

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 770 071**

51 Int. Cl.:

F03D 1/00 (2006.01)

F03D 1/06 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **04.05.2016** **E 16168349 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.11.2019** **EP 3091222**

54 Título: **Sistema y procedimiento para reemplazar un rodamiento de inclinación**

30 Prioridad:

07.05.2015 US 201514706458

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

30.06.2020

73 Titular/es:

**GENERAL ELECTRIC COMPANY (100.0%)
1 River Road
Schenectady, NY 12345, US**

72 Inventor/es:

**NEUMANN, ULRICH WERNER;
DAVIS, ADAM S.;
PFEIFFER, GAYLON MITCHELL;
JOHNSON, MICHAEL R.;
HACH, FORREST CHRISTOPHER;
COSTAIN, KEVIN;
WILLMAN, STEPHANIE y
WILMOT, THEODORE STEVEN**

74 Agente/Representante:

CONTRERAS PÉREZ, Yahel

ES 2 770 071 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

Sistema y procedimiento para reemplazar un rodamiento de inclinación

- 5 La presente descripción se refiere, en general, a aerogeneradores y, más concretamente, a sistemas y procedimientos para reemplazar un rodamiento de inclinación de un aerogenerador, tal como el descrito en US2010/0135797 A1.
- 10 La energía eólica se considera una de las fuentes de energía más limpias y respetuosas con el medio ambiente actualmente disponibles, y los aerogeneradores han ganado una mayor atención a este respecto. Un aerogenerador moderno típicamente incluye una torre, un generador, un multiplicador, una góndola, un buje montado en la góndola y una o más palas de rotor montadas en el buje. Cada una de las palas de rotor van montadas típicamente en el buje a través de un rodamiento de inclinación. Los rodamientos de inclinación están configurados para variar el ángulo de inclinación de cada una de las palas para capturar energía cinética del viento utilizando principios de perfil aerodinámico conocidos. Las palas de rotor transmiten la energía cinética del viento en forma de energía rotacional para hacer girar un eje que acopla las palas de rotor al multiplicador o, si no se utiliza multiplicador, directamente al generador. El generador convierte luego la energía mecánica en energía eléctrica que puede utilizarse en una red eléctrica.
- 15 20 Típicamente, para instalar inicialmente un rodamiento de inclinación y/o reemplazar uno de los rodamientos de inclinación existentes del buje, debe transportarse una grúa significativamente grande al sitio del aerogenerador para proporcionar un medio para subir y/o bajar el rodamiento de inclinación al buje que está montado encima de la torre. Desafortunadamente, a menudo resulta extremadamente costoso transportar la grúa al sitio del aerogenerador y operar la grúa durante el tiempo necesario para instalar y/o reemplazar el (los) rodamientos() de inclinación. Como resultado, los costes de emplear grúas tan grandes actualmente representan una parte significativa de los costes generales asociados a instalaciones iniciales de aerogeneradores y operaciones de mantenimiento de rodamientos de inclinación.
- 25 30 En consecuencia, serían bienvenidos en la tecnología procedimientos y sistemas relacionados mejorados para reemplazar rodamientos de inclinación que no requieran el uso de una grúa significativamente grande.
- Varios aspectos y ventajas de la invención se explicarán en parte en la siguiente descripción, o pueden quedar claros a partir de la descripción, o pueden derivarse al poner en práctica la invención.
- 35 La presente invención se define por las reivindicaciones adjuntas.
- Diversas características, aspectos y ventajas de la presente invención se entenderán mejor con referencia a la siguiente descripción y las reivindicaciones adjuntas. Los dibujos que se acompañan, que se incorporan y forman parte de esta memoria, ilustran unas realizaciones de la invención y, junto con la descripción, sirven para explicar los principios de la invención. En los dibujos:
- 40 La figura 1 ilustra una vista en perspectiva de un aerogenerador de acuerdo con una realización de la presente descripción;
- 45 La figura 2 ilustra una vista en perspectiva de una pala de rotor de acuerdo con una realización de la presente descripción;
- La figura 3 ilustra otra vista en perspectiva del aerogenerador mostrado en la figura 1, que ilustra particularmente una pala de rotor que se retira del aerogenerador colocada en una orientación substancialmente vertical respecto a una superficie de soporte del aerogenerador;
- 50 La figura 4 ilustra otra vista en perspectiva del aerogenerador mostrado en la figura 3, que ilustra particularmente la pala de rotor bajada a una altura vertical inicial;
- 55 La figura 5 ilustra una vista en perspectiva parcial en detalle de la pala de rotor y el buje mostrados en la figura 4, que ilustra particularmente una realización de un sistema de descenso que incluye unos cables de soporte sujetos a la pala de rotor y que se extienden a través de un rodamiento de inclinación del aerogenerador y unos dispositivos de traslación por cable correspondientes colocados dentro del buje;
- 60 La figura 6 ilustra una vista en sección transversal de la pala de rotor y el rodamiento de inclinación mostrado en la figura 5 antes de bajar la pala de rotor desde el buje, ilustrando particularmente un par de cables de soporte y unos dispositivos de traslación por cable del sistema de descenso mostrado en la figura 5;

La figura 7 ilustra una vista aérea del rodamiento de inclinación mostrado en las figuras 5 y 6, que ilustra particularmente el posicionamiento circunferencial de los dispositivos de traslación por cable alrededor del rodamiento de inclinación respecto a una línea de referencia de la torre que se extiende radialmente desde el centro de la torre de aerogenerador a través del centro del rodamiento de inclinación;

La figura 8 ilustra una vista en sección transversal similar a la mostrada en la figura 6, que ilustra particularmente una variación del sistema de descenso de la pala en el que cada par de cables de soporte sujetos a la pala de rotor incluye un cable de soporte asociación operativamente a un dispositivo de transición de cables correspondiente y otro cable de soporte que se extiende a través del rodamiento de inclinación sin quedar alojado en el interior de un dispositivo de traslación por cable;

La figura 9 ilustra una vista en perspectiva parcial en detalle de la pala de rotor y el buje mostrado en la figura 4, que ilustra particularmente otra realización de un sistema de descenso que incluye unos cables de soporte sujetos a la pala de rotor y dispositivos de traslación por cable correspondientes colocados dentro del buje;

La figura 10 ilustra una vista en perspectiva parcial en detalle de la interfaz entre la pala de rotor y el rodamiento de inclinación mostrado en la figura 9 antes de bajar la pala de rotor del buje, ilustrando particularmente un cable de soporte acoplado entre una tuerca de soporte instalada dentro de la raíz de la pala y un dispositivo de traslación por cable correspondiente colocado dentro del buje;

La figura 11 ilustra una vista en perspectiva de una realización del buje del aerogenerador, ilustrando particularmente un sistema de suspensión para suspender una pala de rotor de acuerdo con la presente descripción;

La figura 12 ilustra una vista en perspectiva de una realización de un sistema de poleas que puede utilizarse para reemplazar el rodamiento de inclinación de acuerdo con la presente descripción, ilustrando particularmente el rodamiento de inclinación en posición horizontal;

La figura 13 ilustra una vista en perspectiva de una realización de un sistema de poleas que puede utilizarse para reemplazar el rodamiento de inclinación de acuerdo con la presente descripción, ilustrando particularmente el rodamiento de inclinación en posición inclinada;

La figura 14 ilustra una vista en perspectiva en detalle de otra realización de un sistema de poleas que puede utilizarse para reemplazar el rodamiento de inclinación de acuerdo con la presente descripción, ilustrando particularmente el rodamiento de inclinación en posición inclinada;

La figura 15 ilustra una vista en perspectiva de una realización de un sistema de poleas de acuerdo con la presente descripción, ilustrando particularmente el sistema de elevación del sistema de poleas configurado con el rodamiento de inclinación; y

La figura 16 ilustra un diagrama de flujo de una realización de un procedimiento para instalar un rodamiento de inclinación de un aerogenerador.

Se hará referencia ahora en detalle a unas realizaciones de la invención, uno o más ejemplos de las cuales se ilustran en los dibujos. Cada ejemplo se da a modo de explicación de la invención, no de limitación de la invención. De hecho, será evidente para los expertos en la materia que pueden realizarse diversas modificaciones y variaciones en la presente invención sin apartarse del alcance de la invención. Por ejemplo, las características ilustradas o descritas como parte de una realización pueden utilizarse con otra realización para obtener todavía otra realización. Por lo tanto, se pretende que la presente invención cubra las modificaciones y variaciones que se encuentran dentro del alcance de las reivindicaciones adjuntas y sus equivalentes.

Generalmente, la presente descripción va dirigida a varios sistemas y procedimientos para reemplazar rodamientos de inclinación de un aerogenerador. Específicamente, tal como resultará evidente a partir de la descripción que se da a continuación, los sistemas y procedimientos que se describen pueden permitir la extracción y/o instalación de rodamientos de inclinación sin el uso de una grúa grande y costosa, lo que reduce significativamente los costes asociados a la extracción de la pala y/o instalación de la pala.

Haciendo referencia ahora a los dibujos, la figura 1 ilustra una vista lateral de una realización de un aerogenerador 10. Tal como se muestra, el aerogenerador 10 generalmente incluye una torre 12 que se extiende desde una superficie de soporte 14 (por ejemplo, el suelo, una plataforma de hormigón o cualquier otra superficie de soporte adecuada). Además, el aerogenerador 10 también puede incluir una góndola 16 montada en la torre 12 y un rotor 18 acoplado a la góndola 16. El rotor 18 incluye un buje giratorio 20 y por lo menos una pala de rotor 22 acoplada al buje 20 y que se extiende hacia afuera del mismo. Por ejemplo, en la realización ilustrada, el rotor 18 incluye tres

palas de rotor 22. Sin embargo, en una realización alternativa, el rotor 18 puede incluir más o menos de tres palas de rotor 22. Cada pala de rotor 22 puede estar separada alrededor del buje 20 para facilitar el giro del rotor 18 para permitir la transferencia de energía cinética del viento a energía mecánica utilizable y, posteriormente, a energía eléctrica. Por ejemplo, el buje 20 puede estar acoplado de manera giratoria a un generador eléctrico (no mostrado) colocado dentro de la góndola 16 para permitir que se produzca energía eléctrica.

Haciendo referencia ahora a la figura 2, se ilustra una vista en perspectiva de una de las palas del rotor 22 mostrada en la figura 1 de acuerdo con aspectos de la presente descripción. Tal como se muestra, la pala de rotor 22 incluye una raíz de la pala 24 configurada para montar la pala de rotor 22 en el buje 20 de un aerogenerador 10 (figura 1) y una punta de pala 26 dispuesta frente a la raíz de la pala 24. Un cuerpo 28 de la pala de rotor 22 puede extenderse longitudinalmente entre la raíz de la pala 24 y la punta de la pala 26 y generalmente puede servir como cubierta exterior de la pala de rotor 22. Tal como se entiende generalmente, el cuerpo 28 puede definir un perfil aerodinámico (por ejemplo, definiendo una sección transversal en forma de perfil aerodinámico, tal como una sección transversal en forma de perfil aerodinámico simétrico o curvado para permitir que la pala de rotor 22 capture energía cinética del viento utilizando principios aerodinámicos conocidos. Por lo tanto, el cuerpo 28 puede incluir generalmente un lado de presión 30 y un lado de succión 32 que se extiende entre un borde de ataque 34 y un borde de salida 36. Además, la pala de rotor 22 puede presentar una envergadura 38 que define la longitud total del cuerpo 28 entre la raíz de la pala 24 y la punta de la pala 26 y una cuerda 40 que define la longitud total del cuerpo 28 entre el borde de ataque 34 y el borde de salida 36. Tal como se entiende en general, la cuerda 40 puede variar en longitud respecto a la envergadura 38 a medida que el cuerpo 29 se extiende desde la raíz de la pala 24 hasta la punta de la pala 26.

Además, tal como se muestra en la figura 2, la pala de rotor 22 también puede incluir una pluralidad de tornillos en T o conjuntos de unión de la raíz 42 para acoplar la raíz de la pala 22 al buje 20 del aerogenerador 10. En general, cada conjunto de unión de la raíz 42 puede incluir una tuerca cilíndrica 44 montada dentro de una parte de la raíz de la pala 24 y un perno de la raíz 46 acoplado a la tuerca cilíndrica 44 que se extiende desde el extremo 48 de la raíz de la pala 24. Al proyectarse hacia afuera desde el extremo de la raíz 48, los pernos de la raíz 46 pueden utilizarse generalmente para acoplar la raíz de la pala 24 al buje 20 a través de un rodamiento de inclinación 150 (figura 5) del aerogenerador 10. Por ejemplo, el rodamiento de inclinación 150 puede definir una pluralidad de orificios de tornillo 151 (figuras 6-7) configurados para recibir los pernos de la raíz 48. Además, tal como se describirá a continuación, una parte de dichos pernos de la raíz 46 también puede utilizarse cuando la pala de rotor 22 se retira del buje 20 y/o se instala en el mismo.

Haciendo referencia ahora a la figura 3, la pala de rotor 22 acoplada al rodamiento de inclinación 150 que se retira puede girar inicialmente a una posición verticalmente hacia abajo (por ejemplo, una posición a las seis en punto) de modo que la pala 22 tenga una orientación substancialmente vertical respecto a la superficie de soporte 14 del aerogenerador 10. Por ejemplo, tal como se muestra en la figura 3, la pala de rotor 22 se extiende verticalmente hacia abajo desde el buje 20 de manera que la punta de la pala 26 quede hacia la superficie de soporte 14. Debe apreciarse que, debido a un ángulo de inclinación y/o un ángulo de cono del aerogenerador 10, la pala de rotor 22 puede quedar un poco alejada de la torre 12 cuando se mueve a la posición verticalmente hacia abajo.

En varias realizaciones, una vez que la pala de rotor 22 gira a la posición verticalmente hacia abajo, puede instalarse en la pala 22 un casquillo de elevación de montaje de la punta de la pala opcional 100 para proporcionar puntos de unión para varios cables y/o líneas de la presente descripción y/o para proporcionar protección a la pala de rotor 22. Además, tal como se muestra en la figura 3, el casquillo de elevación de la punta 100 puede instalarse en una posición intermedia 102 definida entre la raíz de la pala 24 y la punta de la pala 26. En una realización, la posición intermedia 102 puede corresponder a una posición definida a lo largo de una sección exterior de la pala de rotor 22, tal como en una posición separada de la raíz de la pala 24 una distancia 104 que sea mayor que aproximadamente un 50% de la envergadura de la pala 38 (figura 2). Por ejemplo, la distancia 104 puede variar de entre aproximadamente un 50% de la envergadura 38 y aproximadamente un 95% de la envergadura 38, tal como entre aproximadamente un 65% de la envergadura 38 y aproximadamente un 95% de la envergadura 38 o entre aproximadamente un 75% de la envergadura 38 y aproximadamente un 90% de la envergadura 38 y cualquier otro sub-rango intermedio.

Todavía en referencia a la figura 3, para instalar el casquillo de elevación de la punta 100 en la pala de rotor 22, pueden sujetarse al casquillo de elevación de la punta de la pala 100 uno o más cables de elevación 106 y pueden extenderse hacia arriba a una posición superior de la torre, tal como a una posición en el buje 20 o la góndola 16 y/o dentro de los mismos. Por ejemplo, en una realización, el (los) cable(s) de elevación 106 puede(n) extenderse hacia arriba desde el casquillo de elevación de la punta 100 hasta personal situado dentro del buje 20 o la góndola 16 y/o en la parte superior de los mismos. Sin embargo, el (los) cable(s) de elevación 106 puede(n) utilizarse para subir el casquillo de elevación de la punta 100 verticalmente hacia arriba respecto a la superficie de soporte 14 para permitir instalar el casquillo de elevación de la punta 100 alrededor de la pala de rotor 22 en la posición intermedia 102. Por ejemplo, el casquillo de elevación de la punta de la pala 100 puede definir una forma cerrada configurada para extenderse alrededor del perímetro exterior de la pala de rotor 22. Por lo tanto, cuando se levanta el casquillo

de elevación de la punta 100 a través de los cables de elevación 106, el casquillo de elevación de la punta 100 puede alinearse cuidadosamente con la pala de rotor 22 de manera que la punta de la pala 26 quede alojada en el interior del casquillo de elevación de la punta 100. Los expertos en la materia deben entender que el sistema y el procedimiento tal como se describe aquí pueden funcionar sin el uso del casquillo de elevación de la punta de la pala 100. En tal realización, los cables y/o cables de guía tal como se describe aquí pueden estar unidos directamente a la pala de rotor 22.

Haciendo referencia ahora a la figura 4, la pala de rotor 22 puede bajarse inicialmente del buje 22 una distancia vertical inicial 146. Tal como se describirá más adelante, este descenso inicial de la pala de rotor 22 puede permitir acoplar una o más poleas de la parte superior de la torre 112 entre la pala de rotor 22 y otro componente de la parte superior de la torre del aerogenerador 10, proporcionando así un medio para reemplazar el rodamiento de inclinación 150 de acuerdo con la presente descripción. Por lo tanto, la distancia vertical inicial 146 puede corresponder generalmente a cualquier distancia adecuada que permita la instalación de la(s) polea(s) y cualquier cable de polea o cable de polea asociado. Por ejemplo, en una realización, la distancia vertical inicial 146 generalmente puede variar entre aproximadamente 2 pies y aproximadamente 15 pies, tal como entre aproximadamente 3 pies y aproximadamente 10 pies o entre aproximadamente 5 pies y aproximadamente 10 pies y cualquier otro sub-rango entre ellos.

Con referencia ahora a las figuras 5-7, una realización de componentes adecuados que pueden incluirse dentro de un sistema de descenso para bajar inicialmente la pala de rotor 22 desde el buje 20 se ilustra de acuerdo con aspectos de la presente descripción. Específicamente, la figura 5 ilustra una vista en perspectiva parcial del buje 20, la pala de rotor 22, y el rodamiento de inclinación 150 del aerogenerador 10 después de que se ha bajado la pala 22 del buje 20 la distancia vertical inicial 146. La figura 6 ilustra una vista en sección transversal parcial de la interfaz entre la pala de rotor 22 y el rodamiento de inclinación 150 antes de bajar la pala 22 respecto al buje 20. Además, la figura 7 ilustra una vista superior del rodamiento de inclinación 150 del aerogenerador 10, ilustrando particularmente el posicionamiento circunferencial relativo de los componentes del sistema utilizados para bajar inicialmente la pala de rotor 22 respecto al buje 20.

Debe apreciarse que, con fines ilustrativos, sólo se muestra la pista interior del rodamiento de inclinación 150. Tal como se entiende en general, el rodamiento de inclinación 150 también puede incluir una pista exterior configurada para acoplarse al buje 20. Como tal, cuando la pista interior gira respecto a la pista exterior del rodamiento de inclinación 150, la pala de rotor 22 puede inclinarse alrededor de su eje de cabeceo.

Tal como se muestra particularmente en las figuras 5 y 6, para permitir que la pala de rotor 22 baje inicialmente, pueden retirarse varios de los pernos de la raíz 46 que se extienden a través de los orificios de los pernos 151 definidos en el rodamiento de inclinación 150 y reemplazarse por cables de soporte adecuados 152.

Por ejemplo, tal como se muestra en la figura 5, en una realización, se han retirado ocho de los pernos de raíz 46 y se han reemplazado por correspondientes cables de soporte 152. Al hacer esto, el resto de los pernos de la raíz 46 puede mantenerse inicialmente en contacto con el rodamiento de inclinación 150 (por ejemplo, mediante unas tuercas de fijación (no mostradas)) para permitir que el buje 20 siga soportando la pala de rotor 22 hasta que la pala de rotor 22 se encuentre lista para bajarla.

En general, los cables de soporte 152 pueden corresponder a cualquier cable adecuado que sea capaz de soportar el peso de la pala de rotor 22 a medida que baja respecto al buje 20. Por ejemplo, en varias realizaciones, cada cable de soporte 152 puede corresponder a un cable de acero o cualquier otro cable metálico adecuado que tenga una capacidad de carga nominal suficiente para soportar el peso de la pala de rotor 22. En otra realización, cada cable de soporte 152 puede corresponder a una cadena metálica u otro objeto alargado adecuado similar a un cable. Además, debe apreciarse que cada cable de soporte 152 generalmente puede configurarse para definir cualquier longitud adecuada que permita utilizar los cables para bajar la pala de rotor 22 alejándola del buje 20 la distancia vertical inicial 146.

Además, los cables de soporte 152 generalmente pueden configurarse para acoplarse a la pala de rotor 22 utilizando cualquier medio de fijación adecuado. Por ejemplo, tal como se muestra en la realización ilustrada, puede acoplarse un extremo de la raíz 154 (figura 6) de cada cable 152 a un espárrago del cable roscado 156 configurado para enroscarse en una de las tuercas cilíndricas 44 que se extiende dentro de la raíz de la pala 24. En esta realización, entre el extremo de la raíz 154 de cada cable 152 y cada espárrago de cable 156 puede formarse una conexión engarzada u otra conexión adecuada para acoplar firmemente los cables 152 a los espárragos correspondientes 156. En otras realizaciones, los cables de soporte 152 pueden acoplarse a la raíz de la pala 24 utilizando cualquier otro medio adecuado, tal como acoplando cada cable de soporte 152 a un dispositivo de montaje adecuado configurado para sujetarse a la raíz de la pala 24.

Debe apreciarse que, en realizaciones en las que los cables de soporte 152 están acoplados a la raíz de la pala 24 a través de los pernos de cable roscados 156, cada perno de cable 156 puede configurarse generalmente para definir cualquier longitud adecuada 157. Tal como se muestra en la figura 6, en una realización, la longitud 157 de cada espárrago de cable 156 puede ser sustancialmente igual a una longitud correspondiente 159 de los pernos de la raíz 46. Alternativamente, tal como se muestra en la realización de la figura 8, la longitud 157 de cada espárrago de cable 156 puede ser menor que la longitud 159 de los pernos de la raíz 46.

Tal como se muestra en las figuras 5 y 6, cada cable de soporte 152 puede configurarse para estar asociado operativamente a un dispositivo de traslación por cable adecuado 158 colocado dentro del buje 20. En general, cada dispositivo de traslación por cable 158 puede corresponder a cualquier dispositivo adecuado que permita mover la pala de rotor 22 de manera segura respecto al buje 20 utilizando los cables de soporte 152. Por ejemplo, en varias realizaciones, cada dispositivo de traslación por cable 152 puede corresponder a un actuador de accionamiento mediante un fluido (tal como, por ejemplo, un actuador hidráulico o neumático) configurado para estar asociado operativamente a un cable de soporte correspondiente 152 para permitir que la pala de rotor 22 baje y/o suba respecto al buje 20.

Específicamente, en una realización particular de la presente descripción, cada dispositivo de traslación por cable 158 puede configurarse como un cilindro hueco de elevación/descenso o como un gato de cadena única diseñado para bajar y/o subir gradualmente la pala de rotor 22. Por ejemplo, tal como se muestra en la figura 6, cada dispositivo 158 puede incluir un cilindro 160 configurado para acoplarse al rodamiento de inclinación 150 (por ejemplo, mediante unos pernos adecuados y/u otros elementos de sujeción mecánicos (no mostrados)) y un pistón hueco 162 configurado para recibir uno de los cables de soporte 152. El pistón 162 puede configurarse generalmente para ser accionado y retraído respecto al cilindro 160 suministrando/expulsando un fluido a presión hacia/desde el cilindro 160 (por ejemplo, a través de un puerto de fluido 164). Además, cada dispositivo de traslación por cable 158 puede incluir un mecanismo de sujeción superior 166 colocado directamente sobre el pistón 162 y un mecanismo de sujeción inferior 168 colocado directamente debajo del pistón 162. Tal como se entiende generalmente, los mecanismos de sujeción superior e inferior 166, 168 pueden estar configurados para sujetar alternativamente el cable de soporte 152 a medida que el pistón 162 es accionado y retraído, permitiendo así que cada dispositivo de traslación 152 baje o suba la pala de rotor 22 en pequeños incrementos con cada actuación/retracción del pistón 162.

Además, en varias realizaciones, puede configurarse un bloque de tope 170 para instalarlo alrededor de cada cable de soporte 152 directamente encima de su correspondiente dispositivo de traslación por cable 158. En general, cada bloque de tope 170 puede configurarse para servir de elemento de seguridad incorporado que proporcione un tope mecánico para cada cable de soporte 152 en caso de fallo de uno de los dispositivos de traslación por cable 158. Por ejemplo, tal como se muestra particularmente en la figura 6, cada cable de soporte 152 puede incluir una pluralidad de lengüetas 172 separadas gradualmente a lo largo de la longitud del cable. En tal realización, puede definirse una abertura o ranura (no mostrada) a través de cada bloque de tope 170 que sea dimensionalmente más grande que el cable 152, permitiendo de este modo que el cable 152 pase a través del bloque de tope 170 a medida que se baja respecto al dispositivo de traslación 158. Sin embargo, dado su mayor tamaño, las lengüetas 172 pueden no ser capaces de pasar a través de la abertura o ranura definida en cada bloque de tope 170. En consecuencia, en caso de fallo de uno de los dispositivos de traslación por cable 158, la lengüeta 172 situada inmediatamente encima del bloque de tope correspondiente 170 puede quedar en contacto con una superficie superior del bloque 170 y acoplarse a la misma, evitando así un mayor movimiento del cable de soporte 152 respecto al dispositivo de traslación 158. En cambio, durante un funcionamiento normal, los bloques de tope 170 pueden reposicionarse continuamente a lo largo del cable de soporte 152 a medida que cada lengüeta 172 baja sobre bloque de tope 170 y/o queda adyacente al mismo. Por ejemplo, tal como se indica con las líneas discontinuas de la figura 6, cuando una de las lengüetas 172 baja hacia abajo y/o queda adyacente a uno de los bloques de tope 170, el bloque de tope 170 puede retirarse del cable de soporte 152 y reposicionarse por encima de dicha lengüeta 172 para permitir que el cable de soporte 152 siga bajando a través del dispositivo de traslación 158.

Debe apreciarse que, en general, cada cable de soporte 152 y el dispositivo de traslación 158 correspondiente pueden configurarse para instalarse en cualquier posición adecuada alrededor de la circunferencia de la raíz de la pala 24 y el rodamiento de inclinación 150. Sin embargo, en varias realizaciones, los cables/dispositivos 152, 158 pueden agruparse en pares separados alrededor de la raíz de la pala 24 y el rodamiento de inclinación 150. Por ejemplo, tal como se muestra en la figura 7, en una realización, cada par de dispositivos de traslación por cable 158 puede configurarse para colocarse alrededor del rodamiento de inclinación 150 en posiciones circunferenciales generalmente adyacentes a una línea de referencia 174 orientada perpendicularmente a una línea de referencia de la torre 176 que se extiende radialmente desde el centro de la torre del aerogenerador 12 a través del centro del rodamiento de inclinación 150. Específicamente, tal como se muestra, cada par de dispositivos de traslación por cable 158 generalmente puede estar separado circunferencialmente de la línea de referencia 174 en un ángulo 178 igual a menos de aproximadamente 45 grados, tal como menos de aproximadamente 40 grados o menos de aproximadamente 35 grados. Es evidente que, en tal realización, los cables de soporte 152 pueden sujetarse de

manera similar a la raíz de la pala 24 en una posición circunferencial correspondiente respecto a la línea de referencia 174. Dicho posicionamiento de los cables/dispositivos 152, 158 adyacentes a la línea de referencia 174, en ciertas configuraciones de la pala de rotor, puede permitir que la pala de rotor 22 quede ligeramente inclinada alejándose de la torre 12 a medida que la pala 22 baja respecto al buje 20 debido a la posición del centro de gravedad de la pala.

Tal como se ha indicado anteriormente, en una realización, pueden instalarse ocho cables de soporte 152 y los dispositivos de traslación 158 correspondientes para ayudar a bajar la pala de rotor 22 respecto al buje 20. Sin embargo, en otras realizaciones, puede utilizarse cualquier otro número adecuado de cables de soporte 152 y dispositivos traslación 158 para bajar la pala de rotor 22 respecto al buje 20. Por ejemplo, en una realización, la pala de rotor 22 puede bajarse utilizando sólo cuatro cables/dispositivos 152, 158 o utilizando solo dos cables/dispositivos 152, 158.

Adicionalmente, en otras realizaciones, sólo una parte de los cables de soporte 152 acoplados a la pala de rotor 22 puede configurarse para estar asociada operativamente a los correspondientes dispositivos de traslación por cable 158. Por ejemplo, la figura 8 ilustra una realización alternativa a la realización mostrada en la figura 6. Tal como se muestra en la figura 8, para cada par de cables de soporte 152 que se extienden desde la raíz de la pala 24, uno de los cables 152 puede configurarse para estar asociado operativamente a un dispositivo de traslación 158 correspondiente colocado dentro del buje 20. En esta realización, cada cable de soporte 152 no asociado a un dispositivo de traslación 158 puede utilizarse simplemente para proporcionar soporte adicional para la pala de rotor 22 a medida que baja. Además, dichos cables de soporte 152 también pueden configurarse para utilizarse junto con los bloques de tope 170 descritos anteriormente. Por ejemplo, tal como se muestra en la figura 8, el bloque de tope 170 puede colocarse directamente sobre el rodamiento de inclinación 150 para permitir acoplar el bloque de tope 170 entre una de las lengüetas de los cables 172 y el rodamiento de inclinación 150 en caso de fallo de uno o más de los dispositivos de traslación 158 instalado en cualquiera de los otros cables de soporte 152.

Debería apreciarse que, en realizaciones adicionales de la presente descripción, la pala de rotor 22 puede configurarse para bajar inicialmente desde el buje 20 utilizando cualquier otro medio de descenso adecuado conocido en la técnica. Por ejemplo, como alternativa a los dispositivos de traslación por cable accionados por fluido 158 descritos anteriormente, los dispositivos de traslación por cable pueden corresponder a cabrestantes colocados dentro del buje 20. En esta realización, los cables de soporte 152 pueden desenrollarse de cada cabrestante asociado con el fin de bajar inicialmente la pala de rotor 22 desde el buje 20. En otra realización, los cables de soporte 152 pueden reemplazarse por varillas roscadas alargadas. En esta realización, las varillas roscadas pueden alojarse dentro de un dispositivo de traslación adecuado (tal como, por ejemplo, un gato mecánico) configurado para permitir que las varillas se muevan respecto al dispositivo, permitiendo así bajar la pala de rotor 22 respecto al buje 20.

Haciendo referencia ahora a las figuras 9 y 10, se ilustra otra realización de componentes adecuados que pueden incluirse dentro de un sistema de descenso para bajar inicialmente la pala de rotor 22 desde el buje 20, una distancia vertical inicial 146, de acuerdo con aspectos de la presente descripción. Específicamente, la figura 9 ilustra una vista en perspectiva parcial del buje 20, la pala de rotor 22 y el rodamiento de inclinación 150 del aerogenerador 10 después de que la pala 22 se ha bajado del buje 20 la distancia vertical inicial 146. La figura 10 ilustra una vista en perspectiva parcial del interior del buje 20 en la interfaz entre la pala de rotor 22 y el rodamiento de inclinación 150 antes de bajar la pala 22 respecto al buje 20.

Tal como se muestra particularmente en las figuras 9 y 10, para permitir bajar inicialmente la pala de rotor 22, pueden retirarse varios de los pernos de la raíz 46 que se extienden a través de los orificios de los pernos 151 definidos en el rodamiento de inclinación 150. Las tuercas cilíndricas existentes 44 asociadas a dichos pernos 46 pueden reemplazarse por tuercas de soporte cilíndricas 300, estando configurada cada tuerca de soporte 300 para permitir acoplar un cable de soporte correspondiente 302 a la raíz de la pala 24. Por ejemplo, tal como se muestra en la figura 9, en una realización, pueden retirarse cuatro de las tuercas cilíndricas existentes 44 y reemplazarse por tuercas de soporte adecuadas 300. Al hacer esto, el resto de los pernos de la raíz 46 pueden mantenerse inicialmente en contacto con el rodamiento de inclinación 150 (por ejemplo, a través de unas tuercas de fijación adecuadas 304 (figura 10) para permitir que el buje 20 siga soportando la pala de rotor 22 hasta que la pala de rotor 22 se encuentre lista para bajarla.

Tal como se ha indicado anteriormente, en una realización, pueden instalarse cuatro tuercas de soporte 300 a través de la raíz de la pala 24 en lugar de las tuercas cilíndricas existentes 44 para permitir acoplar cuatro cables de soporte correspondientes 302 a la pala de rotor 22. Sin embargo, en otras realizaciones, puede sujetarse cualquier otro número adecuado de tuercas de soporte 300 dentro de la raíz de la pala 24 para proporcionar un medio para acoplar un número correspondiente de cables de soporte 302 a la pala de rotor 22, tal como instalando menos de cuatro tuercas de soporte 300 dentro de la raíz de la pala 24 (por ejemplo, dos o tres tuercas de soporte) o más de cuatro tuercas de soporte 300 dentro de la raíz de la pala 24 (por ejemplo, cinco, seis o más tuercas de soporte).

Además, debe apreciarse que las tuercas de soporte 300 pueden configurarse para mantenerse en posición respecto a la pala de rotor 22 utilizando cualquier medio de fijación adecuado. Por ejemplo, en una realización, una vez que se inserta una tuerca de soporte 300 dada en el interior de la raíz de la pala 24, puede insertarse un perno de raíz correspondiente 46 a través del rodamiento de inclinación 150 y atornillarlo en la abertura que se extiende verticalmente 306 de la tuerca de soporte 300 para sujetar la tuerca 300 dentro de la raíz de la pala 24. Alternativamente, tal como se muestra en la figura 10, un pasador de alineación 312 puede configurarse para insertarse a través del rodamiento de inclinación 150 y atornillarse en la abertura que se extiende verticalmente 306 de cada tuerca de soporte 300. En tal realización, cada pasador de alineación 312 generalmente puede configurarse para fijarse dentro de la tuerca de soporte 300 correspondiente de manera similar a los pernos de la raíz existentes 46 y, por lo tanto, puede incluir un extremo roscado 314 para roscarse a la abertura roscada 306 de la tuerca de soporte 300. Sin embargo, tal como se muestra en la figura 10, cada pasador de alineación 312 puede definir una altura o longitud vertical 316 que sea mayor que la longitud 159 (figura 6) de los pernos de la raíz 46. En consecuencia, los pasadores de alineación 312 también pueden utilizarse para alinear la pala de rotor con el rodamiento de inclinación a medida que se levanta la pala de rotor (o una pala de rotor diferente con los pasadores de alineación instalados en la misma) sobre el buje.

Haciendo referencia todavía a las figuras 9 y 10, cada cable de soporte 302 puede configurarse para extenderse desde una de las tuercas de soporte 300 a un dispositivo de traslación por cable correspondiente 318 colocado dentro del buje 20. Tal como se muestra en la figura 10, en una realización, el dispositivo de traslación por cable 318 puede corresponder a polipastos de cable (incluyendo polipastos de cadena) configurados para montarse y/o quedar soportados por cualquier componente del aerogenerador adecuado dispuesto dentro del buje 20 (por ejemplo, refuerzo(s) del buje, viguetas(s) y/o cualquier otro componente adecuado. Tal como se entiende en general, los polipastos de cable pueden configurarse para permitir el paso de cables adecuados a través los mismos de manera controlada. Por lo tanto, en la presente aplicación, dichos polipastos de cable pueden utilizarse para bajar de manera segura y efectiva la pala de rotor 22 respecto al buje 20.

Debe tenerse en cuenta también que, de manera similar a los cables de soporte 152 descritos anteriormente, cada cable de soporte 302 puede corresponder generalmente a cualquier objeto alargado similar a un cable que tenga una capacidad de carga nominal suficiente para manejar el peso de la pala de rotor 22. Por ejemplo, tal como se muestra en la realización ilustrada, los cables de soporte 302 están configurados como cadenas metálicas. Sin embargo, en otras realizaciones, los cables de soporte 302 pueden corresponder a cables de acero o cualquier otro cable metálico adecuado. Además, debe apreciarse que cada cable de soporte 302 puede configurarse generalmente para definir cualquier longitud adecuada que permita utilizar los cables 302 para bajar la pala de rotor 22 alejándose del buje 20 la distancia vertical inicial 146.

Una vez que la pala de rotor 22 se ha bajado inicialmente del buje 20, puede acoplarse un sistema de suspensión 200 a la pala de rotor 22 para soporte adicional mientras se retira o se reemplaza el rodamiento de inclinación 150. Por ejemplo, tal como se muestra en la figura 11, se ilustra una realización de un sistema de suspensión adecuado 200 de acuerdo con aspectos de la presente descripción. Tal como se muestra, la pala de rotor 22 puede ir soportada por correspondientes correas de soporte 214 que se extiendan alrededor del resto de palas de rotor 22 en forma de oreja de conejo. En otras realizaciones, puede utilizarse cualquier sistema de suspensión adecuado además del sistema de suspensión 200 ilustrado aquí, incluyendo, por ejemplo, el sistema de suspensión descrito en la solicitud de patente americana nº 14/706.409 titulada "*Up-Tower Suspension System for a Wind Turbine Rotor Blade*" presentada el 7 de mayo de 2015.

Haciendo referencia ahora a la figura 12, después de bajar la pala de rotor 22 del buje 20 la distancia inicial 146 (figura 4) y proporcionar soporte adicional a la pala 22 a través de un sistema de suspensión 200 (si es necesario), el rodamiento de inclinación 150 se retira del buje 20, por ejemplo, quitando los pernos del rodamiento. El rodamiento de inclinación 150 puede suspenderse en una posición horizontal entre el buje 20 y la pala 22, por ejemplo, a través de una o más cadenas o cables 120. Tal como se ha mencionado, la posición horizontal se refiere generalmente a la posición del rodamiento de inclinación 150 en la que un borde de ataque 163 del rodamiento 150 tiene sustancialmente la misma altura que un borde posterior 165 del rodamiento 150. Una vez que el rodamiento de inclinación 150 y la pala de rotor 22 se separan unos de otros y se suspenden a una distancia vertical del buje 20, puede instalarse un sistema de poleas 110 para retirar y bajar el rodamiento de inclinación 150 de acuerdo con la presente descripción. Más específicamente, tal como se muestra en las figuras 12-14, el sistema de poleas 110 incluye un primer bloque de poleas 112 montado en una posición superior de la torre del aerogenerador 10 y un segundo bloque de poleas 118 configurado con el rodamiento de inclinación 150. Además, el primer bloque de poleas 112 puede utilizarse para acoplar uno o más cables de polea o cables 116 entre el buje 20 y un primer cabrestante del suelo o principal 114 soportado sobre la superficie de soporte 14 y/o adyacente a la misma.

Haciendo referencia ahora a la figura 15, el sistema de poleas 110 incluye un sistema de elevación 122 sujeto al rodamiento de inclinación 150. Más específicamente, en determinadas realizaciones, el sistema de elevación 122

puede incluir un sistema o configuración de cuerdas, cables o similares, configurados con el rodamiento de inclinación 150 para proporcionar soporte al rodamiento de inclinación 150 a medida que se sube o se baja el rodamiento 150 desde el buje 20. Por lo tanto, el sistema de elevación 150 puede ser cualquier disposición adecuada de cuerdas, cables o similares. Por ejemplo, tal como se muestra, el sistema de elevación 122 incluye una pluralidad de cuerdas que se extienden radialmente desde un punto de conexión central del rodamiento 150. En tal realización, el cable de polea 116 se extiende desde una posición del suelo (por ejemplo, desde el cabrestante del suelo 114) sobre el primer bloque de poleas 112 y de vuelta al sistema de elevación 122 del rodamiento de inclinación 150 y es dirigido a través del segundo bloque de poleas 118 en el punto de conexión central de modo que el segundo bloque de poleas 118 quede configurado para deslizar a lo largo del cable de polea 116, ya sea arriba o abajo, por ejemplo.

Haciendo referencia de nuevo a la figura 14, el sistema de poleas 110 también puede incluir un polipasto de cable 126 configurado con el sistema de elevación 122 del rodamiento de inclinación 150. Por lo tanto, el polipasto de cable 126 está configurado para girar o inclinar el rodamiento de inclinación 150 entre una posición inclinada y una posición horizontal. Más específicamente, en realizaciones particulares, el polipasto de cable 126 puede ser un polipasto de cable accionado por batería controlado colgante que esté configurado para regular la longitud de un cable conectado entre el cable de polea 116 y el rodamiento de inclinación 150 para inclinar un borde del rodamiento 150 respecto a un borde del rodamiento 150 opuesto. Además, el polipasto de cable puede controlarse de manera remota, a través de un control remoto, como ventaja de seguridad/operatividad. Como tal, el polipasto de cable 126 permite bajar el rodamiento de inclinación 150 en una posición inclinada para así mantener una distancia segura desde la pala de rotor 22.

Tal como se ha mencionado, la posición inclinada generalmente se refiere a la posición del rodamiento de inclinación 150 donde uno de los bordes se encuentra más bajo que un borde opuesto. Más específicamente, tal como se muestra en las figuras 13 y 14, el rodamiento de inclinación 150 se encuentra en una posición inclinada ya que el borde de ataque 163 del rodamiento de inclinación 150 se encuentra más bajo que el borde de salida 165 del rodamiento de inclinación 150. Tal como se ha mencionado, el borde de ataque 163 del rodamiento de inclinación 150 generalmente se refiere al borde que se encuentra en primera línea del movimiento. Por lo tanto, el borde de ataque, tal como se utiliza aquí, puede variar respecto a la dirección del movimiento. Por ejemplo, tal como se muestra en las figuras 13 y 14, el borde de ataque 163 del rodamiento de inclinación 150 es el borde más cercano al suelo cuando el rodamiento 150 se baja al suelo 14.

Una vez que el rodamiento de inclinación 150 se ha inclinado un ángulo apropiado, el rodamiento 150 puede bajarse desde el buje 20 a través del sistema de poleas 100 hasta la superficie de soporte 14 del aerogenerador 10. Más específicamente, tal como se muestra en la figura 14, el rodamiento 150 está configurado para deslizar a lo largo del cable de polea 116 hasta que el rodamiento 150 alcanza un lugar seguro, por ejemplo, la superficie de soporte 14 o cualquier otra plataforma adecuada. En realizaciones adicionales, puede unirse también un cable de retención 124 al borde de ataque 163 del rodamiento de inclinación 150 para controlar el movimiento del rodamiento 150 a medida que el rodamiento 150 se baja al suelo (o para controlar el movimiento durante la elevación del rodamiento 150).

Debe apreciarse también que la presente descripción también va dirigida a procedimientos para instalar una pala de rotor 22 en un aerogenerador 10 (además de retirar y bajar la pala de rotor 22 del buje 20). Más específicamente, tal como se muestra en 402 de la figura 16, el procedimiento 400 puede incluir la instalación de un primer bloque de poleas en una posición superior de la torre del aerogenerador. En 404, el procedimiento 400 incluye sujetar un segundo bloque de poleas al rodamiento de inclinación. En 406, el procedimiento 400 incluye acoplar un cable de polea desde una posición del suelo sobre el primer bloque de poleas al rodamiento de inclinación. En 408, el procedimiento 400 incluye dirigir el cable de polea a través del segundo bloque de poleas de manera que el segundo bloque de poleas quede configurado para deslizar a lo largo del cable de polea. En 410, el procedimiento 400 incluye girar el rodamiento de inclinación a una posición inclinada, en el que la posición inclinada incluye un borde de ataque del rodamiento de inclinación que se encuentra más alto que un borde posterior del rodamiento de inclinación. En 412, el procedimiento 400 incluye subir el rodamiento de inclinación a una altura vertical sustancialmente igual a una abertura entre un buje y una pala de rotor del aerogenerador. En 414, el procedimiento 400 incluye girar el rodamiento de inclinación a una posición sustancialmente horizontal. Así, en 416, el procedimiento 400 incluye insertar el rodamiento de inclinación en la abertura mientras el rodamiento de inclinación se encuentra en la posición horizontal. En otra realización, el procedimiento 400 también puede incluir sujetar el rodamiento de inclinación al buje y sujetar la pala de rotor al rodamiento de inclinación.

Esta descripción escrita utiliza ejemplos para describir la invención, incluyendo el modo preferido, y también para permitir que cualquier experto en la materia ponga en práctica la invención, incluyendo la fabricación y el uso de cualquier dispositivo o sistema y la realización de cualquier procedimiento incorporado. El alcance patentable de la invención está definido por las reivindicaciones, y puede incluir otros ejemplos que se les ocurran a los expertos en la materia. Se pretende que dichos otros ejemplos queden dentro del alcance de las reivindicaciones si incluyen

elementos estructurales que no difieran del lenguaje literal de las reivindicaciones, o si incluyen elementos estructurales equivalentes con diferencias insustanciales de los lenguajes literales de las reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento (400) para retirar un rodamiento de inclinación (150) acoplado operativamente entre una pala de rotor (22) y un buje (20) de un aerogenerador (10), el buje (20) configurado encima de una torre (12) del aerogenerador (10), extendiéndose dicha torre (12) desde una superficie de soporte (14), comprendiendo el procedimiento:

instalar un primer bloque de poleas (112) en una posición superior en la torre del aerogenerador (10);
configurar un segundo bloque de poleas (118) con el rodamiento de inclinación (150);
dirigir un cable de polea (116) desde una posición del suelo a través de un cabrestante del suelo (114) soportado sobre la superficie de soporte (14) y/o adyacente a la misma en el primer bloque de poleas (112) al segundo bloque de poleas (118) de manera que el segundo bloque de poleas (118) quede configurado para deslizar a lo largo del cable de polea (116);
retirar el rodamiento de inclinación (150) entre el buje (20) y la pala de rotor (22) en una posición sustancialmente horizontal;
girar el rodamiento de inclinación (150) a una posición inclinada, en el que la posición inclinada comprende un borde de ataque (163) del rodamiento de inclinación (150) que se encuentra más bajo que un borde de salida (165) del rodamiento de inclinación (150); y
bajar el rodamiento de inclinación (150) desde la parte superior de la torre (12) en la posición inclinada.

2. Procedimiento (400) de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado por el hecho de que comprende, además, colocar el rodamiento de inclinación (150) y la pala de rotor (22) en una posición sustancialmente a las seis en punto.

3. Procedimiento (400) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por el hecho de que comprende, además:

separar la pala de rotor (22) del rodamiento de inclinación (150), y
bajar la pala de rotor (22) una distancia vertical inicial desde el buje (20) antes de acoplar el primer bloque de poleas (112).

4. Procedimiento (400) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por el hecho de que comprende, además:

sujetar un sistema de elevación (122) al rodamiento de inclinación (150),
sujetar el segundo bloque de poleas (118) a un punto de conexión central del sistema de elevación (122), y
acoplar el cable de polea (116) al segundo bloque de poleas (118).

5. Procedimiento (400) de acuerdo con la reivindicación 4, caracterizado por el hecho de que el sistema de elevación (122) del rodamiento de inclinación (150) comprende, además, un polipasto de cable (126) configurado para girar el rodamiento de inclinación (150) entre la posición inclinada y la posición horizontal.

6. Sistema de poleas para retirar o instalar un rodamiento de inclinación (150) de un aerogenerador (10) que tiene una torre (12) que se extiende desde una superficie de soporte (14), comprendiendo el sistema de poleas:

un primer bloque de poleas (112) situado en una posición superior de la torre (12) del aerogenerador (10);
un sistema de elevación (122) sujeto al rodamiento de inclinación (150);
un segundo bloque de poleas (118) sujeto al sistema de elevación (122) del rodamiento de inclinación (150);
un cabrestante del suelo (114) soportado sobre la superficie de soporte (14) y/o adyacente a la misma;
un cable de polea (116) que se extiende desde una posición del suelo a través del cabrestante del suelo (114) sobre el primer bloque de poleas (112) hasta el sistema de elevación (122) del rodamiento de inclinación (150) y guiado a través del segundo bloque de poleas (118) de modo que el segundo bloque de poleas (118) queda configurado para deslizar a lo largo del cable de polea (116); y
un polipasto de cable (126) configurado con el sistema de elevación (122) del rodamiento de inclinación (150), el polipasto de cable (126) configurado para hacer girar el rodamiento de inclinación (150) entre una posición inclinada y una posición horizontal;
en el que el sistema de poleas está configurado para subir o bajar el rodamiento de inclinación (150) entre una superficie de soporte del aerogenerador (10) y una altura vertical sustancialmente igual a una abertura entre un buje (20) y una pala de rotor (22) del aerogenerador (10).

7. Sistema de poleas de acuerdo con la reivindicación 6, caracterizado por el hecho de que la posición del suelo comprende un cabrestante del suelo.

- 5 8. Sistema de poleas de acuerdo con la reivindicación 6 o la reivindicación 7, caracterizado por el hecho de que el polipasto de cable (126) comprende un polipasto de cable accionado por batería (126) que está configurado para regular una longitud de un cable conectado entre el cable de polea (116) y el rodamiento de inclinación (150) para inclinar un borde del rodamiento de inclinación (150) respecto a un borde opuesto del rodamiento de inclinación (150).
9. Sistema de poleas de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 6 a 8, caracterizado por el hecho de que el polipasto de cable (126) comprende un polipasto de cable de control remoto.
- 10 10. Sistema de poleas de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 6 a 9, caracterizado por el hecho de que comprende, además, un cable de retención (126) configurado con el rodamiento de inclinación (150) para controlar el rodamiento de inclinación (150) durante la extracción o la instalación.

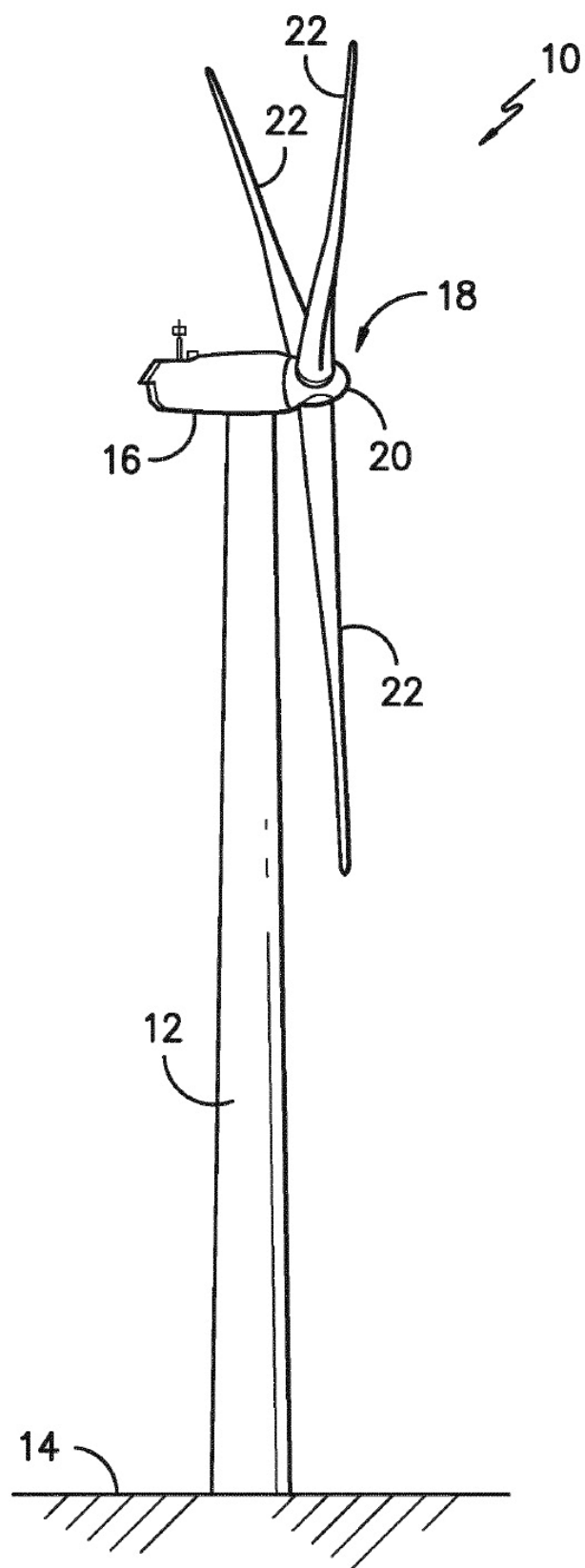


FIG. -1-

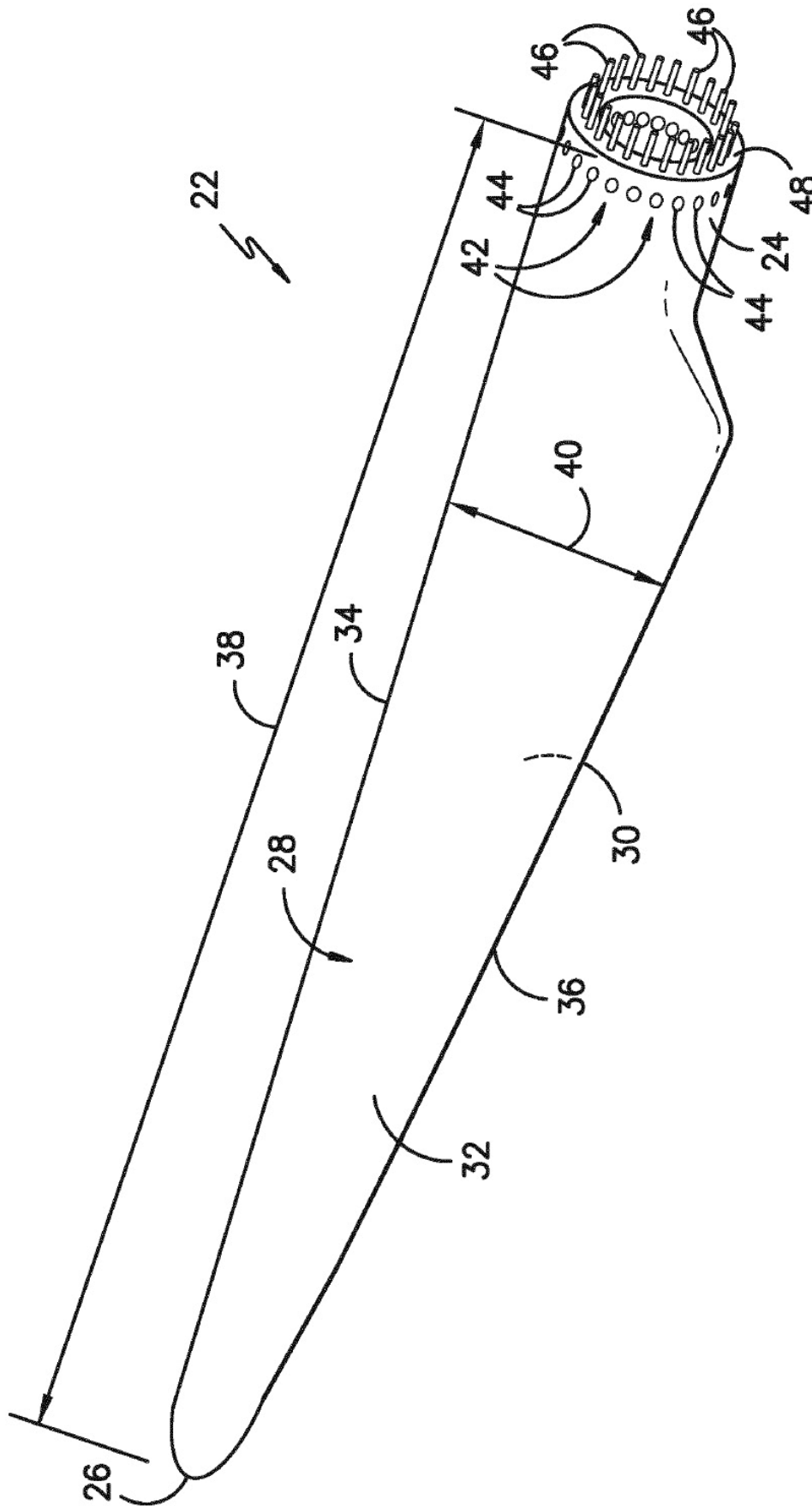


FIG. -2-

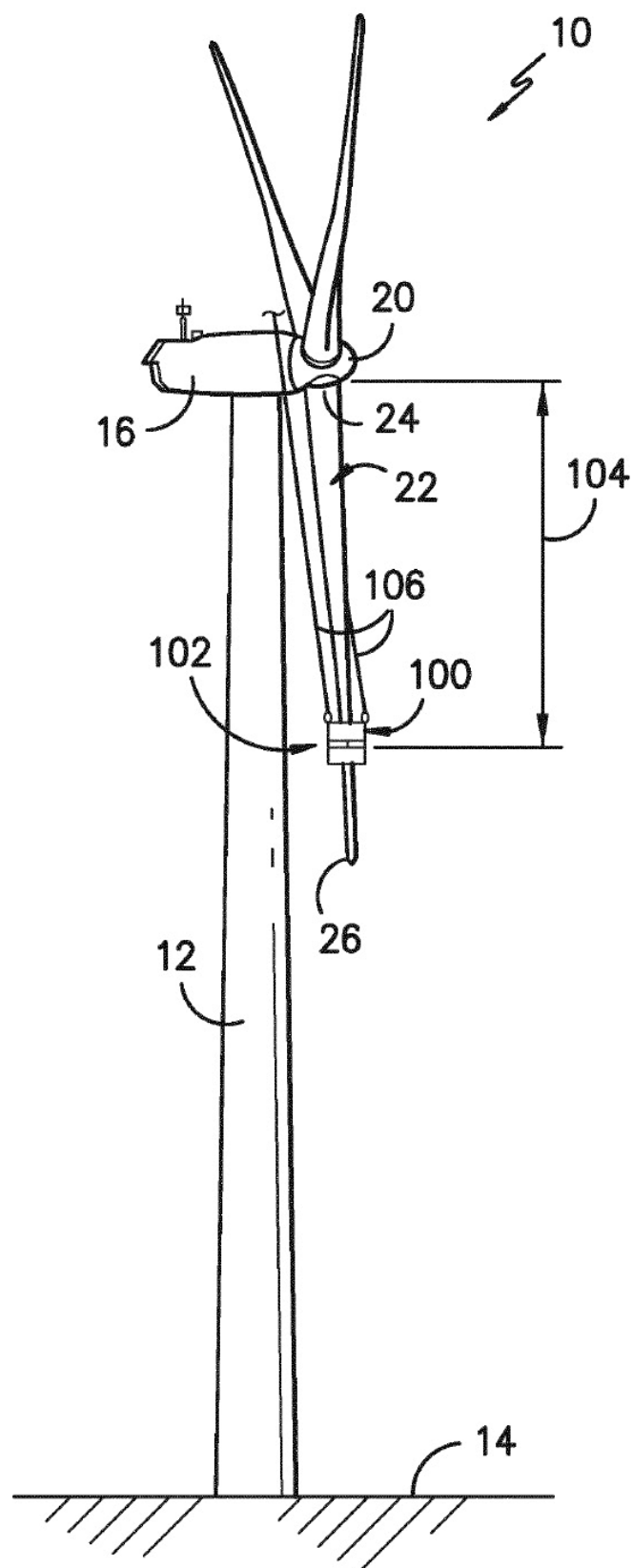


FIG. -3-

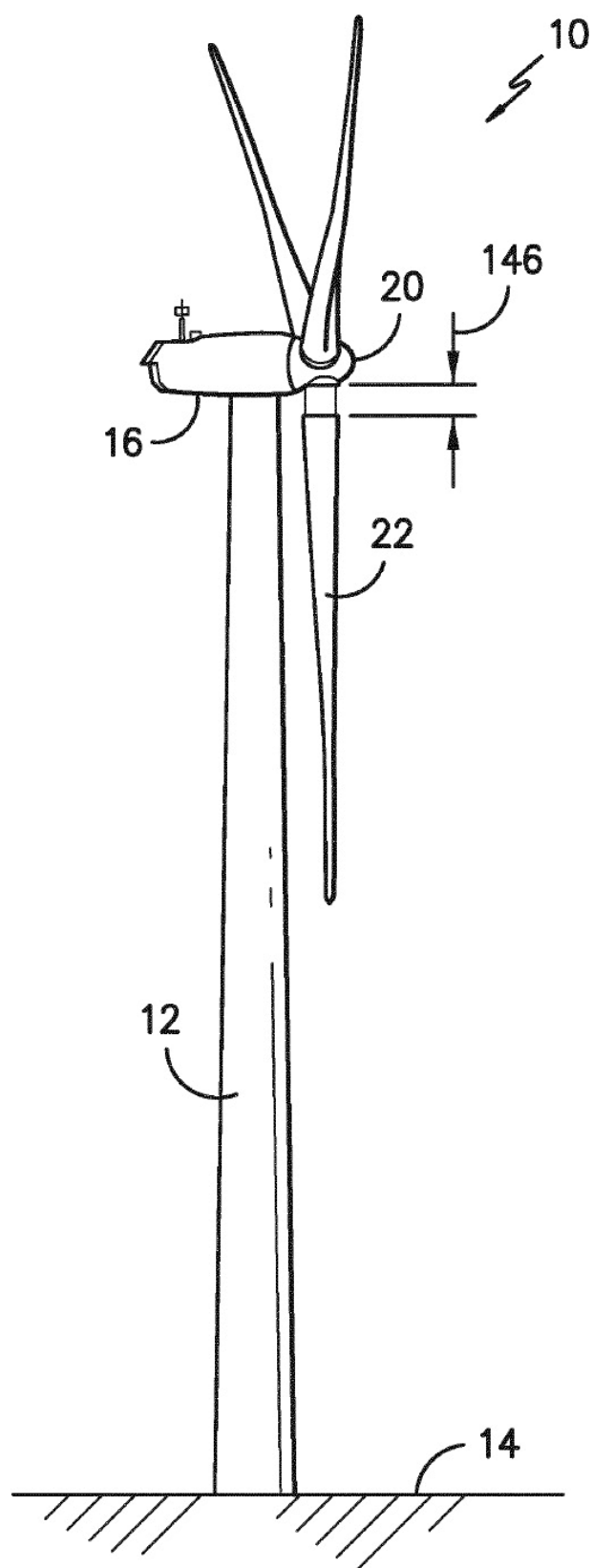


FIG. -4-

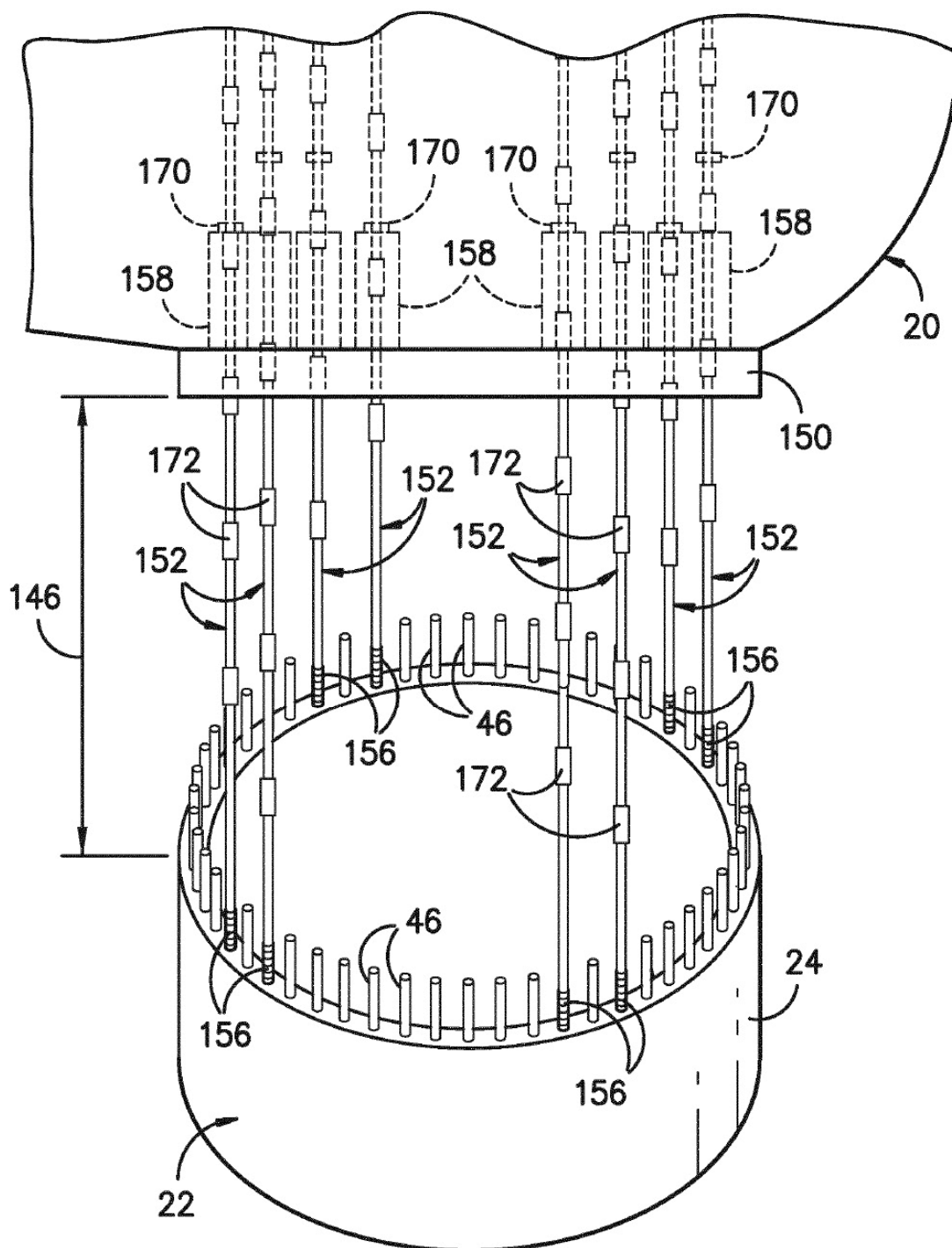


FIG. -5-

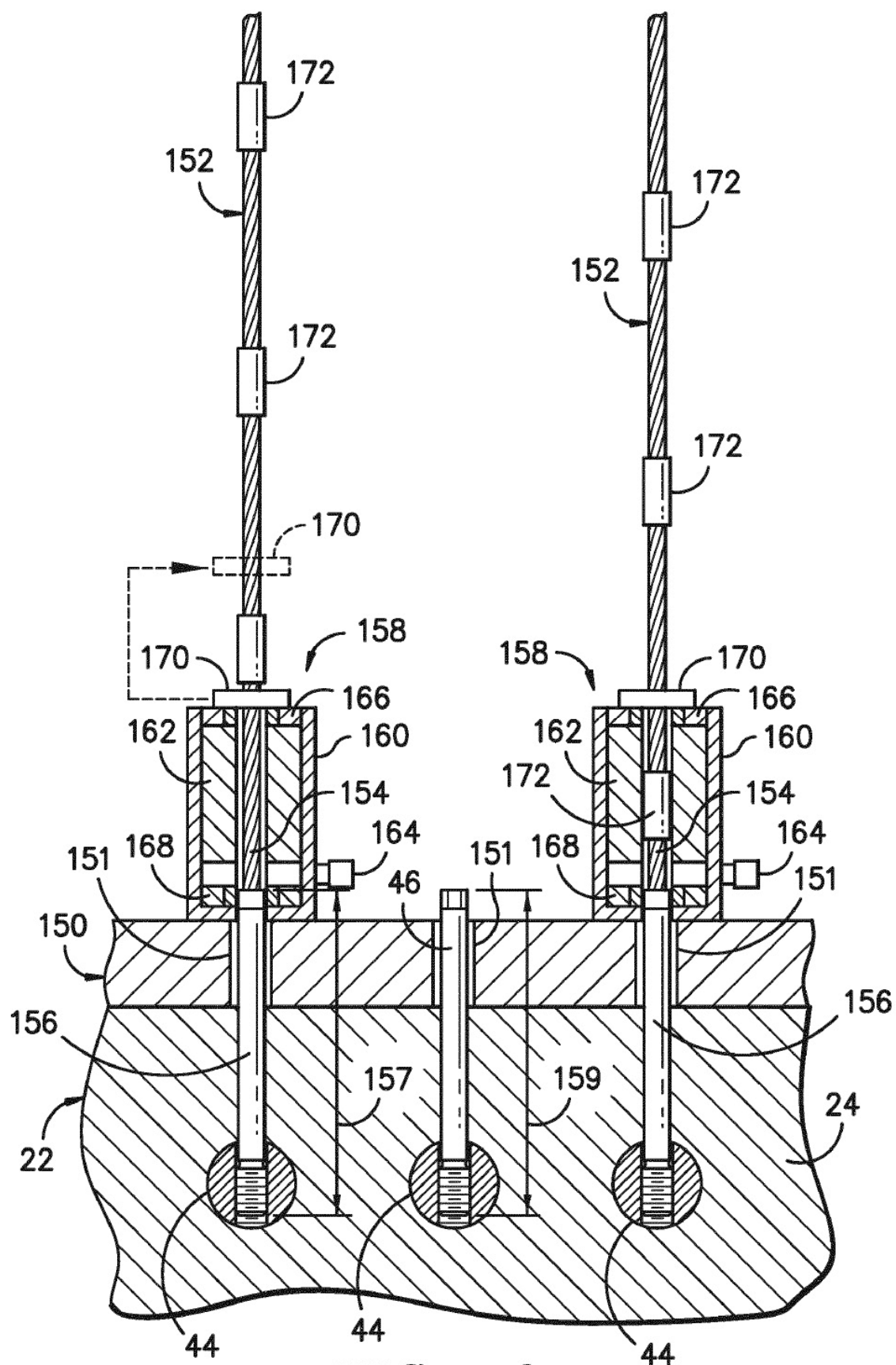


FIG. -6-

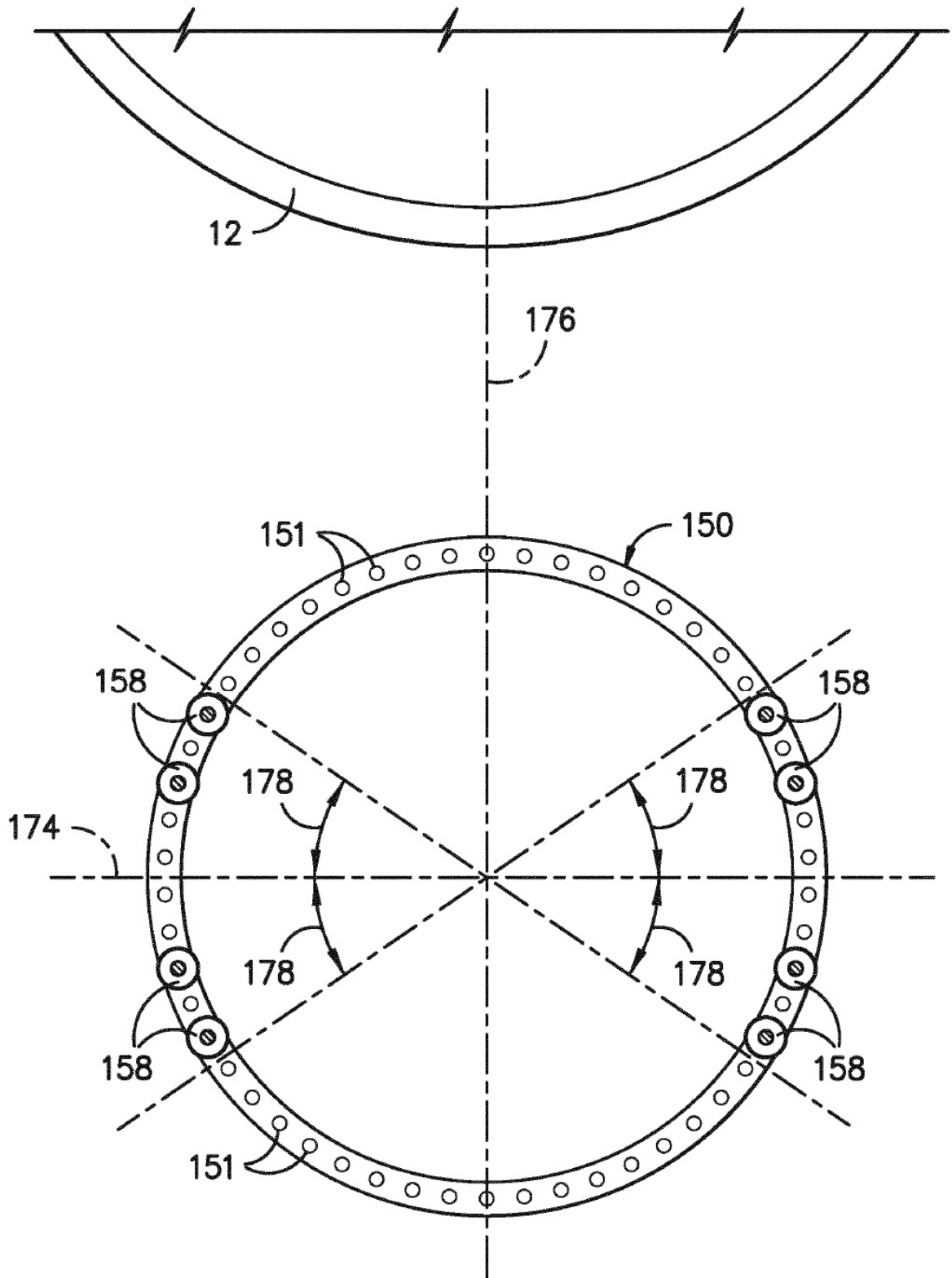
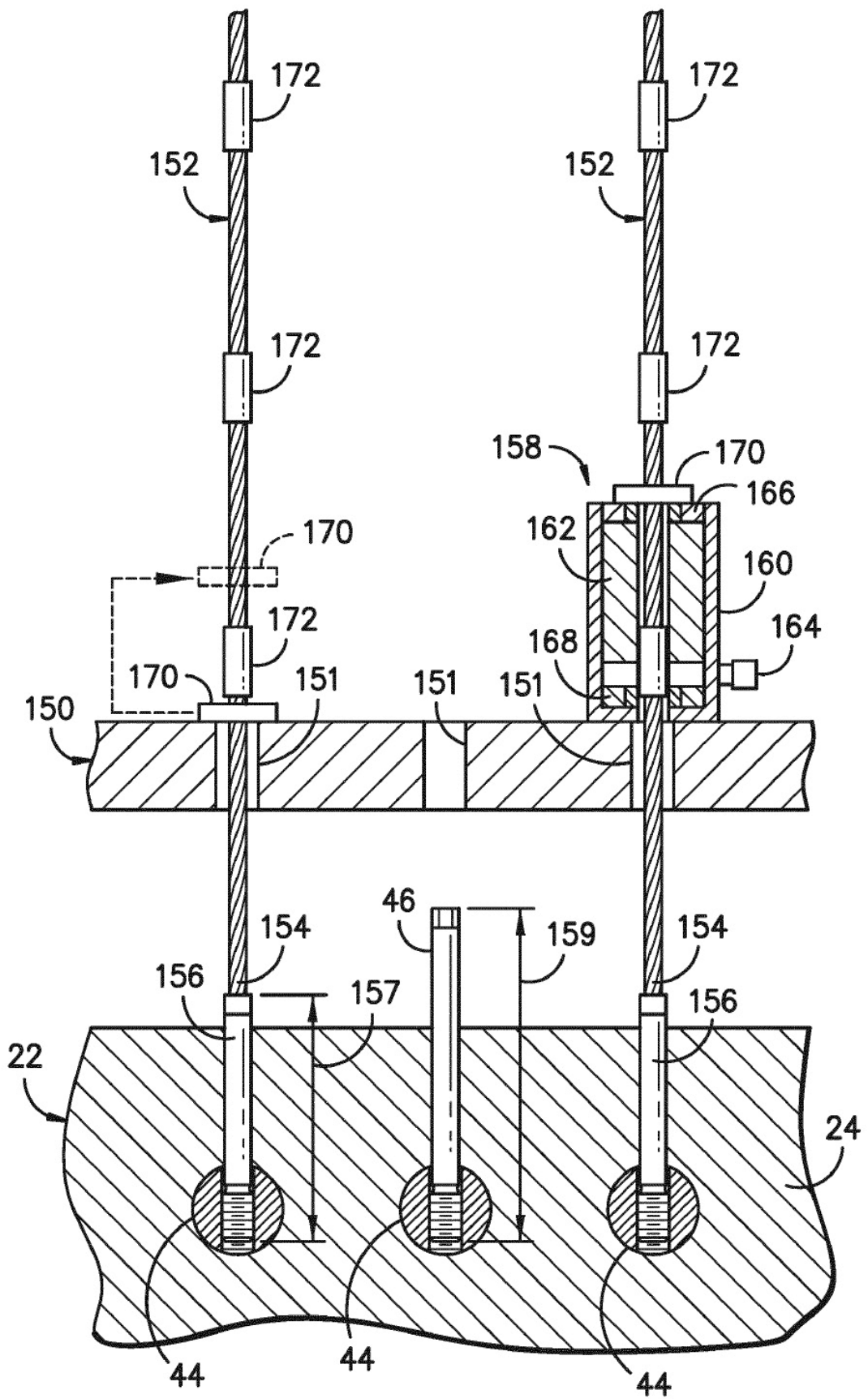


FIG. -7-



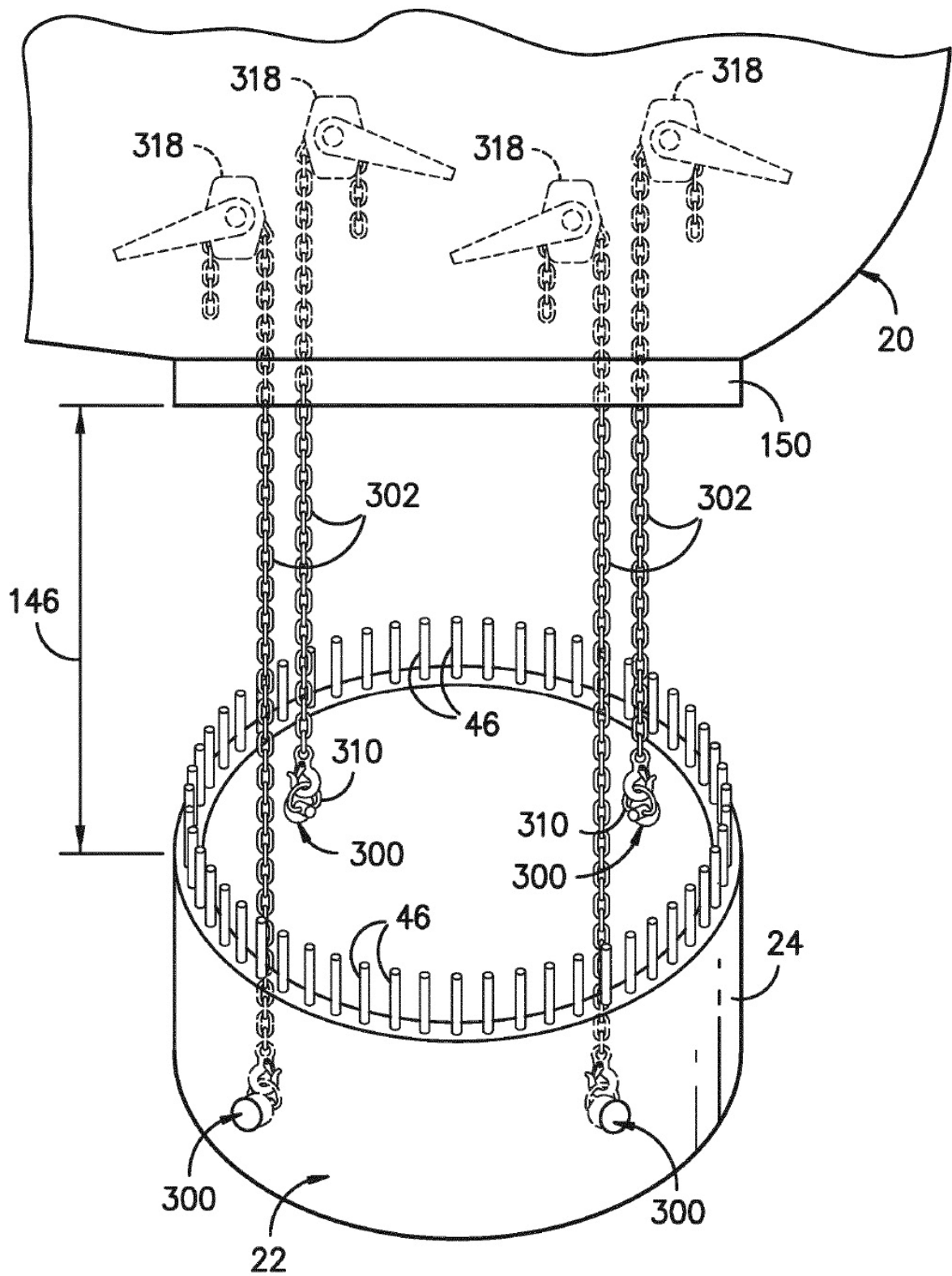


FIG. -9-

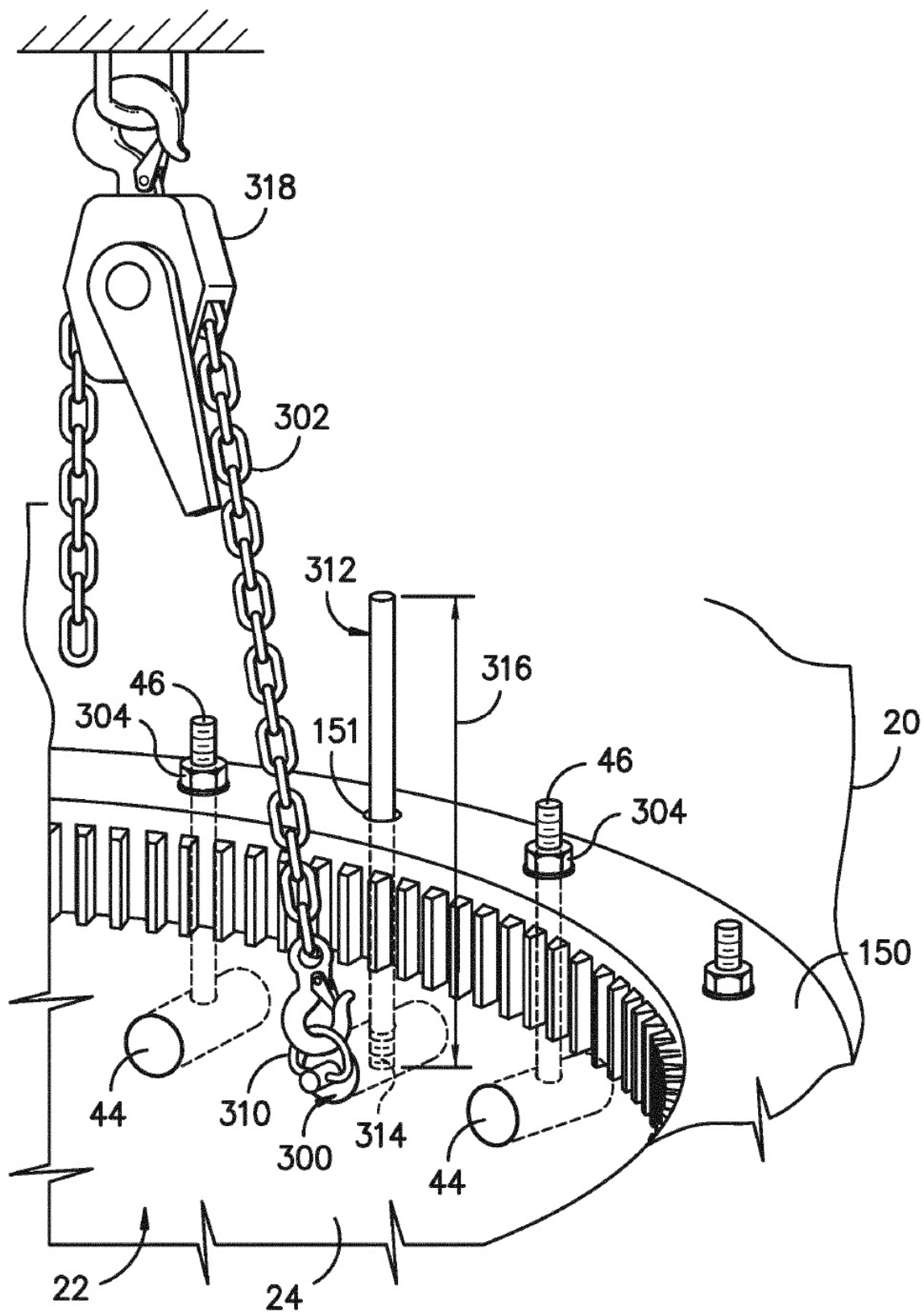


FIG. -10-

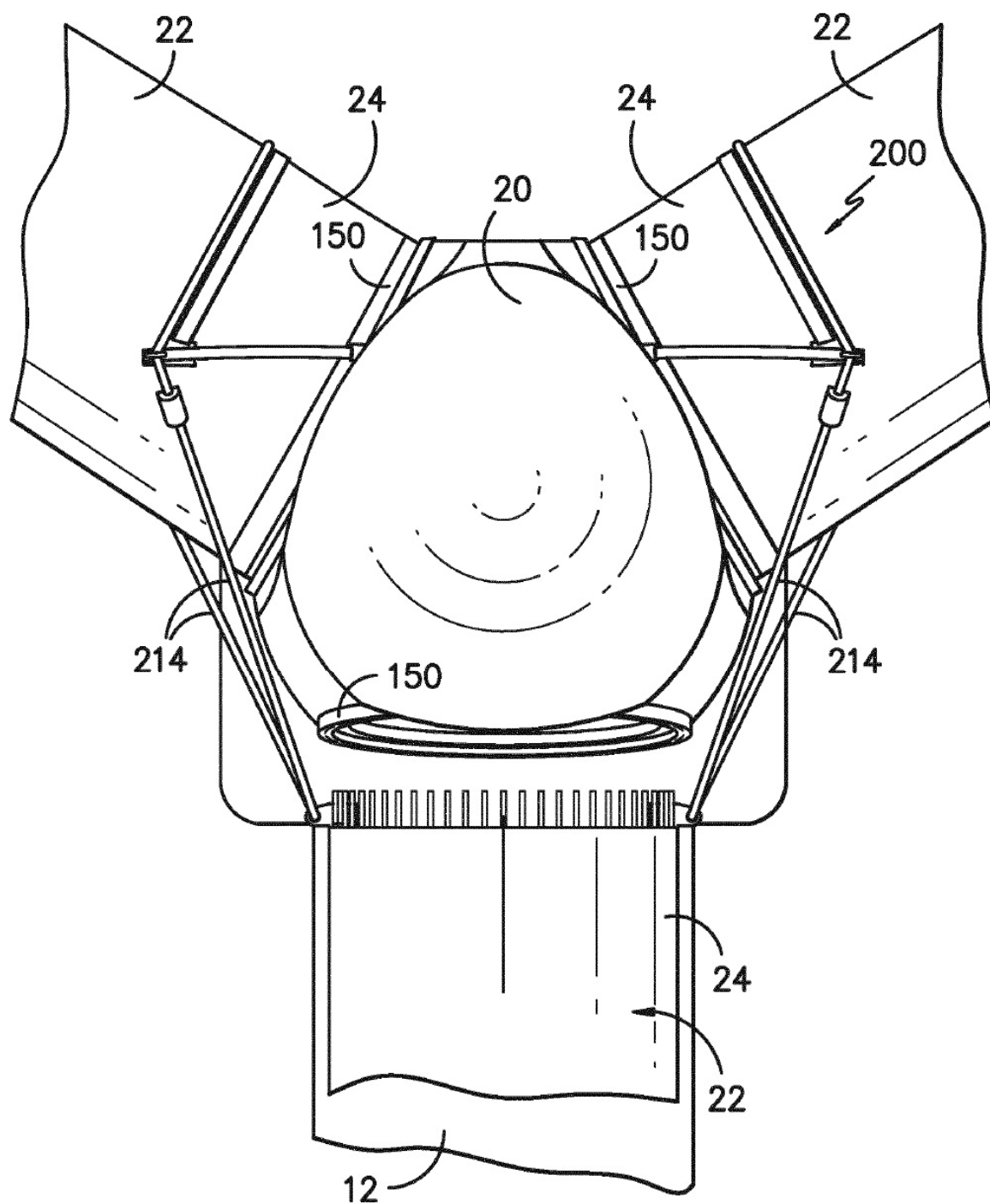


FIG. -11-

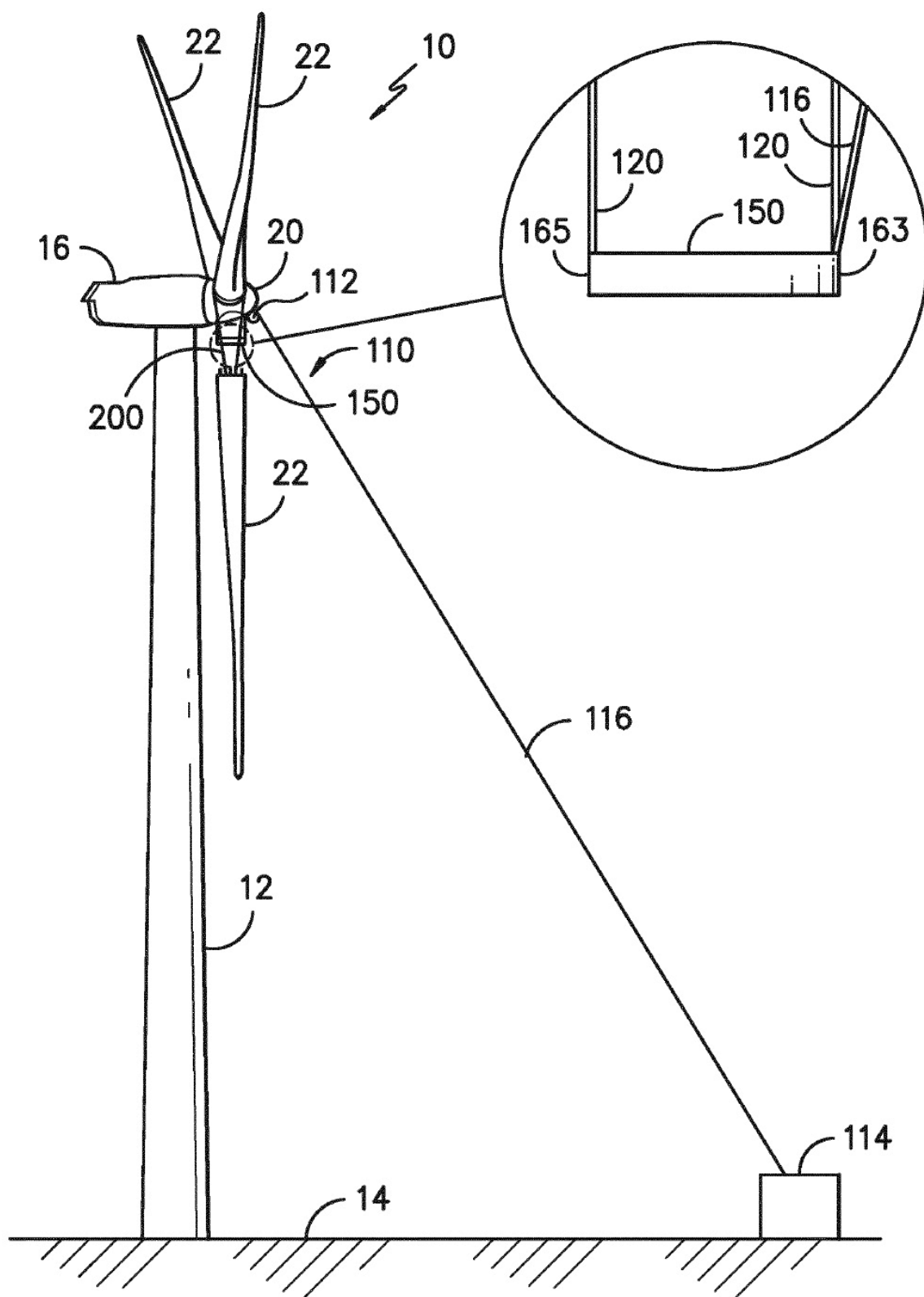


FIG. -12-

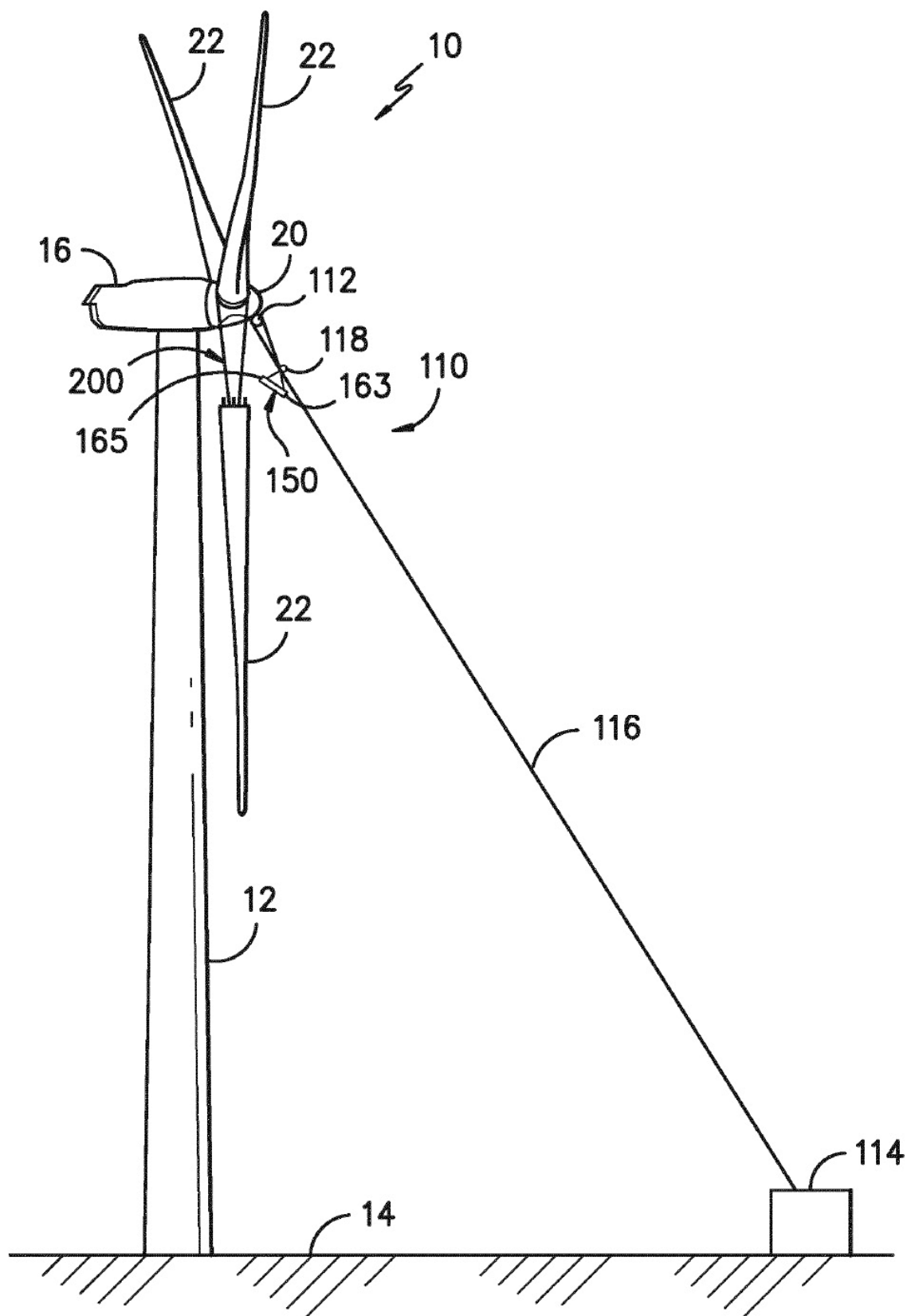


FIG. -13-

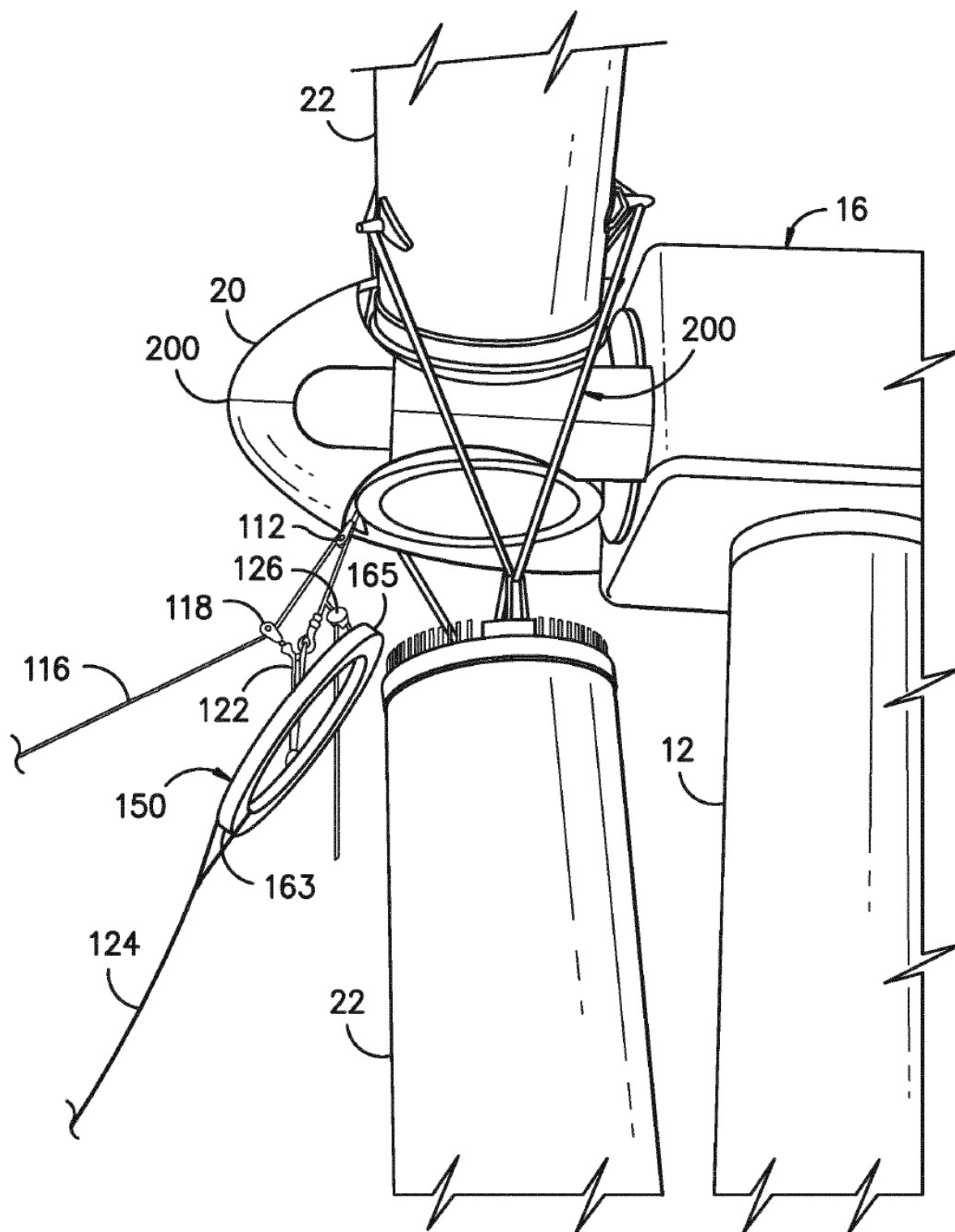


FIG. -14-

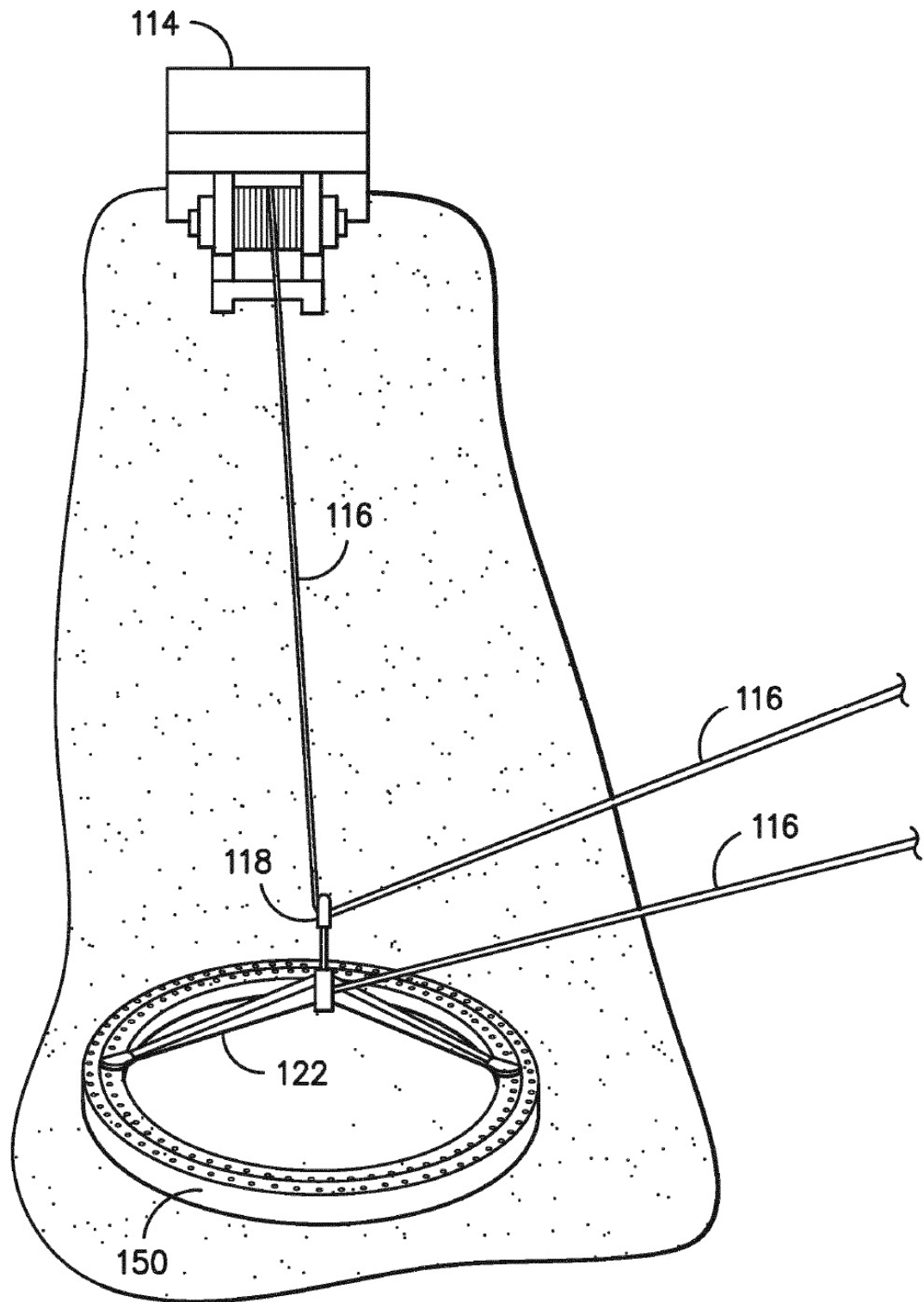


FIG. -15-

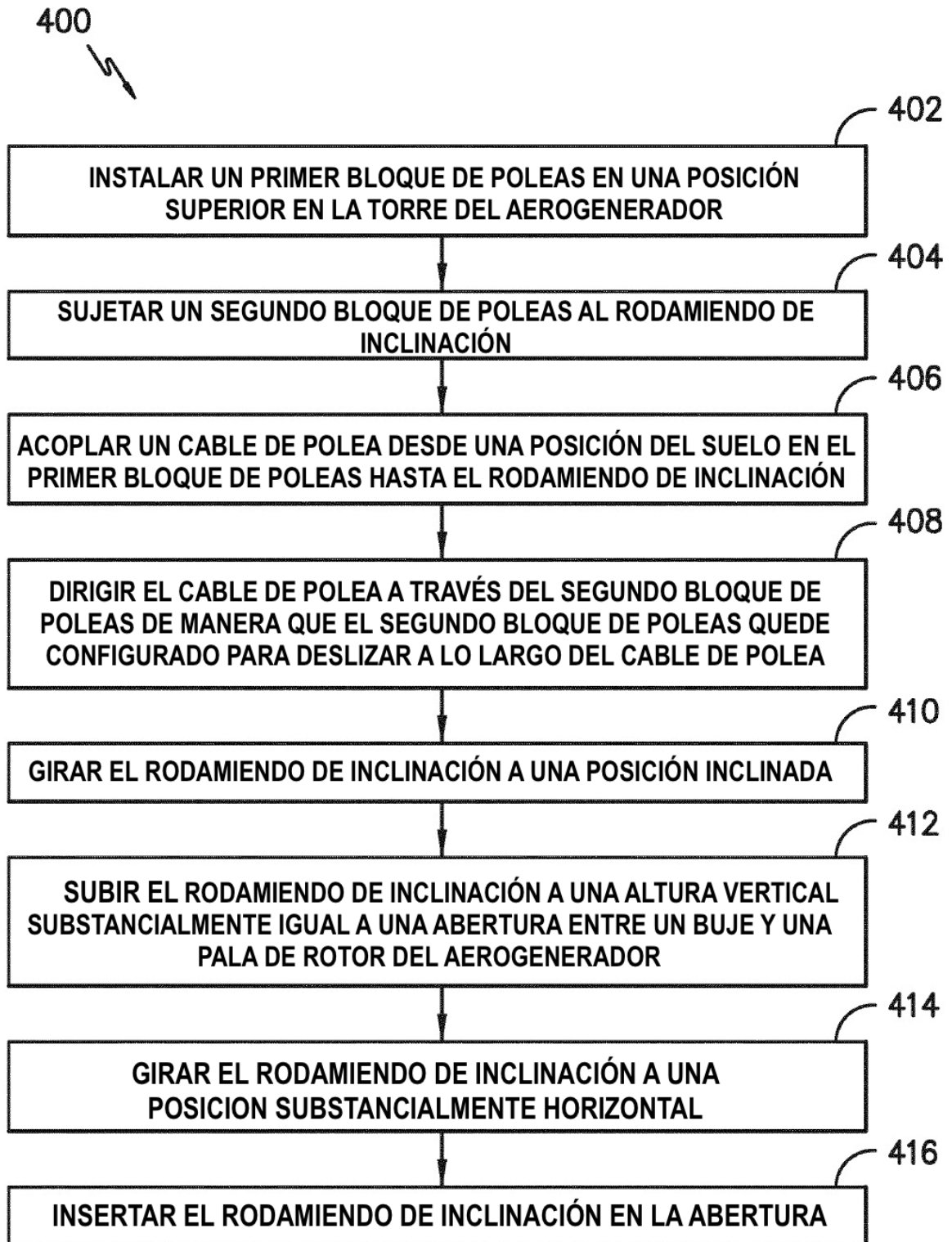


FIG. -16-

REFERENCIAS CITADAS EN LA DESCRIPCIÓN

5 *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.*

Documentos de patentes citados en la descripción

10 • US 20100135797 A1 [0001] • US 70640915 [0037]