

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 611 162**

51 Int. Cl.:

E04H 12/00 (2006.01)

E04H 12/08 (2006.01)

E04H 12/34 (2006.01)

F03D 1/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **08.10.2008 PCT/US2008/079207**

87 Fecha y número de publicación internacional: **16.04.2009 WO09048955**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **08.10.2008 E 08838564 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **23.11.2016 EP 2207943**

54 Título: **Estructura de torre y procedimiento de montaje**

30 Prioridad:

09.10.2007 US 978691 P

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

05.05.2017

73 Titular/es:

**WILLIS, JEFFREY O. (100.0%)
924 GRANT STREET P.O. BOX 452
BLAIR, NEBRASKA 68008, US**

72 Inventor/es:

WILLIS, JEFFREY O.

74 Agente/Representante:

ZEA CHECA, Bernabé

ES 2 611 162 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

Estructura de torre y procedimiento de montaje

5 **CAMPO DE LA INVENCION**

La presente invención se refiere a una estructura de torre modular según se define en la reivindicación 1, y un procedimiento para construir la estructura de torre modular según se define en la reivindicación de procedimiento 9.

10 **ANTECEDENTES DE LA INVENCION**

En intentos previos en la construcción de torres modulares se han utilizado conexiones de brida o tornillos de carga para mantener partes de la torre juntas, sin embargo, las conexiones de brida y los tornillos de carga sufren de fatiga y pueden fallar. Las torres de los aerogeneradores están sometidas a fuerzas casi constantes de la rotación del aerogenerador, que puede romper las conexiones de brida o las conexiones de tornillos de carga. Además, las conexiones de brida en piezas soldadas grandes son costosas y difíciles de fabricar. Las tolerancias de fabricación para las conexiones de brida son difíciles de satisfacer y resultan en una disponibilidad comercial limitada.

Otros intentos anteriores en la construcción de torres han implicado el uso de torres de celosía fabricadas en metal. Sin embargo, dichas torres de celosía sufren numerosos inconvenientes, incluyendo un coste de mano de obra significativo para la instalación y el mantenimiento de la torre. Las torres de celosía también requieren un espacio excesivo para la base o parte de contacto con el suelo de la torre de celosía. Las torres de celosía también tienen una tendencia a atraer aves y otras especies, ya que las torres de celosía presentan una configuración substancialmente abierta, la cual proporciona un hábitat para las aves y animales. Además, las torres de celosía no proporcionan un espacio de trabajo cerrado para los técnicos. Las torres de celosía también requieren un mantenimiento continuo para comprobar la estanqueidad de los tornillos que se utilizan en la construcción de la torre de celosía.

Otras torres han implicado el uso de losas de hormigón en construcción. Sin embargo, dichas torres de hormigón pesan demasiado para ser viables.

El documento WO2007/095940A1 describe una torre de un aerogenerador que comprende por lo menos dos placas de torre metálicas adyacentes. Las placas de la torre del aerogenerador están conectadas por una o más juntas de mordaza.

En términos de la reivindicación 1, este documento describe:

una estructura de torre modular, que comprende: una pluralidad de secciones, comprendiendo las secciones una pluralidad de paneles; comprendiendo los paneles una forma curvada o arqueada, comprendiendo los paneles unos bordes verticales y unos bordes horizontales; una conexión vertical para conectar o sujetar los paneles en los bordes verticales de los paneles y formar las secciones, en el que las secciones presentan una forma substancialmente circular; comprendiendo la conexión vertical una placa de fricción vertical interior situada sobre una junta entre paneles adyacentes y una placa de fricción vertical exterior situada sobre la junta entre los paneles adyacentes, en la que la conexión vertical está configurada para apretarse desde un interior de la torre modular; una conexión horizontal para conectar o fijar las secciones en los bordes horizontales de los paneles; comprendiendo la conexión horizontal una placa de fricción interior que cubre una junta entre las secciones adyacentes y una placa de fricción exterior que cubre la junta entre las secciones adyacentes, en la que la conexión horizontal está configurada para apretarse desde un interior de la torre modular; en el que los paneles comprenden una pluralidad de orificios formados pasantes, a lo largo de los bordes verticales de los paneles, las placas de fricción verticales interiores y exteriores comprenden una pluralidad de orificios en dos conjuntos dispuestos opuestos que corresponden a los orificios en el panel y en el que la pluralidad de secciones quedan apiladas unas sobre otras y las secciones adyacentes están conectadas o sujetas entre sí por la conexión horizontal.

55 **DESCRIPCIÓN**

Se describe aquí una estructura de torre modular. La torre modular utiliza un diseño económico y eficiente que reduce la cantidad de acero necesario para las estructuras de torre para aerogeneradores. La torre modular está construida a partir de secciones. Las secciones están construidas a partir de paneles.

La estructura de torre modular, según se define en la reivindicación 1, comprende una pluralidad de secciones, en el que las secciones comprenden una pluralidad de los paneles. Los paneles comprenden una forma curvada o

arqueada. Los paneles comprenden unos bordes verticales y unos bordes horizontales. Una conexión vertical conecta o sujeta los paneles en los bordes verticales de los paneles y forma las secciones. Las secciones presentan una forma substancialmente circular. La conexión vertical comprende una placa de fricción vertical interior situada sobre una junta entre paneles adyacentes y una placa de fricción vertical exterior situada sobre la junta entre paneles adyacentes. La conexión vertical está configurada para apretarse desde un interior de la torre modular. Una conexión horizontal conecta o sujeta las secciones en los bordes horizontales de los paneles. La pluralidad de secciones se apila una sobre otra y las secciones adyacentes están conectadas o sujetas entre sí por la conexión horizontal. La conexión horizontal comprende una placa de fricción interior que cubre una junta entre las secciones adyacentes y una placa de fricción exterior que cubre la junta entre las secciones adyacentes.

La conexión horizontal está configurada para apretarse desde un interior de la torre modular. Los paneles comprenden una pluralidad de orificios (40) formados pasantes, a lo largo de los bordes verticales de los paneles. Un pasador roscado pasa a través de los orificios de manera que un primer extremo del pasador roscado queda en un lado interior del panel y un segundo extremo del pasador roscado queda en un lado exterior del panel. Las placas de fricción verticales interiores y exteriores comprenden una pluralidad de orificios en dos conjuntos dispuestos de manera opuesta que corresponden a los orificios en el panel y están instalados en los pasadores roscados tanto en el lado interior como exterior del panel. Una tuerca de brida en el lado exterior del panel recibe el pasador y se coloca una pestaña de tuerca anti-rotación sobre una tuerca de brida en el lado exterior del panel y la pestaña de tuerca anti-rotación impide que la tuerca de la brida apretada se afloje como a medida que un extremo de extensión de la pestaña de tuerca anti-rotación hace contacto con una tuerca de brida adyacente.

La torre modular y un procedimiento de construcción de la torre modular que se describen aquí proporcionan muchas ventajas. La torre modular puede montarse y mantenerse desde el interior de la estructura de la torre. Como tal, el técnico queda protegido por la estructura de la torre durante el montaje y el mantenimiento, proporcionando así un entorno de trabajo más seguro. Además, no se requieren escaleras exteriores u otro equipo mecánico de elevación para el mantenimiento. Los componentes de la torre modular son menos costosos y menos complicados de fabricar y/o adquirir. Las tolerancias necesarias para los componentes son más fáciles de satisfacer. El tamaño de los componentes de la torre modular reduce los costes de transporte, ya que pueden utilizarse camiones estándar sin necesidad de escoltas o permisos especiales. El diseño de la torre modular proporciona mejores características de fatiga que permiten un uso más eficiente de acero y otros metales. Dado que se mejoran las características de fatiga en comparación con las torres convencionales, puede utilizarse menos acero y metal en el diseño de las torres modulares descritas aquí. La menor cantidad de acero y metal requerida por los diseños de la torre modular descritos aquí tiene como resultado un ahorro de costes en comparación con las torres convencionales.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

La figura 1 es una vista de la estructura modular de la torre.

La figura 2 es una vista en planta del lugar de montaje para la torre modular.

Las figuras 3-9 muestran el suministro de los paneles y el montaje de una de las secciones.

La figura 10 muestra una vista del panel.

La figura 11 muestra una vista en despiece de la primera realización de la conexión vertical que conecta o sujeta los paneles entre sí.

La figura 12 muestra una vista en sección de la segunda realización de la conexión vertical que conecta o sujeta los paneles entre sí.

La figura 13 muestra una vista en despiece de la segunda realización de la conexión vertical que conecta o sujeta los paneles entre sí.

La figura 14 muestra las placas de fricción verticales exteriores e interiores.

La figura 15 muestra una vista de arriba a abajo de la conexión horizontal.

La figura 16 muestra una vista en sección de la conexión horizontal.

La figura 17 muestra una vista detallada de la unión de la placa de cubierta a la conexión horizontal.

La figura 18(a) muestra una vista lateral de la placa de fricción para la conexión horizontal.

La figura 18 (b) muestra una vista desde arriba de la placa de fricción para la conexión horizontal.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE REALIZACIONES PREFERIDAS

Se describe aquí una estructura de torre modular y un procedimiento de montaje de la estructura de torre modular. La estructura de torre modular comprende una pluralidad de paneles que se montan en una pluralidad de secciones en el lugar de construcción o montaje para formar la estructura de la torre. Una conexión vertical entre los paneles sujeta o conecta los paneles entre sí para formar cada sección. Las secciones se apilan una sobre otra y se fijan o se sujetan entre sí para formar la torre modular. Una conexión horizontal entre las secciones sujeta o conecta las secciones entre sí.

Las torres pueden utilizarse para soportar aerogeneradores para la generación de electricidad. En la estructura de la torre pueden disponerse turbinas de dos a cinco megavatios u otras turbinas. Aunque las torres están bien adaptadas para soportar los aerogeneradores, la estructura de torre modular puede utilizarse para otros fines, tales como, por ejemplo, equipo de comunicaciones de soporte, líneas de servicios eléctricos, etc.

5 Los paneles están realizados típicamente en un acero suave u otra aleación de metal. El acero de calidad 50 es un acero adecuado para utilizarse en los paneles. Los paneles presentan substancialmente una forma curvada o arqueada de manera que puede unirse una pluralidad de paneles para formar la sección. Las secciones presentan un diámetro exterior substancialmente circular. Se unen, además, unos paneles adicionales para formar secciones
10 adicionales que se apilan y se fijan o se sujetan sobre una primera sección. Para formar la estructura de torre modular se utiliza una pluralidad de secciones.

15 Los paneles pueden ser transportados al sitio de trabajo a través de transporte por camión por carretera convencional. Preferiblemente, los paneles no tienen una anchura mayor de aproximadamente 12 pies de manera que el transporte por camión por carretera convencional puede utilizarse para suministrar los paneles al sitio de trabajo sin necesidad de escolta. Dado que puede utilizarse un transporte por camión por carretera estándar para suministrar los paneles al sitio de trabajo, se obtiene un ahorro significativo en costes de transporte mediante el uso de la estructura de torre modular y los procedimientos descritos aquí, en comparación con otras torres que requieren el uso de camiones especializados, escoltas para los camiones y permisos especiales para el transporte.

20 La estructura de torre modular que se describe aquí proporciona una torre económica que supera las alturas de construcción típicas actuales de 80 metros. La estructura de la torre modular puede operar por encima del nivel de 80 metros. Generalmente, cuanto más alto se coloca el aerogenerador en la parte superior de la torre, más viento hay disponible para la generación eléctrica en el aerogenerador. A mayores alturas, hay menos turbulencia ya que
25 los efectos turbulentos del suelo sobre el viento se reducen. Los aerogeneradores pueden funcionar de manera más eficiente y con un mayor rendimiento a estas mayores alturas. El uso de torres más altas permitirá que la electricidad eólica se utilice en más lugares que actualmente no son económicamente viables para la generación de electricidad eólica con estructuras de torre convencionales. La torre modular que se describe aquí satisface la demanda de los fabricantes de aerogeneradores de torres económicas para aerogeneradores grandes (2 megavatios y más) que no
30 cumplen los diseños de las torres actuales.

Se describirán ahora la torre modular y el procedimiento de construcción de la torre modular con referencia a las figuras. En la figura 1 se muestra una torre modular totalmente montada 100. La torre modular 100 se muestra soportando un aerogenerador 10. En la figura 2 se muestra una vista en planta del sitio de montaje para la torre
35 modular 100. En las figuras 3-9 se muestra el proceso de montaje de la torre modular 100.

Un camión que lleva uno o más paneles 50 llega al sitio de construcción. Los paneles 50 incluyen unos elementos de bastidor 70 que previamente se unieron a los paneles 50 en fábrica o en otro centro de montaje/distribución. Los elementos de bastidor 70 están unidos a una superficie exterior de los paneles 50.

40 Los paneles 50 se disponen en unos paquetes de transporte 55 para facilitar la carga, el transporte, la descarga y el montaje. Los paquetes de transporte 55 comprenden dos o más paneles 50. Los paquetes de transporte 55 incluyen los paneles 50 en una configuración apilada. Los elementos de bastidor 70 ayudan al apilamiento de los paneles 50 en los paquetes de transporte 55. Los paquetes de transporte 55 también permiten la carga y descarga en dos
45 puntos.

La vista en planta del sitio de montaje para la torre modular 100 de la figura 2 muestra los paquetes 55. Los paneles 50 se retiran de los paquetes 55 mediante una grúa 20. La grúa 20 coloca los paneles 50 en un portapiezas de montaje de campo parcialmente construida 80, donde los paneles 50 están montados en secciones 90. La figura 9 muestra una sección completa 90. La grúa 20 coloca las secciones 90 sobre una cimentación 35 para la estructura de la torre 100.

50 Los elementos de bastidor 70 ayudan a montar los paneles 50 en las secciones 90. La grúa 20 u otro elevador puede sujetar el elemento de bastidor 70 para mover los paneles 50. Como tal, la grúa 20 no hace contacto directo con los paneles 50 y puede reducirse el daño a los paneles 50 durante la construcción y el montaje de las secciones 90. Después de la construcción de las secciones 90, los elementos de bastidor 70 se retiran de las secciones 90 y se devuelven a la fábrica para su reutilización en otros paneles 50.

60 Los paneles 50 se colocan en el portapiezas de montaje de campo 80 que proporciona soporte para los paneles 50 a través de los elementos de bastidor 70 ya que los paneles 50 se montan en la sección 90 de la estructura de torre 100. El portapiezas de montaje de campo 80 incluye unas alas de soporte de suelo 110. Las alas de soporte de suelo 110 proporcionan soporte para los componentes de base del portapiezas de montaje de campo 80. Las alas de soporte de suelo 110 se conectan o se unen a los elementos de bastidor 70 para ayudar a posicionar los paneles

50 a medida que los paneles 50 se forman dentro de la sección 90. A medida que los paneles 50 se montan en el portapiezas de montaje de campo 80 durante el montaje de la sección 90, se añaden unas alas de soporte superiores 120 a los elementos de bastidor 70 para ayudar a completar la sección 90. Las alas de soporte superiores 120 reciben, además, otro elemento de bastidor 70 durante la formación de la sección 90. Como tal, los elementos de bastidor 70, las alas de soporte de suelo 110 y las alas de soporte superiores 120 forman el conjunto portapiezas 80.

Los paneles 50 se montan entre sí en el portapiezas de montaje de campo 80 a través de una conexión vertical 200. Una vez completada la sección 90, la grúa eleva la sección 90 sobre la cimentación 35 para la estructura de torre 100 o sobre una sección previamente completada 90. La pluralidad de paneles 50 se monta en el portapiezas de montaje de campo 80 mediante una conexión vertical 200. La pluralidad de secciones 90 se apilan una sobre otra y se fijan o se sujetan entre sí a través de una conexión horizontal 400. Las secciones 90 se estrechan substancialmente en diámetro a medida que las secciones 90 se construyen hacia una parte superior de la estructura de torre 100.

Los paneles 50 presentan substancialmente una forma curvada o arqueada y, como tal, una pluralidad de los paneles 50 forman la sección substancialmente circular 90. Con referencia a la figura 10, los paneles 50 tienen unos bordes verticales 54 que se unen a los bordes verticales 54 de los paneles adyacentes 50 durante el montaje de la sección 90. Los paneles 50 tienen unos bordes horizontales superiores e inferiores 60 que forman los bordes superiores e inferiores de la sección 90. Tal como se describe aquí, ciertas partes de los paneles 50 pueden tener una sección plana cerca de los bordes verticales 54 para facilitar la conexión a paneles adyacentes 50.

Los paneles 50 son de hasta aproximadamente 50 pies de longitud con una anchura de menos de aproximadamente 12 pies. Los paneles 50 pueden construirse más largos, si es necesario. Por ejemplo, pueden utilizarse entre aproximadamente 18 y aproximadamente 20 paneles 50 en la construcción de una estructura de torre 100 de 80 metros 100, mientras que pueden utilizarse entre aproximadamente 32 y aproximadamente 36 paneles 50 en la construcción de una estructura de torre 100 de 100 metros de altura. El número exacto de paneles 50 para cualquier diseño de torre dado depende de los requerimientos específicos de ingeniería y fabricación para una aplicación de torre individual. Para una estructura de torre 100 típica de 80 metros, los paneles 50 se forman en aproximadamente cinco secciones 90 que se apilan una encima de la otra y se unen para formar la estructura de torre 100, mientras que se apilan aproximadamente siete secciones 90 una encima de la otra y se unen para formar la torre de 100 metros. Pueden utilizarse secciones adicionales 90, tales como entre ocho y doce secciones 90, y paneles adicionales 50 para aumentar el diámetro de la estructura de torre 100 y/o la altura de la estructura de torre 100. También pueden utilizarse menos secciones 90 y menos paneles 50 en una estructura de torre 100 inferior.

Los paneles 50 tienen un grosor de entre aproximadamente 3/8 pulgadas y aproximadamente 1 1/2 pulgadas. El grosor de los paneles 50 variará dependiendo de la altura prevista de la estructura de torre 100, así como de la posición vertical del panel 50 en la estructura de torre 100.

A medida que los paneles 50 se montan en el conjunto portapiezas de campo 80, la conexión vertical 200 sujeta los paneles adyacentes 50. En las figuras 11 se muestra una primera realización de la conexión vertical como conexión vertical 200. La conexión vertical 200 cubre una junta 160 entre los bordes verticales 54 de los paneles adyacentes 50 y sujeta los bordes verticales 54 de los paneles adyacentes 50 en una conexión crítica por fricción o deslizamiento.

Los paneles 50 comprenden una pluralidad de orificios 40 formados pasantes, a lo largo de los bordes verticales 54 de los paneles 50. Los paneles 50 pueden formar una parte no curvada o plana en el borde vertical 50 para recibir la conexión vertical 200. El pasador roscado 210 pasa a través de los orificios 40 de manera que un primer extremo 212 del pasador roscado 210 queda en el lado interior del panel 50 y un segundo extremo 214 del pasador roscado 210 queda en el lado exterior del panel 50. Una tuerca de brida 220 recibe el pasador roscado 210 que ha pasado a través de una placa de fricción vertical exterior 230. El pasador roscado 210 recibe una tuerca de brida 220 en el lado interior del panel 50 sobre una placa de fricción vertical interior 231. La tuerca de brida 220 en el lado interior del panel 50 puede ser reemplazada por una tuerca hexagonal pesada convencional.

Las placas de fricción verticales 230 y 231 comprenden una pluralidad de orificios 232 que corresponden a los orificios 40 en el panel 50 y están instalados sobre los pasadores roscados 210 tanto en el lado interior como exterior del panel 50. En el lado interior del panel 50, la tuerca de brida 220 o la tuerca hexagonal pesada se aprieta firmemente al pasador roscado 210 en la parte superior de la placa de fricción vertical interior 231. En ambos lados interior y exterior del panel 50, las placas de fricción verticales 230 y 231 están situadas sobre la junta 160 entre los paneles adyacentes 50. Las placas de fricción verticales 230 y 231 cubren la junta 160. A continuación, en el lado exterior del panel 50, se coloca una placa de soporte 240 sobre los pernos roscados 210. A continuación, una placa de bandeja 250 que comprende una pluralidad de aberturas 251 que aceptan las tuercas de brida 220 se coloca en la placa de soporte 240. La placa de base 250 se sujeta a la placa de soporte 240 a través de unos tornillos 252.

5 Las pestañas de tuerca anti-rotación 255 se colocan sobre las tuercas de brida 220 en el lado exterior del panel 50. Las pestañas de tuerca anti-rotación 255 impiden que las tuercas de brida apretadas 220 giren durante el montaje a medida que un extremo de extensión 260 de la pestaña de tuerca anti-rotación 255 hace contacto con una tuerca de brida 220 adyacente. Las pestañas de tuerca anti-rotación 255 incluyen una abertura 266 que encaja o se acopla a las tuercas de brida 220. Una superficie inferior 262 de la pestaña de tuerca anti-rotación 255 va soportada contra una superficie superior 254 de la placa de bandeja 250. La tuerca de brida 220 puede estar provista de una ranura 222 que reciba un anillo elástico 270. El anillo elástico 270 puede comprender una arandela de plástico u otro encaje a presión que empuje o mantenga la pestaña de tuerca anti-rotación 255 sobre la tuerca de brida 220.

10 Una placa de cubierta 280 está unida a la placa de bandeja 250 por medio de unos tornillos 252 u otros elementos de sujeción. La placa de cubierta 280 proporciona a las tuercas de brida 220 y las pestañas de tuerca anti-rotación 255 protección contra los elementos. La placa de cubierta 280 proporciona, además, un aspecto estético mejorado a la estructura de torre completada 100. La placa de cubierta 280 no es necesaria para la funcionalidad de la conexión vertical 200.

15 La conexión vertical 200 se extiende sobre la mayor parte o toda la longitud de la junta 160 entre los paneles adyacentes 50. Durante la instalación, las partes exteriores de la conexión vertical 200 pueden estar parcialmente instaladas en varios de los paneles 50, mientras que las partes internas de la conexión vertical 200 pueden estar instaladas en otros paneles 50. Ciertos paneles 50 pueden recibir las partes externas de la conexión vertical 200 en ambos bordes verticales 54. Como tal, gran parte del trabajo de montaje se realiza convencional y económicamente en fábrica.

20 En las figuras 12 y 13 se muestra otra realización de la conexión vertical como conexión vertical 201. La conexión vertical 201 forma también una conexión de deslizamiento crítico o de fricción entre los paneles adyacentes 50.

25 La conexión vertical 201 utiliza una placa de tope 300. La placa de tope 300 comprende una pluralidad de aberturas 310 que encajan sobre las tuercas de brida 220 en el lado exterior del panel 50 y sujetan las tuercas de brida 220 evitando que giren. De manera similar a la conexión vertical 200, la placa de fricción interior 231 y la placa de fricción exterior 230 cubren la junta 160 entre los paneles 50. Las pestañas de tuerca anti-rotación 255 están situadas en las tuercas de brida 220 entre la placa de fricción exterior 230 y la placa de tope 300. La placa de tope 300 y la placa de fricción exterior 230 impiden que las pestañas de tuerca anti-rotación 255 caigan de la conexión vertical 201 durante el montaje. Una placa de cubierta 281 está unida a la placa de tope 300.

30 En la figura 14 se muestran las placas de fricción verticales interiores y exteriores 231 y 230. Las placas de fricción verticales 230 y 231 proporcionan un elemento lineal que cubre la junta 160. Las placas de fricción verticales 230 y 231 están realizadas en acero u otro metal rígido o aleación metálica. Las placas de fricción verticales 230 incluyen una pluralidad de orificios 232 que están dispuestos de manera opuesta de manera que un primer conjunto 234 de los orificios 232 dispuestos de manera opuesta se utiliza para conectar a un primer panel 50 y un segundo conjunto 236 de los orificios 232 dispuestos de manera opuesta se utiliza para conectar a un segundo panel 50. Los orificios 232 corresponden a los orificios 40 en el borde vertical 54 de los paneles 50. En la realización mostrada, el primer conjunto de orificios 234 forma una columna de orificios 232 opuesta a una columna de orificios 232 del segundo conjunto 236.

35 Ciertas secciones de las placas de fricción verticales 230 y 231 están provistas de una zona recortada 238 que permite que las placas de fricción verticales 230 se ajusten sobre unos pasadores preinstalados 210. Las áreas recortadas 238 se rellenan con una lengüeta de arandela 239. Además, sobre la placa de fricción exterior 230 se coloca una placa de asiento 320 cerca de las áreas recortadas 238 para proporcionar el soporte necesario.

40 Se describirá ahora una conexión horizontal 400. La conexión horizontal 400 se muestra en las figuras 15-17. La conexión horizontal 400 conecta o sujeta una primera sección 90 a unas secciones adyacentes 90 por encima o por debajo de la primera sección 90. La conexión horizontal 400 forma una conexión de deslizamiento crítico o fricción entre las secciones adyacentes 90. Típicamente, una primera sección inferior 90 está conectada o sujeta a una segunda sección 90 situada encima de la primera sección inferior 90 antes de colocar una tercera sección superior 90 sobre la segunda sección 90. La pluralidad de secciones 90 forman la altura de la estructura de torre 100.

45 Una placa de fricción interior 410 cubre un lado interior de una junta 415 entre las secciones adyacentes 90, mientras que una placa de fricción exterior 420 cubre un lado exterior de la junta 415 entre las secciones adyacentes 90. Tanto la placa de fricción interior 410 como las placas de fricción exteriores 420 presentan una forma curvada para corresponder a la superficie curvada de la sección 90, que presenta una forma substancialmente circular. Las placas de fricción interior y exterior 410 y 420 están realizadas en acero u otro metal rígido o aleación metálica. La placa de fricción interior 410 y la placa de fricción exterior 420 incluyen un primer conjunto 433 de una pluralidad de orificios 435 y un segundo conjunto 436 de una pluralidad de orificios 437. Por ejemplo, el primer conjunto 433 de la pluralidad de orificios 435 se utiliza para la unión a una sección superior 90 y el segundo conjunto 436 de una

pluralidad de orificios 437 se utiliza para la conexión a una sección inferior 90. Una zona maciza 412 de la placa de fricción interior 410 cubre el lado interior de la junta 415. Una zona maciza 422 de la placa de fricción exterior 420 cubre el lado exterior de la junta 415. Las zonas macizas 412 y 422 separan el primer conjunto 433 de la pluralidad de orificios 435 del segundo conjunto 436 de la pluralidad de orificios 437.

5 Los pasadores roscados 210 pasan a través de los orificios 45 en los bordes horizontales 60 de los paneles 50. El primer extremo 212 del pasador roscado 210 queda en el lado interior de la sección 90 y el segundo extremo 214 del pasador roscado 210 queda en el lado exterior de la sección 90. El primer extremo 212 del pasador roscado 210 recibe la tuerca de brida 220 en el interior de la sección 90 en la placa de fricción interior 410. Entre la tuerca de
10 brida 220 y la placa de fricción interior 410 puede emplearse una arandela 428.

En el lado exterior de la sección 90, el segundo extremo 214 del pasador 210 queda sujeto a una tuerca de brida adicional 220. Las pestañas de tuerca anti-rotación 255 se colocan en las tuercas de brida 220 para evitar que las tuercas de brida 220 caigan. La placa de tope 450 comprende una pluralidad de aberturas 452 que encajan o se acoplan a las tuercas de brida 220. Una
15 placa de cubierta 460 se une a la placa de tope 450 para proporcionar protección a la conexión horizontal número 400, así como proporcionar un aspecto estéticamente más agradable.

Las conexiones verticales 200 y 201 y la conexión horizontal 400 proporcionan una conexión de deslizamiento crítico o de fricción entre los paneles adyacentes 50 y las secciones adyacentes 90. El prensado de la placa de fricción interior 231 y la placa de fricción exterior 230 de las conexiones verticales 200 y 201 y el prensado de la placa de fricción interior 410 y la placa de fricción exterior 420 de la conexión horizontal 400 transfieren la carga a través de los paneles 50 y las secciones 90. Esencialmente, cuando se han montado completamente, la conexión vertical 200 y la conexión horizontal 400 resultan en una estructura de torre 100 de una sola pieza. La carga de la estructura de
20 torre 100 y una turbina no se transfiere a través de los pernos roscados 210. La carga desde la torre 100 y la turbina se transfiere de los paneles 50 de las secciones superiores 90 a los paneles 50 de las secciones inferiores 90 a través de las distintas placas de fricción 230, 231, 410 y 420. Esta conexión de deslizamiento crítico o fricción tiene como resultado una fatiga considerablemente reducida en los componentes individuales de la estructura de torre 100, en comparación con los otros diseños convencionales de torre de acero tubular. Las características de fatiga reducida que resultan de estas conexiones permiten un uso más eficiente y, por lo tanto, más económico del material en el diseño general de la torre.
25
30

Es importante destacar que el pasador roscado 210 utiliza dos tuercas de brida 220 o una tuerca de brida 220 en el lado exterior y una tuerca hexagonal pesada en el lado interior. Como tal, a medida que se aprietan las tuercas de
35 brida 220 o las tuercas hexagonales pesadas en el primer y el segundo extremo 212 y 214 del pasador roscado 210 se carga poca o ninguna fuerza de rotación sobre el pasador roscado 210. El uso de las dos tuercas de brida 220 es una mejora respecto a una disposición convencional utilizando un perno y una tuerca única, puesto que se aplica una fuerza o carga rotacional sobre el perno que tiende a querer relajarse a un estado sin torsión.

40 Tal como se ha descrito anteriormente, los paneles 50 están dispuestos en paquetes de transporte 55 para facilitar la carga, el transporte, la descarga y el montaje. Los paquetes de transporte 55 pueden cargarse y descargarse fácilmente utilizando una disposición de elevación en dos puntos. Los elementos de bastidor 70 ayudan en el apilamiento de los paneles 50 en los paquetes de transporte 55.

45 Los elementos de bastidor 70 también ayudan en el montaje de los paneles 50 en las secciones 90. Los elementos de bastidor 70 forman una parte integral del portapiezas de montaje de campo 80, ya que los elementos de bastidor 70 están conectados a las alas de soporte de suelo 110 y las alas de soporte superiores 120. Además, los elementos de bastidor 70 se retiran de la sección 90 completada y se devuelven a la fábrica o al fabricante para su reutilización en otros paneles 50.
50

Los expertos en la materia apreciarán que en la invención se contemplan variaciones de las realizaciones específicas que se han descrito anteriormente. La invención no debe limitarse a las realizaciones anteriores, sino que debe medirse por las siguientes reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Estructura de torre modular (100), que comprende:

5 una pluralidad de secciones (90), comprendiendo las secciones (90) una pluralidad de paneles (50);
 comprendiendo los paneles (50) una forma curvada o arqueada, comprendiendo los paneles (50)
 unos bordes verticales (54) y unos bordes horizontales (60);
 una conexión vertical (200) para conectar o sujetar los paneles (50) en los bordes verticales (54) de
 10 los paneles (50) y formar las secciones (90), en el que las secciones (90) presentan una forma
 substancialmente circular;
 comprendiendo la conexión vertical (200, 201) una placa de fricción vertical interior (231) situada sobre
 una junta (160) entre paneles adyacentes (50) y una placa de fricción vertical exterior (230) situada
 sobre la junta (160) entre los paneles adyacentes (50), en el que la conexión vertical (200, 201) está
 15 configurada para apretarse desde un interior de la torre modular (100); y
 una conexión horizontal (400) para conectar o sujetar las secciones (90) en los bordes horizontales
 (60) de los paneles (50);
 comprendiendo la conexión horizontal (400) una placa de fricción interior (410) que cubre una junta
 (415) entre las secciones adyacentes (90), y una placa de fricción exterior (420) que cubre la junta
 (415) entre las secciones adyacentes (90), en el que la conexión horizontal (400) está configurada
 20 para apretarse desde un interior de la torre modular (100); y en el que
 los paneles (50) comprenden una pluralidad de orificios (40) formados pasantes a lo largo de los
 bordes verticales (54) de los paneles (50), un pasador roscado (210) pasa a través de los orificios (40)
 de manera que un primer extremo (212) del pasador roscado (210) queda en un lado interior del panel
 (50) y un segundo extremo (214) del pasador roscado (210) queda en un lado exterior del panel (50),
 25 las placas de fricción vertical interior y exterior (231, 230) comprenden una pluralidad de orificios (232)
 en dos conjuntos dispuestos de manera opuesta (234, 236) correspondientes a los orificios (40) del
 panel (50) y están instalados en los pasadores roscados (210) tanto en el lado interior como exterior
 del panel (50), en el que una tuerca de brida (220) en el lado exterior del panel (50) recibe el pasador
 (210), y una pestaña de tuerca anti-rotación (255) está situada en una tuerca de brida (220) en el lado
 30 exterior del panel (50), y la pestaña de tuerca anti-rotación (255) impide que la tuerca de brida (220)
 apretada se afloje cuando un extremo de extensión (260) de la pestaña de tuerca anti-rotación (255)
 hace contacto con una tuerca de brida (220) adyacente, y en el que
 la pluralidad de secciones (90) están apiladas una sobre otra y las secciones adyacentes (90) están
 35 conectadas o sujetas entre sí por la conexión horizontal (400).

2. Estructura de torre modular (100), de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizada por el hecho de que:

la conexión vertical (200, 201) forma una conexión de deslizamiento crítico o de fricción para conectar
 o sujetar los paneles (50) en los bordes verticales (54) de los paneles adyacentes (50) y formar las
 40 secciones (90);
 la conexión horizontal (400) forma una conexión de deslizamiento crítico o de fricción para conectar o
 sujetar el borde horizontal superior de una primera sección (90) a un borde horizontal inferior de una
 segunda sección (90).

45 3. Estructura de torre modular (100) de acuerdo con la reivindicación 1 o la reivindicación 2, caracterizada por el
 hecho de que las placas de fricción verticales interiores y exteriores (231, 230) tienen una pluralidad de orificios
 (232) que reciben los pasadores roscados (210), y la pluralidad de orificios (232) en las placas de fricción interior y
 exterior (231, 230) están dispuestos de manera opuesta de modo que un primer conjunto (234) de los orificios
 50 dispuestos de manera opuesta (232) se utilizan para conectar a un primer panel (50) y un segundo conjunto (236)
 de los orificios dispuestos de manera opuesta (232) se utilizan para conectar a un segundo panel (50), en el que el
 primer conjunto (234) de orificios (232) en las placas de fricción verticales interiores y exteriores (231, 230)
 corresponden a los orificios (40) en los bordes verticales (54) del primer panel (50), y el segundo conjunto (236)
 de orificios (232) en las placas de fricción verticales interiores y exteriores (231, 230) corresponden a los orificios (40)
 55 en el borde vertical (54) del segundo panel (50), en el que el primer conjunto (234) de orificios (232) en las placas de
 fricción verticales interiores y exteriores (231, 230) forma una columna de orificios opuestos a una columna de
 orificios del segundo conjunto (236) de orificios (232).

4. Estructura de torre modular (100) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizada por
 el hecho de que en el lado exterior de los paneles (50) hay colocada una placa de soporte (240) sobre los pasadores
 60 roscados (210), en los pernos roscados (210) y la placa de soporte (240) hay colocada una placa de bandeja (250),

y la placa de bandeja (250) está sujeta a la placa de soporte (240).

5 5. Estructura de torre modular de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizada por el hecho de que la tuerca de brida (220) está provista de una ranura (222) que recibe un anillo elástico (270) y el anillo elástico (270) comprende una arandela de plástico u otro elemento de ajuste a presión que empuja o sujeta la pestaña de tuerca anti-rotación (255) en la tuerca de brida (220).

10 6. Estructura de torre modular de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizada por el hecho de que la conexión vertical (201) comprende una placa de tope (300) que comprende una pluralidad de aberturas (310) que encajan o se acoplan a las tuercas de brida (220) en el lado exterior del panel (50) acopladas a los pasadores (210), en el que la placa de tope (300) sujeta las tuercas de brida (220) evitando que giren.

15 7. Estructura de torre modular (100) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizada por el hecho de que la placa de fricción interior (410) y la placa de fricción exterior (420) de la conexión horizontal (400) tienen una forma curvada para corresponder a superficies curvadas de las secciones (90), en el que la placa de fricción interior (410) y la placa de fricción exterior (420) de la conexión horizontal (400) incluyen un primer conjunto (433) de una pluralidad de orificios (435) y un segundo conjunto (436) de una pluralidad de orificios (437), y el primer conjunto (433) de la pluralidad de orificios (435) se conectan a una sección superior (90), y el segundo conjunto (436) de la pluralidad de orificios (435) se conectan a una sección inferior (90)

20 8. Estructura de torre modular (100) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizada por el hecho de que unos pernos roscados (210) pasan a través de orificios (45) en los bordes horizontales (60) de los paneles (90), y un primer extremo (212) del pasador roscado (210) queda en el lado interior de la sección (90) y un segundo extremo (214) del pasador roscado (210) queda en el lado exterior de la sección (90), y una tuerca de brida (220) recibe el segundo extremo (214) del pasador roscado (210) en el lado exterior de la sección (90), en el que una pestaña de tuerca anti-rotación (255) está colocada en la tuerca de brida (220), y una placa de tope (450) que comprende una pluralidad de aberturas (452) está colocada en la tuerca de brida (220)

25 9. Procedimiento para montar una estructura de torre modular (100) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, comprendiendo el procedimiento:

30 transportar una pluralidad de paneles (50) a un sitio de montaje;
 35 alinear un borde vertical (54) de uno de la pluralidad de paneles (50) con otro borde vertical (54) de otro panel (50) de la pluralidad de paneles (50);
 conectar o sujetar una conexión vertical (200, 201) entre los bordes verticales (54) de los paneles (50);
 formar una primera sección (90) a partir de los paneles (50), presentando la primera sección (90) una forma substancialmente circular
 formar una segunda sección (90) a partir de los paneles (50), presentando la segunda sección (90) una forma general circular;
 40 apilar la segunda sección (90) sobre la primera sección (90); y
 conectar o sujetar una conexión horizontal (400) entre la primera y la segunda sección (90) para formar una torre modular (100) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores.

45 10. Procedimiento de montaje de la estructura de torre modular (100) de acuerdo con la reivindicación 9, caracterizado por el hecho de que comprende, además, conectar unos elementos de bastidor (70) de los paneles (50) a unas alas de soporte de suelo (110) de un conjunto portapiezas (80) durante la formación de la primera sección (90) que comprende, además, retirar los elementos de bastidor (70) de los paneles (50) después de formar la sección (90) de los paneles (50).

50 11. Procedimiento de montaje de una estructura de torre modular de acuerdo con la reivindicación 9 o la reivindicación 10 caracterizado por el hecho de comprende:

55 formar un paquete (55) de dos o más de los paneles (50), en el que los paneles (50) comprenden unos elementos de bastidor (70);
 transportar el paquete (55) a un sitio de montaje;
 retirar uno de los paneles (50) del paquete (55);
 colocar uno de los paneles (50) junto a otro panel (50);
 formar el portapiezas de montaje (80) parcialmente a partir de los elementos de bastidor (70) de los paneles (50);
 60 formar la primera sección (90) a partir de los paneles (50) en el portapiezas de montaje (80);
 presentando la primera sección (90) una forma substancialmente circular;
 retirar los elementos de bastidor (70);

ES 2 611 162 T3

formar la segunda sección (90) a partir de los paneles (50), presentando la segunda sección (90) la forma substancialmente circular;
apilar la segunda sección (90) sobre la primera sección (90); y
conectar o sujetar la primera y la segunda sección (90) para formar una torre modular (100).

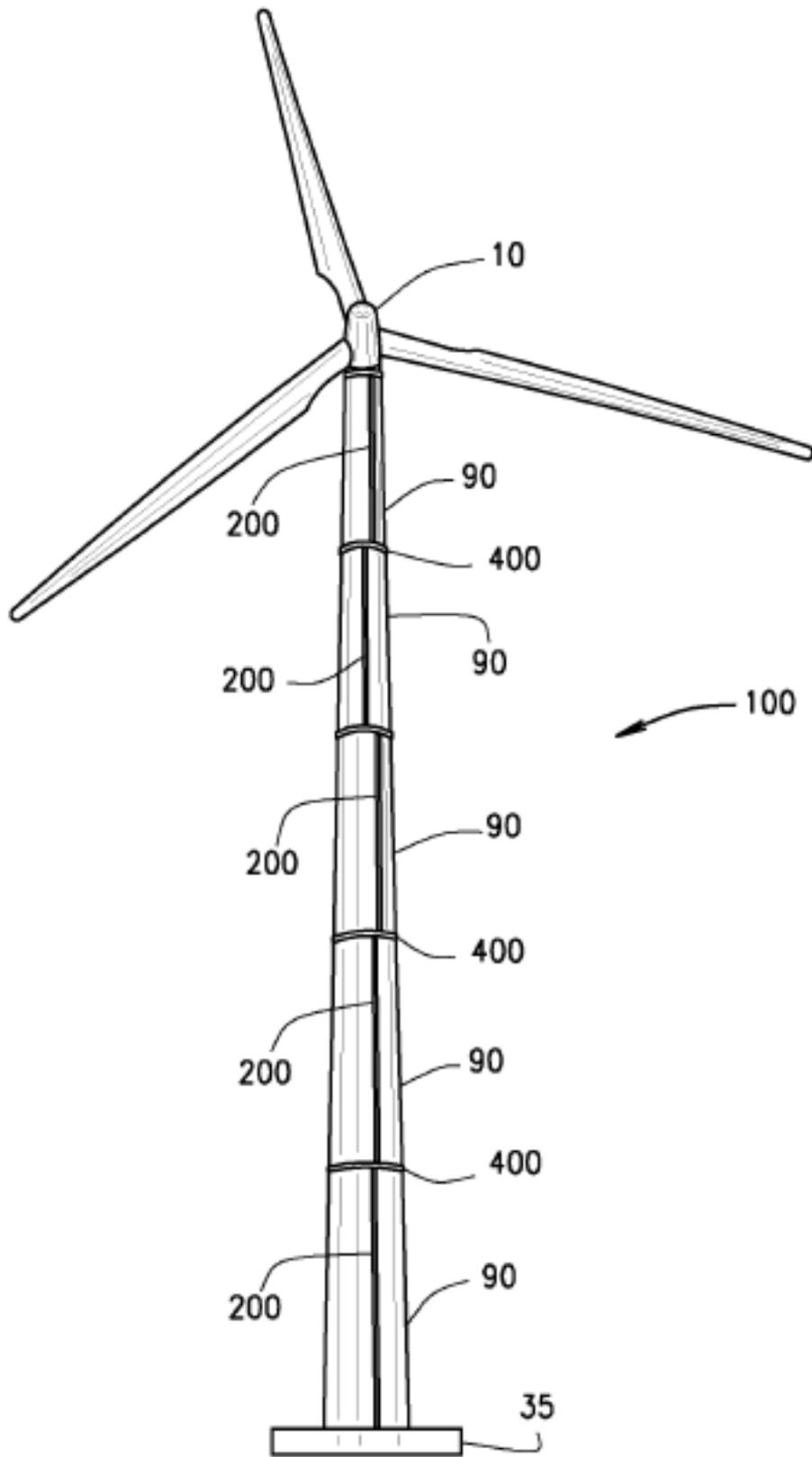


FIG. 1

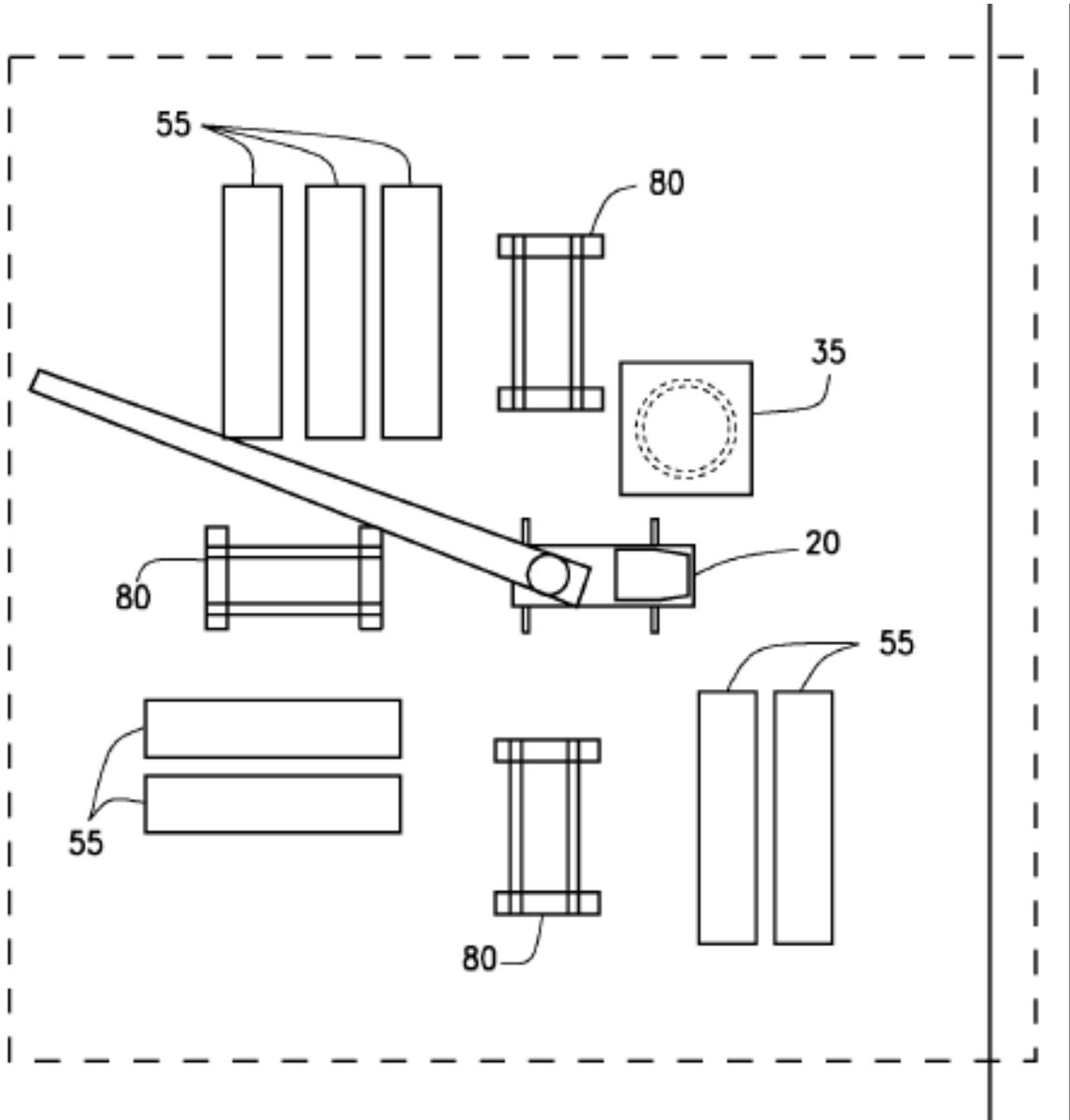


FIG. 2

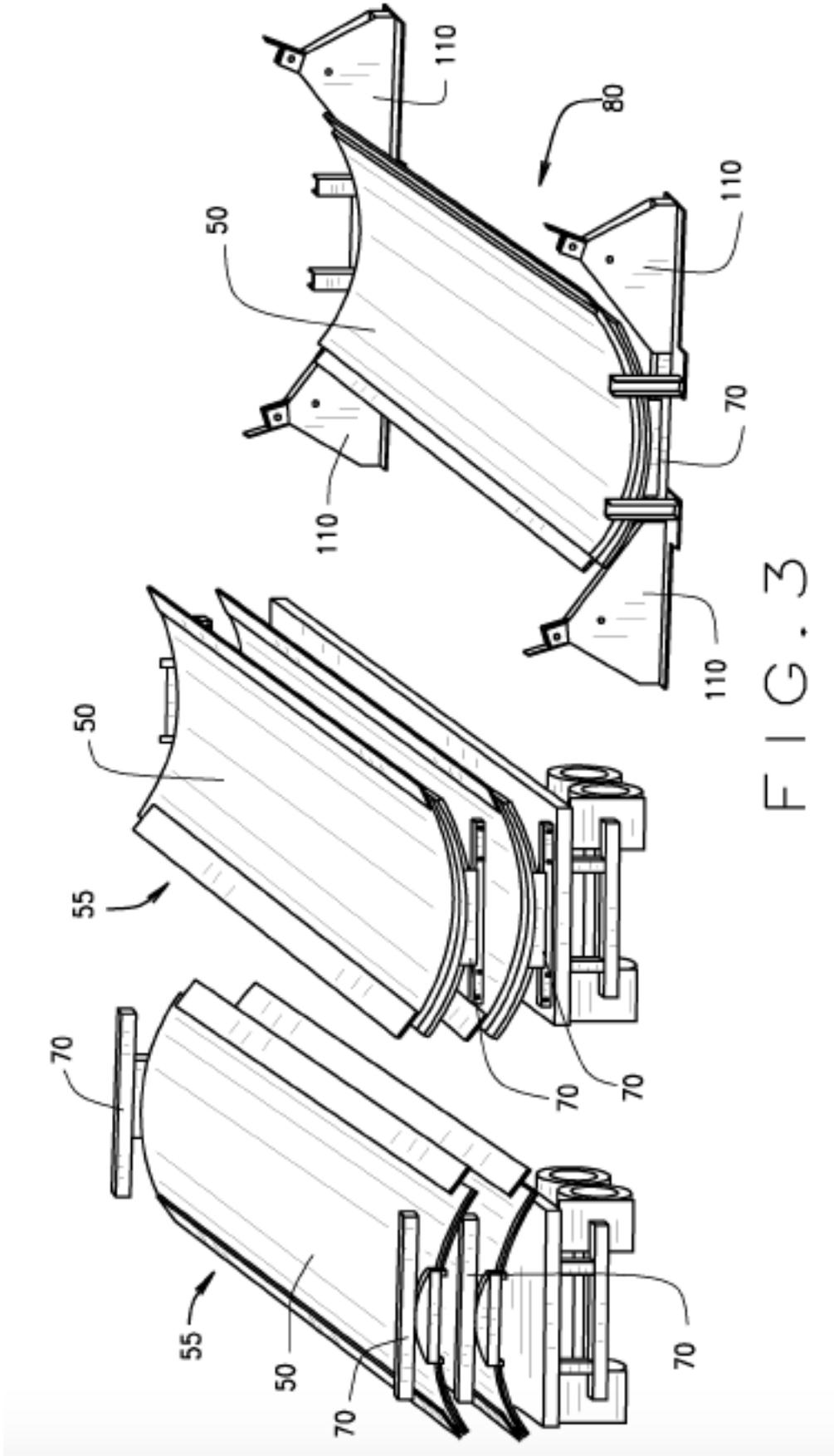
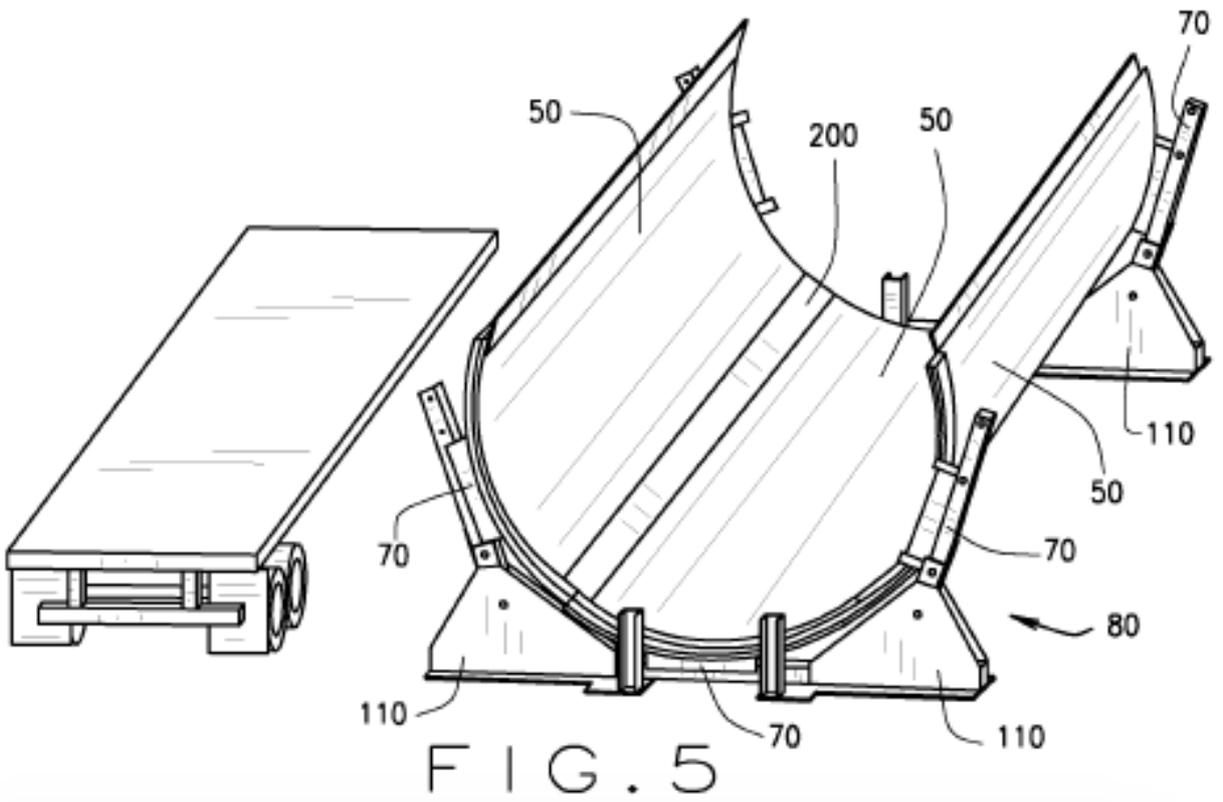
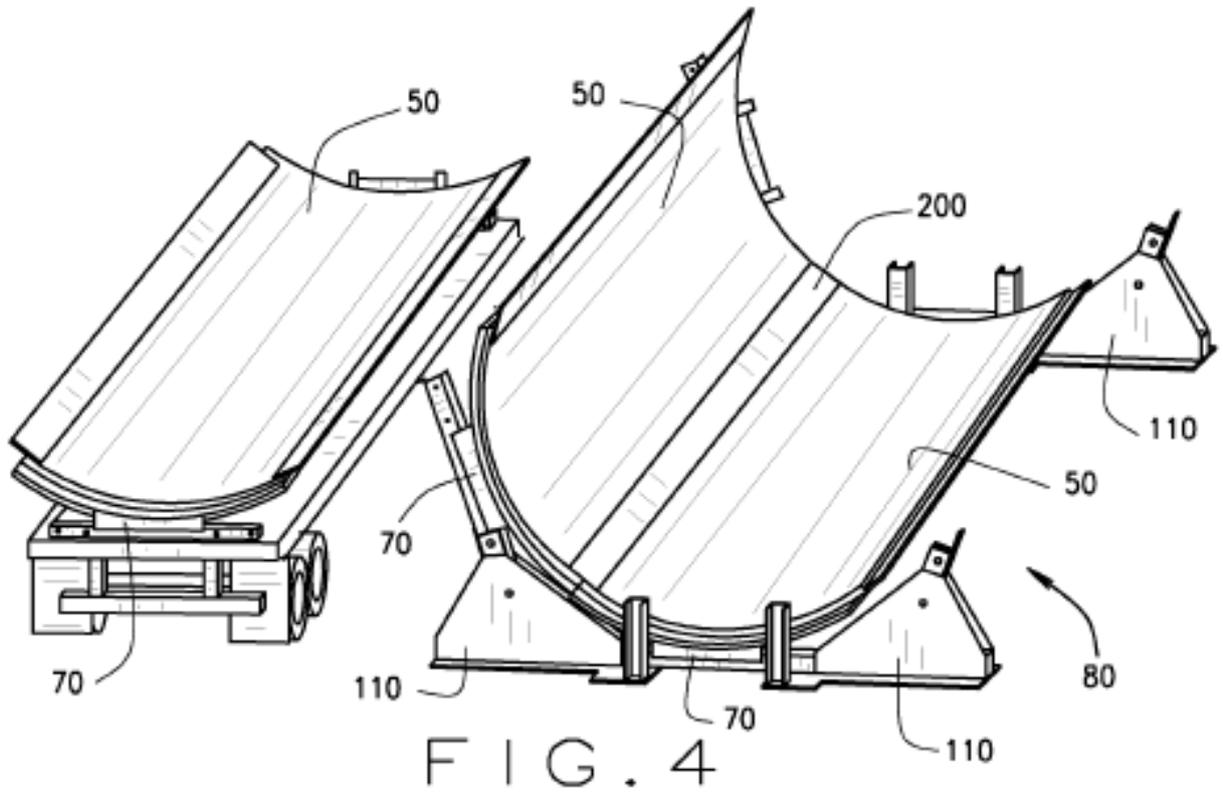


FIG. 3



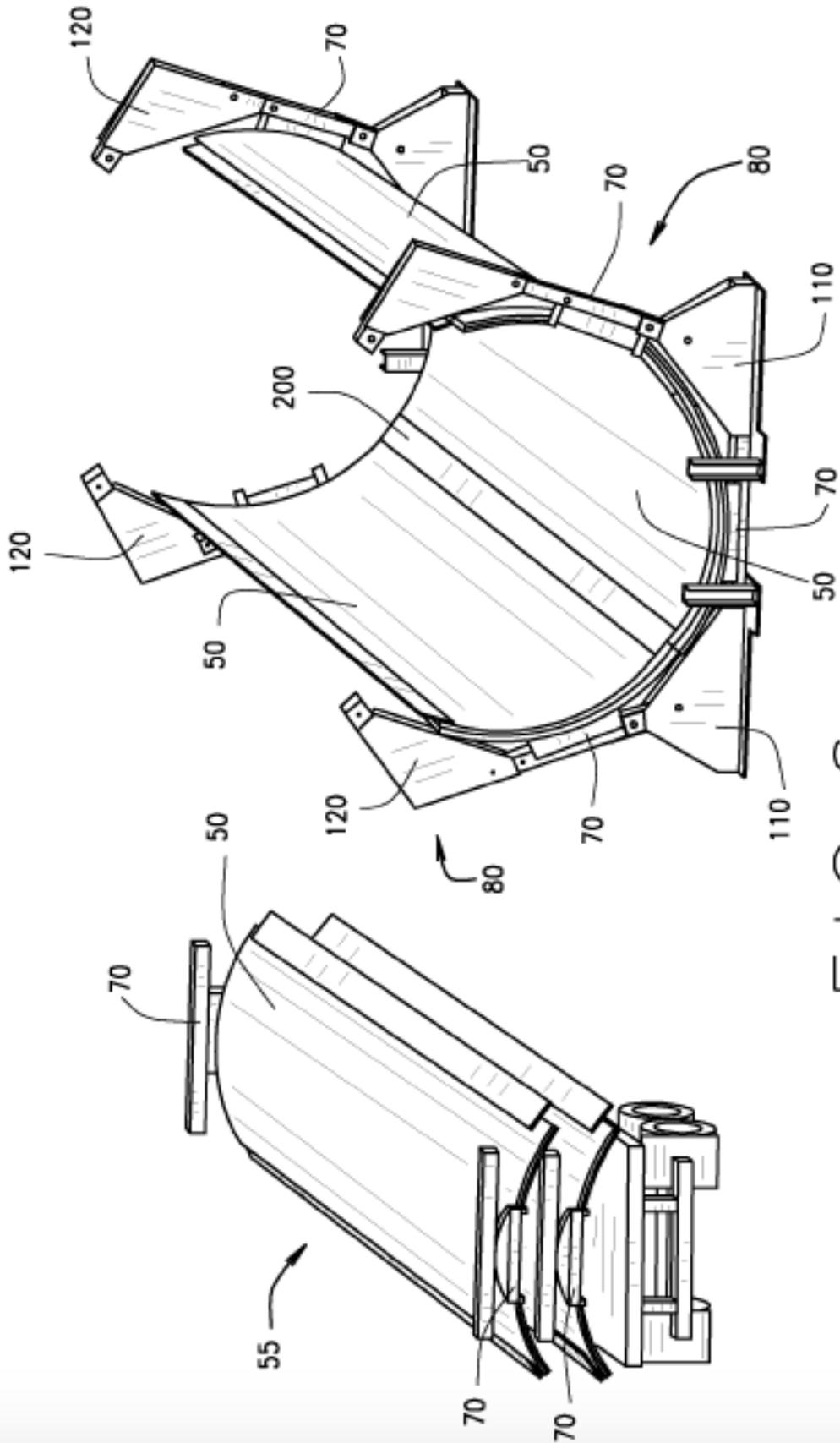
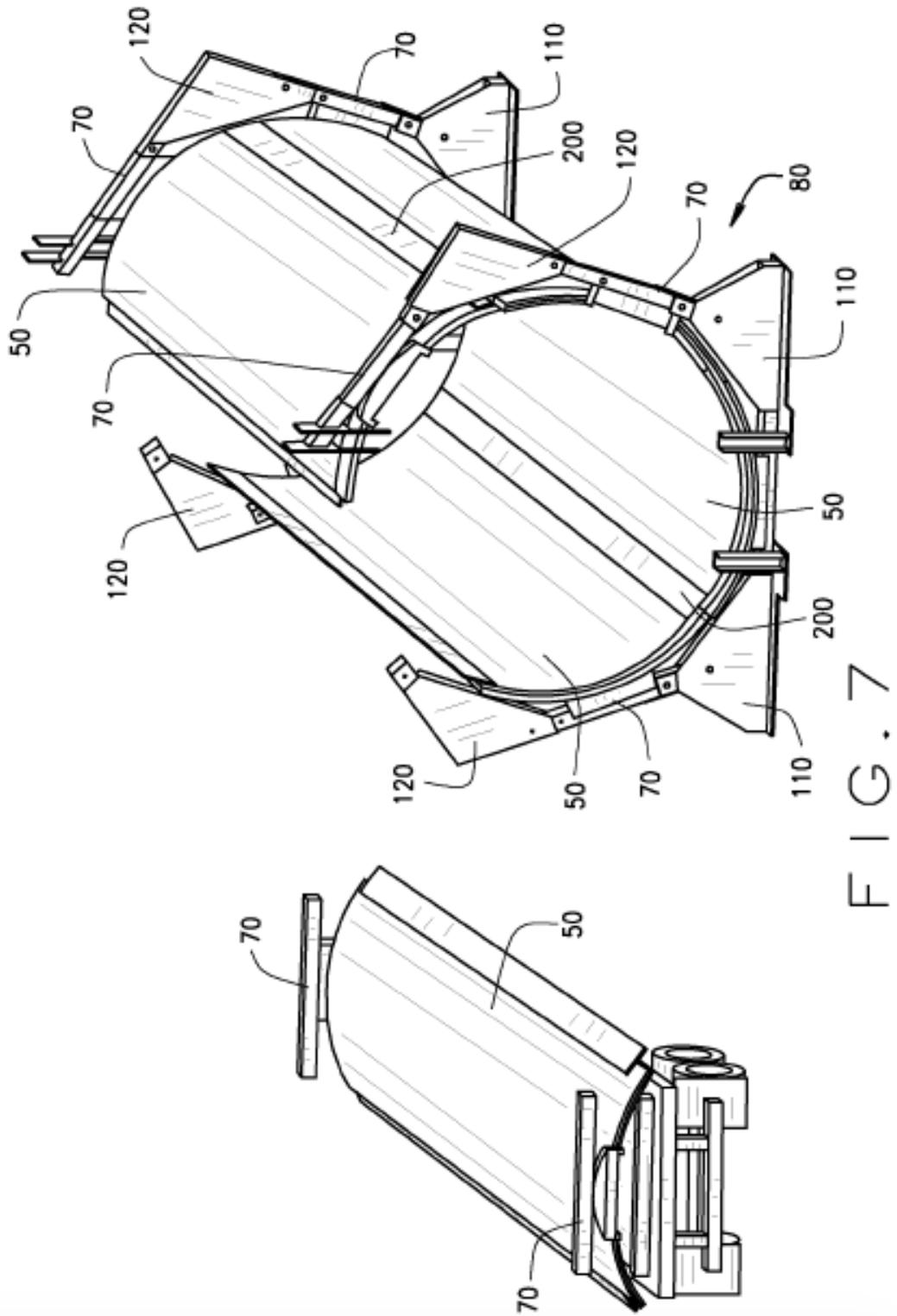


FIG. 6



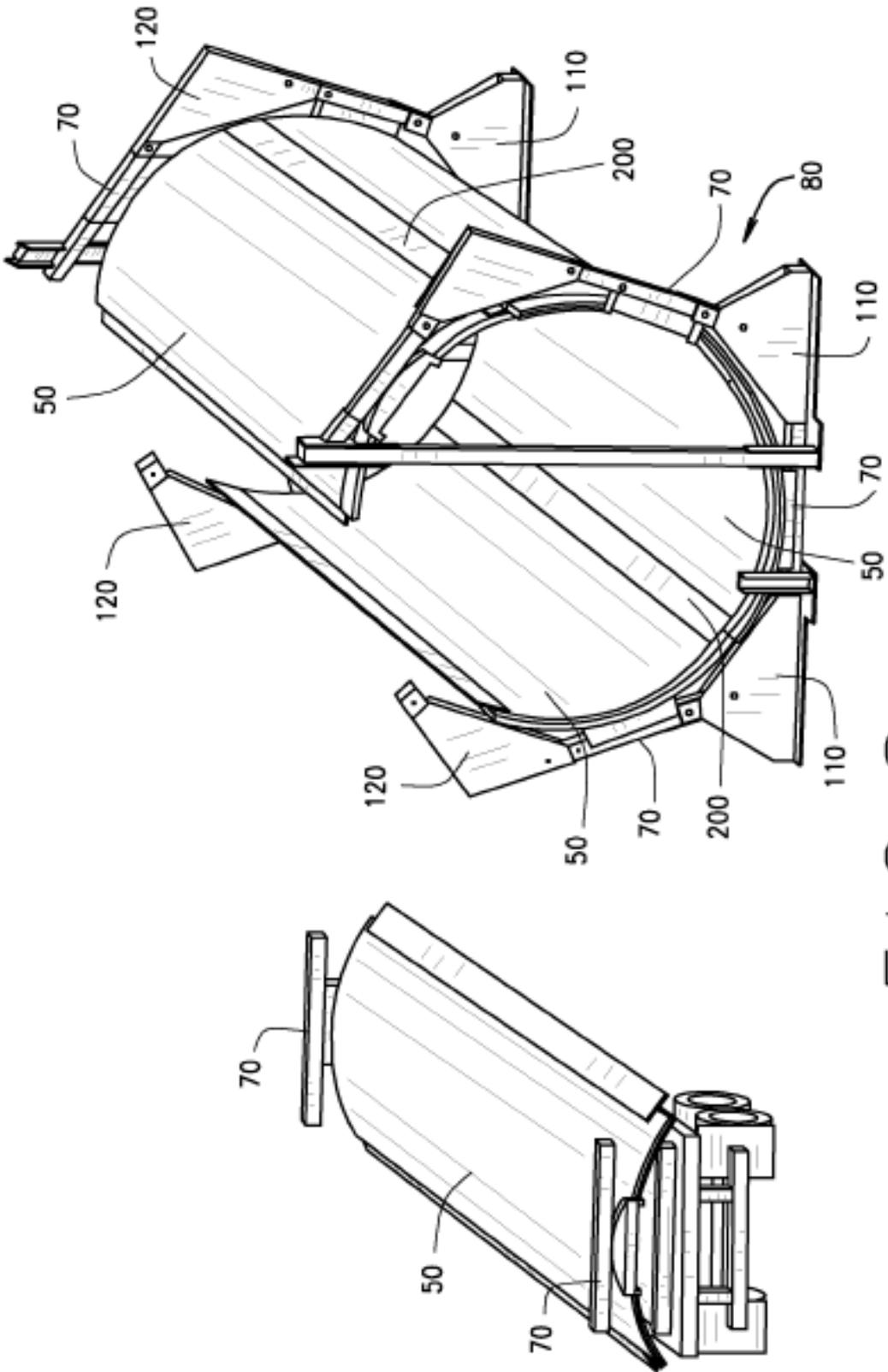


FIG. 8

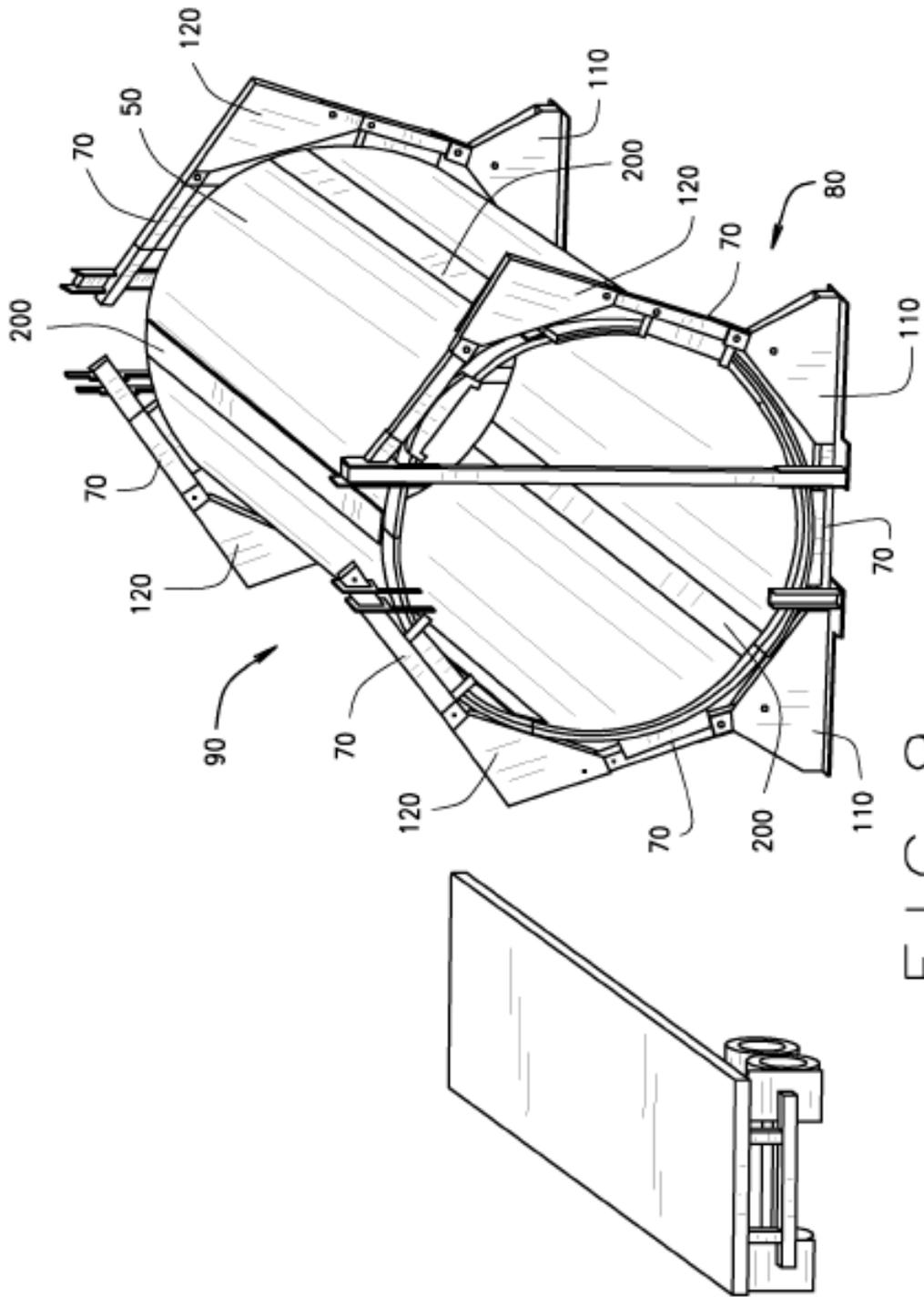
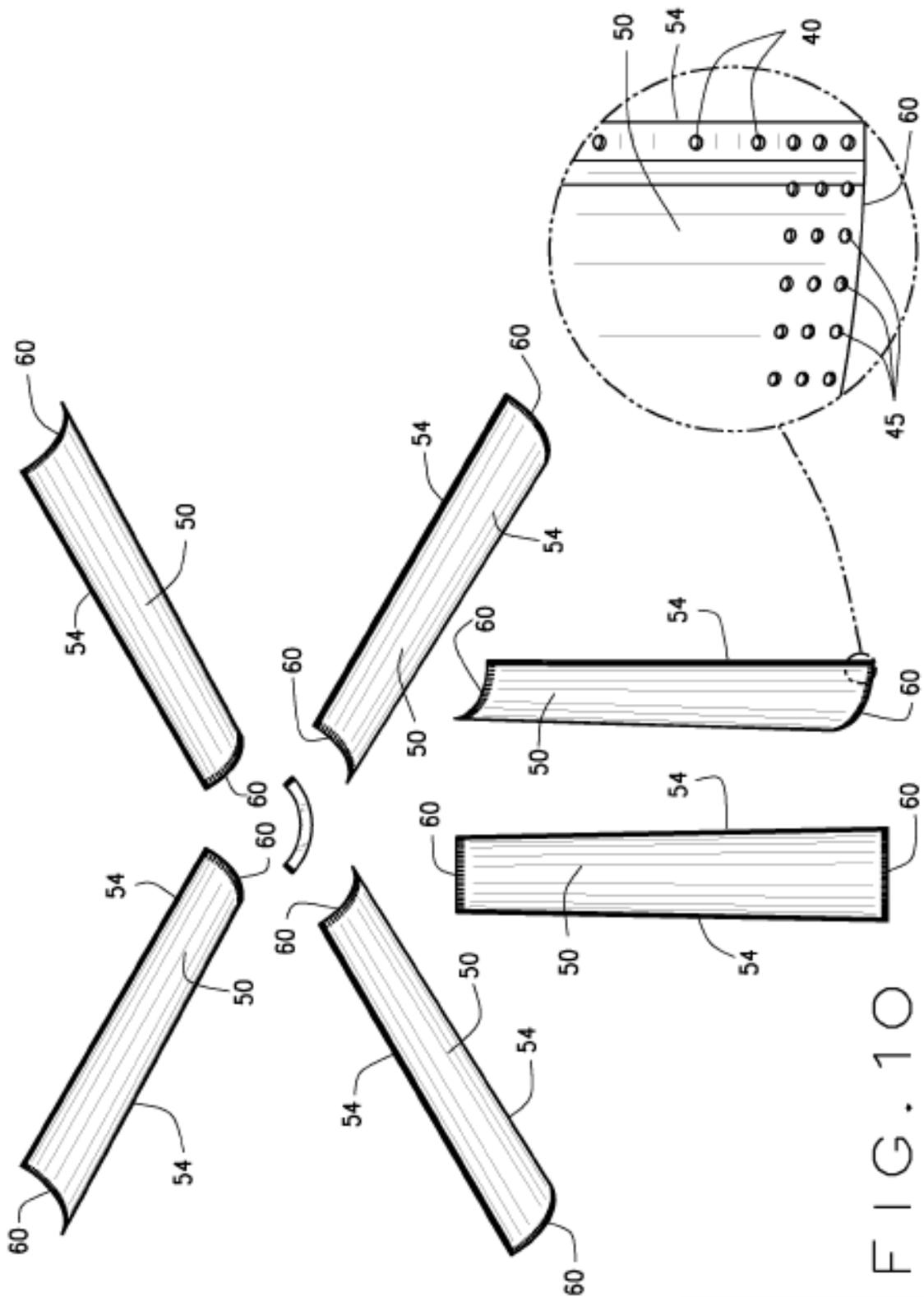


FIG. 9



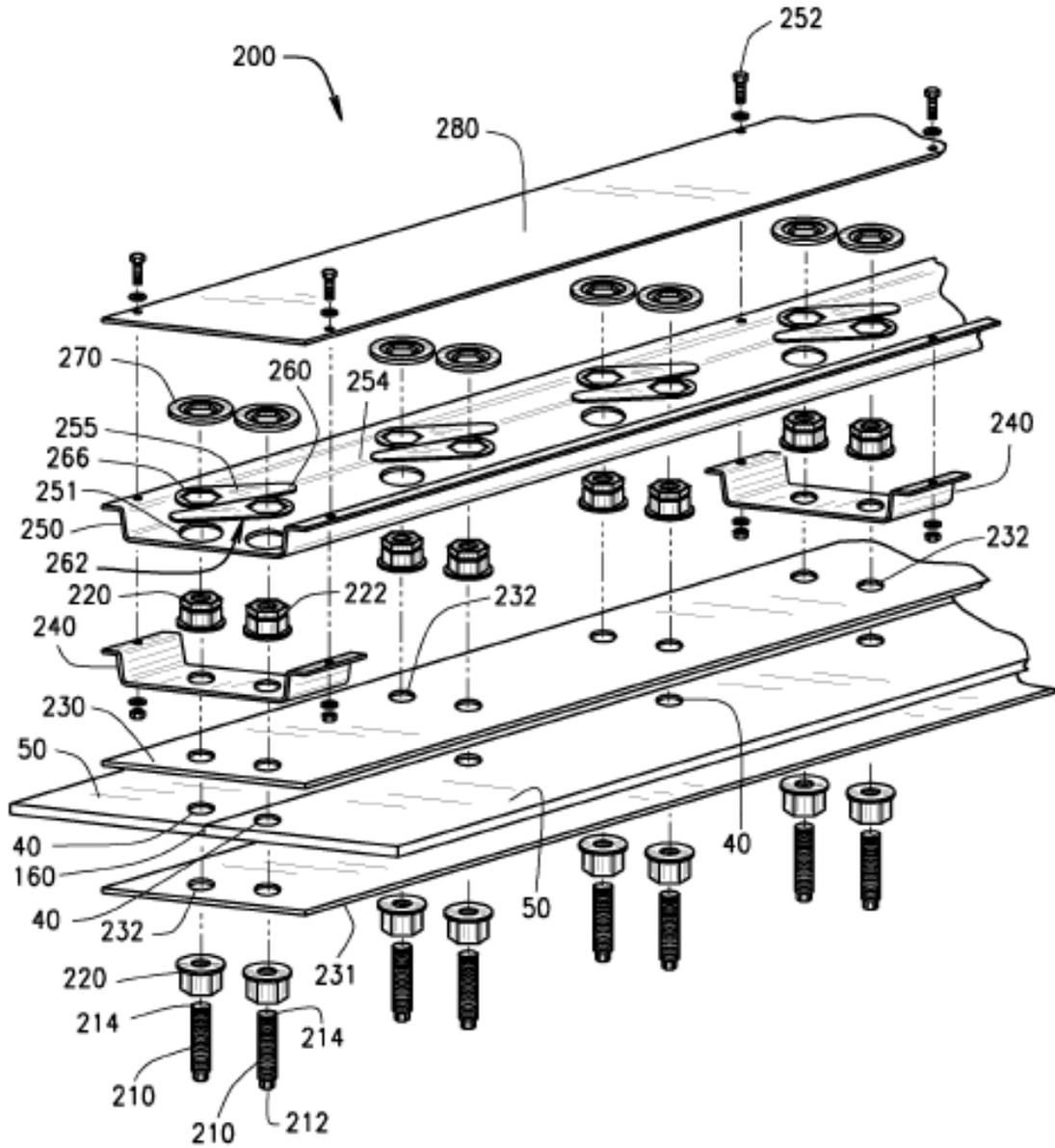


FIG. 11

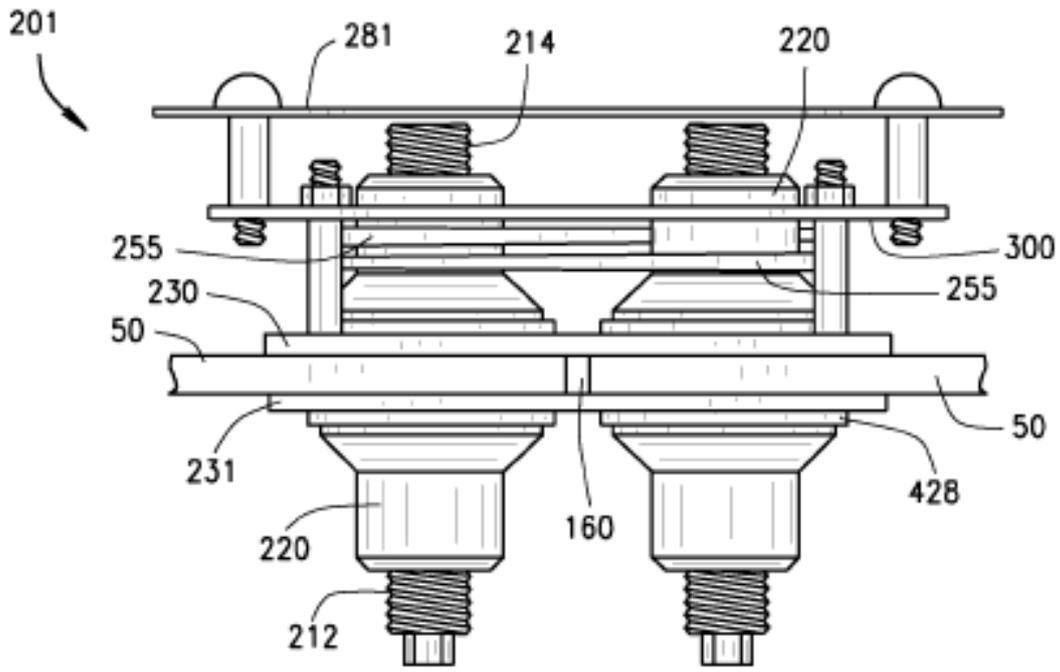


FIG. 12

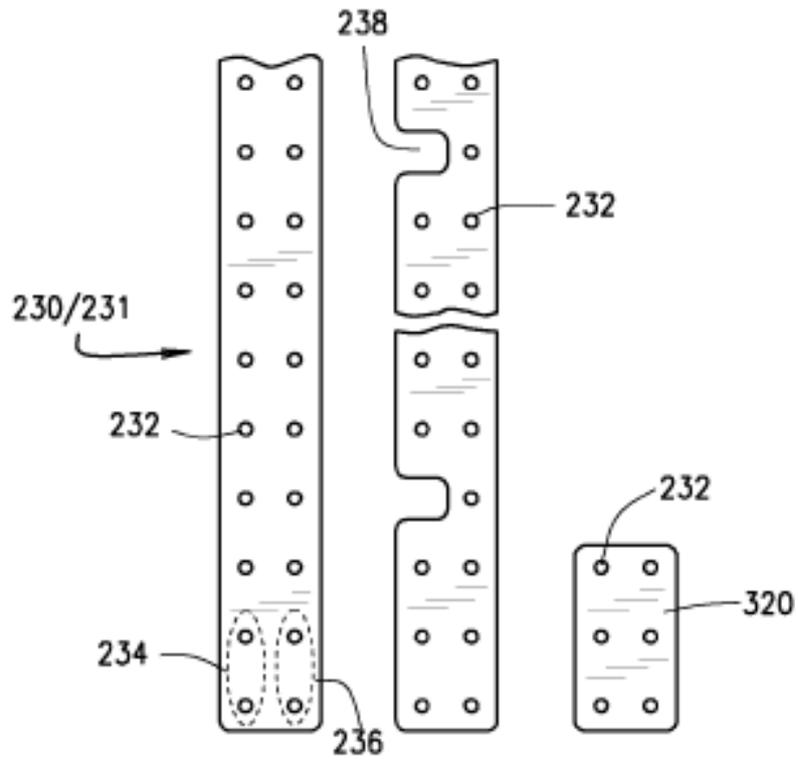


FIG. 14

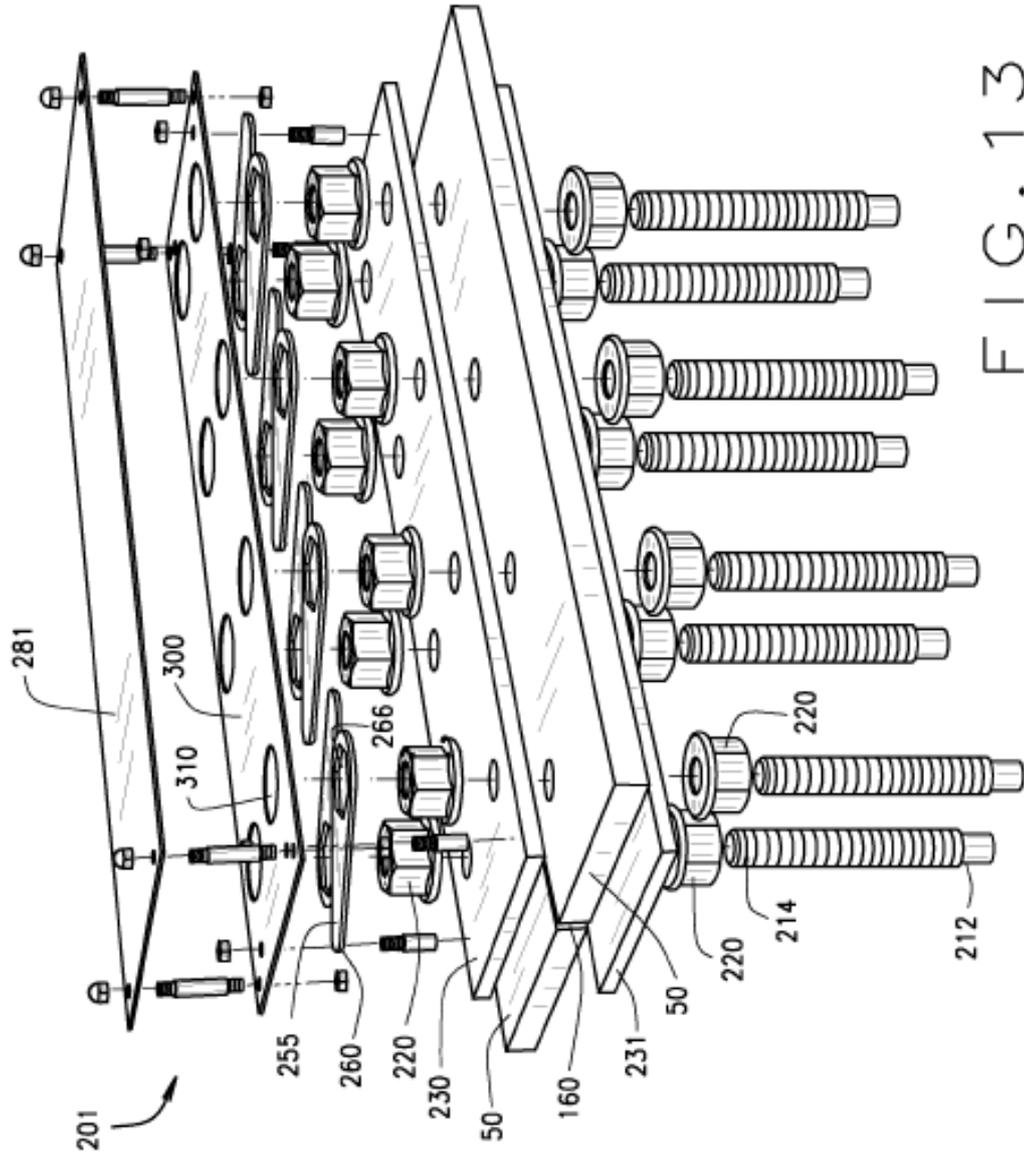


FIG. 13

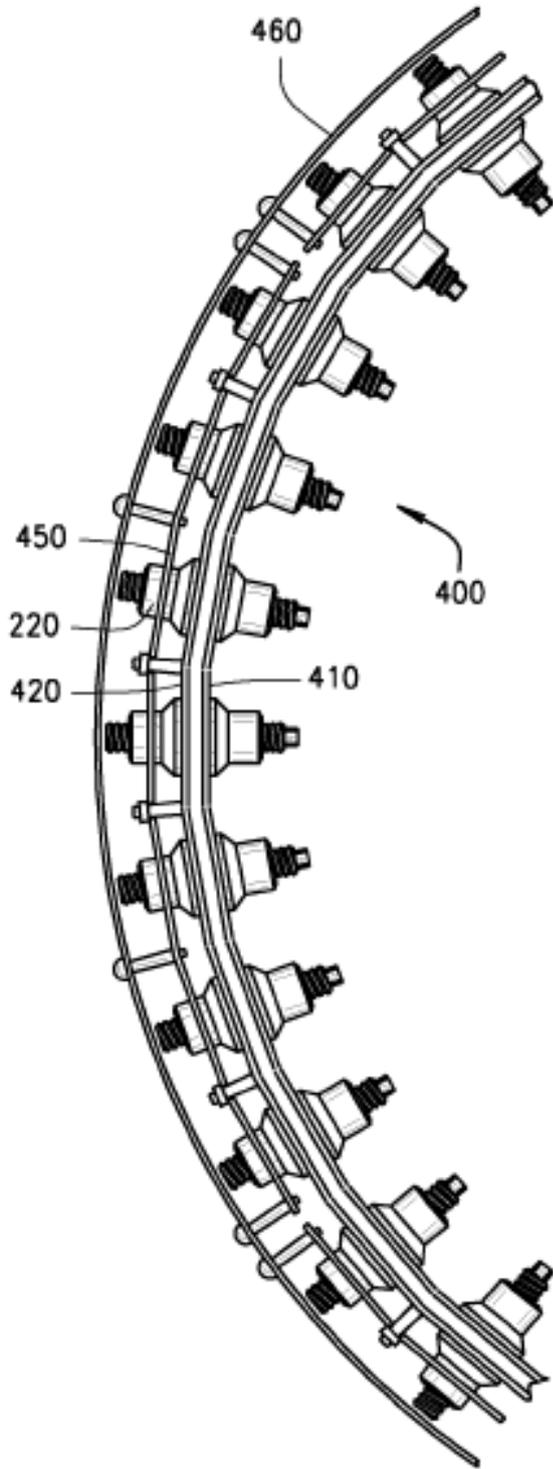


FIG. 15

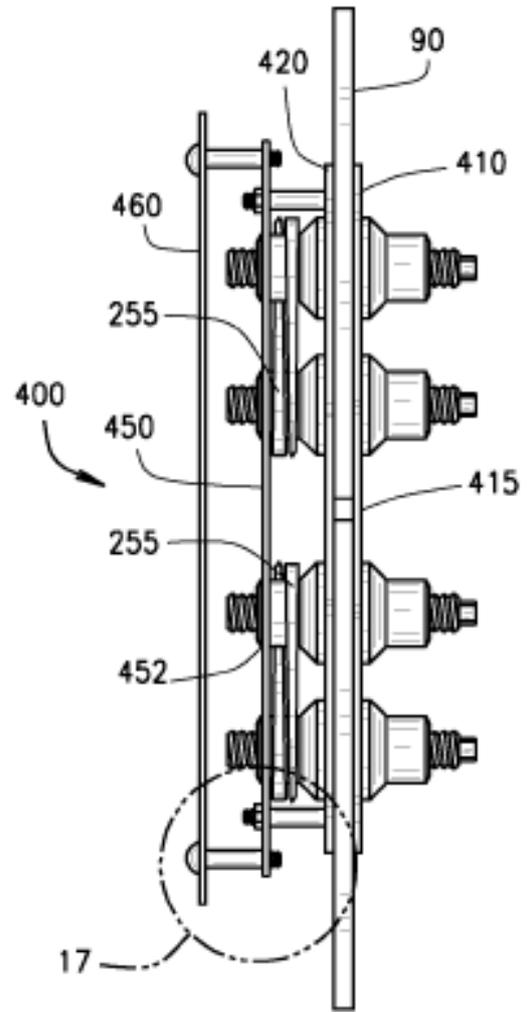


FIG. 16

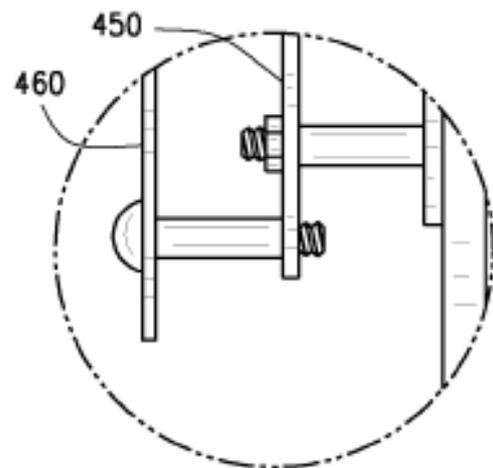


FIG. 17

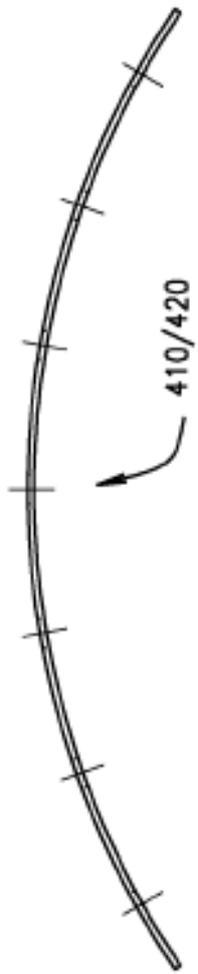


FIG. 18A

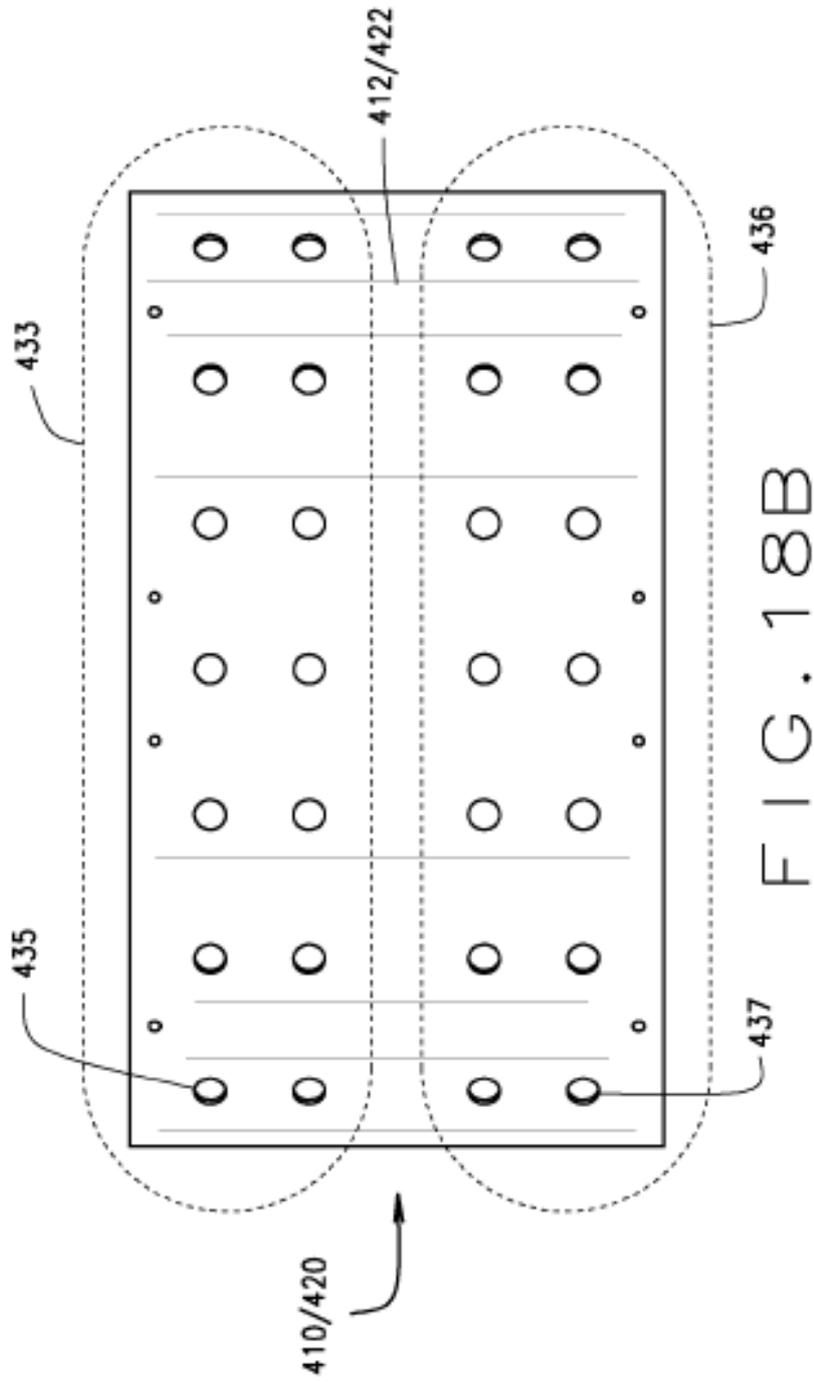


FIG. 18B

REFERENCIAS CITADAS EN LA DESCRIPCIÓN

Esta lista de referencias citadas por el solicitante es únicamente para la comodidad del lector. No forma parte del documento de la patente europea. A pesar del cuidado tenido en la recopilación de las referencias, no se pueden excluir errores u omisiones y la EPO niega toda responsabilidad en este sentido.

5

Documentos de patentes citados en la descripción

- WO 2007095940 A1 [0005]