

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 564 260**

51 Int. Cl.:

F03D 1/00 (2006.01)

B66C 1/10 (2006.01)

F01D 5/30 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **15.11.2011 E 11787781 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **27.01.2016 EP 2640965**

54 Título: **Método para manipular sin grúa una pala de turbina eólica por medio de un buje de turbina**

30 Prioridad:

18.11.2010 DK 201070497

19.11.2010 US 415378 P

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

21.03.2016

73 Titular/es:

VESTAS WIND SYSTEMS A/S (100.0%)

Hedeager 42

8200 Aarhus N, DK

72 Inventor/es:

HVID NIELSEN, KENNET

74 Agente/Representante:

ARIAS SANZ, Juan

ES 2 564 260 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

Método para manipular sin grúa una pala de turbina eólica por medio de un buje de turbina

Campo de la invención

5 La presente invención se refiere a un método para desmontar y montar sin grúa una pala de turbina eólica de y en un buje, que es una estructura dispuesta para tener varias palas unidas al mismo y transmitir energía a partir de la rotación de las palas a una góndola, dispuesta en la parte superior de una estructura de torre, para convertir energía obtenida del viento en, por ejemplo, energía eléctrica por medio de un generador eléctrico. La invención se refiere además a una turbina eólica que tiene al menos una pala de turbina montada o desmontada según el método.

Antecedentes

10 Cuando se erigen turbinas eólicas, resulta normal y factible usar una grúa móvil grande, aunque tal uso sea costoso y pueda suponer problemas al llevar la grúa al sitio de erección. Los sitios de erección a menudo están apartados y son de difícil acceso, pero dado que una torre, y una góndola, un buje y palas etc., tienen que elevarse para la instalación, normalmente se prefiere una grúa móvil con una viga de elevación para una instalación simplificada y rápida. El beneficio es aún mayor si van a erigirse muchas turbinas para un parque eólico.

15 En caso de que una sola pala de turbina, o un número limitado de palas, tenga que desmontarse y volver a instalarse, por ejemplo, en una situación aislada para su reparación o sustitución, el coste de enviar una grúa móvil es relativamente muy alto, ya que el coste está a una escala similar cuando ha de subirse o bajarse una pala o ha de erigirse una turbina entera. Por tanto, es preferible realizar tales operaciones limitadas sin una grúa, especialmente a la luz de turbinas eólicas modernas que tienen una altura de torre que se extiende más allá de los 100 metros, lo que requiere grúas muy grandes.

20 Se han propuesto varias soluciones para desmontar y montar palas sin grúa. En la solicitud de patente estadounidense 2010/0139062 se muestra una propuesta, en la que dos poleas se montan de manera externa en el buje de la turbina eólica. Una pala se eleva en un arnés mediante el uso de cables que se extienden hacia arriba desde el suelo por medio de las poleas y hacia abajo al arnés para elevar la pala. Una solución de este tipo requiere que el personal tenga que abandonar la góndola o buje para sujetar las poleas al buje y disponer el cable que se extiende desde el suelo por encima de las poleas.

25 En el documento EP 2159419 se sugiere usar un cabrestante con base en el suelo y tender un cable de elevación desde el cabrestante hasta la góndola y por medio de varias poleas por encima de un árbol principal a una posición fuera o dentro del buje. En ambas realizaciones se usa una plataforma de izado que se conecta a la pala por medio de denominadas tuercas para cabeza en T, que son piezas de inserción metálicas colocadas en orificios pasantes en la pared de pala y dispuestos para recibir pernos para unir la pala a un buje de turbina eólica. La plataforma de izado para montaje exterior, para el desmontaje de palas, requeriría que el personal abandonara el buje para acoplar la plataforma. La realización mostrada para montaje interno requiere tres placas con cáncamo para acoplar las piezas de inserción metálicas de pala en los orificios pasantes. Esto requiere una estructura de soporte en forma de trípode de un tamaño considerable, lo que puede ser difícil de introducir en el buje sin retirar una pala en primer lugar. Además, los orificios pasantes requeridos que tienen las piezas de inserción metálicas, a las que está unida la plataforma de izado, pueden afectar seriamente a la resistencia de la pala ya que el momento de flexión máximo, tanto en sentido transversal como en el sentido del flap, es decir, con respecto a la presión del viento y la gravedad, está presente en la parte de raíz de pala.

30 Como normalmente es preferible instalar palas de turbina usando una grúa con una viga de elevación, las palas carecerán mayoritariamente de una estructura específica adaptada para recibir un gancho de grúa u otro equipo de maniobra similar. Esto se debe en primer lugar a que no se espera que tenga que desmontarse una pala y a que una estructura de este tipo añadiría coste y peso a la pala.

35 Hay varios ejemplos en los que las palas se han dotado de orificios, como en el documento EP 2159419, para elevar o manipular las palas. Sin embargo, a menos que se rellenen los orificios con una pieza de inserción como en el documento EP 2159419, tienen que usarse otros dispositivos para cerrar dichos orificios para evitar que el agua penetre o influya negativamente en la aerodinámica de las palas.

40 El documento US 2010/254813 A1 da a conocer una turbina eólica configurada para alojar un mecanismo de cabrestante para retirar una parte de una pala, en la que el mecanismo de cabrestante incluye un cabrestante, un cable y un elemento de fijación firme.

45 El documento WO 2009/128708 A2 da a conocer una construcción de elevación para elevar y hacer descender una pala de un molino de viento, en la que la construcción de elevación comprende dos vigas dispuestas para actuar conjuntamente.

50 El documento EP 2 369 174 A1, que es la técnica anterior según el artículo 54(3) del CPE, da a conocer un método para montar o desmontar una pala de turbina eólica de una turbina eólica, en el que el método usa un sistema para

hacer rotar la pala entre posiciones vertical y horizontal.

Un objeto de la invención es permitir el desmontaje y montaje de una o más palas de un buje unido a una góndola colocada sobre una torre, y realizar esta operación sin el uso de una grúa independiente, por ejemplo una grúa móvil.

5 - Otro objeto de la invención es evitar que el personal tenga que abandonar el buje o góndola para unir o separar por ejemplo correas de elevación.

- Un objeto adicional de la invención es evitar tener que colocar diversos dispositivos tales como poleas en el exterior del buje.

10 - Un objeto adicional más es evitar tener que equipar la pala con medios de elevación tales como correas que han de envolver la pala, o equipar la pala con por ejemplo orificios para acoplar medios de elevación a la pala, o evitar dotar a la pala de una estructura de acoplamiento interno a la que puedan acoplarse medios de elevación.

- Otros aspectos, objetivos y ventajas de la invención serán más evidentes a partir de la siguiente descripción detallada cuando se tome en conjunto con los dibujos adjuntos.

Sumario de la invención

15 Los objetivos anteriores se alcanzan mediante el método según un aspecto de la invención, que implica desmontar una pala de turbina eólica de un buje de generador de turbina eólica montado en una góndola colocada sobre una torre, estando dispuesto dicho buje para tener varias palas unidas, en el que la pala que va a desmontarse comprende una pluralidad de pernos de sujeción que se extienden desde la pala o el cojinete de pala al interior del buje, estando dispuestos dichos pernos de sujeción para acoplar y para sujetar la pala al buje, comprendiendo el método:

20 - colocar la pala que va a desmontarse en una posición sustancialmente vertical de manera que una punta de la pala está orientada hacia abajo,

- retirar varios pernos de sujeción,

25 - montar varias extensiones a modo de perno en posiciones, en las que se han retirado pernos de sujeción, siendo dichas extensiones más largas que los pernos de sujeción,

- liberar la pala,

- mover la pala a una posición de pala intermedia usando dichas extensiones a modo de perno,

- unir una viga de elevación (12) a varios pernos de sujeción en la posición de pala intermedia,

- hacer descender la pala a una posición deseada usando dicha viga de elevación.

30 Disponiendo la pala en una posición sustancialmente vertical con su punta orientada hacia abajo, es decir, orientada hacia el suelo o en caso de una turbina en alta mar, orientada hacia el mar, se minimiza la distancia de descenso. Como las extensiones a modo de perno son más largas que los pernos de sujeción, que se usan para sujetar la pala, las sujeciones de la pala pueden quitarse, pero sostenerse aun así por las extensiones, la pala puede hacerse descender a una posición intermedia, en la que hay disponible un espacio adecuado para unir una viga de elevación a varios pernos de sujeción. Entonces, la viga de elevación puede usarse para hacer descender la pala a cualquier posición inferior deseada para su mantenimiento o reparación o cualquier otra operación. La fuerza requerida para el descenso puede aplicarse mediante un cable, cadena u otros medios conocidos.

40 Los objetivos que se mencionaron anteriormente también se alcanzan mediante otro aspecto de la invención, que puede considerarse que implica varias acciones inversas para montar la pala en lugar de desmontarla. En mayor detalle, la invención puede suponer un método para montar una pala de turbina eólica en un buje de generador de turbina eólica montado en una góndola colocada sobre una torre, estando adaptado dicho buje para tener varias palas unidas, comprendiendo el método:

- disponer el buje de pala para recibir una pala que va a montarse, teniendo dicha pala una punta de pala orientada hacia abajo y estando en una posición sustancialmente vertical,

45 - unir una pluralidad de pernos de sujeción que se extienden desde un extremo de raíz de la pala o desde un cojinete de pala en el extremo de raíz de pala, estando dispuestos dichos pernos de sujeción para sujetar la pala al buje,

- montar varias extensiones a modo de perno en posiciones adaptadas para recibir pernos de sujeción, siendo dichas extensiones más largas que los pernos de sujeción,

50 - unir una viga de elevación a varios pernos de sujeción,

- elevar la pala con la viga de elevación a una posición de pala intermedia en el buje de pala, en el que las extensiones a modo de perno se extienden a través de orificios de montaje en el buje, estando dispuestos dichos orificios de montaje para recibir los pernos de sujeción,

- sostener la pala en la posición de pala intermedia usando dichas extensiones a modo de perno,

5 - retirar la viga de elevación,

- usar las extensiones a modo de perno para mover la pala desde la posición de pala intermedia hasta una posición, en la que se sujeta la pala al buje.

De nuevo, disponiendo la pala en una posición sustancialmente vertical con su punta orientada hacia abajo, es decir, orientada hacia el suelo o en caso de una turbina en alta mar, orientada hacia el mar, la pala se eleva fácilmente cuando los medios de elevación están unidos en la raíz de pala o cojinete de pala, dado que el centro de gravedad estará por debajo de donde están unidos los medios de elevación. Como las extensiones a modo de perno son más largas que los pernos de sujeción, que se usan para sujetar la pala, las extensiones pueden acoplarse en el buje y usarse para sostener la pala en una posición intermedia a la que puede elevarse la pala, y en la que hay disponible un espacio adecuado para separar una viga de elevación. Entonces, la viga de elevación puede usarse para elevar la pala a una posición para sujetarse al buje. Preferiblemente, esto se realiza sustituyendo las extensiones a modo de perno con pernos de sujeción adicionales para sujetar la pala completamente.

A partir de lo anterior se observa que se alcanzan los objetivos de la invención. Mediante la invención el desmontaje y montaje de una o más palas de un buje unido a una góndola colocada sobre una torre, y la realización de esta operación pueden realizarse sin el uso de una grúa independiente, por ejemplo una grúa móvil. Además, se evita que el personal tenga que abandonar el buje o góndola para unir o separar por ejemplo correas de elevación, o tengas que colocarse diversos dispositivos tales como poleas en el exterior del buje. Además, se evita tener que equipar la pala con medios de elevación tales como correas que van a envolver la pala, o equipar la pala con por ejemplo orificios para acoplar medios de elevación a la pala, o evitar dotar a la pala de una estructura de acoplamiento interno a la que pueden acoplarse medios de elevación.

En otro aspecto, la pala puede elevarse a o hacerse descender del buje con un cable conectado a la viga de elevación, introduciéndose dicho cable en el buje por medio de al menos una polea. Como puede resultar difícil, aunque no imposible, dependiendo del tamaño de la turbina eólica o del buje, disponer por ejemplo un cabrestante en el buje para elevar o hacer descender una pala, es preferible introducir un cable desde una ubicación en el exterior del buje. En tal caso, una polea es adecuada para cambiar una dirección del cable y para definir una posición adecuada relativa a la pala y viga de elevación, para un cable de este tipo que entra en el buje. Puede requerirse más de una polea de manera que el cable no colisione con otros equipos, por ejemplo en el buje o en la góndola.

En un aspecto adicional, un cable se introduce en el buje por medio de una parte de recepción, estando dicha parte de recepción situada en una parte cóncava del buje. La parte cóncava del buje es el lado del buje que está orientado hacia el viento durante el funcionamiento de la turbina. Podría denominarse también como lado delantero del buje, siendo entonces el lado trasero del buje el lado que está orientado hacia la góndola.

Dependiendo del diseño de la góndola, el buje y el árbol principal que conecta el buje y la góndola, puede ser preferible introducir el cable por medio de una parte de recepción situada en dicha parte cóncava o lado delantero del buje. En otro aspecto que puede usarse con algunas turbinas que tienen un árbol principal hueco a través del cual también podría introducirse el cable, es decir, desde el lado trasero del buje. O la góndola puede diseñarse con algo de separación entre el árbol principal y la góndola para que el personal pueda entrar en el buje desde la góndola, de manera que el cable pueda introducirse por medio de dicha separación. Incluso si tal separación está disponible, puede ser preferible introducir el cable desde la parte cóncava del buje para evitar la instalación de un sistema de poleas complejo para transportar con cuidado el cable para evitar la colisión con otros componentes de la turbina.

En turbinas eólicas que tienen dos, cuatro, seis, etc., palas, por motivos de simetría, habrá una pala superior, distinta de la que va a montarse o desmontarse hacia abajo, justo por encima de la que va a montarse o desmontarse, por lo cual un armazón de anclaje se une ventajosamente por ejemplo a los pernos de sujeción de dicha pala superior. Esto reduce la necesidad de tener otros medios en el buje para unir a o crear tales medios, por ejemplo perforando orificios de montaje. En turbinas eólicas que tienen tres palas, las dos palas, distintas a la que va a montarse o desmontarse, estarán en posición simétrica, en la que un cable virtual que conecta pernos de sujeción o partes de acoplamiento para pernos de sujeción será horizontal y estará muy bien adaptado para montar extremos opuestos de un armazón de anclaje para soportar al menos una polea, guiando un cable para elevar o hacer descender una pala. De nuevo, se reduce la necesidad de proporcionar otros medios para unir un armazón de anclaje de este tipo dentro del buje.

Además, el cable lo puede hacer funcionar un cabrestante con base en la góndola o con base en el suelo. Tal como se explicó anteriormente, la góndola puede usarse pero requeriría un sistema de poleas para guiar el cable hacia el buje, de ser posible. El cable incluso puede entrar en la góndola desde una ubicación en el suelo o en la torre. Sin

embargo, es preferible usar un cabrestante basado en el suelo situado en posición para que pueda recibirse un cable desde el cabrestante por medio de una apertura de recepción en el lado cóncavo del buje, mediante lo cual la disposición de poleas puede ser más sencilla.

5 Otro aspecto implica que la viga de elevación puede ser esencialmente un armazón longitudinal que tiene medios de recepción dispuestos en cada extremo y adaptada para recibir pernos de sujeción para asegurar una pala a la viga, también al menos una parte de unión dispuesta para acoplarse mediante un dispositivo de elevación. Una viga de elevación de este tipo puede diseñarse con un peso muy bajo y por tanto puede sostenerse fácilmente y montarse o desmontarse con respecto a la pala.

10 En otro aspecto, la pala puede moverse a o de la posición intermedia mediante actuadores conectados a las extensiones a modo de perno. Un actuador de este tipo garantizará el funcionamiento seguro del movimiento, que puede llevarse a cabo por mando a distancia de manera que el personal pueda estar a una distancia segura de cualquier posición peligrosa. En una realización, los actuadores pueden ser hidráulicos y la presión hidráulica la aplica una unidad hidráulica que comprende válvulas y una bomba. La unidad hidráulica puede ser una unidad portátil llevada a o almacenada en la turbina para su uso en montaje o desmontaje de palas. O pueden usarse
15 equipos hidráulicos ya disponibles en la turbina, tales como por ejemplo para la actuación sobre el ángulo de paso de la pala.

En un aspecto adicional, la pala se mueve a o de la posición intermedia con una segunda viga de elevación adaptada para acoplar las extensiones a modo de perno. Usando una segunda viga de elevación, esta puede elevarse o hacerse descender con los mismos medios para elevar y hacer descender la pala con la viga de
20 elevación mencionada anteriormente, es decir, la viga de elevación usada para elevar y hacer descender la pala a o desde el suelo o el mar.

En otro aspecto solo puede usarse una viga de elevación tanto para elevar como para hacer descender, aunque también para mover la pala hacia y desde la posición intermedia. En un aspecto, para desmontar la pala se montan al menos dos extensiones a modo de perno adicionales en posiciones adaptadas para recibir pernos de sujeción, en el que la pala, después de hacerse descender a la posición intermedia, se fija firmemente usando las dos
25 extensiones a modo de perno adicionales, y la viga de elevación, que se une a las extensiones a modo de perno de pala, se separa y acopla con pernos de sujeción y la pala se hace descender a una posición deseada usando dicha misma viga de elevación. En un aspecto adicional, para montar la pala se montan al menos dos extensiones a modo de perno adicionales en posiciones adaptadas para recibir pernos de sujeción, en el que cuando la pala está en la posición intermedia, la pala se fija firmemente usando las dos extensiones a modo de perno adicionales, y en el que la viga de elevación, que se une a los pernos de sujeción, se separa y acopla con extensiones a modo de perno para elevar la pala a una posición, en la que los pernos de sujeción se sujetan al buje o bien directamente o bien por medio de un cojinete de pala.

30 Como el buje es principalmente una estructura robusta, de fundición o forjada, que tiene muchas funciones y componentes unidos al mismo, puede no tener en sí mismo una forma aerodinámica óptima. Para compensar esto y cubrir el buje, es común acoplar un denominado cono de hélice, que es normalmente una estructura ligera de plástico reforzada con fibra. La estructura de cono de hélice estaría cubriendo el buje para mejorar las condiciones de flujo de viento alrededor del buje, y en la que antes de introducir el cable en el buje se corta una sección adecuada del cono de hélice para recibir el cable. Algunos conos de hélices pueden estar equipados con una
35 sección separable o una escotilla, por ejemplo para una salida de emergencia, pero quizá no sea ideal usar una abertura de este tipo como una abertura de recepción para recibir un cable de elevación. En su lugar, puede cortarse una sección para obtener una abertura de recepción en una posición más adecuada, que permitirá usar una mejor posición o ángulo de entrada de un cable de elevación en el buje para elevar o hacer descender una pala. Por motivos prácticos, la sección cortada puede fijarse de nuevo después de completarse la operación de descenso y/o elevación, por ejemplo mediante adhesivo u otros medios adecuados.
40

La mayoría de turbinas de eje horizontal tienen el árbol principal ligeramente inclinado hacia arriba, por ejemplo 6-7 grados para aumentar la distancia entre las palas y la torre. Por tanto, una pala orientada con la punta apuntando hacia abajo no será completamente vertical, sino que tendrá la punta apuntando ligeramente a lo que sería el lado sotavento durante el funcionamiento de la turbina. Por tanto, un aspecto preferido es que la orientación de pala esté controlada parcialmente por al menos un cable de retención unido a la pala en las proximidades de la punta de pala. El cable de retención lo puede controlar el personal o un cabrestante desde el suelo o el mar. Por el presente documento, la pala puede moverse a o de la posición intermedia, que es una parte alejada de su posición sujeta, y tener su orientación de punta mantenida durante el movimiento, que podría de otra manera doblar o dañar los pernos de sujeción o las extensiones a modo de perno, ya que la gravedad intentaría tirar de la pala a una orientación casi completamente vertical. El cable de retención puede unirse mientras la pala está al nivel del suelo o el mar. Cuando la pala está montada en la turbina, puede unirse una eslinga circular a la pala y mantenerse en posición mediante uno o más cables unidos a la eslinga y extendiéndose entre el buje y el suelo o el mar y controlado por el personal o un cabrestante.
50

Para llevar un cable de elevación a la góndola o buje, puede hacerse descender un cable o una cuerda desde el buje o góndola, unirse al cable de elevación y tirarse del mismo hasta una posición adecuada en la góndola o buje.
55

Breve descripción de los dibujos

- La figura 1 muestra una vista frontal esquemática de una turbina eólica de tipo moderno conocida.
- La figura 2 muestra una vista en sección transversal esquemática vista de una pala conectada a un buje de turbina por medio de un cojinete de pala.
- 5 - Las figuras 3-5 muestran unas vistas laterales en sección transversal esquemática de una parte de una turbina eólica, en la que se usan un cable de elevación, poleas y una viga para desmontar una pala, o por el contrario para montar una pala.
- Las figuras 6 y 7 muestran esquemáticamente vistas laterales de modos alternativos de conducir un cable de elevación al interior del buje.
- 10 - Las figuras 8-10 muestran esquemáticamente vistas laterales de detalles referidos a cómo puede usarse solo una viga para desmontar o montar una pala.
- Las figuras 11 y 12 muestran esquemáticamente vistas laterales del desmontaje o montaje de una pala.

Muchos detalles no relacionados con la invención no se muestran en las figuras por motivos de claridad, pero evidentemente son conocidos por un experto en el campo de la tecnología de turbinas eólicas.

15 Descripción detallada de la invención

La turbina eólica 1 de un tipo moderno ampliamente conocido mostrada en la figura 1 comprende de manera general una góndola 3 montada con un buje 6. Palas de turbina 5 con puntas de pala 7 están montadas sobre el buje 6. La góndola 3 está montada en la parte superior de una torre 2. El buje 6 está montado en la góndola 3 normalmente por medio de un árbol principal 52 (mostrado en la figura 2). Normalmente un generador eléctrico (no mostrado) está alojado dentro de la góndola 3 y se acciona por la rotación del buje 6 que obtiene energía eólica a partir de las palas 5 para generar potencia eléctrica, pero también pueden ser el objetivo otros tipos de potencia y/o energía o entrada/energía para procesos físicos o químicos, por ejemplo para la producción de hidrógeno, así como calentamiento o enfriamiento. La turbina eólica 2 se coloca normalmente en el suelo 48 en ubicaciones en alta mar. Los conceptos y aspectos de la invención descritos en este documento y los dibujos adjuntos pueden usarse tanto para uso sobre el suelo como en alta mar. Tal como se explicó anteriormente, existe la necesidad de desmontar y montar palas 5 de un buje 6 unido a una góndola 3 colocada sobre una torre 2, y llevar a cabo esta operación sin el uso de una grúa independiente, por ejemplo una grúa móvil.

Los extremos de raíz de pala están dotados de pernos de sujeción como en el número de referencia 48 "pernos de cabeza en T" en el documento EP 2159419, o tienen una pieza de inserción metálica incorporada en la pared de pala, en la que la pieza de inserción tiene un orificio roscado para recibir un perno prisionero de pala o un perno que tiene una cabeza de perno. Los pernos de sujeción 4 sirven para sujetar la pala a un buje de una turbina eólica tal como se muestra en la figura 2.

La figura 2 muestra una pala 5 conectada a un buje de turbina 6 por medio de un cojinete de pala 56. El cojinete se usa para poder ajustar el paso de la pala. La pala 5 está sujeta al cojinete 56 con pernos de sujeción 4, mostrados en este caso como pernos prisioneros que tienen una tuerca 8 para obtener un tensado deseado de los pernos, pero los pernos 4 también pueden ser de un tipo que tiene cabezas de perno. Preferiblemente para la presente invención, son preferibles pernos prisioneros, al menos para el montaje, ya que tales pernos pueden instalarse previamente antes del montaje de la pala. En la figura 2, los pernos de sujeción 8 para sujetar los cojinetes de pala 56 al buje 6 se muestran como pernos con una cabeza, aunque aquí también pueden usarse pernos prisioneros.

Otro aspecto que puede desprenderse de la figura 2, aunque no se muestra, es que los pernos de sujeción 4 para sujetar el cojinete de pala, en vez de venir del cojinete y hacia el buje 6, pueden también colocarse al revés, es decir, viniendo del buje y entrando en el cojinete 56. También, por ejemplo una turbina de regulación por pérdida aerodinámica puede no tener cojinetes de pala. Por tanto, los pernos de sujeción 4 para sujetar la pala al buje 6 pueden acoplarse directamente con el buje, o acoplarse con un cojinete de pala 56, o unir el cojinete de pala al buje. El requisito es que los pernos de sujeción 4 puedan unirse y/o separarse del interior del buje, de manera que las extensiones a modo de perno 10 (no mostradas en la figura 2) pueden usarse o bien para montar o bien para desmontar la pala. Por lo tanto, pueden usarse pernos de sujeción 4 que unen el cojinete de pala 56 y extensiones a modo de perno 10 para llevar a cabo la invención al igual que pernos de sujeción 4 unidos al extremo de raíz de pala.

Por la invención se desprende que desmontar una pala de turbina eólica 5, de un buje de generador de turbina eólica 6 montado en una góndola 3 colocada sobre una torre 2, puede realizarse con el uso de extensiones a modo de perno 10 tal como se muestra en la figura 3. La pala 5 se une al buje 6 mediante un gran número de pernos de sujeción 4. Los pernos de sujeción pueden sujetarse al buje 6 con tuercas 8, que se disponen para acoplar y fijar los pernos de sujeción 4, o usando pernos con cabezas de perno.

5 Para comenzar a desmontar la pala 5, es preferible girar el buje 6 y de ese modo colocar la pala que va a desmontarse en una posición sustancialmente vertical de manera que una punta 7 de la pala está orientada hacia abajo. En la figura 3 varios pernos de sujeción 4 se han retirado de la pala para permitir el montaje de varias extensiones a modo de perno 10 en las posiciones en las que se han retirado pernos de sujeción. Las extensiones a modo de perno son más largas que los pernos de sujeción 4, ya que se proporcionan para usarse en el movimiento de la pala a una posición de pala intermedia. En esta etapa y antes de que se retiren las tuercas 8 restantes o pernos con cabezas de perno del número restante de pernos de sujeción para liberar la pala, medios para sostener y mover la pala deben unirse a las extensiones a modo de perno 10. Como se mencionó anteriormente pueden usarse actuadores, por ejemplo, pueden usarse actuadores hidráulicos, aunque también actuadores neumáticos o eléctricos. También puede usarse una viga de elevación 40 tal como se muestra en la figura 3, o pueden unirse y usarse dos o más cables, cuerdas, cadenas, etc. Tras retirar las tuercas o pernos de sujeción restantes, se hace descender la pala a una posición intermedia tal como se muestra en la figura 4. En las figuras 3-5 se muestra que, para mover y sostener la pala 5, se introduce un cable 22 en el buje 6 por medio de una parte de recepción 24 en una parte cóncava 26 del buje. Para proporcionar acceso, se ha abierto una escotilla 50 en un cono de hélice 42. La estructura de cono de hélice 42 está cubriendo el buje para mejorar las condiciones de flujo de viento alrededor del buje, y en la que antes de introducir el cable 22 en el buje se corta una sección adecuada del cono de hélice para recibir el cable. Tal como se muestra en la figura 3, el corte no es necesario si por ejemplo una escotilla 50 forma parte del cono de hélice 42. El cable 22 se guía mediante poleas 16 y 14 que van a unirse a la viga de elevación 40, que se une a las extensiones 10. También en la figura 3 se muestra cómo está conectado el buje 6 a la góndola 3 por medio de un árbol principal 52 y que la góndola está sobre la torre 2. También se muestra en la figura 3, que al menos un armazón de anclaje 30 puede disponerse para soportar al menos una polea 14 unida a pernos de sujeción (no mostrados) dispuestos para sujetar al menos una pala distinta de la pala 5 que está montándose o desmontándose.

25 La posición intermedia, tal como se muestra en la figura 4, se elige preferiblemente próxima al buje 6, pero a una distancia suficiente de manera que una viga de elevación 12 pueda llevarse a una posición entre el buje 6 y la pala 5, en la que la viga 12 pueda unirse a varios pernos de sujeción 4 en la posición de pala intermedia. Deben unirse medios para sostener la pala a las extensiones a modo de perno 10 para liberar el cable 22 y la viga 40 antes de hacer descender la pala 5 a una posición deseada usando la viga de elevación 12 tal como se muestra en la figura 5.

30 Con referencia a las figuras 3-5 se explica el montaje de pala. Para empezar, deben instalarse la torre de turbina 2, la góndola 3 y el buje 6. Después, se dispone el buje de pala para recibir una pala 5 que va a montarse, teniendo la pala una punta de pala 7 orientada hacia abajo y estando en una posición sustancialmente vertical. Una pluralidad de pernos de sujeción de tipo prisioneros pueden disponerse conectados a la raíz de pala y extendiéndose desde el extremo de raíz de la pala. En caso de usarse pernos de sujeción con cabezas de perno, deben acoplarse en una etapa posterior. Varias extensiones a modo de perno 10 se disponen en posiciones adaptadas para recibir pernos de sujeción 4, en las que las extensiones son más largas que dichos pernos de sujeción. Las extensiones a modo de perno de pala 10 pueden ser por ejemplo de dos a cinco veces más largas que los pernos de sujeción 4. Una viga de elevación 12 se une con varios pernos de sujeción 4 y la pala 5 se eleva con la viga de elevación a una posición de pala intermedia en el buje de pala 6, véase la figura 4. Algunas o todas las extensiones 10 pueden usarse también para guiar los pernos de sujeción 4, si están presentes, en relación con el buje 6. Las extensiones a modo de perno 10 se disponen para extenderse a través de orificios de montaje en el buje, que se disponen de otro modo para recibir los pernos de sujeción. Ahora la pala se sostiene en una posición de pala intermedia usando las extensiones a modo de perno, de manera que puede retirarse la viga 12. Las extensiones a modo de perno se usan entonces para mover la pala de una posición de pala intermedia hasta una posición, en la que las tuercas 8 o pernos de sujeción con cabezas de perno, pueden unirse para sujetar la pala al buje. Para el movimiento de la pala puede usarse cualquier medio de movimiento apropiado mediante la conexión a las extensiones 10, por ejemplo actuadores hidráulicos, aunque también pueden usarse actuadores neumáticos o eléctricos. También puede usarse una viga de elevación 40 tal como se muestra en la figura 3, o pueden unirse y usarse dos o más cables, cuerdas, cadenas, etc. Finalmente, las extensiones a modo de perno 10 se retiran y sustituyen con pernos de sujeción 4 adicionales, que pueden acoplarse y fijarse mediante tuercas 8.

En las figuras 6 y 7 se muestra cómo el cable de elevación 22 puede introducirse en el buje 6 por medio de la góndola 3 para conectarse por ejemplo a una viga de elevación 40. Se requieren varias poleas 14, 16 y 18, o incluso poleas adicionales, dependiendo de la ruta del cable.

55 En la figura 9 se muestra que una viga de elevación 40 puede diseñarse comprendiendo un armazón esencialmente longitudinal 34 que tiene medios de recepción 36 dispuestos en cada extremo y adaptados para recibir pernos de sujeción 8 para asegurar una pala 5 a la viga así como al menos una parte de unión 38 dispuesta para su acoplamiento por parte de un dispositivo de elevación tal como un cable o una cadena.

60 En las figuras 8-10 se muestra cómo puede usarse solo una viga de elevación 40 tanto para elevar como para hacer descender, pero también para mover la pala 5 a y desde la posición intermedia. En un aspecto para desmontar la pala, se montan al menos dos extensiones a modo de perno 10 adicionales en posiciones 36 adaptadas para recibir pernos de sujeción 4, véase la figura 8, en el que la pala, después de hacerse descender a la posición intermedia, véase la figura 9, se fija firmemente usando las dos extensiones a modo de perno 10 adicionales, y la viga de

ES 2 564 260 T3

- 5 elevación 40, que está unida a las extensiones a modo de perno de pala, se separa y acopla con pernos de sujeción, véase la figura 10, y la pala se hace descender a una posición deseada usando dicha misma viga de elevación. En un aspecto adicional para montar la pala, las figuras 8-10 deben observarse de manera inversa al desmontaje que acaba de explicarse. Al menos dos extensiones a modo de perno adicionales se montan en posiciones adaptadas para recibir pernos de sujeción, en el que cuando la pala está en la posición intermedia, la se fija firmemente usando las dos extensiones a modo de perno adicionales, y en el que la viga de elevación, que está unida a los pernos de sujeción, se separa y acopla con extensiones a modo de perno para elevar la pala a una posición, en la que los pernos de sujeción se sujetan al buje.
- 10 Las figuras 11 y 12 muestran una turbina eólica 1 que tiene una torre 2 sobre la que está unida una góndola 3. Un buje 6 está conectado a la góndola para transmitir energía rotacional procedente de la pala 5 unida al buje. Un cabrestante 32 con base en el suelo 48 tiene un cable 22 que entra en el buje para su conexión interna a la pala 5. La orientación de pala la controla parcialmente al menos un cable de retención 44 unido a la pala en las proximidades de una punta de pala 7. El cable de retención lo puede controlar el personal o un cabrestante 46. La figura 12 muestra cómo se hace descender o se eleva la pala 5 para o bien desmontar o bien montar la pala.
- 15 Para hacer que el cable de elevación 22 se introduzca en el buje, se usan un cordel o una cuerda que se ha hecho descender desde el buje o góndola y para tirar del cable. El tiro puede realizarse de forma manual o usando un pequeño cabrestante. Otra opción es usar por ejemplo una grúa de servicio instalada de manera permanente, que a menudo está presente en la góndola de turbinas eólicas.
- 20 Para unir elementos como medios de fijación firme, una viga, etc., a las extensiones a modo de perno 10, pueden usarse las tuercas 8, un pasador de seguridad pasante, un gancho o un grillete, u otro dispositivo de unión conocido que pueda encontrarse por ejemplo en una ferretería.

REIVINDICACIONES

1. Método para desmontar una pala de turbina eólica (5) de un buje de generador de turbina eólica (6) montado en una góndola (3) colocada sobre una torre (2), estando dispuesto dicho buje para tener varias palas unidas, en el que la pala que va a desmontarse comprende una pluralidad de pernos de sujeción (4) que se extienden desde la pala o el cojinete de pala (56) al interior del buje, estando dispuestos dichos pernos de sujeción para acoplar y para sujetar la pala al buje, comprendiendo el método:
- 5 colocar la pala que va a desmontarse en una posición sustancialmente vertical de manera que una punta de la pala está orientada hacia abajo,
- retirar varios pernos de sujeción,
- 10 montar varias extensiones a modo de perno (10) en posiciones, en las que se han retirado pernos de sujeción, siendo dichas extensiones más largas que los pernos de sujeción,
- liberar la pala,
- mover la pala a una posición de pala intermedia usando dichas extensiones a modo de perno,
- unir una viga de elevación (12) a varios pernos de sujeción en la posición de pala intermedia,
- 15 hacer descender la pala a una posición deseada usando dicha viga de elevación.
2. Método para montar una pala de turbina eólica (5) en un buje de generador de turbina eólica (6) montado en una góndola (3) colocada sobre una torre (2), estando adaptado dicho buje para tener varias palas unidas, comprendiendo el método:
- 20 disponer el buje de pala para recibir una pala que va a montarse, teniendo dicha pala una punta de pala orientada hacia abajo y estando en una posición sustancialmente vertical,
- unir una pluralidad de pernos de sujeción (4) que se extienden desde un extremo de raíz de la pala o desde un cojinete de pala (56) en el extremo de raíz de pala, estando dispuestos dichos pernos de sujeción para sujetar la pala al buje o bien directamente o bien por medio de un cojinete de pala,
- 25 montar varias extensiones a modo de perno (10) en posiciones adaptadas para recibir pernos de sujeción, siendo dichas extensiones más largas que los pernos de sujeción,
- unir una viga de elevación (12) a varios pernos de sujeción,
- elevar la pala con la viga de elevación a una posición de pala intermedia en el buje de pala,
- en el que las extensiones a modo de perno se extienden a través de orificios de montaje en el buje, estando dispuestos dichos orificios de montaje para recibir los pernos de sujeción,
- 30 sostener la pala en la posición de pala intermedia usando dichas extensiones a modo de perno,
- retirar la viga de elevación,
- usar las extensiones a modo de perno para mover la pala desde la posición de pala intermedia hasta una posición, en la que se sujeta la pala al buje.
- 35 3. Método según la reivindicación 1 ó 2, en el que la pala se eleva hasta o se hace descender desde el buje con un cable (22) conectado a la viga de elevación, introduciéndose dicho cable en el buje por medio de al menos una polea (14, 16).
4. Método según la reivindicación 3, en el que el cable se introduce en el buje por medio de una parte de recepción (24), estando dicha parte de recepción situada en una parte cóncava (26) del buje.
- 40 5. Método según la reivindicación 3 ó 4, en el que el cable se introduce en el buje por medio de la góndola o un árbol principal hueco (52) que conecta el buje y la góndola.
6. Método según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que al menos un armazón de anclaje está dispuesto para soportar al menos una polea que está unida a pernos de sujeción dispuestos para sujetar al menos una pala distinta a la pala que está montándose o desmontándose.
- 45 7. Método según una cualquiera de las reivindicaciones 3-5, en el que el cable lo acciona un cabrestante (32) con base en el suelo (48).
8. Método según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la viga de elevación es un

armazón esencialmente longitudinal (34) que tiene medios de recepción (36) dispuestos en cada extremo y adaptados para recibir pernos de sujeción (8) para asegurar una pala (5) a la viga así como al menos una parte de unión (38) dispuesta para su acoplamiento por parte de un dispositivo de elevación.

- 5 9. Método según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la pala se mueve a o desde la posición intermedia mediante actuadores conectados a las extensiones a modo de perno.
10. Método según la reivindicación 9, en el que los actuadores son hidráulicos y la presión hidráulica la aplica una unidad hidráulica que comprende válvulas y una bomba.
- 10 11. Método según cualquiera de las reivindicaciones 1-8, en el que la pala se mueve a o desde la posición intermedia con una segunda viga de elevación (40) adaptada para acoplar las extensiones a modo de perno.
- 15 12. Método según cualquiera de las reivindicaciones 1 ó 3-8, en el que al menos dos extensiones a modo de perno adicionales se montan en posiciones adaptadas para recibir pernos de sujeción, en el que la pala, después de hacerse descender a la posición intermedia, se fija firmemente usando las dos extensiones a modo de perno adicionales, y la viga de elevación, que está unida a las extensiones a modo de perno de pala, se separa y acopla con pernos de sujeción y la pala se hace descender a una posición deseada usando dicha viga de elevación.
- 20 13. Método según cualquiera de las reivindicaciones 2-8, en el que al menos dos extensiones a modo de perno adicionales se montan en posiciones adaptadas para recibir pernos de sujeción, en el que cuando la pala está en la posición intermedia, la pala se fija firmemente usando las dos extensiones a modo de perno adicionales, y en el que la viga de elevación, que está unida a los pernos de sujeción, se separa y acopla con extensiones a modo de perno para elevar la pala a una posición, en la que los pernos de sujeción se sujetan al buje.
- 25 14. Método según una cualquiera de las reivindicaciones 3-5, en el que una estructura de cono de hélice (42) está cubriendo el buje para mejorar condiciones de flujo de viento alrededor del buje, y en el que antes de introducir el cable (22) en el buje se corta una sección adecuada del cono de hélice para recibir el cable.
15. Método según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la orientación de pala se controla parcialmente mediante al menos un cable de retención unido a la pala en las proximidades de la punta de pala, controlando el personal o un cabrestante dicho cable de retención.
- 30 16. Método según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores 3-13, en el que el cable de elevación se introduce en el buje mediante el uso de un cable o una cuerda que se ha hecho descender desde el buje o góndola.

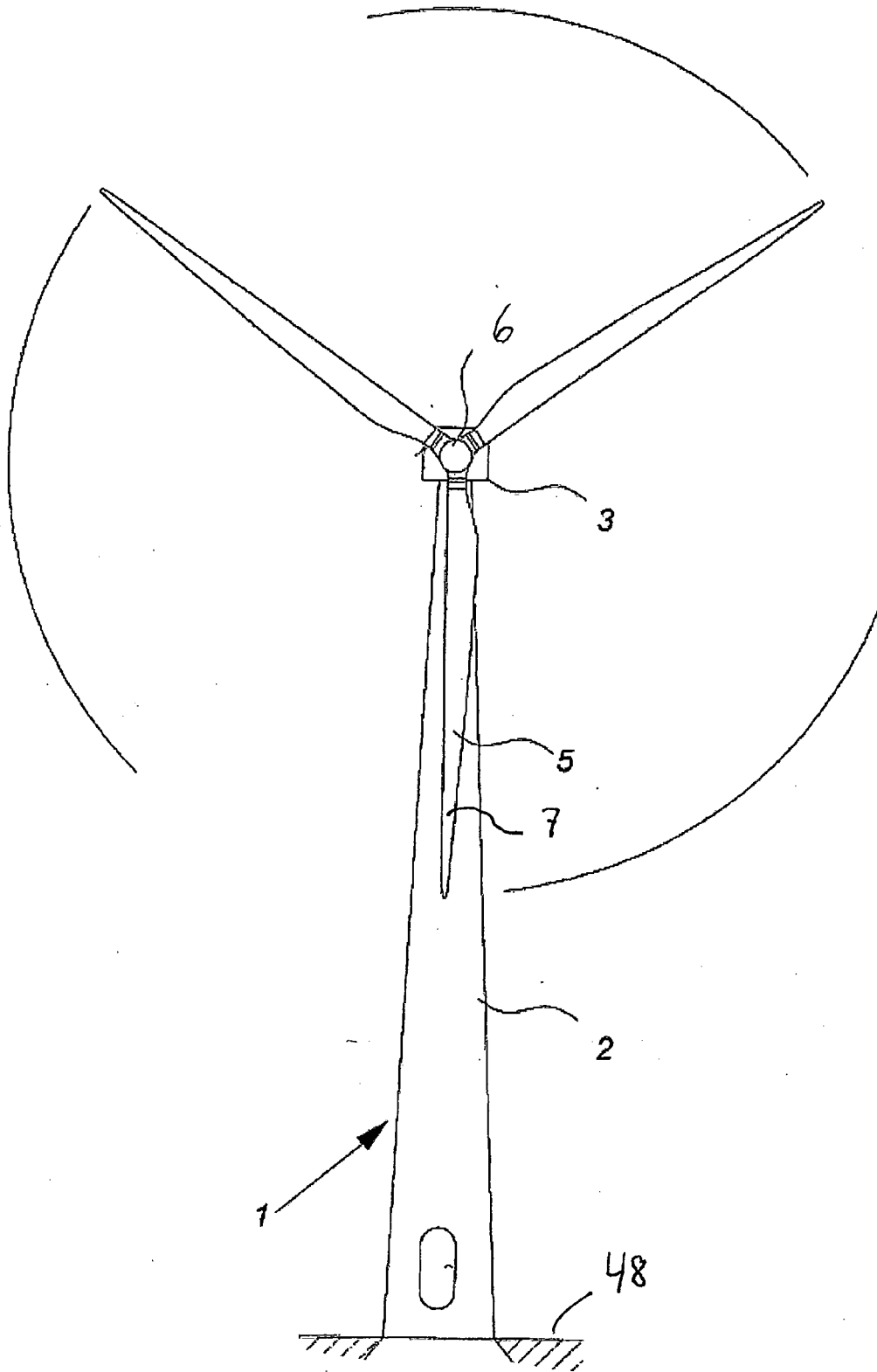


FIG. 1

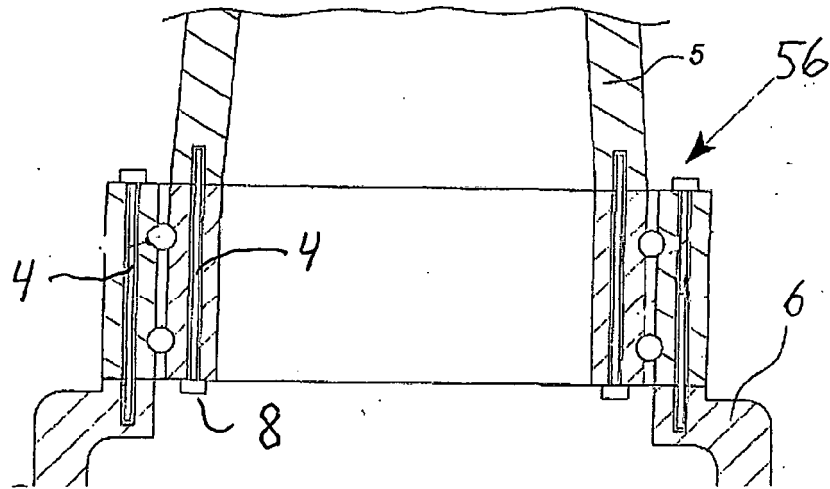


FIG. 2

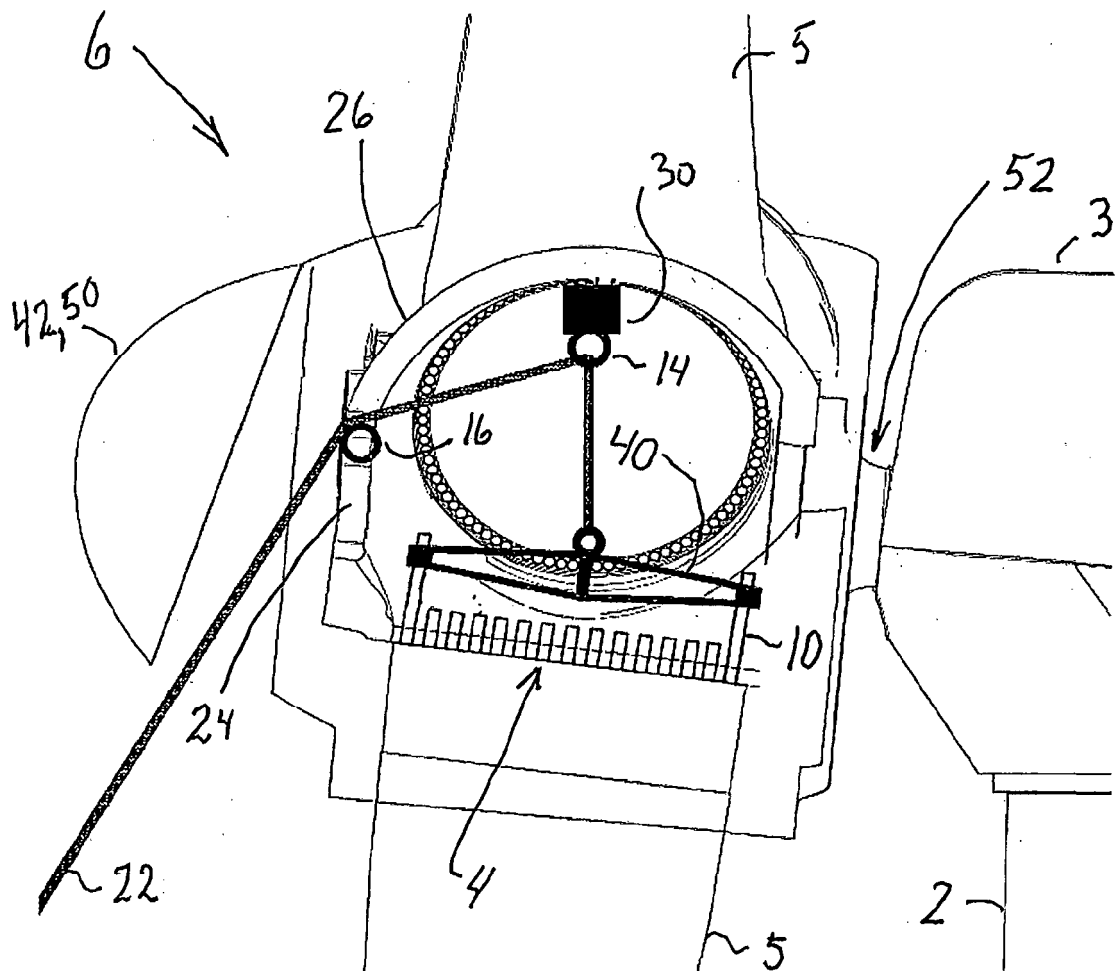


FIG. 3

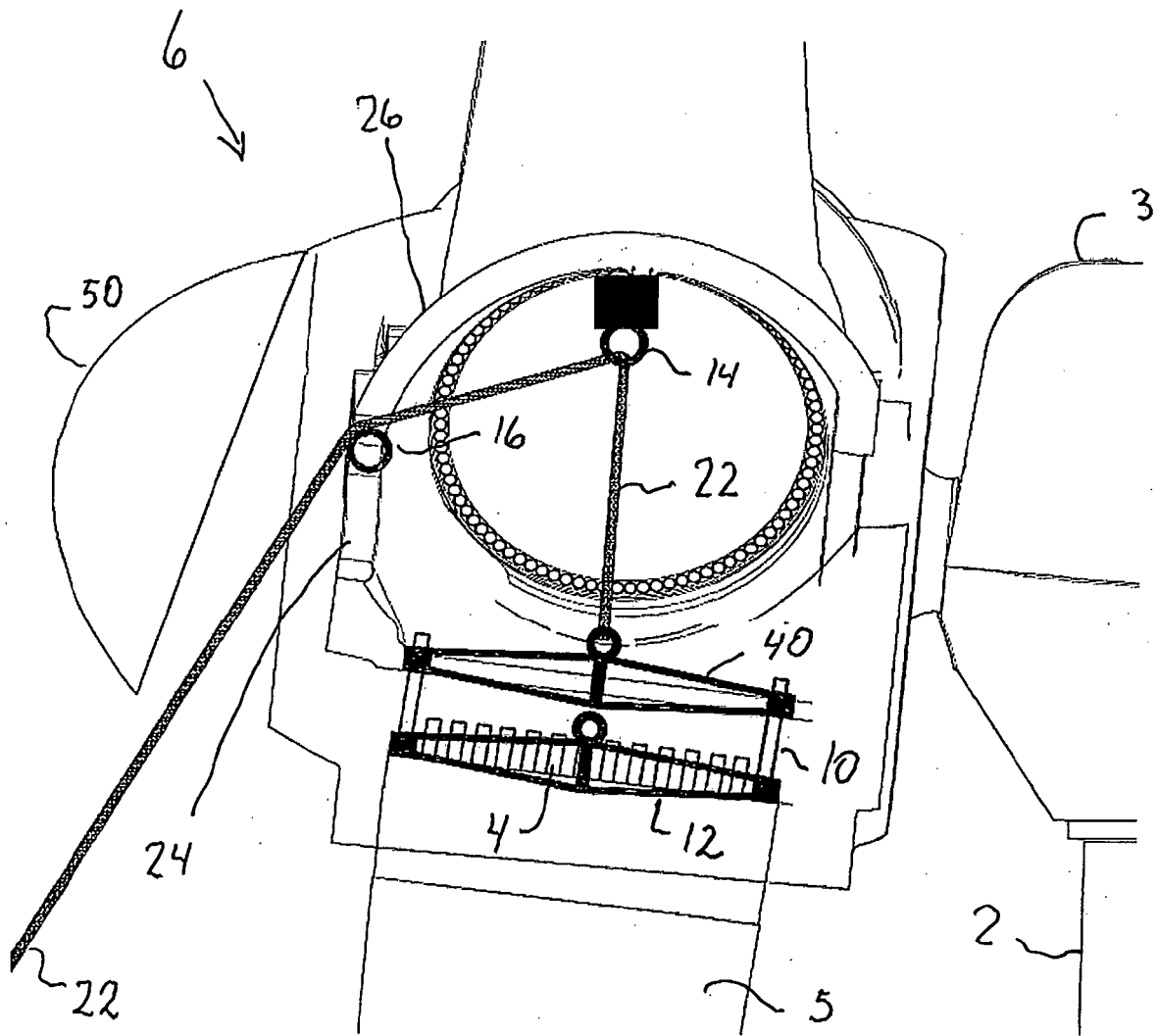


FIG. 4

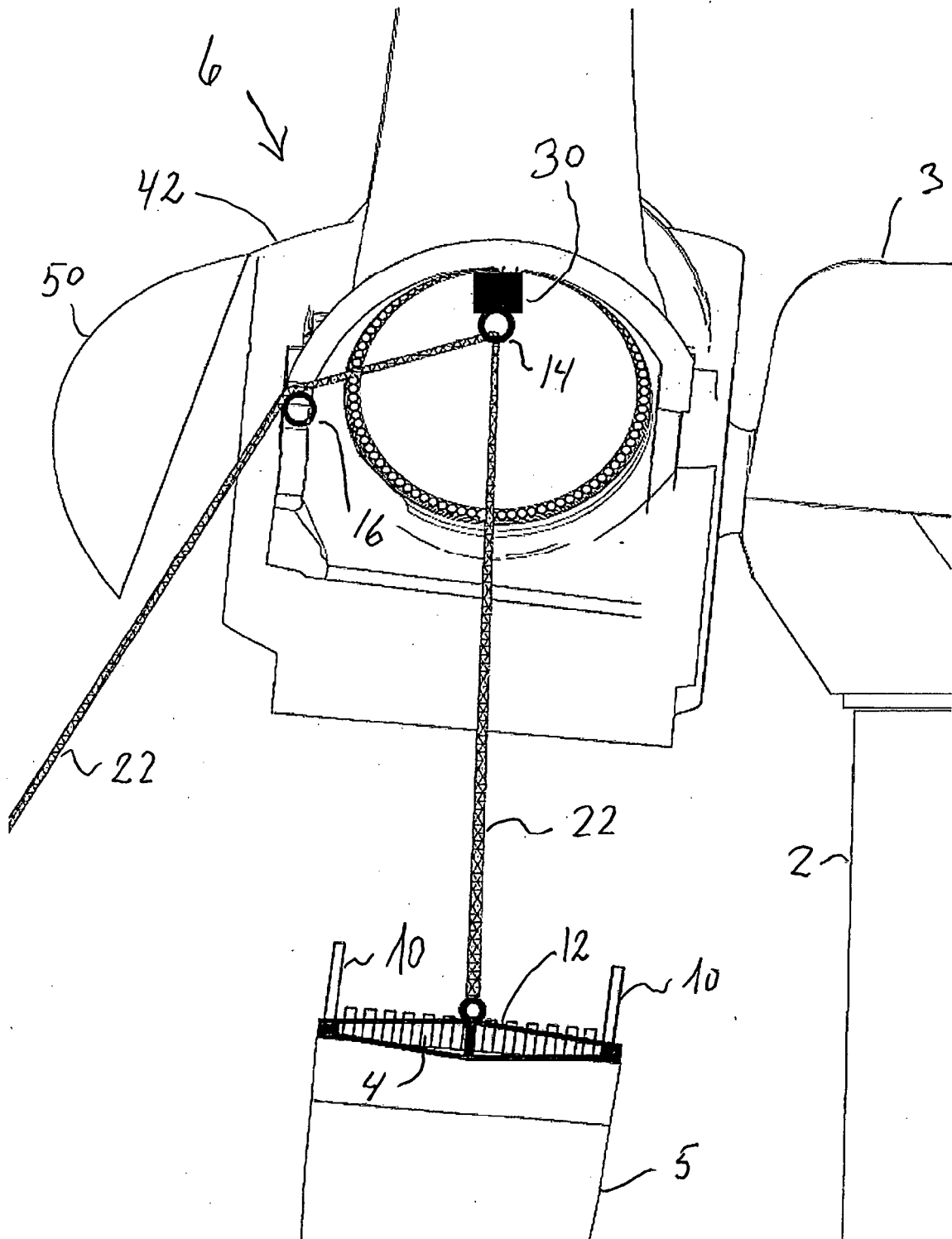


FIG. 5

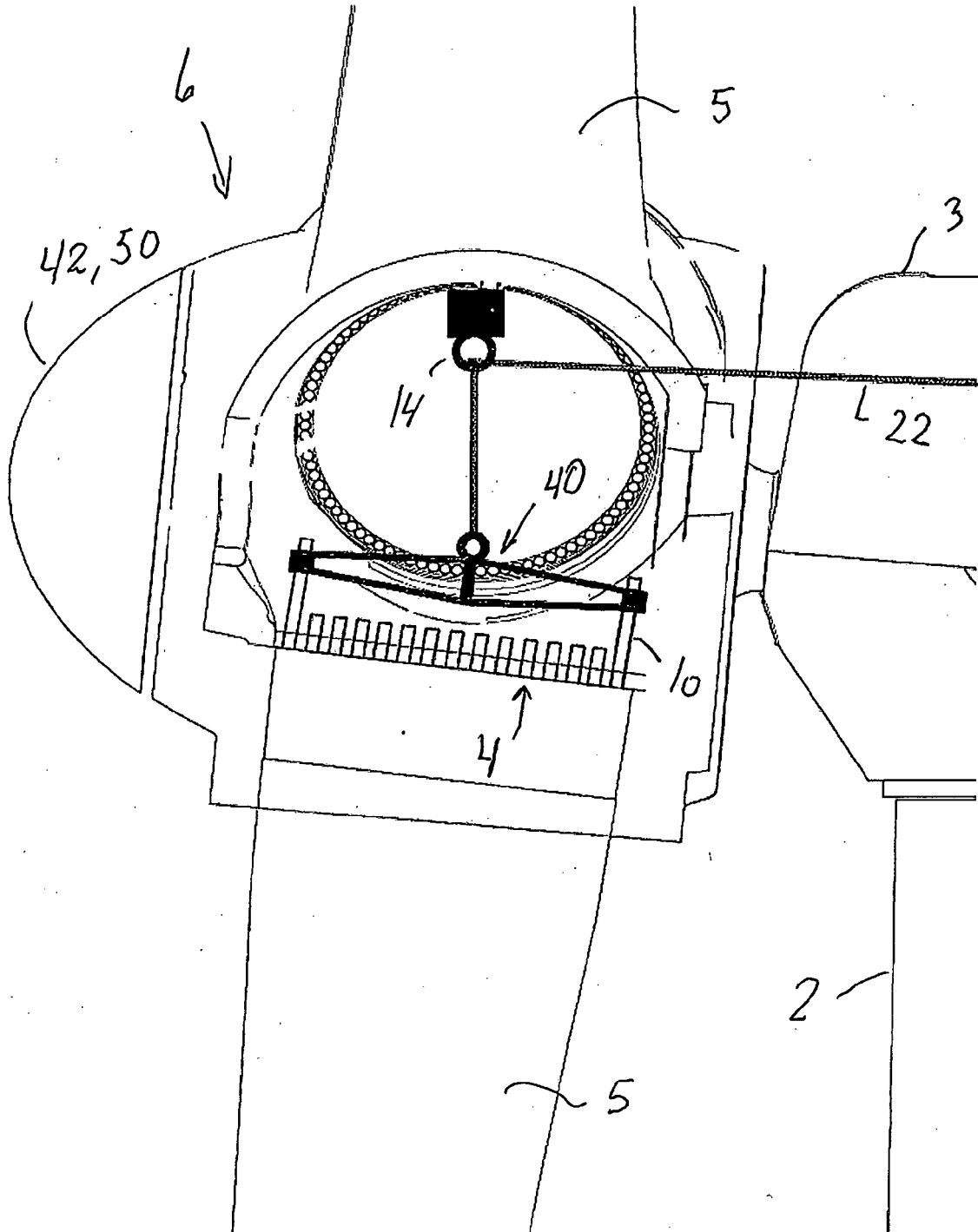


FIG. 6

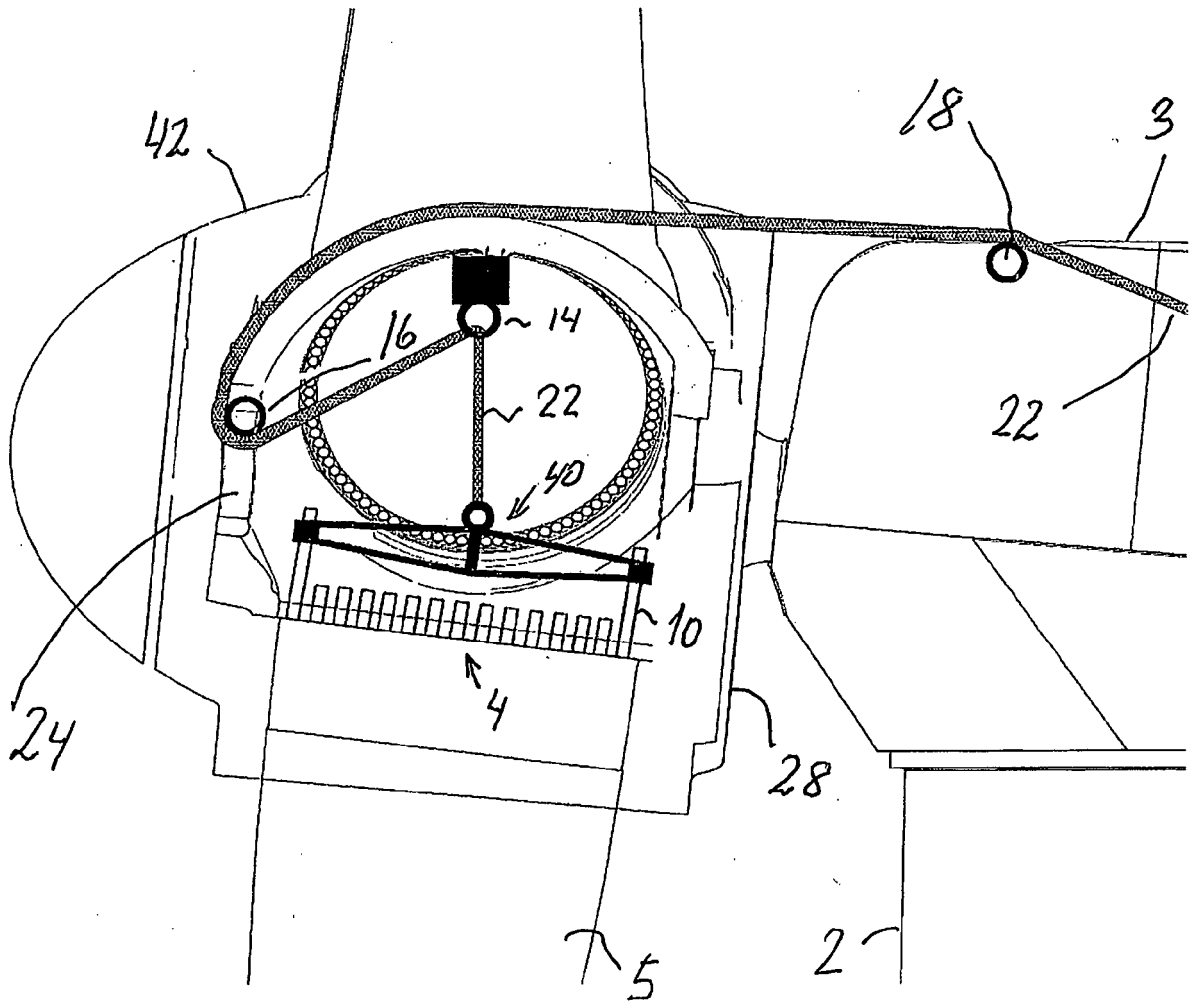


FIG.7

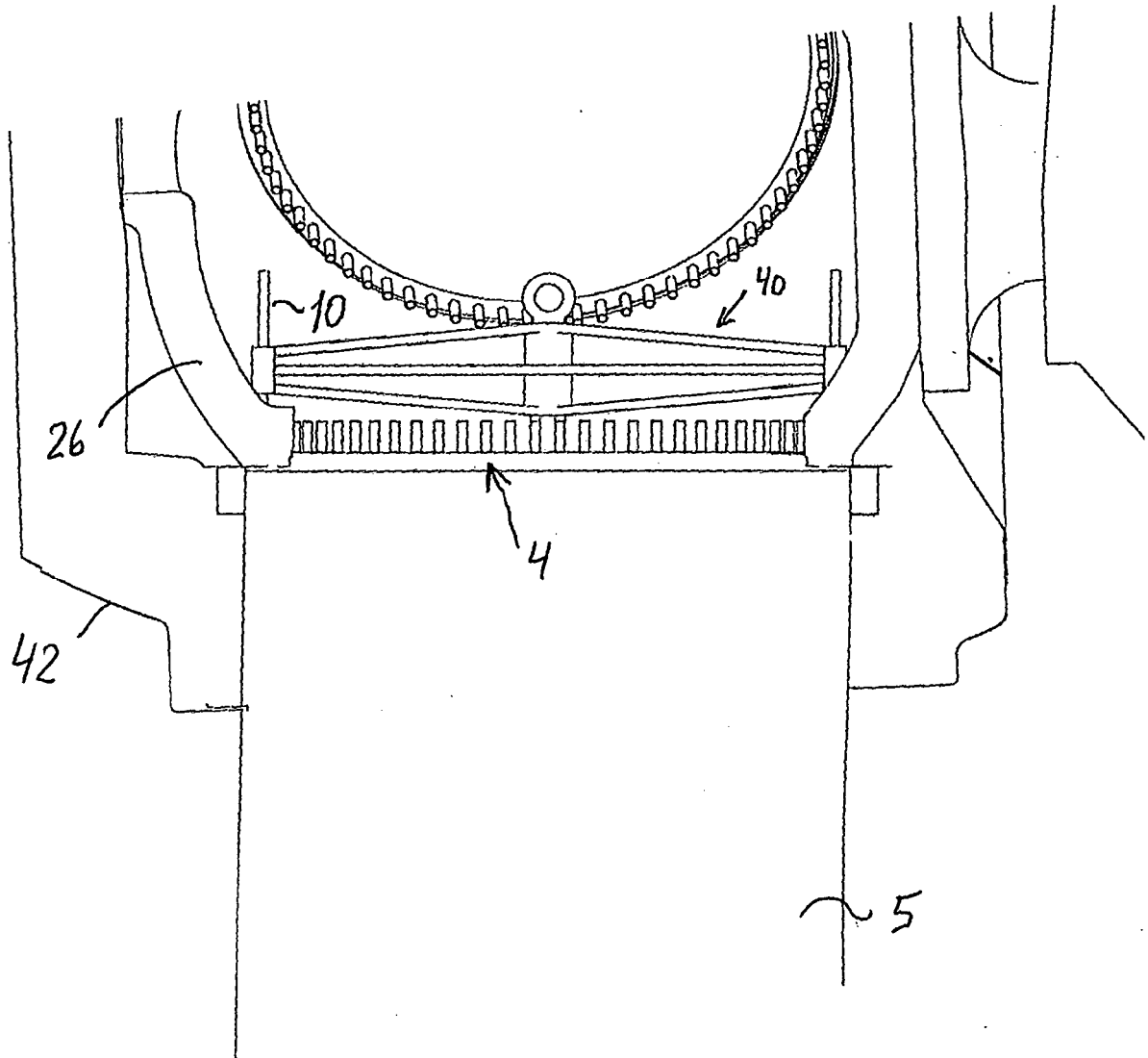


FIG. 8

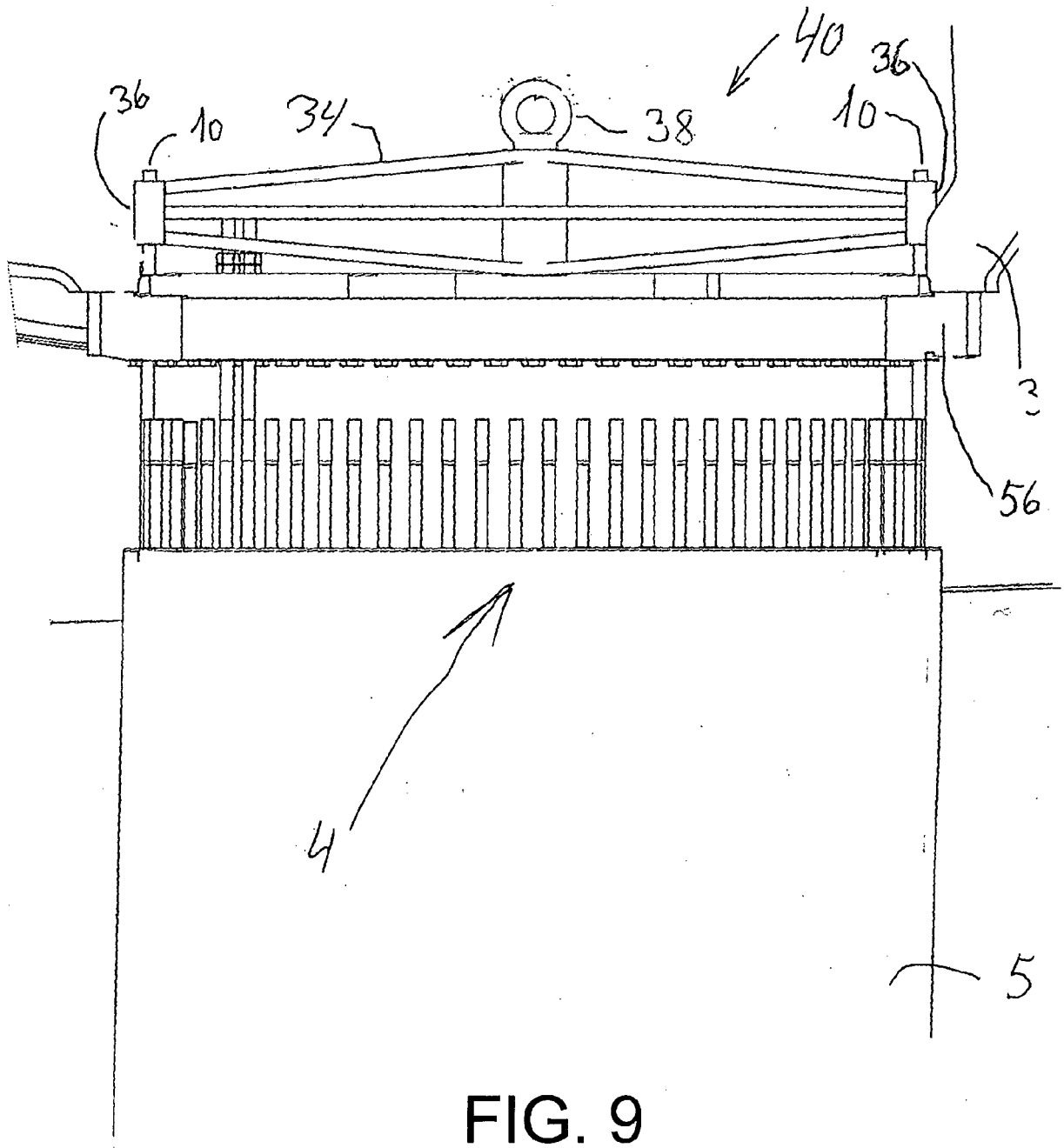


FIG. 9

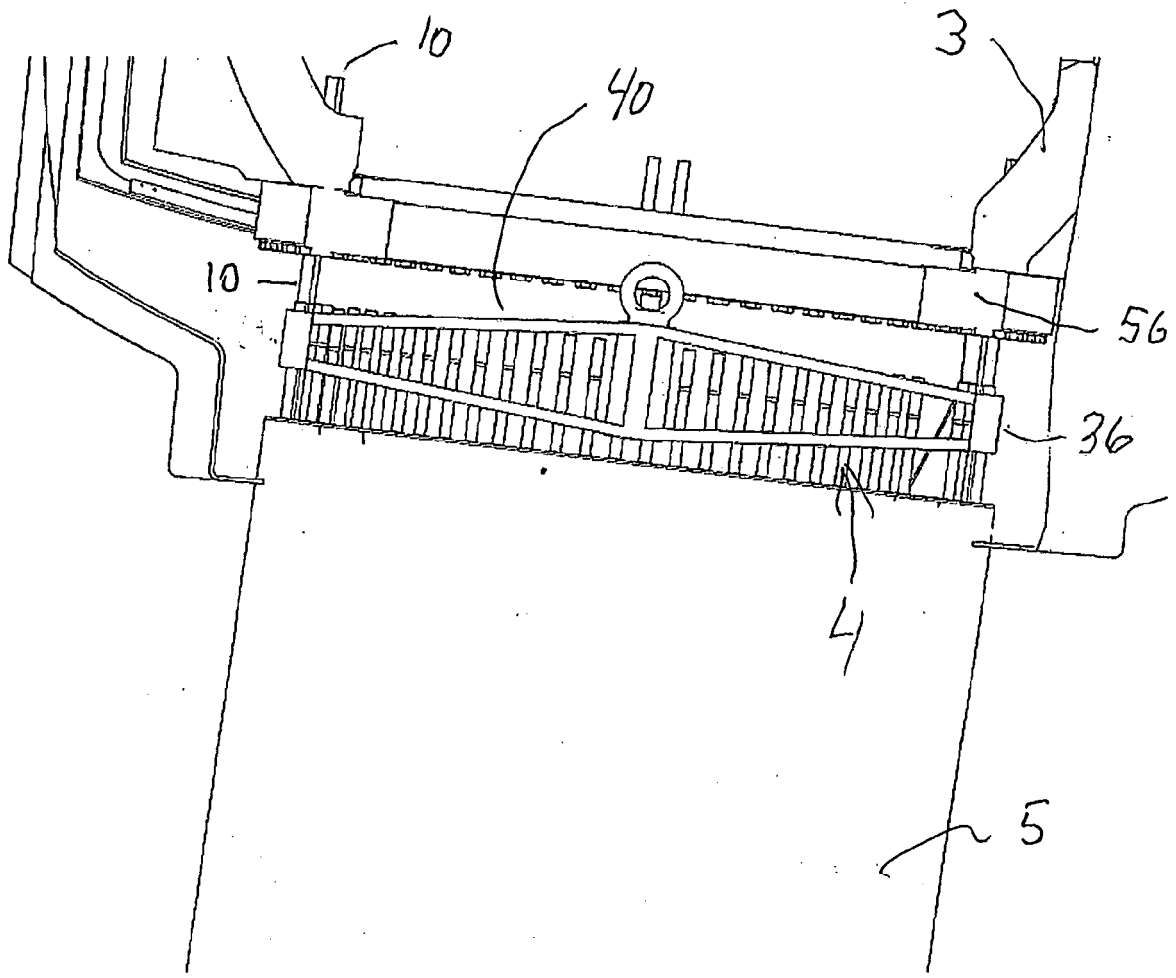


FIG. 10

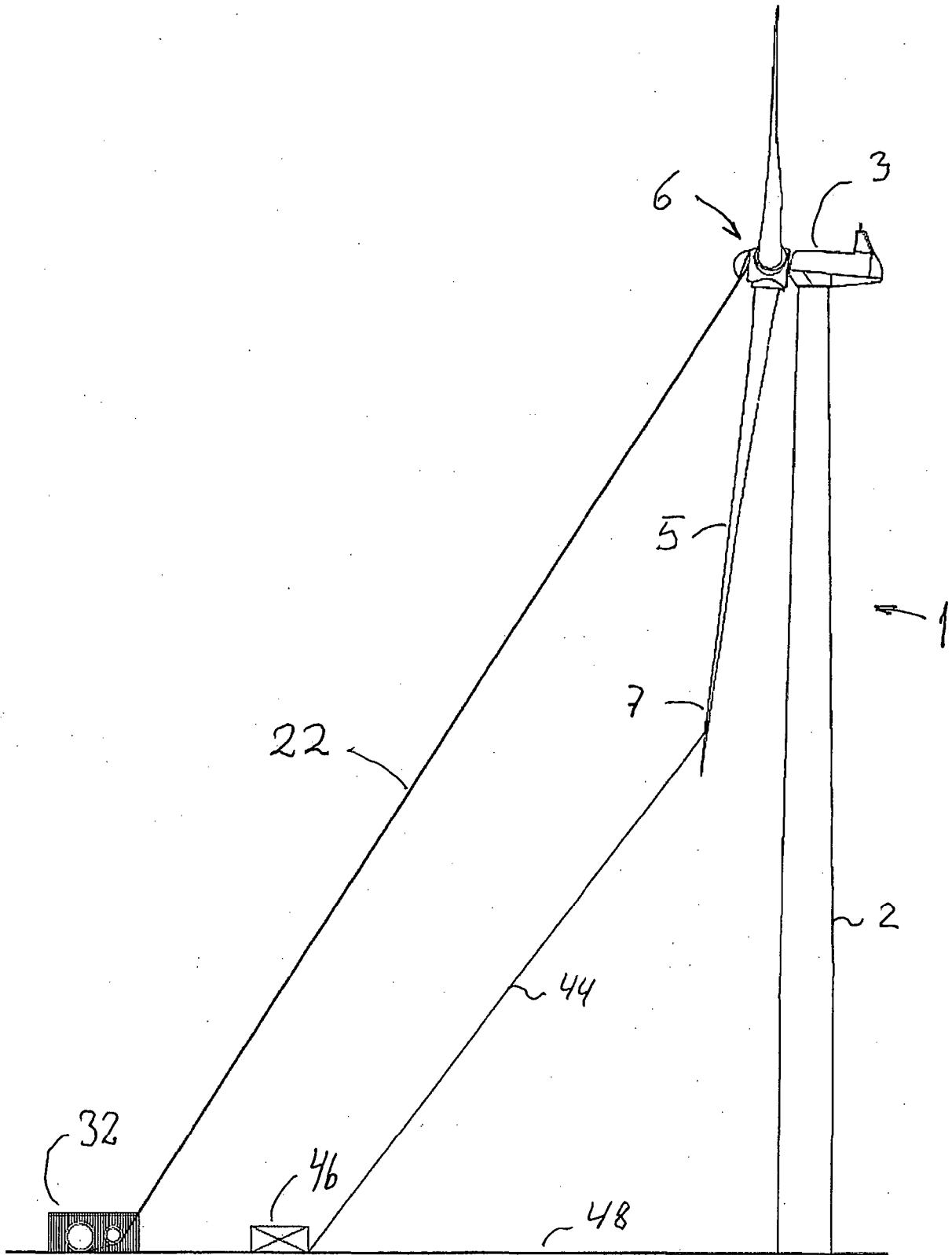


FIG. 11

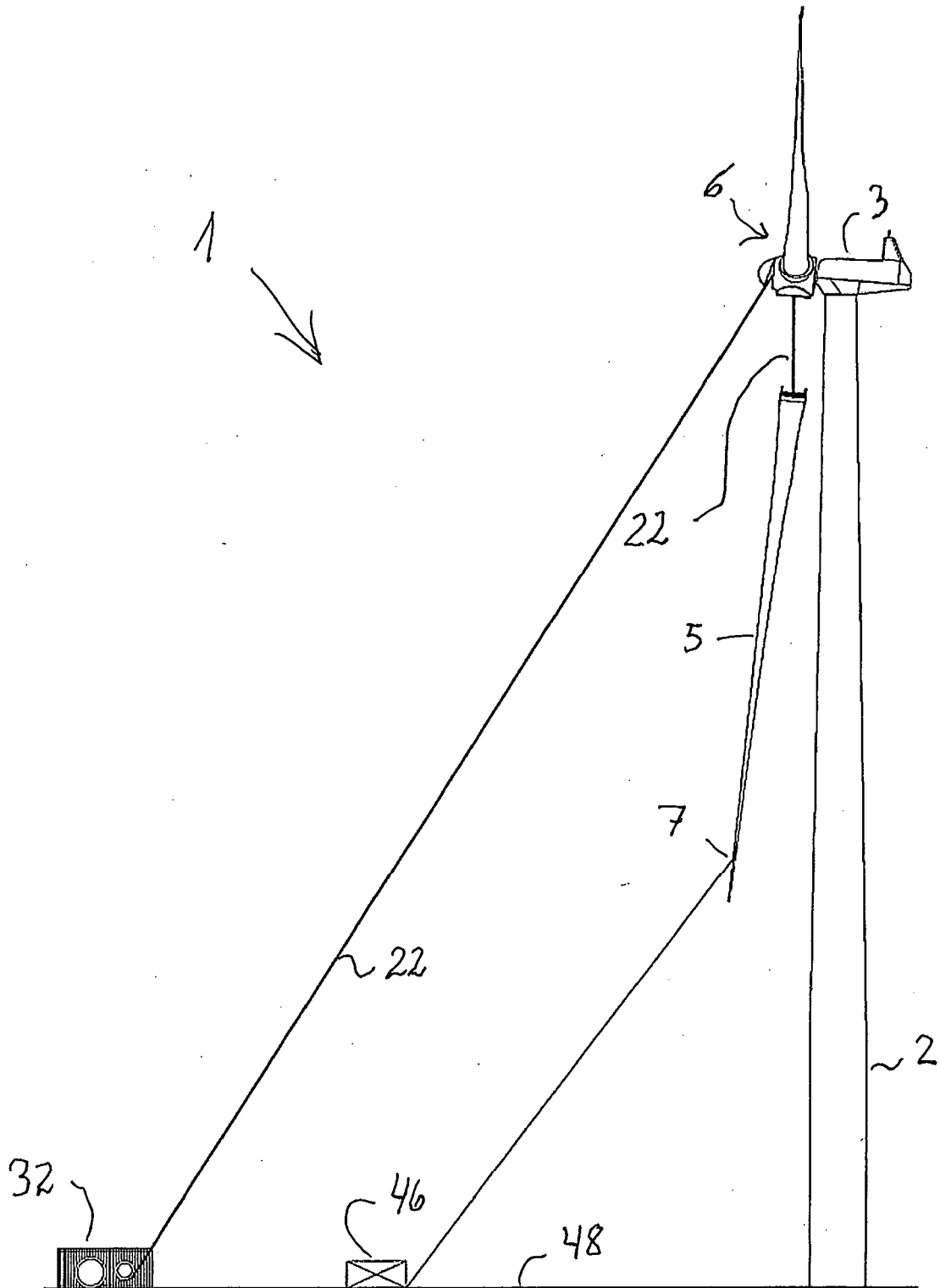


FIG. 12