

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 969 368**

51 Int. Cl.:

F03D 80/50 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **25.11.2020 PCT/DK2020/050334**

87 Fecha y número de publicación internacional: **24.06.2021 WO21121494**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **25.11.2020 E 20819620 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **03.01.2024 EP 4077933**

54 Título: **Herramienta para soportar elementos rotatorios internos de componentes de turbina eólica durante el mantenimiento y método de uso de la misma**

30 Prioridad:
16.12.2019 DK PA201970778

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
17.05.2024

73 Titular/es:
**VESTAS WIND SYSTEMS A/S (100.0%)
Hedeager 42
8200 Aarhus N, DK**

72 Inventor/es:
**KOFMAN, JORIS y
BUUS, THOMAS PAW**

74 Agente/Representante:
ARIAS SANZ, Juan

ES 2 969 368 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

Herramienta para soportar elementos rotatorios internos de componentes de turbina eólica durante el mantenimiento y método de uso de la misma

5

Campo técnico

La invención se refiere en general a turbinas eólicas, y más particularmente a una herramienta para soportar un elemento rotatorio interno de un componente de turbina eólica durante un proceso de reparación/reemplazo, y a un método de uso de la herramienta durante el proceso de reparación/reemplazo.

10

Antecedentes

Las turbinas eólicas se utilizan para producir energía eléctrica utilizando un recurso renovable y sin quemar un combustible fósil. Generalmente, una turbina eólica convierte la energía cinética del viento en energía eléctrica. Una instalación de turbina eólica convencional incluye una cimentación, una torre soportada por la cimentación, y una unidad de generación de energía posicionada en la parte superior de la torre. La unidad de generación de energía típicamente incluye una o más góndolas para alojar varios componentes mecánicos y eléctricos, tal como un generador, una caja de engranajes, y un cojinete principal, y la turbina eólica también incluye un rotor acoplado operativamente a los componentes en la góndola a través de un árbol principal que se extiende desde la góndola. Se conocen turbinas eólicas de único rotor y turbinas eólicas de múltiples rotores (que pueden tener múltiples góndolas), pero en aras de la eficiencia, la siguiente descripción se refiere principalmente a diseños de único rotor. El rotor, a su vez, incluye un buje central y una pluralidad de palas que se extienden radialmente desde el mismo y configuradas para interactuar con el viento para provocar la rotación del rotor. El rotor está soportado en el árbol principal, que está o bien directa o bien indirectamente acoplado operativamente con el generador que está alojado dentro de la góndola. Por consiguiente, a medida que el viento obliga a las palas a rotar, la energía eléctrica es producida por el generador. La energía eólica ha visto un crecimiento significativo en las últimas décadas, estando ubicadas muchas instalaciones de turbina eólica tanto en tierra como en alta mar.

15

20

25

30

35

40

45

Como se ha indicado anteriormente, la góndola aloja varios componentes de turbina eólica para convertir energía cinética del viento y las palas de rotor en energía eléctrica. Muchos de estos componentes incluyen un armazón estacionario o alojamiento exterior y uno o más elementos rotatorios dispuestos en el alojamiento. A modo de ejemplo, el soporte de cojinete principal, la caja de engranajes, y el generador incluyen un alojamiento exterior que tiene uno o más elementos rotatorios internos dispuestos en el mismo. Durante la vida útil de una turbina eólica, puede ser necesario o deseable proporcionar reparación y/o reemplazo (denominados colectivamente mantenimiento) a diversos componentes de turbina eólica en la góndola. Durante el mantenimiento de los componentes de turbina eólica, puede ser importante mantener la posición del elemento rotatorio con respecto al alojamiento exterior para mantener el eje de rotación del elemento rotatorio alineado con los componentes adyacentes. Por ejemplo, en mantenimiento de caja de engranajes, puede ser importante que los árboles asociados con una o más etapas de caja de engranajes permanezcan en su lugar durante el mantenimiento. Esto puede ser difícil debido al peso relativamente alto de los elementos rotatorios y la dificultad general de soportar adecuadamente elementos pesados cuando el eje de rotación está orientado horizontalmente (y, por lo tanto, bajo el efecto total de la gravedad). El documento EP1748182 A2 da a conocer un ejemplo conocido de un aparato para estabilizar un árbol en una posición esencialmente horizontal mientras un objeto de anclaje en un extremo del árbol se reemplaza durante un evento de mantenimiento.

50

Durante los procedimientos de mantenimiento, también puede ser importante que el elemento rotatorio permanezca rotatorio durante el proceso de mantenimiento. Esto puede ser necesario o desearse para que el elemento rotatorio u otros componentes relacionados se acoplen/desacoplen de los componentes adyacentes para efectuar el mantenimiento. A modo de ejemplo, el piñón solar de una etapa de caja de engranajes (por ejemplo, la segunda etapa de engranaje de una caja de engranajes) puede tener una configuración helicoidal de manera que se desengancha el piñón solar de un componente adyacente (por ejemplo, la primera etapa de caja de engranajes de la caja de engranajes), el piñón solar (y su elemento portador planetario asociado) necesita hacerse rotar para facilitar el desenganche.

55

Los métodos actuales para mantener la posición de un elemento rotatorio interno (por ejemplo, a lo largo de un eje de rotación) mientras que también permite la rotación del elemento rotatorio interno incluye típicamente retirar el componente de la góndola y luego orientar el componente de modo que el eje de rotación esté generalmente alineado con el campo gravitatorio (es decir, en una orientación generalmente vertical), evitando de ese modo el alto peso de los componentes antes de iniciar el proceso de mantenimiento. Debido al tamaño y al peso de los componentes de turbina eólica en la góndola, los métodos actuales requieren una grúa grande u otro dispositivo de elevación para retirar los componentes de la góndola y orientar adecuadamente los componentes en el suelo, la plataforma, la cubierta, etc. para llevar a cabo el proceso de mantenimiento de una manera que minimice la desalineación del eje de rotación. Un proceso de este tipo para reparar o reemplazar componentes de turbina eólica en la góndola es costoso y requiere mucho tiempo.

60

Por lo tanto, fabricantes de turbinas eólicas, los instaladores y operarios están buscando opciones mejoradas para

65

realizar el mantenimiento sobre componentes de turbina eólica ubicados en la góndola de una manera más eficiente en el tiempo y rentable. Más particularmente, existe la necesidad de herramientas y métodos que proporcionen un proceso de mantenimiento *in situ* para que componentes de turbina eólica en la góndola mantengan la posición de un elemento rotatorio interno con respecto a un alojamiento exterior, y permitir movimientos de rotación del elemento rotatorio dentro del alojamiento exterior durante el proceso de mantenimiento.

Sumario

Se da a conocer una herramienta de elevación para un componente de turbina eólica que tiene un alojamiento exterior y un elemento rotatorio interno dispuesto en el alojamiento exterior y que puede rotar alrededor de un eje de rotación. La herramienta de elevación incluye un pasador de soporte que tiene un extremo proximal y un extremo distal que incluye un cojinete. El pasador de soporte está configurado para poder moverse selectivamente con respecto al alojamiento exterior. El cojinete del pasador de soporte interior está configurado para entrar en contacto con el elemento rotatorio interno para soportar el elemento rotatorio interno con respecto al alojamiento exterior, y para permitir que el elemento rotatorio interno rote dentro del alojamiento exterior mientras que está soportado por la herramienta de elevación.

En una realización, la herramienta de elevación incluye un casquillo exterior que tiene un conducto que se extiende a través del casquillo exterior y configurado para recibir el pasador de soporte en el mismo. El casquillo exterior está configurado para acoplarse al alojamiento exterior. En una realización a modo de ejemplo, el casquillo exterior incluye un anillo en un extremo proximal del casquillo exterior y un árbol que se extiende en sentido contrario del anillo y que define un extremo distal del casquillo exterior. El casquillo exterior incluye roscas externas para el acoplamiento de manera roscada al alojamiento exterior del componente de turbina eólica, tal como en un orificio en el alojamiento exterior. Por ejemplo, las roscas externas pueden extenderse a lo largo de al menos una porción de la longitud del árbol del pasador de soporte interior.

En una realización, el conducto del casquillo exterior incluye roscas internas y el pasador de soporte incluye roscas externas para el acoplamiento de manera roscada del pasador de soporte al casquillo exterior. Por lo tanto, el pasador de soporte puede moverse axialmente independientemente con respecto al casquillo exterior. En una realización del presente documento, puede estar presente una diferencia de paso entre las roscas externas y las roscas internas del casquillo exterior. Esto facilitará un movimiento axial entre el pasador de soporte y el alojamiento exterior sin crear también un movimiento de rotación entre los mismos. En una realización alternativa, el pasador de soporte puede flotar de manera rotatoria dentro del casquillo exterior, pero no puede moverse axialmente con respecto al casquillo exterior. El extremo proximal del pasador de soporte puede incluir una interfaz de herramienta para acoplarse a una herramienta configurada para hacer rotar el pasador de soporte. En una realización adicional, el pasador de soporte puede incluir un actuador hidráulico que tiene un brazo selectivamente extensible y retráctil. El cojinete puede colocarse en el extremo distal del brazo para entrar en contacto con el elemento rotatorio interno. El actuador hidráulico puede estar acoplado a un puntal de soporte en el alojamiento exterior.

El cojinete en el extremo distal del pasador de soporte puede incluir un elemento de rodillo que facilita la rotación del elemento rotatorio interno con respecto a la herramienta de elevación. Por ejemplo, en una realización, el elemento de rodillo puede incluir un rodillo cilíndrico, tal como una rueda, capaz de rotar con respecto a un eje de rotación. En una realización alternativa, el cojinete puede incluir una bola esférica que es capaz de rotar en cualquier dirección. En una realización adicional, el cojinete puede incluir un rodillo esférico capaz de rotar en relación con un eje de rotación y capaz de adaptarse a diversas desalineaciones en el sistema.

En una realización adicional, un sistema incluye un componente de turbina eólica que tiene un alojamiento exterior y un elemento rotatorio interno dispuesto en el alojamiento exterior y que puede rotar alrededor de un eje de rotación. El alojamiento exterior incluye al menos dos orificios configurados para proporcionar acceso a un interior del alojamiento exterior adyacente al elemento rotatorio interno. El sistema incluye además un sistema de elevación que incluye al menos dos herramientas de elevación. Cada herramienta de elevación se fija al alojamiento exterior del componente de turbina eólica y puede moverse selectivamente para engancharse con el elemento de rotación interno en el alojamiento exterior. El cojinete del pasador de soporte de las al menos dos herramientas de elevación entra en contacto con el elemento rotatorio interno para soportar el elemento rotatorio interno con respecto al alojamiento exterior, y para permitir que el elemento rotatorio interno rote dentro del alojamiento exterior mientras que está soportado por las al menos dos herramientas de elevación.

Los al menos dos orificios pueden estar dispuestos en el alojamiento exterior de manera que las al menos dos herramientas de elevación soportan el elemento rotatorio interno a lo largo de una porción inferior de las mismas para soportar el peso del elemento rotatorio interno. Adicionalmente, para elementos rotatorios internos alargados, los al menos dos orificios y las al menos dos herramientas de elevación pueden estar dispuestos en un primer grupo de orificios y herramientas de elevación en una primera posición longitudinal en el elemento rotatorio interno y un segundo grupo de orificios y herramientas de elevación en una segunda posición longitudinal en el elemento rotatorio interno. Cada uno de los grupos primero y segundo de orificios/herramientas de elevación generalmente puede colocarse en un plano (por ejemplo, perpendicular con respecto al eje longitudinal del elemento rotatorio interno).

En una realización, el componente de turbina eólica usado en combinación con el sistema de elevación incluye un soporte de cojinete principal. En otra realización, el componente de turbina eólica usado en combinación con el sistema de elevación incluye una caja de engranajes o una porción de una caja de engranajes, tal como una etapa de caja de engranajes. En una realización adicional, el componente de turbina eólica usado en combinación con el sistema de elevación incluye un generador. Cada uno de estos está dispuesto dentro de la góndola de la turbina eólica y el sistema de elevación está configurado para usarse con los componentes de turbina eólica mientras permanece dentro de la góndola.

También se da a conocer un método para realizar mantenimiento sobre un componente de turbina eólica. El componente de turbina eólica incluye un alojamiento exterior y un elemento rotatorio interno dispuesto en el alojamiento exterior y que puede rotar alrededor de un eje de rotación. El método incluye proporcionar al menos dos herramientas de elevación, incluyendo cada herramienta de elevación un pasador de soporte configurado para ser móvil selectivamente con respecto al alojamiento exterior, y teniendo el pasador de soporte un extremo proximal y un extremo distal que incluye un cojinete; fijar las al menos dos herramientas de elevación adyacentes a los orificios respectivos en el alojamiento exterior del componente de turbina eólica; y mover el pasador de soporte de cada herramienta de elevación de modo que el cojinete se engancha contra el elemento rotatorio interno dispuesto dentro del alojamiento exterior del componente de turbina eólica. Las al menos dos herramientas de elevación soportan la posición del elemento rotatorio interno con respecto al alojamiento exterior para mantener la posición del eje de rotación durante el mantenimiento.

En una realización, fijar las al menos dos herramientas de elevación incluye además conectar de manera roscada cada herramienta de elevación a los respectivos orificios en el alojamiento exterior. Por ejemplo, las al menos dos herramientas de elevación pueden incluir además un casquillo exterior configurado para recibir el pasador de soporte, en donde fijar las al menos dos herramientas de elevación incluye además conectar de manera roscada el casquillo exterior de cada herramienta de elevación a los respectivos orificios en el alojamiento exterior. Adicionalmente, el pasador de soporte interior puede estar conectado de manera roscada al casquillo exterior y mover el pasador de soporte de cada herramienta de elevación puede incluir además hacer rotar el pasador de soporte de cada herramienta de elevación para que el cojinete se enganche contra el elemento rotatorio interno. En una realización, el pasador de soporte puede flotar de manera rotatoria dentro del casquillo exterior y en el que mover el pasador de soporte de cada herramienta de elevación puede incluir además hacer rotar el casquillo exterior de cada herramienta de elevación de modo que el cojinete se enganche contra el elemento rotatorio interno.

En una realización, fijar las al menos dos herramientas de elevación puede incluir además conectar cada herramienta de elevación a un puntal de soporte respectivo en el alojamiento exterior. Adicionalmente, mover el pasador de soporte de cada herramienta de elevación puede incluir además accionar un actuador hidráulico de modo que el cojinete se enganche contra el elemento rotatorio interno.

Según un aspecto particular de la invención, el método puede incluir además hacer rotar el elemento rotatorio interno mientras que está soportado por las al menos dos herramientas de elevación. Esto se puede lograr a través del cojinete en el extremo distal de las herramientas de elevación. En una realización, el cojinete incluye un rodillo, tal como un rodillo cilíndrico o esférico, que puede rotar alrededor de un eje de rotación, y el método puede incluir además orientar el cojinete con respecto al elemento rotatorio interno de modo que el eje de rotación del rodillo sea generalmente paralelo al eje de rotación del elemento rotatorio interno. Con el fin de proporcionar la orientación deseada del cojinete con respecto al elemento rotatorio interno, el método puede incluir además ajustar radialmente la posición de las al menos dos herramientas de elevación con respecto al alojamiento exterior para orientar el cojinete con respecto al elemento rotatorio interno. Por ejemplo, ajustar la posición radial de las al menos dos herramientas de elevación con respecto al alojamiento exterior puede incluir ajustar la posición del casquillo exterior con respecto al orificio respectivo.

Breve descripción de los dibujos

Los dibujos adjuntos, que se incorporan en y constituyen una parte de esta memoria descriptiva, ilustran una o más realizaciones de la invención y, junto con una descripción general de la invención dada anteriormente, y la descripción detallada dada a continuación, sirven para explicar la invención.

La figura 1 es una vista en perspectiva de una turbina eólica de eje horizontal;

la figura 2 es una vista en perspectiva parcial ampliada de la turbina eólica de la figura 1 que ilustra componentes de turbina eólica en la góndola;

la figura 3 es una vista esquemática en sección transversal del soporte de cojinete principal ilustrado en la figura 2;

la figura 4 es una vista esquemática en sección transversal de la caja de engranajes ilustrada en la figura 2;

la figura 5 es una vista esquemática en sección transversal del generador ilustrado en la figura 2;

la figura 6 es una vista en sección transversal de un componente de turbina eólica generalizado que tiene un

alojamiento exterior y un elemento rotatorio interno dispuesto dentro del alojamiento exterior;

la figura 7 es una vista en perspectiva de una herramienta de elevación según una realización de la presente invención;

5 la figura 8 es una vista en perspectiva desensamblada de la herramienta de elevación ilustrada en la figura 7;

la figura 9 es una vista en alzado lateral de la herramienta de elevación ilustrada en la figura 7;

10 la figura 10 es otra vista en alzado lateral de la herramienta de elevación ilustrada en la figura 7;

la figura 11 es una vista en sección transversal parcial ampliada que demuestra el uso de la herramienta de elevación para soportar el elemento rotatorio interno con respecto al alojamiento exterior;

15 la figura 12 es otra vista en sección transversal parcial ampliada que demuestra el uso de la herramienta de elevación para soportar el elemento rotatorio interno con respecto al alojamiento exterior;

la figura 13 es una ilustración parcial de un pasador de soporte de una herramienta de elevación según otra realización de la presente invención;

20 la figura 14 es una ilustración parcial de un pasador de soporte de una herramienta de elevación según otra realización de la presente invención;

la figura 15 es una vista en sección transversal de una herramienta de elevación según otra realización de la presente invención; y

25 la figura 16 es una vista en sección transversal de una herramienta de elevación según otra realización de la presente invención.

Descripción detallada

30 Con referencia a las figuras 1 y 2, una turbina eólica 10 incluye una torre 12, una góndola 14 dispuesta en el ápice de la torre 12, y un rotor 16 acoplado operativamente a un generador 18 a través de una caja de engranajes 20 alojada dentro de la góndola 14. Además del generador 18 y la caja de engranajes 20, la góndola 14 puede alojar diversos componentes necesarios para convertir la energía eólica en energía eléctrica y para hacer funcionar y optimizar el rendimiento de la turbina eólica 10. La torre 12 soporta la carga presentada por la góndola 14, el rotor 16, y otros componentes de turbina eólica alojados dentro de la góndola 14 y se hace funcionar para elevar la góndola 14 y el rotor 16 a una altura por encima del nivel del suelo o del nivel del mar, como puede ser el caso, en el que normalmente se encuentran corrientes de aire que tienen menor turbulencia y mayor velocidad.

40 El rotor 16 puede incluir un buje central 22 y una pluralidad de palas 24 unidas al buje central 22 en ubicaciones distribuidas alrededor de la circunferencia del buje central 22. En la realización representativa, el rotor 16 incluye tres palas 24, sin embargo, el número puede variar. Las palas 24, que sobresalen radialmente hacia fuera desde el buje central 22, están configuradas para interactuar con las corrientes de aire que pasan para producir fuerzas de rotación que hacen que el buje central 22 rote alrededor de su eje longitudinal. El diseño, la construcción, y el funcionamiento de las palas 24 es familiar para un experto en la técnica del diseño de turbinas eólicas y pueden incluir aspectos funcionales adicionales para optimizar el rendimiento. Por ejemplo, el control del ángulo de paso de las palas 24 puede implementarse mediante un mecanismo de control de paso (no mostrado) que responde a la velocidad del viento para optimizar la producción de energía en condiciones de viento bajo, y para poner en posición de bandera las palas si la velocidad del viento excede las limitaciones de diseño.

50 El rotor 16 puede estar acoplado a la caja de engranajes 20 directamente o, como se muestra, indirectamente a través de un árbol principal 26 que se extiende entre el buje 22 y la caja de engranajes 20. El árbol principal 26 rota con el rotor 16 y está soportado dentro de la góndola 14 por un soporte de cojinete principal 28 que soporta el peso del rotor 16 y transfiere las cargas sobre el rotor 16 a la torre 12. La caja de engranajes transfiere la rotación del rotor 16 a través de un acoplamiento al generador 18.

55 El viento que excede un nivel mínimo puede activar el rotor 16, haciendo que el rotor 16 rote en una dirección sustancialmente perpendicular con respecto al viento, aplicar par de fuerzas al árbol de entrada del generador 18. La energía eléctrica producida por el generador 18 puede suministrarse a una red eléctrica (no mostrada) o a un sistema de almacenamiento de energía (no mostrado) para su posterior liberación a la red como lo entiende un experto en la técnica. De esta manera, la energía cinética del viento puede ser aprovechada por la turbina eólica 10 para la generación de energía.

60 Como se discutió anteriormente, un número de componentes de turbina eólica en la góndola 14 están sometidos a desgaste, rotura y otros eventos que pueden provocar procesos de mantenimiento para reparar o reemplazar partes de los componentes de turbina eólica, o para mejorar de otro modo el funcionamiento de los componentes de turbina

eólica. A modo de ejemplo y sin limitación, procesos de mantenimiento sobre el soporte de cojinete principal 28, la caja de engranajes 20, y el generador 18 pueden ser necesarios durante la vida útil de la turbina eólica 10. Estos componentes de turbina eólica pueden caracterizarse generalmente por tener un alojamiento exterior y un elemento interno dispuesto dentro del alojamiento exterior y configurado para rotar con respecto al alojamiento exterior durante el uso de la turbina eólica en el transcurso normal. En una realización a modo de ejemplo, el alojamiento exterior puede configurarse para ser sustancialmente estacionario y el elemento rotatorio interno puede configurarse para rotar alrededor de un eje de rotación dentro de y en relación con el alojamiento exterior estacionario. Por ejemplo, y como se ilustra esquemáticamente en la figura 3, en el caso del soporte de cojinete principal 28, un alojamiento de cojinete principal 36 está fijado al suelo de la góndola 14 y está configurado para recibir el árbol principal 26 a través del alojamiento de cojinete principal 36. El árbol principal 26 está acoplado al rotor 16 y está configurado para rotar dentro de y con respecto al alojamiento de cojinete principal 36 alrededor del eje de rotación 38. La figura 4 ilustra esquemáticamente una caja de engranajes que tiene una etapa de caja de engranajes 40. La etapa de caja de engranajes 40 incluye un alojamiento de caja de engranajes 42 y un elemento portador planetario 44 dispuesto dentro del alojamiento de caja de engranajes 42. El elemento portador planetario 44 está configurado para rotar con respecto al alojamiento de caja de engranajes 42 alrededor del eje de rotación 46. Además, la figura 5 ilustra esquemáticamente un generador 18 que incluye un alojamiento de generador 50 y un estator 52 y un rotor 54 posicionados dentro del alojamiento de generador 50 para generar energía eléctrica. El estator 52 incluye típicamente bobinas y generalmente está fijo con respecto al alojamiento 50 para ser sustancialmente estacionario. El rotor 54, por otro lado, típicamente incluye elementos magnéticos y es rotatorio dentro del alojamiento 50 y en relación con el estator 52 (y, por lo tanto, el alojamiento de generador 50) alrededor de un eje de rotación 56.

La figura 6 ilustra un componente de turbina eólica generalizado esquemático 60 que tiene un alojamiento exterior 62 y un elemento rotatorio interno 64 configurado para rotar con respecto al alojamiento exterior 62 y alrededor de un eje de rotación 66. Debe reconocerse que el componente de turbina eólica 60 puede representar el soporte de cojinete principal 28, la caja de engranajes 20 (o etapas de la caja de engranajes 20), el generador 18, u otros componentes de turbina eólica que tienen las características generales descritas anteriormente. Como se discutió anteriormente, durante un proceso de mantenimiento, puede ser importante soportar el elemento rotatorio interno 64 con respecto al alojamiento exterior 62 para mantener la posición del eje de rotación 66. Permitir movimientos relativos entre el elemento rotatorio interno 64 y el alojamiento exterior 62 durante el proceso de mantenimiento puede afectar negativamente a la capacidad de un técnico para reensamblar el componente de turbina eólica para un funcionamiento óptimo del componente. Además, en algunos casos del proceso de mantenimiento, puede ser deseable o necesario hacer rotar el elemento rotatorio interno 64 con respecto al alojamiento exterior 62 a medida que el elemento rotatorio interno 64 está soportándose dentro del alojamiento exterior 62.

Para lograr estos y otros objetivos, y como se ilustra en las figuras 3-6, se puede proporcionar una pluralidad de herramientas de elevación 70, en donde cada herramienta de elevación 70 está configurada para soportar el elemento rotatorio interno 64 dentro del alojamiento exterior 62 y para permitir que el elemento rotatorio interno 64 rote con respecto al alojamiento exterior 62 alrededor del eje de rotación 66. Como se ilustra en las figuras 7-12, en una realización a modo de ejemplo, la herramienta de elevación 70 incluye un casquillo exterior 72 y un pasador de soporte interior 74 acoplado de manera móvil al casquillo exterior 72. En una realización, el casquillo exterior 72 incluye un cuerpo alargado generalmente en forma de T 76 que tiene un anillo 78 en un extremo proximal 80, un árbol 82 que se extiende en sentido contrario del anillo 78 y termina en un extremo distal 84, y un conducto central 86 que se extiende a través del anillo 78 y el árbol 82 desde el extremo proximal 80 hasta el extremo distal 84. El anillo 78 y el árbol 82 son cada uno generalmente cilíndricos, teniendo el anillo 78 un diámetro mayor que un diámetro del árbol 82 para definir una cara proximal 88, una cara distal 90, y una pared lateral exterior 92 que se extiende entre las mismas. En una realización a modo de ejemplo, el diámetro exterior del árbol 82 puede ser sustancialmente constante a lo largo de la longitud del árbol 82. Adicionalmente, el diámetro interior del conducto 86 también puede ser sustancialmente constante a lo largo de la longitud del casquillo exterior 72.

En una realización a modo de ejemplo, y por razones discutidas con más detalle a continuación, el casquillo exterior 72 puede configurarse para estar tanto roscado internamente como roscado externamente. Más particularmente, al menos una porción de la superficie exterior 94 del árbol 82 puede incluir roscas externas 96. En una realización, las roscas externas 96 pueden extenderse a lo largo de toda la longitud del árbol 82 desde la cara distal 90 del anillo 78 hasta el extremo distal 84. En una realización alternativa, solo una porción de la longitud del árbol 82 (por ejemplo, entre aproximadamente el 30 % y aproximadamente el 70 %) puede incluir las roscas externas 96, tal como una porción más adyacente al anillo 78. De manera similar, al menos una porción del conducto 86 puede incluir roscas internas 98. Más particularmente, en una realización, las roscas internas 98 pueden extenderse a lo largo de toda la longitud del conducto 86 desde el extremo proximal 80 hasta el extremo distal 84. En una realización alternativa, solo una porción de la longitud del conducto (por ejemplo, entre aproximadamente el 30 % y aproximadamente el 70 %) puede incluir las roscas internas 98, tal como una porción más adyacente al anillo 78. En una realización, las roscas internas 98 pueden configurarse de manera diferente a las roscas externas 96. A modo de ejemplo, el paso de las roscas internas 98 puede ser diferente (por ejemplo, más pequeño) que el paso de las roscas externas 96. Tal diferencia de paso facilitará un movimiento axial entre elementos acoplados a las roscas externas 96 y las roscas internas 98, respectivamente, sin crear también un movimiento de rotación entre los mismos. Otras diferencias en las roscas 96, 98 también pueden existir. El casquillo exterior 72 puede estar hecho de un metal adecuado, tal como acero. Sin embargo, también pueden ser posibles otros materiales.

En una realización a modo de ejemplo, el pasador de soporte interior 74 incluye un cuerpo alargado generalmente cilíndrico 104 que tiene una interfaz de herramienta 106 en un extremo proximal 108, una porción de árbol intermedia 110, y un cojinete 112 en un extremo distal 114. La interfaz de herramienta 106 está configurada para engancharse con una herramienta (no mostrada), tal como un accionador, llave inglesa, etc., para hacer rotar el pasador de soporte interior 74 alrededor de su eje central. En una realización, la interfaz de herramienta 106 puede incluir un par de protuberancias elevadas 116 separadas por un espacio de separación central 118. Además, el par de protuberancias 116 puede formar una cabeza hexagonal u otra cabeza de forma irregular para coincidir con una herramienta adecuada (por ejemplo, llave inglesa, llave de vaso, etc.). Debe entenderse, sin embargo, que la interfaz de herramienta 106 no se limita a la descrita anteriormente, sino que puede adoptar otras formas adecuadas que faciliten el giro del pasador de soporte interior 74 alrededor de su eje central. La parte de árbol intermedio 110 puede tener un tamaño ligeramente mayor que la interfaz de herramienta 106 para definir una cara proximal 120. En una realización a modo de ejemplo, el diámetro exterior de la porción de árbol intermedia 110 puede ser sustancialmente constante a lo largo de la longitud de la porción de árbol 110.

Como se discutirá con más detalle a continuación, el cojinete 112 en el extremo distal 114 del pasador de soporte interior 74 está configurado para enganchar y soportar el peso del elemento rotatorio interno 64 pero permite que el elemento rotatorio interno se mueva con relación al pasador de soporte interior 74. A este respecto, el cojinete 112 en el extremo distal 114 del pasador de soporte interior 74 está configurado para incluir un elemento de rodillo de algún tipo que facilita el movimiento relativo entre el pasador de soporte interior 74 y el elemento rotatorio interno 64. En una realización a modo de ejemplo, el elemento de rodillo puede incluir una rueda (por ejemplo, un rodillo cilíndrico). Más particularmente y como se ilustra en las figuras 7-12, en una realización, el cojinete 112 incluye un par de orejetas separadas 122 que definen un canal 124 entre las mismas. Una rueda 126 está dispuesta en el canal 124 y acoplada a las orejetas 122 a través de un eje 128 en el que la rueda 126 está configurada para rotar y que define un eje de rotación 130 alrededor del cual rota la rueda 126. La rueda 126 sobresale distalmente más allá del extremo de las orejetas 122 de manera que la rueda 126 constituye la parte más distal del pasador de soporte interior 74. De esta manera, la rueda 126 es la porción del pasador de soporte interior 74 que se engancha con el elemento rotatorio interno 64 durante el uso de la herramienta de elevación 70. La rueda 126 puede estar hecha de un metal adecuado, tal como acero. Sin embargo, también pueden ser posibles otros materiales incluyendo diversos materiales compuestos.

En una realización a modo de ejemplo, el pasador de soporte interior 74 está configurado para estar roscado externamente. Más particularmente, al menos una porción de la superficie exterior 132 de la porción de árbol intermedia 110 puede incluir roscas externas 134. En una realización, las roscas externas 134 pueden extenderse a lo largo de toda la longitud de la porción de árbol intermedia 110. En una realización alternativa, solo una porción de la longitud de la porción de árbol intermedia 110 (por ejemplo, entre aproximadamente el 30 % y aproximadamente el 70 %) puede incluir las roscas externas 134, tal como una porción más adyacente al extremo proximal 108 del pasador de soporte interior 74. Las roscas externas 134 están configuradas para coincidir con las roscas internas 98 del casquillo exterior 72, y, por lo tanto, tienen características de rosca similares. El pasador de soporte interior 74 puede estar hecho de un metal adecuado, tal como acero. Sin embargo, también pueden ser posibles otros materiales.

El uso de la herramienta de elevación 70 en el componente de turbina eólica 60 se describirá ahora en referencia a las figuras 11 y 12. En primer lugar, el pasador de soporte interior 74 puede insertarse en el conducto 86 del casquillo exterior 72 en alguna cantidad inicial. Por ejemplo, el casquillo exterior 72 puede mantenerse estacionario mientras el pasador de soporte interior 74 se hace rotar para enganchar las roscas externas 134 en el pasador de soporte 74 y las roscas internas 98 del conducto 86 en el casquillo exterior 72. Una vez que el pasador de soporte interior 74 y el casquillo exterior 72 se acoplan inicialmente entre sí, la herramienta de elevación 70 puede acoplarse al alojamiento exterior 62 del componente de turbina eólica 60. A este respecto, en una realización a modo de ejemplo, el alojamiento exterior 62 incluye una pluralidad de orificios 138 (por ejemplo, al menos dos orificios) en el alojamiento exterior 62 que proporcionan acceso al interior 140 del alojamiento exterior 62 adyacente a donde generalmente está dispuesto el elemento rotatorio interno 64. Los orificios 138 están roscados con roscas internas 142 y normalmente están cerrados por un tapón roscado (no mostrado) cuando la herramienta de elevación 70 no está en uso. Las roscas internas 142 están configuradas para coincidir con las roscas externas 96 del casquillo exterior 72, y, por lo tanto, tienen características de rosca similares. Cuando se desea un proceso de mantenimiento para el componente de turbina eólica 60 en el que se va a usar la herramienta de elevación 70, los tapones roscados pueden retirarse para proporcionar un orificio abierto 138 que está configurado para recibir una herramienta de elevación 70 en el mismo.

A este respecto, la herramienta de elevación 70 ensamblada (es decir, el casquillo exterior 72 y el pasador de soporte interior 74 acoplados) puede insertarse en el orificio 138 hasta que las roscas externas 96 del casquillo exterior 72 se enganchan a las roscas internas 142 del orificio 138. En este punto, el casquillo exterior 72 (y el pasador de soporte 74 ensamblado) puede hacerse rotar de tal manera que el casquillo exterior 72 esté firmemente fijado dentro del orificio 138. En una realización, por ejemplo, el casquillo exterior 72 puede hacerse rotar con respecto al orificio 138 hasta que el anillo 78 se enganche con una superficie exterior 144 del alojamiento exterior 62, punto en el cual el casquillo 72 no puede hacerse rotar más. En una realización alternativa, sin embargo, el casquillo 72 puede hacerse rotar con respecto al orificio 138 hasta que el anillo 78 sea adyacente, pero ligeramente esté separado de, la superficie exterior 144 del alojamiento exterior 62.

Aunque en lo anterior, el pasador de soporte interior 74 se acopló al casquillo exterior 72 cuando el casquillo exterior 72 se insertó en el orificio 138 del alojamiento exterior 62, la invención no está limitada de ese modo. En una realización alternativa, por ejemplo, el casquillo exterior 72 puede fijarse dentro del orificio 138 del alojamiento exterior 62 sin que el pasador de soporte interior 74 se disponga en el mismo. En esta realización, después de fijar el casquillo exterior 72 dentro del orificio 138 del alojamiento exterior 62, el pasador de soporte interior 74 puede insertarse en el conducto 86 del casquillo exterior 72 y hacerse rotar para enganchar las roscas 132, 98, y acoplar de ese modo de manera móvil el pasador de soporte interior 74 dentro del casquillo exterior 72.

En cualquier caso, con el casquillo exterior 72 fijado dentro del orificio 138 y el pasador de soporte interior 74 fijado dentro del casquillo 72. El pasador de soporte interior 74 puede hacerse rotar con respecto al casquillo exterior 72 con una herramienta adecuada (no mostrada) para mover el pasador de soporte interior 74 axialmente y hacia el elemento rotatorio interno 64 dispuesto dentro del alojamiento exterior 62. Con una rotación relativa adicional del pasador de soporte interior 74, el cojinete 112 en el extremo distal 114 del pasador de soporte 74 está configurado para enganchar una superficie exterior 146 del elemento rotatorio interno 64. Por ejemplo, cuando el cojinete 112 incluye la rueda 126, la rueda 126 está configurada para enganchar la superficie exterior 146 del elemento rotatorio interno 64. En esta realización, sin embargo, para proporcionar la rotación del elemento rotatorio interno 64 mientras que está soportado por la herramienta de elevación 70, la rueda 126 debe orientarse con respecto al elemento rotatorio interno 64 de una manera específica. Más particularmente, en esta realización, el eje 128 que soporta la rueda 126, y, por lo tanto, el eje de rotación 130 alrededor del cual rota la rueda 126, está configurado para ser sustancialmente paralelo (por ejemplo, dentro de aproximadamente +/- 5 grados) al eje de rotación 66 del elemento rotatorio interno 64. De esta manera, el sentido de rotación del elemento rotatorio interno 64 y la rueda 126 están generalmente alineados y la rueda 126 soporta la rotación del elemento rotatorio interno 64 con respecto al alojamiento exterior 62 alrededor del eje de rotación 66.

Debido a que el pasador de soporte interior 74, y más particularmente la rueda 126, tiene una orientación específica con respecto al elemento rotatorio interno 64, el casquillo exterior 72 puede tener que ajustarse con respecto al orificio 138 para que el eje de rotación 130 de la rueda 126 y el eje de rotación 66 del elemento rotatorio interno 64 sean sustancialmente paralelos entre sí. Por lo tanto, por ejemplo, si al enganchar el pasador de soporte interior 74 con la superficie exterior 146 del elemento rotatorio interno 64, la rueda 126 no está orientada correctamente, entonces el pasador de soporte interior 74 puede moverse proximalmente fuera del casquillo exterior 72 en una pequeña cantidad (para aliviar cualquier presión sobre la rueda 126), el casquillo exterior 72 puede moverse proximalmente fuera del orificio 138 en cierta cantidad (y el pasador de soporte interior 74 se mueve con el casquillo exterior 72), y luego el pasador de soporte interior 74 se mueve distalmente mientras se mantiene fijo el casquillo exterior 72 con respecto al orificio 138. Debe reconocerse que este método puede repetirse según sea necesario para tener los ejes de rotación 130 de la rueda 126 y el eje de rotación 66 del elemento rotatorio interno 64 sustancialmente paralelos entre sí. Debe reconocerse además que entre el movimiento del casquillo exterior 72 dentro del orificio 138 y el movimiento del pasador de soporte interior 74 dentro del casquillo exterior 72, puede haber otras formas de ajustar la posición de la herramienta de elevación 70 con respecto al alojamiento exterior 62 para proporcionar la alineación entre la rueda 126 y el elemento rotatorio interno 64. Por ejemplo, la diferencia en las roscas 96, 142 que controlan el movimiento relativo entre el casquillo exterior 72 y el orificio 138 del alojamiento exterior 62, y roscas 98, 134 que controlan el movimiento relativo del pasador de soporte interior 74 con respecto al casquillo exterior 72 puede utilizarse para orientar adecuadamente la rueda 126 con respecto al elemento rotatorio interno 64. Por lo tanto, puede haber múltiples formas de tener los ejes de rotación 130 de la rueda 126 y el eje de rotación 66 del elemento rotatorio interno 64 sustancialmente paralelos entre sí.

Como se ilustra en las figuras 3-6, para soportar adecuadamente un elemento rotatorio interno 64 del tamaño y peso característicos de las aplicaciones de turbinas eólicas, puede tener que usarse una pluralidad de herramientas de elevación 70. Por ejemplo, en una realización a modo de ejemplo, se pueden usar dos herramientas de elevación 70 para soportar el elemento rotatorio interno 64 con respecto al alojamiento exterior 62. Sin embargo, en una realización alternativa, se pueden usar más de dos herramientas de elevación 70. A este respecto, las al menos dos herramientas de elevación 70 pueden estar ubicadas estratégicamente alrededor de la periferia del componente de turbina eólica 60 para soportar el peso del elemento rotatorio interno 64. Por lo tanto, por ejemplo, las al menos dos herramientas de elevación 70 pueden colocarse a lo largo de una porción inferior del componente de turbina eólica 60 de modo que las herramientas de elevación 70 generalmente se hacen funcionar contra la gravedad. Sin embargo, una herramienta de elevación 70 también puede ubicarse a lo largo de las porciones laterales y superiores del componente de turbina eólica 60. El número de herramientas de elevación 70 puede seleccionarse para soportar el elemento rotatorio interno 64 de manera estable.

A este respecto, el alojamiento exterior 62 del componente de turbina eólica 60 puede incluir una pluralidad de orificios 138 (por ejemplo, al menos dos orificios) dispuestos alrededor de la periferia del alojamiento exterior 62, tal como a lo largo de una porción inferior del alojamiento exterior 62. Como se ha indicado anteriormente, estos orificios 138 pueden cerrarse normalmente mediante tapones roscados (no mostrados) durante el funcionamiento normal del componente de turbina eólica 60. Cuando se va a realizar un proceso de mantenimiento sobre el componente de turbina eólica 60, los tapones roscados pueden retirarse y una herramienta de elevación 70 puede engancharse con cada uno de los orificios 138 como se describió anteriormente. Por supuesto, en diversas realizaciones, no todos los orificios 138 en

el alojamiento exterior 62 tienen que usarse para soportar un elemento rotatorio interno 64 durante un proceso de mantenimiento.

5 En una realización, la pluralidad de herramientas de elevación 70 puede configurarse para soportar el elemento rotatorio interno 64 en una o más posiciones longitudinales a lo largo de la longitud del componente de turbina eólica 60, en donde el eje longitudinal está generalmente en la dirección desde la parte delantera del componente 60 hacia la parte trasera del componente 60 (por ejemplo, generalmente desde el rotor 16 hacia el generador 18 en el marco de referencia ilustrado en la figura 2). Por ejemplo, la pluralidad de herramientas de elevación 70 puede encontrarse generalmente dentro de un plano de soporte que es sustancialmente perpendicular con respecto al eje longitudinal del componente de turbina eólica 60. La figura 6, por ejemplo, ilustra una pluralidad de herramientas de elevación 70 en un primer plano de sección transversal del componente de turbina eólica 60. Debe reconocerse, sin embargo, que puede ser necesario soportar un elemento rotatorio interno 64 dentro del alojamiento exterior 62 en más de una ubicación longitudinal a lo largo de la longitud del elemento rotatorio interno 64. Esto puede ser especialmente cierto para elementos rotatorios internos largos. Por ejemplo, para elementos rotatorios internos largos 64, puede ser deseable soportar el elemento rotatorio 64 adyacente a un primer extremo del elemento rotatorio y adyacente a un segundo extremo del elemento rotatorio. Por lo tanto, la disposición de soporte puede incluir un primer grupo de herramientas de elevación 70 que se encuentran dentro de un primer plano de soporte que es sustancialmente perpendicular con respecto al eje longitudinal del elemento rotatorio interno 64, y un segundo grupo de herramientas de elevación 70 que se encuentran dentro de un segundo plano de soporte que es sustancialmente perpendicular con respecto al eje longitudinal del elemento rotatorio interno 64, en donde el primer y el segundo plano de soporte están separados longitudinalmente entre sí. Por supuesto, se pueden proporcionar más o menos planos de soporte dependiendo del elemento rotatorio interno particular 64. Puede preferirse que la pluralidad de herramientas de elevación 70 esté dispuesta en uno o más planos de soporte, los aspectos de la invención no están limitados de este modo y las herramientas de elevación 70 pueden tener otras disposiciones de soporte configuradas para soportar adecuadamente el elemento rotatorio interno 64 con respecto al alojamiento exterior 62.

Sin importar la disposición particular, como se discutió anteriormente, la pluralidad de herramientas de elevación 70 están configuradas para soportar el elemento rotatorio interno 64 con respecto al alojamiento exterior 62 para mantener la posición relativa del eje de rotación 66. En otras palabras, durante el proceso de mantenimiento, puede ser indeseable que el eje de rotación 66 del elemento rotatorio interno 64 se desplace, se ladee, se incline o se mueva de otro modo fuera de su alineación normal dentro del alojamiento exterior 62. Cualquier interrupción del eje de rotación 66 del elemento rotatorio interno 64 puede hacer que el ensamblaje/desensamblaje del componente de turbina eólica 60 a/de componentes adyacentes sea más complejo y difícil. Las herramientas de elevación 70 están configuradas para evitar el desplazamiento del eje de rotación 66 dentro del alojamiento exterior 62 durante el proceso de mantenimiento.

Adicionalmente, en algunas aplicaciones, puede ser deseable hacer que el elemento rotatorio interno sea rotatorio selectivamente mientras que también está soportado (por ejemplo, soportado radialmente) por las herramientas de elevación 70. Por ejemplo, para desenganchar una etapa de caja de engranajes de una etapa de caja de engranajes adyacente, el piñón solar de la etapa de caja de engranajes debe moverse fuera del enganche con los piñones en la etapa de caja de engranajes adyacente. Como los dientes en el piñón solar son de diseño helicoidal, para realizar el desenganche, el piñón solar debe hacerse rotar a medida que las etapas de la caja de engranajes se separan entre sí. Esta rotación del piñón solar se puede lograr rotando el elemento portador planetario dentro de la etapa de caja de engranajes y acoplarse operativamente al piñón solar. En este ejemplo, el elemento portador planetario funciona como el elemento rotatorio interno para la etapa de caja de engranajes y las herramientas de elevación 70, y el cojinete 112 en los extremos distales 114 de las herramientas de elevación 70 proporciona la rotación selectiva del elemento portador planetario que permite que el piñón solar se desenganche más fácilmente de la etapa de caja de engranajes adyacente. Por lo tanto, las herramientas de elevación 70 de la presente invención proporcionan beneficios sustanciales a ciertos procesos de mantenimiento de los componentes de turbina eólica 60 en la turbina eólica 10.

50 En lo anterior, el cojinete 112 del pasador de soporte interior 74 toma la forma de una rueda o rodillo cilíndrico 126 que puede rotar alrededor de un eje de rotación 130, lo que provocó una orientación particular entre la rueda 126 y el elemento rotatorio interno 64. La figura 13 ilustra una realización alternativa que evita la necesidad de tener una orientación específica entre el cojinete 112 y el elemento rotatorio interno 64. En esta realización, el cojinete 112 en el extremo distal 114 del pasador de soporte interior 74a puede tomar la forma de un cojinete de bolas 150 (por ejemplo, una bola esférica). El cojinete de bolas 150 es capaz de rotar en cualquier dirección y no se limita a las rotaciones relativas a un único eje, como es el caso de la rueda 126. Esto simplifica el uso de la herramienta de elevación 70. Más particularmente, el enfoque de prueba y error de tener la rueda 126 alineada con el eje de rotación 66 del elemento rotatorio interno 64 se evita con el pasador de soporte interior 74a. Por lo tanto, en esta realización, el casquillo exterior 72 puede insertarse en el orificio 138 y el pasador de soporte interior 74a puede hacerse rotar para mover el pasador de soporte 74a distalmente dentro del casquillo 72 y hacia el elemento rotatorio interno 64. No importa cuándo el cojinete de bolas 150 engancha con la superficie exterior 146 del elemento rotatorio interno 64, el cojinete de bolas 150 es capaz de rotar en la dirección del elemento rotatorio interno 64 a medida que rota alrededor de su eje de rotación 66. Por consiguiente, el uso de la herramienta de elevación puede simplificarse. Además, en esta realización, el casquillo exterior 72 puede omitirse y el pasador de soporte 74a puede estar roscado externamente para acoplarse al orificio roscado 138.

La figura 14 ilustra otra realización alternativa para el cojinete 112 en el extremo distal 114 del pasador de soporte interior 74b. En esta realización, el cojinete 112 puede tomar la forma de un rodillo esférico 152. Más particularmente, el rodillo esférico 152 puede incluir una pista interior 154 fijada al eje 128 que se extiende entre las orejetas 122 y una pista exterior 156 que puede rotar con respecto a la pista interior 154. Una o más filas (por ejemplo, dos filas) de cojinetes de rodillos 158 pueden estar dispuestas entre las pistas interior y exterior 154, 156 para facilitar la rotación de la pista exterior 156 con respecto a la pista interior 154. La pista exterior 156 está configurada para entrar en contacto con el elemento rotatorio interno 64 durante el uso. El rodillo esférico 152 permite una cierta cantidad de desalineación entre el pasador de soporte interior 74b y el elemento rotatorio interno 64 pero sin embargo es suficiente para soportar el peso del elemento rotatorio interno 64 y para permitir que el elemento rotatorio interno 64 rote alrededor de su eje de rotación 66.

La figura 15 ilustra otra realización de una herramienta de elevación 162 similar a la herramienta de elevación 70 descrita anteriormente. Números de referencia similares se referirán a características similares a las descritas anteriormente en referencia a la herramienta de elevación 70. La diferencia principal entre la herramienta de elevación 162 y la herramienta de elevación 70 descrita anteriormente es la manera en la que el pasador de soporte interior 164 se monta en el casquillo exterior 166. En la herramienta de elevación 70, el pasador de soporte interior 74 se acopla al casquillo exterior 72 a través de un par de roscas 98, 134. Esto permitió que el pasador de soporte interior 74 se moviera independientemente del casquillo exterior 72. En la realización mostrada en la figura 15, el pasador de soporte interior 164 flota efectivamente dentro del casquillo exterior 166. En otras palabras, las roscas 98, 134 se retiran y el pasador de soporte interior 164 está montado de forma rotatoria dentro del conducto 86 del casquillo exterior 166 por uno o más cojinetes 168. Esta disposición permite que el pasador de soporte interior 164 rote con respecto al casquillo exterior 166 pero no permite movimientos axiales relativos del pasador de soporte interior 164 con respecto al casquillo exterior 166. La herramienta de elevación 162 todavía puede acoplarse al alojamiento exterior 62 a través del enganche entre las roscas externas 96 del casquillo exterior 166 y las roscas internas 142 del orificio 138.

El uso de la herramienta de elevación 162 es similar al descrito anteriormente. Más particularmente, la herramienta de elevación 162 puede insertarse en el orificio 138 hasta que las roscas externas 96 del casquillo exterior 166 se enganchen con las roscas internas 142 del orificio 138. En este punto, el casquillo exterior 72 (y el pasador de soporte 164) puede hacerse rotar de tal manera que el casquillo exterior 72 esté fijado firmemente dentro del orificio 138. El casquillo exterior 166 puede hacerse rotar con respecto al orificio 138 hasta que el anillo 78 sea adyacente, pero ligeramente separado de, la superficie exterior 144 del alojamiento exterior 62. Con el cojinete 112 en contacto cercano o ligero con el elemento rotatorio interno 64, el pasador de soporte interior 164 puede hacerse rotar con respecto al casquillo exterior 166 hasta que el cojinete esté orientado adecuadamente con respecto al elemento rotatorio interno 64. Cuando el cojinete 112 está orientado correctamente, el pasador de soporte interior 164 puede mantenerse fijo y el casquillo exterior 166 puede apretarse adicionalmente de tal manera que la herramienta de elevación 162 proporcione suficiente soporte al elemento rotatorio interno 64. Se indica que la diferencia en el paso de las roscas internas 98 en comparación con el paso de las roscas externas 96 del casquillo 166 facilita este apriete adicional. En un enfoque alternativo, el pasador de soporte interior 164 puede colocarse inicialmente en la orientación adecuada con respecto al elemento rotatorio interno 64, tal como por una marca u otro indicador en el alojamiento exterior 62 y/o el pasador de soporte 164, y se mantiene en una posición fija a medida que el casquillo exterior 166 se enrosca en el interior del orificio 138 y se aprieta para que la herramienta de elevación 162 proporcione suficiente soporte al elemento rotatorio interno 64.

Debe entenderse que diversas características alternativas descritas anteriormente para la herramienta de elevación 70 también pueden aplicarse a la herramienta de elevación 162. Por ejemplo, el cojinete 112 puede tomar la forma de un cojinete de bolas 150 (y evitar cualquier problema de orientación entre el pasador de soporte 164 y el elemento rotatorio interno 64) o un rodillo esférico 152 (para adaptarse a diversas desalineaciones entre el pasador de soporte 164 y el elemento rotatorio interno 64). Por lo tanto, son posibles diversas alternativas y combinaciones y permanecen dentro del alcance de las reivindicaciones adjuntas.

Por ejemplo, en una realización alternativa, el cojinete 112 en el extremo distal 114 del pasador de soporte interior 74, 164 puede tomar la forma de una bola esférica 150. Como se ha indicado anteriormente, esto evita los problemas de orientación entre el pasador de soporte interior 74, 164 y el elemento rotatorio interno 64. Como consecuencia, una herramienta de elevación de dos partes 70, 162 (es decir, un casquillo exterior 72, 166 y un pasador de soporte interior 74, 164 montado en el mismo) puede ya no ser necesario. Por lo tanto, las herramientas de elevación pueden formarse a partir de un pasador de soporte de cuerpo único que tiene roscas externas que permiten que la herramienta de elevación se acople a los orificios 138 en el alojamiento exterior 62. La herramienta de elevación de esta realización proporciona la misma función que las herramientas de elevación 70, 162 en lo que se refiere al soporte del elemento rotatorio interno 64 y para permitir que el elemento rotatorio interno 64 rote mientras que se soporta, pero tiene menos partes y puede ser más simple en su construcción y uso.

La figura 16 ilustra una herramienta de elevación 174 según otra realización de la presente invención. La herramienta de elevación 174 de esta realización no tiene una construcción de dos partes similar a la descrita anteriormente, sino que tiene un pasador de soporte 176 que se acopla al alojamiento exterior 62 y soporta de manera rotatoria el elemento rotatorio interno 64 similar al descrito anteriormente. En esta realización, el pasador de soporte 176 puede tomar la

5 forma de un actuador hidráulico 178 que tiene una base o alojamiento 180 y un brazo 182 selectivamente extensible/retráctil desde o al interior del alojamiento 180. Por ejemplo, el actuador 178 puede estar acoplado a un controlador (no mostrado) para controlar el movimiento del brazo 182 con respecto al alojamiento 180. El extremo distal 184 del brazo 182 puede incluir el cojinete 112 que se engancha con el elemento rotatorio interno 64 similar al descrito anteriormente. A este respecto, el alojamiento exterior 62 y/o el pasador de soporte 176 pueden incluir una marca o indicaciones para proporcionar la orientación adecuada del cojinete 112 con respecto al elemento rotatorio interno 64.

10 Como se ilustra en la figura 16, la herramienta de elevación 174 puede acoplarse al alojamiento exterior 62 de una manera diferente a la descrita anteriormente. Más particularmente, mientras que las herramientas de elevación descritas anteriormente generalmente se acoplan al alojamiento exterior 62 a través de roscas en los orificios 138, la herramienta de elevación 174 puede acoplarse al alojamiento exterior 62 a través de un puntal de soporte en el alojamiento exterior 62. A modo de ejemplo, el puntal de soporte puede incluir un par de orejetas 186 separadas para recibir la herramienta de elevación 174 entre las mismas. Se puede usar un pasador de bloqueo 188 para acoplar la herramienta de elevación 174 al alojamiento exterior 62. Cuando la herramienta de elevación 174 está acoplada al alojamiento exterior 62, al menos el brazo 182 (y quizás una porción del alojamiento 180) del actuador 178 puede configurarse para extenderse a través del orificio 138 hacia el elemento rotatorio interno 64. El controlador puede funcionar de modo que el cojinete 112 en el extremo distal 184 del brazo 182 se enganche al elemento rotatorio interno 64 para soportar de manera rotatoria el elemento rotatorio interno 64. Los orificios 138 todavía pueden incluir roscas internas 142 de modo que cuando las herramientas de elevación 174 no están en uso, los orificios 138 pueden cerrarse mediante tapones roscados.

25 Aunque la presente invención se ha ilustrado mediante una descripción de diversas realizaciones preferidas y aunque estas realizaciones se han descrito con cierto detalle, la intención del solicitante no es restringir o limitar de ninguna manera el alcance de las reivindicaciones adjuntas a tal detalle.

REIVINDICACIONES

1. Una herramienta de elevación (70, 162, 174) para un componente de turbina eólica (60) que tiene un alojamiento exterior (62) y un elemento rotatorio interno (64) dispuesto en el alojamiento exterior (62) y que puede rotar alrededor de un eje de rotación (66), comprendiendo la herramienta de elevación (70, 162, 174):
 5 un pasador de soporte (74, 164, 176) configurado para acoplarse al alojamiento exterior y que tiene un extremo proximal y un extremo distal que incluye un cojinete (112), estando el pasador de soporte (74, 164, 176) configurado para ser móvil selectivamente con respecto al alojamiento exterior (62) cuando está acoplado al mismo,
 10 en la que el cojinete (112) del pasador de soporte (74, 164, 176) está configurado para entrar en contacto con el elemento rotatorio interno (64) para soportar el elemento rotatorio interno (64) con respecto al alojamiento exterior (62), y para permitir que el elemento rotatorio interno (64) rote dentro del alojamiento exterior (62) mientras que está soportado por la herramienta de elevación (70, 162, 174).
 15
2. La herramienta de elevación según la reivindicación 1, que comprende además un casquillo exterior (72, 166) que tiene un conducto (86) que se extiende a través del casquillo exterior (72, 166) y configurado para recibir el pasador de soporte (74, 164) en el mismo, estando el casquillo exterior (72, 166) configurado para acoplarse al alojamiento exterior (62), opcionalmente el casquillo exterior (72, 166) incluye roscas externas (96) para el acoplamiento de manera roscada al alojamiento exterior (62) del componente de turbina eólica (60).
 20
3. La herramienta de elevación según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que el conducto (86) del casquillo exterior (72) incluye roscas internas (98) y el pasador de soporte (74) incluye roscas externas (134) para el acoplamiento de manera roscada del pasador de soporte (74) al casquillo exterior (72).
 25
4. La herramienta de elevación según la reivindicación 1, en la que el pasador de soporte (176) incluye un actuador hidráulico (178) que tiene un brazo (182) extensible y retráctil selectivamente, estando el cojinete (112) posicionado en un extremo distal (184) del brazo (182).
 30
5. La herramienta de elevación según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que el cojinete (112) incluye uno de un rodillo cilíndrico (126), una bola esférica (150) o un rodillo esférico (152).
 35
6. Un sistema, que comprende:
 un componente de turbina eólica (60) que tiene un alojamiento exterior (62) y un elemento rotatorio interno (64) dispuesto en el alojamiento exterior (62) y que puede rotar alrededor de un eje de rotación (66),
 40 teniendo el alojamiento exterior (62) al menos dos orificios (138) configurados para proporcionar acceso a un interior del alojamiento exterior (62) adyacente al elemento rotatorio interno (64); y
 un sistema de elevación que incluye al menos dos herramientas de elevación (70, 162, 174) cada una según cualquiera de las reivindicaciones 1-5, estando cada herramienta de elevación (70, 162, 174) fijada al alojamiento exterior (62) del componente de turbina eólica (60), y estando el cojinete (112) del pasador de soporte (74) de las al menos dos herramientas de elevación (70, 162, 174) en contacto con el elemento rotatorio interno (64) para soportar el elemento rotatorio interno (64) con respecto al alojamiento exterior (62), y para permitir que el elemento rotatorio interno (64) rote dentro del alojamiento exterior (62) mientras que está soportado por las al menos dos herramientas de elevación (70).
 45
 50
7. El sistema según la reivindicación 6, en el que los al menos dos orificios (138) están posicionados en el alojamiento exterior (62) de tal manera que las al menos dos herramientas de elevación (70, 162, 174) soportan una porción inferior del elemento rotatorio interno (64).
 55
8. El sistema según cualquiera de las reivindicaciones 6 o 7, en el que los al menos dos orificios (138) y las al menos dos herramientas de elevación (70, 162, 174) están dispuestos en un primer grupo de orificios (138) y herramientas de elevación (70, 162, 174) en una primera posición longitudinal en el elemento rotatorio interno (64) y un segundo grupo de orificios (138) y herramientas de elevación (70, 162, 174) en una segunda posición longitudinal en el elemento rotatorio interno (64).
 60
9. El sistema según cualquiera de las reivindicaciones 6-8, en el que el componente de turbina eólica (60) incluye un soporte de cojinete principal (28), una caja de engranajes (20), una porción de una caja de engranajes (40), o un generador (18).
 65
10. Una turbina eólica (10), que comprende:

una góndola (14) proporcionada en la parte superior de una torre (12);

un rotor que incluye un buje (22) y un número de palas (24), estando soportado dicho rotor en dicha góndola (14), y

5

un sistema según cualquiera de las reivindicaciones 6-9.

11. Un método para realizar mantenimiento sobre un componente de turbina eólica (60), teniendo el componente de turbina eólica (60) un alojamiento exterior (62) y un elemento rotatorio interno (64) dispuesto en el alojamiento exterior (62) y que puede rotar alrededor de un eje de rotación (66), comprendiendo el método:

10

proporcionar al menos dos herramientas de elevación (70, 162, 174), incluyendo cada herramienta de elevación (70, 162, 174) un pasador de soporte (74, 164, 176) configurado para ser móvil selectivamente con respecto al alojamiento exterior (62), teniendo el pasador de soporte (74, 164, 176) un extremo proximal y un extremo distal que incluye un cojinete (112);

15

fijar las al menos dos herramientas de elevación (70, 162, 174) adyacentes a los respectivos orificios (138) en el alojamiento exterior (62) del componente de turbina eólica (60); y

20

mover el pasador de soporte (74, 164, 176) de cada herramienta de elevación (70, 162, 174) con respecto al alojamiento exterior (62) de modo que el cojinete (112) se engancha contra el elemento rotatorio interno (64) dispuesto dentro del alojamiento exterior (62) del componente de turbina eólica (60),

25

en el que las al menos dos herramientas de elevación (70, 162, 174) soportan la posición del elemento rotatorio interno (64) con respecto al alojamiento exterior (62) para mantener la posición del eje de rotación (66) durante el mantenimiento.

12. El método según la reivindicación 11, en el que fijar las al menos dos herramientas de elevación (70, 162) comprende además conectar de manera roscada cada herramienta de elevación (70, 162) a los respectivos orificios (138) en el alojamiento exterior (62).

30

13. El método según la reivindicación 11, en el que las al menos dos herramientas de elevación (70, 162) incluyen además un casquillo exterior (72, 166) configurado para recibir el pasador de soporte (74, 164) en el mismo, y en el que fijar las al menos dos herramientas de elevación (70, 162) comprende además conectar de manera roscada el casquillo exterior (72, 166) de cada herramienta de elevación (70, 162) a los respectivos orificios (138) en el alojamiento exterior (62).

35

14. El método según cualquiera de las reivindicaciones 11-13, en el que mover el pasador de soporte (176) de cada herramienta de elevación (162) comprende además accionar un actuador hidráulico (178) de modo que el cojinete (112) se engancha contra el elemento rotatorio interno (64).

40

15. El método según cualquiera de las reivindicaciones 11-14, en el que el cojinete (112) incluye un rodillo (126, 152) que puede rotar alrededor de un eje de rotación (130), comprendiendo además el método orientar el cojinete (112) con respecto al elemento rotatorio interno (64) de modo que el eje de rotación (130) del rodillo (126, 152) es generalmente paralelo al eje de rotación (66) del elemento rotatorio interno (64).

45

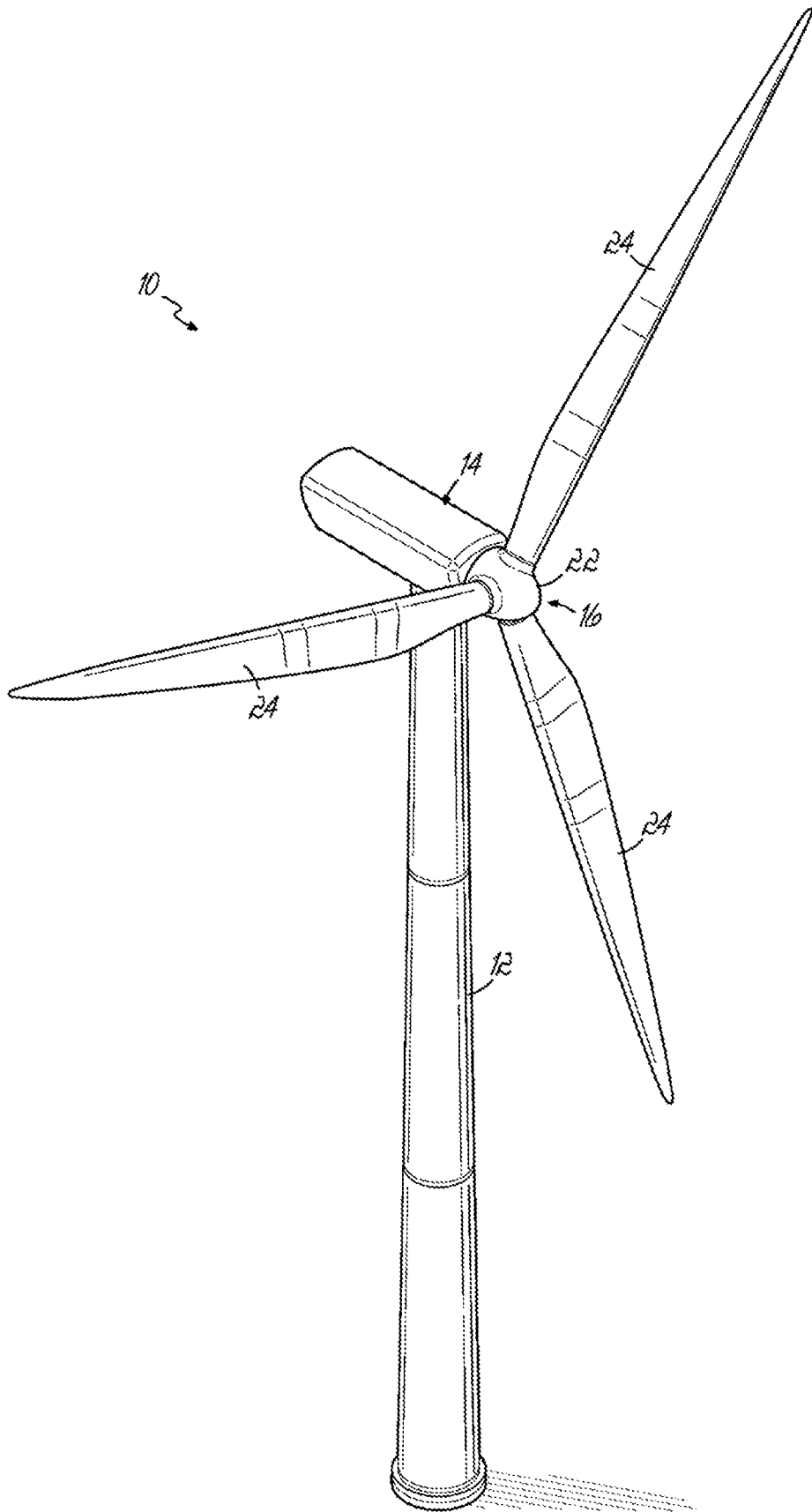


FIG. 1

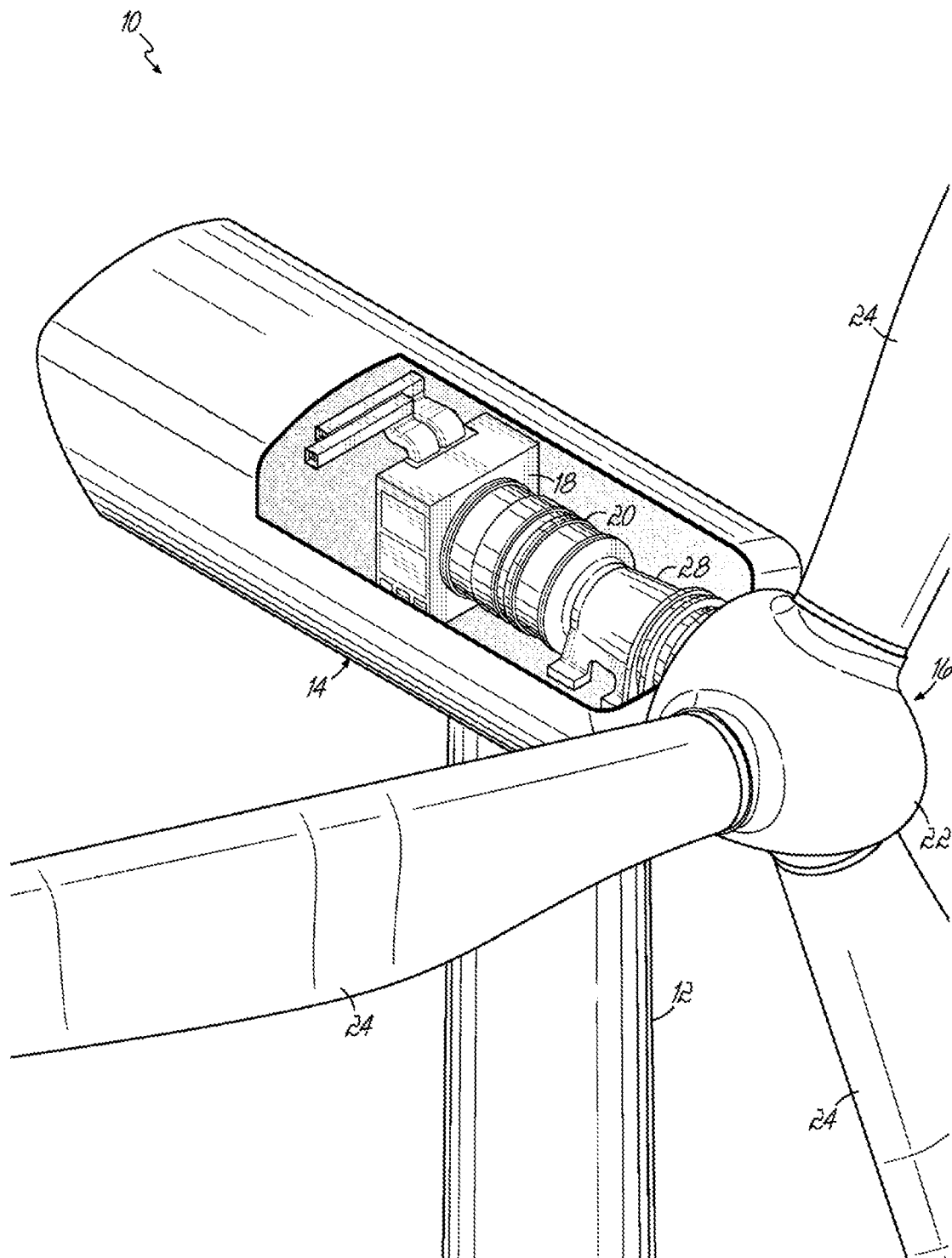


FIG. 2

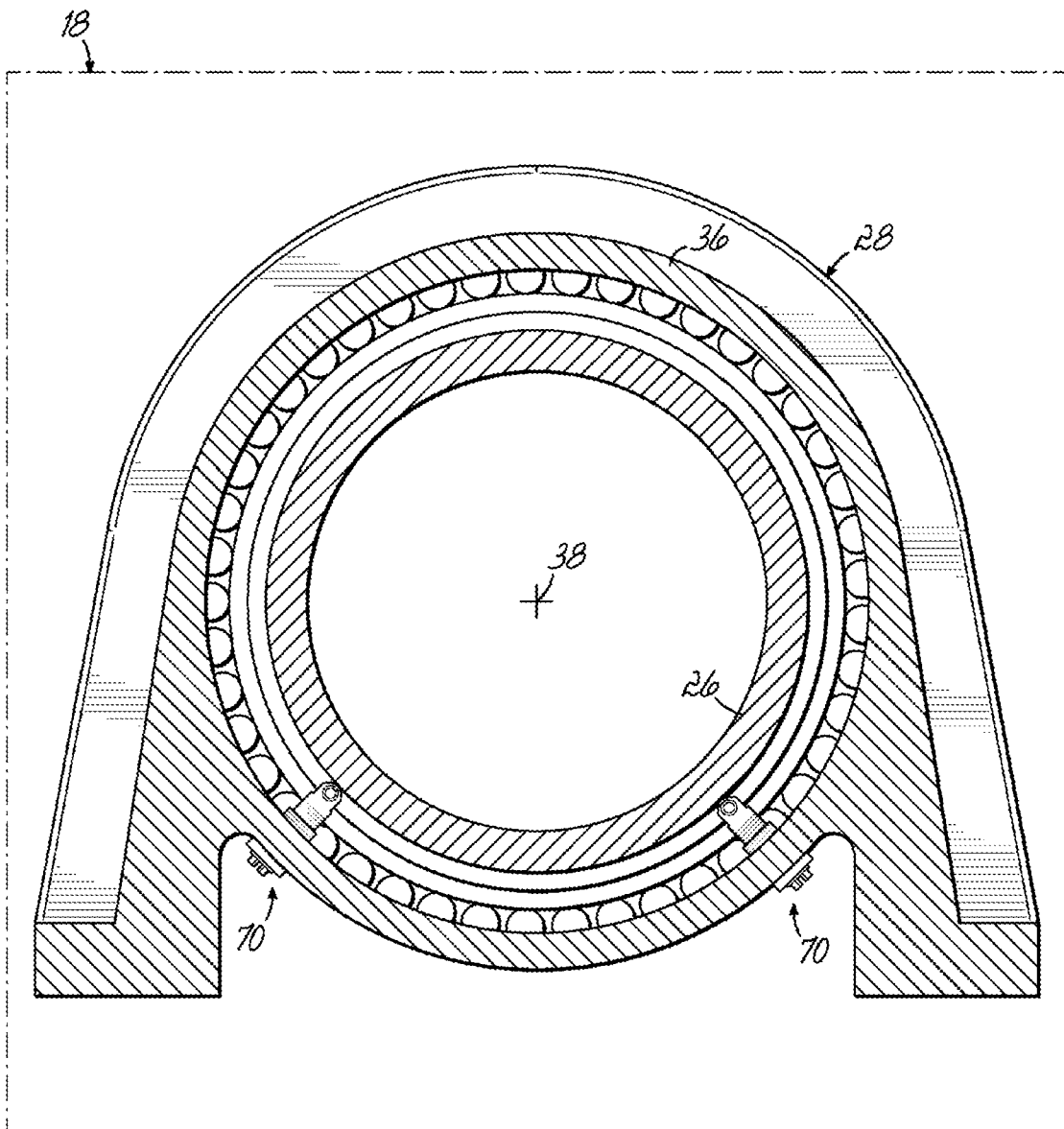


FIG. 3

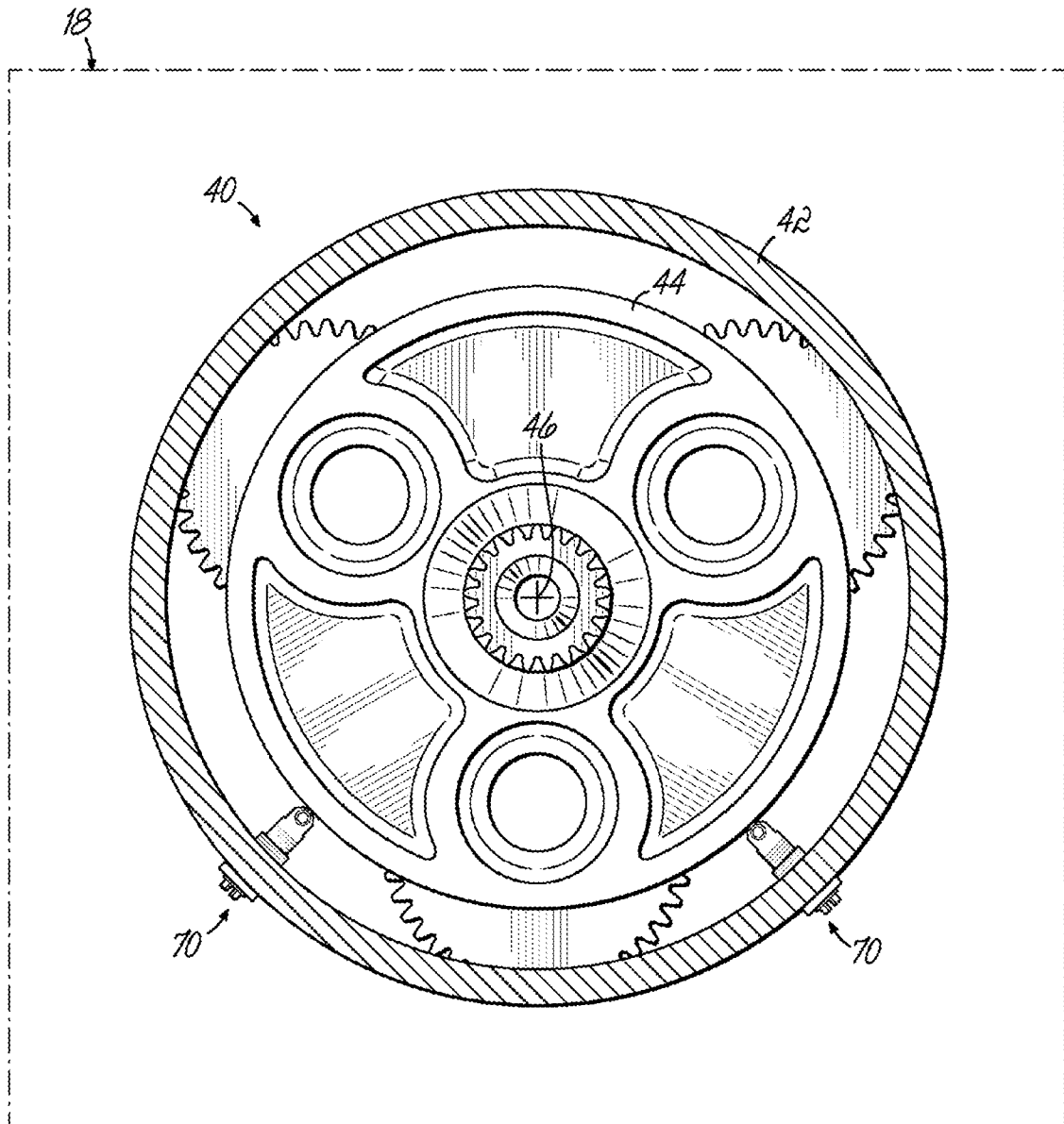


FIG. 4

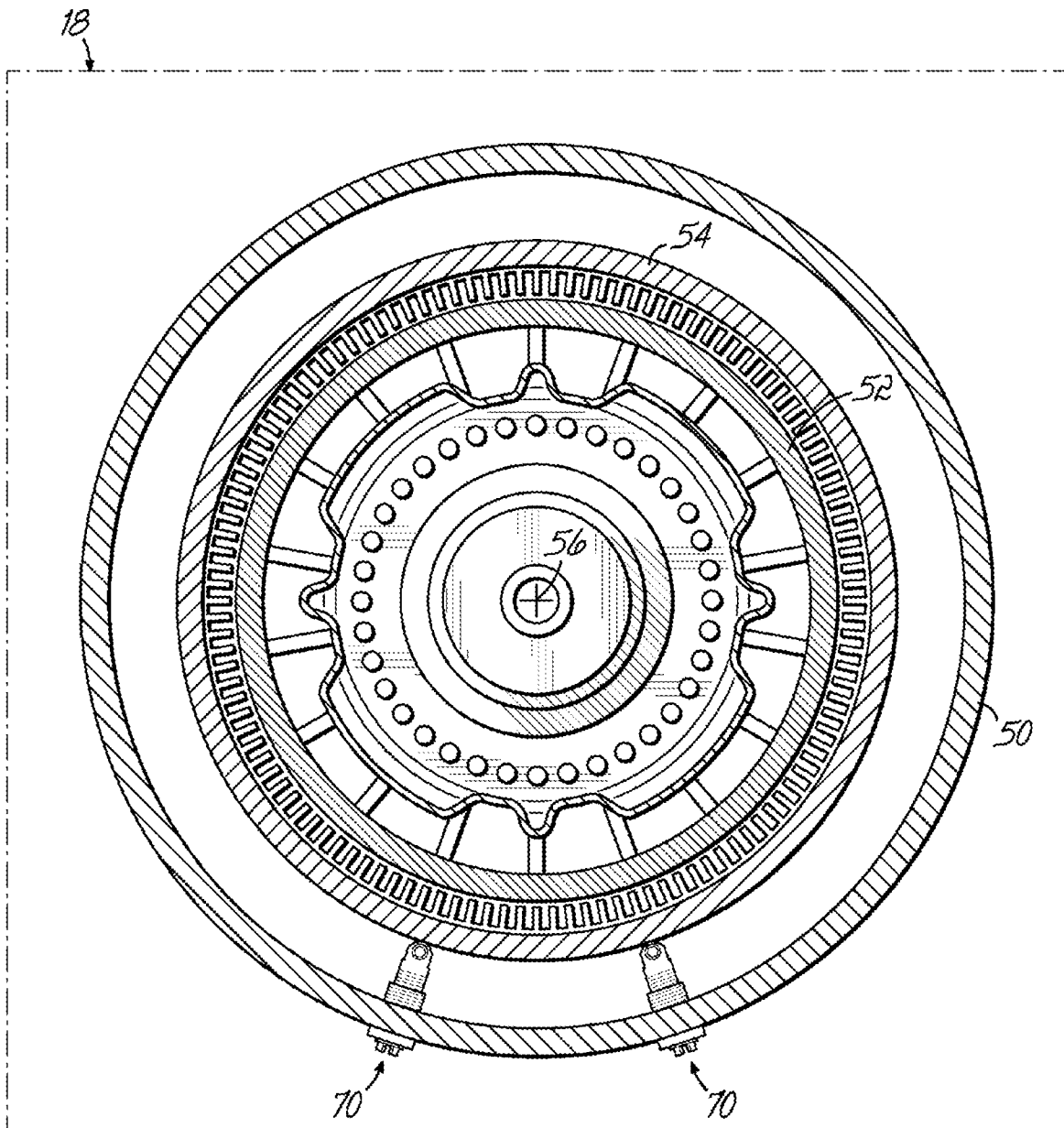


FIG. 5

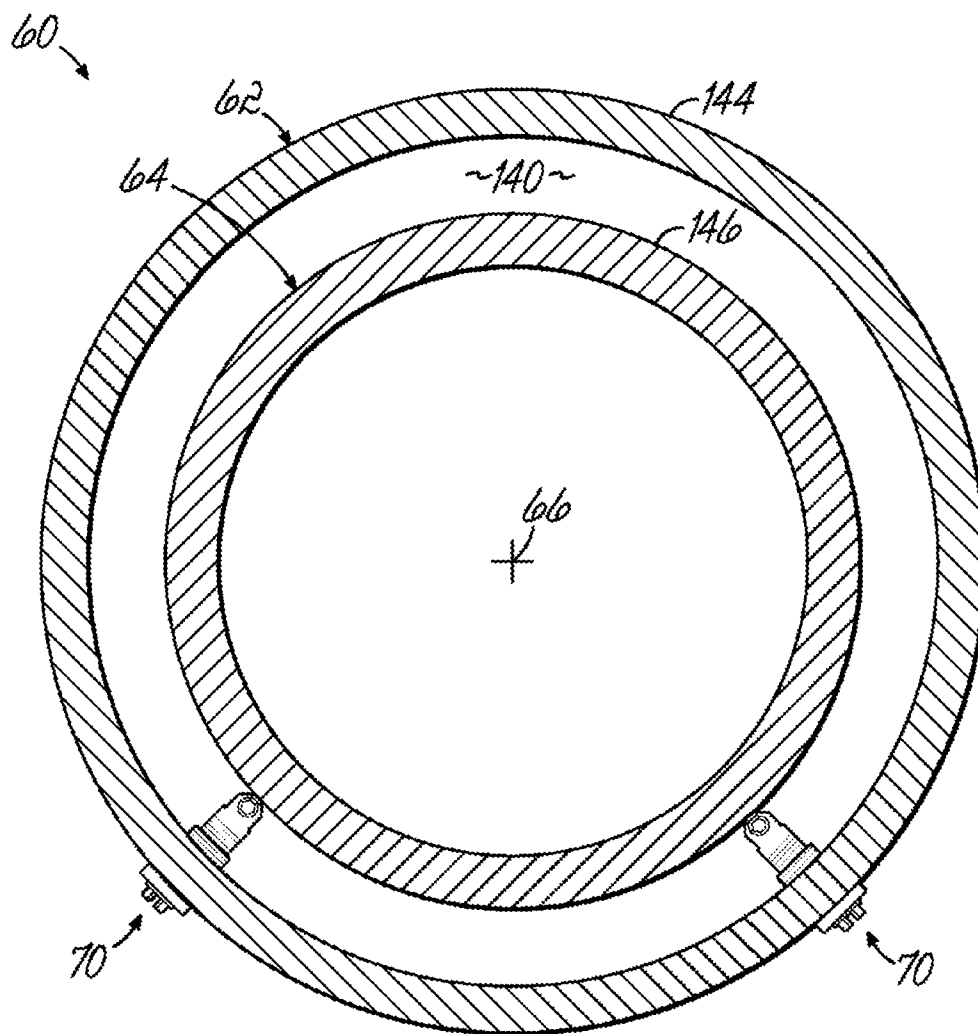


FIG. 6

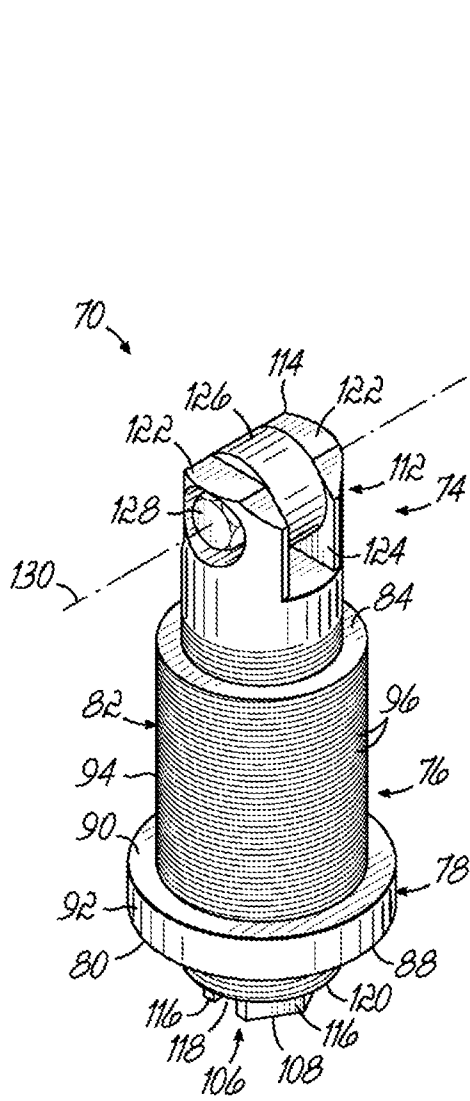


FIG. 7

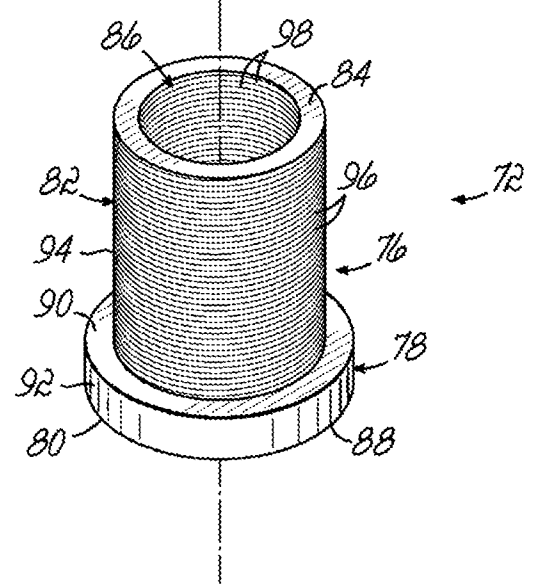
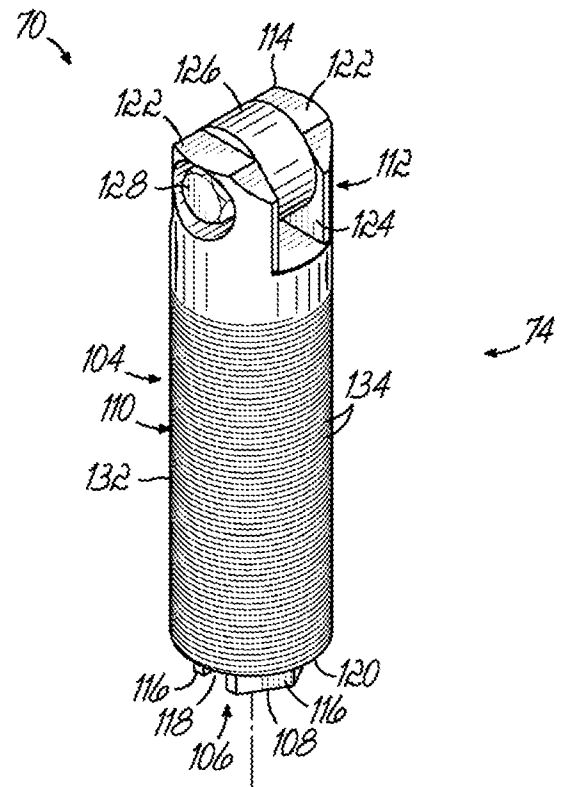


FIG. 8

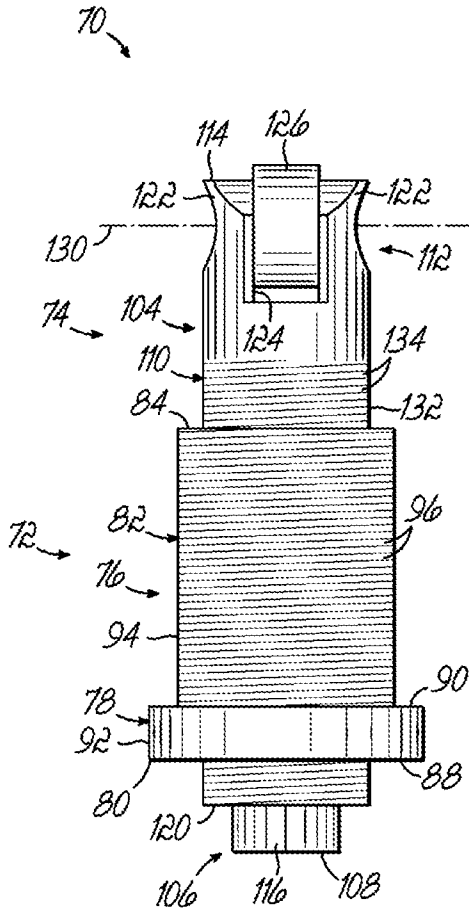


FIG. 9

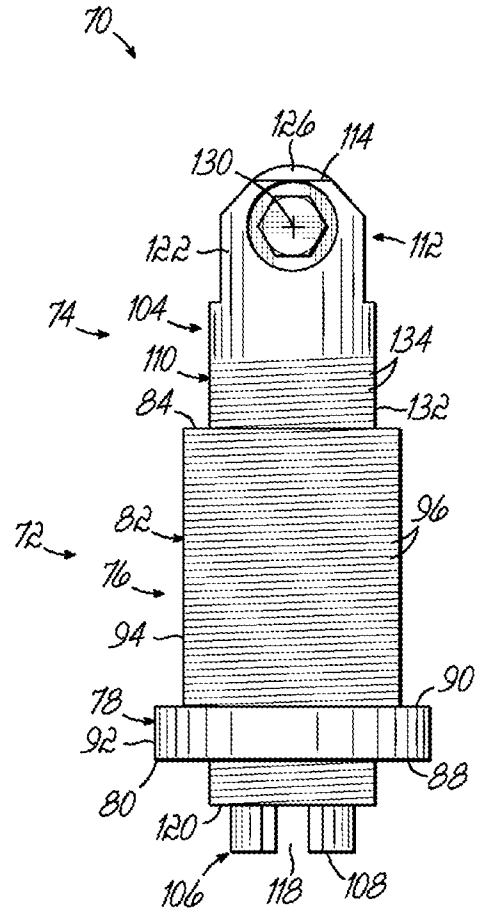


FIG. 10

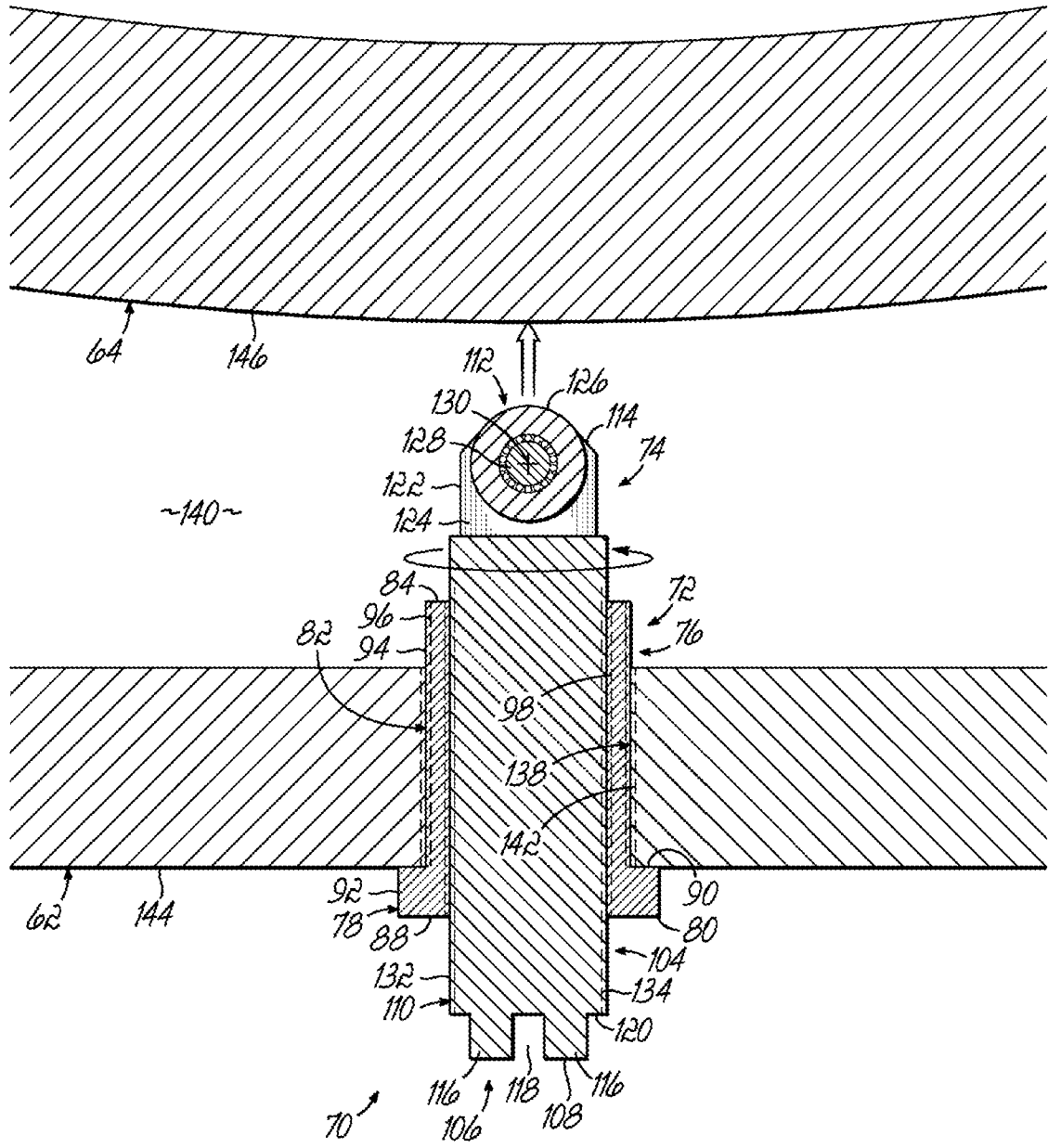


FIG. 11

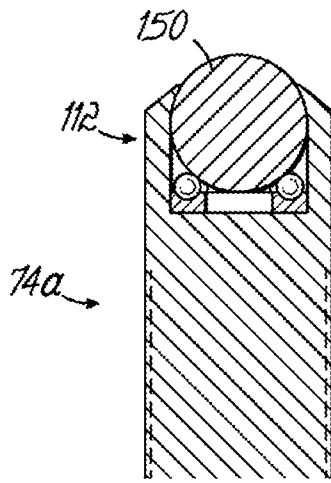


FIG. 13

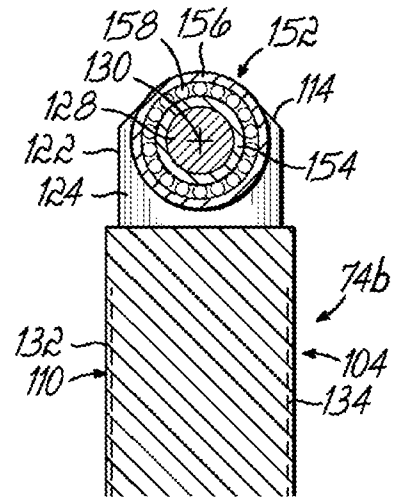


FIG. 14

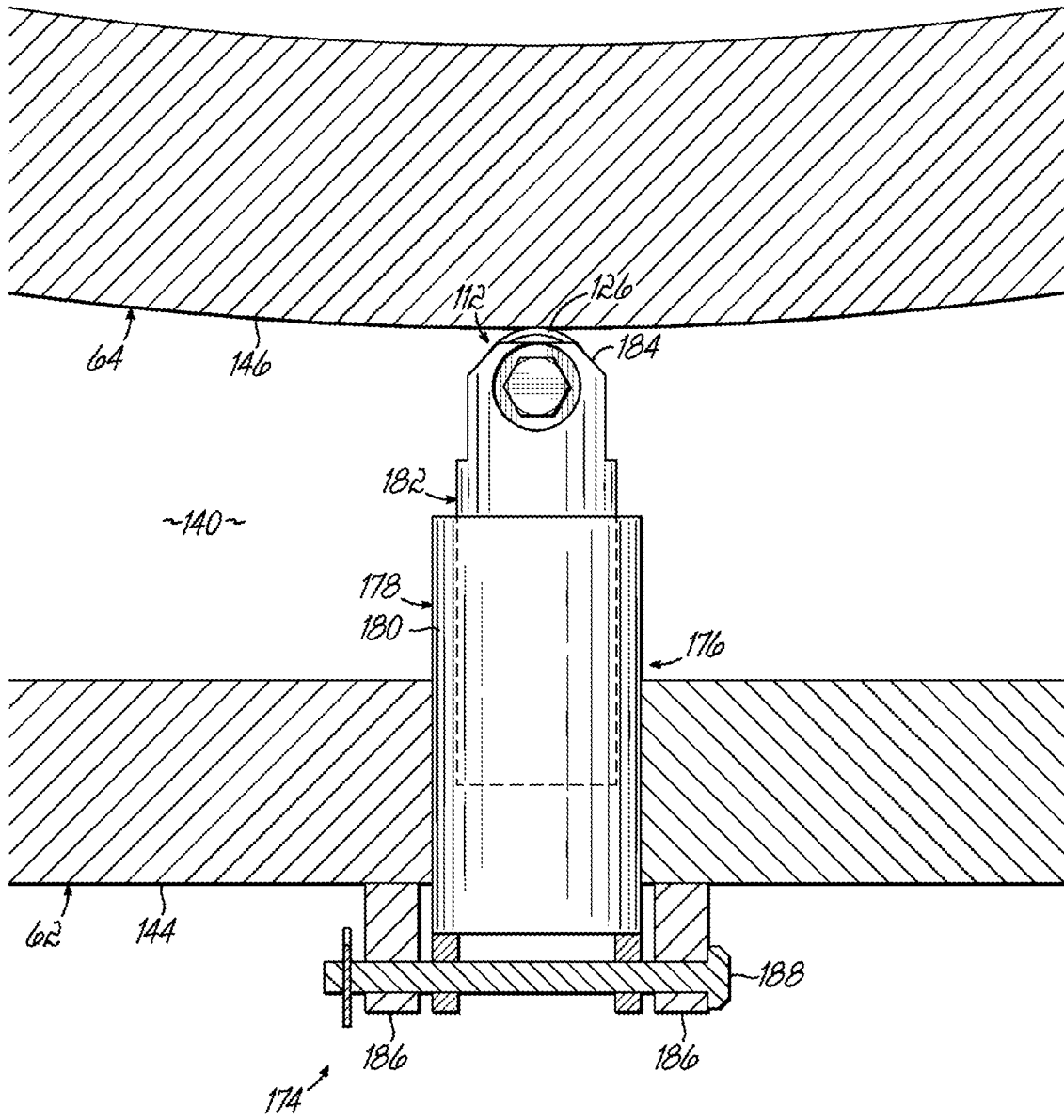


FIG. 16