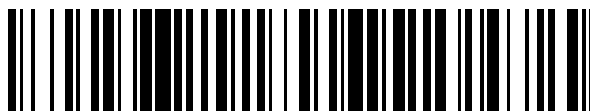


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 439 550**

51 Int. Cl.:

H02K 15/03 (2006.01)

H02K 1/27 (2006.01)

H02K 7/18 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **01.08.2011** **E 11176163 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **20.11.2013** **EP 2555393**

54 Título: **Aparato de carga de imán**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
23.01.2014

73 Titular/es:

SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT (100.0%)
Wittelsbacherplatz 2
80333 München, DE

72 Inventor/es:

ANDERSEN, TORBEN PETER;
HANSEN, ALAN;
MAROTI, STEFAN y
THAARUP, KLAUS

74 Agente/Representante:

ZUAZO ARALUZE, Alexander

ES 2 439 550 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

Aparato de carga de imán

- 5 La invención describe un aparato de carga de imán, y un método de carga de imanes sobre un campo de una máquina eléctrica.

10 A menudo se usan imanes permanentes en grandes máquinas eléctricas tales como motores o generadores. Una máquina eléctrica de este tipo comprende dos componentes básicos, concretamente un campo para crear flujo magnético, y un inducido para generar fuerza electromotriz y para portar corriente que atraviesa el campo. El inducido comprende habitualmente bobinas conductoras enrolladas en un estator, mientras que el campo comprende habitualmente imanes dispuestos en un rotor. El rotor puede rodear el estator, o viceversa, y los imanes y las bobinas están enfrentados entre sí a través de un entrehierro estrecho. Los métodos establecidos de carga o montaje de imanes permanentes sobre el campo de una máquina eléctrica comprenden diversas etapas tales como

15 encerrar los polos de imán permanente individuales en alojamientos, adherir los polos de imán permanente al campo (habitualmente el rotor), enrollar toda la disposición en venda de fibra de vidrio, o encerrar la disposición en una bolsa de vacío, bombear resina a la bolsa y realizar extracción a vacío para consolidar los polos de imán permanente al cuerpo de rotor. Se describe otra técnica en el documento DE 10 2008 063 04.5 A1, en el que se cargan imanes permanentes unidos a bases mecanizadas de diferente manera, sobre un rotor interno, de manera

20 que bases adyacentes se interbloquean o encajan entre sí a lo largo de sus laterales. Estos métodos están acompañados por diversos problemas tales como el esfuerzo extenso y, por tanto, costoso implicado en la fijación de los imanes permanentes al campo. Además, los imanes permanentes son más quebradizos que los imanes convencionales debido a su composición de materiales, puesto que habitualmente contienen un porcentaje de disprosio u otro elemento de las tierras raras. Además, debido a que los polos de imán permanente (que pueden tener varios metros de longitud y por consiguiente ser pesados) ya están magnetizados antes de que se monten sobre el campo, y pueden por tanto verse atraídos por otros imanes permanentes de polaridad opuesta, presentan un peligro para la seguridad considerable durante el procedimiento de montaje. Por estos motivos, la manipulación de los imanes permanentes requiere maquinaria y herramientas especiales y un control muy estricto del flujo de trabajo para evitar situaciones potencialmente peligrosas. En un enfoque, descrito en el documento EP 2 348 619

25 A1, pueden empujarse piezas polares de imán desde el lateral a lo largo de ranuras o crestas formadas de manera apropiada, de modo que se impide que las piezas polares se muevan lateralmente. Un enfoque alternativo, que implica en primer lugar cargar los imanes sobre el campo y luego magnetizarlos, evitaría la manipulación manual peligrosa pero sería muy costoso y, por tanto, imposible de implementar.

35 Surge otro problema en el caso de un fallo de un imán permanente que está sellado en una envoltura de fibra de vidrio o de resina. Un imán de este tipo debe retirarse y volverse a situar, lo que se vuelve difícil si la envoltura debe abrirse y resellarse de nuevo, haciendo que sea un procedimiento complicado y costoso sustituir un imán permanente defectuoso.

40 Surge otro problema asociado con imanes permanentes específicamente en el caso de un rotor de gran diámetro. El peso global del rotor debe mantenerse en un mínimo favorable, lo que significa que el grosor del cuerpo del rotor debe mantenerse relativamente delgado, dando como resultado una peor estabilidad estructural y rigidez. El peso del propio rotor en un estado estacionario (por ejemplo, antes de o durante la carga del imán) puede conducir a deformación de la forma del rotor. Una deformación de este tipo puede dar como resultado que el rotor adopte una forma elíptica u ovalada y en consecuencia un entrehierro no uniforme. Otro problema viene dado por el entrehierro estrecho en el caso de que el inducido o estator ya esté colocado en el interior del cuerpo de rotor antes de que éste se cargue con los imanes permanentes.

45 Por los motivos mencionados anteriormente, los métodos de la técnica anterior de montaje de imanes permanentes en un campo de una máquina eléctrica son peligrosos, costosos y difíciles de llevar a cabo.

Por tanto, es un objeto de la invención proporcionar un modo mejorado de carga de imanes sobre el campo de una máquina eléctrica, evitando los problemas descritos anteriormente.

50 Este objeto se logra mediante el aparato de carga de imán según la reivindicación 1, y mediante el método según la reivindicación 10 de carga de piezas polares de imán sobre un campo de una máquina eléctrica.

Según la invención, un aparato de carga de imán para cargar piezas polares de imán sobre un campo de una máquina eléctrica comprende un medio de colocación realizado para sujetar una pieza polar de imán de una pluralidad P de piezas polares de imán en su sitio con relación a su posición designada en el campo; y un medio de transferencia realizado para transferir simultáneamente la pluralidad P de piezas polares de imán desde el medio de colocación sobre el campo de la máquina eléctrica.

Una ventaja del aparato de carga de imán según la invención es que, debido a que se transfiere la pluralidad P de piezas polares de imán sobre el rotor en una etapa, se equilibra esta transferencia. En otras palabras, las fuerzas magnéticas ejercidas por los imanes permanentes se distribuyen uniformemente de modo que se evita un

desequilibrio. Además, el peso de las piezas polares de imán que se insertan sobre el campo y de las ya cargadas sobre el campo también se distribuye uniformemente. Esta carga o transferencia equilibrada significa que el campo no está sometido a fuerzas no uniformes que podrían distorsionar su forma. Esto da como resultado una minimización favorable de la tensión estructural en el campo. El aparato de carga de imán según la invención es, por tanto, particularmente adecuado para cargar muchos polos de imán sobre un rotor grande, que, usando las técnicas de la técnica anterior de carga de imán, se vería sometido a deformación debido al peso distribuido de manera no uniforme de los imanes a medida que se montan, y también debido a las fuerzas magnéticas muy fuertes ejercidas por cualquier distribución no uniforme temporalmente de los imanes permanentes durante el procedimiento de montaje.

Según la invención, un método de carga de piezas polares de imán sobre un campo de una máquina eléctrica comprende las etapas de situar cada pieza polar de imán de una pluralidad P de piezas polares de imán en un medio de colocación de manera que una pieza polar de imán se sujeta en su sitio con relación a su posición designada en el campo de la máquina eléctrica, y transferir simultáneamente la pluralidad P de piezas polares de imán desde el medio de colocación sobre el campo de la máquina eléctrica.

Una ventaja del método según la invención es que el medio de colocación y el medio de transferencia no requieren de una interacción manual peligrosa, de modo que se aumenta favorablemente la seguridad del lugar de trabajo. Además, el método de carga equilibrada según la invención puede llevarse a cabo de manera más fiable, más rápida y más eficaz que los métodos de carga manual de la técnica anterior.

El aparato de carga de imán según la invención y/o el método según la invención de carga de piezas polares de imán sobre un campo de una máquina eléctrica es particularmente adecuado para cargar el campo de un generador de turbina eólica con piezas polares de imán que comprenden imanes permanentes. Para ello, el aparato de carga de imán se dimensiona preferiblemente para cargar piezas polares de imán sobre el campo de un generador de una turbina eólica.

Se proporcionan realizaciones y características particularmente ventajosas de la invención por las reivindicaciones dependientes, tal como se revela en la siguiente descripción. Pueden combinarse características de diferentes categorías de reivindicación según sea apropiado para proporcionar realizaciones adicionales no descritas en el presente documento.

Tal como se indicó anteriormente, el campo de una máquina eléctrica puede ser estacionario o puede rotar. Sin embargo, particularmente en generadores eléctricos, las bobinas están dispuestas en un estator, y los imanes están dispuestos en un rotor. Por tanto, sin restringir la invención en modo alguno, los términos “rotor” y “campo” pueden usarse de manera intercambiable a continuación. El rotor puede estar dispuesto en el interior del estator, o viceversa, de modo que los imanes están separados de las bobinas por un entrehierro estrecho. Para mayor simplicidad, a continuación puede hacerse referencia a los términos “piezas polares de imán” o “polos de imán” simplemente como “piezas polares” o “polos”, respectivamente. Además, se usa la letra “P” sistemáticamente en el presente documento para indicar un determinado número entero que representa una pluralidad de piezas polares, una pluralidad correspondiente de ranuras de rotor, una pluralidad correspondiente de componentes del aparato, etc.

En una primera realización preferida del aparato de carga de imán según la invención, el medio de colocación comprende un anillo de distribución que puede estar dispuesto en un perímetro del rotor. El anillo de distribución puede realizarse para albergar la pluralidad de piezas polares de modo que éstas pueden sujetarse listas para transferirse sobre el rotor. Preferiblemente, el diámetro del anillo de distribución se basa en el diámetro del rotor, de modo que, para el caso de una máquina eléctrica en la que está dispuesto el rotor en el exterior del estator, el diámetro interior del anillo de distribución corresponde al diámetro interior del rotor. De este modo, las piezas polares pueden sujetarse en una posición correspondiente a una extensión de su posición final en el rotor. El anillo de distribución puede fijarse o puede rotar con relación al rotor, tal como se explicará a continuación.

En una segunda realización preferida del aparato de carga de imán según la invención, el medio de colocación comprende una pluralidad de cabezales de colocación conectados a un buje dispuesto en un eje longitudinal del campo. Cada cabezal de colocación puede albergar una pieza polar de imán y puede llevar ésta a una posición lista para transferirse a su posición designada en el rotor.

El medio de colocación podría estar dispuesto a una distancia del rotor mientras que están insertándose piezas polares sobre el medio de colocación. De este modo, puede evitarse una atracción magnética no deseada entre las piezas polares que están situándose sobre el medio de colocación y las ya cargadas en el rotor. Las piezas polares podrían situarse manualmente en el medio de colocación. Sin embargo, en una realización particularmente preferida de la invención, en cada una de las realizaciones descritas anteriormente, el aparato de carga de imán comprende preferiblemente una disposición de alimentación realizada para alimentar una pieza polar de imán al medio de colocación. Por tanto, puesto que las piezas polares pueden situarse automáticamente en el medio de colocación, éste puede estar dispuesto favorablemente cerca del rotor. Por ejemplo, la disposición de alimentación puede comprender una cinta transportadora para transportar piezas polares magnéticas hasta un punto cercano al medio de colocación, y un alimentador para mover una pieza polar de imán desde la cinta transportadora hacia el medio de

colocación.

En las realizaciones primera y segunda descritas anteriormente, el medio de colocación puede rotar preferiblemente alrededor de un eje de rotación del rotor. Puesto que el rotor es esencialmente cilíndrico, su eje de rotación comprende un eje longitudinal a lo largo del centro geométrico del rotor. Por ejemplo, un anillo de distribución puede estar dispuesto para rotar alrededor de este eje. Alternativamente, el buje de un medio de colocación que comprende cabezales de colocación puede realizarse para rotar de modo que los cabezales de colocación sigan la forma esencialmente circular del rotor. Para ello, el medio de colocación puede montarse en un buje dispuesto o centrado en un punto en un eje de rotación del rotor, y puede conectarse al buje mediante cualquier medio adecuado, por ejemplo varios radios o brazos.

Tal como se mencionó en la introducción, un rotor grande fabricado usando un mínimo de material puede ser relativamente delgado y flexible y por tanto puede ser susceptible a cierta deformación antes de que se cargue por completo con imanes y antes de que se fije finalmente en un alojamiento. Por tanto, en una realización adicional preferida de la invención, el aparato de carga de imán comprende preferiblemente un medio de ajuste para ajustar espacialmente la posición del medio de colocación con relación al rotor. Por ejemplo, puede realizarse un cabezal de colocación que tenga varios grados de libertad con relación a un radio o brazo que lo conecta al buje. Un anillo de distribución podría comprender varios segmentos de anillo controlables individualmente que pueden moverse radialmente con relación al rotor con el fin de compensar tolerancias en el diseño del medio de colocación o del rotor. Pueden usarse varios motores o servomotores para ajustar o regular con precisión la posición del medio de colocación con relación al rotor antes de que se lleve a cabo la etapa de transferencia. Puede controlarse cualquiera de tales motores o servomotores basándose en una señal de entrada que proporciona información actual referente a la posición del medio de colocación con relación a una ranura del rotor. Por ejemplo, podría usarse un láser para medir una distancia entre el medio de colocación y el rotor, y/o puede usarse una cámara para determinar si una ranura de colocación está alineada con una ranura de rotor.

En una realización particularmente preferida de la invención, se realiza el medio de colocación para sujetar la pluralidad P de piezas polares de imán de manera que las piezas polares magnéticas están dispuestas de manera esencialmente equidistante entre sí. De este modo, las fuerzas ejercidas por la pluralidad P de piezas polares magnéticas se distribuyen de manera esencialmente uniforme incluso antes de cargarlas sobre el rotor. Por ejemplo, si el medio de colocación comprende un anillo de distribución, éste puede comprender ranuras de sujeción dispuestas uniformemente alrededor del anillo de distribución para sujetar una pluralidad P de piezas polares. Las piezas polares magnéticas también se sujetan preferiblemente en el medio de colocación de manera que no pueden deslizarse fuera de su sitio, por ejemplo cuando se ejerce una fuerza magnética sobre una pieza polar magnética (que se lleva a su sitio por el medio de colocación) a medida que pasa por las piezas polares magnéticas cargadas previamente sobre el rotor. Por tanto, en una realización adicional preferida de la invención, la forma de la sección transversal de la ranura de sujeción coincide con la forma de la sección transversal de una ranura correspondiente de rotor. Por ejemplo, una pieza polar magnética puede comprender un imán unido a una placa base ligeramente más ancha, de modo que la pieza polar magnética tiene una sección transversal esencialmente en forma de T. La ranura de rotor en ese caso tendría una sección transversal correspondiente, y la ranura de sujeción preferiblemente comprende esencialmente la misma sección transversal. Naturalmente, puede elegirse cualquier forma de la sección transversal adecuada en el diseño de las piezas polares magnéticas, las ranuras de rotor y las ranuras de sujeción.

Una vez que las piezas polares magnéticas están todas en su sitio en un anillo de distribución o en los cabezales de colocación, puede realizarse la etapa de transferencia. Si las piezas polares magnéticas se empujan sobre el rotor a velocidades variables o hasta diversas longitudes, una distribución desigual de fuerzas puede dar como resultado una deformación no deseada del rotor. Para ello, el medio de transferencia del aparato de carga de imán se realiza preferiblemente para transferir la pluralidad P de piezas polares de imán desde el medio de colocación hasta el rotor de manera que las piezas polares de imán están dispuestas a profundidades esencialmente iguales en el rotor, por ejemplo a la misma distancia de un primer borde externo o reborde del rotor. El medio de transferencia puede realizarse de varios modos. Por ejemplo, puede realizarse una pluralidad de medios de empuje y/o medios de deslizamiento para deslizar y/o empujar de forma sincrónica las piezas polares fuera de un anillo de distribución o fuera de los cabezales de colocación y sobre el rotor. De ese modo, los medios de empuje/deslizamiento se accionan preferiblemente de manera uniforme de modo que las piezas polares se mueven en la misma proporción y en distancias iguales hacia el rotor. Preferiblemente, se realizan los medios de empuje/deslizamiento para mover una pieza polar desde una ranura de sujeción hacia una ranura de rotor.

Puede cargarse un rotor de una máquina eléctrica grande con muchos imanes, o polos magnéticos. Por ejemplo, una máquina podría comprender 108 polos de imán, 54 cada uno con una orientación específica (por ejemplo "polo norte hacia arriba" o "polo sur hacia arriba"), dispuestos de manera alterna alrededor del rotor. Para evitar movimientos no deseados de las piezas polares magnéticas mientras que se sitúan éstas sobre o en el medio de colocación y mientras que se llevan a su posición con relación al rotor, en una realización preferida de la invención las piezas polares de imán de la pluralidad P de piezas polares de imán situadas en el medio de colocación comprenden una orientación común, o bien todas con "polo norte hacia arriba" o bien todas con "polo sur hacia arriba".

Para un número tan grande de polos, podrían aplicarse diversas estrategias de carga. Por ejemplo, podrían cargarse simultáneamente 54 piezas polares magnéticas con una primera orientación. Sin embargo, un aparato de carga de imán diseñado para manipular 54 piezas polares magnéticas sería evidentemente imposible. Por tanto, en una realización preferida de la invención, la pluralidad P de piezas polares de imán sujetas en su sitio en el medio de colocación comprende un factor o divisor del número total N de polos de imán que va a cargarse sobre el campo. Por ejemplo, para el caso de 108 polos, el medio de colocación podría diseñarse para manipular seis, nueve o dieciocho piezas polares magnéticas, puesto que 54 es divisible de forma entera por estos números enteros. En este caso y a continuación, se usa la letra "P" para referirse a un factor o divisor de este tipo, y puede suponerse que esta pluralidad P se aplica al número de piezas polares de imán que se insertan simultáneamente en el rotor, así como el número de determinadas características del aparato de carga de imán, tal como quedará claro en los diagramas.

En el método según la invención, las etapas se llevan a cabo preferiblemente de manera optimizada. Por ejemplo, las etapas de situar la pluralidad P de piezas polares de imán sobre el medio de colocación y transferir esa pluralidad P al campo se llevan a cabo preferiblemente de manera repetida para cargar una pluralidad P de polos de imán en el campo, en el que un polo de imán puede comprender varias piezas polares de imán, de la misma orientación magnética, dispuestas alineadas en una ranura de rotor. Por ejemplo, si cada polo comprende siete piezas polares magnéticas de la misma orientación, y el medio de colocación se realiza para manipular nueve piezas polares magnéticas, entonces se cargan simultáneamente nueve "primeras" piezas polares en nueve ranuras de rotor espaciadas uniformemente, luego se insertan nueve "segundas" piezas polares en esas nueve ranuras, etc., hasta que se cargan nueve "séptimas" piezas polares, en ese punto estos nueve polos están completos. El procedimiento puede repetirse para otro conjunto de nueve polos, etc., hasta que se haya cargado el número total de polos sobre el rotor.

Una vez que se han cargado todas las piezas polares de un polo sobre el rotor, éstas deben sujetarse firmemente en su sitio en su ranura de rotor de modo que no puedan sacarse de su sitio por una pieza polar de una orientación magnética opuesta que esté cargándose sobre el rotor. Por tanto, en una realización particularmente preferida, el método según la invención comprende una etapa de fijar las piezas polares de una ranura de rotor, por ejemplo insertando un elemento de terminación o fijación en la ranura de rotor de un polo completado. Por ejemplo, puede insertarse un cierre de imán en cada ranura de rotor de P polos completados. Preferiblemente, el medio de colocación también se realiza para manipular un cierre de imán de este tipo. Para ello, el cierre de imán puede comprender esencialmente la misma sección transversal que una pieza polar magnética, quizás también de la misma longitud y la misma forma general, y puede tener una función de fijación adicional para impedir que las piezas polares magnéticas se deslicen longitudinalmente a lo largo de la ranura de rotor.

Las ranuras de rotor podrían llenarse de varios modos. Por ejemplo, una pluralidad P de polos de una primera orientación podría cargarse en un primer conjunto de ranuras de rotor, luego podría cargarse una pluralidad P de polos de la orientación opuesta en ranuras de rotor adyacentes al primer conjunto, luego una siguiente pluralidad P de polos de la primera orientación, etc. Sin embargo, esto podría implicar que actúan demasiadas fuerzas no deseadas sobre los imanes y sobre el rotor. Además, parte de la línea de ensamblaje, por ejemplo una máquina de alimentación, puede tener que reajustarse o reconfigurarse cada vez que se cambia entre polos. Por tanto, en una realización adicional preferida de la invención, la etapa de cargar una pluralidad P de polos de imán en el campo se lleva a cabo de manera repetida para la misma orientación (por ejemplo "polo norte hacia arriba") hasta que se hayan cargado todos los polos de esta orientación (54 usando el ejemplo anterior de un total de 108 polos), en ese punto puede repetirse el procedimiento para los polos de la orientación opuesta. De este modo, sólo es necesario reajustar o reconfigurar una vez partes de la línea de ensamblaje tales como la máquina de alimentación, puesto que la orientación magnética sólo se cambia una vez durante el procedimiento de carga.

Antes de comenzar con el procedimiento de carga, el rotor puede estabilizarse o reforzarse, por ejemplo conectando un marco o anillo de estabilización sobre el rotor como medida temporal, de modo que puede mantenerse una forma de rotor esencialmente circular durante el procedimiento de carga. Alternativamente o además, el rotor puede estabilizarse insertando espaciadores entre el rotor y el estator, por ejemplo en varios puntos entre las ranuras de rotor.

Para turbinas eólicas con palas muy largas, se limita la máxima velocidad de rotación. En una turbina de transmisión directa, esto significa que la velocidad de rotación del rotor está limitada en consecuencia. Por tanto, para generar altos niveles de potencia, se requiere un gran número de polos de imán, y el diámetro del rotor debe ser tan grande como sea posible. El procedimiento de carga de imán descrito en el presente documento es particularmente adecuado para la carga de imanes permanentes sobre un rotor grande, relativamente "delgado" y por tanto flexible de un generador de transmisión directa de una turbina eólica con una capacidad de varios megavatios, para que el rotor esté dispuesto alrededor del estator.

Otros objetos y características de la presente invención resultarán evidentes a partir de las siguientes descripciones detalladas consideradas junto con los dibujos adjuntos. Ha de entenderse, sin embargo, que los dibujos están diseñados únicamente para los fines de ilustración y no como una definición de los límites de la invención.

La figura 1 muestra un aparato de carga de imán según una primera realización de la invención;

la figura 2 muestra un polo de imán para la carga sobre un rotor de un generador de una turbina eólica;

la figura 3 muestra una sección transversal parcial del rotor de la figura 2;

5 la figura 4 muestra un detalle del aparato de carga de imán de la figura 1;

la figura 5 muestra un aparato de carga de imán según una segunda realización de la invención.

10 En los diagramas, los números de referencia similares se refieren a objetos similares en todo el documento. Los objetos en los diagramas no están necesariamente trazados a escala.

La figura 1 muestra un aparato 1 de carga de imán según una primera realización de la invención. En este caso, un rotor 3 va a llenarse de polos de imán, que comprende cada uno varias piezas polares de imán que pueden deslizarse en ranuras 30 conformadas apropiadamente en el rotor 3. El rotor 3, que puede tener un diámetro bastante superior a 5 metros cuando se destina para su uso en una turbina eólica, es relativamente delgado y por tanto propenso a deformación usando las técnicas de llenado de la técnica anterior explicadas en la introducción. El rotor 3 vacío está dispuesto en un equipo 4 de transporte, que podría realizarse como un carro para moverse sobre pistas de una línea de ensamblaje, y que puede servir como soporte estructural para mantener la forma circular del rotor 3.

20 El aparato 1 de carga de imán según esta realización de la invención funciona tal como sigue: un anillo 12 de distribución está dispuesto adyacente a un reborde 31 externo o perímetro 31 del rotor 3. El anillo 12 de distribución está soportado por radios 161 conectados a un buje 16 (indicado para mayor claridad mediante las líneas discontinuas), y puede rotarse tal como se indica mediante las flechas. Una disposición de inserción (no mostrada) puede comprender un alimentador realizado para elevar una pieza 20 polar de imán desde un transportador e insertar la pieza polar de imán en una ranura 120 de sujeción del anillo 12 de distribución. Una vez que se ha cargado una pieza 20 polar de imán en el anillo 12 de distribución, se hace que rote ésta de modo que se lleva una ranura 120 de sujeción vacía hasta su posición para el alimentador. Se repiten estas etapas hasta que el anillo 12 de distribución se carga con una pluralidad P de piezas 20 polares de imán. Entonces, en una etapa de transferencia, la pluralidad P de piezas 20 polares de imán se mueve o se empuja simultáneamente desde el anillo 12 de distribución sobre el rotor 3. De este modo, las fuerzas ejercidas entre elementos magnéticos en el rotor 3 parcialmente cargado se distribuyen uniformemente. Para ello, puede usarse una disposición de elemento deslizante, por ejemplo que comprende una pluralidad de elementos deslizantes unidos por brazos de elemento deslizante al buje 16 de manera que los brazos pueden accionarse de forma síncrona. Una disposición de este tipo puede denominarse "rueda de elementos deslizantes" y se indicará en las figuras 4 y 5 a continuación. En este caso, puede accionarse una rueda de elementos deslizantes independientemente del anillo 12 de distribución. Tras transferir la pluralidad P de piezas 20 polares magnéticas sobre el rotor 3, éstos se disponen de manera equidistante y uniforme alrededor del rotor 3. Todo el procedimiento de carga puede controlarse de manera remota, de modo que no es necesaria ninguna manipulación manual de las piezas 20 polares pesadas y potencialmente peligrosas. Por ejemplo, una unidad 8 de control (indicada en este caso esquemáticamente) puede emitir señales 80 de control sincronizadas apropiadamente al buje 16 para hacer que lleve a cabo la rotación parcial cada vez que el alimentador haya cargado una pieza 20 polar sobre el anillo 12 de distribución. Una vez que se llena el anillo 12 con piezas 20 polares, la unidad 8 de control puede emitir una orden a la disposición de elementos deslizantes, haciendo que mueva de forma síncrona todas las piezas 20 polares sobre el rotor 3.

45 La figura 2 muestra un polo 2 de imán para la carga sobre un rotor de un generador de una turbina eólica. El polo 2 de imán comprende varias piezas 20 polares de imán independientes. Las piezas 20 polares magnéticas son generalmente todas del mismo tamaño. Cada pieza 20 polar magnética comprende un imán permanente adherido o unido de alguna manera adecuada a una placa 21 base, habitualmente de acero. La placa 21 base es más ancha que el imán, de modo que la pieza 20 polar puede sujetarse en una ranura del rotor conformada de manera adecuada. Esto significa que no es necesario que los polos de imán se unan al rotor usando elementos de sujeción, lo que puede llevar mucho tiempo y ser peligroso debido a las fuertes fuerzas implicadas. La figura 3 muestra una sección transversal parcial de un rotor 3. El rotor 3 comprende varias ranuras 30 de rotor, conformadas para albergar las piezas 20 polares magnéticas de la figura 2. Tales ranuras 30 de rotor se extienden habitualmente por la longitud del rotor 3, y pueden estar cerradas sólo en un extremo, o abiertas en ambos extremos. Naturalmente, una pieza 20 polar podría tener cualquier sección transversal adecuada, y la sección transversal de una ranura 30 de rotor puede conformarse o fresarse en consecuencia.

60 La figura 4 muestra un detalle del aparato 1 de carga de imán de la figura 1, con el anillo 12 de distribución dispuesto adyacente al rotor 3. El diagrama muestra un rotor 3 parcialmente cargado. Ya se han cargado piezas 20 polares de imán de una primera orientación magnética (indicado mediante rayado cruzado) en ranuras 30 de rotor alternas. Ahora, están cargándose las piezas polares de imán de la orientación opuesta (indicadas mediante punteado). El diagrama muestra una pieza 20 polar de este tipo en el extremo de una ranura 30 de rotor. El diagrama también indica otros posibles elementos de la línea de ensamblaje. En este caso, un transportador 17 transporta las piezas 20 polares hasta el anillo 12 de distribución. Un alimentador 5 que comprende una ranura 150 de sujeción encima de una columna 151 móvil horizontal y/o verticalmente se alimenta con una pieza 20 polar desde el transportador 17.

Un elemento 14 deslizante, conectado por un brazo 162 de elemento deslizante al buje (no mostrado) transfiere la pieza 20 polar desde el alimentador 5 hacia una ranura 120 de sujeción del anillo 12 de distribución. En este caso, el transportador 17 y el alimentador 5 se muestran por motivos de claridad a cierta distancia del anillo 12. Naturalmente, el alimentador 5 podría colocarse directamente delante del anillo 12 de modo que una pieza 20 polar de imán no corre el riesgo de caerse. El anillo 12 de distribución puede rotarse entonces en la cantidad necesaria para llevar la siguiente ranura 120 de sujeción vacía a su sitio delante del alimentador 5. En este caso, se muestra que las ranuras 120 de sujeción del anillo 12 de distribución tienen una sección transversal en forma de T. Cuando se han llenado las ranuras 120 de sujeción del anillo 12 de distribución con la pluralidad P de las piezas 20 polares, la rueda de elementos deslizantes puede llevarse a su sitio y pueden accionarse simultáneamente los elementos 14 deslizantes para empujar o deslizar las piezas 20 polares hacia las ranuras 30 de rotor. Sólo es necesario mover los elementos deslizantes en una cantidad suficiente para empujar las piezas polares de imán hacia las ranuras 30 de rotor. Sin embargo, los elementos deslizantes también pueden accionarse para moverlas adicionalmente a lo largo de las ranuras 30 de rotor, tal como se muestra en este caso, de modo que las piezas 20 polares se empujan tan lejos como sea posible hacia el otro extremo 32 del rotor 3.

La figura 5 muestra un aparato 1 de carga de imán según una segunda realización de la invención. El principio de funcionamiento en este caso es diferente. En vez de un anillo 12 de distribución, el aparato 1 de carga de imán comprende una pluralidad P de cabezales 13 de colocación que se conectan mediante radios 161 al buje 16. Esta disposición como radios de los P cabezales 13 de colocación puede denominarse una "rueda de situación", y puede rotar tal como se indica mediante las flechas. De nuevo, la pluralidad P es un divisor del número total N de polos de imán que van a cargarse sobre el rotor 3. Cada cabezal 13 de colocación sirve para elevar una pieza 20 polar de imán desde el alimentador (no mostrado en este caso) y para sujetarla en una ranura 130 de sujeción. Una vez que se haya tomado una pieza 20 polar de imán del alimentador, se hace rotar la rueda de situación para permitir que el siguiente cabezal 13 de colocación agarre una pieza 20 polar de imán. Se repiten estas etapas hasta que P piezas 20 polares de imán estén en su sitio en las ranuras 130 de sujeción de los cabezales 13 de colocación. Entonces, en una etapa de transferencia, las piezas 20 polares de imán se transfieren desde los cabezales 13 de colocación hacia las ranuras 30 de rotor del rotor 3. Para ello, cada cabezal 13 de colocación puede comprender un eyector o elemento de empuje para empujar su pieza 20 polar de imán hacia su ranura 30 de rotor designada. Los eyectores de los cabezales de colocación se controlan preferiblemente de forma síncrona de modo que las fuerzas magnéticas y el peso de las piezas polares se distribuyen uniformemente durante la etapa de transferencia. Esta realización del aparato 1 de carga de imán también podría comprender una disposición 14, 162 de elementos deslizantes tal como se describió anteriormente, para deslizar las piezas 20 polares de imán adicionalmente a lo largo de las ranuras 30 de rotor, tal como se muestra en este caso.

Alternativamente a los eyectores, también podría realizarse una disposición de deslizamiento de este tipo para mover las piezas 20 polares desde los cabezales 13 de colocación y hacia las ranuras 30 de rotor. Tal como se describió en la figura 1 anteriormente, una unidad 8 de control puede emitir señales de control sincronizadas de manera apropiada al transportador, el alimentador, el buje 16, los cabezales 13 de colocación, los eyectores y una disposición 14, 162 deslizante de manera que éstos actúan de manera coreografiada para llevar a cabo el procedimiento de carga. Un técnico puede monitorizar el procedimiento de carga desde una distancia segura y puede interaccionar con la unidad 8 de control según sea apropiado.

En las dos realizaciones del aparato 1 de carga de imán descritas anteriormente, los diversos componentes (anillo de distribución, rueda de situación, alimentador, eyector, rueda de elementos deslizantes, etc.) se controlan todos de manera remota. Por tanto, no existe necesidad de ningún trabajo manual peligroso, de modo que puede mejorarse significativamente la seguridad del lugar de trabajo. Además, puesto que una pluralidad de piezas polares de imán puede insertarse simultáneamente en el rotor, pueden lograrse ahorros de tiempo considerables en el ensamblaje y la carga de una serie de rotores, por ejemplo para un gran número de generadores para un parque eólico.

Además, es concebible una combinación de las dos realizaciones anteriores, por ejemplo usando cabezales de colocación para llenar las ranuras de sujeción de un anillo de distribución, desde el que se mueven las piezas polares por una disposición de elementos deslizantes hacia sus ranuras de rotor respectivas. Además, podría realizarse un anillo de distribución para albergar más que la pluralidad P de piezas polares, de modo que el anillo de distribución puede cargarse con, por ejemplo, un múltiplo de la pluralidad P, mientras que sólo se transfiere simultáneamente una pluralidad P de piezas polares sobre el rotor en una etapa de transferencia, y la etapa de transferencia se completa hasta que el anillo de distribución está vacío una vez más.

Aunque se ha dado a conocer la presente invención en forma de realizaciones preferidas y variaciones de las mismas, se entenderá que podrían realizarse numerosas modificaciones y variaciones adicionales a las mismas sin apartarse del alcance de la invención. Por ejemplo, en vez de deslizar las piezas polares en una dirección horizontal hacia las ranuras de rotor de un rotor horizontal, el rotor podría estar dispuesto verticalmente de modo que las piezas polares pueden dejarse caer en las ranuras de rotor verticales.

Por motivos de claridad, ha de entenderse que el uso de "un/o" o "una" en la totalidad de esta solicitud no excluye una pluralidad, y "que comprende" no excluye otras etapas o elementos. Cualquier referencia a una "unidad", "elemento" o "módulo" no excluye el uso de múltiples unidades, elementos o módulos.

REIVINDICACIONES

1. Aparato (1) de carga de imán para cargar piezas (20) polares de imán sobre un campo (3) de una máquina eléctrica, comprendiendo el aparato (1)
5
- un medio (12, 13) de colocación realizado para mantener una pieza (20) polar de imán de una pluralidad P de piezas (20) polares de imán en su sitio con relación a su posición designada en el campo (3); y se caracteriza por
10
- un medio (14) de transferencia realizado para transferir simultáneamente una pluralidad P de piezas (20) polares de imán desde el medio (12, 13) de colocación sobre el campo (3) de la máquina eléctrica.
2. Aparato de carga de imán según la reivindicación 1, en el que el medio (12) de colocación comprende un anillo (12) de distribución realizado para disponerse adyacente al campo (3).
- 15 3. Aparato de carga de imán según la reivindicación 1 o la reivindicación 2, en el que el medio (13) de colocación comprende una pluralidad de cabezales (13) de colocación conectados a un buje (16) dispuesto en un eje longitudinal (R) del campo (3).
- 20 4. Aparato de carga de imán según la reivindicación 3, que comprende un medio de ajuste para ajustar espacialmente la posición de un cabezal (13) de colocación con relación al campo (3).
5. Aparato de carga de imán según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el medio (12, 13) de colocación puede rotar alrededor de un eje longitudinal (R) del campo (3).
- 25 6. Aparato de carga de imán según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende una disposición (5) de alimentación realizada para alimentar una pieza (20) polar de imán al medio (12, 13) de colocación.
- 30 7. Aparato de carga de imán según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, mediante el cual el medio (14) de transferencia se realiza para transferir la pluralidad P de piezas (20) polares de imán desde el medio (12, 13) de colocación hasta el campo (3) de manera que las piezas (20) polares de imán están dispuestas a distancias esencialmente iguales de un primer borde (31) externo del campo (3).
- 35 8. Aparato de carga de imán según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el medio (12, 13) de colocación comprende una ranura (120, 130) de sujeción para una pieza (20) polar de imán, en el que la forma de la sección transversal de la ranura (120, 130) de sujeción coincide con la forma de la sección transversal de una ranura (30) de pieza polar correspondiente del campo (3).
- 40 9. Aparato de carga de imán según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el medio (12, 13) de colocación se realiza para mantener la pluralidad P de piezas (20) polares de imán de manera que las piezas (20) polares de imán están dispuestas de manera esencialmente equidistante entre sí en el medio (12, 13) de colocación.
- 45 10. Método de carga de piezas (20) polares de imán sobre un campo (3) de una máquina eléctrica, comprendiendo el método la etapa de
- situar cada pieza (20) polar de imán de una pluralidad P de piezas (20) polares de imán en un medio (12, 13) de colocación de manera que una pieza (20) polar de imán se mantiene en su sitio con relación a su posición designada en el campo (3) de la máquina eléctrica; y se caracteriza por la etapa de
50
- transferir simultáneamente la pluralidad P de piezas (20) polares de imán desde el medio (12, 13) de colocación sobre el campo (3) de la máquina eléctrica.
- 55 11. Método según la reivindicación 10, en el que la pluralidad P de piezas (20) polares de imán mantenidas en su sitio en el medio (12, 13) de colocación comprende un factor del número total N de polos (20) de imán que van a cargarse sobre el campo (3).
- 60 12. Método según cualquiera de las reivindicaciones 10 u 11, en el que las piezas (20) polares de imán de la pluralidad P de piezas (20) polares de imán situadas en el medio (12, 13) de colocación comprenden una orientación magnética común.
13. Método según cualquiera de las reivindicaciones 10 a 12, en el que las etapas de situar la pluralidad P de piezas (20) polares de imán sobre el medio (12, 13) de colocación y transferir esa pluralidad P al campo (3) se llevan a cabo de manera repetida para cargar una pluralidad P de polos (2) de imán en el campo (3).

14. Método según cualquiera de las reivindicaciones 10 a 13, en el que la etapa de cargar una pluralidad P de polos (2) de imán en el campo (3) se lleva a cabo de manera repetida para todos los polos (2) de imán de la misma orientación magnética.

FIG 1

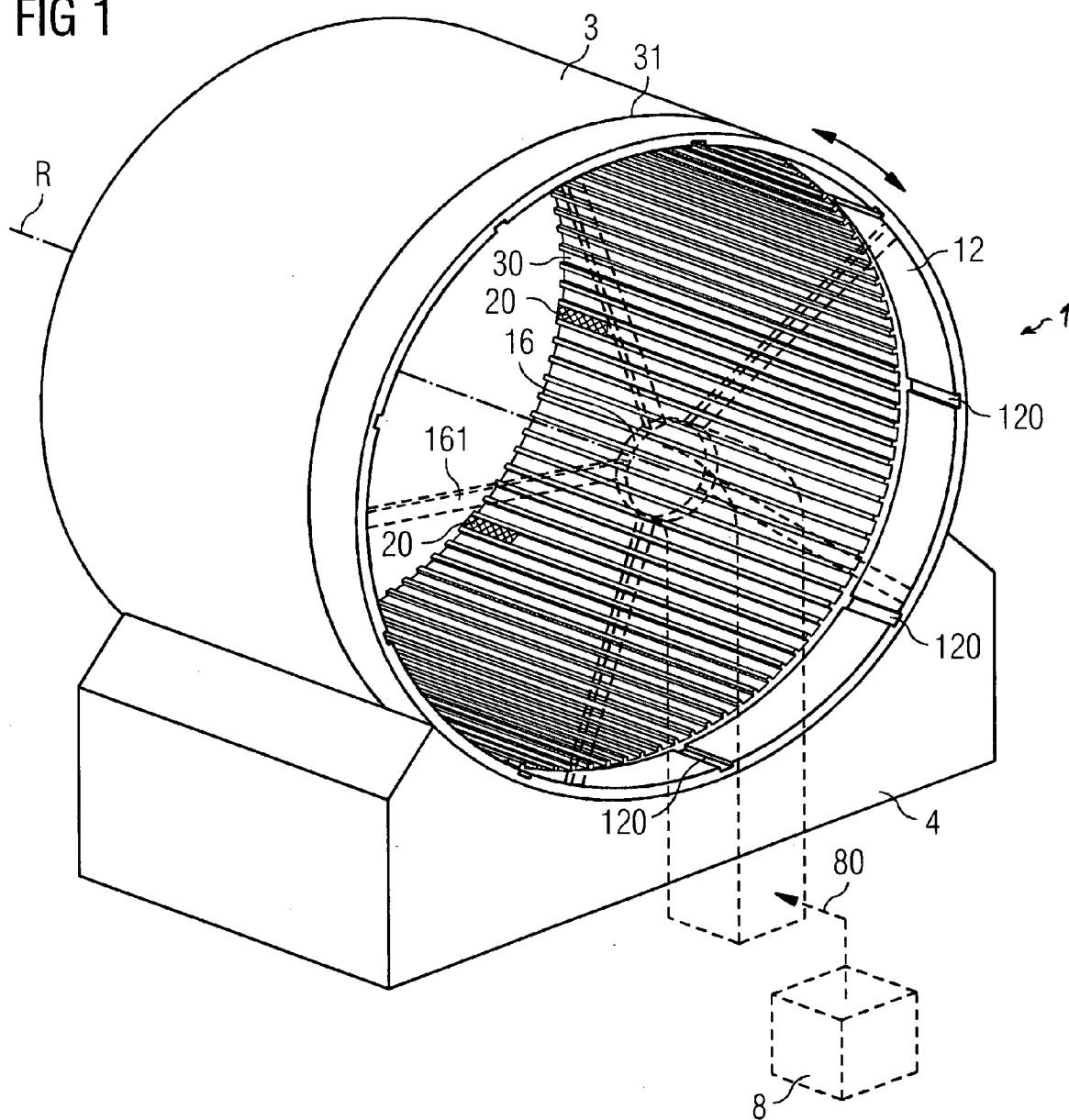


FIG 2

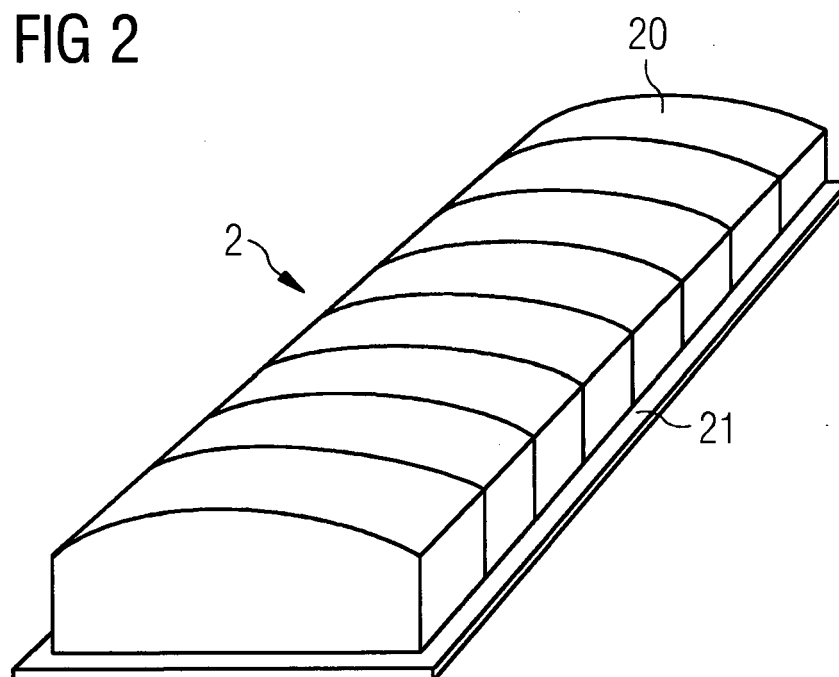


FIG 3

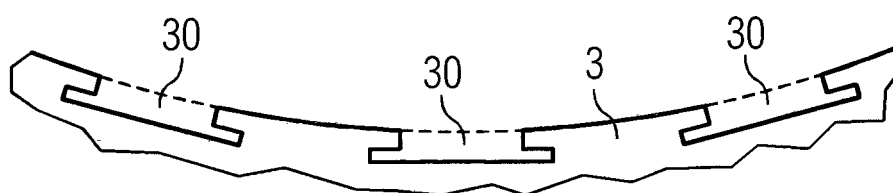
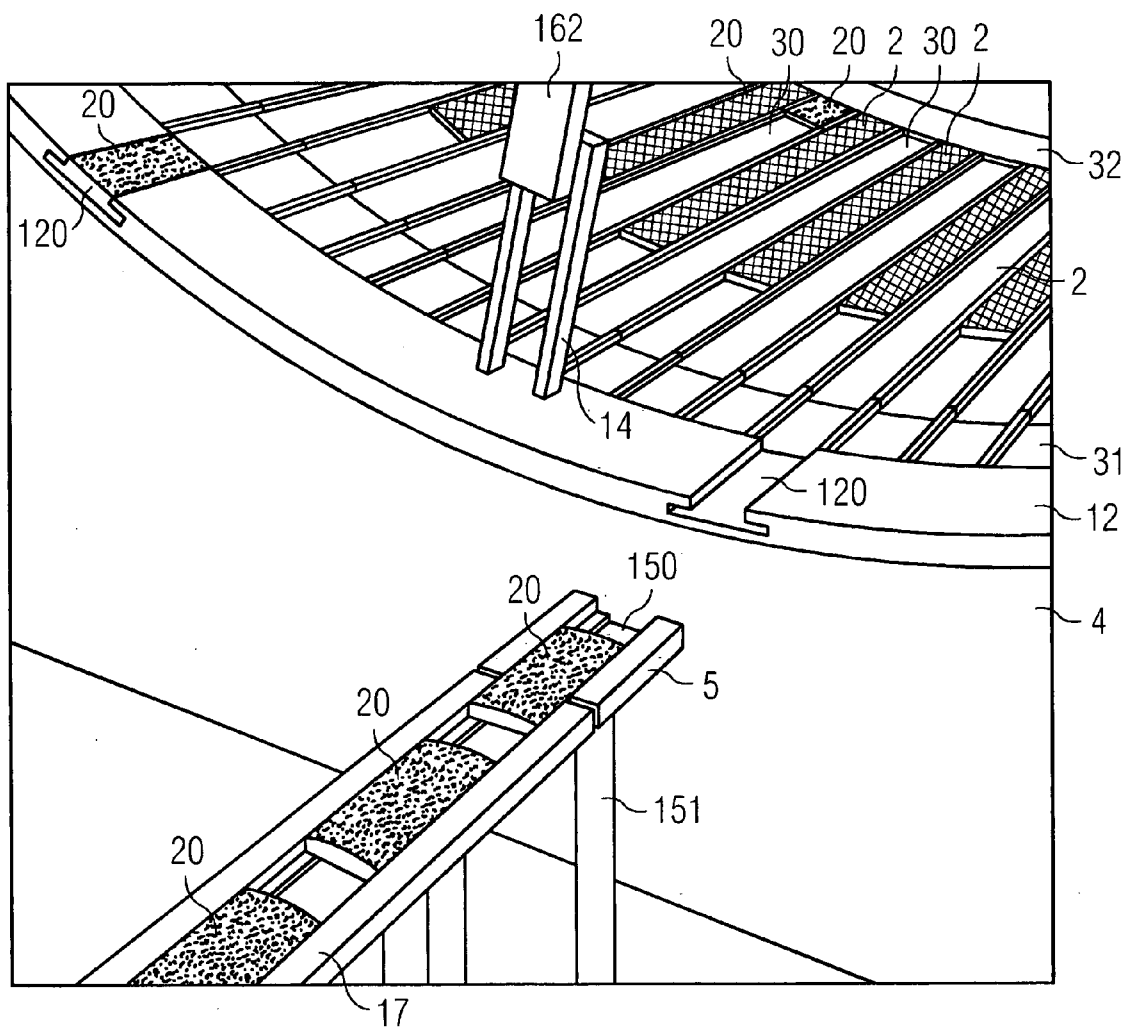


FIG 4



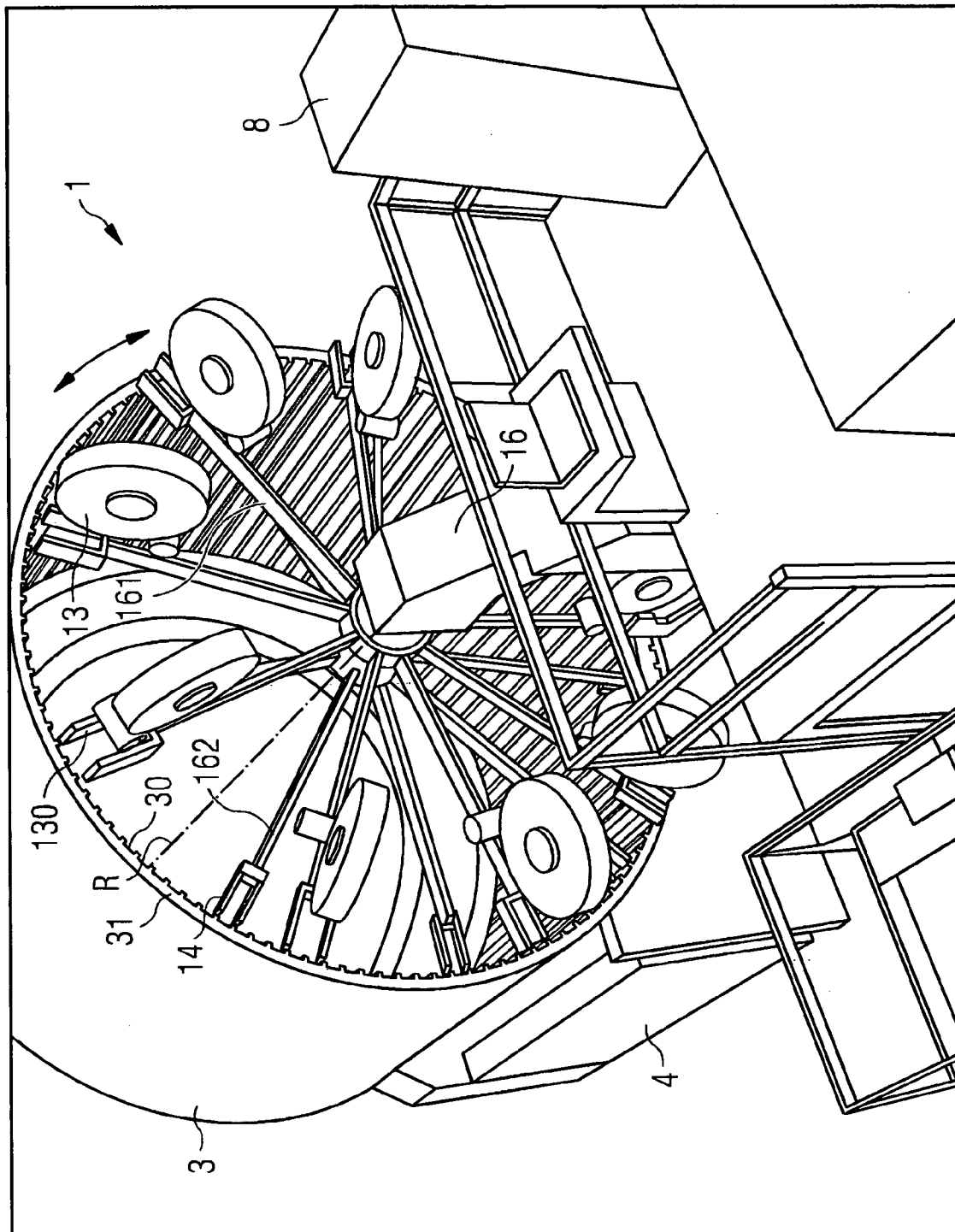


FIG 5