(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 703 529**

(51) Int. CI.:

B28B 11/12 (2006.01)
B24B 27/00 (2006.01)
B28D 1/18 (2006.01)
B24B 7/22 (2006.01)
B28D 1/20 (2006.01)
B23Q 9/00 (2006.01)
B24B 7/18 (2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(86) Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **21.11.2012 PCT/EP2012/073274**

(87) Fecha y número de publicación internacional: **30.05.2013 WO13076166**

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **21.11.2012 E 12790890 (3)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **17.10.2018 EP 2782728**

(54) Título: **Dispositivo y procedimiento para rectificar un segmento de torre de hormigón de una turbina eólica**

(30) Prioridad:

24.11.2011 DE 102011087025
17.10.2012 DE 102012020333

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
11.03.2019

(73) Titular/es:

WOBBEN PROPERTIES GMBH (100.0%)
Borsigstrasse 26
26607 Aurich, DE

(72) Inventor/es:

HORN, GÜNTHER;
HÖLSCHER, NORBERT y
STRACKE, OLAF

(74) Agente/Representante:

ROEB DÍAZ-ÁLVAREZ, María

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

Dispositivo y procedimiento para rectificar un segmento de torre de hormigón de una turbina eólica

La presente invención se refiere a un dispositivo para rectificar un borde de segmento superior de un segmento de torre de una torre de hormigón, en particular, de una turbina eólica y un medio de rectificado correspondiente. Además, la presente invención se refiere a un procedimiento correspondiente.

Las turbinas eólicas modernas, como la que se muestra en la Fig. 1, presentan una torre en la que está montada de manera giratoria una góndola de turbina eólica. Hoy en día, dichas torres alcanzan una altura de 130 m y en el futuro se pueden esperar torres aún más altas. Una técnica de construcción para dicha torre de turbina eólica es el uso de segmentos de torre como elemento prefabricado de hormigón, que se colocan uno sobre otro en términos de un sistema modular, formando de esta manera toda o parte de la torre.

Por lo tanto, si una torre está formada por muchos segmentos de torres apiladas, es esencial que los planos en los cuales los segmentos de la torre se colocan uno encima del otro, discurran paralelos entre sí, de manera que la torre sea recta y vertical. Por consiguiente, cada segmento debe tener una cara superior y una inferior que estén dispuestas de forma paralela entre sí.

La solicitud de patente alemana DE 10 2008 016 828 A1 describe un procedimiento para producir elementos prefabricados de hormigón, en el que se realiza un repaso de un elemento prefabricado de hormigón fundido después del curado, de tal manera que se aplica una capa de nivelación a una superficie de apoyo opuesta en una cara inferior. La capa de nivelación puede contener, por ejemplo, resina sintética o cemento. El elemento prefabricado de hormigón preparado de esta manera se coloca en un plano horizontal y se retira la capa de nivelación de manera plano-paralela a este plano horizontal. Para ello se usa un dispositivo similar a una fresadora de pórtico. Dicha fresadora debe estar alineada con precisión al plano horizontal y debe trabajar con precisión para conseguir la calidad correspondiente del paralelismo plano que se desea conseguir. En general, este procedimiento es bastante complejo.

La publicación para información de solicitud de patente alemana DE 10 2009 049 435 A1 describe un procedimiento mejorado para aplicar una capa de nivelación a un borde superior de un elemento prefabricado de hormigón. En ese caso, se coloca una cubierta en el encofrado en el que se ha moldeado elemento prefabricado de hormigón y que está sustancialmente curado, lo que crea por encima del segmento de hormigón un canal anular en el que se introduce una masa de nivelación de baja viscosidad.

Una desventaja del procedimiento de fabricación que se describe en el documento DE 10 2009 049 435 A1 es que debe proporcionar una cubierta de cobertura para cada segmento de encofrado de un elemento prefabricado de hormigón.

La patente estadounidense US 5,533,790 A se refiere a una máquina fresadora de suelos para desplazarse sobre un suelo y para fresar el suelo. En el vídeo de YouTube "Concrete Grinding", XP054975128 (URL: https://www.youtube.com/watch?v=YZ4aujiR7qU) del 10 de junio de 2011 se muestra un proceso de trabajo en un suelo.

La presente invención, por tanto, tiene por objetivo abordar al menos uno de los problemas mencionados anteriormente. En particular, debe mejorarse y simplificarse un procedimiento para lograr el paralelismo plano de las caras superior e inferior de un segmento de torre de hormigón, en particular, manteniendo una alta calidad constante. Al menos se debe proponer una solución alternativa. Uno de los objetivos de la invención es crear una ranura plano-paralela sobre un elemento de hormigón prefabricado. Este proceso de fabricación debe llevarse a cabo con el menor número posible de medios de producción.

Según la invención, se propone un dispositivo según la reivindicación 1. Este dispositivo se usa para rectificar un borde de segmento superior de un segmento de torre de una torre de hormigón que se pretende fabricar. Este rectificado se lleva a cabo para preparar el segmento de torre para colocar al menos otro segmento de torre. En particular, el rectificado tiene el objetivo de producir un paralelismo plano, es decir, entre un plano en el que se extiende el borde superior del segmento y un plano en el que un borde inferior del segmento es plano y, por lo tanto, plano-paralelo a la base. Este objetivo lo debe asumir el dispositivo de rectificado al menos parcialmente.

Además, se proporcionan medios de rectificado para rectificar el borde del segmento y un dispositivo portador que se sujeta en la zona del borde del segmento para soportar y guiar de manera desplazable los medios de rectificado a

lo largo del borde del segmento. De esta manera, el medio de rectificado realiza al menos una etapa del rectificado y se desplaza a lo largo del borde del segmento. Básicamente, los medios de rectificado realizan particularmente un movimiento lento circular o parcialmente circular, que se puede lograr, por ejemplo, usando un carrito en un sistema de riel. Para este propósito, los medios de rectificado son transportados y conducidos por el dispositivo portador, en particular, se transportan los medios de rectificado en este caso sustancialmente por encima del borde superior del segmento y se conducen a lo largo de una trayectoria circular o parcialmente circular.

Preferentemente, se proporciona un medio de medición para determinar la posición de los medios de rectificado con respecto a un plano de rectificado plano-paralelo con respecto a la base. Por tanto, el medio de medición está destinado básicamente a determinar una posición horizontal del medio de rectificado. Esta posición horizontal se refiere a la base o a otro plano de trabajo plano-paralelo. Esto permite controlar la posición del medio de rectificado con respecto al plano de rectificado. De esta manera se puede controlar la posición y, en particular, la altura del medio de rectificado y, en caso necesario, tomar medidas de control.

Según una realización, se propone que el medio de medición presente un sensor de posición para medir y transmitir la posición del medio de rectificado y/o para especificar un plano de medición virtual y que esté previsto al menos un medio de alineación para alinear el sensor de posición con respecto a la base. El sensor de posición mide de esta manera la posición del medio de rectificado con respecto a la base, es decir, básicamente la altura exacta del medio de rectificado con respecto a la base. Por lo tanto, el sensor de posición mide en particular o exclusivamente esta altura del medio de rectificado. De esta manera, el sensor de posición detecta esta posición, en particular, la altura del medio de rectificado, y transmite esta información al medio de rectificado, que puede reaccionar ante ella si es necesario. Además, o de forma alternativa, el sensor de posición transmite una señal que el medio de posicionamiento usa para determinar su propia posición.

Para ello es importante que se conozca con mucha precisión la posición del sensor de posición, en particular, su posición con respecto a la base. Esto incluye la distancia exacta del sensor de posición de la base, así como su alineación con respecto al plano de la base. El sensor de posición se alinea de manera que básicamente se basa en o abarca un plano virtual, plano-paralelo a la base, que también se puede denominar plano de medición virtual. La posición del medio de rectificado se puede relacionar con este plano de medición virtual. En particular, el medio de rectificado o un punto de referencia del medio de rectificado funciona de manera óptima en este plano de medición virtual. Las desviaciones de este plano de medición virtual son detectadas por el sensor de posición y transferidas al medio de rectificado. Esto significa que se puede registrar con precisión y, si es necesario, tener en cuenta la posición del medio de rectificado. De esta manera, se pueden considerar y compensar de manera óptima las ligeras variaciones en la altura, en particular, debidas a las variaciones del dispositivo portador con respecto a la base o con respecto al plano de medición virtual.

Para la alineación del propio sensor de posición, es decir, con respecto a la base, se propone el uso de al menos un medio de alineación. El medio de alineación también se encuentra preferentemente al menos aproximadamente en el plano de medición virtual, para poder realizar de esta manera la altura y la alineación con respecto al plano de medición virtual o estar disponible para este propósito como un objeto de referencia para el sensor de posición. Preferentemente se usan cuatro medios de alineación, que se colocan aproximadamente en el plano de medición virtual. De esta manera, hay tres medios de alineación disponibles para verificar la orientación y la altura del sensor de posición o para servirle al sensor de posición en su alineación como punto de referencia. Si se usan cuatro medios de alineación, tres están disponibles para la alineación y un cuarto puede lograr una redundancia.

Preferentemente, el medio de medición está constituido como medio de medición láser. De esta manera, el plano de medición virtual, que es plano-paralelo a la base, se extiende, en particular, mediante un láser. Basado en este plano de medición virtual, se determina la posición del medio de rectificado. De esta manera, el sensor de posición proyecta un láser a un punto correspondiente del medio de rectificado y la altura del medio de rectificado, en particular, la marca de referencia se determina en relación con la proyección del láser y, por lo tanto, se registra, en particular, en relación con una marca de referencia en el medio de rectificado. El sensor de posición puede hacer que el láser en el plano de medición virtual siga el desplazamiento del medio de rectificado.

De la misma manera, también se puede realizar o verificar la alineación del sensor de posición, es decir, proyectando el sensor de posición además un láser a cada uno de los medios de alineación y allí se alinea él mismo o permanece alineado de tal manera que se proyecta una proyección en cada caso a un marcador de posición predeterminado de cada medio de alineación. Esto significa que el sensor de posición y, en particular, todos los medios de alineación se pueden instalar de forma permanente en su altura con respecto a la base. Mediante los medios de alineación, se consigue, en particular, un paralelismo del sensor de posición, al menos del láser emitido al medio de rectificado. Usando tres medios de alineación, se puede comprobar el paralelismo plano o se puede alinear

el sensor de posición en consecuencia.

El medio de medición del láser también puede estar constituido de manera que el sensor de posición proyecte un láser en un plano, es decir, en el plano de medición virtual, sobre el medio de rectificado y el medio de rectificado disponga de un sensor que detecte en la altura la posición del láser proyectado y, por tanto, la posición del medio de rectificado con respecto a la base o con respecto al plano de medición virtual. El láser que se proyectó para ello sobre el medio de rectificado puede seguir la pista del medio de rectificado a medida que este se desplaza a lo largo del dispositivo portador, o se transmite un láser de manera continua en muchas direcciones durante un tiempo corto para proyectar de esa manera periódicamente un láser del sensor de posición al medio de rectificado. En este caso, el mismo láser emitido continuamente en diferentes direcciones en el plano de medición virtual también puede conducir a una detección de posición en los medios de alineación. La emisión de un láser de forma continua en muchas direcciones se entiende, en particular, como una emisión pulsada en muchas direcciones, en particular, una tras otra. El láser se posiciona particularmente en el centro y se emite en 360°. Una emisión continua en diferentes direcciones no significa necesariamente que la emisión deba tener lugar de manera permanente, como un láser continuo.

Según otra realización, se propone que el dispositivo portador esté constituido como un sistema de riel, en particular, que el dispositivo de portador presente un par de rieles. Es ventajoso si el sistema de rieles o el par de rieles está fijado a un encofrado para la fabricación del segmento de torre, en particular, si está fijado de forma permanente. Dicho encofrado generalmente requiere un encofrado interno y uno externo para dar entre ellos cabida a una pared correspondiente del segmento de la torre o para dar entre ellos cabida al hormigón que se pretende verter para fabricar esta pared. Por lo tanto, es ventajoso instalar un riel en el encofrado interior y un riel en el encofrado exterior de manera permanente. Al proporcionar el encofrado, también se proporciona automáticamente el dispositivo portador. Una precisión necesaria en el rectificado del borde del segmento, después de la fundición y el endurecimiento del segmento de la torre, puede lograrse o controlarse mediante el medio de medición. De esta manera se puede prescindir de una alta precisión de fabricación del dispositivo portador.

Según una realización adicional, se propone que el medio de rectificado esté constituido como un medio móvil, en particular, un vehículo de aplicación para aplicar una masa de nivelación, en particular, como una resina o un medio de aplicación a base de cemento y/o que el medio de rectificado o un medio de rectificado adicional esté previsto como dispositivo de disminución de material, en particular, como dispositivo de fresado y/o como dispositivo de lijado. Una masa de nivelación está prevista para compensar cualquier diferencia de altura y puede ser en forma de resina, especialmente resina sintética, o cemento. En el caso de referencias posteriores a resinas, estas también se refieren básicamente a otras masas de nivelación, en particular, al cemento, a menos que se indique lo contrario. El medio de rectificado, por tanto, está constituido como una resina o un medio de aplicación a base de cemento o como un dispositivo de disminución de material. El dispositivo de rectificado también puede presentar una pluralidad de medios de rectificado, uno de los cuales está constituido como una resina o como un medio de aplicación a base de cemento y el otro como un dispositivo de disminución de material.

Por consiguiente, está previsto que en esta realización en la que se usan dos medios de rectificado ambos estén particularmente adaptados al sistema de rieles y ambos, especialmente uno detrás del otro, se puedan desplazar en este sistema de rieles o dispositivo portador constituido de otra manera. Además, puede estar prevista para ambos medios de rectificado una interacción con el medio de medición. Sin embargo, puede ser necesaria una precisión menor para el medio de aplicación de resina o cemento. Por consiguiente, si procede, no está prevista, ninguna interacción del medio de aplicación de resina o cemento con el medio de medición o, una con menor precisión. En particular, puede estar prevista una aplicación de una resina o cemento con el medio de aplicación de resina o cemento con baja precisión y un alisado, en particular, un fresado o lijado con el medio de rectificado de disminución de material puede estar previsto con una mayor precisión, por lo que se compensan las inexactitudes de la aplicación. Sin embargo, es deseable una aplicación lo más exacta posible para eliminar lo menos posible de la masa de aplicación aplicada con el fin de alisar o nivelar.

Una superficie de resina, superficie de cemento u otra superficie de nivelación resultante, aplicada y alisada crea para el segmento de torre una superficie plano-paralela a la base para colocar otro segmento de torre.

Preferentemente, el medio de rectificado presenta un cabezal de trabajo que es móvil verticalmente y, en particular, extraíble. Este cabezal de trabajo se puede ajustar verticalmente en cada caso según la posición del medio de rectificado detectada en cada caso, de manera que se modifique un cuerpo conducido por el dispositivo portador del medio de rectificado en su posición vertical, con respecto al plano de medición virtual o de la base, en particular, una carcasa o un marco de soporte, pero que el cabezal de trabajo permanezca constante en esta posición vertical, en particular, se pueden compensar de esta manera las imprecisiones del dispositivo portador, en particular, de un

sistema de rieles correspondiente. Esto permite la provisión de un dispositivo portador con menor precisión y, por lo tanto, de una forma mucho más económica.

Según la invención, el dispositivo portador está fijado al encofrado.

Además, o de forma alternativa, el medio de rectificado presenta un dispositivo móvil para desplazarse a lo largo del dispositivo portador, que en particular presenta uno o dos rieles y correspondiente al desplazamiento a lo largo del borde superior del segmento. El dispositivo móvil está preparado para alojar una herramienta de rectificado. La herramienta de rectificado puede ser una herramienta constituida para aplicar un compuesto de nivelación, en particular, una resina o cemento. La herramienta de rectificado también puede estar constituida como una herramienta de disminución de material, en particular, para fresar o rectificar. En particular, se propone que el dispositivo móvil esté constituido de manera que pueda alojar una herramienta de rectificado adecuada en función de la etapa de trabajo que deba llevarse a cabo. De esta manera, con diferentes etapas, como la aplicación de la masa de nivelación y el posterior alisado, es decir, la remoción de la masa de nivelación, se puede usar el mismo dispositivo móvil, y solo se debe reemplazar la herramienta de rectificado.

Además, se propone un medio de rectificado, destinado a rectificar o fabricar una superficie plana, en particular, un borde superior de un segmento y también, o de forma alternativa, adecuado para rectificar una superficie plana de un disco de procesamiento y/o una superficie plana de un cimiento de hormigón. Todas estas tareas de rectificado sirven en última instancia para preparar el montaje de una torre de hormigón. Dicho medio de rectificado propuesto comprende una herramienta de rectificado, un marco de soporte y varios medios de desplazamiento. La herramienta de rectificado está prevista para el rectificado de la superficie plana, lo que también incluye la fabricación de la superficie plana. El medio de rectificado está previsto, en particular, para el fresado de superficies de dicha superficie. Para ello, se pueden usar cabezales de rectificado adecuados, es decir, en el ejemplo mencionado, cabezales de fresado adecuados que se adapten al material de la superficie que se pretende rectificar. Sin embargo, la herramienta de rectificado también puede estar prevista para aplicar una masa de nivelación u otra capa de material, y opcionalmente puede estar prevista para repasar dicha capa de nivelación aplicada, en particular, después de que se haya endurecido.

El marco de soporte lleva la herramienta de rectificado y se puede desplazar mediante los medios de desplazamiento, para desplazar de esa manera la herramienta de rectificado a lo largo de la superficie que se pretende rectificar. Los medios de desplazamiento están preparados para el desplazamiento a lo largo de la superficie plana y/o el desplazamiento a lo largo de los dispositivos portadores colocados adyacentes a la superficie plana. Los medios de desplazamiento mismos están, por lo tanto, colocados en la zona de la superficie plana que se pretende rectificar y allí también se mueven. Por ejemplo, cada dispositivo de desplazamiento puede comprender una rueda, un rodillo o un conjunto de ruedas. Esto permite que cada dispositivo de desplazamiento sea guiado a lo largo de un riel que sustancialmente sigue la superficie plana que se pretende rectificar. En particular, pueden estar previstos uno o dos rieles circulares dispuestos de forma concéntrica entre sí.

Mediante los medios de desplazamiento, se desplaza todo el marco de soporte y, por lo tanto, la herramienta de rectificado que es transportada por el marco de soporte. Por lo tanto, el desplazamiento de la herramienta de rectificado sustancialmente no tiene lugar mediante un desplazamiento de la herramienta de rectificado relativo al marco de soporte, sino conjuntamente con el marco de soporte. No obstante, también puede preverse un movimiento relativo de la herramienta de rectificado o al menos de uno de sus cabezales de rectificado, en particular, en dirección vertical.

Preferentemente, los medios de desplazamiento están preparados para desplazarse a lo largo de una trayectoria de un círculo. Por lo tanto, tiene lugar una adaptación especial a las necesidades de rectificar un borde de segmento de un segmento de torre de hormigón, o de una base de dicho segmento de torre de hormigón. Las bases planas para un segmento de torre son necesarias para fabricar el segmento de torre, tanto en un disco de procesamiento como sobre una base, sobre la cual se construirá la torre de hormigón y sobre la cual se encuentra un segmento de torre inferior. Contrariamente a una solución, como parece conocerse, por ejemplo, del documento DE 10 2008 016 828 A1, se abandona el posicionamiento del medio de rectificado especificando dos coordenadas cartesianas, denominadas coordenadas X-Y, y más bien se desplaza básicamente todo el medio de rectificado a lo largo de la trayectoria de un círculo, es decir, por una trayectoria circular.

Preferentemente, el marco de soporte se extiende sobre el círculo. De manera correspondiente, al menos dos medios de desplazamiento están dispuestos en posiciones aproximadamente opuestas del círculo y conectados a través del marco de soporte, en particular, pueden estar dispuestos cuatro medios de desplazamiento, es decir, dos en cada uno de los dos lados opuestos. Una configuración conveniente propone en este caso que el medio de

rectificado funcione según lo previsto, lo que hace girar el marco de soporte alrededor de un eje de rotación, es decir, durante el desplazamiento se desplaza en cada caso a lo largo de la trayectoria circular. Esto está ventajosamente constituido de manera que el eje de rotación correspondiente atraviese el marco de soporte, es decir, que el marco de soporte básicamente se gira sobre sí mismo. De esta manera, se puede conducir la herramienta de rectificado a lo largo de una trayectoria circular, en particular, cuando la herramienta de rectificado está colocada en el marco de soporte, separada del eje de rotación. La trayectoria circular a lo largo de la cual se conduce la herramienta de rectificado puede desviarse de la trayectoria circular a lo largo de la cual se desplazan los medios de desplazamiento. Preferentemente, la trayectoria circular en la que se desplazan los medios de desplazamiento rodea a una pequeña distancia la trayectoria circular a lo largo de la cual se conduce el vehículo de rectificado.

Ventajosamente, el marco de soporte es ajustable en longitud, modificando de esa manera una distancia entre al menos dos de los medios de desplazamiento. De esta manera se puede lograr que los medios de desplazamiento puedan desplazarse a lo largo de círculos de diferentes tamaños y, en consecuencia, también se puede conducir la herramienta de rectificado a lo largo de diferentes trayectorias circulares. De esta manera, el medio de rectificado puede ser sustituido universalmente por segmentos de torre de diferentes tamaños. Para la fabricación de segmentos de torre de una torre cónica, que por lo tanto, varía con la altura en el diámetro, un solo medio de rectificado puede ser suficiente para adaptarse a los tamaños correspondientes por el cambio de la longitud del marco de soporte.

Preferentemente, el medio de rectificado comprende un sensor de medición qué está adaptado a un sensor de posición. Dicho sensor de posición especifica una posición exacta, en particular, una posición vertical y, por lo tanto, abarca virtualmente un plano exacto al que se debe adaptar la superficie que se pretende rectificar. En particular, se puede lograr un paralelismo plano de la superficie plana que se pretende fabricar o rectificar del segmento de torre correspondiente en relación con la base del mismo segmento de torre. Para el rectificado de una superficie plana del cimiento, es particularmente importante crear una superficie lo más horizontal posible para asegurar una instalación vertical con la mayor precisión posible de la torre de hormigón que se pretende construir.

El sensor de medición está adaptado a dicho sensor de posición y, por lo tanto, se puede conducir la herramienta de rectificado a lo largo de la superficie plana que se pretende fabricar o rectificar, definida por el sensor de posición. En particular, dicho sistema, compuesto por un sensor de posición y un sensor de medición, funciona de manera óptica, particularmente a través de un láser. Al rectificar un borde superior de un segmento, el sensor de posición se alinea con respecto a la base, en particular, en un disco de procesamiento sobre el que se encuentra el segmento de la torre que se pretende fabricar o rectificar durante el rectificado.

Para una mejor comprensión de la invención, se describe un procedimiento para fabricar o rectificar una superficie plana de un disco de procesamiento y/o un cimiento de hormigón. Dicho disco de procesamiento es un soporte de procesamiento, en particular, una placa de acero que presenta una superficie plana. Sobre esta superficie plana se colocan encofrados para la fabricación de un segmento de hormigón, en los que se vierte hormigón para la fabricación del segmento de hormigón en cuestión. En este caso, la alineación del segmento de hormigón ya es vertical, es decir, igual que en la torre de hormigón que se pretende fabricar. Los encofrados están abiertos en la parte inferior, de manera que el hormigón se vierte directamente sobre el disco de procesamiento. La superficie plana del disco de procesamiento determina de esta manera la parte inferior del segmento de hormigón que se pretende fabricar. De esta manera, los encofrados también se mantienen verticales en el disco de procesamiento. Por tanto, es importante una superficie plana con una alta calidad y, en particular, una alineación bien conocida del disco de procesamiento. Igual de importante es una superficie horizontal y plana de un cimiento de hormigón sobre la que se va a levantar verticalmente una torre de hormigón.

El procedimiento para fabricar una superficie plana del disco de procesamiento y/o la base de hormigón comprende las etapas de colocar un medio de rectificado en la superficie plana que se pretende rectificar o fabricar y desplazar el medio de rectificado a lo largo de la superficie plana y, al mismo tiempo, rectificar o fabricar la superficie plana. En este caso, los medios de desplazamiento están dispuestos en un plano que comprende la superficie plana. De esta manera, el medio de rectificado se coloca directamente sobre la superficie del disco de procesamiento o sobre la superficie del cimiento de hormigón. El medio de rectificado comprende una herramienta de rectificado para rectificar la superficie plana, un marco de soporte para transportar la herramienta de rectificado y una pluralidad de medios de desplazamiento para el desplazamiento de la herramienta de rectificado a lo largo de la superficie plana. La herramienta de rectificado se desplaza de tal manera que se desplaza el marco de soporte.

Para ello se usa una herramienta de rectificado que es como la que se describió anteriormente. Esto garantiza que los medios de rectificado no solo se puedan usar para diferentes segmentos de la torre, sino también para rectificar

el disco de procesamiento y la superficie de la base. Esto se puede lograr con un solo medio de rectificado. Solo puede ser conveniente adaptar un cabezal de procesamiento correspondiente a la tarea específica, en particular, el material especial, es decir, intercambiar el cabezal de procesamiento para el rectificado correspondiente de un segmento de torre, de un disco de procesamiento o de la base de la torre. Sin embargo, la construcción restante del medio de rectificado puede seguir igual. Además, la trayectoria plana o plano-paralela de la herramienta de rectificado puede tener lugar mediante el mismo sensor de posición o similar, que en su caso puede necesitar una adaptación a la altura de trabajo adecuada.

El procedimiento de rectificado o fabricación se lleva a cabo de manera que el marco de soporte gire alrededor de un eje de rotación y, por lo tanto, gire sobre sí mismo, conduciendo de esa manera la herramienta de rectificado a lo largo de una trayectoria circular. La superficie plana en cuestión se puede rectificar en la zona de esta trayectoria circular. Como precaución, se señala que se requiere una precisión particularmente alta para la superficie plana, particularmente también el paralelismo plano. El desplazamiento exacto de la trayectoria circular mencionada es más tolerante a las desviaciones, particularmente si se procesa una zona generosamente amplia a lo largo de la trayectoria circular correspondiente o si se dispone de un cabezal de procesamiento generosamente ancho. De esta manera se puede prescindir, por ejemplo, durante el rectificado de la base de la torre, de un sistema de rieles o de un riel único para conducir los medios de desplazamiento y, por lo tanto, para conducir el medio de rectificado. Sin embargo, también puede estar previsto un riel o similar. Sin embargo, el sensor de posición en cooperación con el sensor de medición garantiza la planitud de la superficie plana para que se pueda lograr una planitud con alta calidad y/o precisión.

Según la invención, se propone además un procedimiento según la reivindicación 12. Por consiguiente, el medio de rectificado se conduce a lo largo del borde del segmento, en particular, se desplaza, para rectificar de esa manera el borde superior del segmento. El medio de rectificado es conducido por el dispositivo portador a lo largo del dispositivo portador y, por lo tanto, a lo largo del borde del segmento. El dispositivo portador está fijado en la zona del borde superior del segmento. El borde del segmento se rectifica, mientras que el medio de rectificado se desplaza a lo largo del borde del segmento. El rectificado del borde del segmento puede incluir la aplicación de una resina o cemento y el aplanamiento del borde de segmento. Preferentemente, se aplica, en este caso, una resina o cemento en una de las primeras etapas, y en una segunda etapa, se aplana la resina o el cemento, en particular, después del endurecimiento, en particular, fresando o lijando la resina o el cemento. En este caso, puede estar previsto usar diferentes medios de rectificado para las dos etapas de trabajo mencionadas.

Preferentemente, se acciona el medio de rectificado con la ayuda del medio de medición, de manera que el rectificado siempre tenga lugar a la misma altura en relación con la base del segmento de la torre, en particular, que se rectifique al nivel de un plano de medición virtual. Preferentemente, el dispositivo portador está fijado a un encofrado del segmento de torre y al menos uno de los medios de rectificado se desplaza en este dispositivo portador a lo largo del borde del segmento.

Preferentemente, un cabezal de procesamiento del o de cada uno de los medios de rectificado se modifica verticalmente para mantener de esa manera la altura del procesamiento, incluso si no se lleva el medio de rectificado en el dispositivo portador de manera óptima en el plano deseado.

Preferentemente, el rectificado del borde del segmento comprende la aplicación de una resina o cemento como masa niveladora y adicional u opcionalmente el aplanamiento del borde del segmento, en particular, de la masa de nivelación aplicada al segmento.

Según una realización, se propone que se rectifique directamente el borde del segmento, es decir, la parte superior del segmento, sin haber aplicado previamente una masa de nivelación. Por lo tanto, se realiza un rectificado directo del material del segmento, es decir, del hormigón a partir del cual se fabricó el segmento. El aplanamiento se puede llevar a cabo, en particular, como un lijado del segmento, es decir, como un lijado del hormigón. Por consiguiente, se usa una herramienta de rectificado adecuada. Para ello, el segmento se puede fabricar un poco más alto que anteriormente, o un poco más alto que la altura que presentará cuando se levante la torre. Por ejemplo, el segmento puede construirse unos 8 mm más alto que anteriormente, y a continuación se retiran unos 4 mm en promedio de este hormigón durante el aplanamiento, en particular, mediante lijado. Estos valores también pueden ser un poco más altos y un poco más bajos. Ya no es necesaria una capa de nivelación.

Es ventajoso usar un dispositivo de rectificado según la invención, según al menos una de las realizaciones descritas.

Además, es ventajoso usar durante la aplicación una resina de curado rápido o un cemento de curado rápido, en

particular, una resina o un cemento de dos componentes. Esto evita que una resina o cemento usado como medio de nivelación tenga que ser aplicado primero en un canal cerrado y tenga que endurecer. En su lugar, el procedimiento según una realización está previsto de manera que, a ser posible, sin demora después de aplicar la masa de nivelación, en particular, la resina o el cemento, se realice una etapa de disminución de material, en particular, un fresado de la masa de nivelación endurecida.

Por resina o cemento de fraguado rápido se entiende una resina o cemento que se endurece en cuatro horas, preferentemente en dos horas, más preferentemente en una hora y, en particular, en media hora, de manera que se pueda rectificar, en particular, que entre en consideración un trabajo de repaso, es decir, un alisado mediante una fresa.

Según la invención, se propone además un encofrado según la reivindicación 19. Dicho encofrado para la fabricación de un segmento de torre como elemento prefabricado de hormigón está preparado para el vertido de hormigón en el encofrado con el fin de endurecerlo como segmento de torre como elemento prefabricado de hormigón. Para ello está previsto un dispositivo de rectificado según la invención, desde el cual el dispositivo portador está fijado al encofrado. De esta manera, está preparado el encofrado para la fabricación del elemento prefabricado de hormigón mediante el vertido del hormigón y para el repaso del borde superior del segmento para colocar al menos otro segmento de la torre.

Preferentemente, el encofrado presenta al menos una parte interna y una externa del encofrado, y el dispositivo portador del dispositivo de rectificado presenta un sistema de rieles con un riel interno y uno externo. El riel interno está fijado a la parte interna del encofrado y el riel externo a la parte externa del encofrado. Al proporcionar el encofrado, es decir, la disposición correspondiente de la parte interna y externa del encofrado entre sí para el vertido del hormigón, se proporciona al mismo tiempo y de manera sencilla el sistema de rieles y, por tanto, el dispositivo portador para el dispositivo de rectificado. Preferentemente, el encofrado, en particular, la parte externa del encofrado está constituido de manera desplazable.

El dispositivo de rectificado según la invención según una de las realizaciones descritas es adecuado para fabricar un segmento de torre de una torre de una turbina eólica. El segmento de torre se puede fabricar con un procedimiento según la invención, por ejemplo, con la ayuda de un encofrado según la invención. A este respecto, es posible que para fabricar y, por lo tanto, rectificar el borde superior del segmento de la torre se use un dispositivo de rectificado descrito. Una de las características de este dispositivo de rectificado es que el medio de rectificado se conduce a lo largo del borde superior del segmento en un dispositivo portador.

El rectificado realizado de esta manera puede ser detectado o verificado en un segmento de torre completamente rectificado en el borde superior del segmento. Esto se puede ver, por ejemplo, en la imagen de fresado cuando el medio de rectificado ha fresado el borde superior del segmento, en particular, cuando la imagen de fresado revela la trayectoria del medio de rectificado. El uso de una resina o cemento de curado rápido puede determinarse analizando el material usado en el borde superior del segmento.

Si es necesario, se puede ver desde la transición del material de nivelación al hormigón que no se usó ningún canal de recepción para proporcionar el material de nivelación, sino que el material de nivelación se aplicó mediante un elemento de aplicación que se condujo a lo largo del borde superior del segmento.

A continuación, se explica la invención mediante ejemplos de realización con referencia a los dibujos anexos.

La Fig. 1 muestra una turbina eólica típica de manera esquemática y en perspectiva, que presenta una torre de hormigón, que está construida según la invención o con segmentos de torre según la invención.

La Fig.2 muestra una estructura general de un encofrado con un dispositivo de rectificado y un sistema de medición de manera esquemática en una representación en perspectiva.

La Fig.3 muestra un dispositivo móvil de un dispositivo de rectificado en una vista en perspectiva.

La Fig. 4 muestra un medio de rectificado con un dispositivo móvil y una herramienta de rectificado en una representación en perspectiva.

La Fig.5 muestra una herramienta de rectificado para fresado en una representación en perspectiva.

La Fig. 6 muestra un medio de rectificado para la aplicación de una masa de nivelación en una representación en

perspectiva.

La Fig. 7 muestra una parte de una tobera de aplicación abierta de una herramienta de rectificado según la Fig. 6 en una vista en perspectiva.

La Fig. 8 muestra una vista en planta esquemática de un elemento prefabricado de hormigón con un riel-guía.

La Fig. 9 muestra de manera esquemática en una vista en planta un medio de rectificado según otra realización.

La Fig. 10 muestra de manera esquemática en una vista en planta una vista completa de un elemento prefabricado de hormigón según la Fig. 8 con un medio de rectificado según la Fig. 9.

De aquí en adelante, se pueden usar números de referencia similares para elementos similares, pero no idénticos para aclarar su relación funcional.

La Fig. 1 muestra una turbina eólica 100 con una torre 102 y una góndola 104. En la góndola 104 está colocado un rotor 106 con tres palas de rotor 108 y un rotámetro 110. El rotor 106 se pone en movimiento por el viento en un movimiento giratorio y, por lo tanto, impulsa a un generador en la góndola 104.

La Fig. 2 muestra de manera esquemática un encofrado 2 con una parte interna del encofrado 4 y una parte externa del encofrado 6. Entre la parte interna y externa del encofrado 4, 6 se forma un hueco anular en el que se vierte hormigón para fabricar un segmento de torre. De dicho segmento de torre en la Fig. 2 ya solo se puede reconocer el borde superior del segmento 8. La Fig. 2 muestra el estado en el que ya se ha vertido el segmento de la torre y se ha endurecido el hormigón. Ahora se puede repasar el borde superior del segmento 8 y para ello se muestra de manera esquemática el medio de rectificado 10. El medio de rectificado 10 es desplazable en un sistema de rieles que presenta dos rieles, uno de los cuales está colocado en la parte interna del encofrado 4 y el otro en la parte externa del encofrado 6, y la representación simplificada de la Fig. 2 no muestra el riel. El sistema de rieles se denomina junto con el medio de rectificado 10 como dispositivo de rectificado para rectificar el borde superior del segmento 8, en el que otros elementos pueden ser parte del dispositivo de rectificado.

Cerca del medio de rectificado 10, se muestra una persona 12 para ilustrar la relación de tamaño.

El medio de rectificado 10 se conduce a lo largo del borde superior del segmento 8 y, por lo tanto, a lo largo de los bordes superiores 14 o 16 de la parte interna o externa del encofrado 4, 6. Para la medición y el control del medio de rectificado está previsto un sistema de medición, que consta de un sensor de posición 20 y de cuatro medios de alineación 22, como se muestra en la Fig. 2. El sensor de posición 20 está colocado sobre una base 24 y en el centro en el encofrado 2. Los cuatro medios de alineación 22 están colocados y fijados en el exterior del encofrado 2, es decir, en la parte externa del encofrado 6, que está constituida por al menos dos elementos que se pueden unir. El sensor de posición 20 emite un láser 26 en la dirección del medio de rectificado 10. Este láser 26, que se emite en varias direcciones, define de esta manera un plano de medición virtual plano-paralelo a la base 24. Básicamente, este plano de medición virtual se extiende mediante los cuatro medios de alineación 22. El sensor de posición 20 se puede alinear con estos cuatro medios de alineación 22, de manera que el láser 26 emitido reproduce con precisión el plano de medición virtual, que es exactamente plano-paralelo a la base 24.

La Fig. 3 muestra un dispositivo móvil 30 apoyado y guiado sobre un riel interno y externo 32, 34. Los rieles internos y externos 32, 34, que juntos forman sustancialmente un sistema de rieles y, por lo tanto, un dispositivo portador, están fijados en una parte interna o externa del encofrado 4, 6. Entre la parte interna y externa del encofrado 4, 6, se puede ver el borde superior del segmento 8. El dispositivo móvil dispone de cuatro sistemas de guía 36, mediante los cuales el dispositivo móvil 30 es soportado y conducido de manera desplazable sobre los dos rieles 32, 34. De esta manera, el dispositivo móvil 30 puede guiarse y desplazarse a lo largo del riel interno y externo y, por lo tanto, a lo largo del borde superior del segmento 8. El dispositivo móvil 30 dispone de un marco de montaje 38 para el montaje de una herramienta de rectificado. De esta manera, una herramienta de rectificado alojada en el marco de montaje 38 se puede desplazar a lo largo del borde superior del segmento 8.

La Fig. 4 muestra un dispositivo móvil 30 con una herramienta de rectificado 40 alojada en el marco de montaje 38 junto con un dispositivo de control 42 con otras unidades funcionales tales como un escape 44. La herramienta de rectificado 40 de la Fig. 4 está prevista como un dispositivo de fresado y, por tanto, dispone de un cabezal de fresado 46 y de un detector 48.

La Fig. 4 muestra, por tanto, un total de un medio de rectificado 10, que está constituido para el fresado de

superficies del borde superior del segmento. El medio de rectificado 10 reconoce su posición en relación con el plano de medición imaginario y puede compensar la altura del cabezal de fresado 46, de manera que el cabezal de fresado 46 esté siempre en la misma altura, con respecto al nivel de medición virtual o con respecto a la base. A este respecto, el medio de rectificado 10, en particular, el dispositivo de control 42 se orienta en el plano de medición virtual, tal como lo proporciona un láser correspondiente desde el sensor de posición del sistema de medición para la orientación.

La Fig. 5 muestra una parte de la herramienta de rectificado 40, particularmente el dispositivo de fresado 52 alojado en un marco de fresado 50. Este dispositivo de fresado 52 incluye un monitor del cabezal de fresado 54 que comprueba que el cabezal de fresado 46 esté funcionando correctamente. Además, se proporciona un control del carro de fresado 56, que controla la posición del dispositivo de fresado 52 en el dispositivo móvil 30 (según la Fig. 4). Mediante un control de la superficie de la ranura 58, se puede controlar la superficie del borde superior del segmento, es decir, en particular, el resultado del fresado en la superficie del borde superior del segmento. De esta manera, se detecta cualquier irregularidad que pueda ser causada por una alteración del proceso de fresado, para poder detectar errores a tiempo y/o para poder iniciar seguimientos.

La Fig. 6 muestra un dispositivo de aplicación de resina o cemento 60 como herramienta de rectificado. El dispositivo de aplicación de resina o cemento 60 también puede ser recogido por un dispositivo móvil 30 (según la Fig.3) y estar provisto de un control y una línea de suministro adecuados para rectificar el borde superior del segmento. Para este propósito, el dispositivo de aplicación de resina o cemento 60 presenta sustancialmente una tobera de ranura ancha 62, de la cual se puede ver en la Fig. 6 sustancialmente una carcasa desde fuera. La tobera ranurada 62 se sujeta durante el uso con una abrazadera 64 y se lleva en el dispositivo móvil 30. En la parte inferior de la tobera ranurada se encuentra una placa de salida 66, que permite una aplicación uniforme de la resina o del cemento.

La Fig. 7 muestra una parte de la tobera ranurada 62 de la Fig. 6, es decir, una válvula de tobera 68. La válvula de tobera 68 indica una abertura de suministro 70 para suministrar la resina o el cemento que se pretende aplicar, desde la cual la resina o el cemento, después de haber sido mezclado preferentemente a partir de dos componentes, pasa a la zona de distribución 72 aproximadamente triangular, para llegar a continuación a una ranura estrecha 74, de la cual la válvula de tobera 68 muestra un borde de salida correspondiente 76, y desde allí sale de la tobera.

La Fig. 8 muestra la vista en planta de un encofrado para un elemento prefabricado de hormigón 82 con un sistema de guía para un medio de rectificado 86, es decir, un carro desplazable 86. El sistema de guía 81, que también puede denominarse dispositivo portador, puede consistir en un riel 81 o un tipo diferente de trayectoria. El riel 81 está conectado con el encofrado 82 mediante puntales 83 para el elemento prefabricado de hormigón. En el centro del encofrado 82 se encuentra el sensor de posición 84, que también se puede denominar sencillamente láser 84, que sirve para alinear el cabezal de fresado 88 de manera que pueda rectificar la superficie sobre el elemento prefabricado de hormigón. El objetivo es fabricar la superficie del elemento prefabricado de hormigón plano-paralelo, es decir, crear una superficie plana en la parte superior del elemento prefabricado de hormigón, que es plano-paralela a su parte inferior o lateral, de manera que los elementos prefabricados de hormigón puedan superponerse en el sitio de construcción al erigir la torre de hormigón, sin usar cemento o mortero como masa de nivelación.

La Fig. 9 muestra el carro desplazable 86, es decir, una herramienta de rectificado para el rectificado de una superficie plana. El carro desplazable 86 se coloca en el sistema de guía 81, es decir, el riel 86, que se muestra y que es aproximadamente circular. En el carro desplazable 86 se encuentra una unidad de fresado 87, que también se puede denominar sencillamente fresadora 87. En el ejemplo mostrado, la fresadora 87 forma, por tanto, una herramienta de rectificado y también puede estar constituida como un dispositivo de lijado, por ejemplo. El dispositivo de fresado produce el paralelismo plano en el elemento prefabricado de hormigón fresando, es decir, aplanando la superficie del elemento prefabricado de hormigón. Para ello, el carro desplazable 86 se desplaza a lo largo del sistema de guía 81 mediante rodillos 85 o, alternativamente, mediante neumáticos, que son otro ejemplo de los medios de desplazamiento. Los rodillos 85 pueden ser accionados individualmente por uno o una pluralidad de motores. Una torre de hormigón de una turbina eólica consta de muchos segmentos de torre diferentes, es decir, segmentos de hormigón prefabricados, cada uno de los cuales requiere su propio encofrado durante la fabricación. Dado que la torre es cónica, los diámetros de los encofrados para los segmentos individuales se hacen más pequeños, cuanto mayor sea la altura a la que se vayan a colocar los segmentos de la torre en la torre de hormigón. Para que el carro desplazable 86 pueda adaptarse a los diferentes encofrados, se ajusta en longitud mediante los dispositivos de ajuste 89, en particular, su marco de soporte. Todos los dispositivos de control necesarios para el cabezal de fresado 88 y para el control del carro desplazable 86 se encuentran en la herramienta de rectificado, es decir, en la fresadora 87.

La Fig. 10 muestra la vista general del carro desplazable 86, que está colocado sobre el encofrado del elemento prefabricado de hormigón 82. En el centro hay un láser 84, que actúa como sensor de posición y despliega un plano de guía para el carro desplazable. Este plano es detectado por el carro desplazable 86 mediante un sensor de medición y la posición del cabezal de fresado 88 se ajusta en consecuencia. De forma alternativa o adicional, también puede estar una pluralidad de láseres fijados externamente al encofrado, si ya no se detecta el láser 84 y/o para alinear el láser central 84, o si se necesitan más puntos de medición para una determinación más precisa de la posición del carro desplazable y/o del sensor de posición.

El uso del carro desplazable 86 no se limita a la fabricación de elementos prefabricados de hormigón para torres de turbinas eólicas. De forma alternativa, también se puede usar para el rectificado plano-paralelo o plano de superficies de bases de turbinas eólicas. Por rectificado plano-paralelo de la superficie del cimiento debe entenderse en este caso un paralelismo plano de la superficie del cimiento con respecto a un plano horizontal plano. Los cimientos son necesarios para que una turbina eólica pueda transferir su carga al suelo. Cuando se construye la torre, en este caso, la torre de hormigón, de una turbina eólica, el primer segmento de la torre debe colocarse exactamente en posición horizontal sobre los cimientos. Para ello, es necesario que tanto la parte inferior del primer segmento de la torre como la superficie del cimiento sean plano-paralelas o planas, en los puntos en los que se instala el segmento. Para fabricar esta superficie plana sobre el cimiento, se puede usar la misma disposición de la Fig. 8, solo con la diferencia de que el sistema de guía 81 no está fijado a un encofrado, sino sobre el cimiento.

Además, el dispositivo que se muestra en la Fig. 10 puede usarse para hacer un disco de acero o de metal plano-paralelo. Uno de ese tipo se usa en la fabricación de elementos prefabricados de hormigón. El encofrado se coloca sobre dicho disco metálico, que también se denomina disco de procesamiento y que, sustancialmente, presenta una superficie plano-paralela o plana. Al verter el segmento, se fabrica el paralelismo plano o la planitud de la parte inferior del segmento mediante el disco o el disco de procesamiento y en la parte superior del segmento mediante la fresa. El disco debe ser retocado una vez al año aproximadamente para restaurar el paralelismo plano. Este procedimiento se lleva a cabo mediante el dispositivo que se muestra en la Fig. 10.

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo de rectificado para el rectificado de un borde de segmento superior (8) de un segmento de torre de una torre de hormigón (102) para preparar el segmento de torre para colocar al menos otro segmento de torre, que comprende

- un medio de rectificado (10) para rectificar el borde del segmento (8), caracterizado por
- un dispositivo portador (32, 34) que se fija en la parte superior de un encofrado para fabricar el segmento de torre, en el que el dispositivo portador (32, 34) está constituido para transportar y guiar el medio de rectificado (10) de manera desplazable a lo largo del borde superior del segmento (8).

2. Dispositivo de rectificado según la reivindicación 1, caracterizado por un medio de medición (20, 22) para determinar la posición del medio de rectificado (10) con respecto a un plano de rectificado plano-paralelo con respecto a la base.

3. Dispositivo de rectificado según la reivindicación 2, caracterizado porque el medio de medición (20, 22) o un medio de medición (20, 22) para determinar la posición del medio de rectificado (10) presenta

- un sensor de posición (20) para medir y transmitir la posición del medio de rectificado (10), y opcionalmente
- al menos uno, en particular, 3, 4 o 5 medios de alineación (22) para alinear o apoyar la alineación del sensor de posición (20) con respecto a la base.

4. Dispositivo de rectificado según la reivindicación 2 o 3, caracterizado porque el medio de medición (20, 22) está constituido como un medio de medición láser.

5. Dispositivo de rectificado según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque el dispositivo portador está constituido como un sistema de rieles (32; 34), en particular, con un par de rieles (32; 34).

6. Dispositivo de procesamiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque

- el medio de rectificado (10) está constituido como un medio de aplicación móvil para aplicar una masa de nivelación, en particular, una resina o cemento, y/o porque
- el medio de rectificado (10) u otro medio de rectificado adicional está constituido como dispositivo de disminución de material, en particular, como dispositivo de fresado y/o como dispositivo de lijado
y/o porque
- el medio de rectificado (10) comprende un dispositivo móvil (30) para desplazarse a lo largo del dispositivo portador (32, 34), en el que el dispositivo móvil (30) está constituido para alojar una herramienta de rectificado (40).

7. Dispositivo de rectificado según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque el medio de rectificado (10) comprende un cabezal de trabajo verticalmente desplazable (46).

8. Medio de rectificado (10) para rectificar y/o fabricar una superficie plana, en particular, un borde superior de un segmento (8) de un segmento de torre de una torre de hormigón (102), para preparar la construcción de una torre de hormigón, que comprende

- una herramienta de rectificado (40) para rectificar o fabricar la superficie plana,
caracterizado por
- un dispositivo portador (32, 34) fijado a la parte superior de un encofrado, en el que el encofrado del segmento de la torre presenta un dispositivo portador (32, 34) que comprende un marco de soporte para transportar la herramienta de rectificado (40) y una pluralidad de medios de desplazamiento para el desplazamiento de la herramienta de rectificado (40) a lo largo de la superficie plana, en el que
- los medios de desplazamiento están preparados para desplazarse a lo largo de la superficie plana y/o para desplazarse
a lo largo del dispositivo portador.

9. Medio de rectificado (10) según la reivindicación 8, caracterizado porque los medios de desplazamiento están preparados para el desplazamiento a lo largo de una trayectoria de un círculo, en el que particularmente el marco de soporte cubre el círculo y/o el medio de rectificado (10) está preparado para que el marco de soporte gire alrededor de un eje de rotación, que, en particular, atraviesa el marco de soporte y, por lo

tanto, la herramienta de rectificado (40) es conducida a lo largo de una trayectoria circular para rectificar la superficie plana en la zona de esta trayectoria circular.

10. Medio de rectificado (10) según cualquiera de las reivindicaciones 8 o 9, caracterizado porque el marco de soporte es ajustable en longitud, para modificar de esta manera una distancia entre al menos dos de los medios de desplazamiento, en particular, para proporcionar de esta manera una movilidad a lo largo de trayectorias de círculos de diferentes tamaños.

11. Medio de rectificado (10) según cualquiera de las reivindicaciones 8 a 10, que comprenden un sensor de medición, adaptado a un sensor de posición (20), para guiar la herramienta de rectificado (40) a lo largo de la superficie plana que se pretende fabricar o rectificar mediante el sensor de posición (20).

12. Procedimiento para el rectificado de un borde de segmento superior de un segmento de torre de una torre de hormigón (102) para preparar el segmento de torre para el colocar al menos otro segmento de torre, caracterizado por las etapas de

- fijar un dispositivo portador en la parte superior de un encofrado para la construcción del segmento de torre 20;
- desplazar un medio de rectificado (10) colocado en el dispositivo portador (32, 34) a lo largo del borde del segmento (8) para rectificar el borde del segmento (8), en el que se conduce el medio de rectificado (10) a lo largo del dispositivo portador (32; 34) y, por lo tanto, a lo largo del borde del segmento (8),
- rectificar el borde del segmento (8), mediante el medio de rectificado (10), durante el desplazamiento del medio de rectificado (10) a lo largo del borde del segmento (10).

13. Procedimiento según la reivindicación 12, caracterizado porque el medio de rectificado (10) funciona con la ayuda de un medio de medición (20, 22) de tal manera que el rectificado se realiza siempre a la misma altura con respecto a la base.

14. Procedimiento según la reivindicación 12 o 13, caracterizado porque el medio de rectificado (10) se desplaza en el dispositivo portador (32; 34) , en el que el dispositivo portador (32; 34) está fijado, en particular, a un encofrado del segmento de torre.

15. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 12 a 14, caracterizado porque un cabezal de rectificado (46) del medio de rectificado (10) se modifica verticalmente para mantener la altura de un rectificado deseado.

16. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 12 a 15, caracterizado porque comprende aplicar una resina o cemento como una masa de nivelación y/o aplanar el borde del segmento (8), en particular, de una o de la masa de nivelación aplicada en el segmento.

17. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 12 a 16, caracterizado porque se usa un dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7 y/o que se usa un medio de rectificado según cualquiera de las reivindicaciones 8 a 11.

18. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 12 a 17, caracterizado porque la etapa de rectificado comprende la aplicación de una resina o cemento de curado rápido, en particular, una resina o cemento de dos componentes.

19. Encofrado (2) para la fabricación de un segmento de torre como elemento prefabricado de hormigón, que comprende un dispositivo de rectificado según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, en el que el dispositivo portador (32; 34) está fijado al encofrado.

20. Encofrado (2) según la reivindicación 19, caracterizado porque el encofrado (2) presenta una parte interna y una parte externa del encofrado (4, 6) y el dispositivo portador (32, 34) presenta un sistema de rieles (32, 34) con un riel interno y/o un riel externo (32, 34) y el riel interno (32) está fijado a la parte interna del encofrado (4) y el riel externo (34) a la parte externa del encofrado (6).

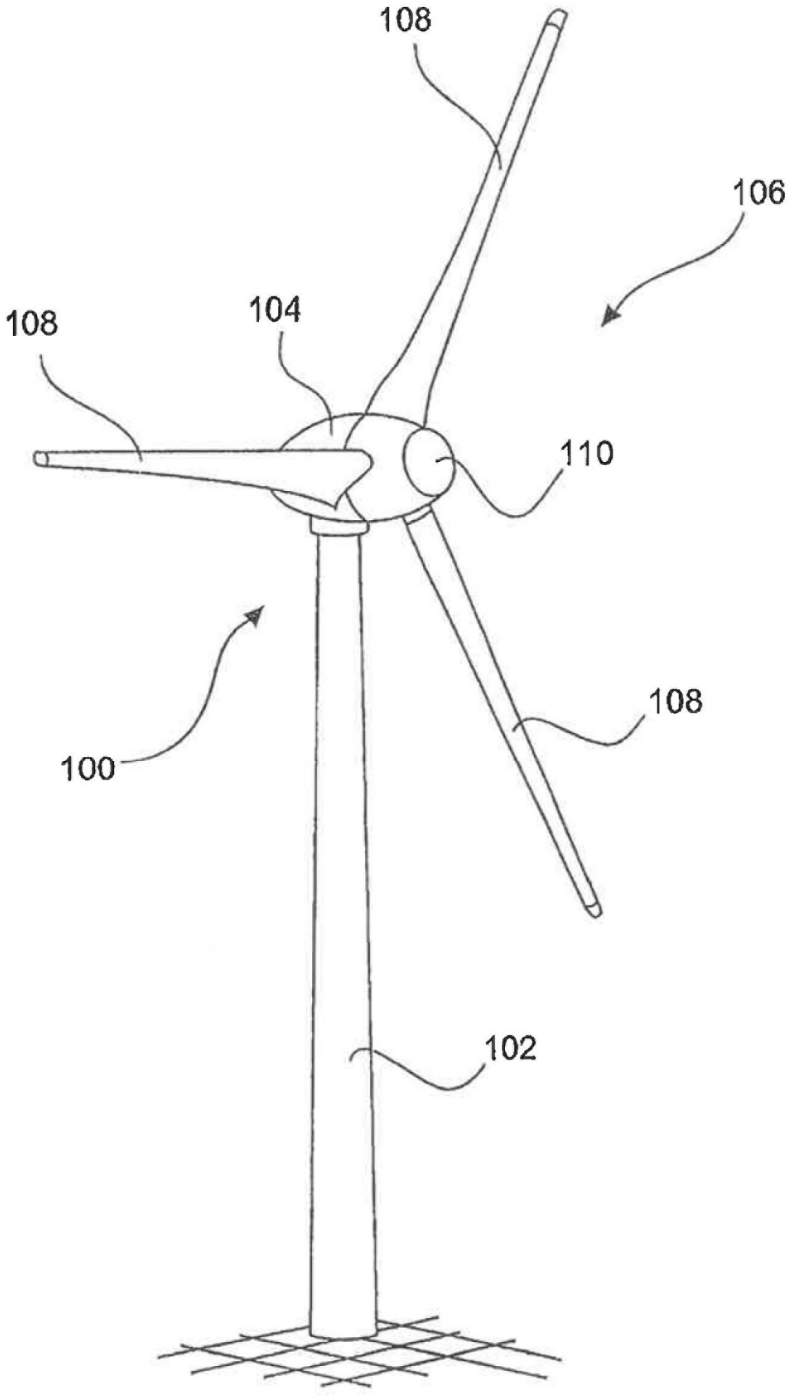

Fig. 1

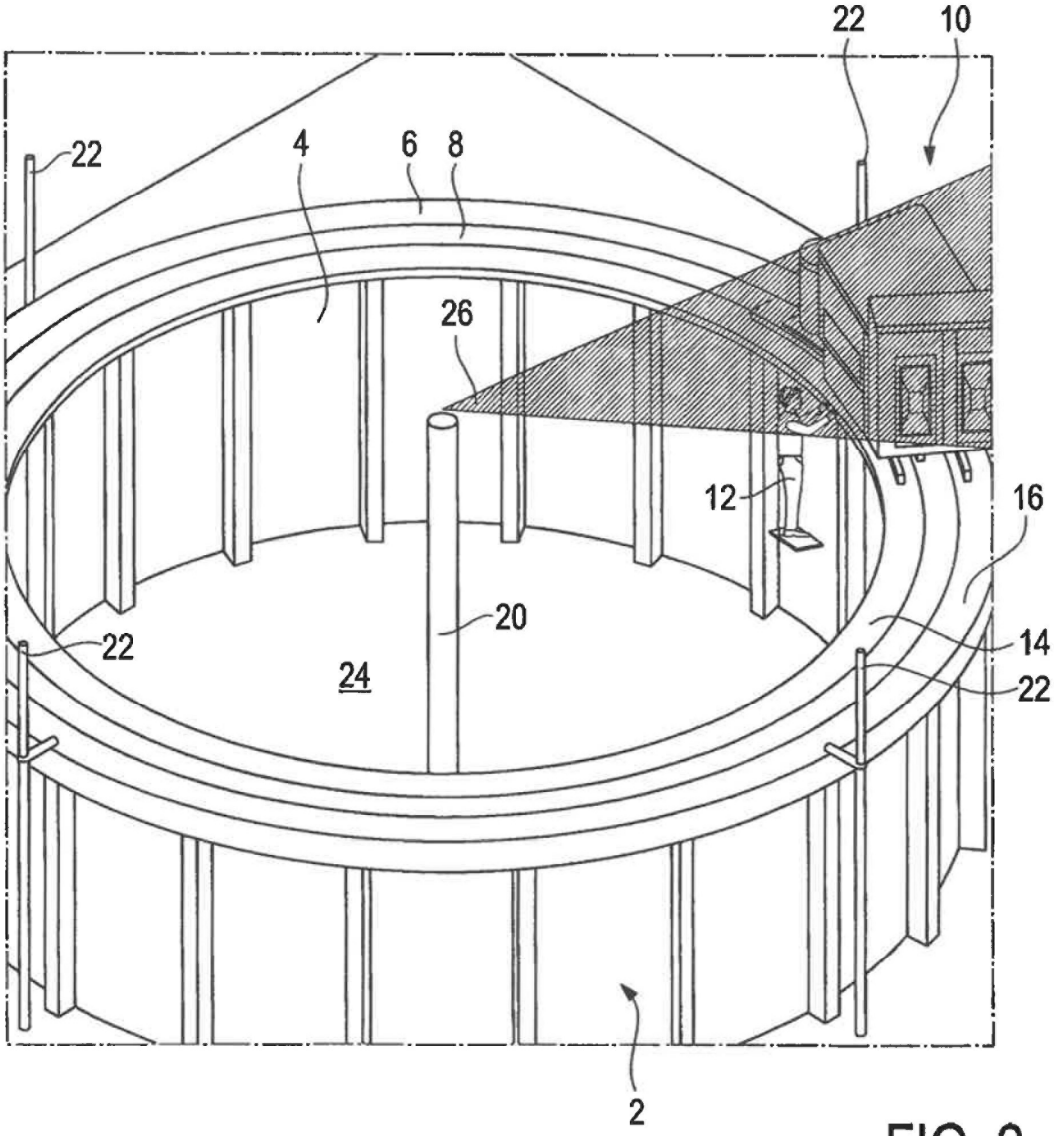

FIG. 2

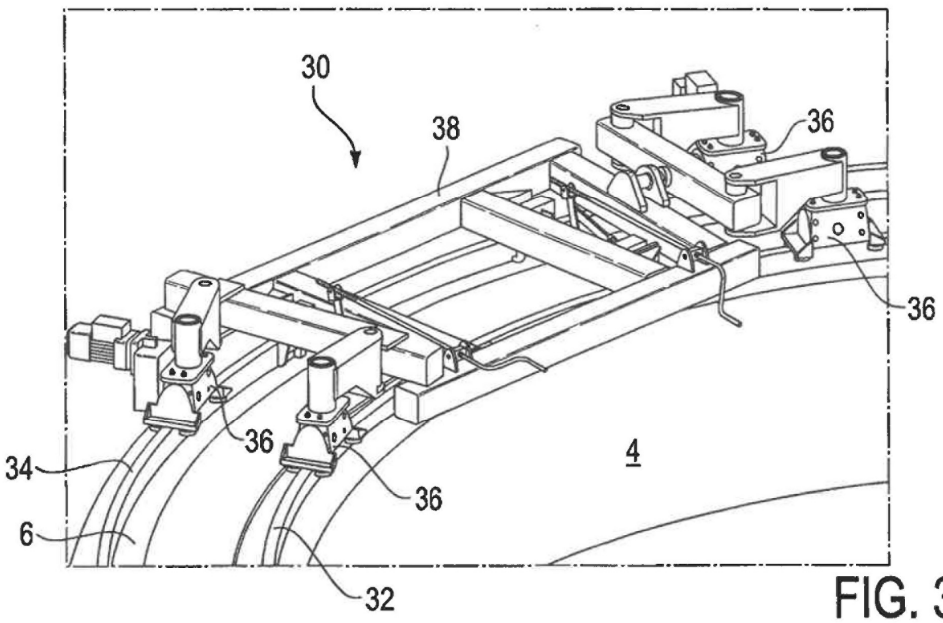

FIG. 3

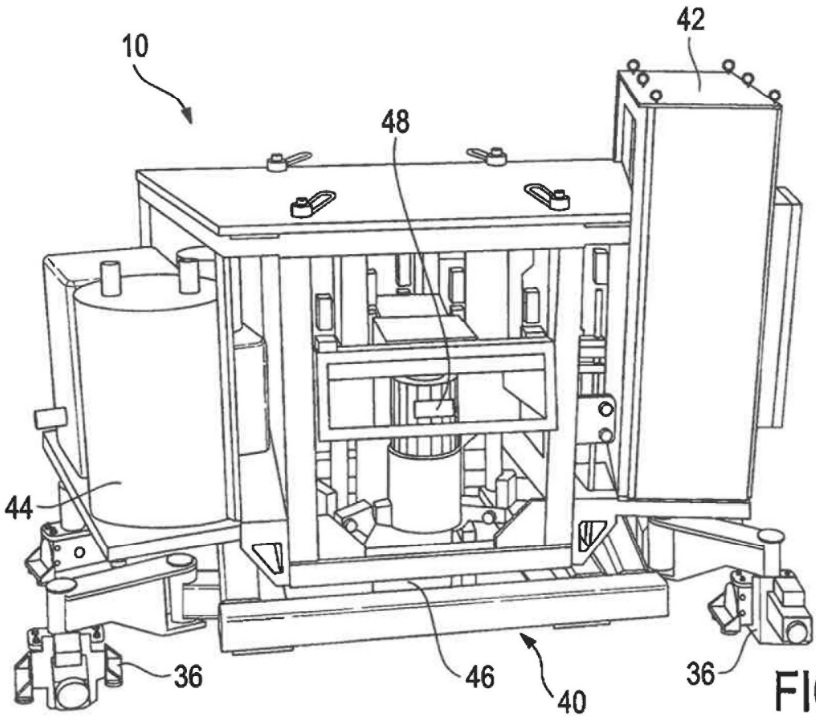

FIG. 4

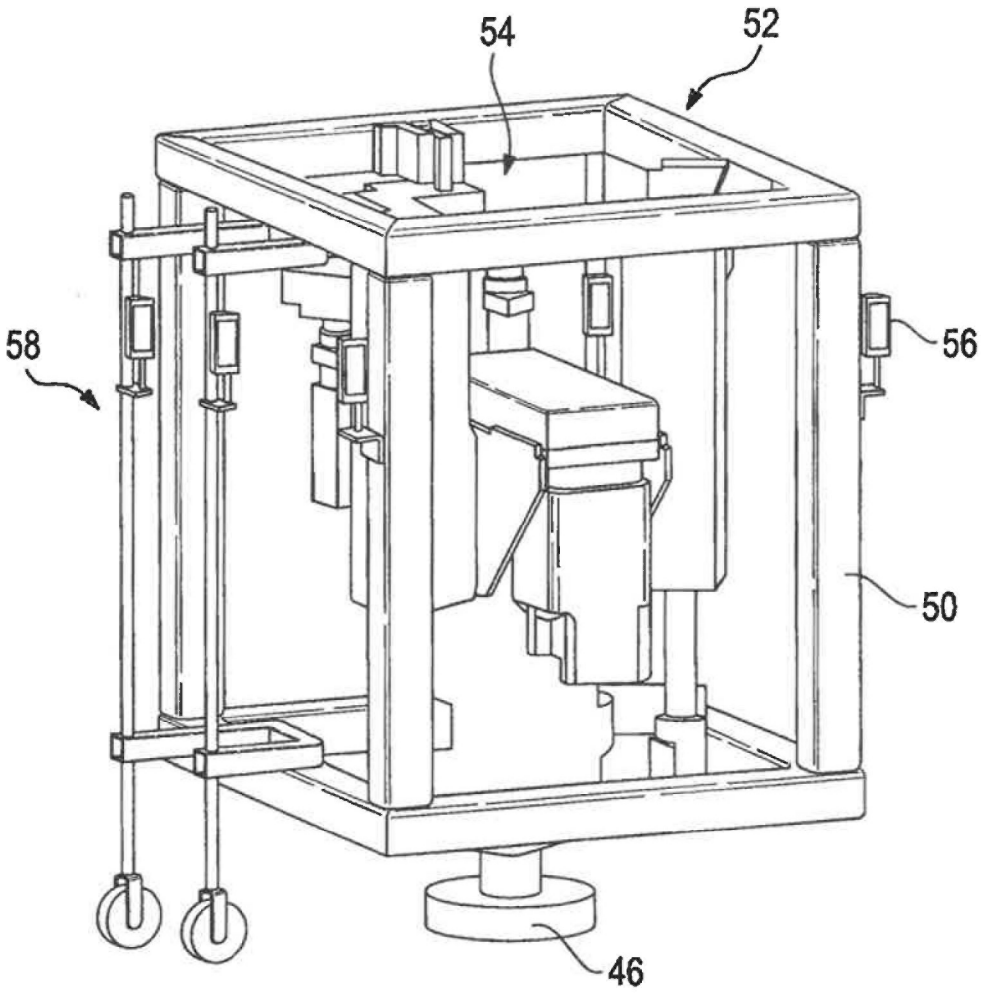

FIG. 5

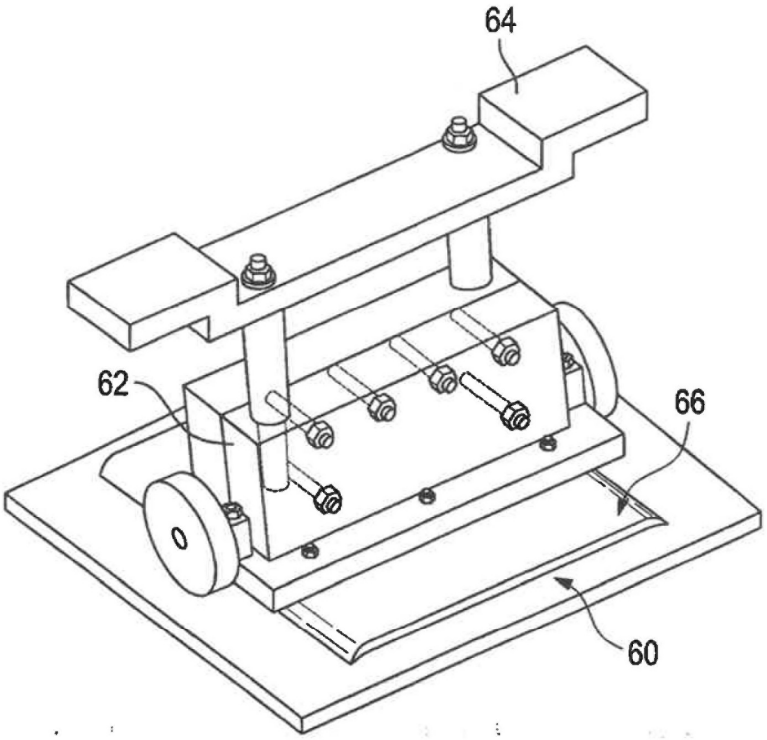

FIG. 6

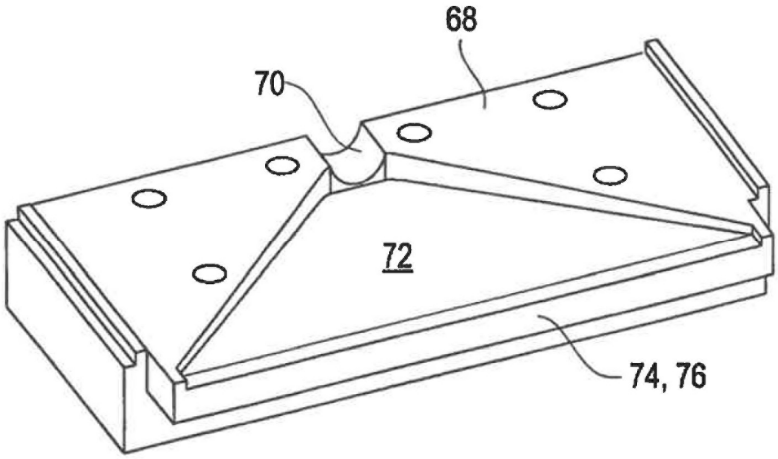

FIG. 7

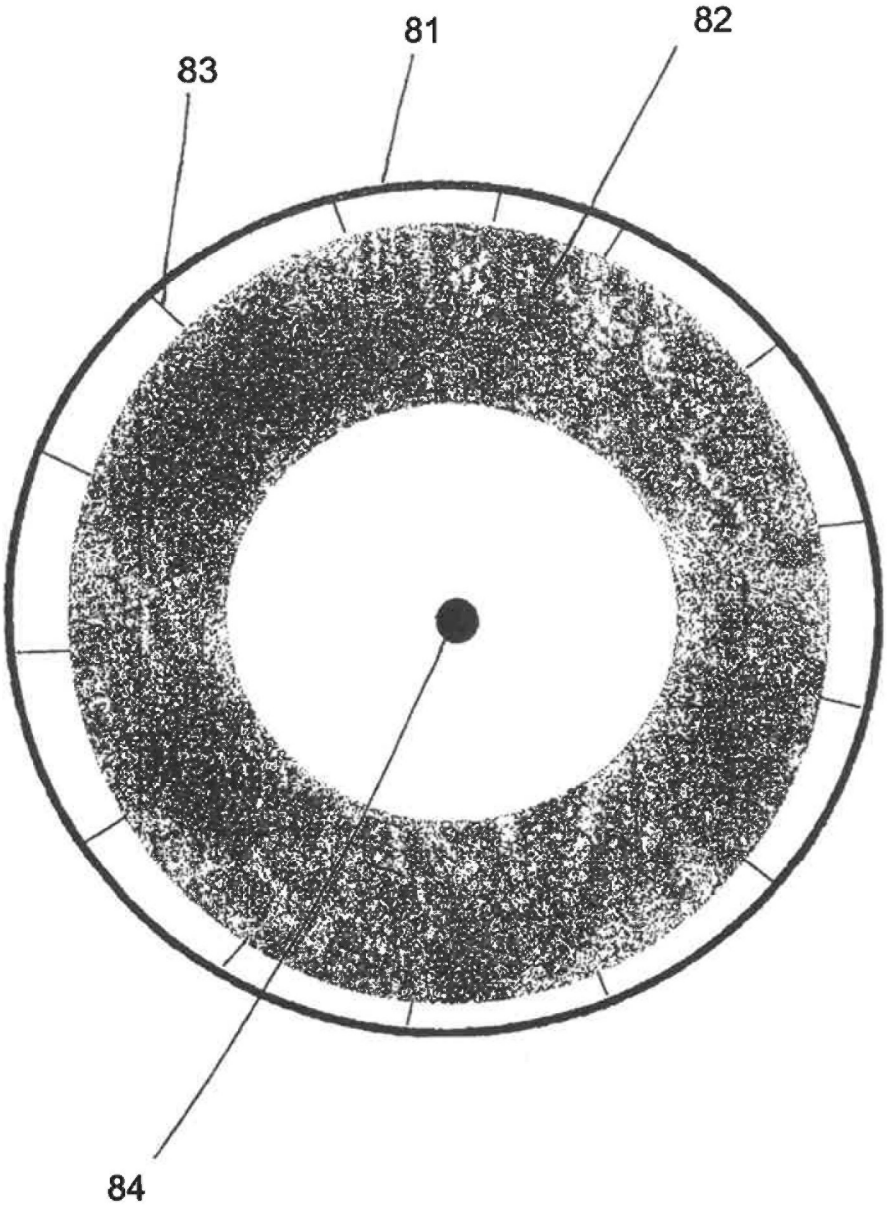

Fig. 8

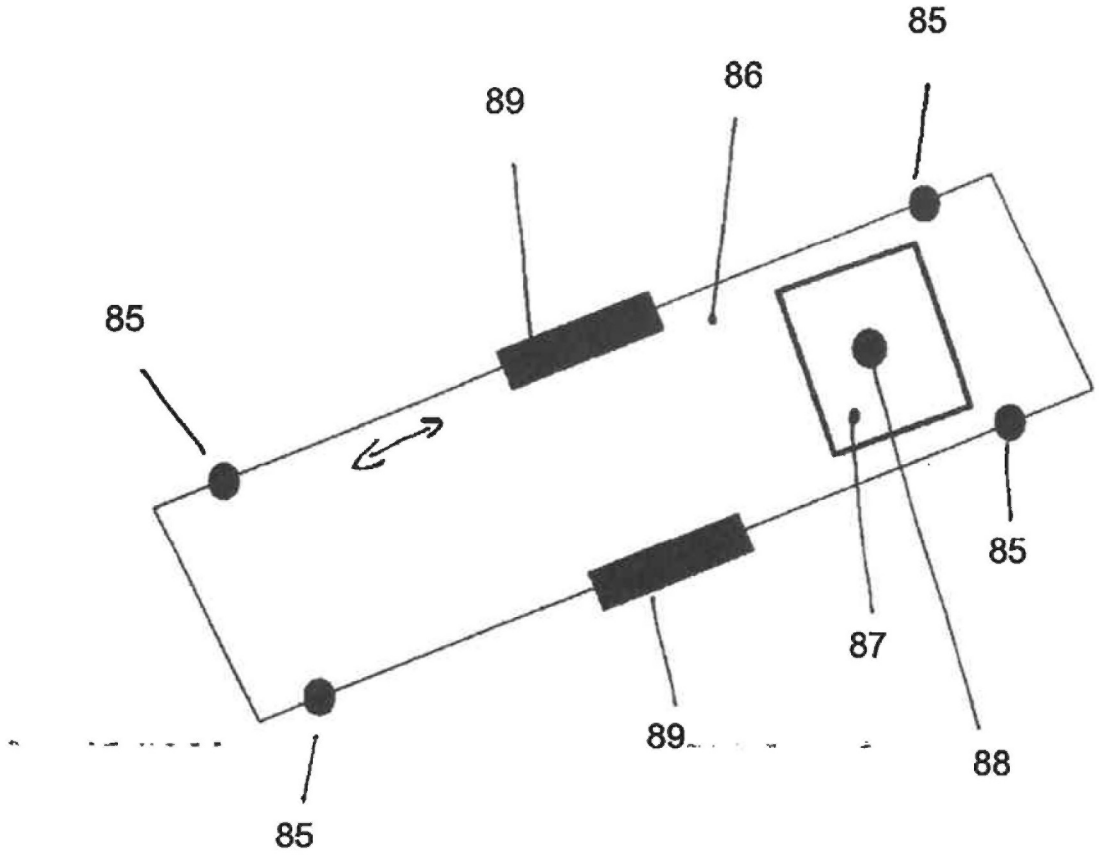

Fig. 9

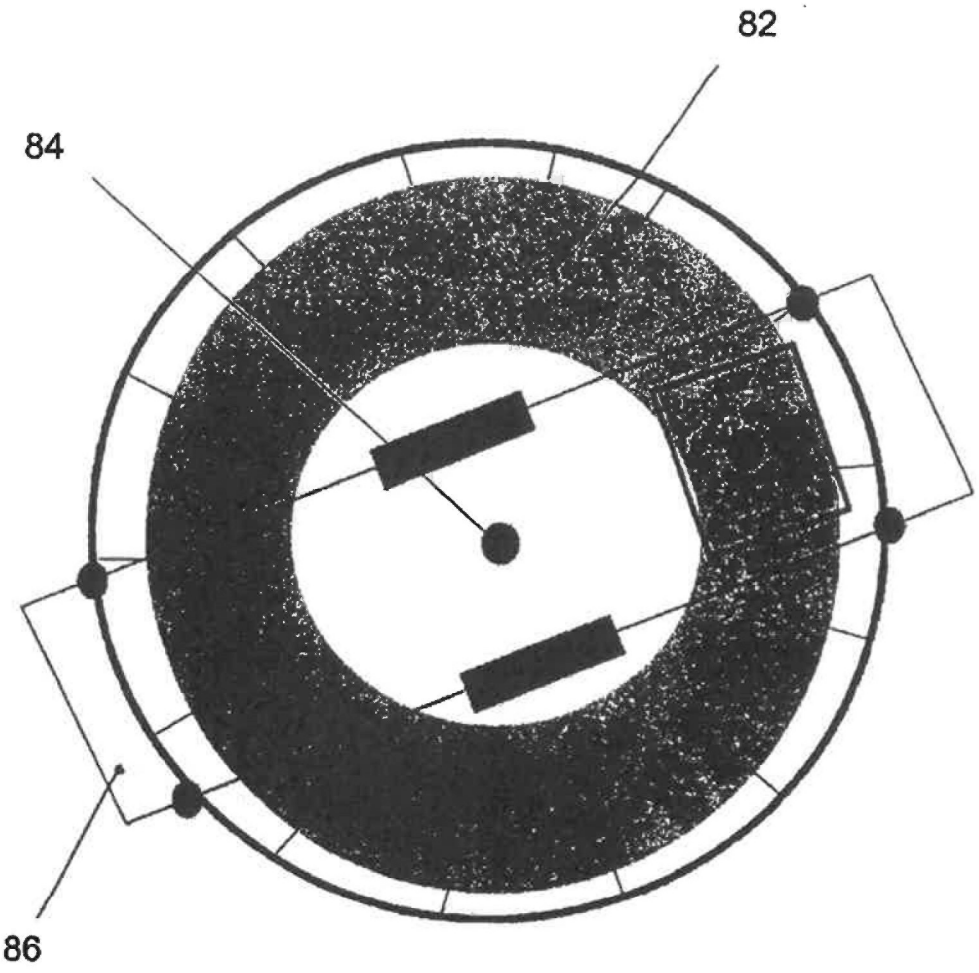

Fig. 10