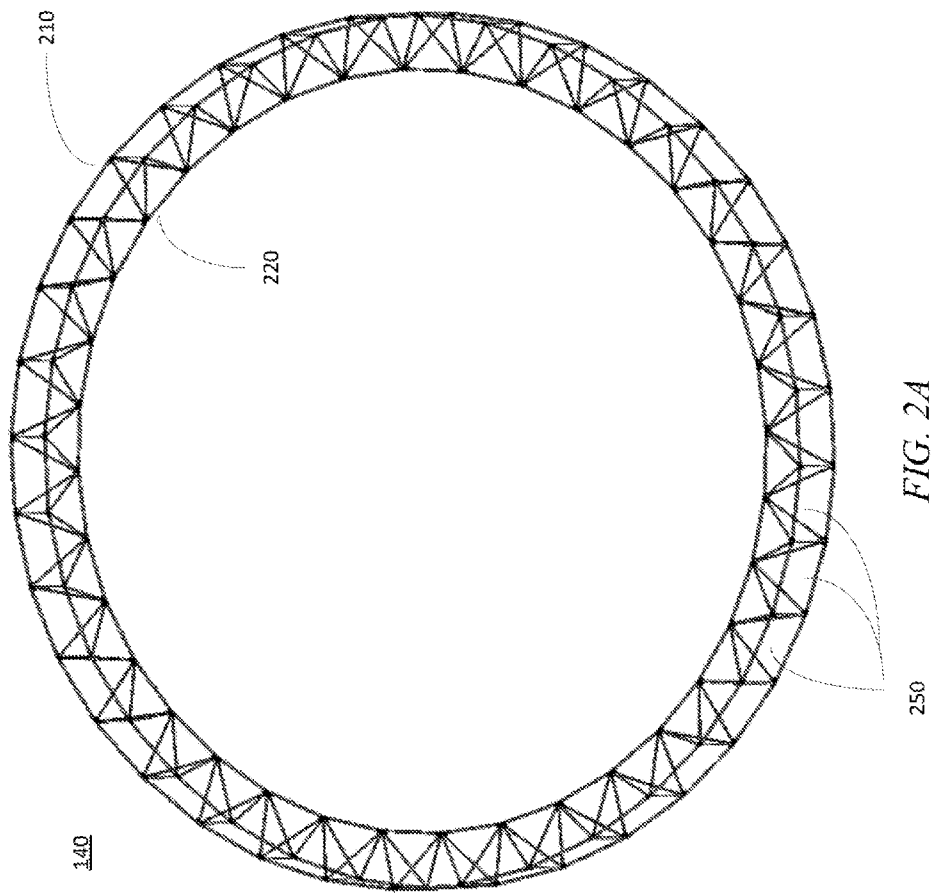


FIG. 1



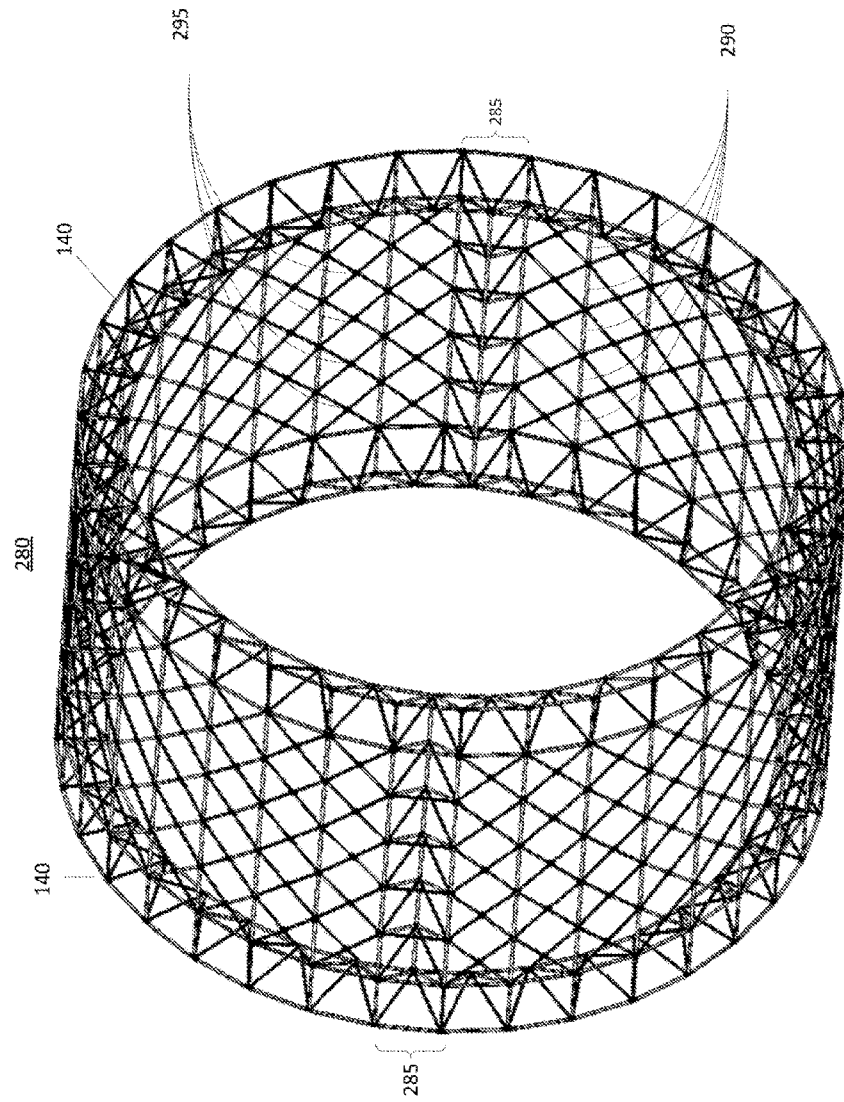


FIG. 2B

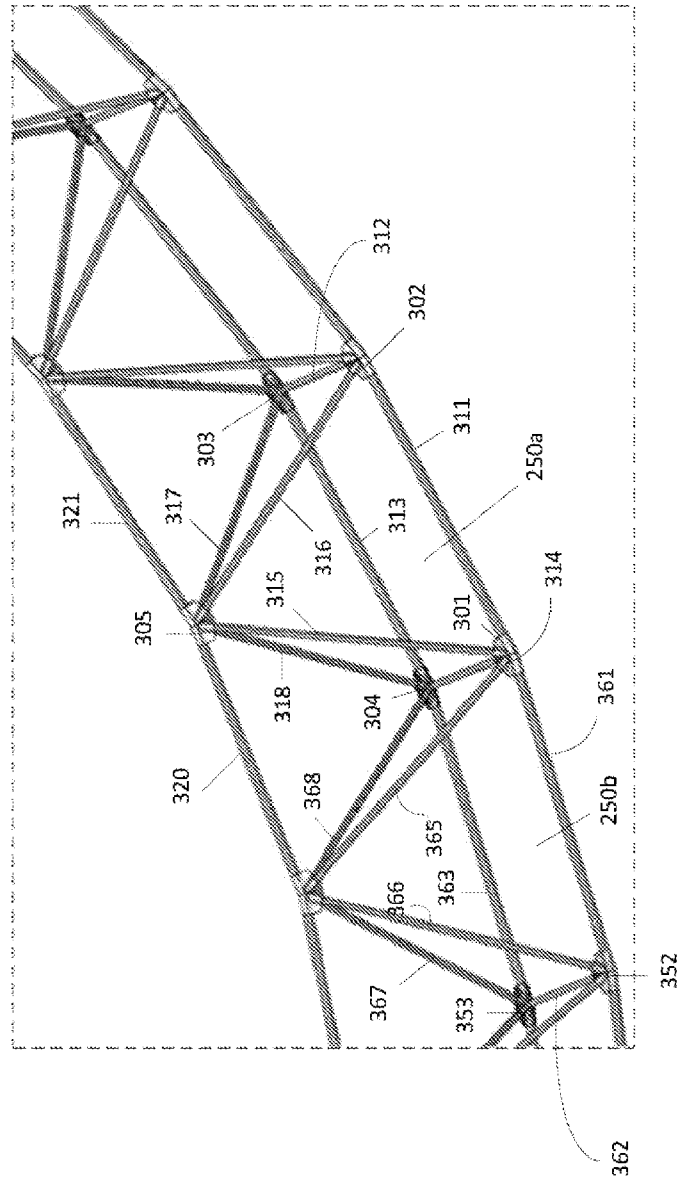


FIG. 3A

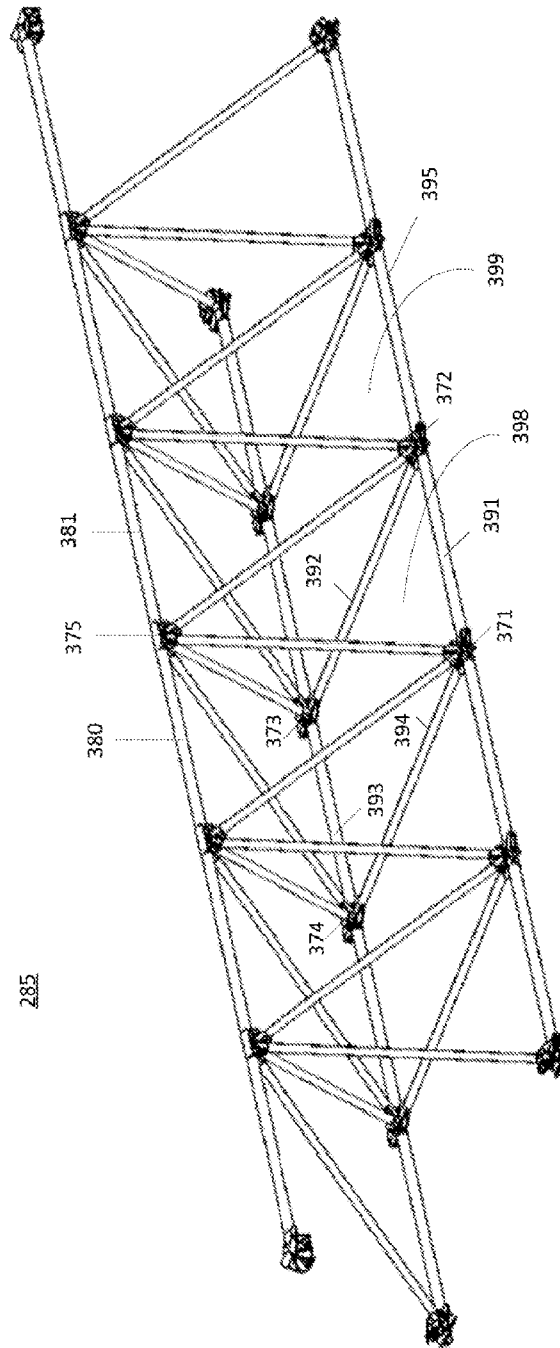


FIG. 3B

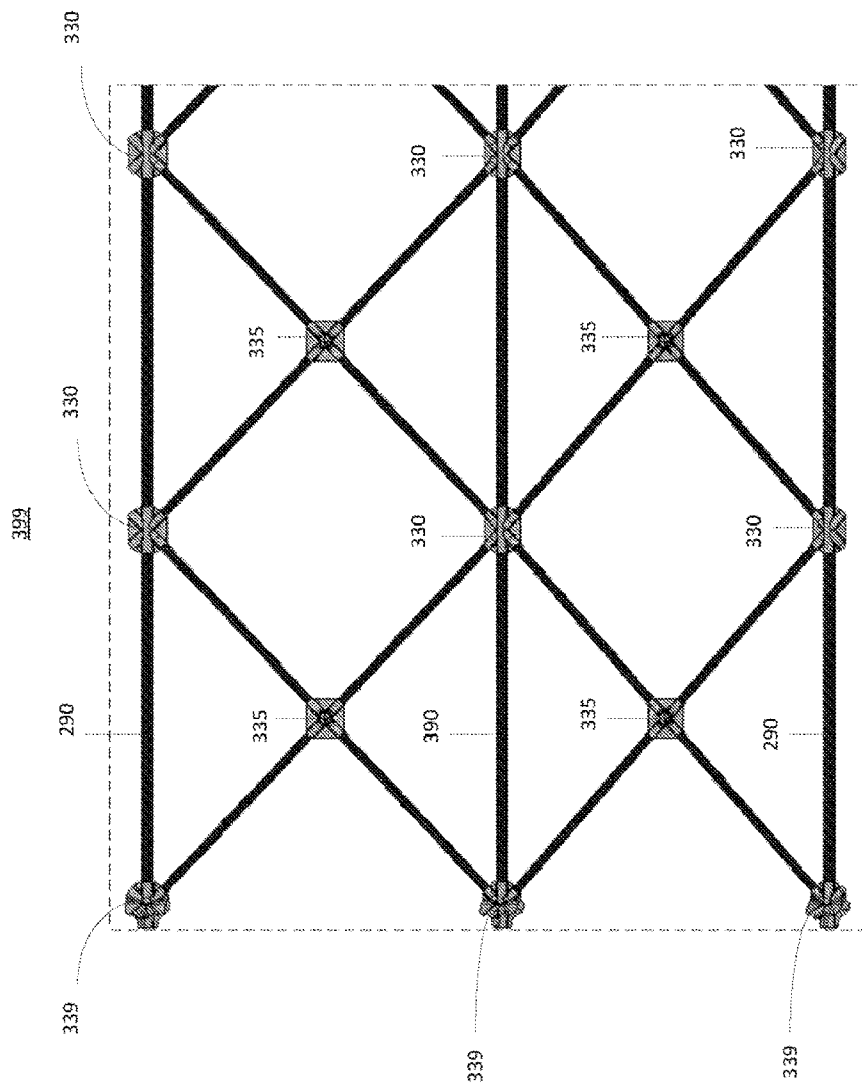
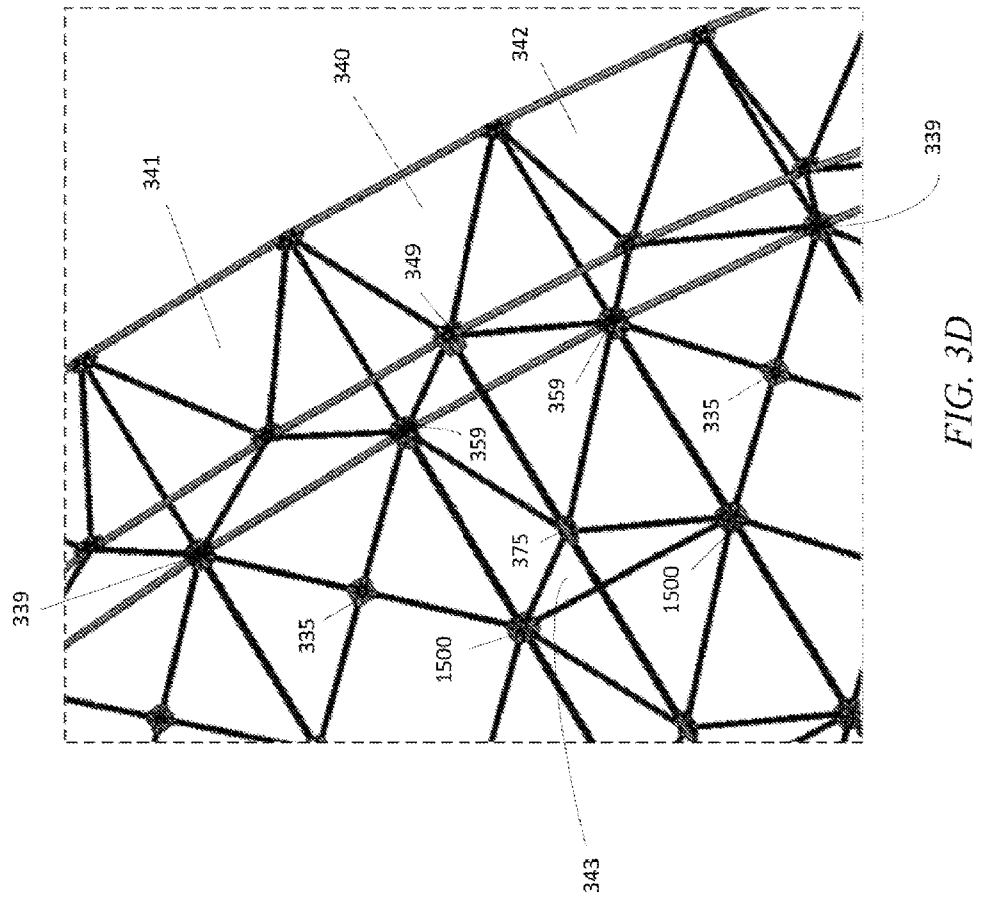
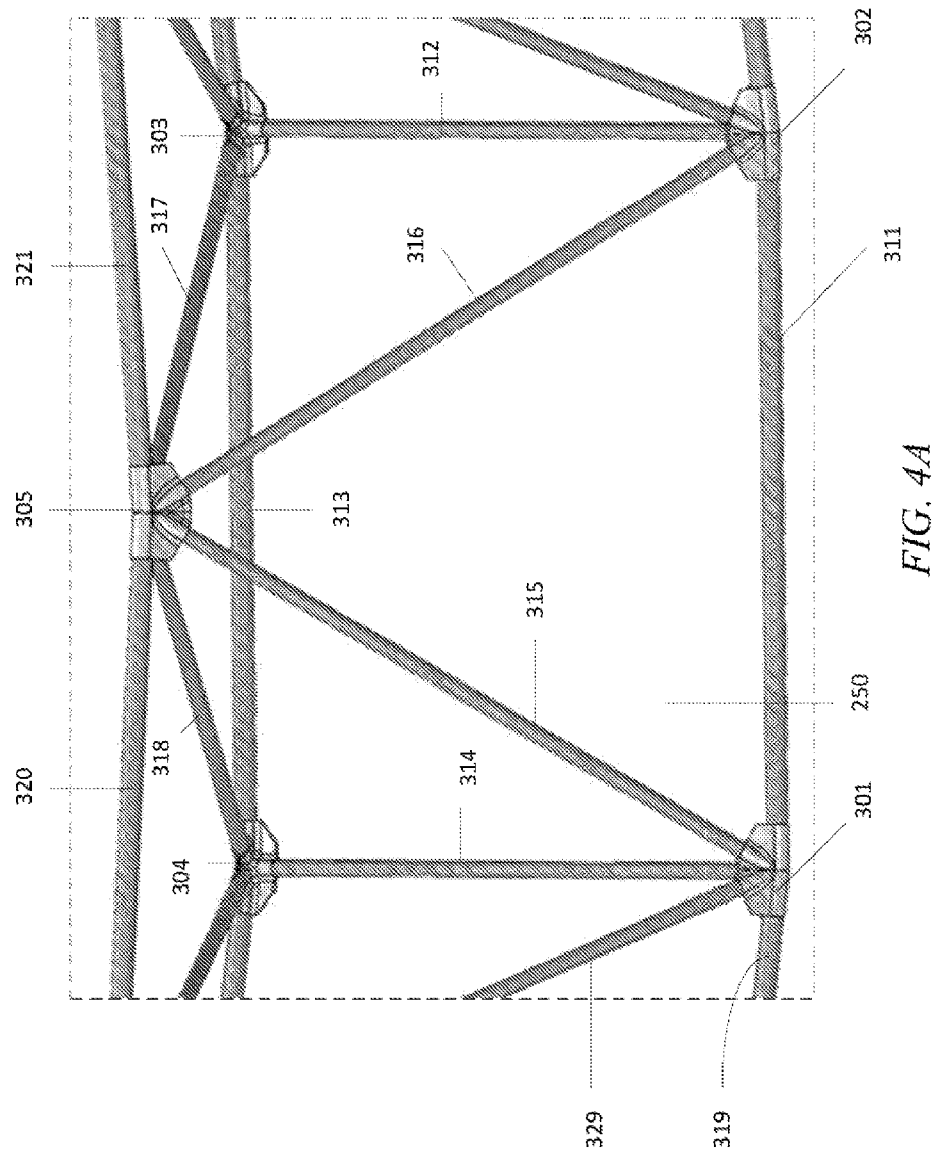
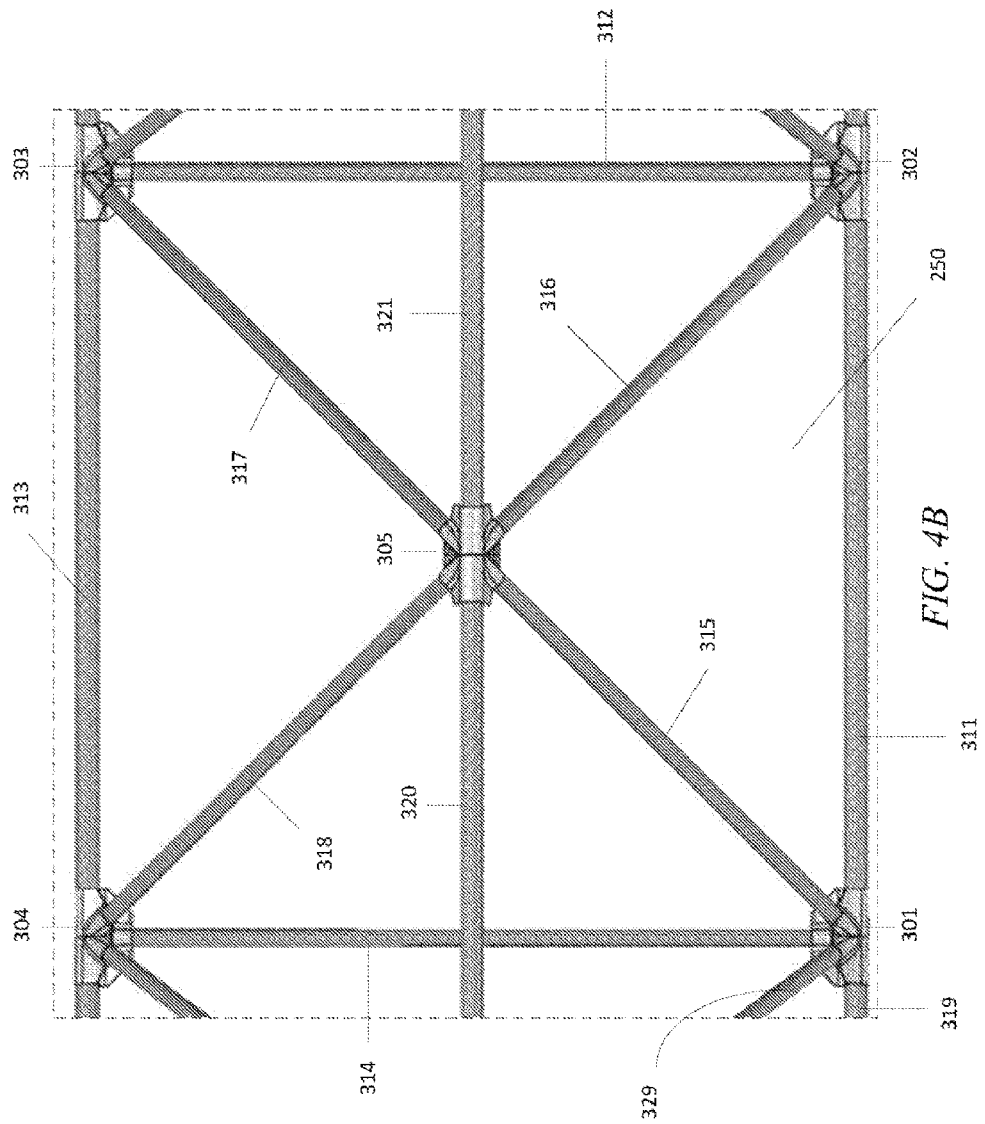


FIG. 3C







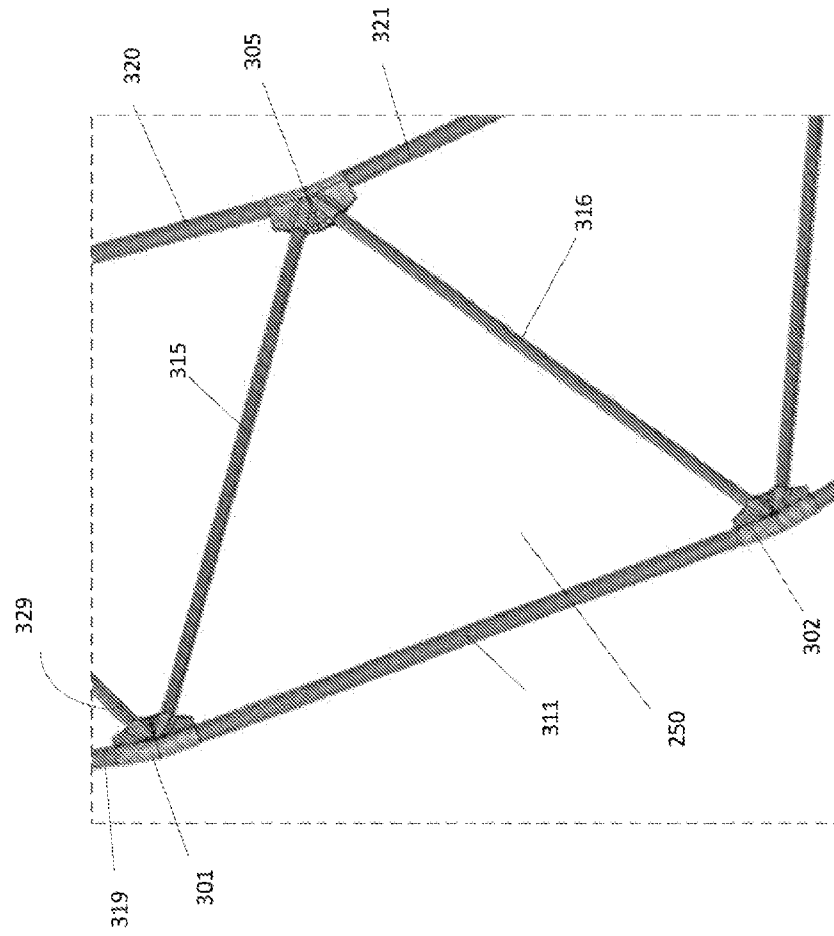
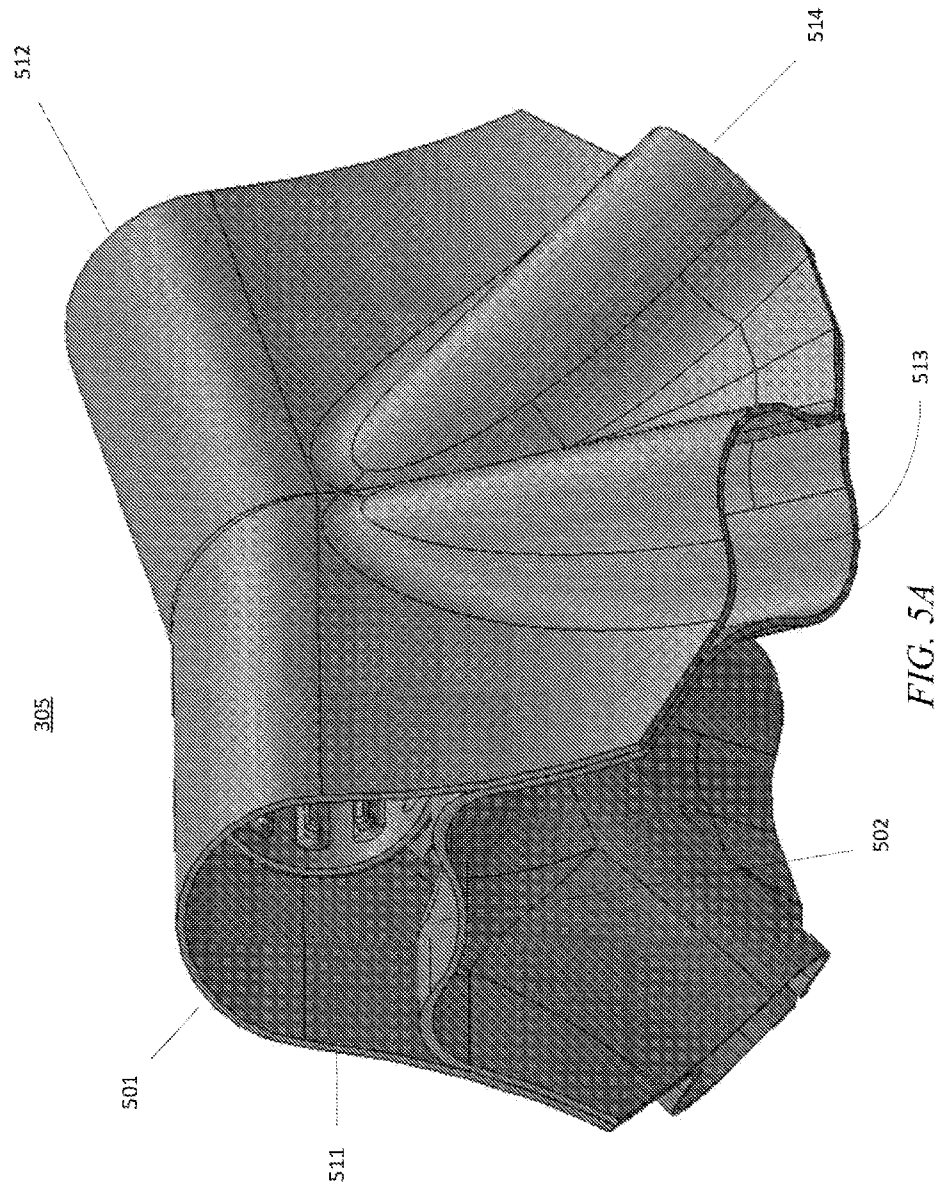
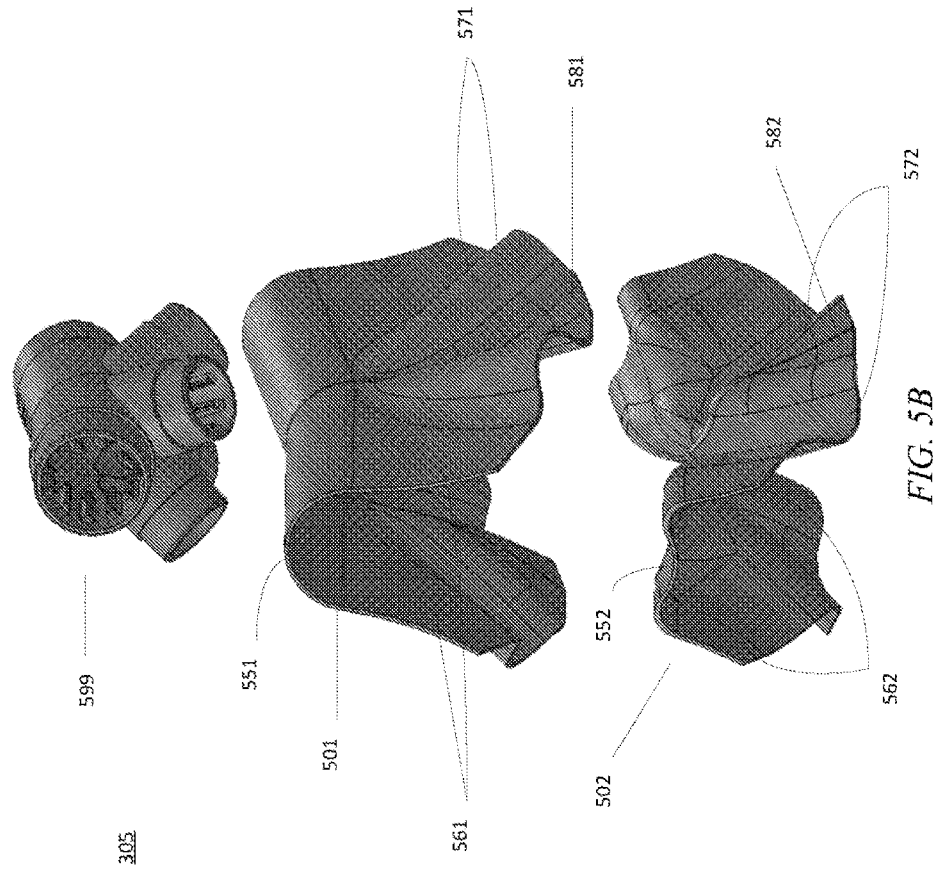


FIG. 4C





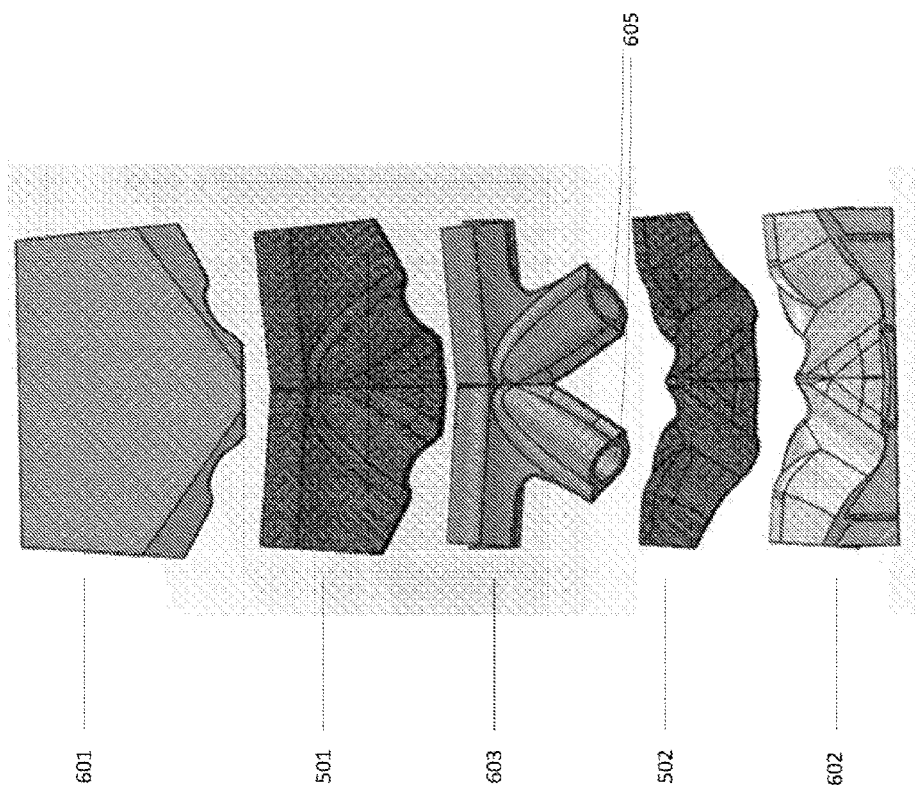


FIG. 6A

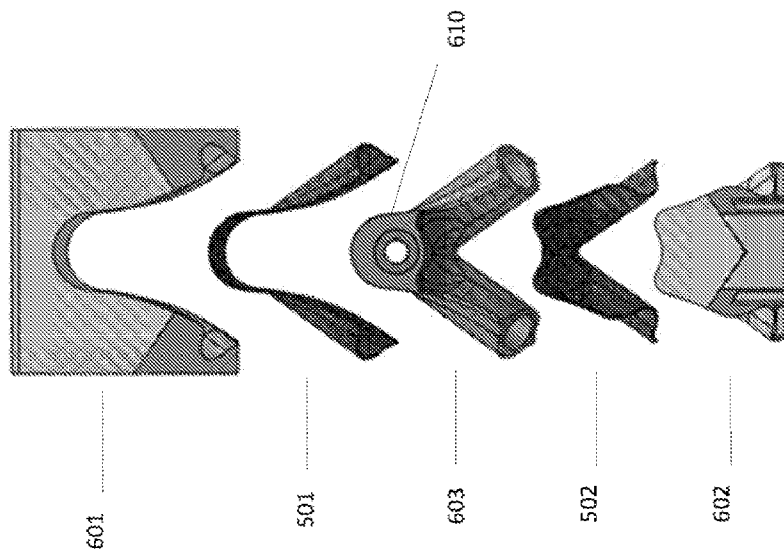


FIG. 6B

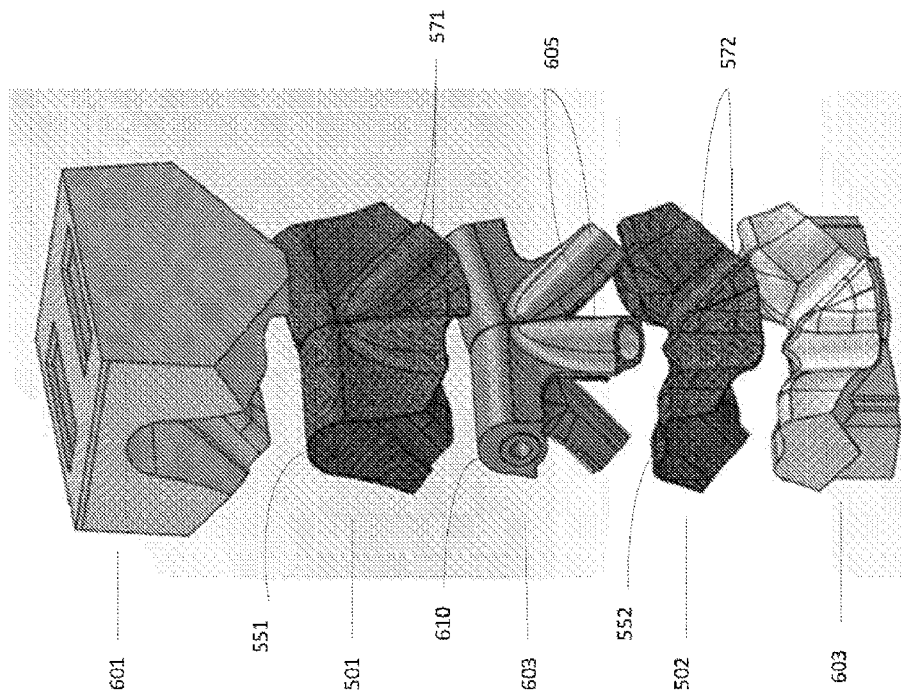


FIG. 6C

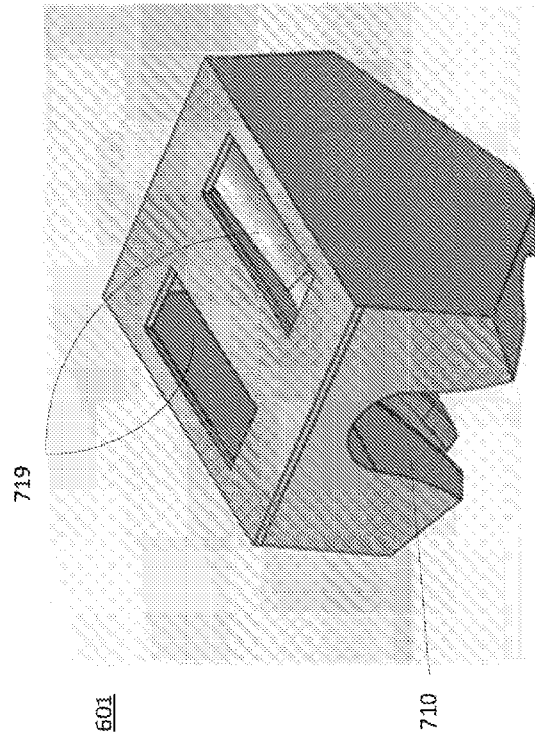


FIG. 7A

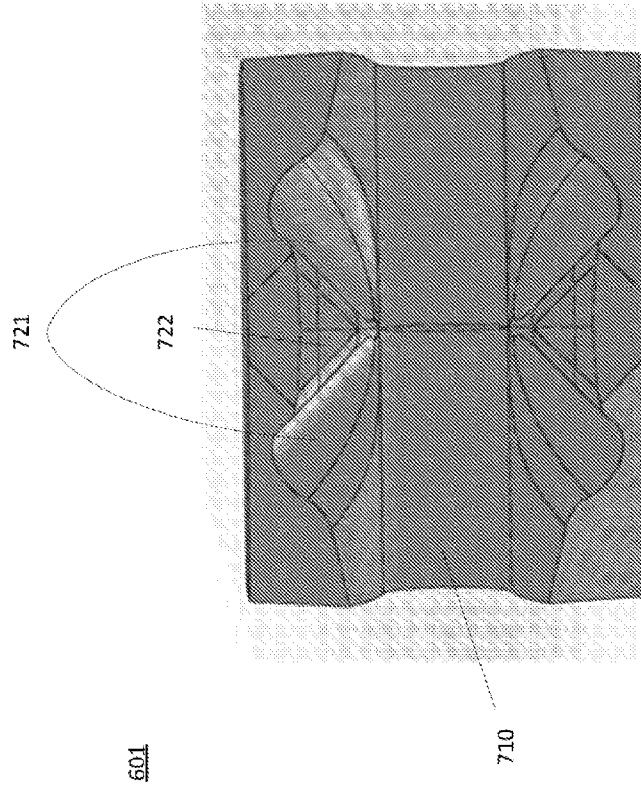


FIG. 7B

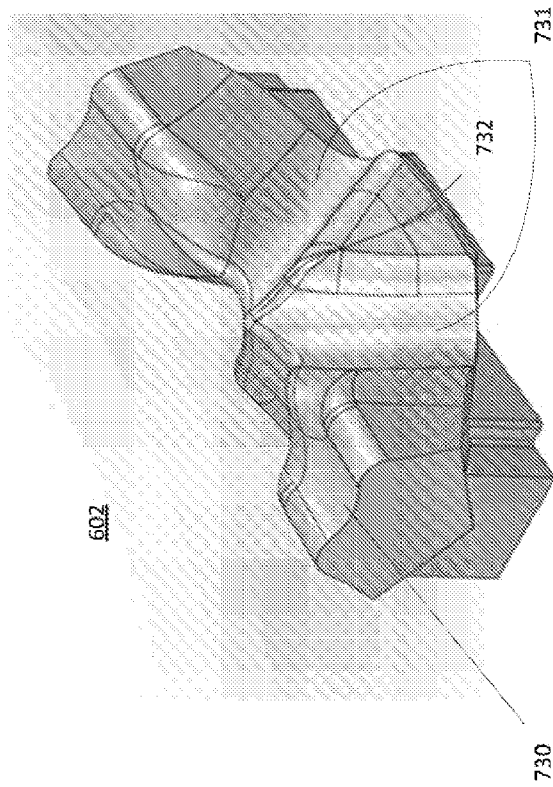


FIG. 7C

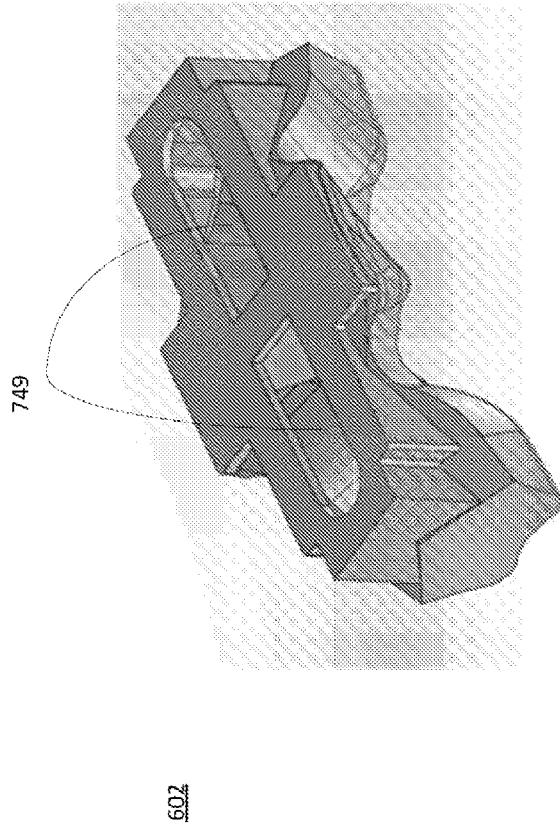


FIG. 7D

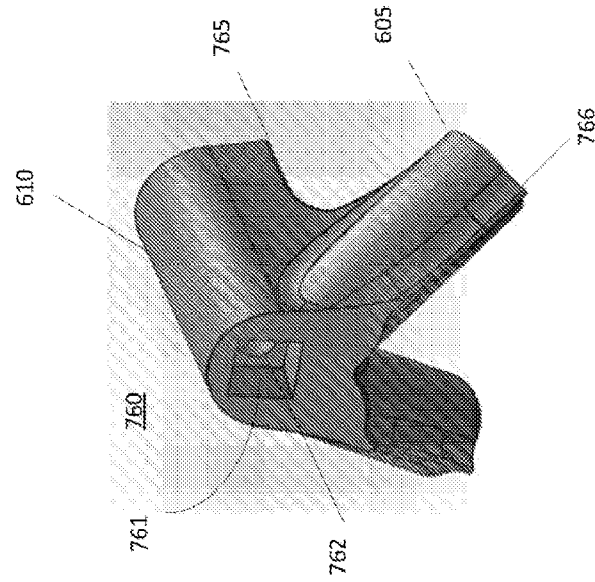


FIG. 7F

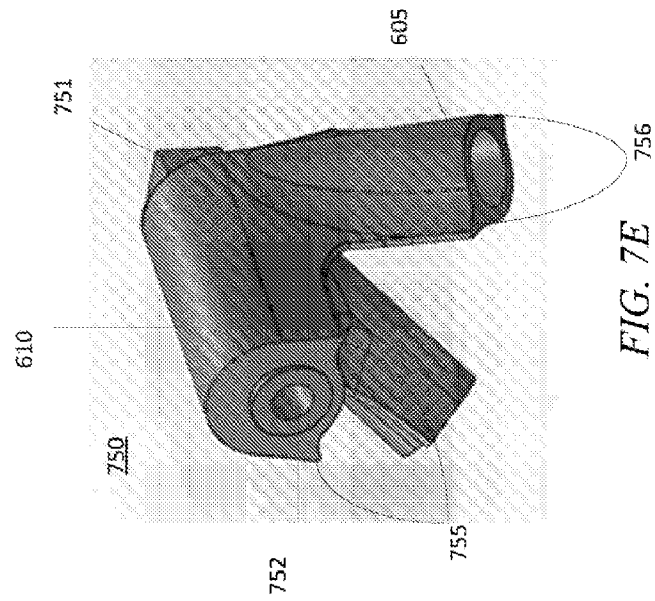


FIG. 7E

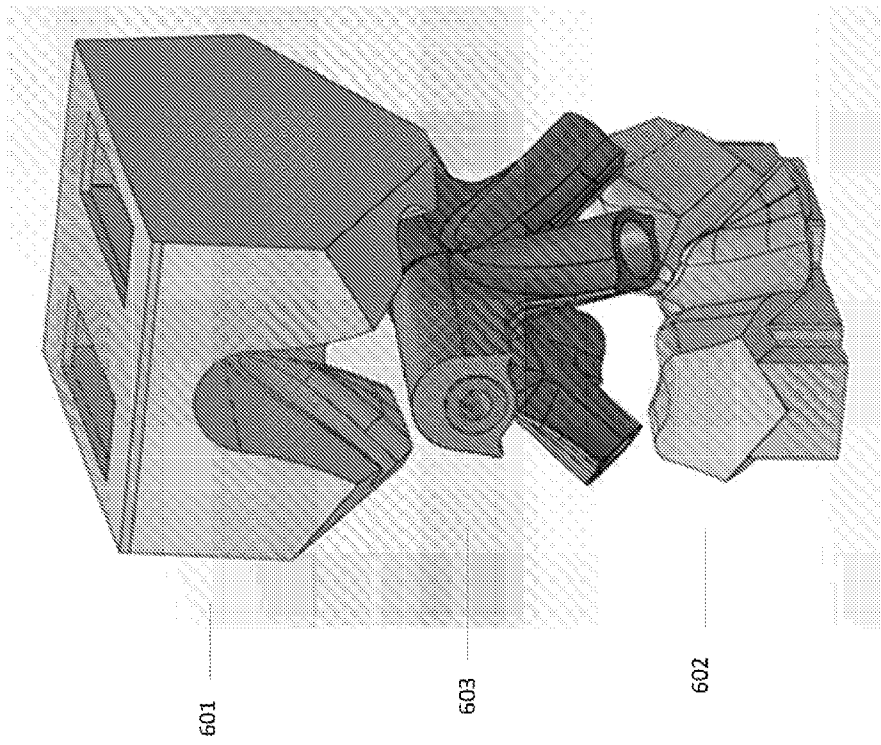


FIG. 8A

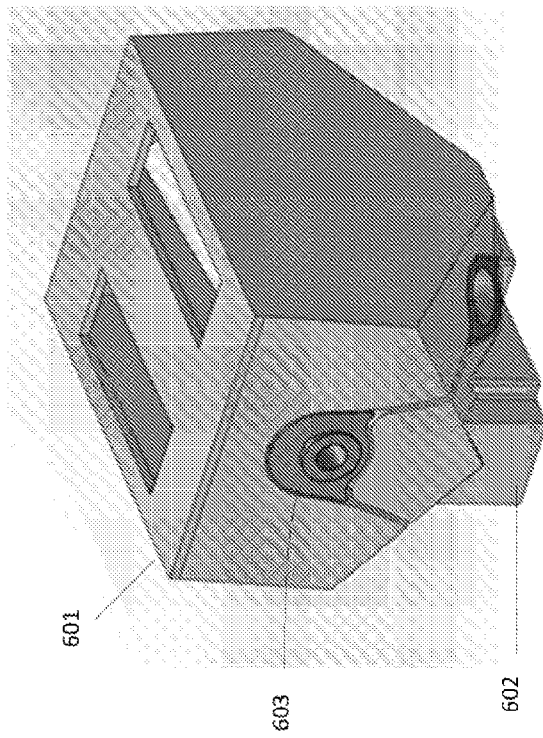


FIG. 8B

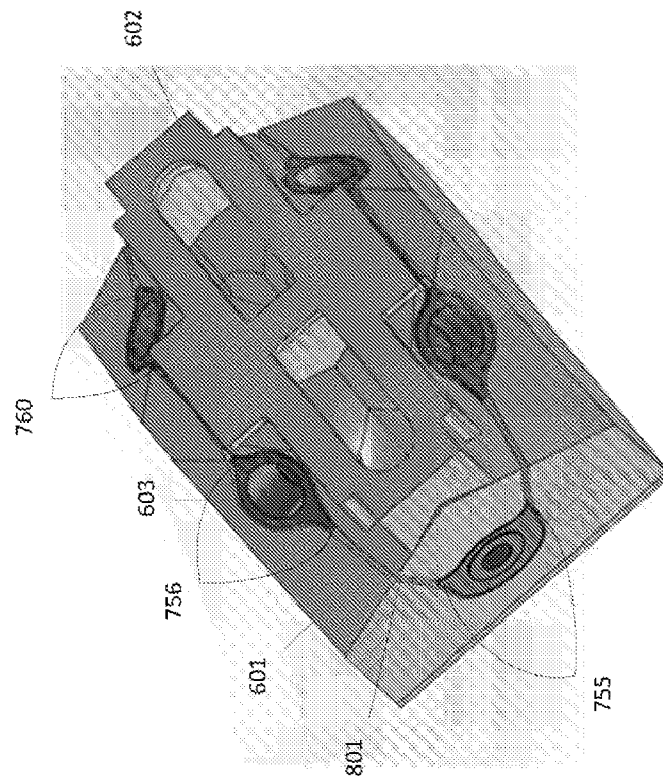


FIG. 8C

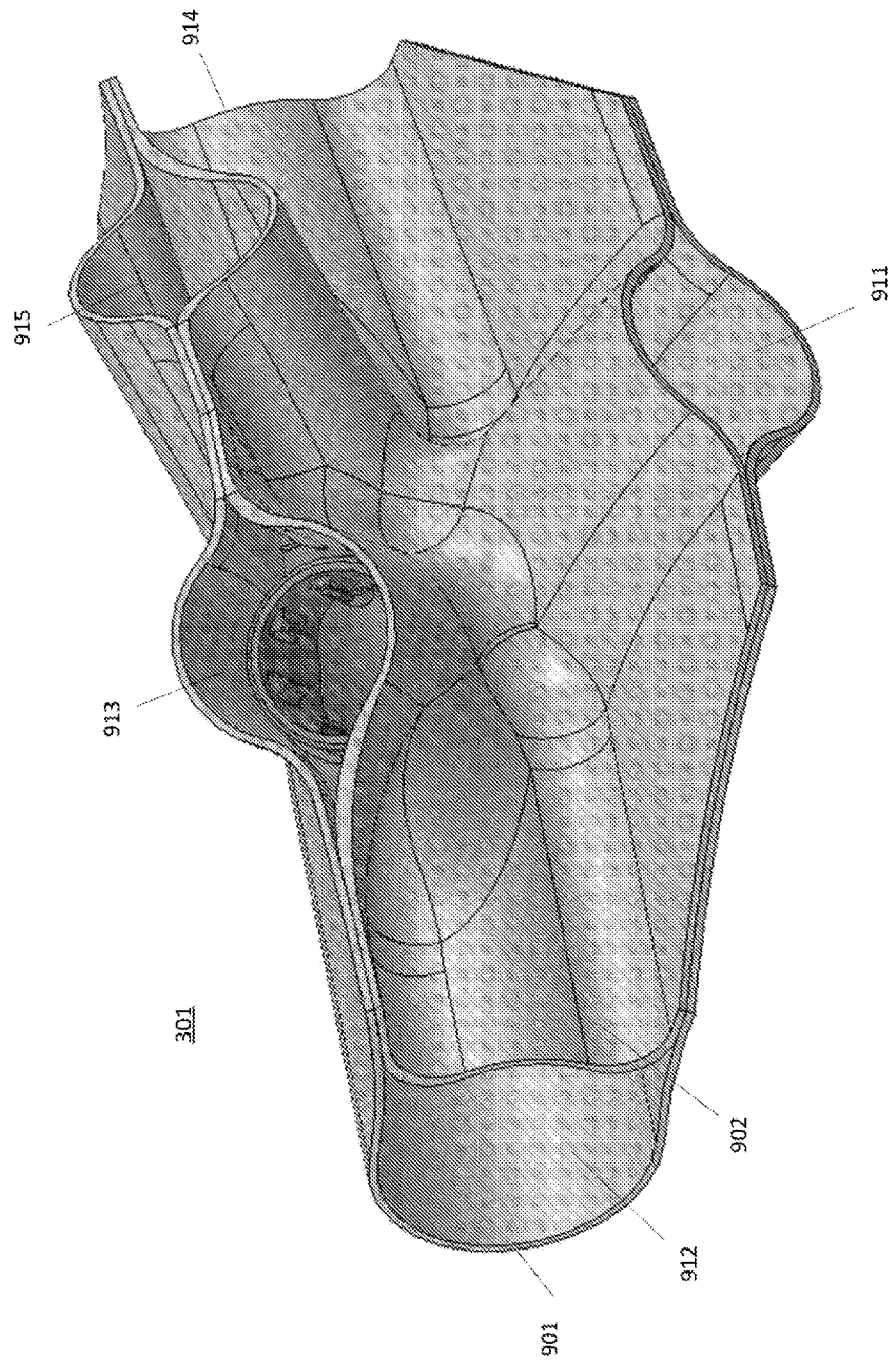


FIG. 9A

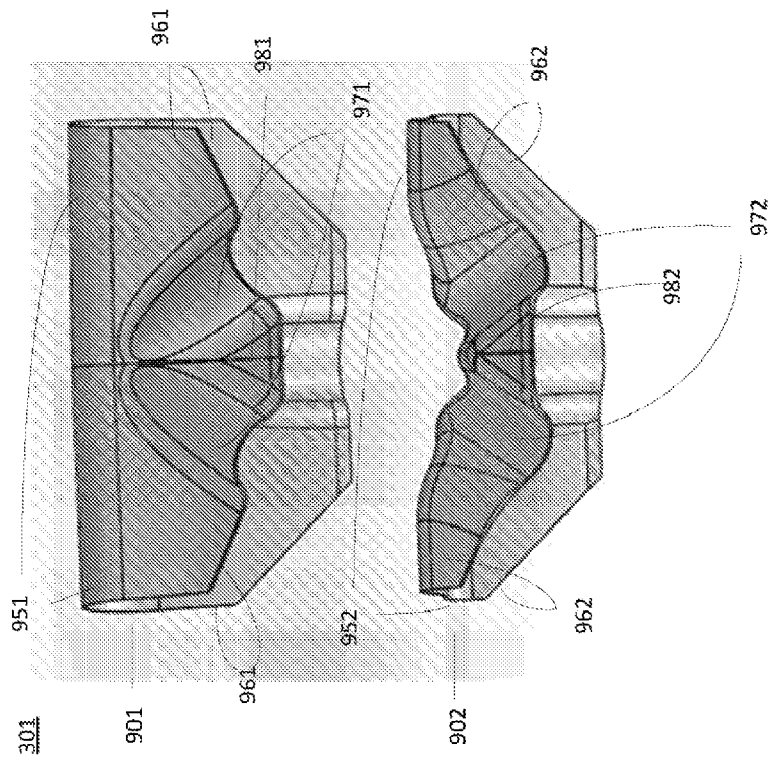


FIG. 9B

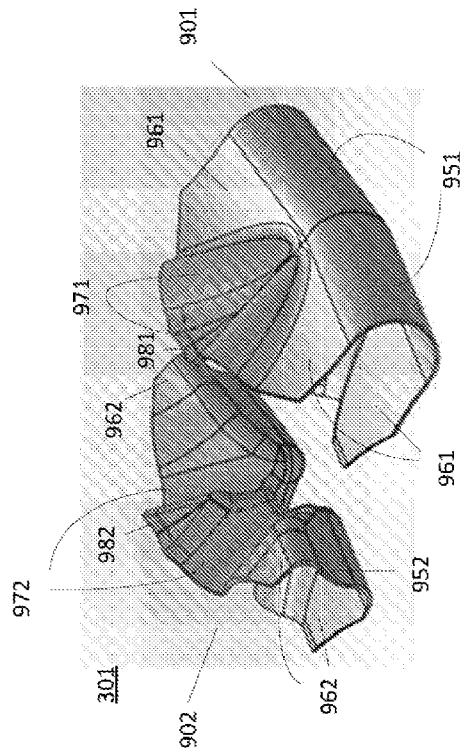


FIG. 9C

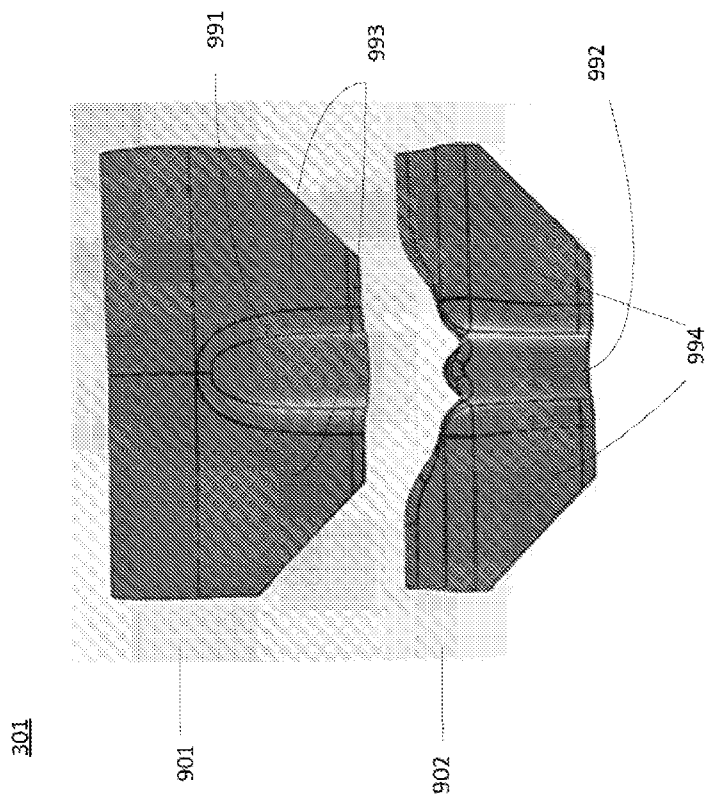


FIG. 9D

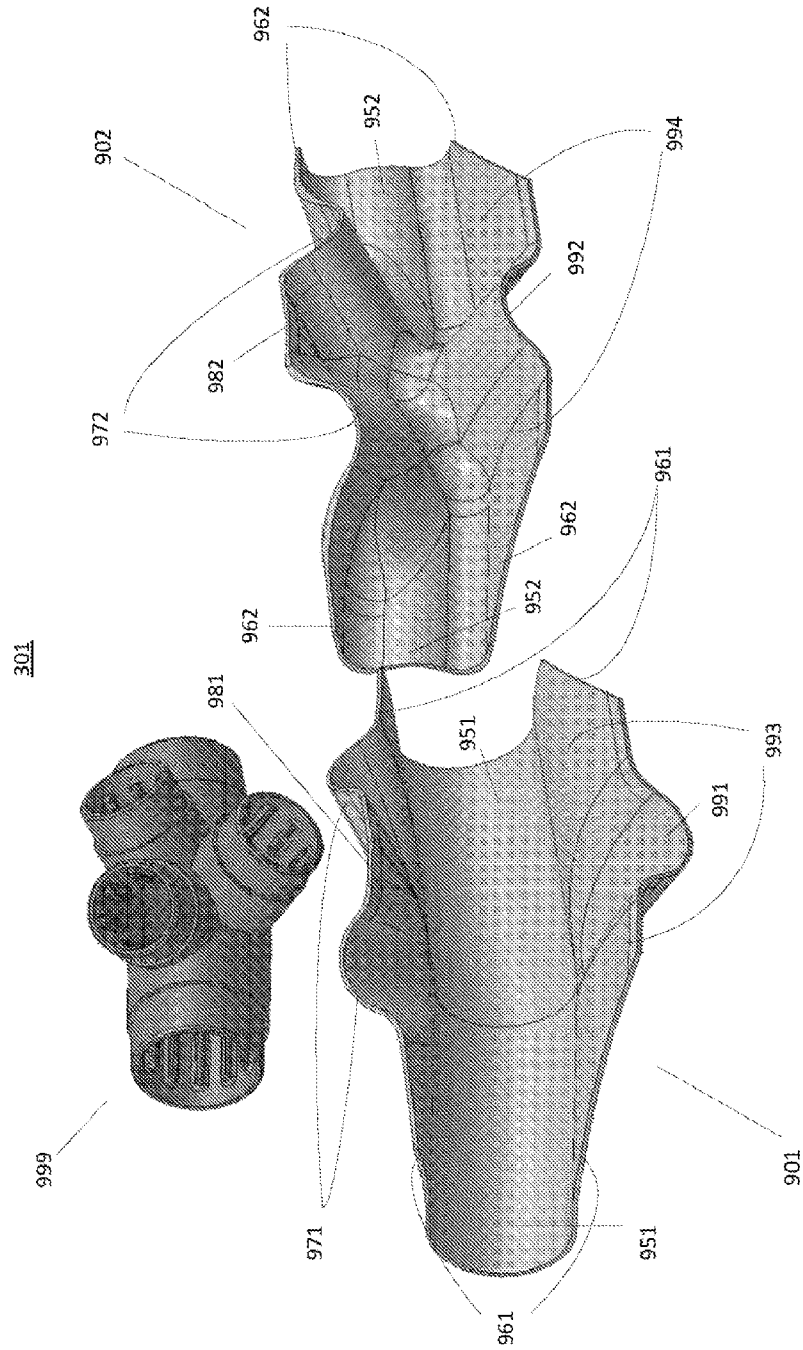


FIG. 9E

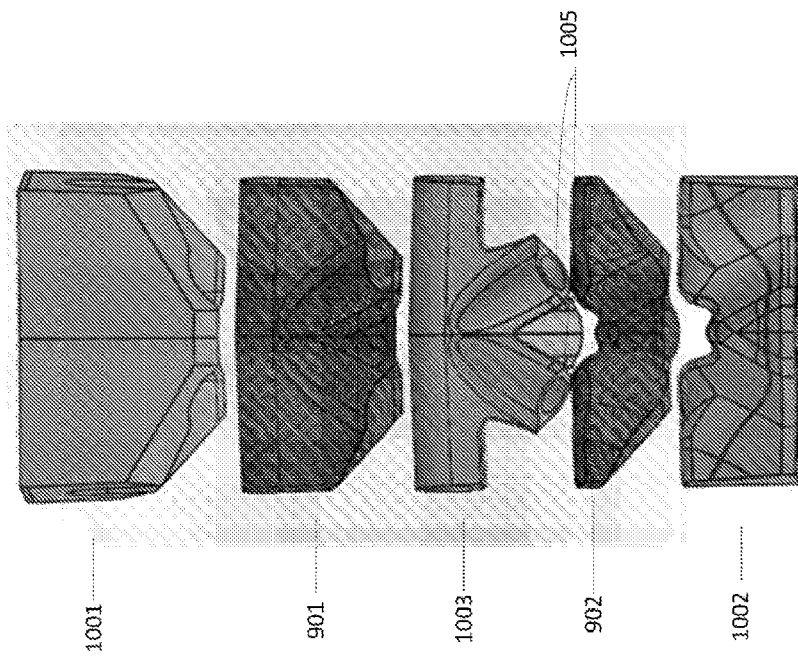


FIG. 10A

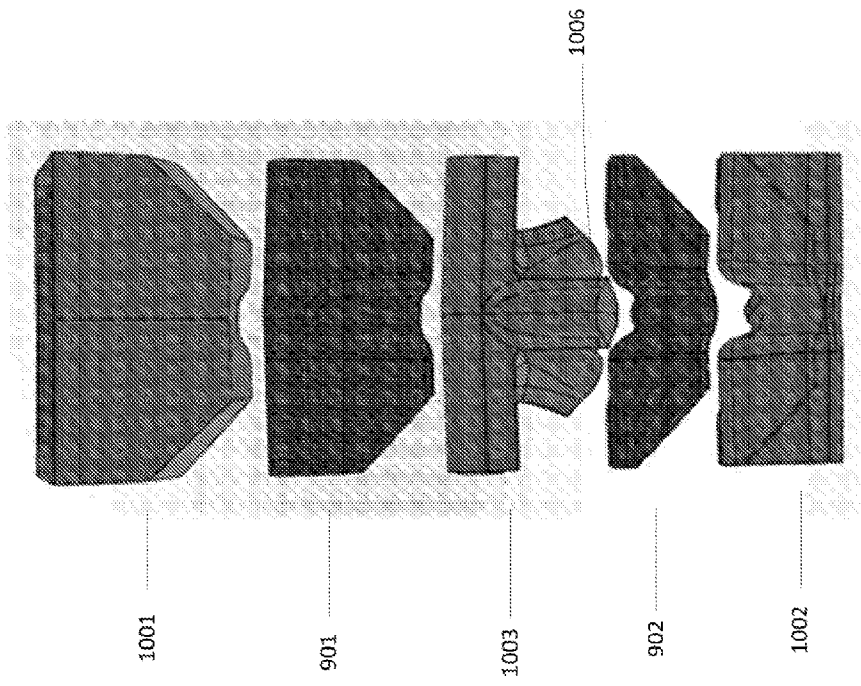


FIG. 10B

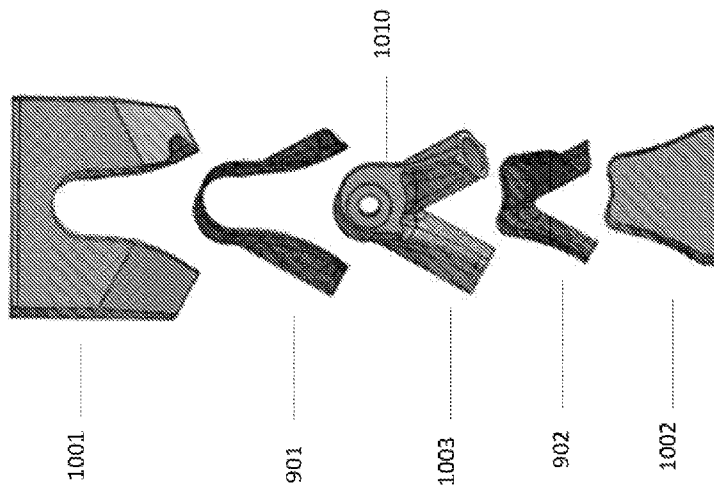


FIG. 10C

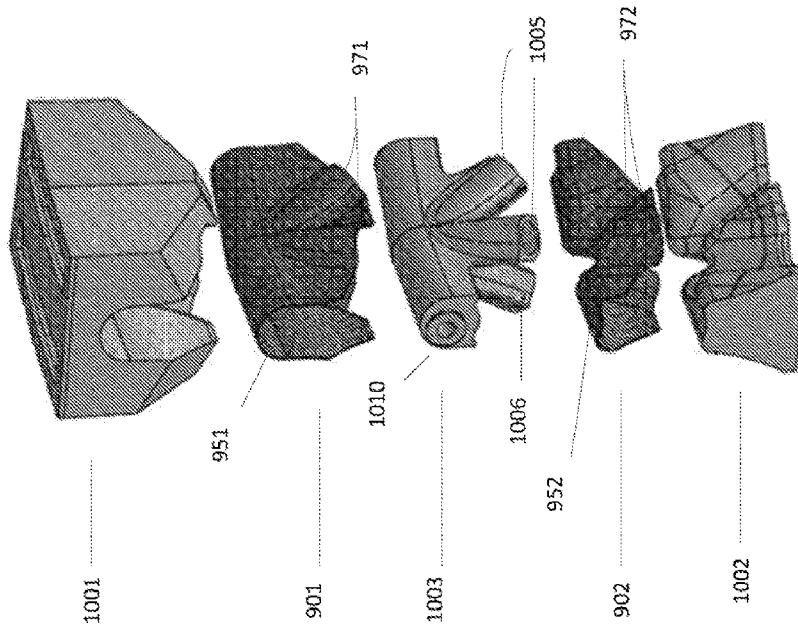


FIG. 10D

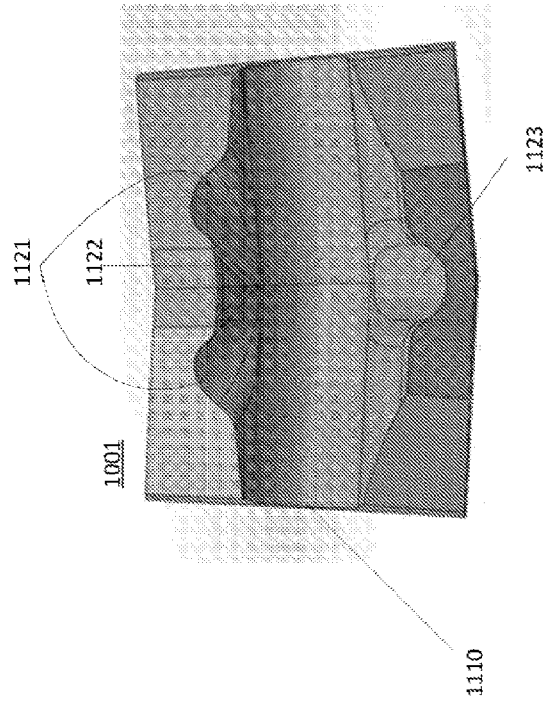


FIG. 11B

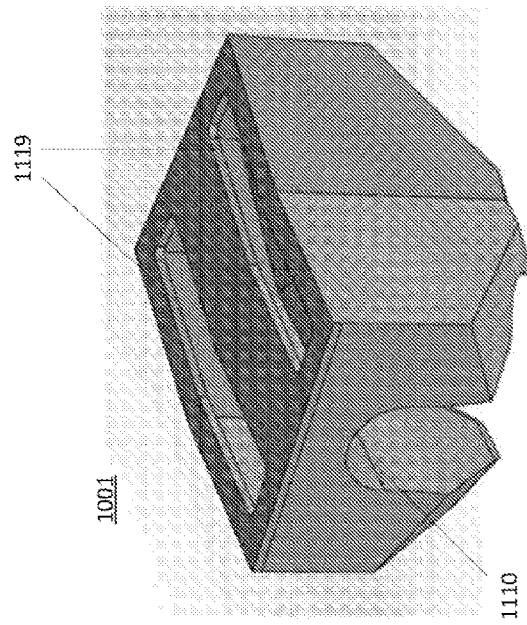


FIG. 11A

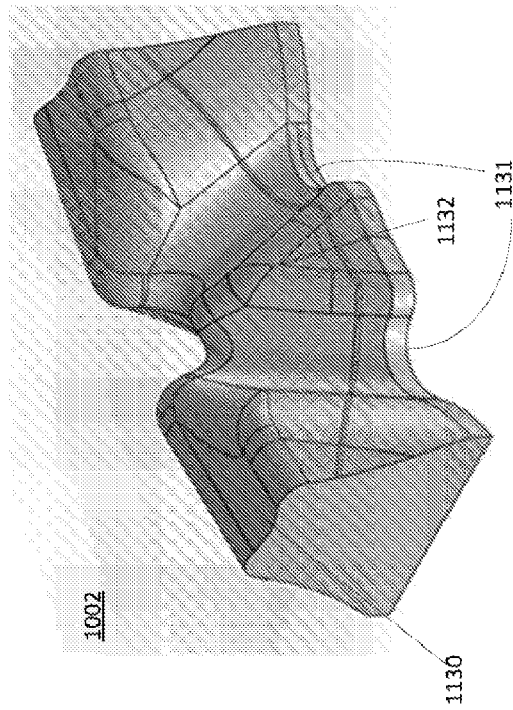


FIG. 11C

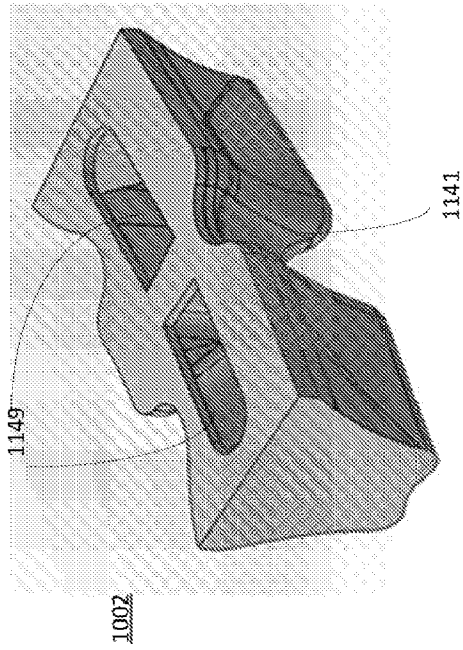
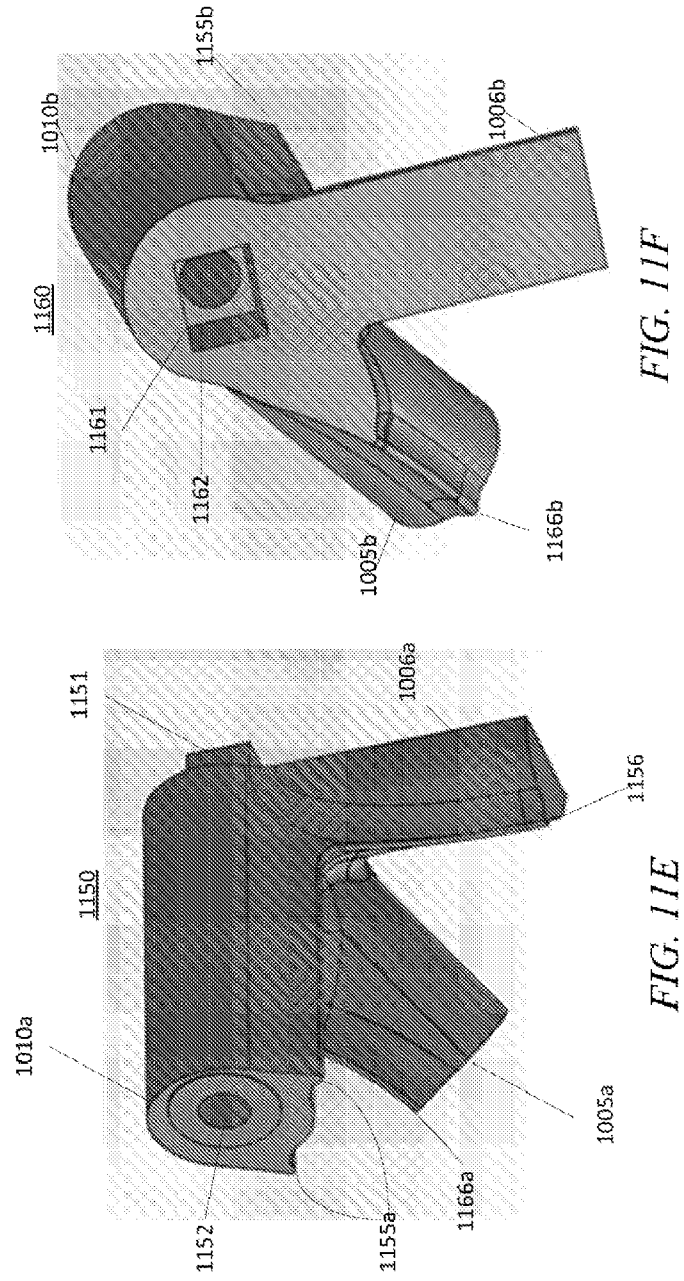


FIG. 11D



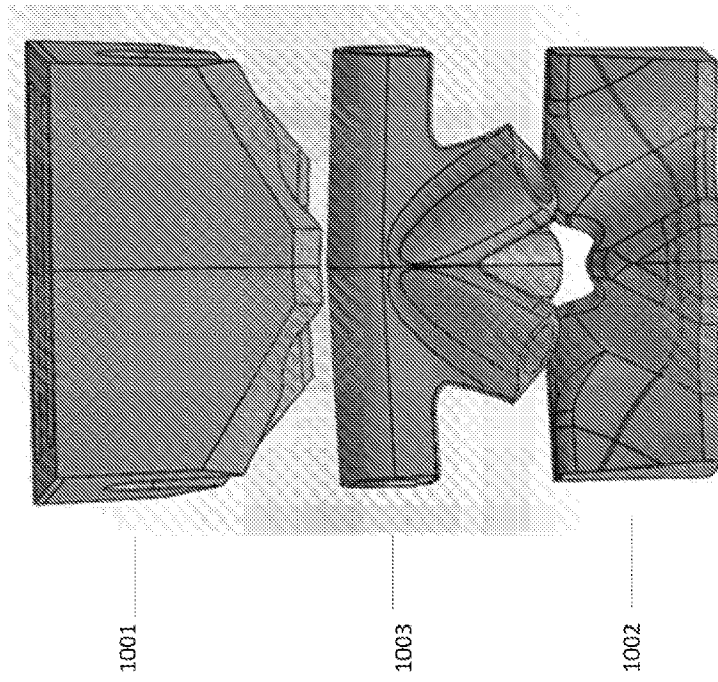


FIG. 12A

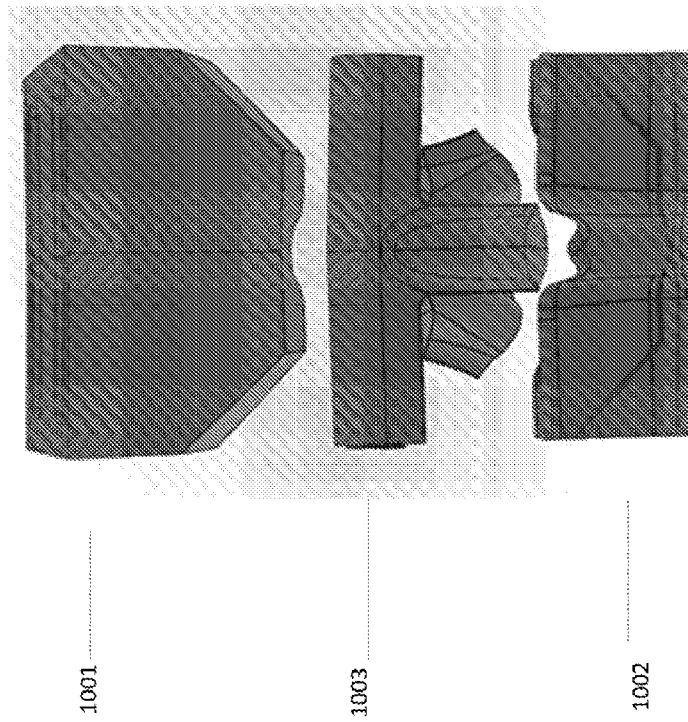


FIG. 12B

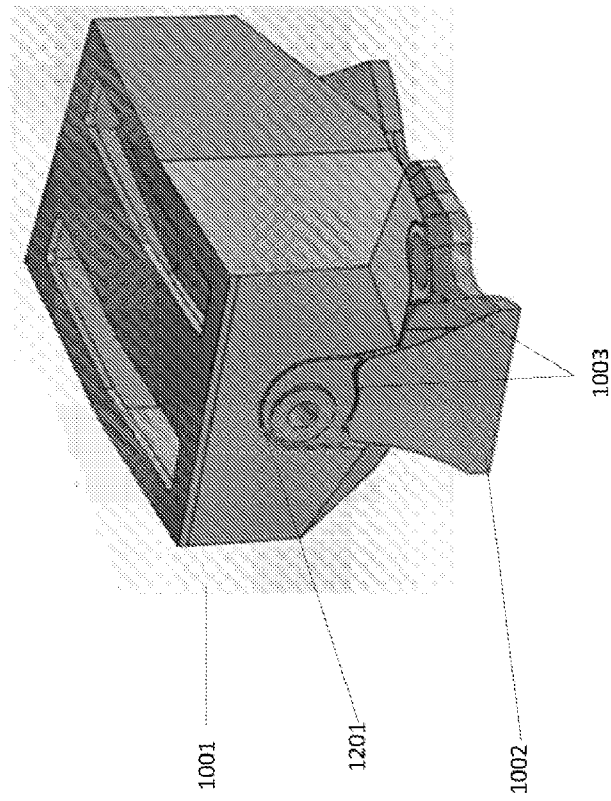


FIG. 12C

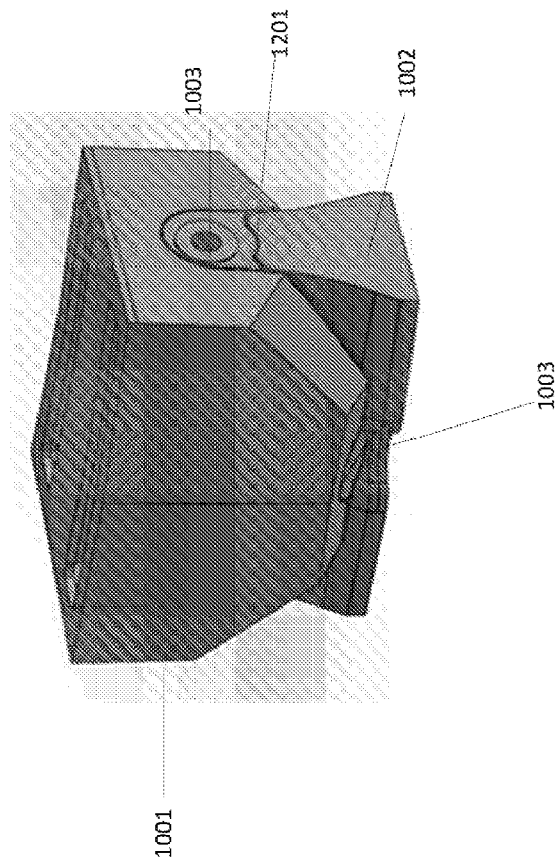


FIG. 12D

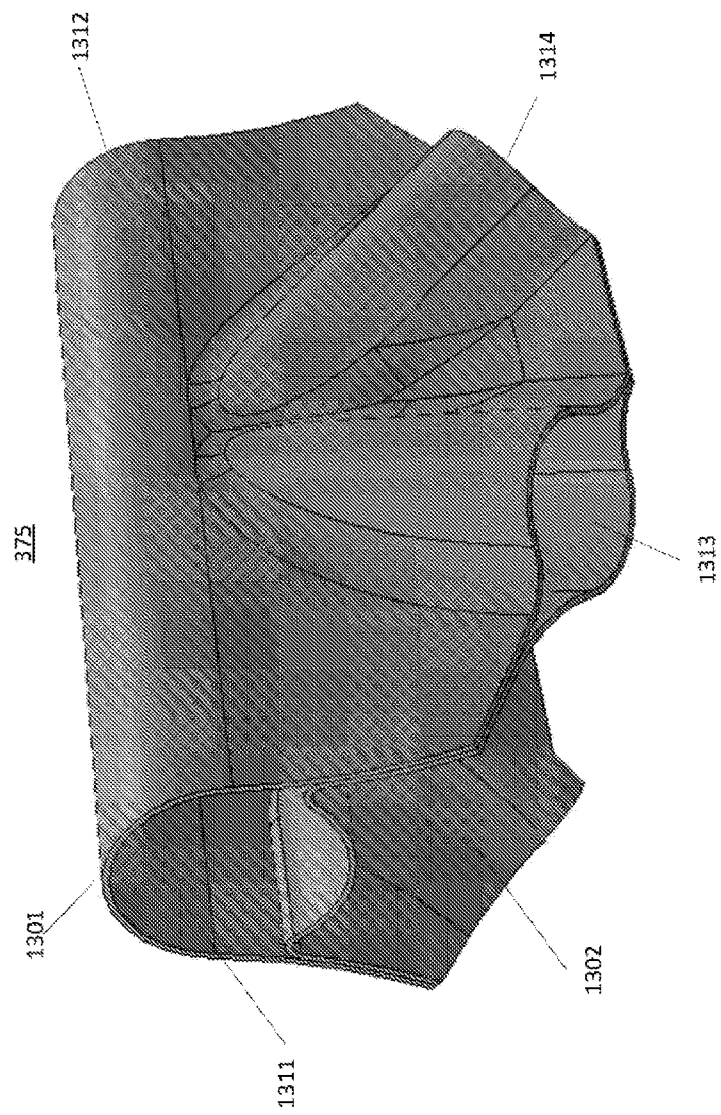
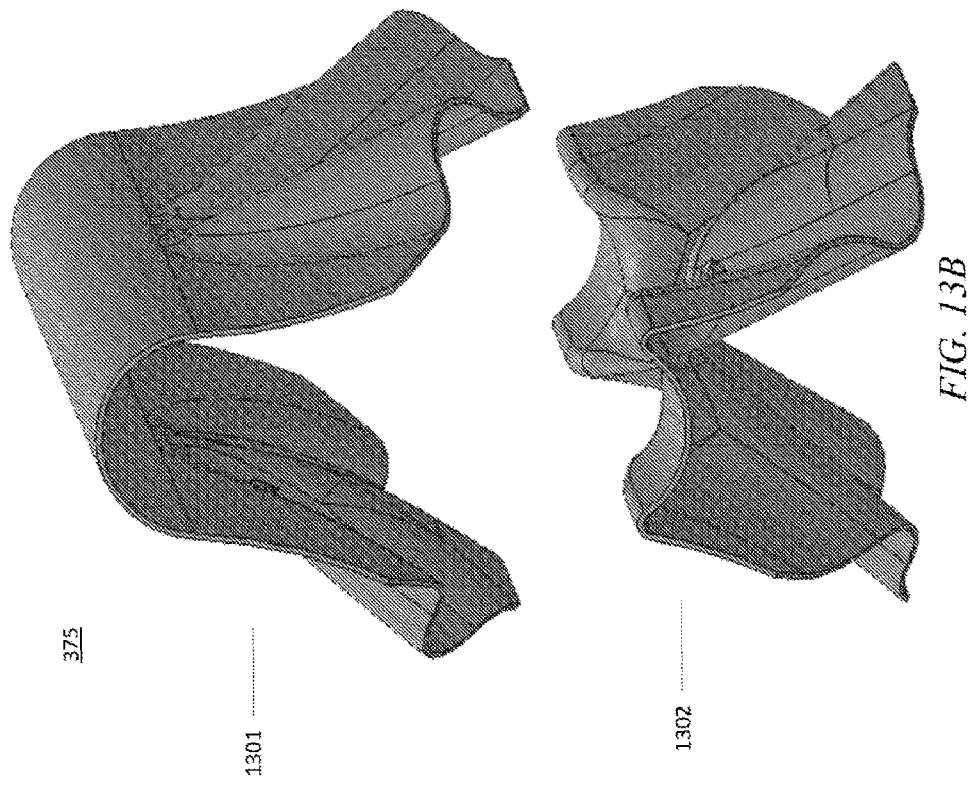


FIG. 13A



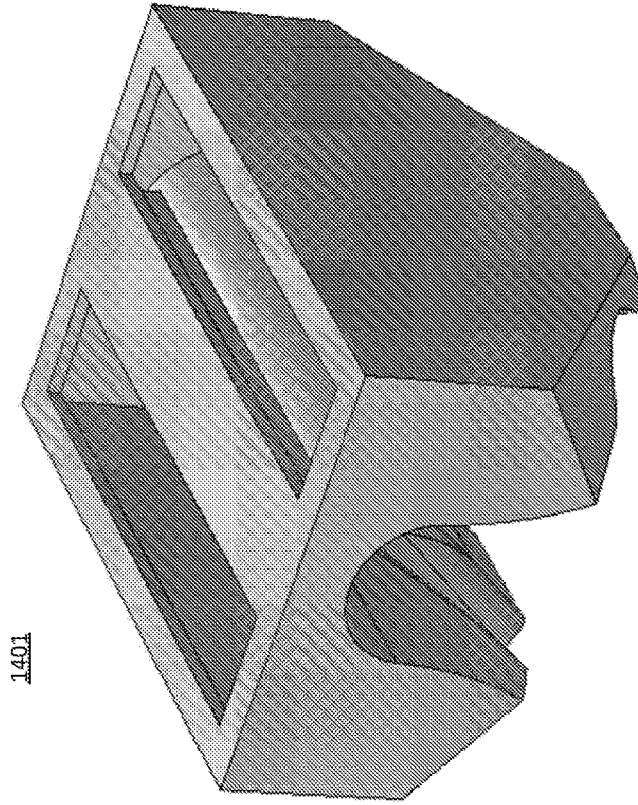


FIG. 14A

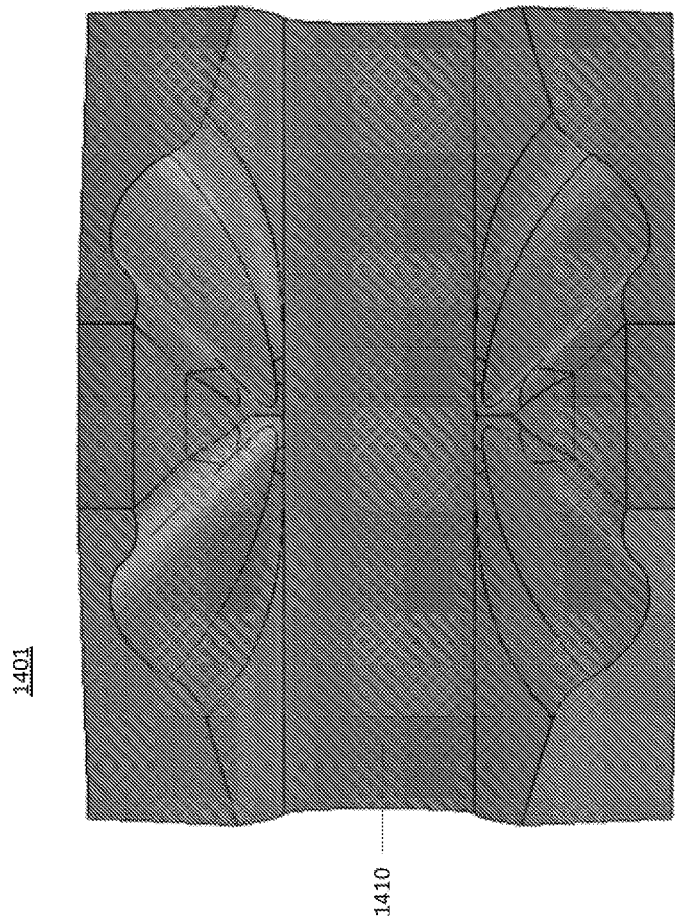


FIG. 14B

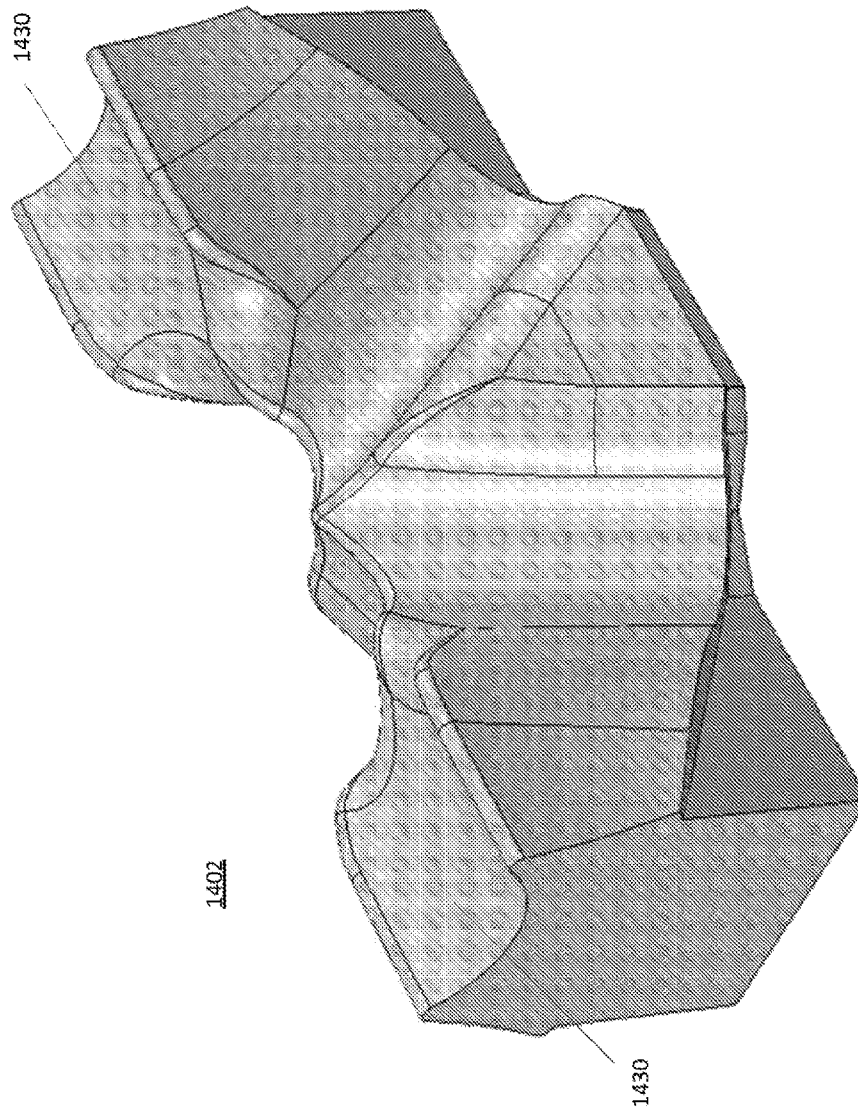


FIG. 14C

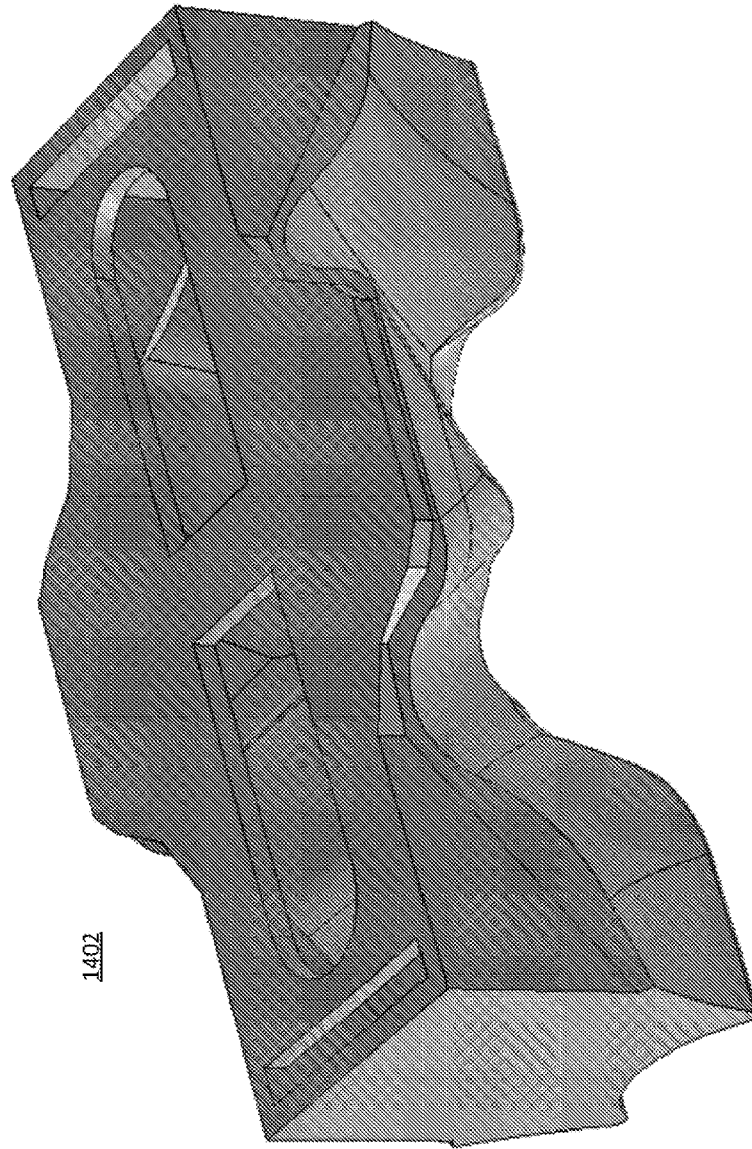


FIG. 14D

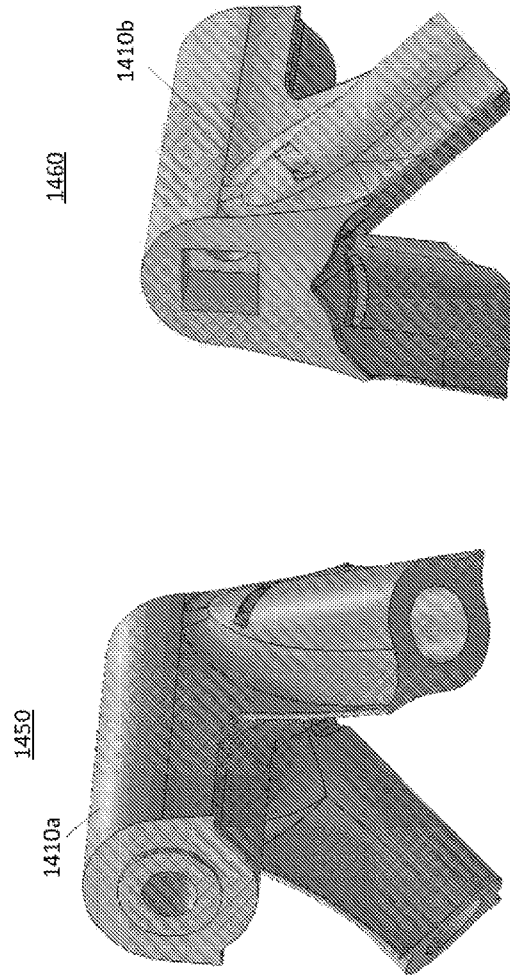


FIG. 14F

FIG. 14E

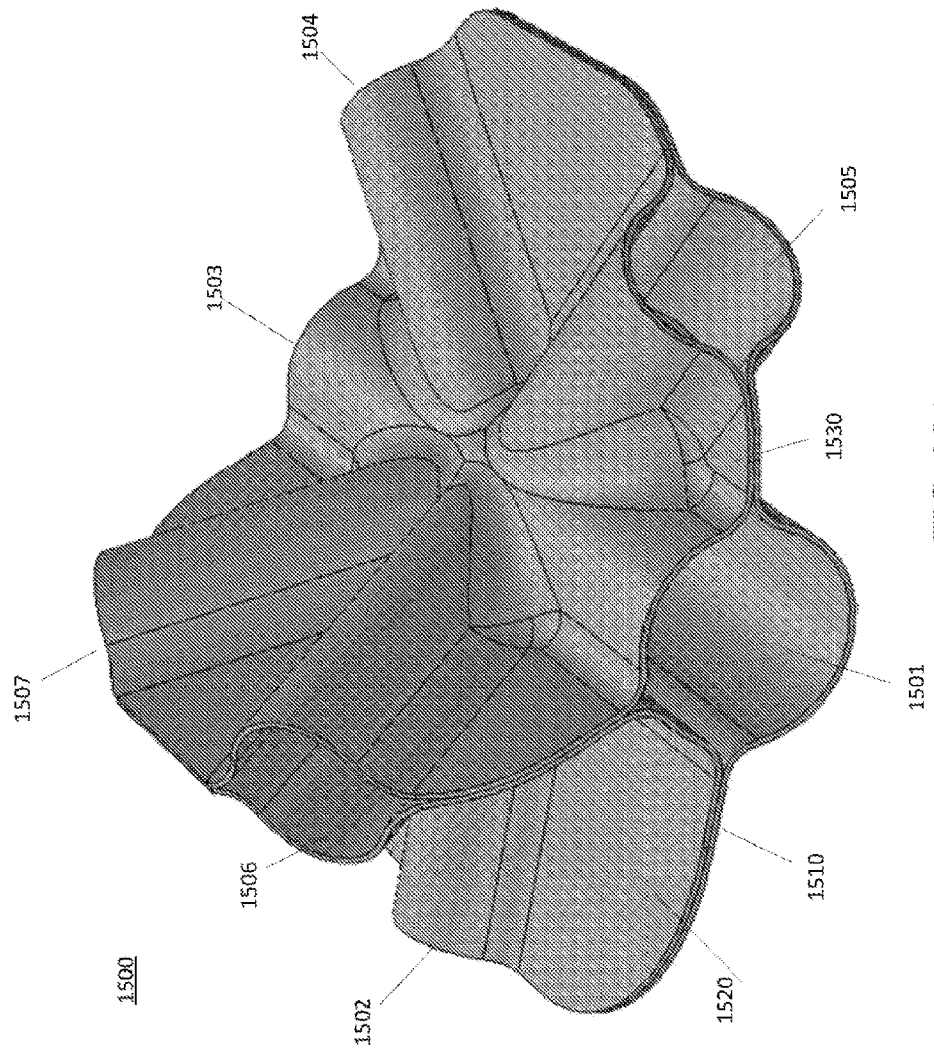


FIG. 15A

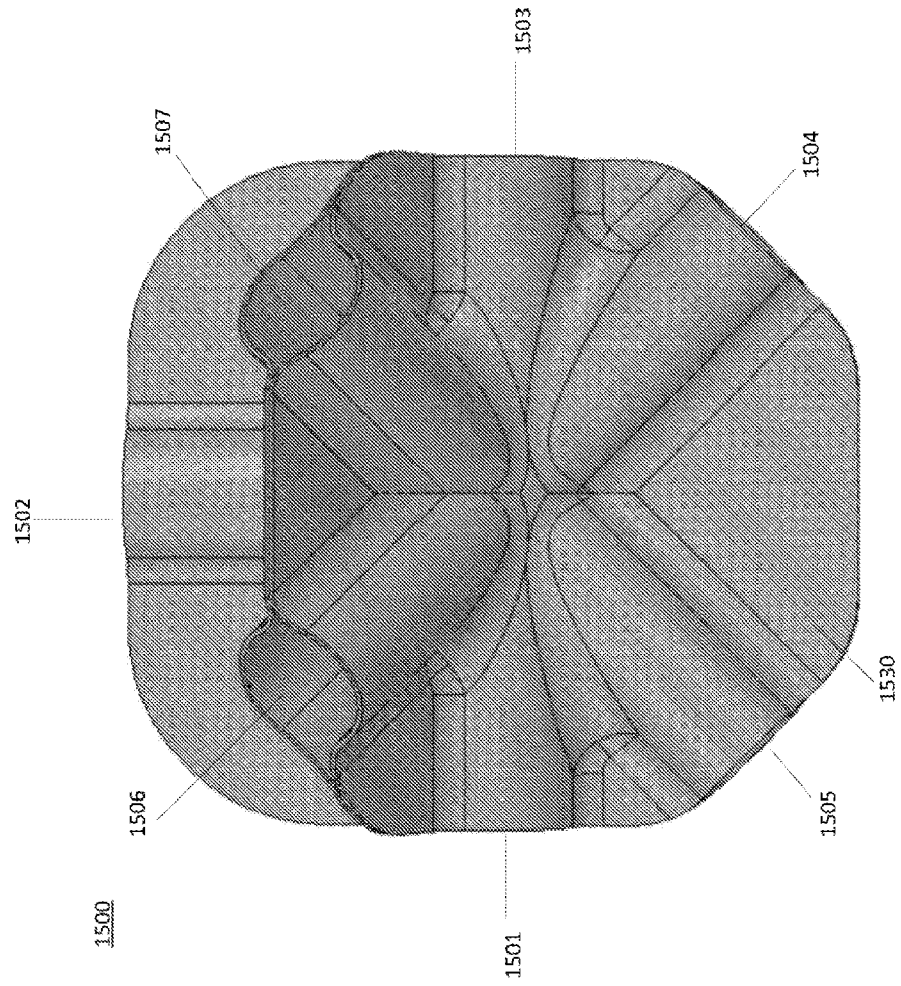


FIG. 15B

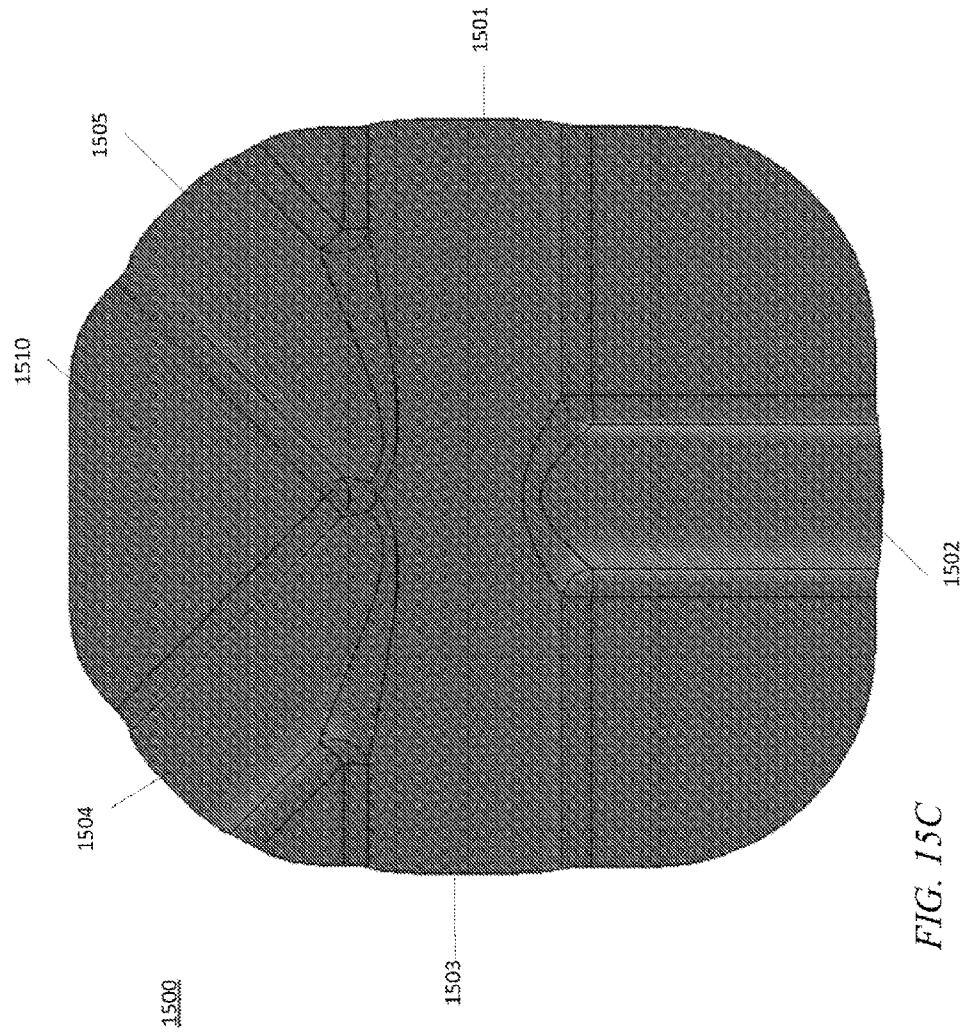


FIG. 15C

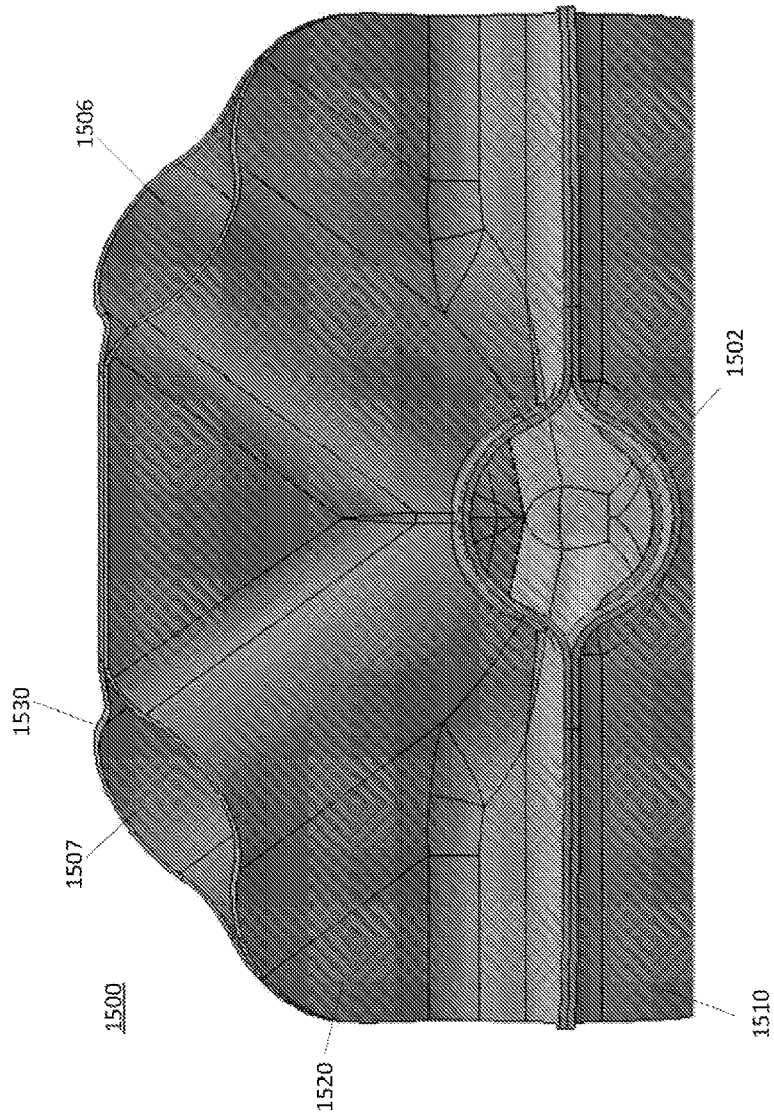


FIG. 15D

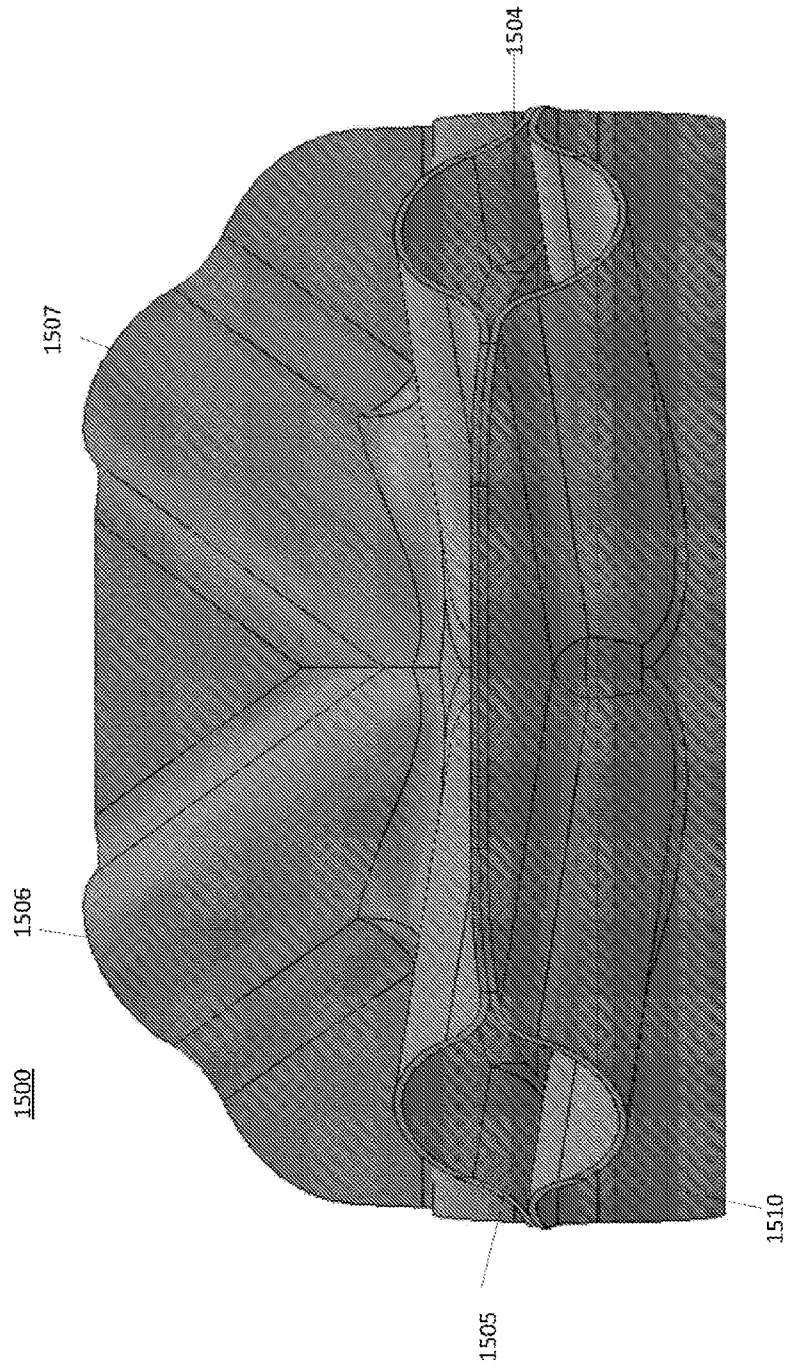


FIG. 15E

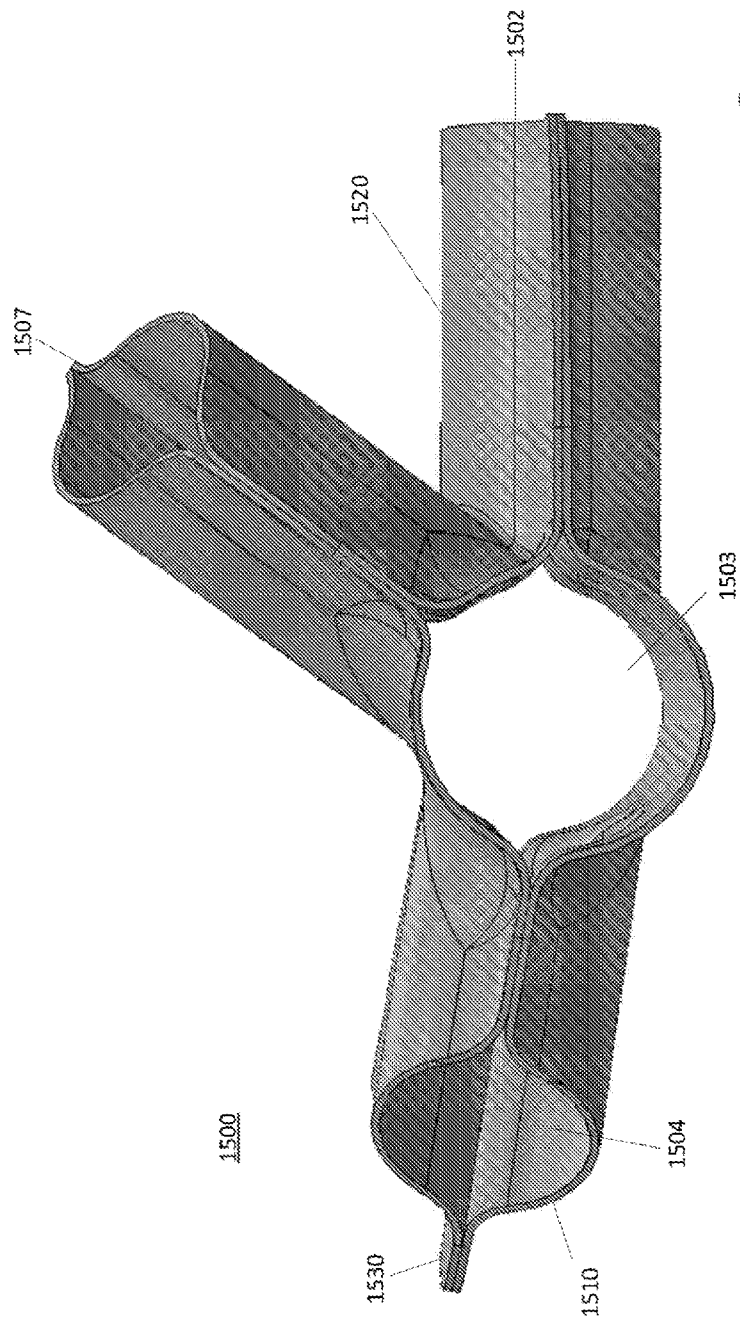


FIG. 15F

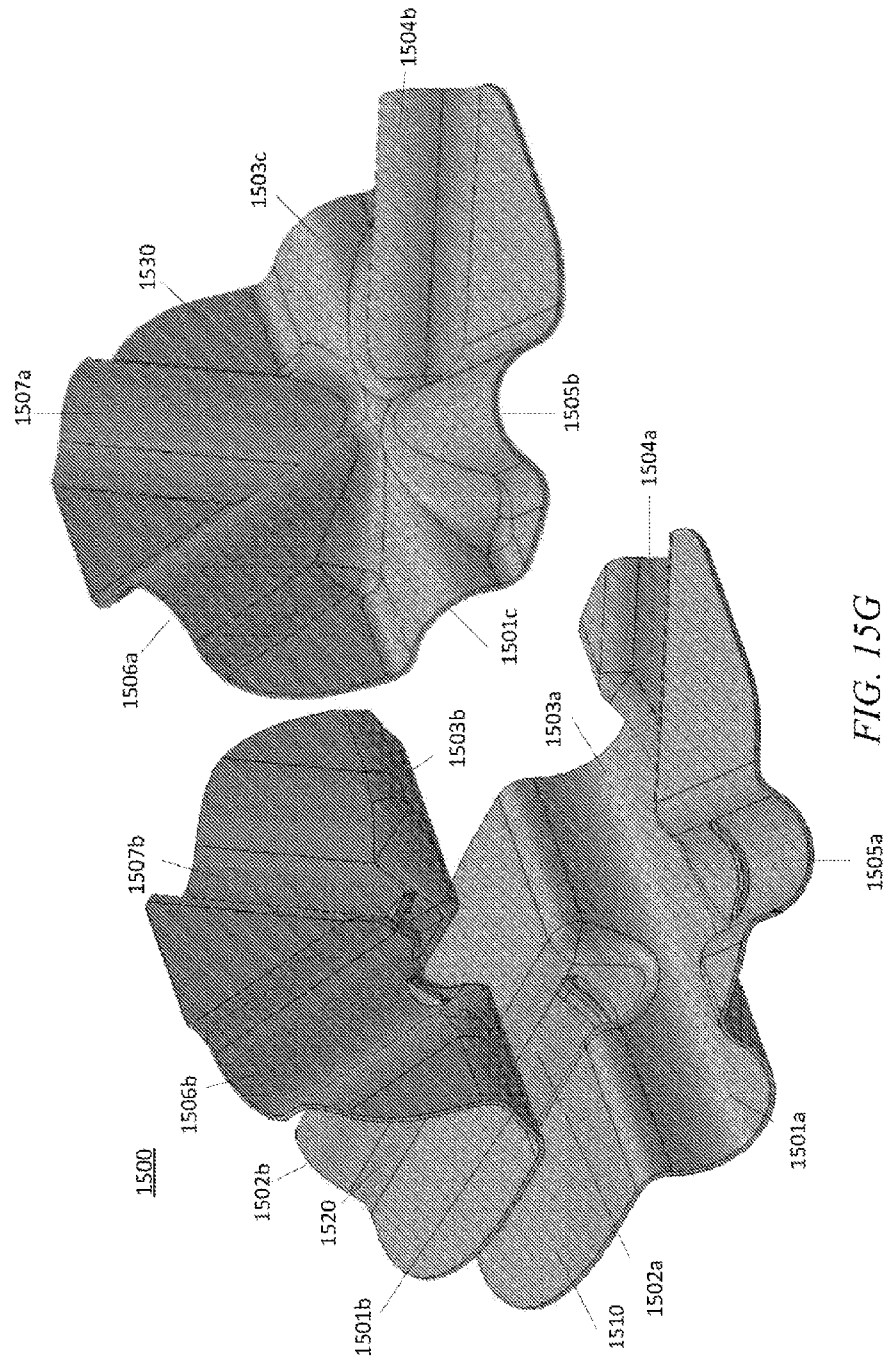


FIG. 15G

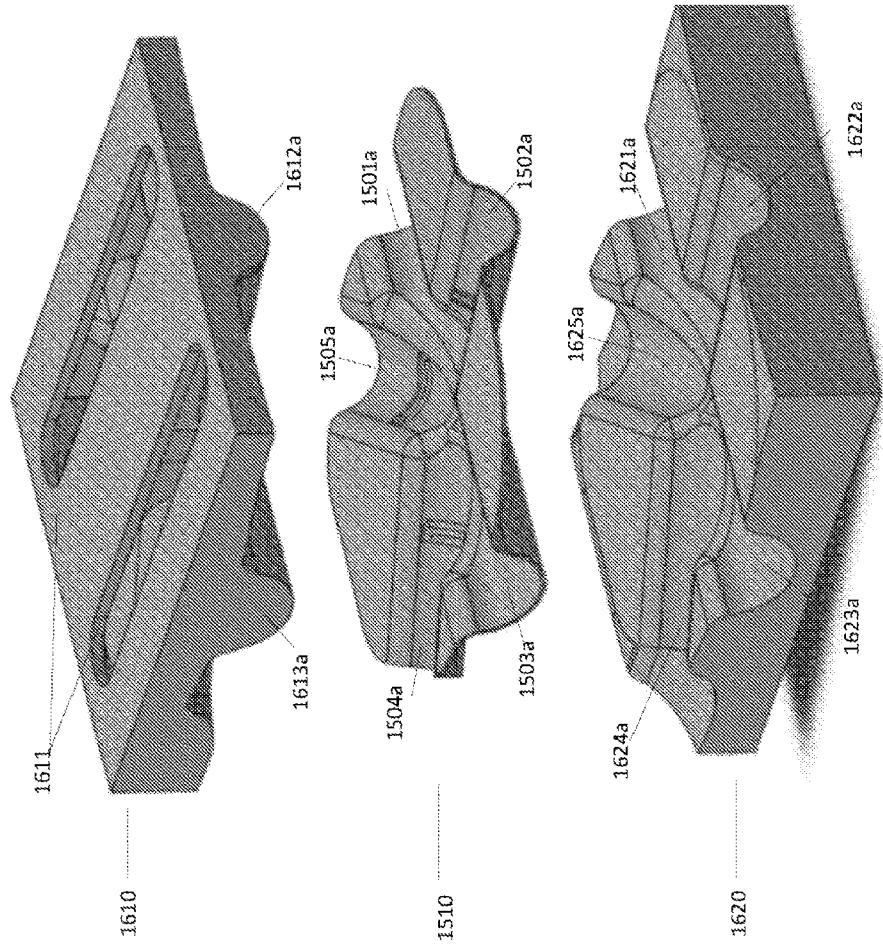


FIG. 16A

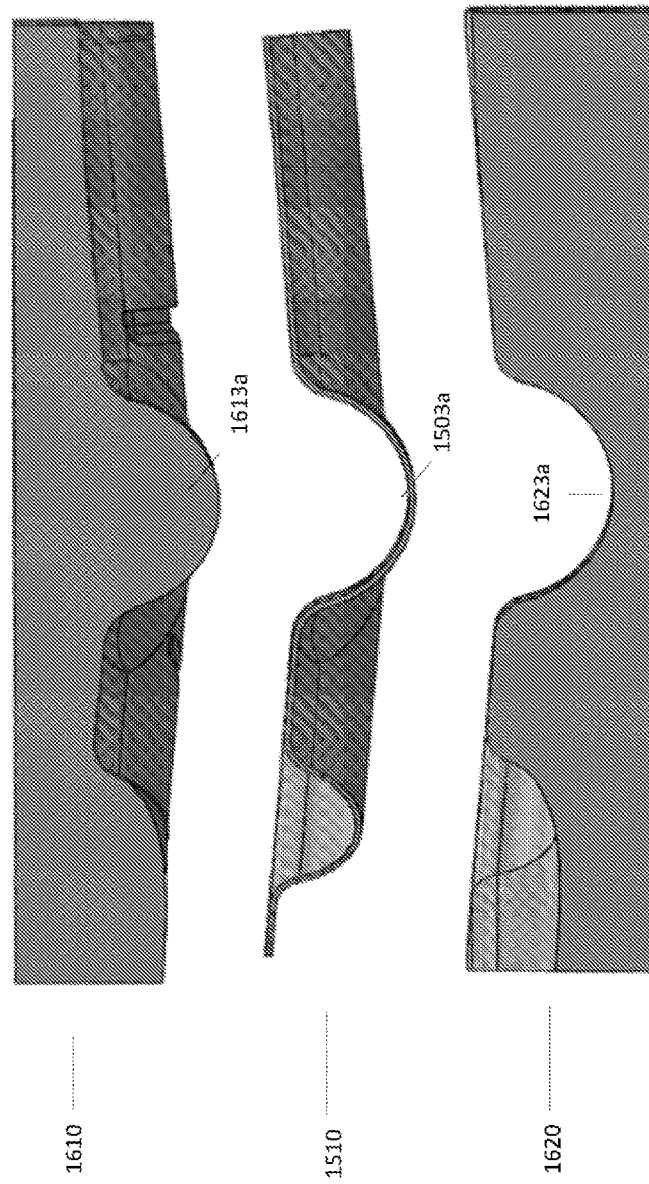


FIG. 16B

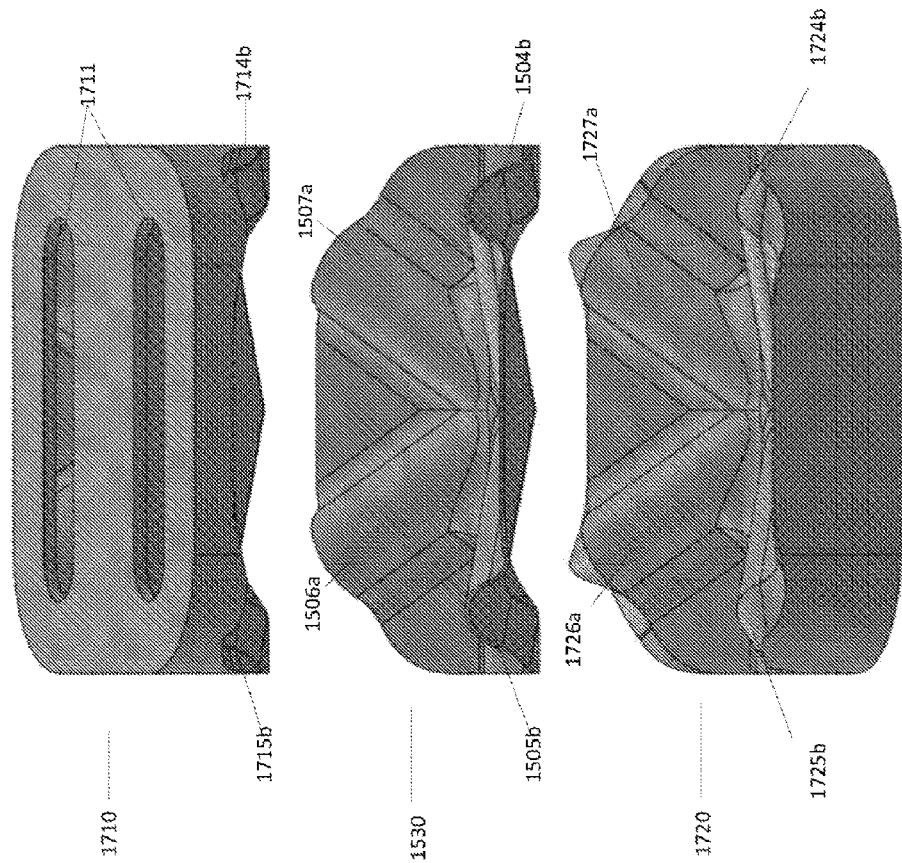


FIG. 17A

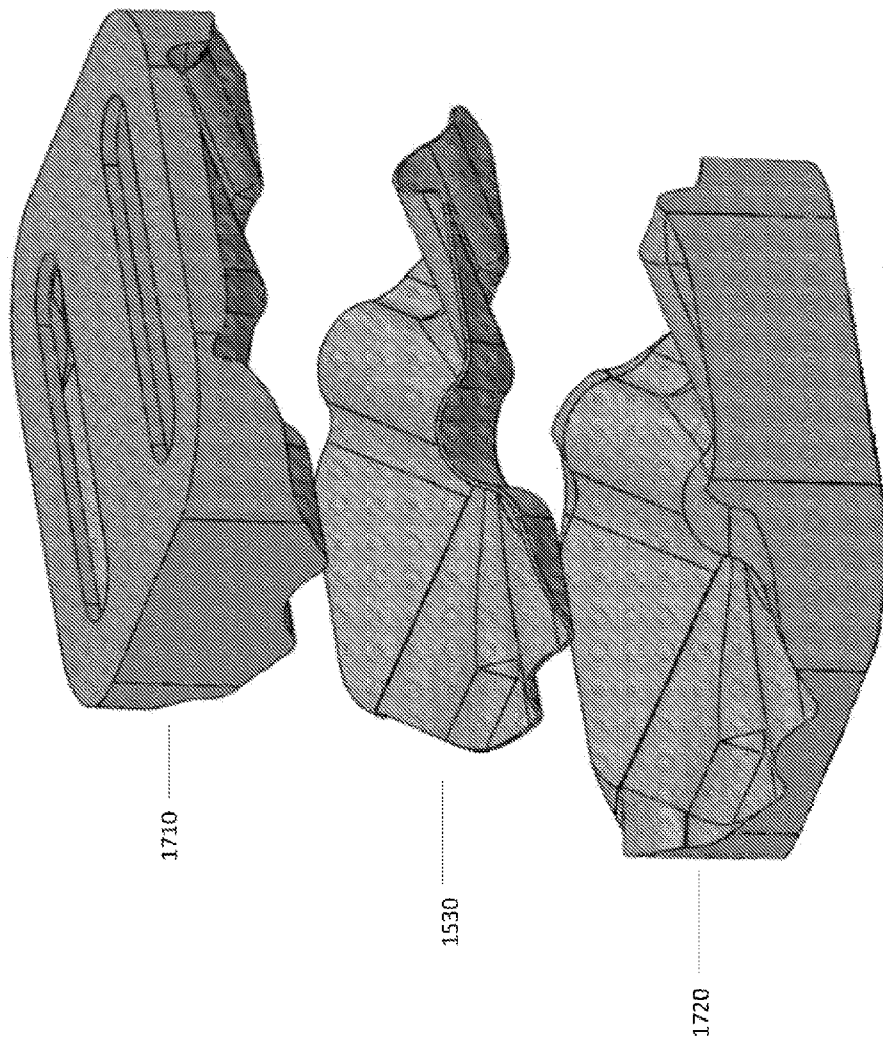


FIG. 17B

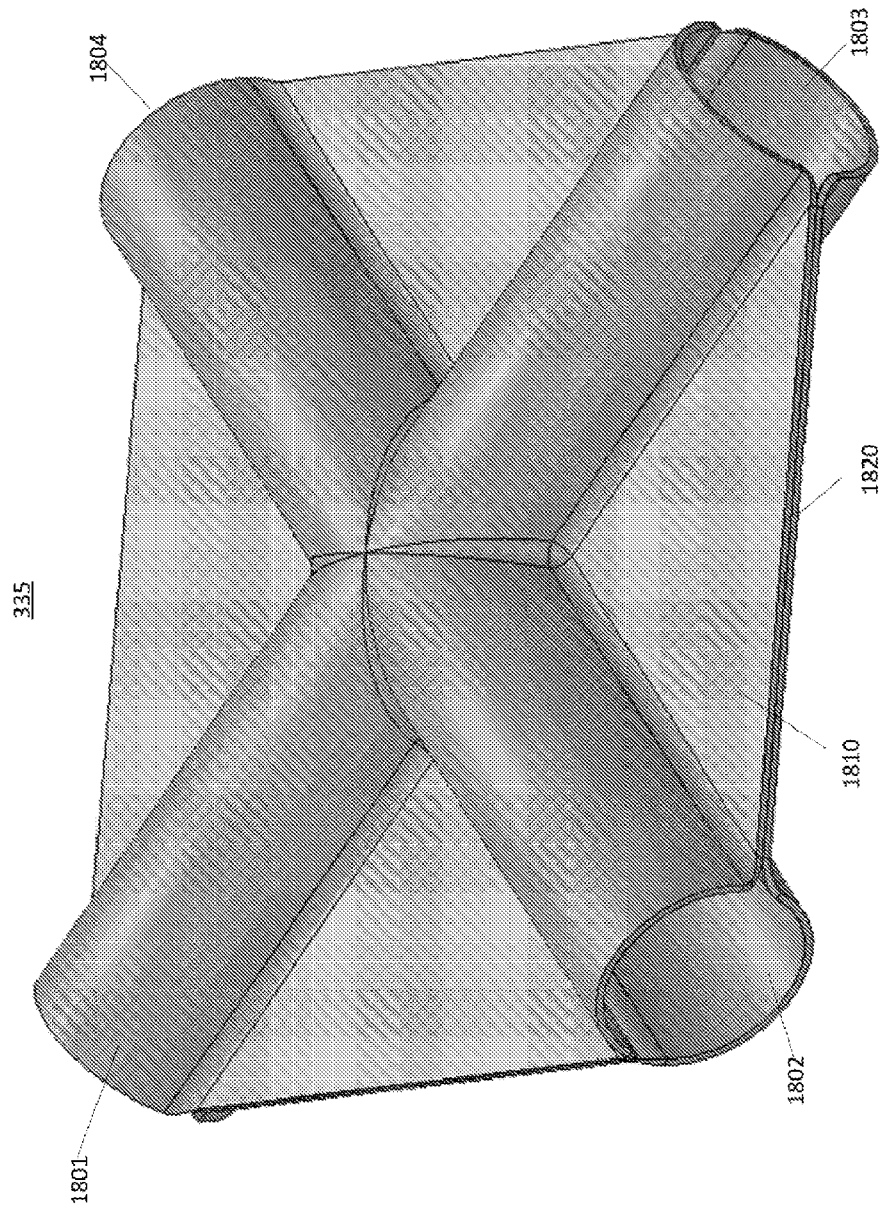
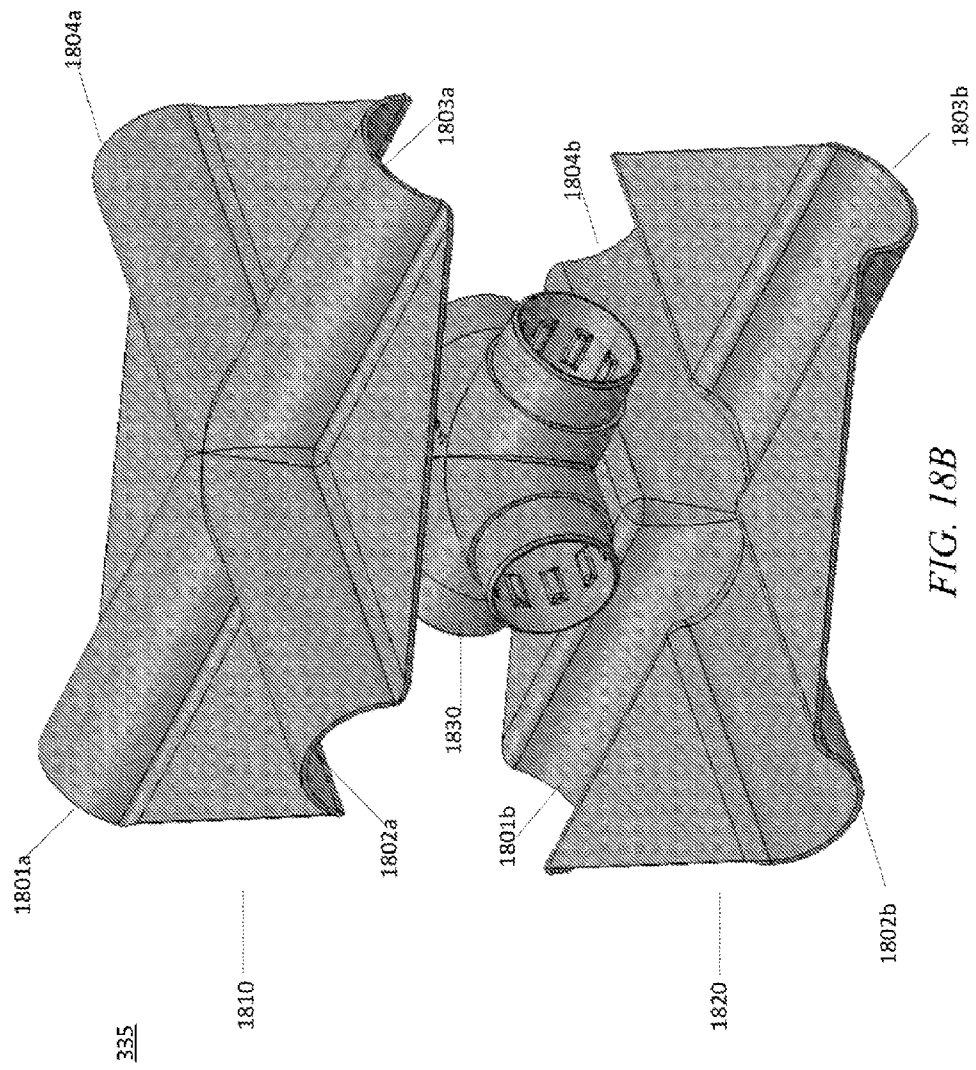


FIG. 18A



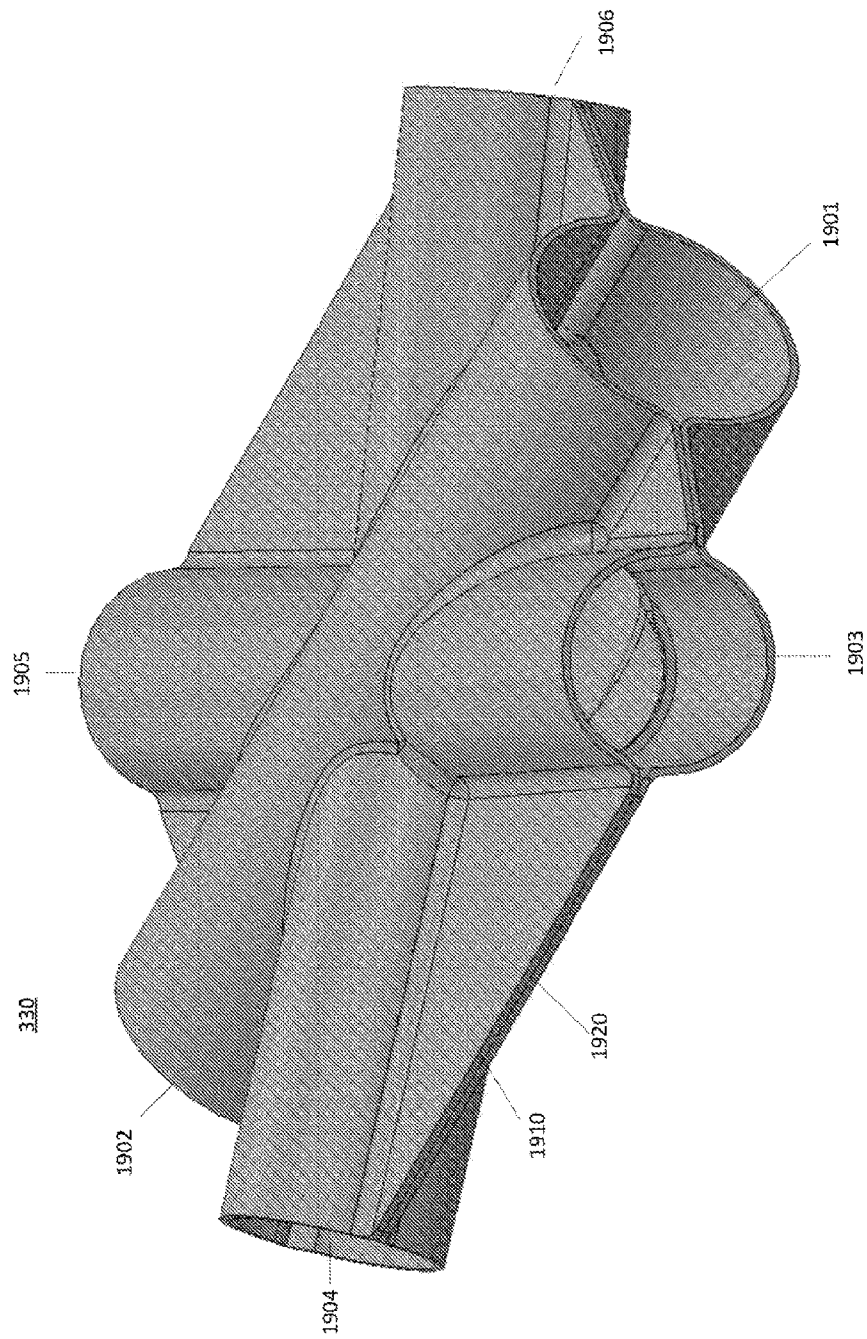


FIG. 19A

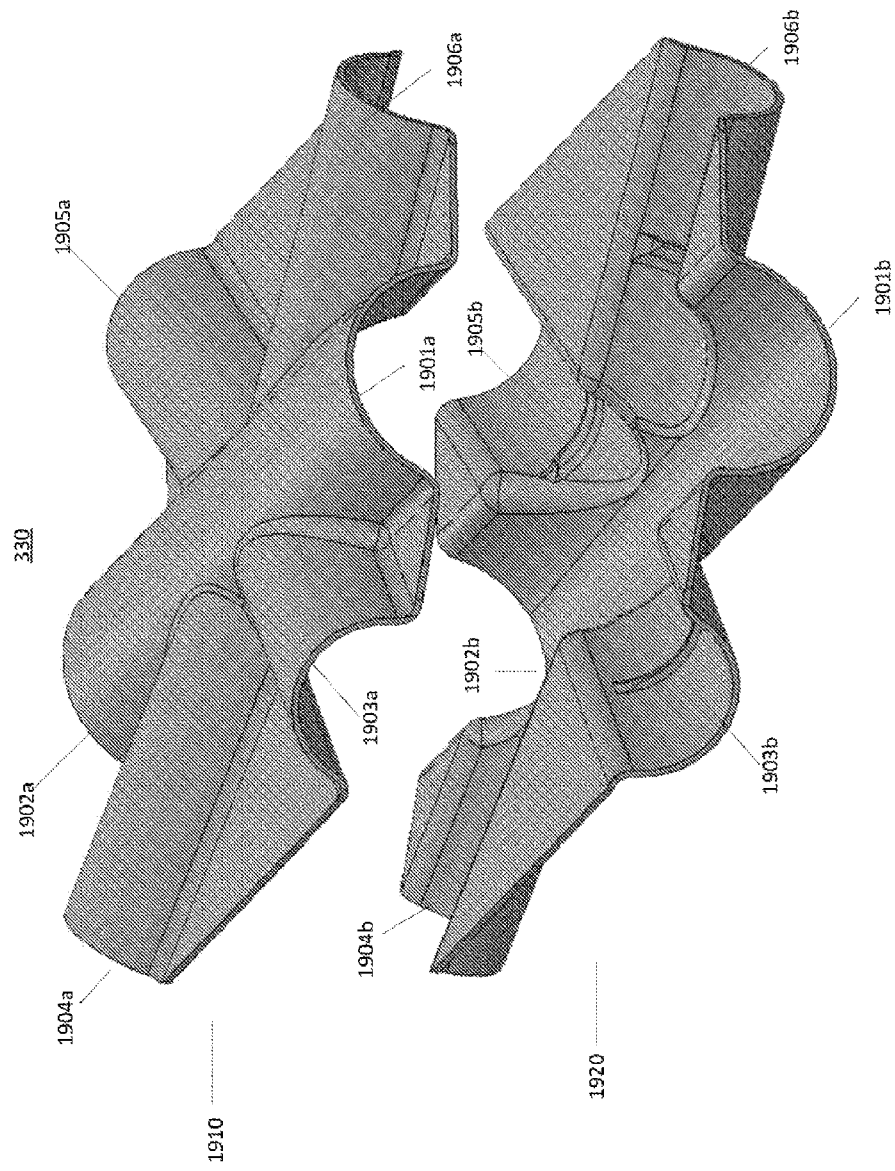


FIG. 19B

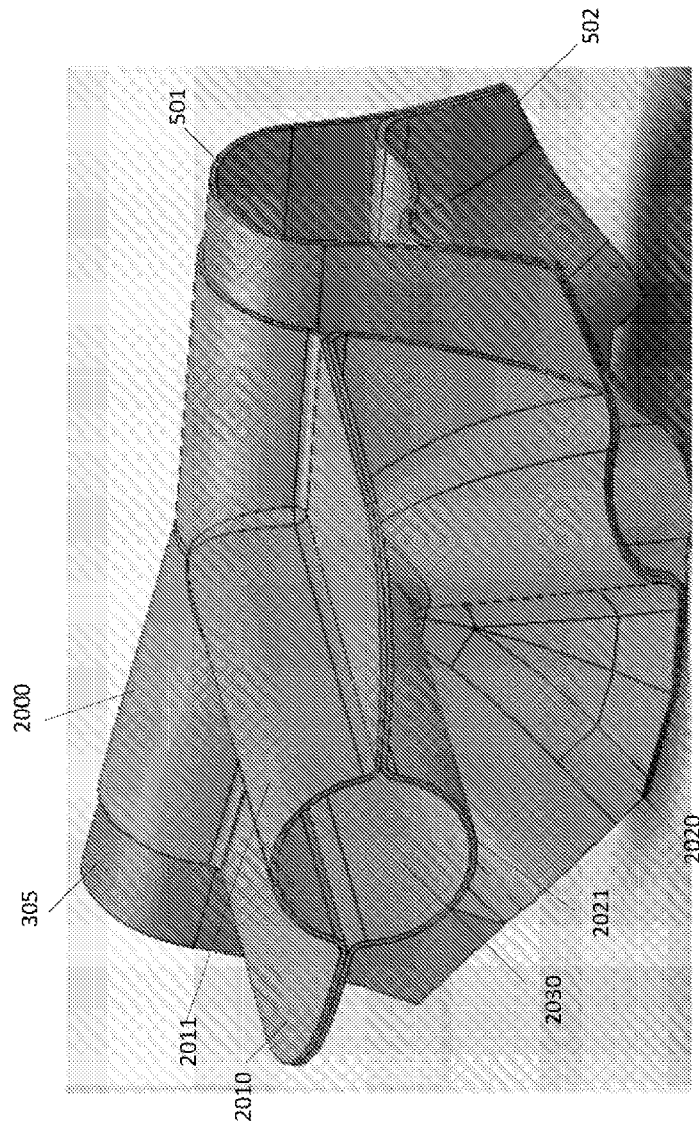


FIG. 20A

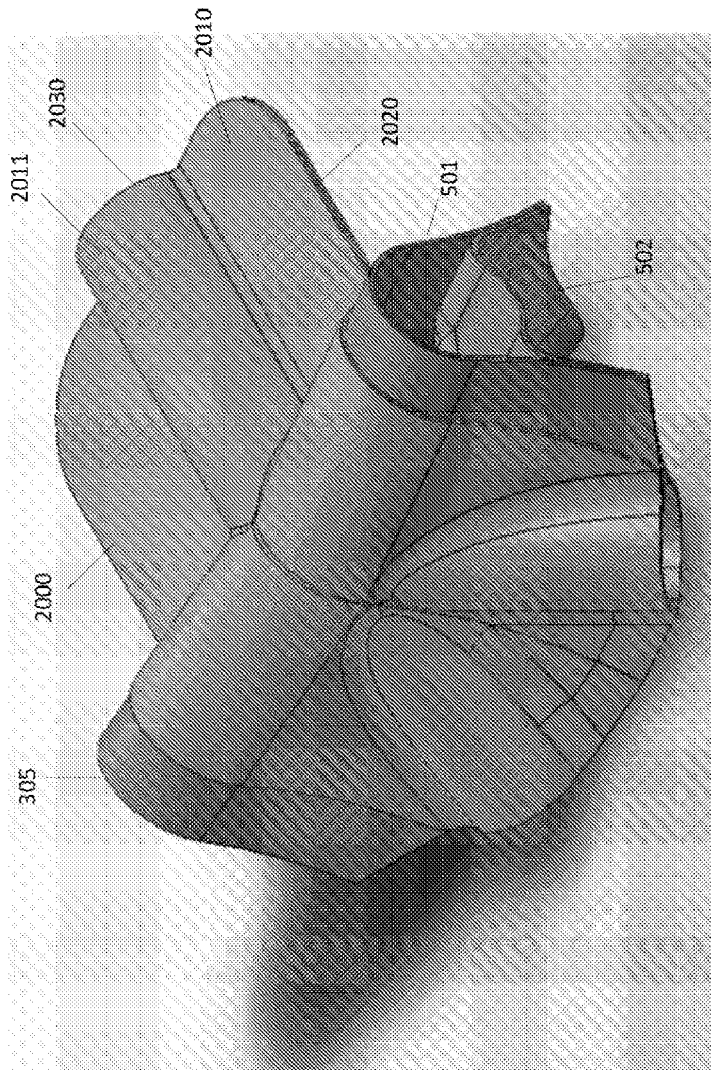


FIG. 20B

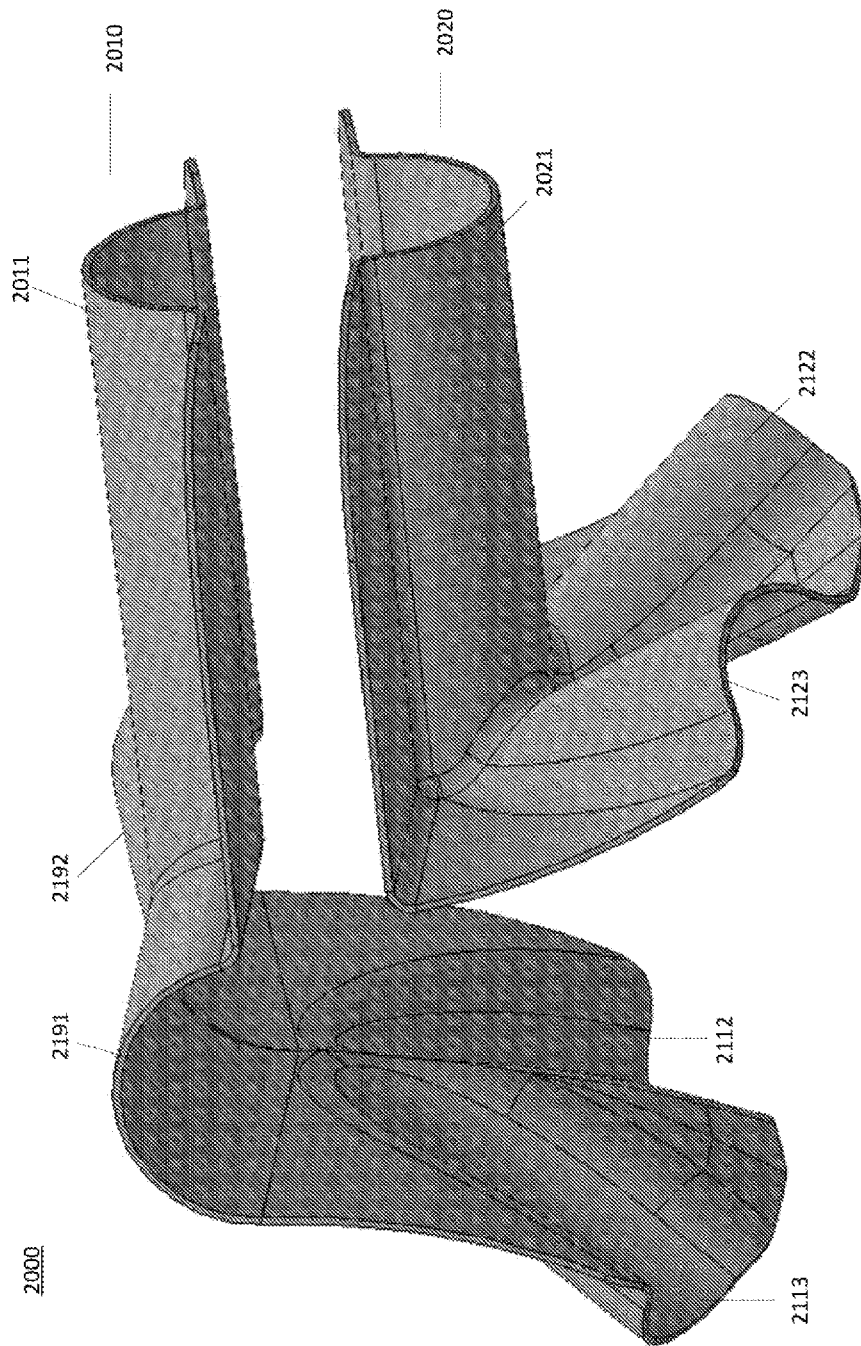


FIG. 21

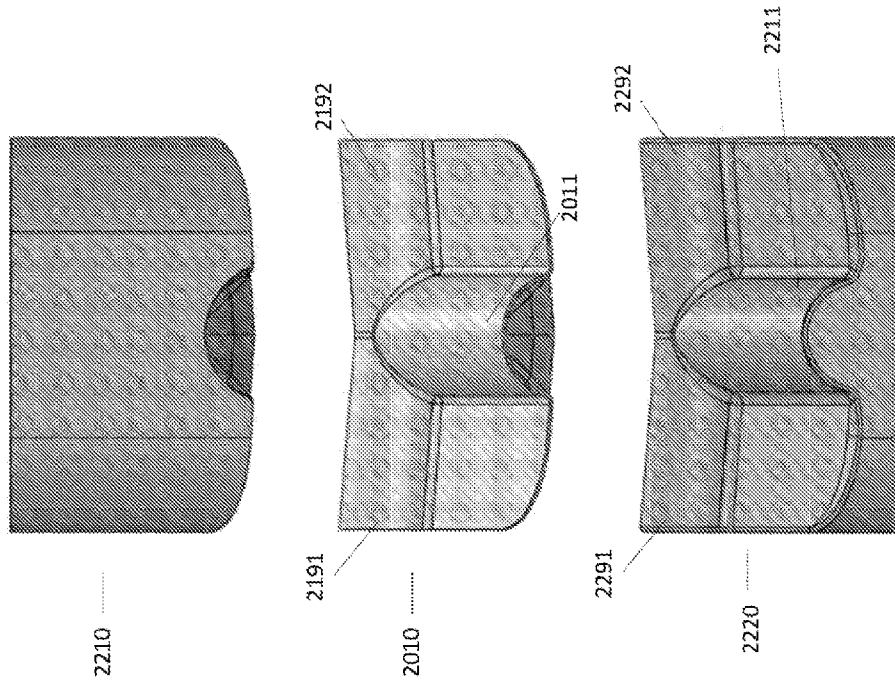


FIG. 22A

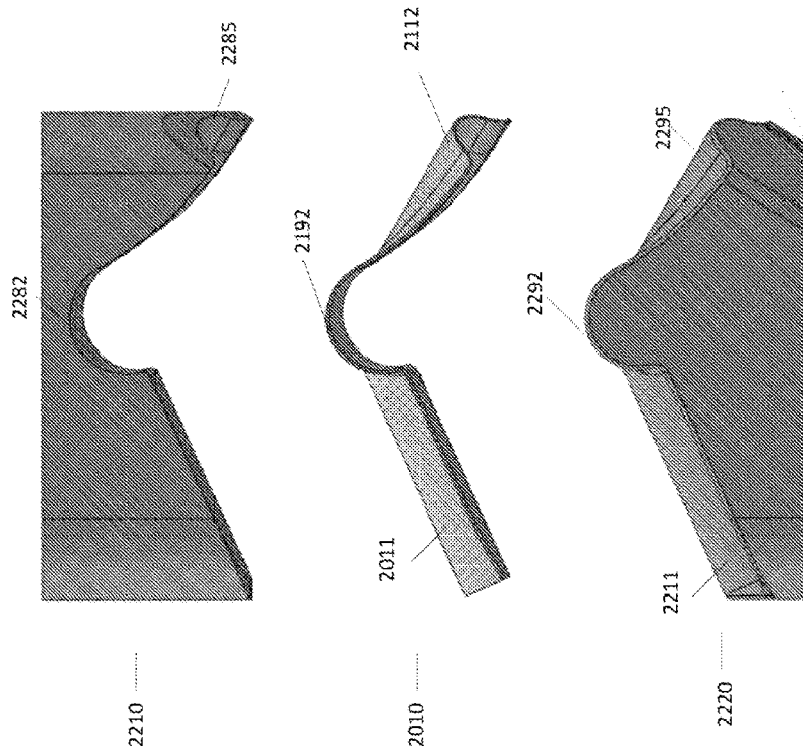


FIG. 22B

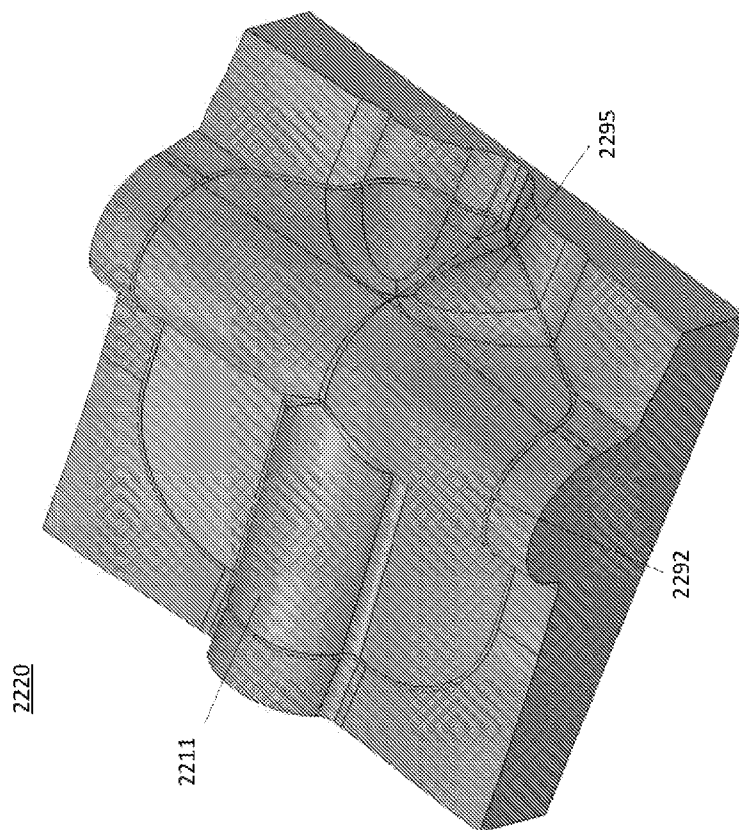


FIG. 23

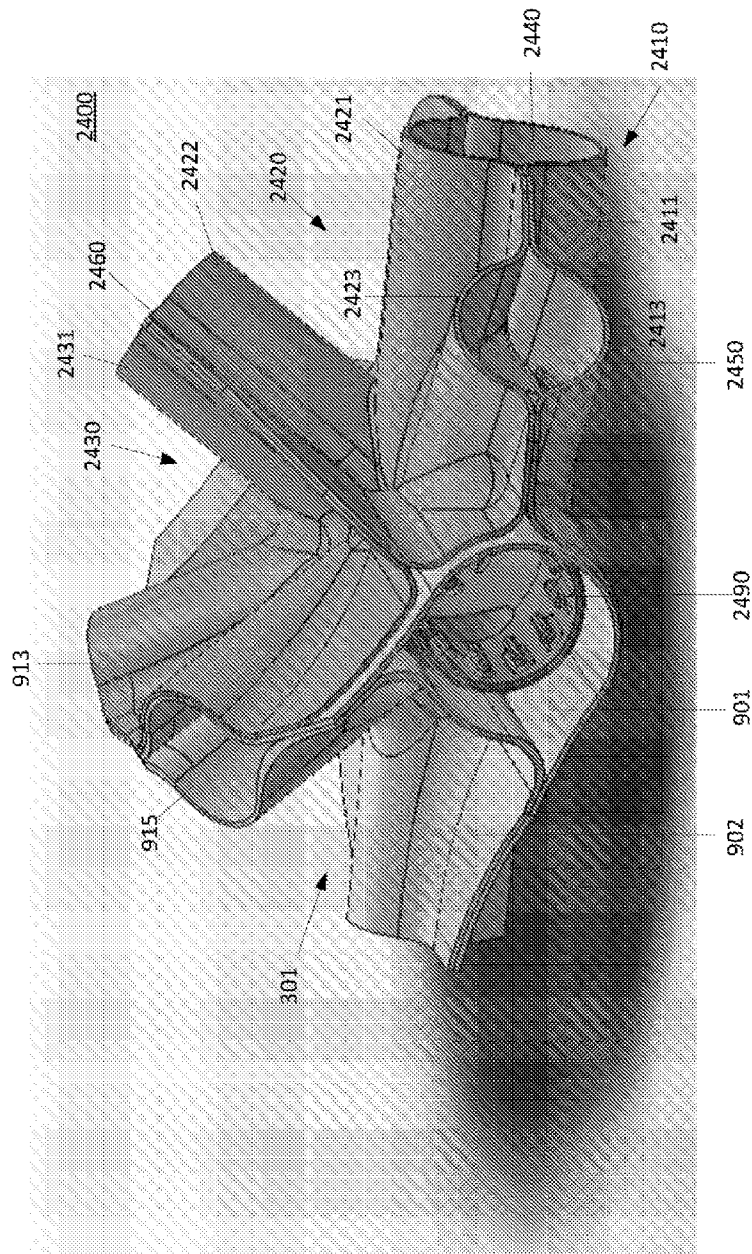


FIG. 24A

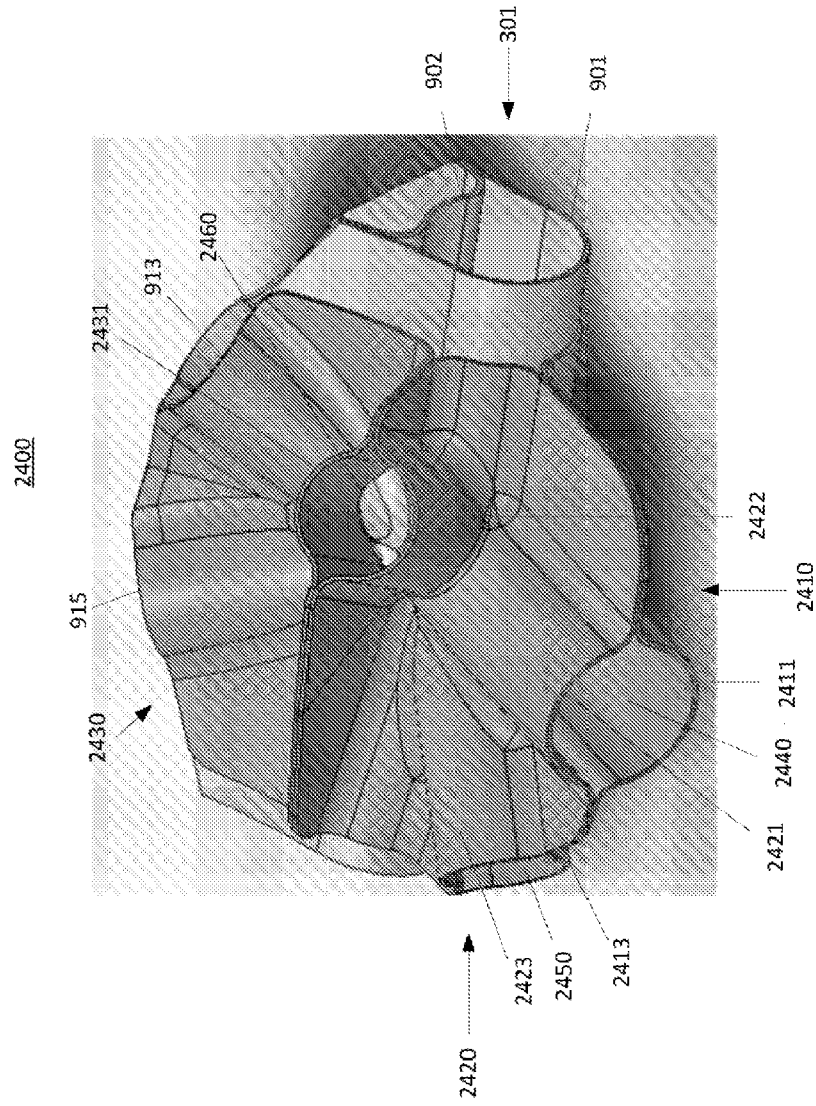


FIG. 24B

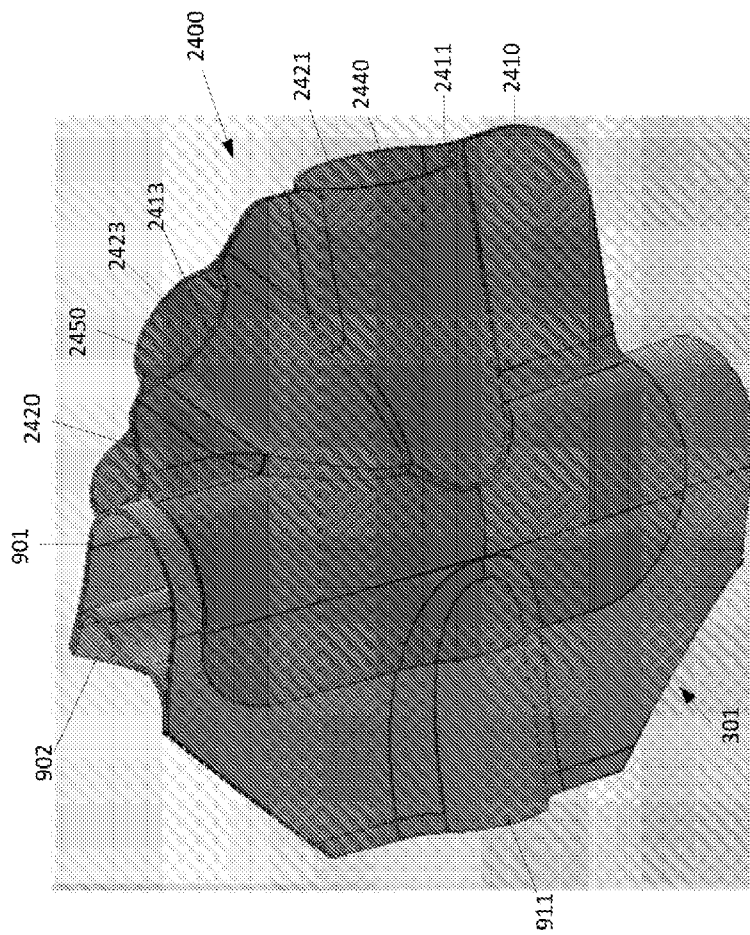
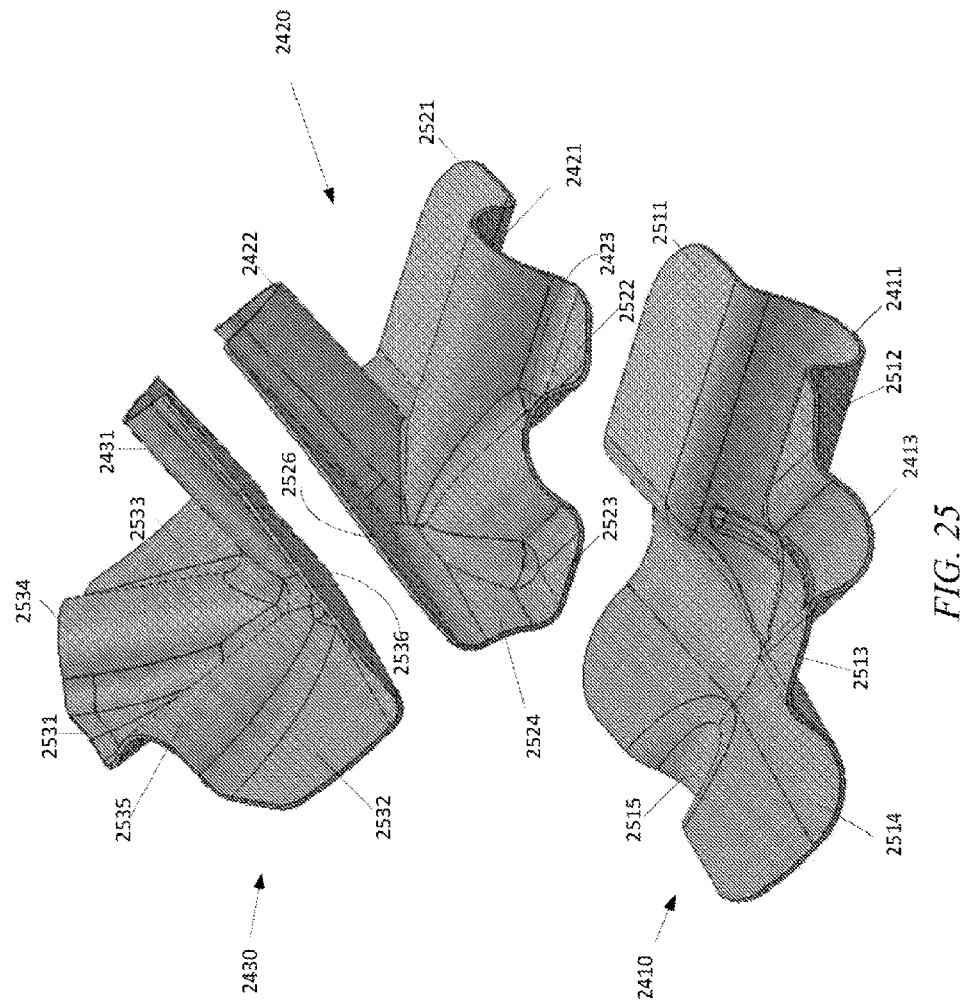


FIG. 24C



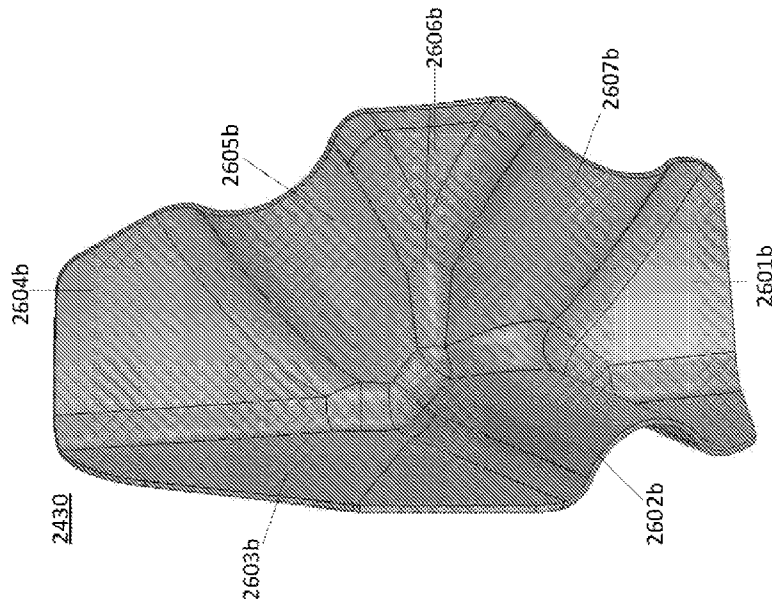


FIG. 26B

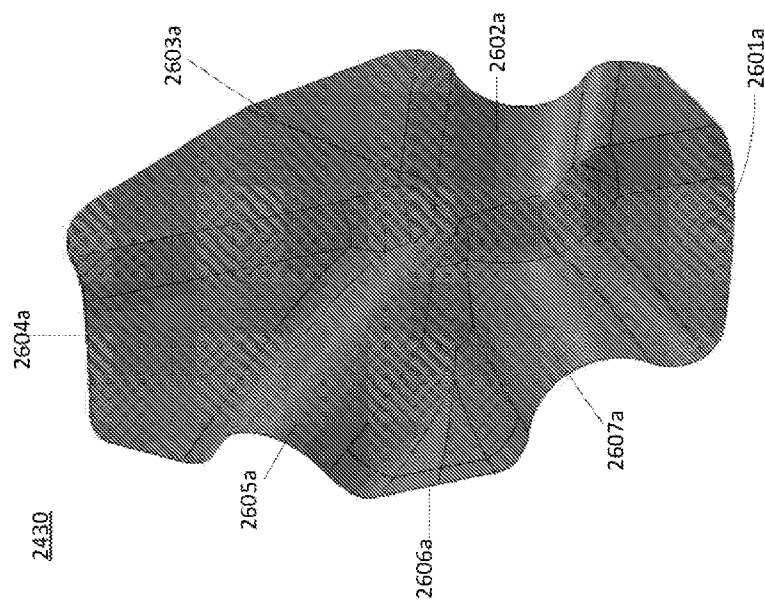


FIG. 26A

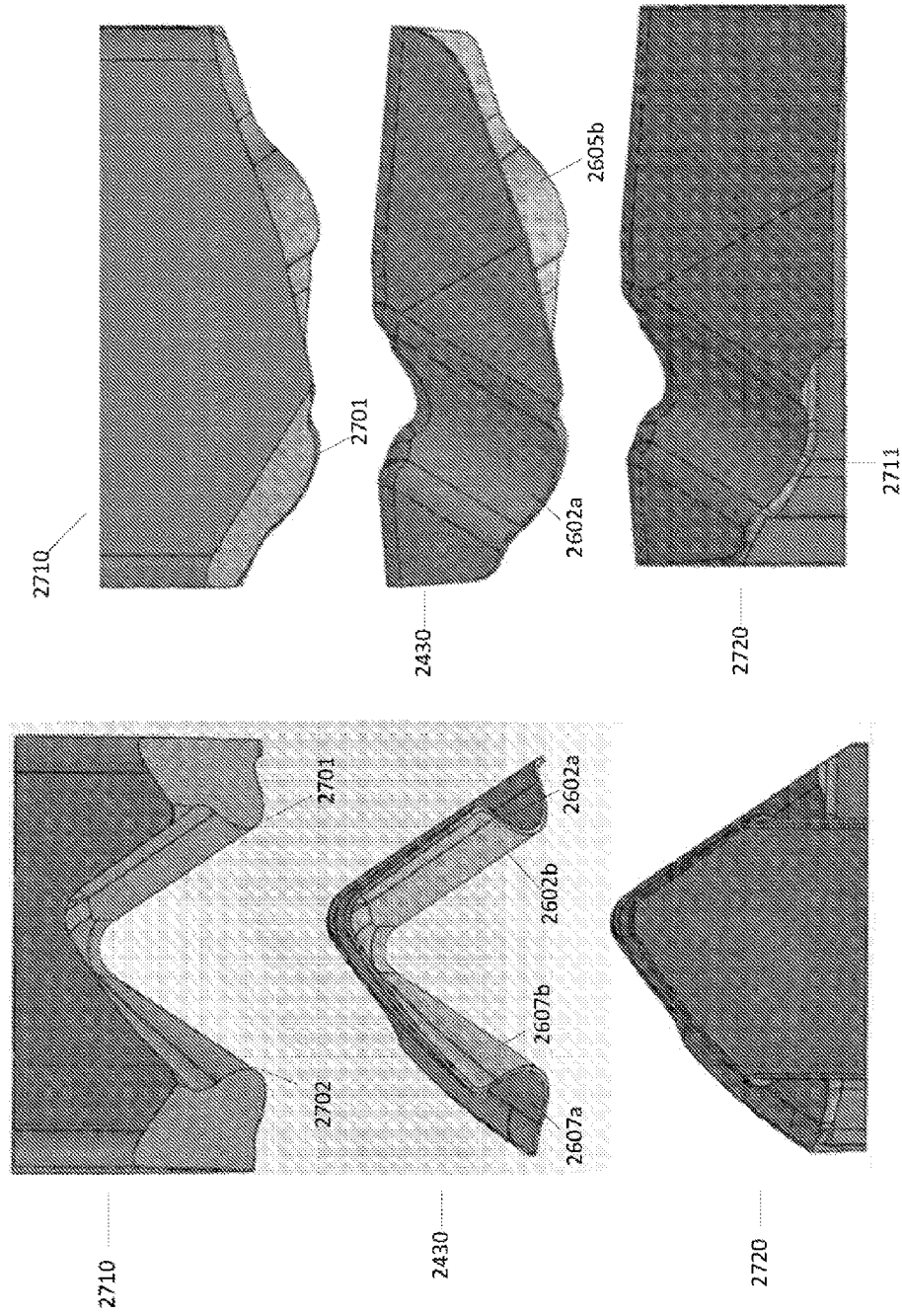


FIG. 27B

FIG. 27A

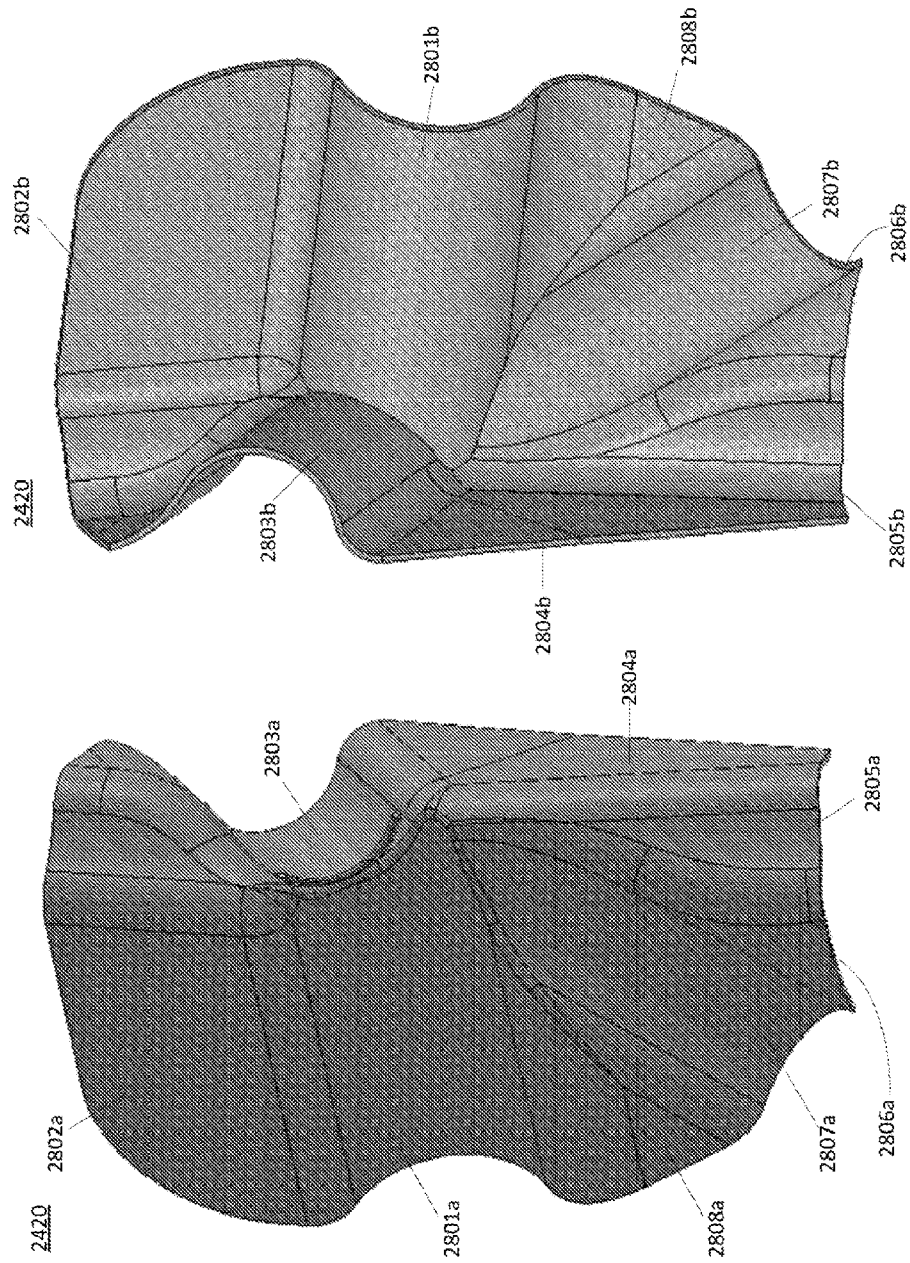


FIG. 28B

FIG. 28A

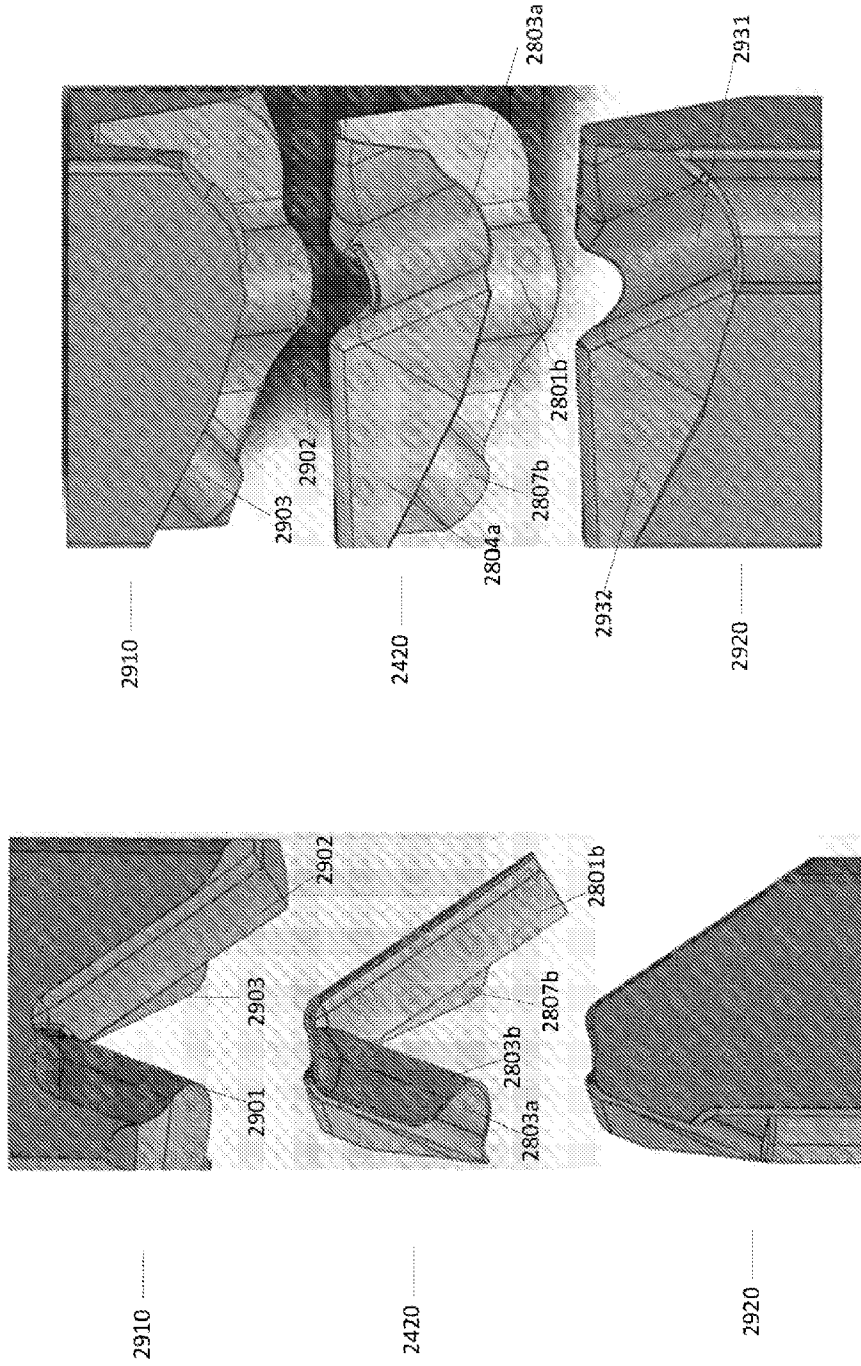
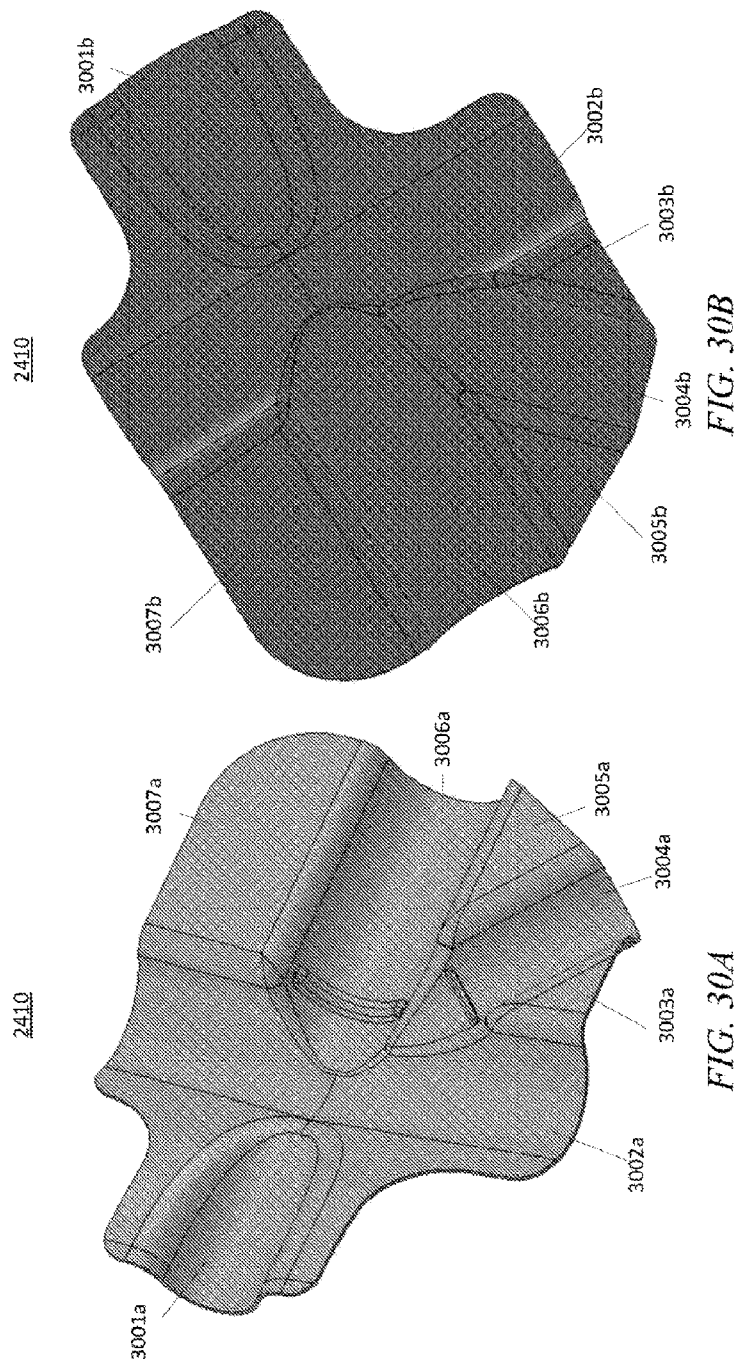


FIG. 29A

FIG. 29B



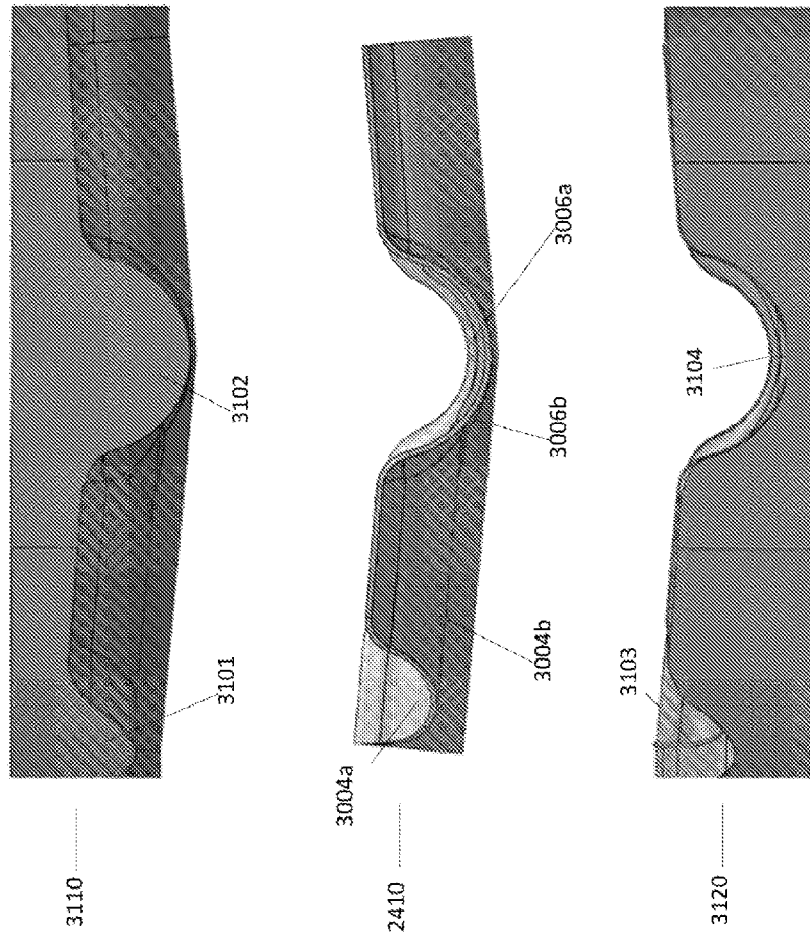


FIG. 31A

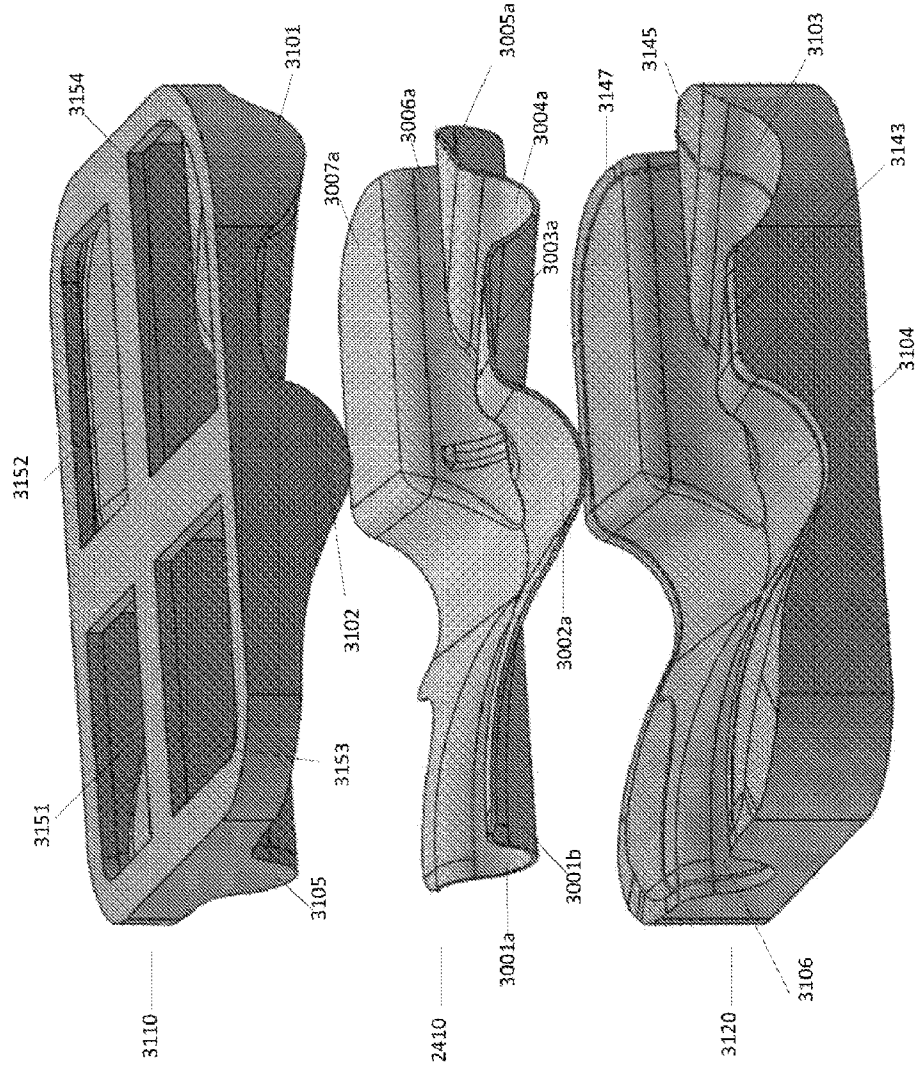
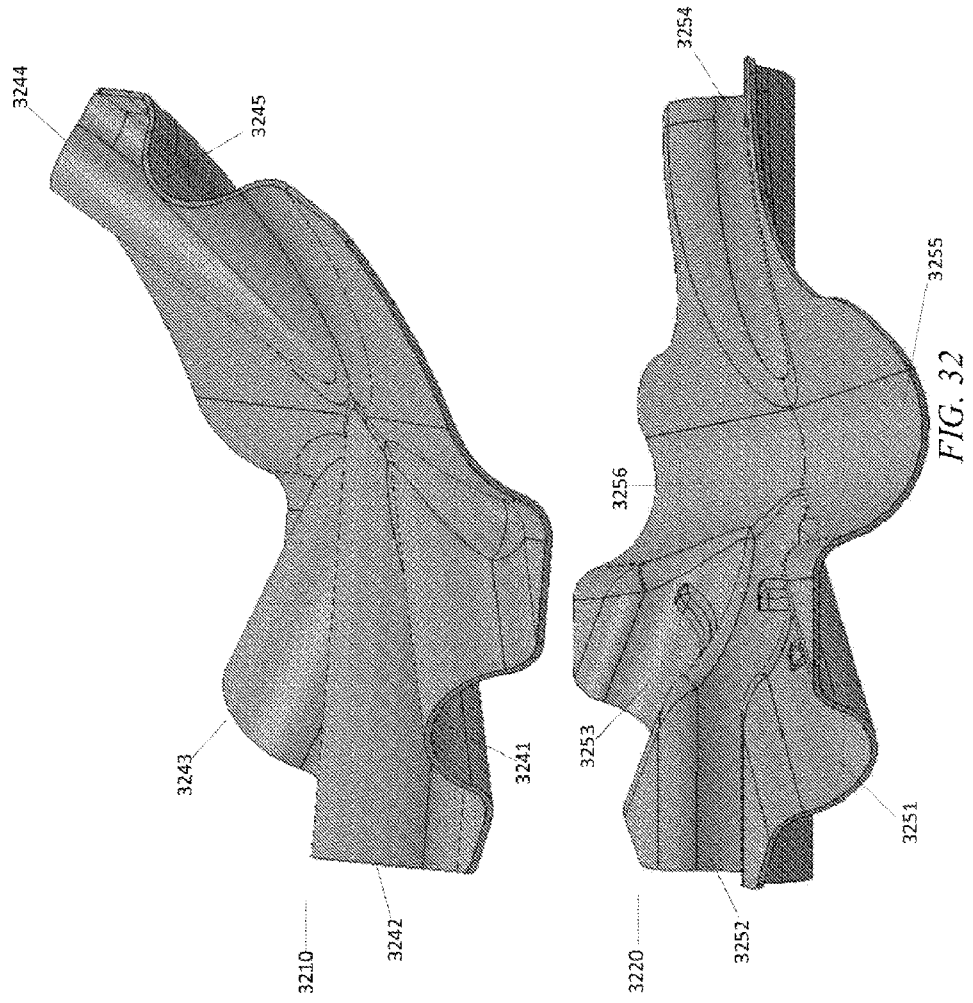


FIG. 31B



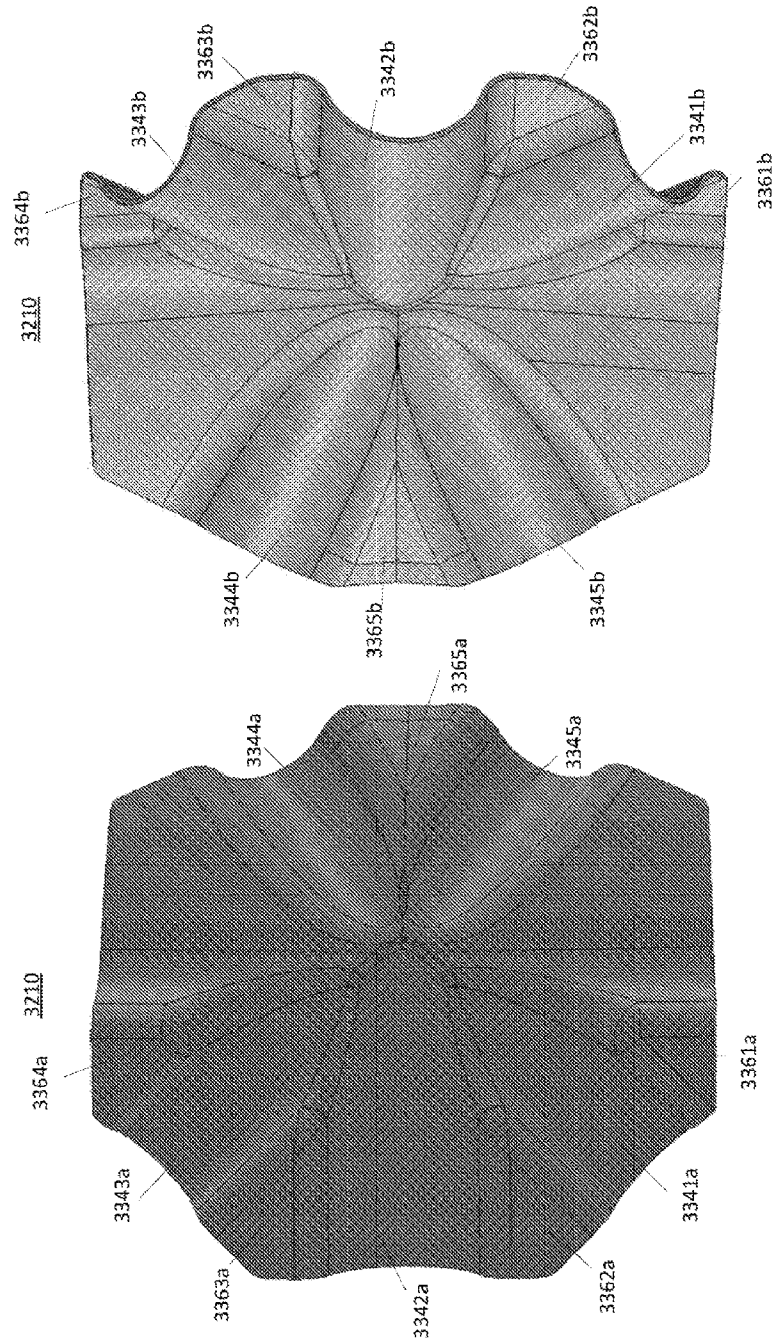


FIG. 33B

FIG. 33A

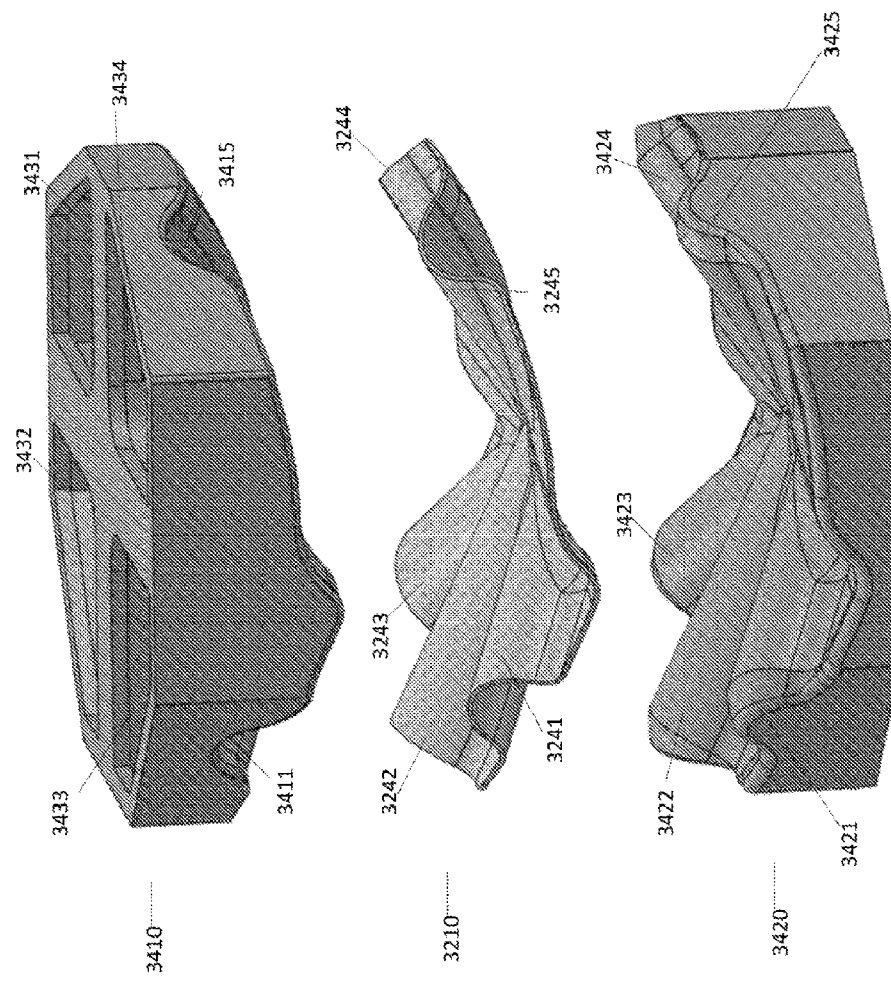


FIG. 34A

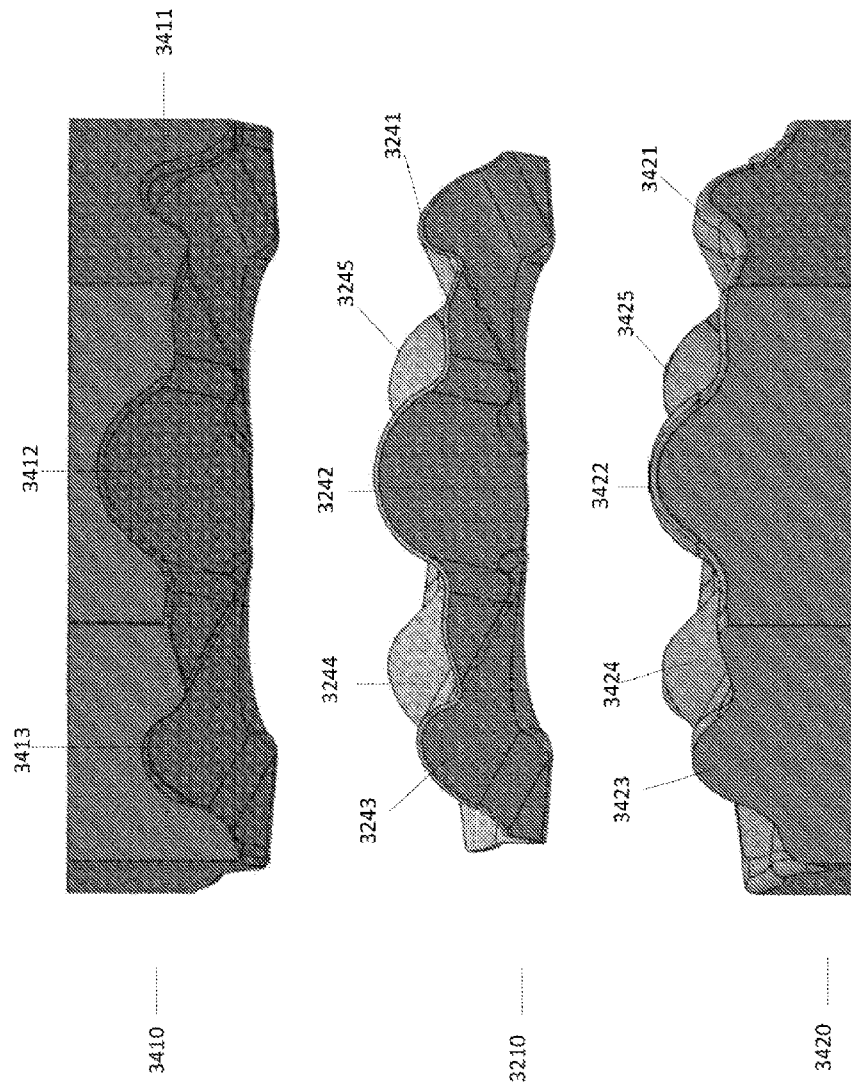
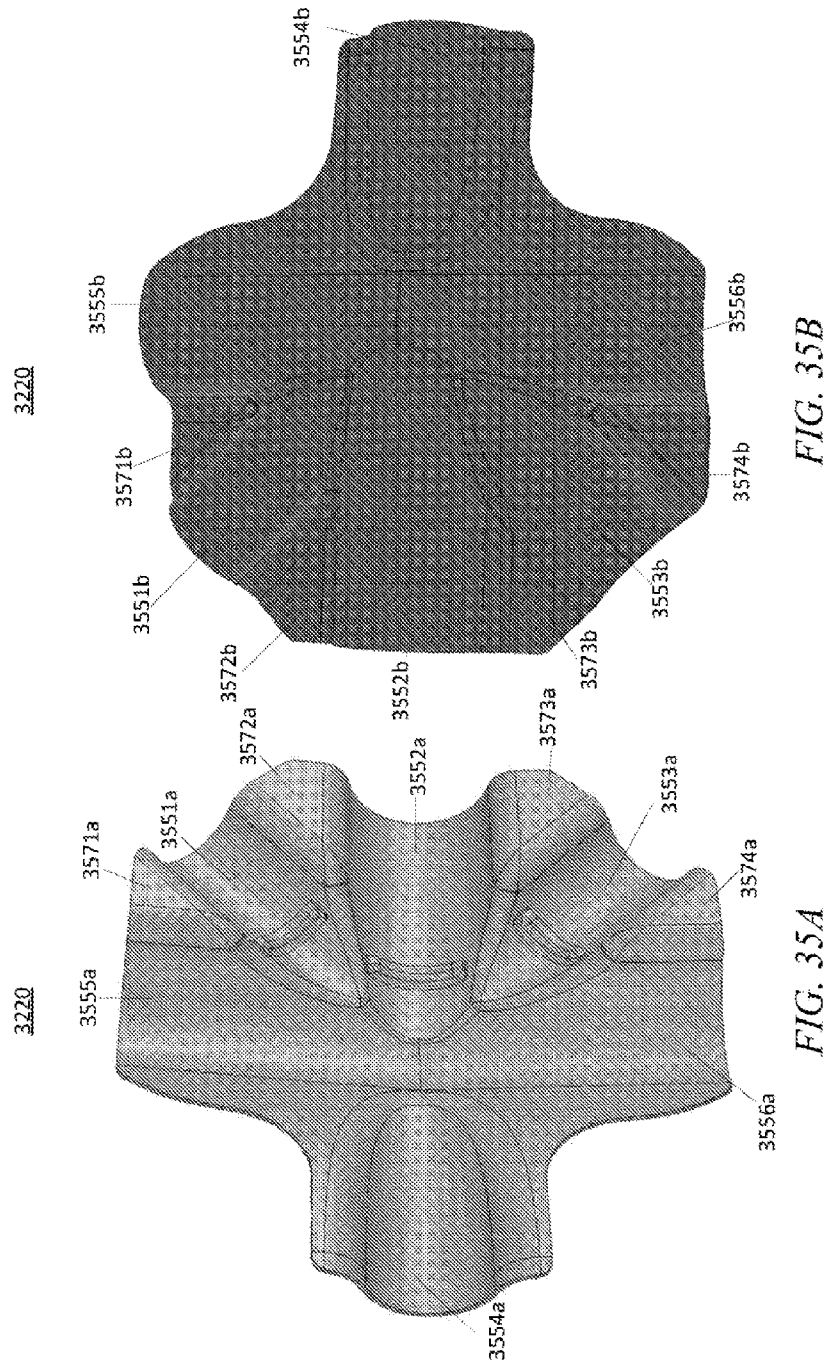
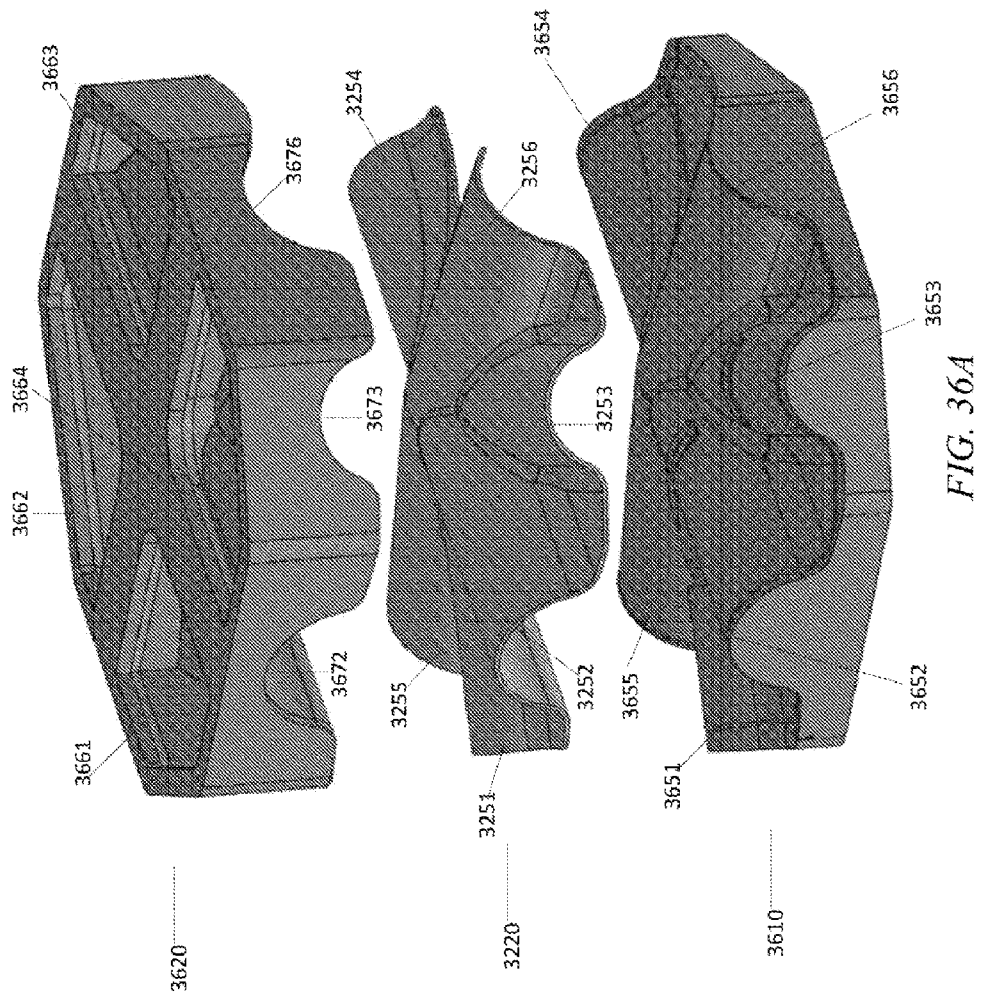


FIG. 34B





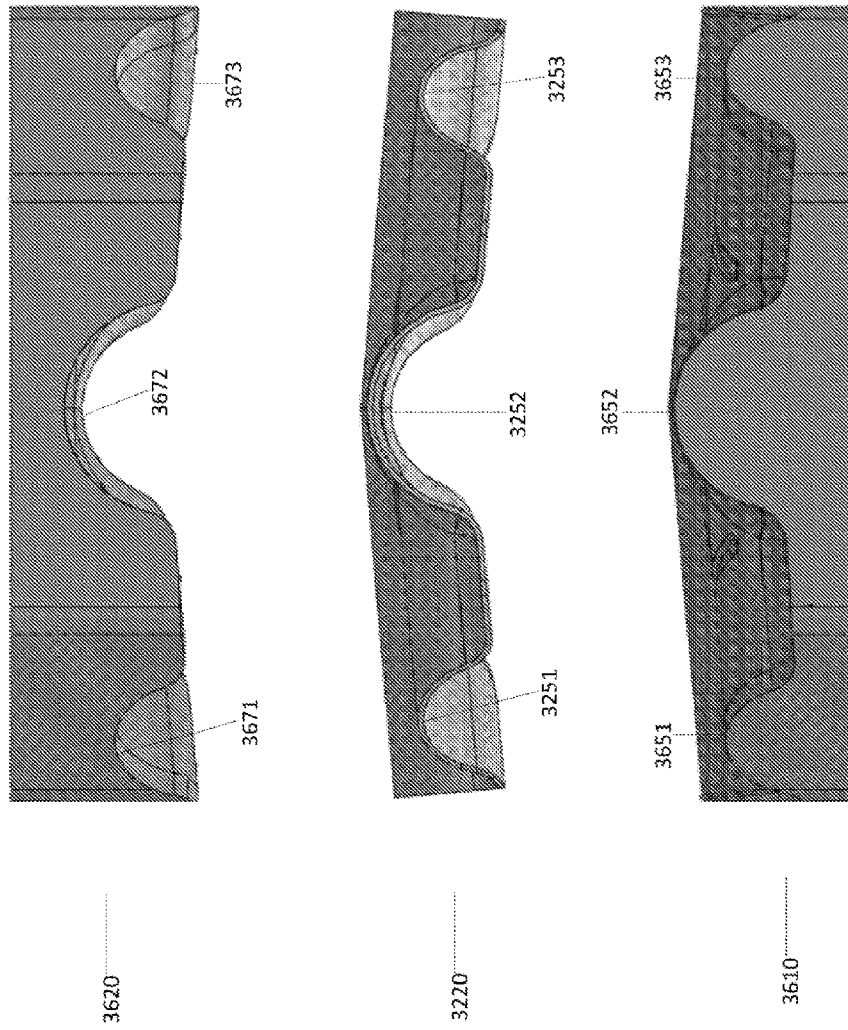


FIG. 36B

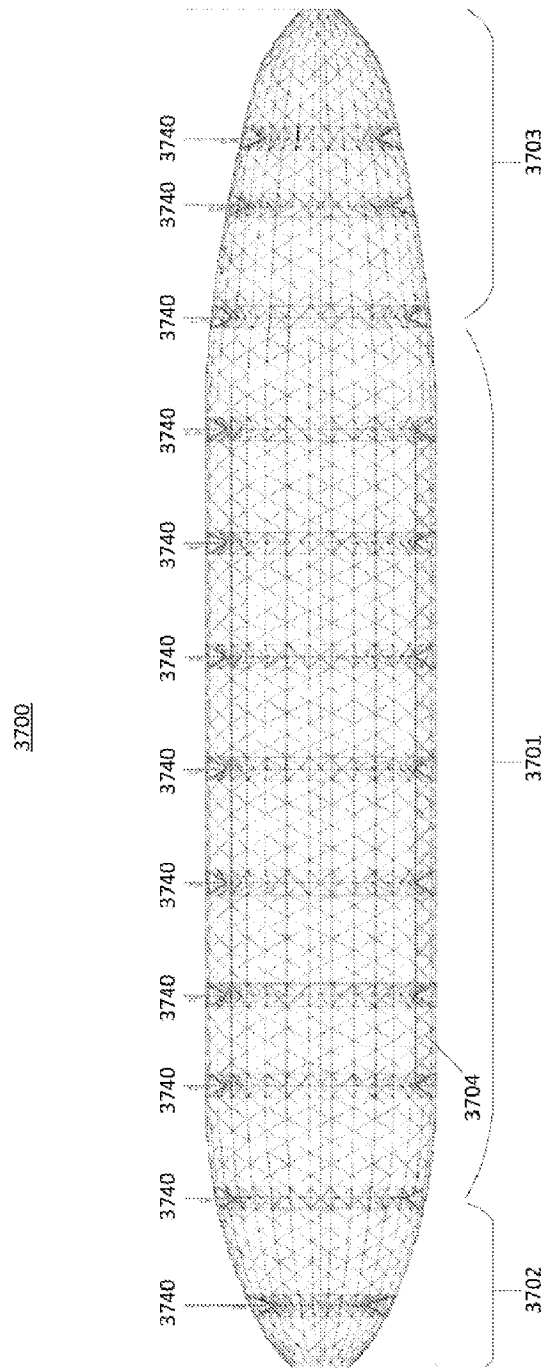


FIG. 37A

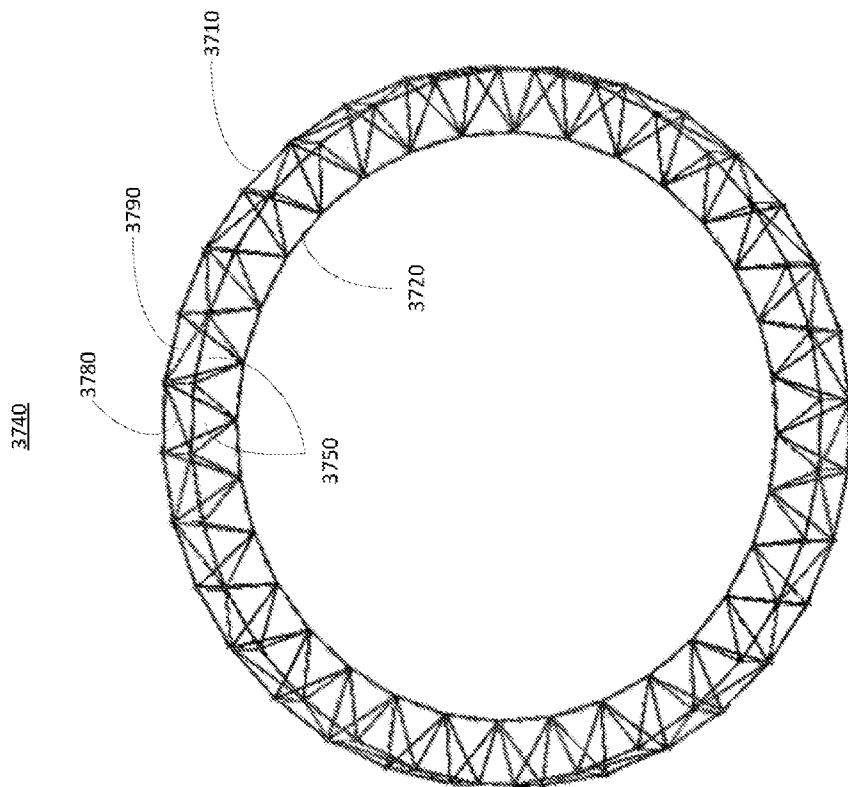


FIG. 37B

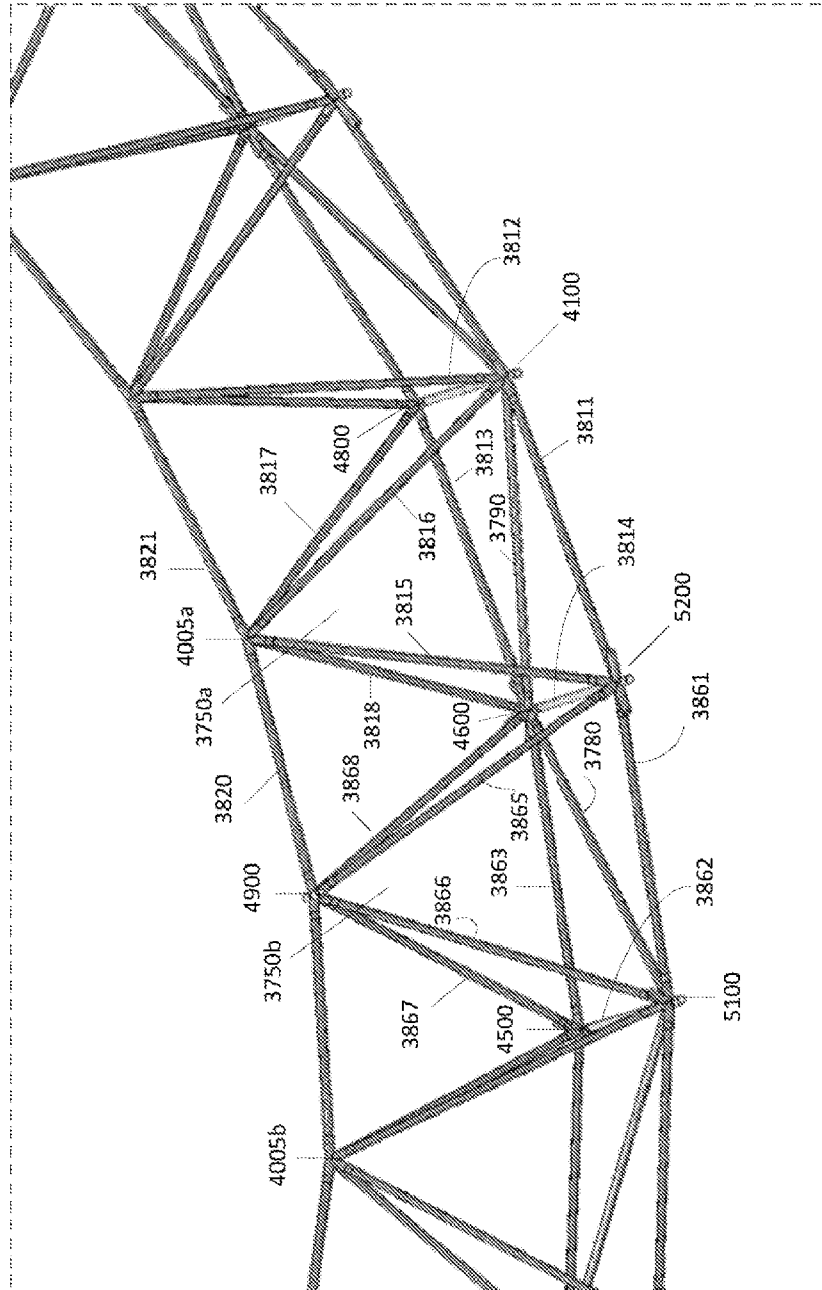


FIG. 38

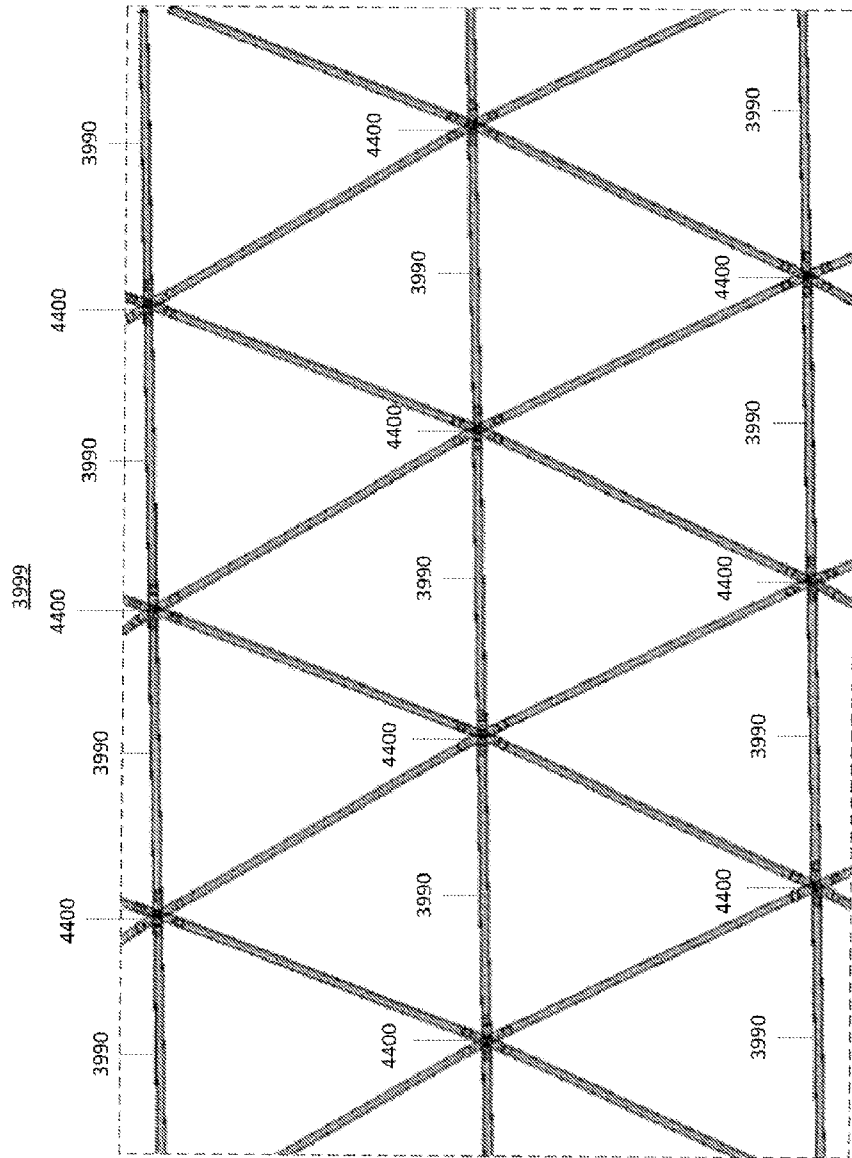
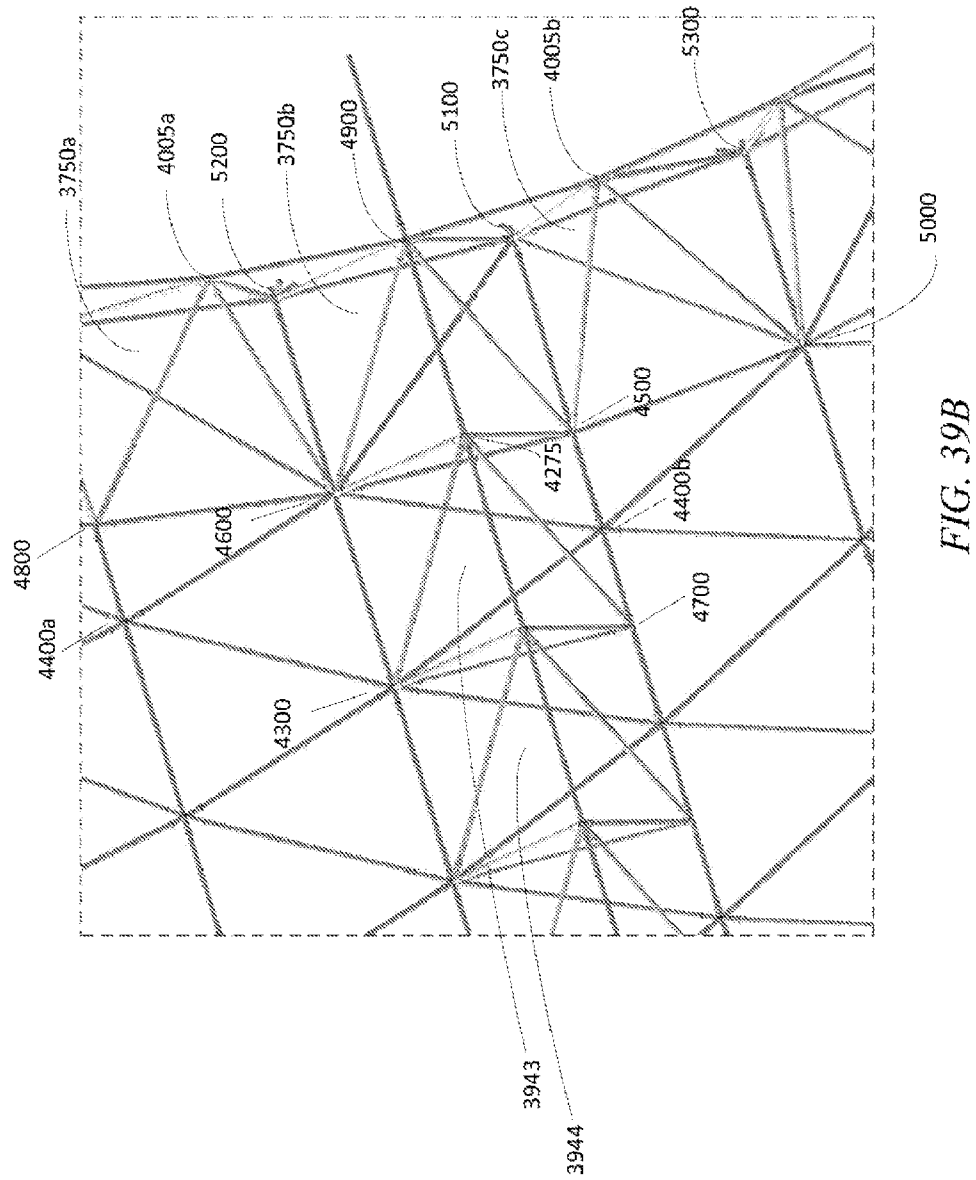


FIG. 39A



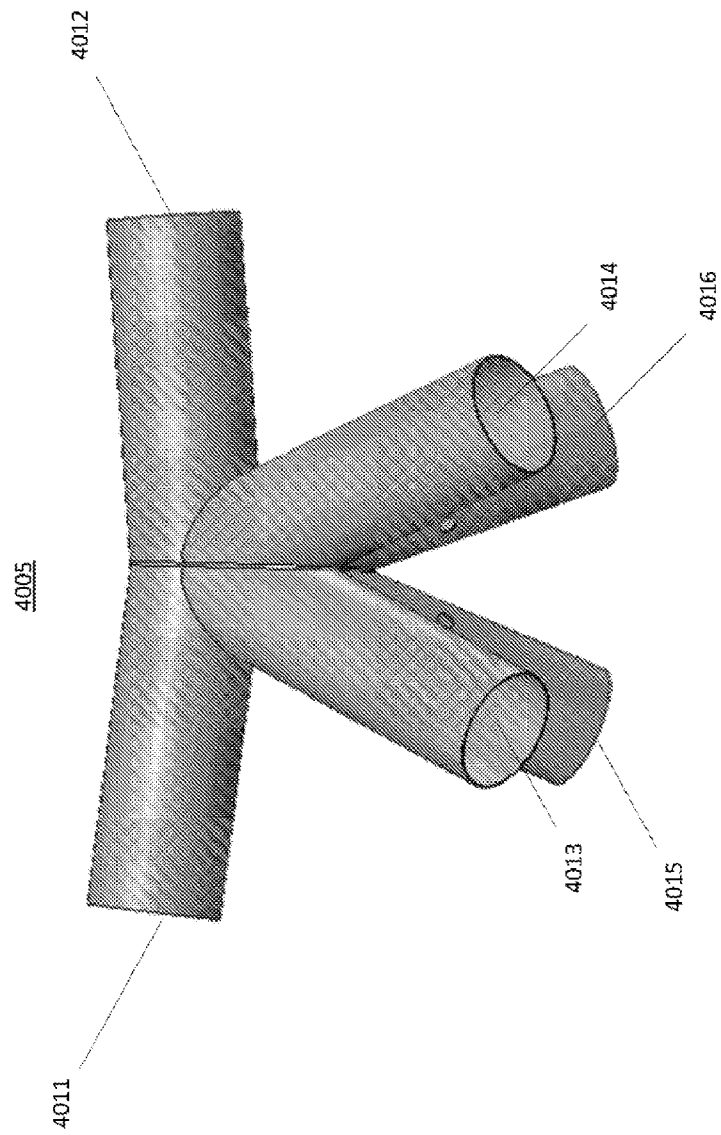
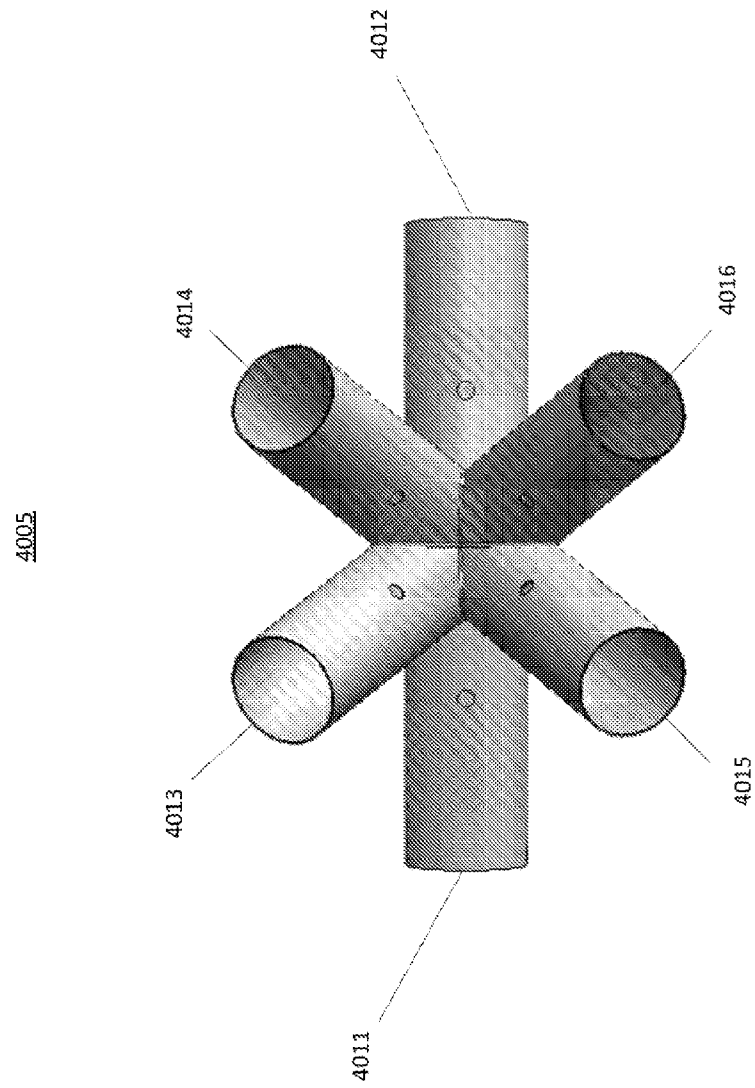


FIG. 40A



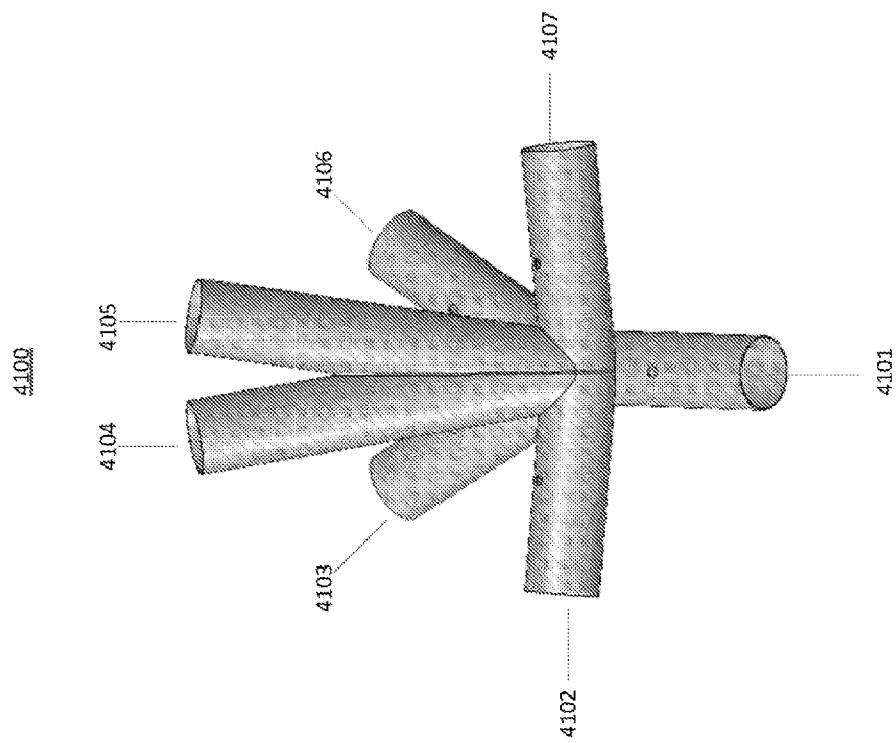


FIG. 41A

4100

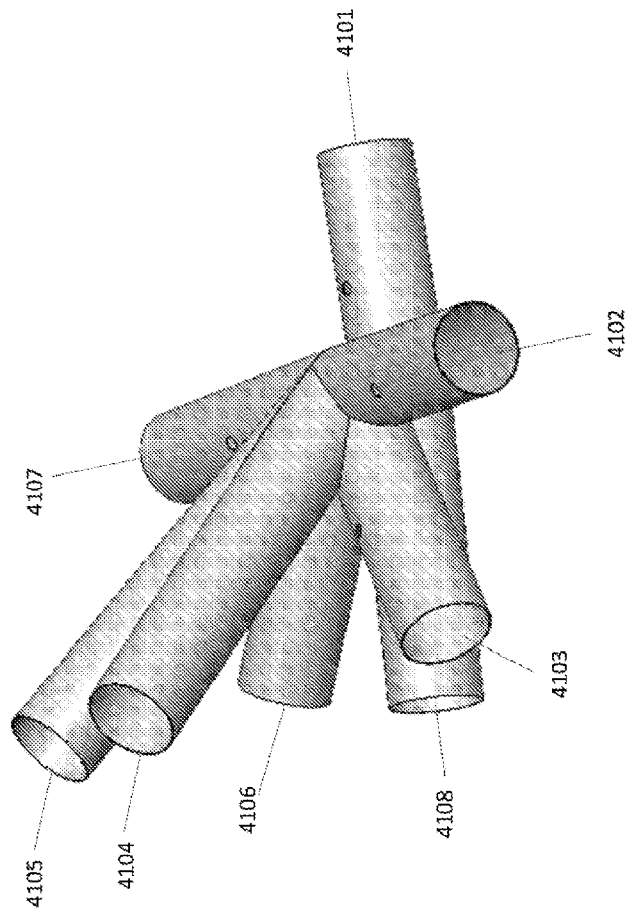


FIG. 41B

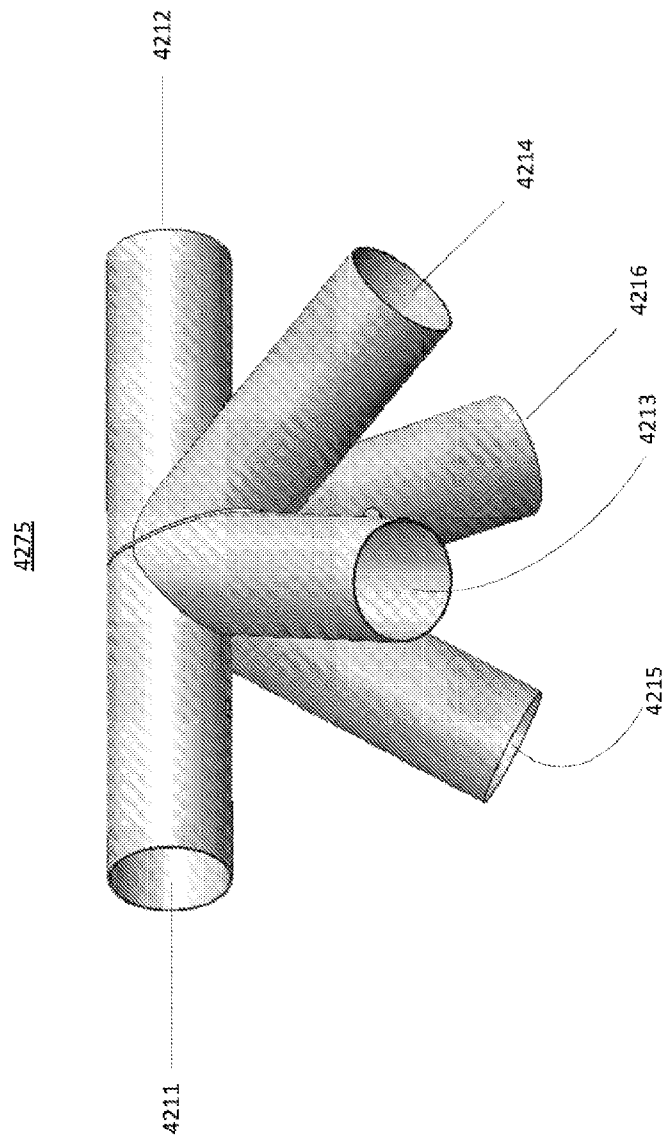


FIG. 42

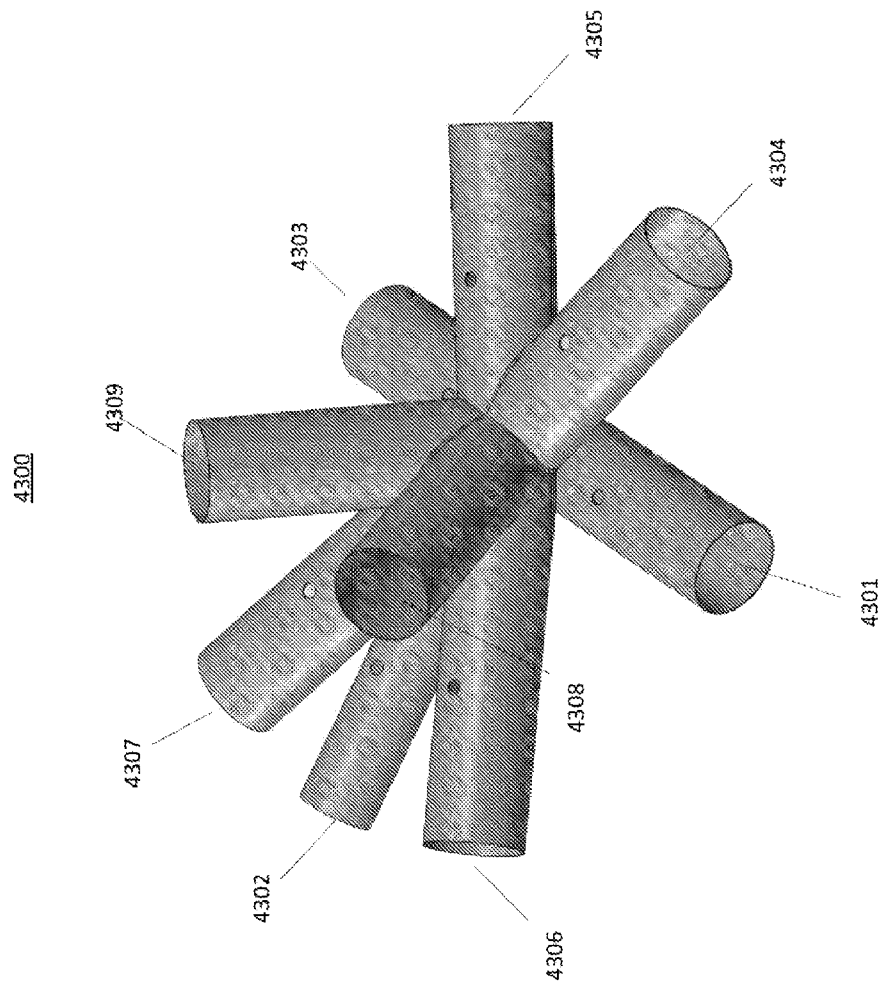


FIG. 43A

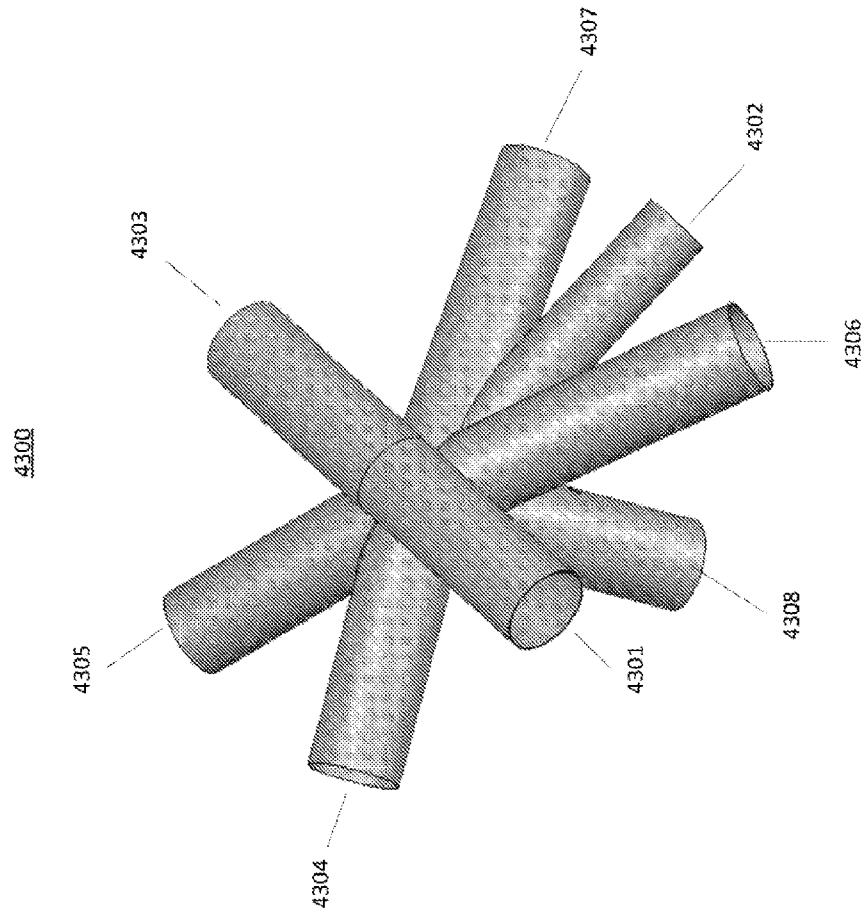


FIG. 43B

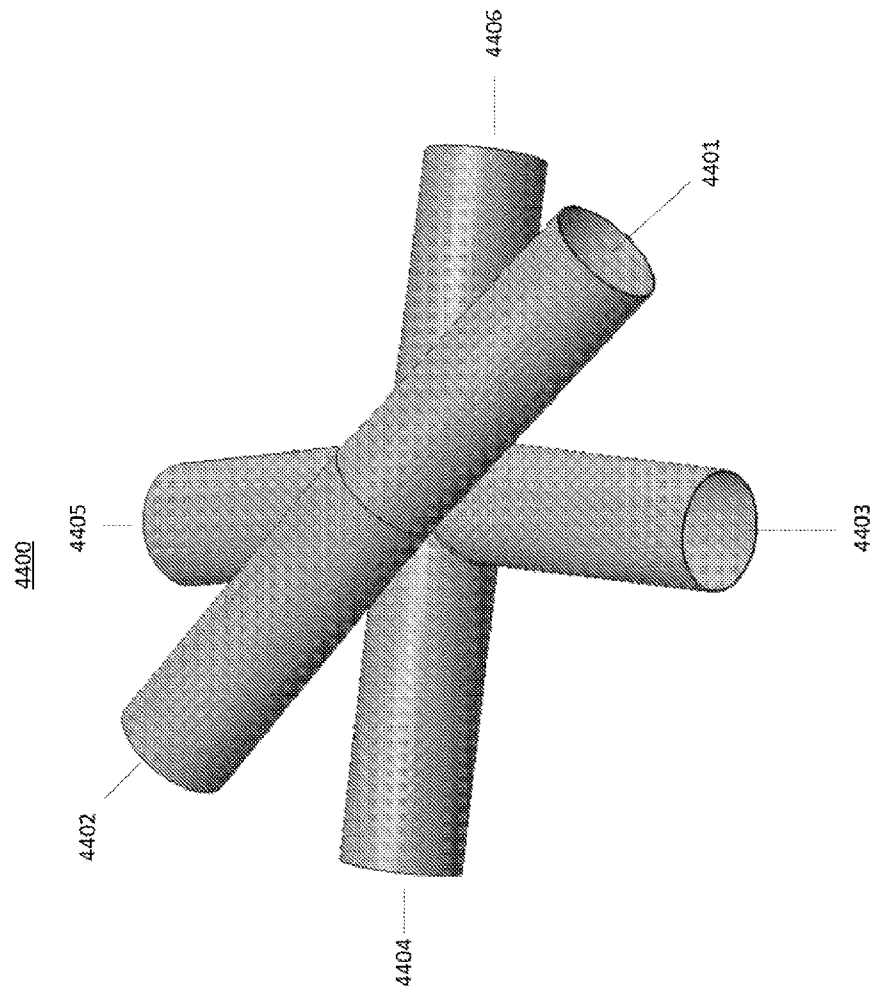


FIG. 44

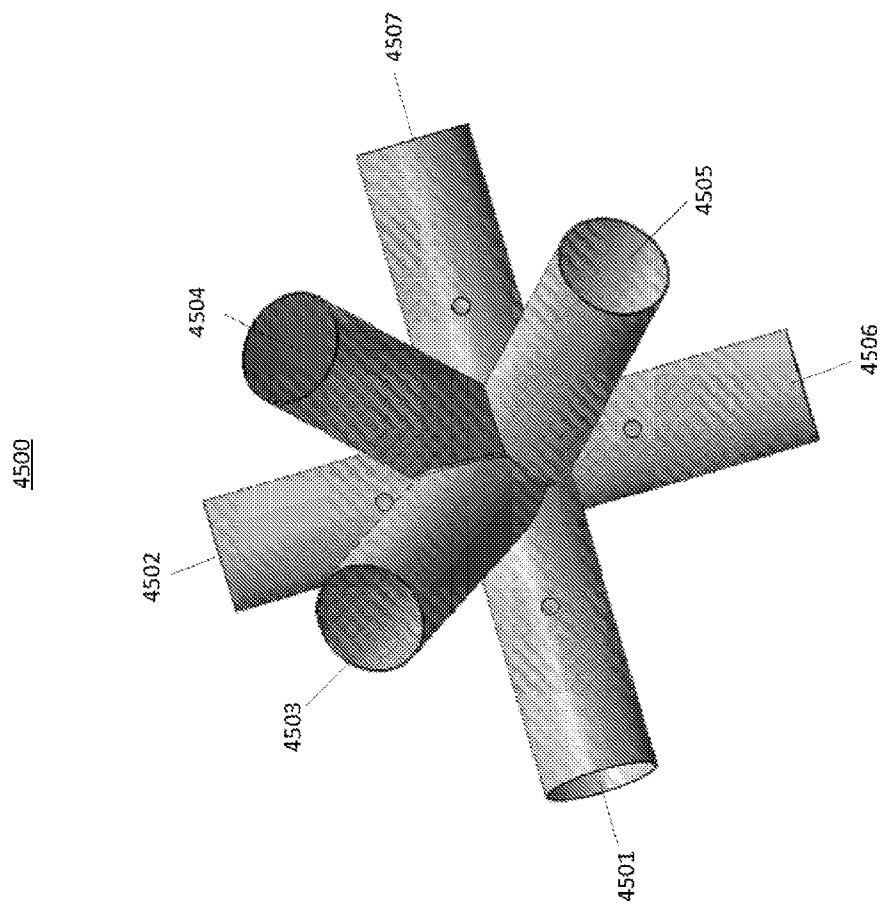


FIG. 45A

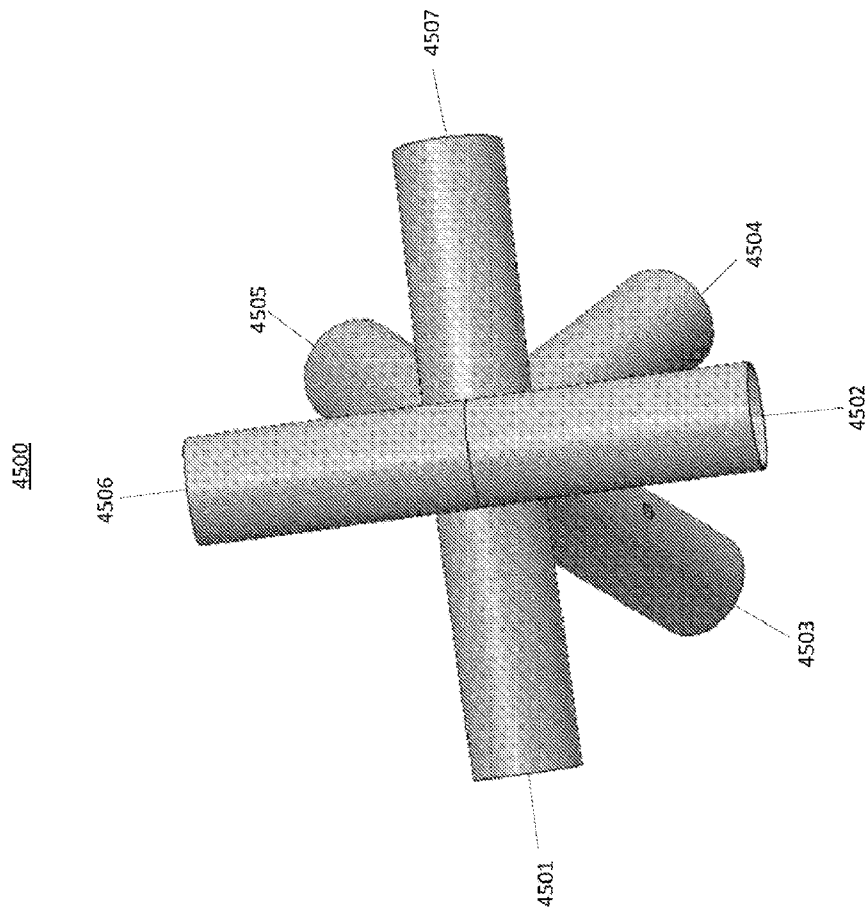


FIG. 45B

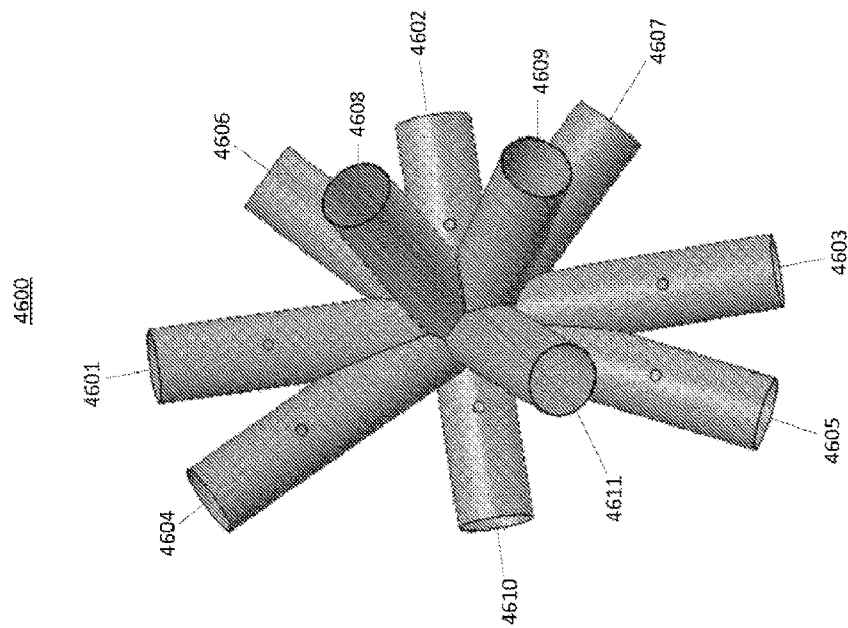


FIG. 46A

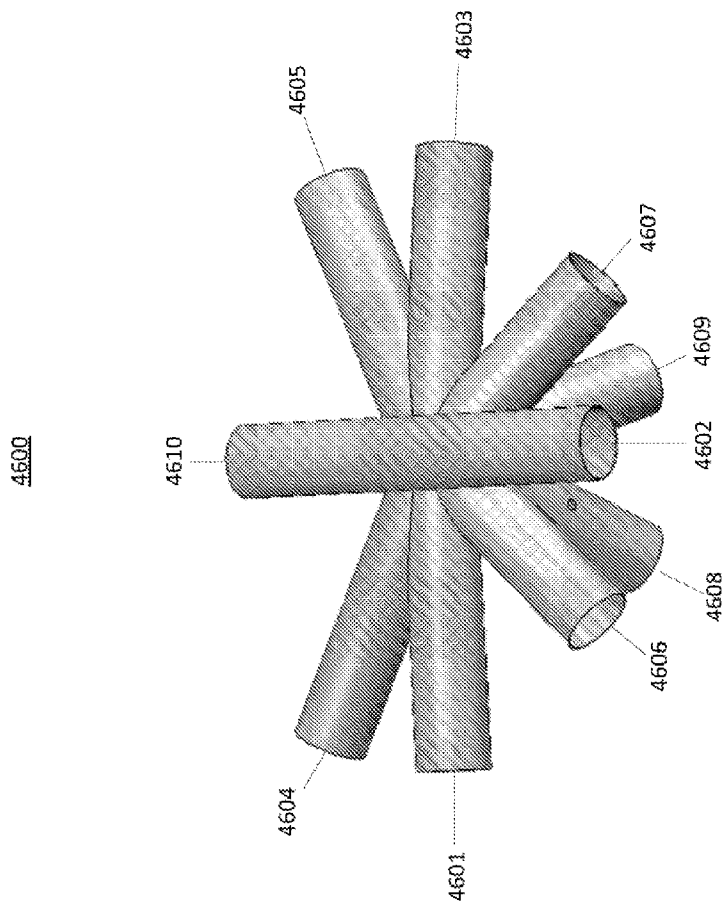


FIG. 46B

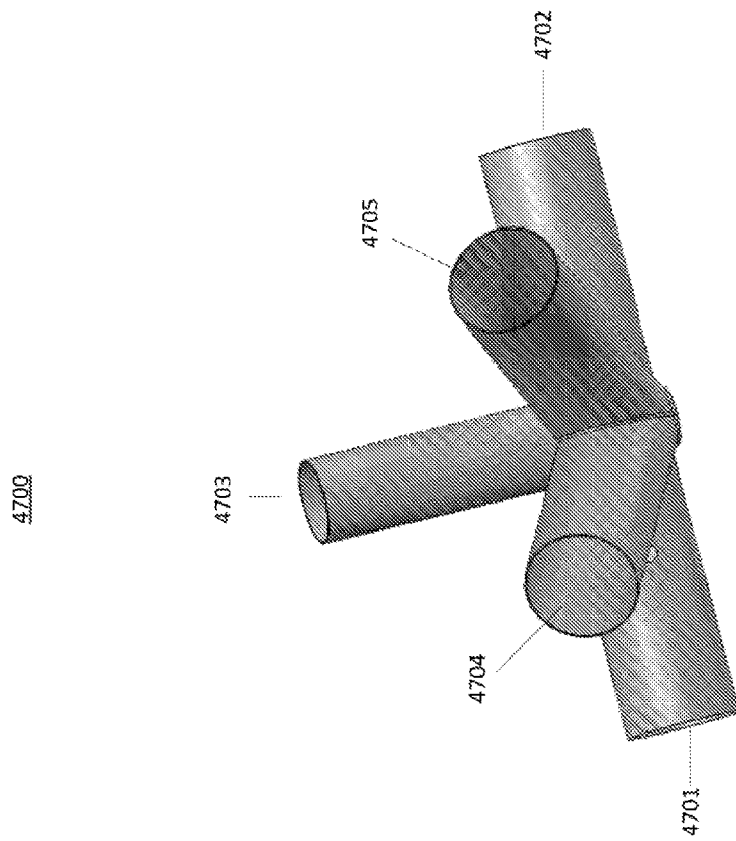


FIG. 47A

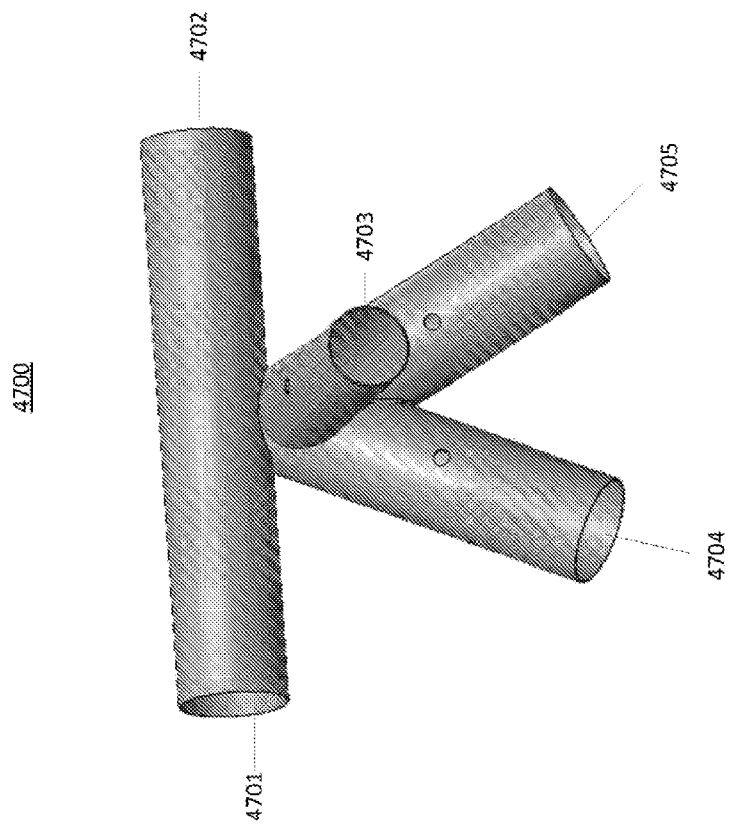


FIG. 47B

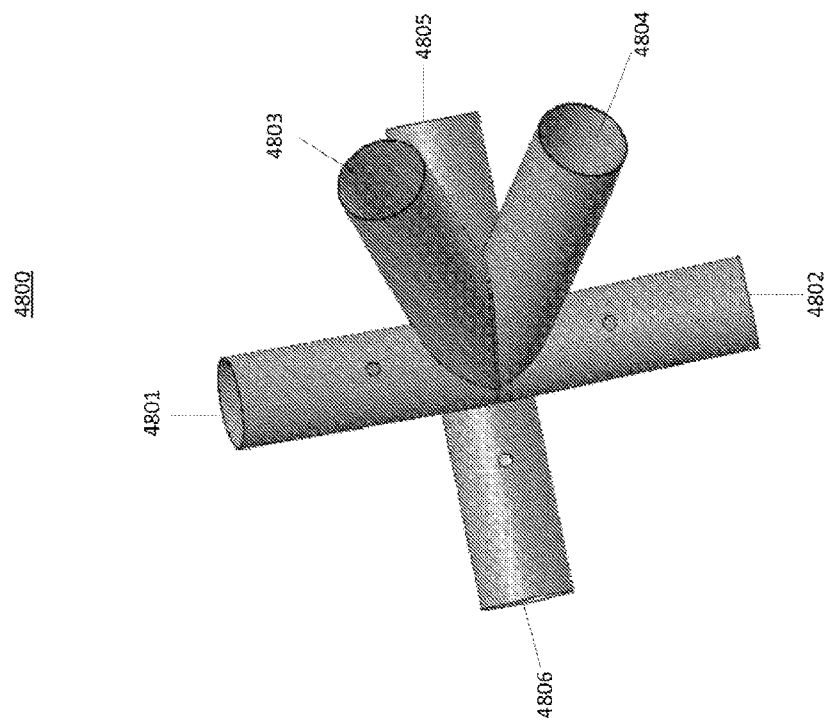


FIG. 48A

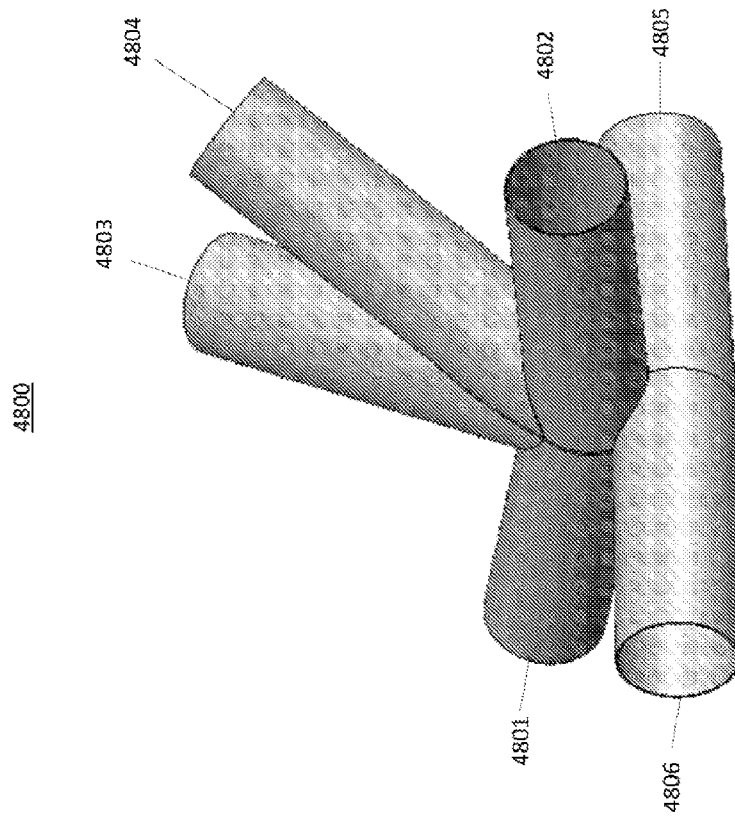


FIG. 48B

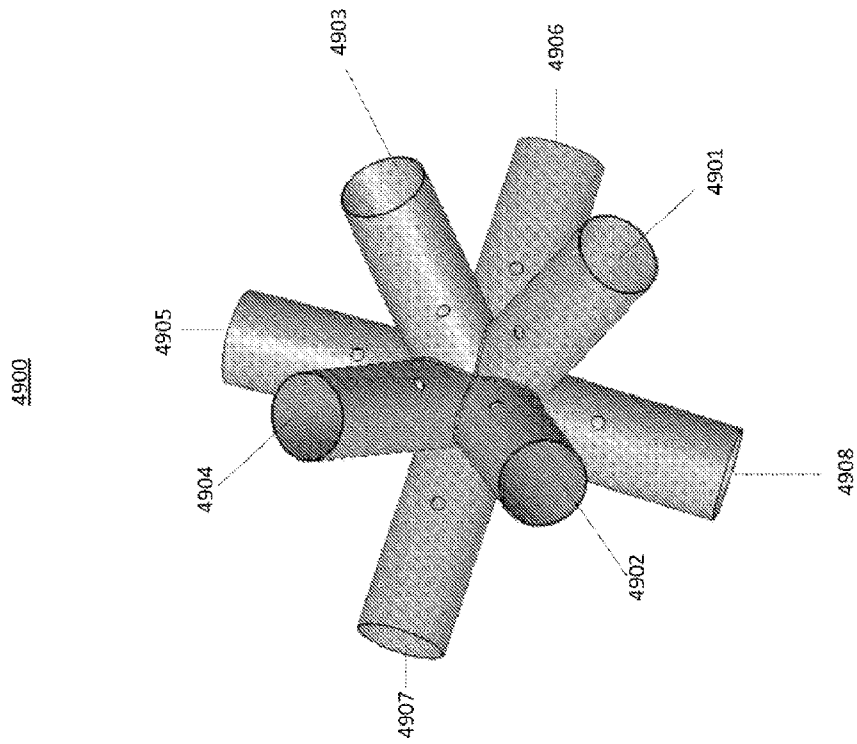


FIG. 49A

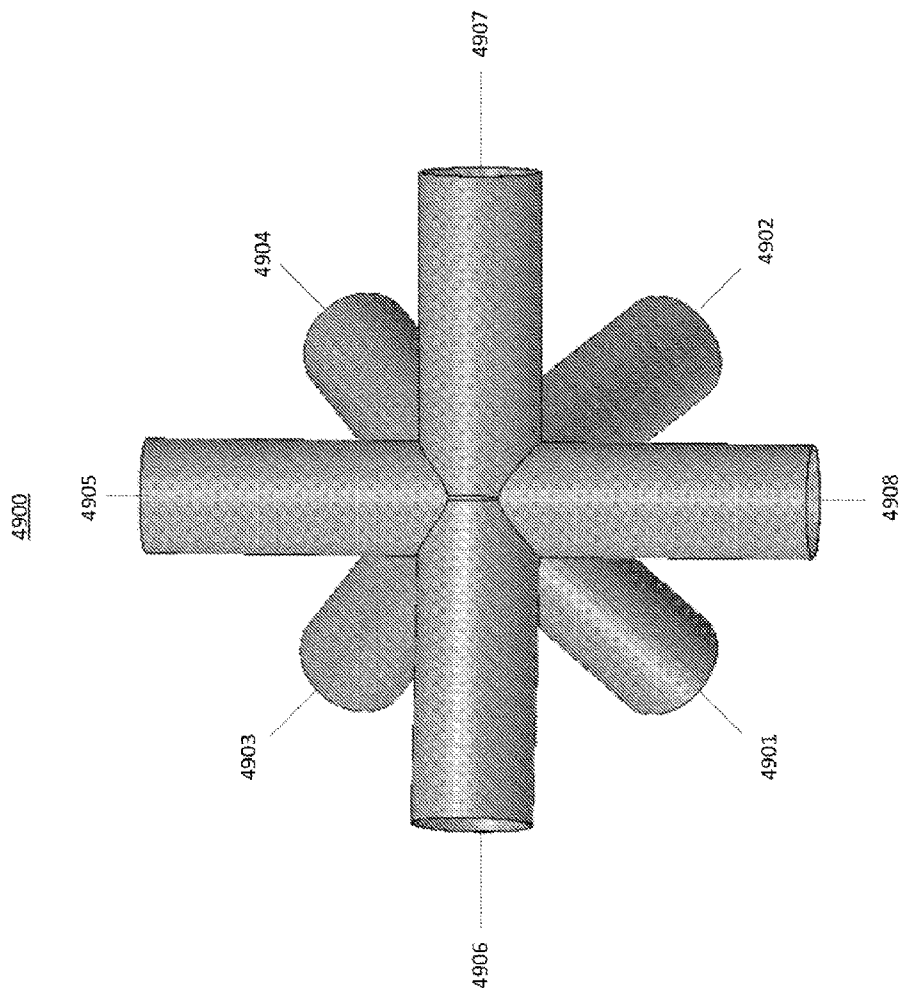


FIG. 49B

5000

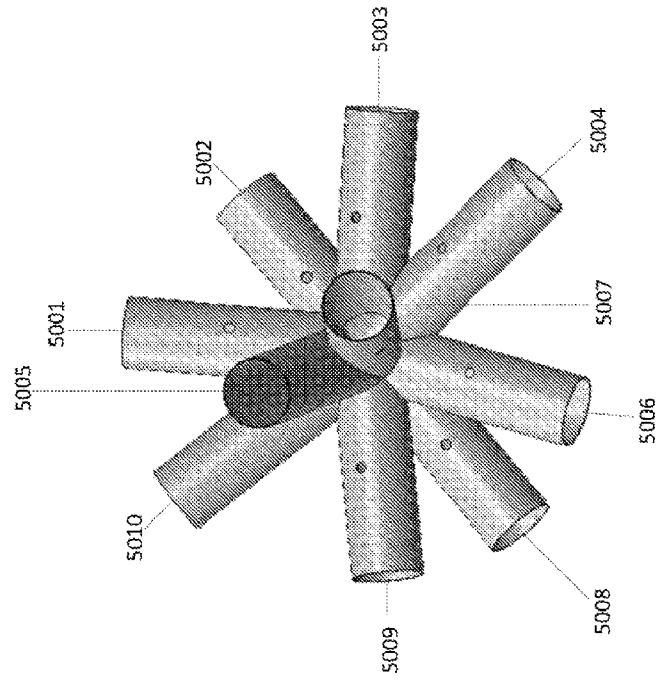


FIG. 50

5100

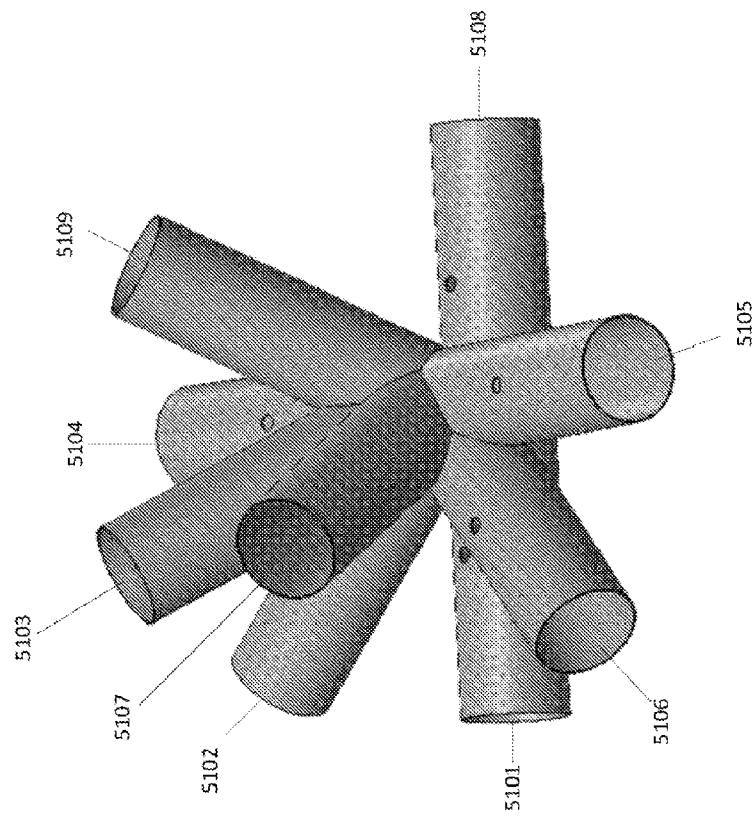
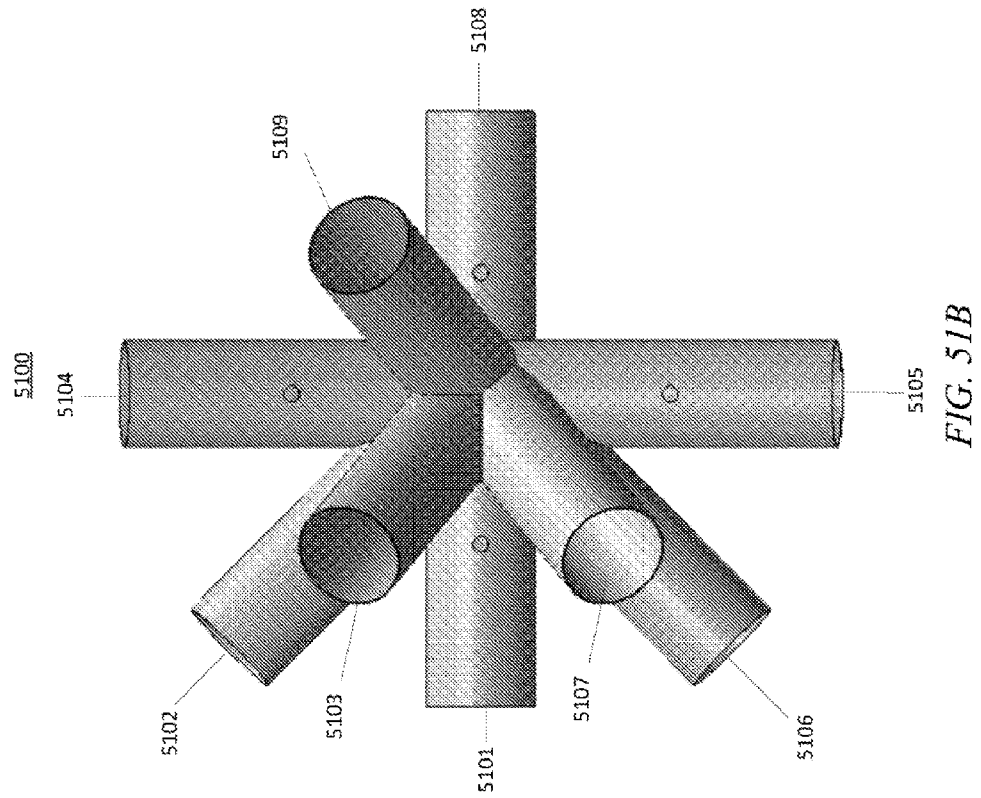


FIG. 51A



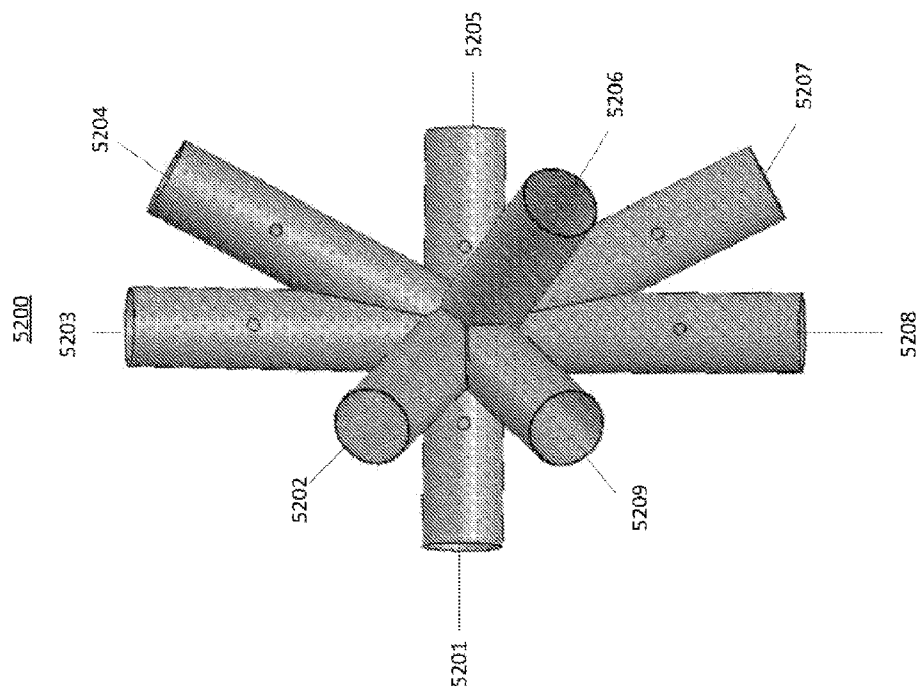


FIG. 52A

5200

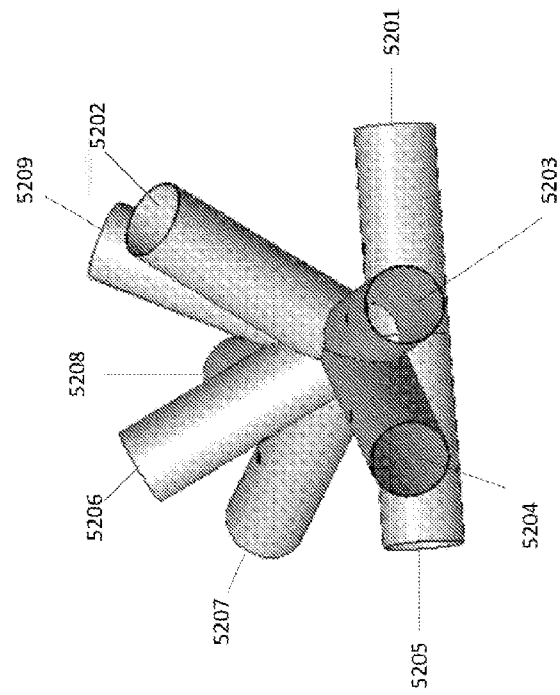


FIG. 52B

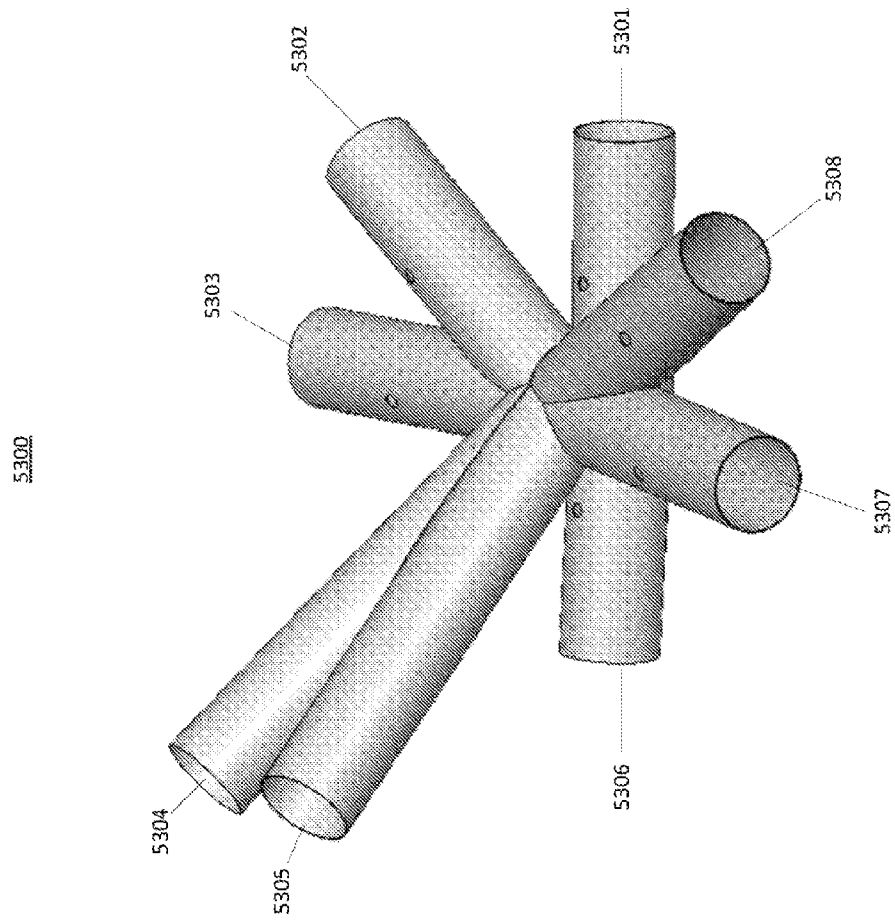
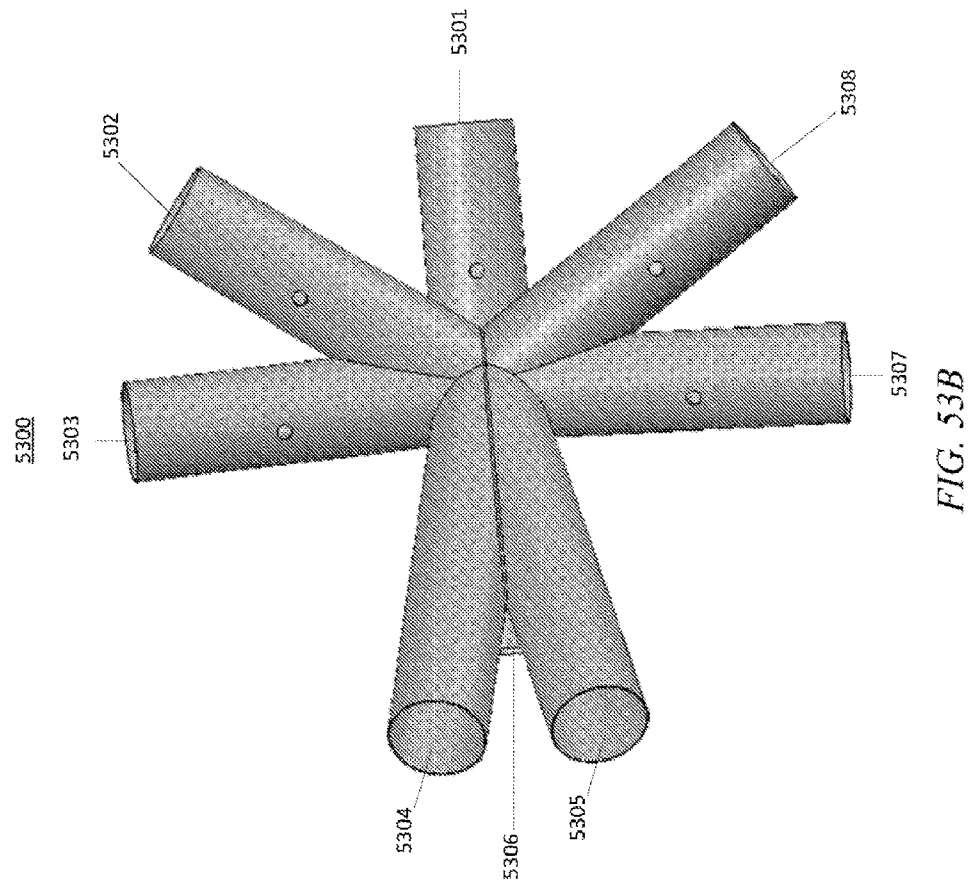


FIG. 53A



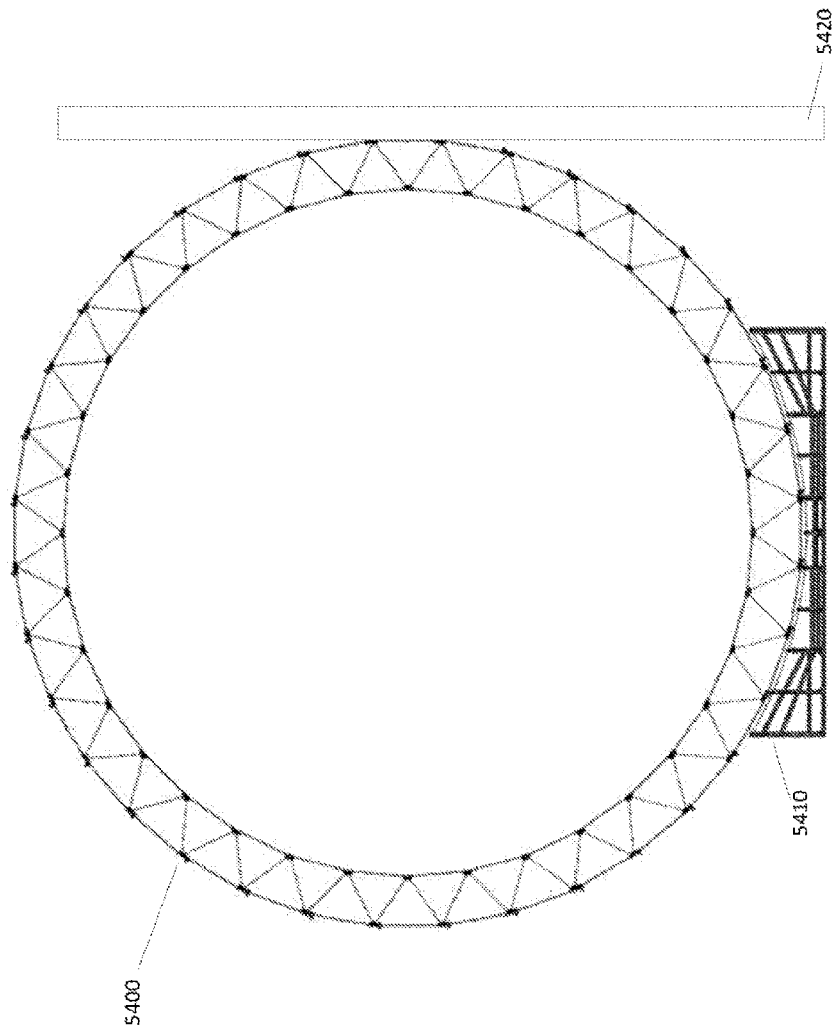


FIG. 54

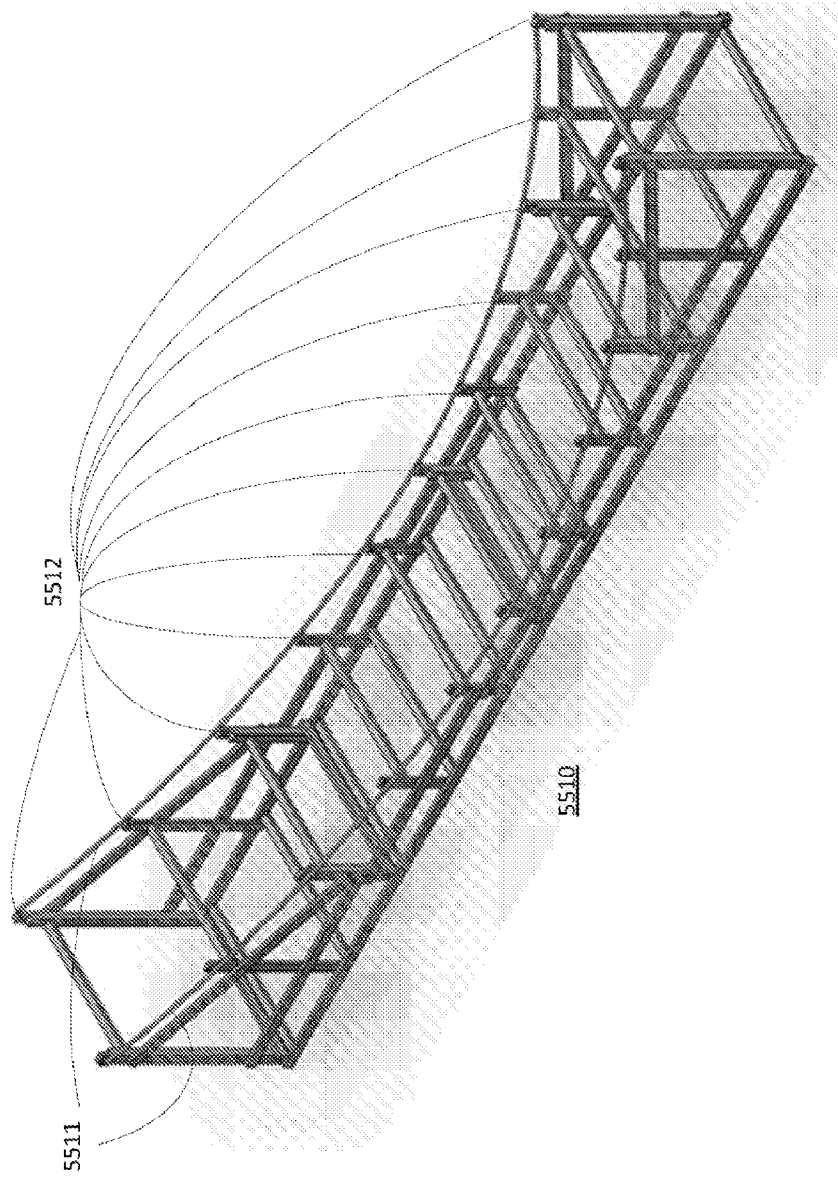


FIG. 55A

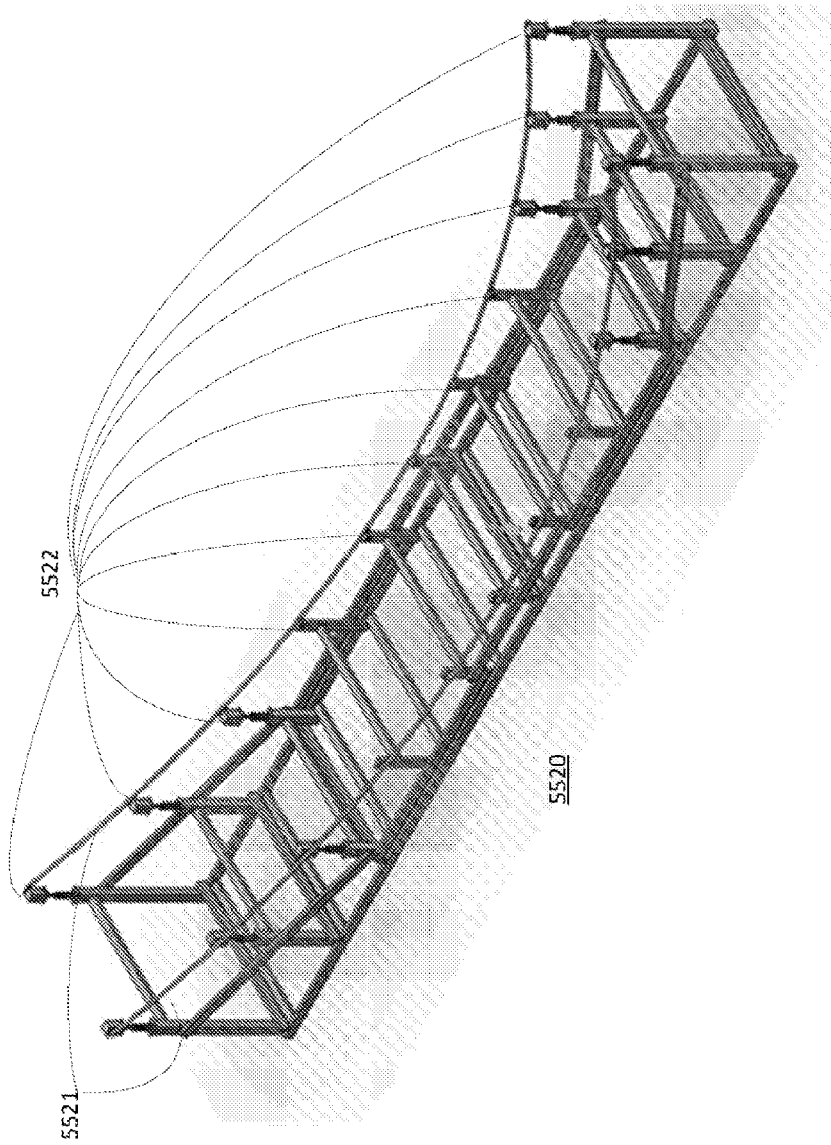


FIG. 55B

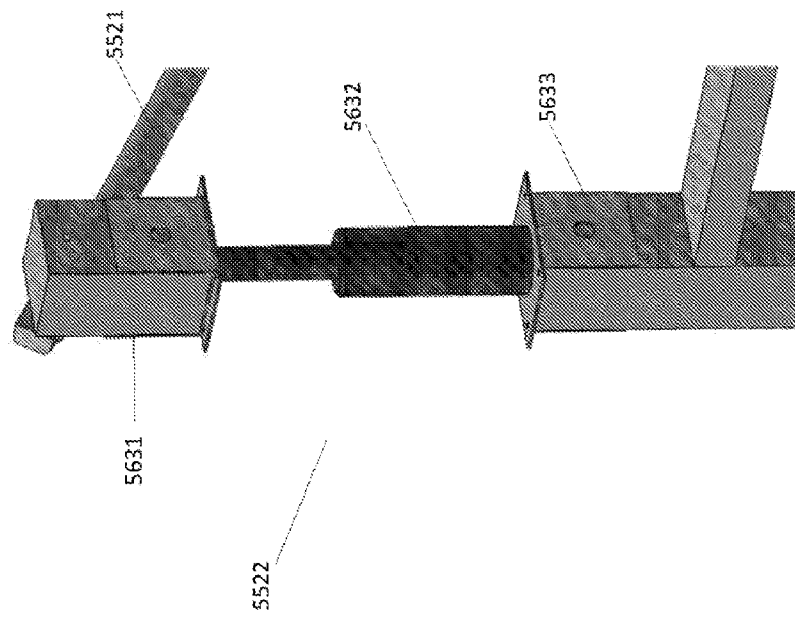


FIG. 56

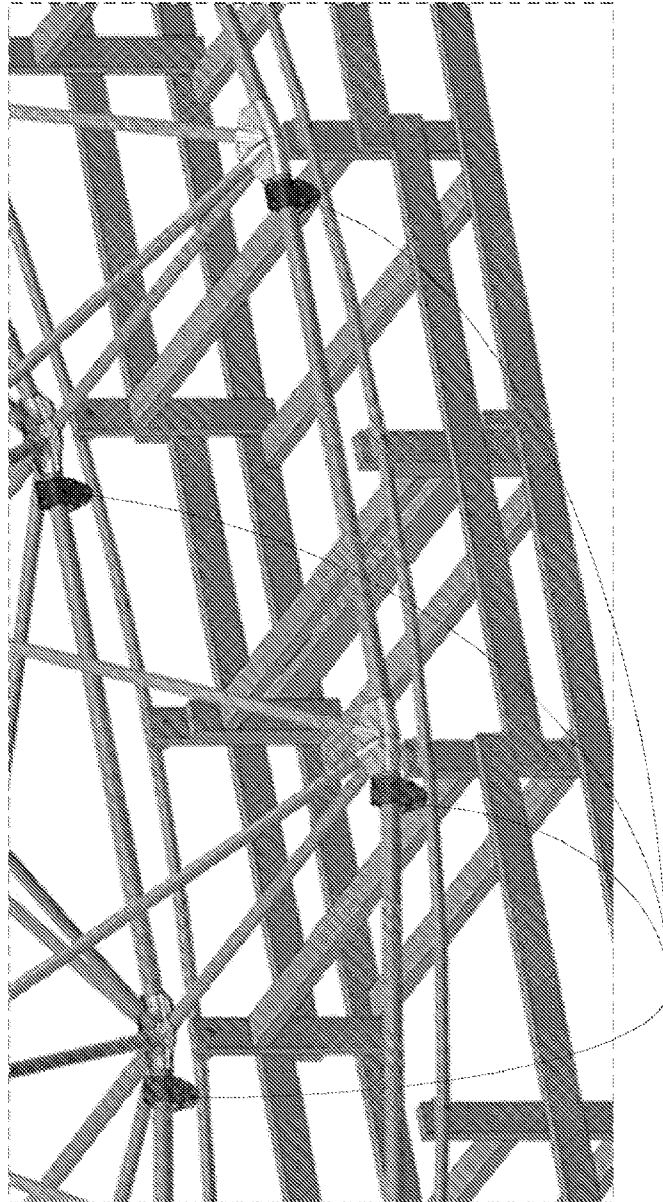


FIG. 57A

5700

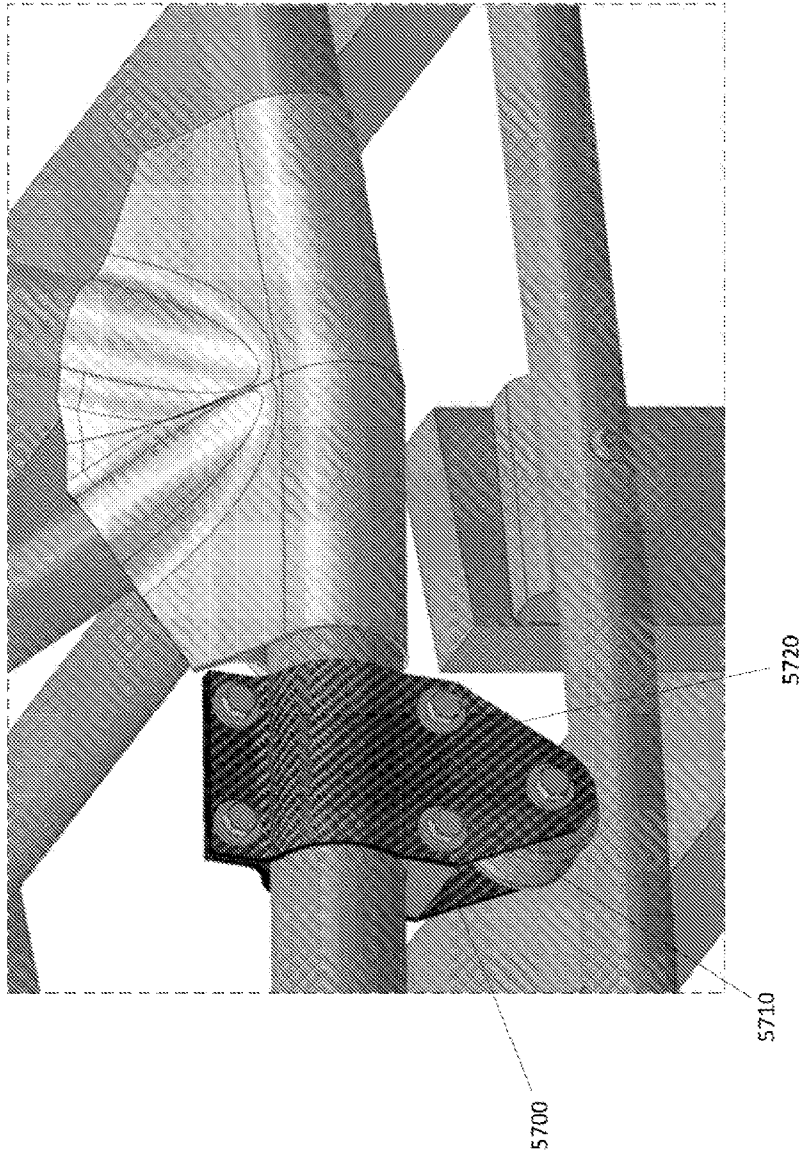


FIG. 57B