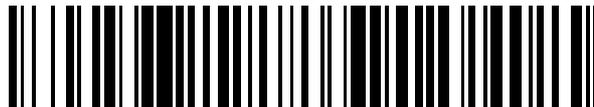


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 711 401**

51 Int. Cl.:

F03D 1/00 (2006.01)

F03D 1/06 (2006.01)

B05C 5/02 (2006.01)

B29C 70/38 (2006.01)

B29D 99/00 (2010.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **01.11.2011 E 11187380 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **28.11.2018 EP 2447521**

54 Título: **Dispositivo de automatización y procedimiento para la fabricación de una pala de rotor para un aerogenerador**

30 Prioridad:

01.11.2010 DE 102010043201

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

03.05.2019

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**KAMKE, INGO y
OLTHOFF, GERHARD**

74 Agente/Representante:

ROEB DÍAZ-ÁLVAREZ, María

ES 2 711 401 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

Dispositivo de automatización y procedimiento para la fabricación de una pala de rotor para un aerogenerador

5 La presente invención se refiere a un dispositivo de automatización y a un procedimiento para la fabricación de una pala de rotor para un aerogenerador. A menudo, los componentes de gran tamaño, como las palas del rotor de un aerogenerador, se fabrican en forma de segmentos individuales que se ensamblan para formar el componente de gran tamaño final. Los componentes de gran tamaño también pueden combinarse con otros componentes. A este respecto, estos componentes de gran tamaño pueden estar hechos de plástico, como el PRFV (plástico reforzado con fibra de vidrio), por ejemplo, para reducir su propio peso y conseguir una gran estabilidad. Este tipo de construcciones se utilizan habitualmente, por ejemplo, en la construcción aeronáutica o en la fabricación de palas de rotor para aerogeneradores, ya que, en estos casos, resulta ventajosa una gran estabilidad con un peso propio reducido. Estos componentes de los componentes de gran tamaño se fabrican, por ejemplo, insertando alfombrillas de PRFV en carcasas o moldes y adhiriéndolas unas a otras. La unión de los distintos segmentos o componentes de los componentes de gran tamaño puede realizarse, por ejemplo, adhiriendo estos segmentos o componentes. La adhesión mediante resinas plásticas, por ejemplo, resulta especialmente adecuada para componentes de gran tamaño de PRFV, ya que permite conseguir un muy buen efecto adhesivo gracias a la combinación de distintos plásticos. Además, las superficies de las líneas de pegado pueden procesarse fácilmente con posterioridad para eliminar, por ejemplo, los residuos de adhesivo sobrantes en la cara externa.

20 En este caso, es habitual aplicar el adhesivo a mano. Para ello, se llenan cubos de adhesivo en surtidores de adhesivo y este se lleva hasta la zona del componente de gran tamaño en la que se desea aplicarlo. El adhesivo se aplica a mano con espátulas o herramientas y accesorios similares disponibles en el mercado, como las que se comercializan, por ejemplo, en las tiendas de bricolaje.

25 A este respecto, surge la desventaja de que el adhesivo está expuesto al aire ambiente desde el momento en que sale del surtidor hasta que se unen los segmentos provistos de adhesivo y, por lo tanto, puede secarse antes incluso de proceder a unir los segmentos provistos de adhesivo, perdiendo, al menos en parte, su efecto adhesivo. Esto puede reducir el efecto adhesivo entre los segmentos adheridos del componente de gran tamaño.

30 Otra desventaja reside en que la aplicación manual con una espátula o similar puede provocar burbujas de aire en el adhesivo aplicado, lo que también puede reducir el efecto adhesivo entre los segmentos adheridos del componente de gran tamaño.

35 Una desventaja adicional reside en que la aplicación manual del adhesivo puede ser irregular. Así, el borde de pegado no puede recubrirse de adhesivo en toda su anchura, por lo que esta parte del borde de pegado no tiene ningún efecto adhesivo después de unir los segmentos del componente de gran tamaño, es decir, no existen fuerzas que actúen entre los segmentos en esta zona y, por consiguiente, la parte adherida del borde de pegado debe absorber estas fuerzas, es decir, está sometida a una carga mayor de lo previsto. Además, la altura de aplicación del adhesivo puede ser tan irregular que, al unir los segmentos, se empuja gran cantidad de adhesivo desde el borde de pegado hacia el interior y hacia el exterior en algunas zonas. A continuación, es necesario retirar, por ejemplo manualmente, este adhesivo sobrante para conseguir una superficie lisa, lo que resulta imprescindible para la mayoría de los componentes de gran tamaño por motivos funcionales o estéticos. Además, en este caso se desperdicia adhesivo.

45 Otra desventaja reside en que la aplicación manual del adhesivo requiere un elevado coste de personal y exige mucho tiempo, por lo que contribuye a los elevados costes del componente de gran tamaño.

50 Se hace referencia a los documentos DE 297 05 782 U1, US 7 524 176 B2, AT 001 427 U1, JP 10 057 865 A, JP 10 015 456 A, DE 20 2007 007 037 U1 y WO 2008/071 329 A1 como estado de la técnica. Por el documento WO 2010/129492 se conoce un dispositivo de automatización con un dispositivo de aplicación para la aplicación de adhesivo. El dispositivo de automatización de este documento es un dispositivo de automatización en forma de pórtico. Este documento representa el estado de la técnica según el artículo 54, apartado 3, del CPE.

55 Por consiguiente, la invención se basa en el objetivo de crear un dispositivo y un procedimiento de aplicación de adhesivo para superar, al menos en parte, las desventajas anteriormente mencionadas.

60 Según la invención, este objetivo se consigue mediante un dispositivo de automatización según la reivindicación 1 y un procedimiento según la reivindicación 10. Perfeccionamientos ventajosos se describen en las reivindicaciones dependientes.

Por lo tanto, según la invención se prevé un dispositivo de automatización para la fabricación de una pala de rotor para un aerogenerador. El dispositivo de automatización presenta un dispositivo de aplicación para la aplicación de adhesivo con una unidad de aplicación concebida para ser guiada sobre la superficie de una mitad de una pala de rotor que se desea proveer de adhesivo y para aplicar el adhesivo durante el desplazamiento sobre dicha superficie.

- 5 El dispositivo presenta una unidad de alimentación concebida para suministrar adhesivo a un espacio esencialmente limitado por la unidad de aplicación y por la superficie que se desea proveer de adhesivo. La unidad de aplicación presenta un lado con una abertura, estando configurada dicha abertura para dar un contorno predeterminado al adhesivo aplicado sobre la superficie. Además, el dispositivo de automatización presenta dispositivos para posicionar y/u orientar el dispositivo para la aplicación de adhesivo sobre la superficie que se desea proveer de adhesivo.
- 10 El dispositivo de automatización está configurado como un robot tipo pórtico o un dispositivo de automatización en forma de pórtico concebido para desplazarse en sentido longitudinal sobre la mitad de la pala de rotor.

Al guiar el dispositivo de aplicación de adhesivo mediante un dispositivo de automatización en lugar de mediante manipulación manual por parte de un operario, se reduce el coste de personal necesario para la aplicación del adhesivo. Además, la automatización de esta etapa del proceso permite acortar el tiempo de fabricación, reduciendo los costes y permitiendo fabricar y suministrar adhesivo a un mayor número de componentes durante el mismo tiempo. Asimismo, este enfoque permite reaccionar más rápidamente a los nuevos pedidos.

- 20 La automatización de la aplicación de adhesivo resulta particularmente ventajosa para componentes muy largos, como las mitades de palas de rotor de aerogeneradores, ya que, en estos casos, el personal de producción tiene que recorrer distancias considerables para aplicar manualmente el adhesivo en todos los bordes de pegado. Además, hasta el momento no pueden utilizarse adhesivos de secado rápido en estos casos ya que, debido al tiempo necesario para su aplicación, ya estarían parcialmente secos o, al menos, su capacidad de adhesión ya no sería completa al completar la aplicación. Por lo tanto, la selección de adhesivos para este producto está limitada por el proceso de aplicación hasta ahora habitual. Además, es necesario fabricar las palas de rotor de los aerogeneradores lo más rápidamente posible para cubrir la creciente demanda de energías renovables.

Por lo tanto, la aplicación automatizada de adhesivo a las mitades de palas de rotor de los aerogeneradores permite acortar el tiempo de producción y, por consiguiente, reducir los costes. Además, pueden utilizarse adhesivos de secado más rápido que los empleados hasta el momento. Asimismo, permite mejorar la calidad de la unión adhesiva gracias a la aplicación uniforme y sin burbujas de aire, es decir, sin aire atrapado, del adhesivo.

El dispositivo según la invención permite aplicar el adhesivo a la superficie que se desea proveer de adhesivo, en particular a un borde de pegado. Esto se consigue suministrando el adhesivo desde el alimentador a la zona situada entre la superficie y la unidad de aplicación, es decir, el adhesivo se suministra entre la unidad de aplicación y la superficie de forma que llene la zona, al menos, hasta el punto de aplicarse este adhesivo por toda la anchura de la superficie que se desea proveer de adhesivo. La anchura de la superficie que se desea proveer de adhesivo es la expansión de la superficie situada esencialmente en perpendicular al sentido de aplicación. En otras palabras, el adhesivo se aplica sobre la superficie de forma que el adhesivo se distribuye lateralmente, es decir, en perpendicular al sentido de aplicación, hasta el límite de la superficie, estando formado el límite lateral de la superficie que se desea proveer de adhesivo por el componente de gran tamaño que presenta la superficie que se desea proveer de adhesivo, por otros componentes o por el molde de la unidad de aplicación.

De esta forma, el adhesivo puede extenderse en el sentido de aplicación por la zona de la superficie que se desea proveer de adhesivo para que el adhesivo aplicado sobrante no se acumule en el alimentador de adhesivo.

En el lado de la unidad de aplicación opuesto al sentido de aplicación, la unidad de aplicación presenta una abertura a través de la cual el adhesivo puede salir de la unidad de aplicación. Si la zona situada entre la unidad de aplicación y la superficie se llena de adhesivo y la unidad de aplicación se guía, es decir, se desplaza en el sentido de aplicación, se formará una capa de adhesivo, también denominada cordón de adhesivo, detrás de la unidad de aplicación, es decir, en la zona de la superficie sobre la que se ha guiado la unidad de aplicación. El cordón de adhesivo se forma sobre la superficie según el contorno de la abertura de la unidad de aplicación. Dado que el contorno de la abertura de la unidad de aplicación permanece inalterado durante la aplicación, al guiarse la unidad de aplicación sobre la superficie, se forma un cordón de adhesivo constante y homogéneo sobre la superficie siempre que el adhesivo se suministre a la velocidad adecuada y que la velocidad del desplazamiento de aplicación sea la adecuada.

Alternativamente, la unidad de aplicación también puede configurarse de manera que el contorno de la abertura de la unidad de aplicación pueda ajustarse durante el proceso de aplicación. Esto puede conseguirse, por ejemplo,

mediante actuadores que permitan ajustar la anchura de la abertura de la unidad de aplicación. De este modo, se consigue adaptar la anchura del cordón de adhesivo que se está formando a una superficie con una anchura cambiante. Asimismo, el contorno de la abertura de la unidad de aplicación puede ajustarse mediante actuadores, por ejemplo, girando los bordes laterales de la abertura para crear un contorno trapezoidal o triangular a partir de un contorno rectangular de un cordón de adhesivo. De esta manera, también pueden aplicarse cordones de adhesivo cuyos contornos pueden modificarse específicamente durante el proceso de aplicación.

El dispositivo para la aplicación de adhesivo según la invención resulta ventajoso porque permite conseguir una aplicación uniforme y homogénea, es decir, un grosor uniforme de la capa adhesiva. Esto permite lograr un efecto adhesivo uniforme en toda la superficie que se desea proveer de adhesivo al unir las superficies que se desea adherir.

También resulta ventajoso el hecho de que, gracias a la aplicación uniforme, se utiliza menos adhesivo, es decir, se desperdicia menos adhesivo, ya que el adhesivo puede aplicarse de forma que salga la menor cantidad posible de adhesivo por las juntas, es decir, por la línea de pegado, al unir las superficies que se desea adherir. De esta forma, se aprovecha al máximo el adhesivo aplicado. Además, al tener que eliminar menos adhesivo sobrante de la junta, se reduce la necesidad de procesamiento posterior de la línea de pegado. Esto permite no solo reducir los gastos de material gracias a la menor cantidad de adhesivo utilizada, sino también, los gastos de material y el tiempo necesario para un menor procesamiento posterior de las juntas.

Otra ventaja reside en que una aplicación uniforme permite reducir las burbujas de aire en el adhesivo aplicado. Esto significa que el adhesivo puede aplicarse sin burbujas de aire en la medida de lo posible. La presencia de burbujas de aire en el adhesivo aplicado no es deseable, ya que reducen la calidad del pegado, es decir, su estabilidad y resistencia. Por lo tanto, la disminución de las burbujas de aire aumenta la calidad del pegado.

Según otro aspecto de la invención, el lado con la abertura está concebido para intercambiarse periódicamente. De esta forma, pueden aplicarse distintos contornos de cordones de adhesivo con el dispositivo de aplicación de adhesivo según la invención. El contorno del cordón de adhesivo aplicado se corresponde con el contorno de la abertura. Pueden producirse cordones de adhesivo con contornos, por ejemplo, rectangulares, triangulares, semicirculares o trapezoidales con distintas alturas. Esto resulta ventajoso, ya que dependiendo de los componentes que se desee unir y de las superficies que se desee proveer de adhesivo, puede aplicarse un cordón de adhesivo con la forma correspondiente, garantizando la mejor aplicación posible del adhesivo para estas superficies y, por lo tanto, el mejor efecto adhesivo posible. El lado de la abertura puede intercambiarse manualmente. También pueden utilizarse varios lados con aberturas idénticas que se intercambian después de cada aplicación o después de varias aplicaciones para realizar la limpieza o el mantenimiento del lado que se ha utilizado previamente.

Según otro aspecto de la invención, la abertura del lado está configurada de forma que el contorno de la abertura del lado determina el contorno, en particular la altura, del adhesivo aplicado. Así, el contorno de la abertura permite determinar el contorno del adhesivo aplicado, es decir, del cordón de adhesivo. Por lo tanto, mediante el contorno de la abertura puede determinarse la distancia entre la superficie que se desea proveer de adhesivo y la unidad de aplicación y, por consiguiente, el grosor del adhesivo.

Según otro aspecto de la invención, el dispositivo de aplicación de adhesivo presenta una unidad de adhesivo concebida para suministrar el adhesivo a la unidad de aplicación. Así, el adhesivo se dispensa directamente desde la unidad de adhesivo, que puede ser un almacén o depósito de adhesivo, como un cartucho, barril, tanque o similar, a la unidad de aplicación, donde se expulsa a través del alimentador en el espacio esencialmente delimitado por la unidad de aplicación y por la superficie que se desea proveer de adhesivo. De este modo, se garantiza un suministro continuo de adhesivo, es decir, se puede aplicar un cordón de adhesivo de forma ininterrumpida incluso a lo largo de una longitud considerable. Esto resulta ventajoso, ya que al interrumpir el cordón de adhesivo, por ejemplo, para sustituir un cartucho de adhesivo vacío por uno lleno para posteriormente, volver a aplicar el adhesivo, las propiedades adhesivas de las partes en las que se produjo la interrupción pueden diferir de las del resto de cordones de adhesivo. Además, en comparación con los métodos de aplicación conocidos, en los que el adhesivo queda expuesto al aire ambiente durante un tiempo prolongado, pueden utilizarse otros adhesivos, por ejemplo, que se endurezcan más rápidamente en contacto con el aire, ya que en la unidad de aplicación según la invención, el adhesivo solo entra en contacto con el aire ambiente al aplicarlo sobre la superficie que se desea proveer de adhesivo, ya que previamente, se conduce directamente desde la unidad de adhesivo hasta el alimentador.

Según otro aspecto, el dispositivo de aplicación de adhesivo presenta una unidad de sensor concebida para detectar la superficie que se desea proveer de adhesivo. Esta contribuye a la adaptación óptima a la superficie que se desea proveer de adhesivo. Si el dispositivo según la invención es guiado por un operario, la superficie que se desea

proveer de adhesivo puede quedar oculta por la unidad de aplicación durante el desplazamiento de aplicación. Por lo tanto, resulta ventajoso que el dispositivo pueda detectar la superficie que se desea proveer de adhesivo y proporcionar retroalimentación al operario. Así, pueden utilizarse emisiones acústicas u ópticas para indicar que es necesario que el operario corrija lateralmente o en altura el desplazamiento de aplicación, es decir, la distancia hasta la superficie. Si el dispositivo según la invención es guiado por un sistema de automatización, esta retroalimentación puede enviarse al controlador del sistema de automatización, lo que le permite corregir la trayectoria definida en consecuencia.

Además, particularmente durante un desplazamiento de aplicación automatizado, pueden detectarse obstáculos como bandas o similares que hagan necesario interrumpir el desplazamiento de aplicación o elevar la unidad de aplicación.

Asimismo, la aplicación del adhesivo hace que se produzcan fuerzas entre la superficie que se desea proveer de adhesivo y la unidad de aplicación, de forma que la unidad de aplicación puede empujar la superficie hasta sacarla de su posición si la fijación de la superficie es insuficiente. De esta forma, la unidad de sensor también puede detectar las desviaciones de la superficie de la posición nominal causadas por el proceso de aplicación y enviarlas al operario o al sistema de automatización para iniciar una corrección del desplazamiento de aplicación.

También puede utilizarse un sistema de automatización de gran tamaño para recorrer las superficies de varios componentes y aplicar adhesivo a dichas superficies. Esto puede ocasionar desviaciones de la trayectoria entre las distintas estaciones de producción, lo que exige una corrección de las desviaciones de posición entre las mismas trayectorias de distintas estaciones de producción, que puede realizarse detectando el contorno de trayectoria correspondiente que se desea recorrer mediante la unidad de sensor.

Según la invención, la unidad de sensor presenta medios para detectar los límites laterales de la superficie que se desea proveer de adhesivo. Estos medios se utilizan para comprobar la posición lateral de la unidad de aplicación en relación con la superficie que se desea proveer de adhesivo. Para ello pueden utilizarse, por ejemplo, sensores fotoeléctricos. Pueden preverse varios de estos sensores fotoeléctricos dispuestos unos junto a otros en transversal al sentido de aplicación que pueden emitir dos señales distintas, dependiendo de si dichos sensores vuelven a recibir la señal luminosa emitida por estos en perpendicular al sentido de aplicación y en dirección a la superficie o no; en otras palabras, cada uno de los sensores fotoeléctricos emite una señal luminosa en dirección a la superficie que se desea detectar, cuyo reflejo pueden detectar. Si la señal luminosa transmitida se refleja en la superficie y vuelve a ser recibida por el sensor fotoeléctrico correspondiente, este emite una señal para indicar que ha recibido un reflejo de la señal luminosa que transmitió. Si la señal luminosa emitida no incide sobre la superficie que se desea detectar, el sensor fotoeléctrico emite una segunda señal para indicar que no ha recibido ningún reflejo. Si se prevén varios de estos sensores fotoeléctricos dispuestos unos junto a otros a lo largo de la anchura de la superficie que se desea detectar, estos podrán detectar los bordes laterales exteriores de la superficie de la siguiente manera: si un sensor fotoeléctrico externo comunica repentinamente un reflejo en la superficie en lugar de ningún reflejo, el desplazamiento de aplicación llegará demasiado lejos en sentido lateral en esta dirección y, por lo tanto, deberá corregirse lateralmente en dirección opuesta, de forma que este sensor fotoeléctrico volverá a no detectar ningún reflejo.

Alternativamente, el límite lateral también puede estar formado, por ejemplo, por un dedo mecánico actuador, es decir, por un pulsador mecánico capaz de distinguir entre un estado pulsado y en contacto con una superficie y un estado no pulsado, sin dicho contacto. Un dedo mecánico actuador de este tipo es interrogado por los denominados iniciadores, es decir, sensores de medición sin contacto. Alternativamente, también puede utilizarse una unidad de medición de desplazamiento para detectar el límite lateral.

Según otro aspecto de la invención, la unidad de sensor dispone de mecanismos para detectar la distancia entre la unidad de aplicación y la superficie que desea proveer de adhesivo. Esto permite medir la distancia. La medición puede realizarse, por ejemplo, mediante uno o más sensores de distancia ultrasónicos que pueden determinar la distancia entre la unidad de aplicación y la superficie durante el tiempo de ejecución de una señal ultrasónica transmitida hasta la recepción de su reflejo en la superficie que se desea proveer de adhesivo. Gracias a esta medición, también pueden detectarse irregularidades en la superficie.

Según otro aspecto de la invención, la trayectoria de la unidad de aplicación sobre la superficie que se desea proveer de adhesivo y la cantidad de adhesivo suministrada por unidad de tiempo se prevé de forma que se aplica una cantidad predeterminada de adhesivo a cada sección de la superficie que se desea proveer de adhesivo. De este modo, puede conseguirse una aplicación óptima del cordón de adhesivo, ya que el dispositivo de automatización puede controlar y coordinar la cantidad de adhesivo suministrado y la velocidad del desplazamiento

de aplicación. Por un lado, el dispositivo de automatización puede variar la velocidad de aplicación con un caudal constante de adhesivo o, por otro lado, puede variar la cantidad de adhesivo aplicada con una velocidad de aplicación constante. Estas posibilidades de ajuste permiten, además, crear deliberadamente una aplicación de adhesivo incompleta, si así se desea, por ejemplo, en los bordes, esquinas o pliegues de la superficie.

5

En este sentido, resulta ventajoso que la fuente de adhesivo desde la cual se suministra el adhesivo a la unidad de aplicación se sitúe junto al dispositivo de automatización para que los medios de alimentación, como mangueras o similares, sean lo más cortos posible. Esto permite, por un lado, reducir el coste de los medios de alimentación. Además, permite influir más rápidamente sobre la cantidad de adhesivo dispensada por la unidad de aplicación modificando el caudal de la fuente de adhesivo.

10

El término «trayectoria» describe la especificación de un contorno de trayectoria, es decir, de un desplazamiento en el espacio en función del tiempo, es decir, una trayectoria define los puntos en el espacio en distintos momentos y, por lo tanto, también la velocidad a la que debe realizarse el desplazamiento de un punto al siguiente.

15

Según otro aspecto de la invención, se memoriza la cantidad de adhesivo aplicado a cada sección de la superficie que se desea proveer de adhesivo. Esto permite rastrear y registrar la calidad de un proceso de aplicación para el componente correspondiente. Esta información es relevante para el control de calidad y también puede ser importante en caso de tener que recurrir a la garantía si se desea identificar a posteriori los motivos por los que ha fallado una unión adhesiva. En este caso, puede utilizarse, por ejemplo, el registro de aplicación para probar que la unión falló a pesar de haberse realizado una aplicación correcta del adhesivo.

20

Según otro aspecto de la invención, el dispositivo de automatización está concebido para aplicar adhesivo a una serie de objetos, cada uno de los cuales presenta al menos una superficie que se desea proveer de adhesivo. De este modo, el dispositivo de automatización, que puede requerir costes considerables de inversión y mantenimiento, puede aprovecharse mejor, lo que permite reducir el coste por componente adherido al preverse varias estaciones donde el mismo dispositivo de automatización puede aplicar el adhesivo. La planificación del desplazamiento de aplicación, es decir, la planificación de la trayectoria, puede realizarse de forma que el desplazamiento se optimice temporalmente en todas las estaciones.

30

Según la invención, el dispositivo de automatización es un robot tipo pórtico o un dispositivo de automatización en forma de pórtico. Los sistemas de automatización de este tipo resultan especialmente adecuados para objetos planos y alargados sobre los que pueden desplazarse y que pueden procesarse esencialmente desde arriba, es decir, en sentido contrario al de la gravedad. Así, un dispositivo de automatización en forma de pórtico o un robot tipo pórtico resulta adecuado para la aplicación de adhesivo, ya que este dispone, al menos, de una cierta capacidad de flujo y, por lo tanto, cae por efecto de la gravedad de las superficies que no están orientadas esencialmente en perpendicular al sentido de la gravedad o que no están dispuestas en el sentido de la gravedad por debajo del adhesivo aplicado. En otras palabras, un dispositivo de automatización en forma de pórtico o un robot tipo pórtico resulta particularmente adecuado para el proceso de aplicación de adhesivo, ya que, debido a los procesos, las superficies que se desean proveer de adhesivo están orientadas esencialmente hacia arriba, es decir, en el sentido contrario al de la gravedad y un dispositivo de automatización en forma de pórtico o un robot tipo pórtico está diseñado para procesar componentes esencialmente desde arriba.

40

A continuación, se explican ejemplos de realización y ventajas de la invención haciendo referencia a las siguientes figuras:

45

La fig. 1 muestra una vista en perspectiva de una unidad de aplicación durante el funcionamiento,

La fig. 2 muestra una representación en perspectiva de una unidad de aplicación automatizada según un primer ejemplo de realización,

50

La fig. 3 muestra una representación en perspectiva de una unidad de aplicación automatizada según un segundo ejemplo de realización,

La fig. 4 muestra una representación lateral de un sistema de automatización,

55

La fig. 5 muestra una representación en perspectiva del sistema de automatización de la fig. 4,

La fig. 6 muestra otra representación en perspectiva del sistema de automatización de la fig. 4 y

60

La fig. 7 muestra una representación lateral del sistema de automatización de la fig. 4.

La fig. 1 muestra una vista en perspectiva de una unidad de aplicación durante el funcionamiento. La unidad de aplicación 10 presenta un perfil de aplicación 11, que está diseñado como una abertura del lado del dispositivo de aplicación 10, que se guía a lo largo de un borde de pegado 44, 45 y está dispuesto en sentido contrario al sentido de aplicación. En esta representación, la unidad de aplicación 10 se utiliza manualmente, es decir, un operario guía manualmente la unidad de aplicación 10 hacia el borde de pegado 44, 45. En este caso, el borde de pegado 44, 45 es el borde final 44 o el borde de tope 45 de un lado de presión de la pala de rotor 40 o un lado de succión de la pala de rotor 41 de dos mitades de pala de rotor de un aerogenerador (consulte las figuras 4 a 7). En la representación de la fig. 1, el adhesivo se aplica de adelante hacia atrás según la perspectiva de la representación, es decir, la unidad de aplicación 10 ya ha aplicado el adhesivo en la parte delantera del borde de elevación 44, 45, mientras que este todavía no se ha aplicado en la parte trasera del borde de pegado 44, 45.

La unidad de aplicación 10 presenta un alimentador (que no aparece en la figura), a través del cual se suministra el adhesivo a la unidad de aplicación 10. El adhesivo se dispensa en la zona situada entre un lado interno o superficie interna de la unidad de aplicación 10 y el borde de pegado 44, 45 que se desea recubrir. A continuación, el desplazamiento de la unidad de aplicación 10 a lo largo del borde de pegado 44, 45 da forma al adhesivo aplicado mediante el perfil de aplicación 11 en función del contorno del perfil de aplicación 11. El contorno del perfil de aplicación 11 influye, además, en la altura del adhesivo aplicado. De este modo, se forma un denominado cordón de adhesivo en el borde de pegado 44, 45; en este caso, se forma un cordón de adhesivo triangular mediante un perfil de aplicación triangular 11 en el borde de pegado plano 44, 45. El perfil de aplicación 11 puede intercambiarse para producir cordones de adhesivo con distintos contornos. Además, la cantidad de adhesivo suministrada puede modificarse, junto con la velocidad del desplazamiento definida por el operario y el contorno del perfil de aplicación 11, para determinar la altura del cordón de adhesivo.

La fig. 2 muestra una representación en perspectiva de una unidad de aplicación automatizada 10 según un primer ejemplo de realización. En este caso, la unidad de aplicación 10 se orienta mediante una disposición de tres ejes de rotación en relación al borde de pegado 44, 45. Para ello, un primer accionamiento rotativo 14, un segundo accionamiento rotativo 16 y un tercer accionamiento rotativo 18 hacen girar la unidad de aplicación 10 en torno a los ejes cartesianos X, Y y Z. Estos tres accionamientos rotativos 14, 16, 18 forman una mano de un sistema de automatización, pudiendo utilizarse otros accionamientos para desplazarla en el sentido de los tres ejes cartesianos, por ejemplo, a lo largo de los ejes X, Y y Z de un robot tipo pórtico (consulte las figuras 4 a 7). Alternativamente, estos seis grados de libertad también pueden proporcionarse mediante otras cinemáticas. Por ejemplo, también están presentes en un robot de brazo articulado de 6 ejes con seis ejes de rotación.

Gracias a los seis grados de libertad en todos los ejes cartesianos, la unidad de aplicación 10 puede posicionarse y orientarse en las seis direcciones espaciales en relación al borde de pegado 44, 45, de forma que la unidad de aplicación 10 puede guiarse a lo largo del borde de pegado 44, 45 mediante un sistema de automatización en lugar de mediante manejo manual para aplicar un cordón de adhesivo en el borde de pegado. El sistema de automatización permite calcular y controlar la velocidad de suministro de adhesivo, es decir, la cantidad de adhesivo dispensada, por ejemplo, calculándola en litros por minuto, y la velocidad de desplazamiento de la unidad de aplicación 10 a lo largo del borde de pegado 44, 45, teniendo en cuenta el contorno del perfil de aplicación 11. Debido a la transformación de coordenadas entre los ejes del sistema de automatización y el contorno de la trayectoria del borde de pegado 44, 45 que se desea recubrir, este cálculo puede realizarse automáticamente especificando el contorno de la trayectoria y el grosor correspondiente del adhesivo que se desea aplicar, es decir, la altura del cordón de adhesivo.

La fig. 3 muestra una representación en perspectiva de una unidad de aplicación automatizada 10 según un segundo ejemplo de realización. La unidad de aplicación según el segundo ejemplo de realización puede basarse en la unidad de aplicación según el primer ejemplo de realización. Además de los elementos que aparecen en la fig. 2 (por ejemplo, los tres accionamientos rotativos 14, 16, 18) según el primer ejemplo de realización, según el segundo ejemplo de realización, la unidad de aplicación automatizada 10 presenta, además, una unidad de sensor 13. Esta está prevista en la unidad de aplicación 10 de forma que detecte el borde de pegado 44, 45 antes de recubrirlo de adhesivo; en otras palabras, la unidad de sensor 13 está prevista en sentido de procesamiento, antes del perfil de aplicación 12.

La unidad de sensor 13 sirve para detectar el borde de pegado 44, 45 que se desea recubrir. Con ello, se pretende compensar las desviaciones de la especificación del contorno de trayectoria que se desea recorrer, ya que el controlador del sistema de automatización sigue el contorno de trayectoria nominal especificado, que, no obstante, puede diferir del contorno de trayectoria real. Esta desviación puede corregirse en base a los resultados de medición

de la unidad de sensor 13. En este segundo ejemplo de realización, el posicionamiento y la orientación aproximados de la unidad de aplicación 10 se realizan especificando el contorno de trayectoria que se desea recorrer, mientras que el posicionamiento y la orientación precisos se realizan en base a los resultados de medición de la unidad de sensor 13. De este modo, el contorno de trayectoria a recorrer puede adaptarse en todo momento a las circunstancias reales del borde de pegado 44, 45 y puede conseguirse una realización más precisa del cordón de adhesivo deseado de lo que sería posible sin la unidad de sensor 13.

La fig. 4 muestra una representación lateral de un sistema de automatización según la invención. Este sistema de automatización representa un dispositivo de automatización, está diseñado como un sistema de pórtico y tiene un puente Y 20 que puede desplazarse sobre un suelo 1. El puente Y 20 presenta una plataforma 26 que está separada del suelo 1 por una estructura de soporte 21. La estructura de soporte 21 dispone de los carros de avance 22 que pueden desplazarse en sentido X por un carril de rodadura 2 que está empotrado en el suelo 1 o montado en el suelo 1.

En la plataforma 26 están previstos los armarios de distribución 25 para controlar y suministrar alimentación eléctrica al sistema de automatización, así como un sistema de pegado 30 para suministrar adhesivo a la unidad de aplicación 10. El controlador de los sistemas de automatización es capaz de controlar y suministrar alimentación eléctrica tanto los accionamientos en la dirección de los ejes X, Y y Z como los accionamientos rotativos 14, 16 y 18 y de recibir información de posicionamiento y orientación de estos accionamientos. Si es necesario, también pueden realizarse transformaciones de coordenadas entre el sistema de coordenadas de los ejes de los accionamientos y el sistema de coordenadas del contorno de trayectoria especificado. Además, el controlador puede controlar la cantidad de adhesivo suministrada mediante el sistema de pegado 30.

En el lateral de la plataforma 26 está previsto un carro Y/Z 23, que aparece a la derecha de la plataforma 23 en la representación de la fig. 4. Este puede desplazarse en sentido Y (consulte las figuras 5 a 7). En el mismo lateral de la plataforma 26 está prevista la plataforma de mando 27, desde la cual un operario del sistema de automatización puede controlar y/o ampliar el proceso de pegado.

El carro Y/Z 23 presenta un eje Z 24, en cuyo extremo inferior está prevista la unidad de aplicación automatizada 10. El eje Z 24 puede desplazarse en sentido Z. Según el primer y segundo ejemplo de realización de las figuras 2 y 3, la unidad de aplicación 10 presenta tres accionadores rotativos 14, 16, 18, de forma que la unidad de aplicación 10 puede posicionarse y orientarse mediante estos tres ejes lineales X, Y Z y los tres ejes rotativos de los accionamientos rotativos 14, 16, 18 en los seis grados cartesianos de libertad. El borde 44, 45 que se desea recubrir está situado debajo del carro Y/Z 23 (consulte las figuras 5 a 7).

La fig. 5 muestra una representación en perspectiva del sistema de automatización de la fig. 4. En la figura se muestran los elementos de la fig. 4 y otros elementos del sistema de automatización, así como las dos mitades de pala de rotor 40, 41 que se desea pegar. Así, se muestra una barra X 28, por la que puede desplazarse el puente Y 20 a lo largo de pilares o de una pared de una nave de producción en una dirección X.

Además, se muestran el lado de presión de la pala de rotor 40 y el lado de succión de la pala de rotor 41 de un aerogenerador, que están dispuestos en moldes o carcasas sobre el suelo 1 de la nave de producción, debajo del sistema de automatización. El lado de presión de la pala de rotor 40 y el lado de succión de la pala de rotor 41 presentan cada uno una brida de pala de rotor 42 en su extremo inferior, una punta de pala de rotor 43 en su extremo, un borde final 44 y un lado de tope 45. Para pegar las dos mitades de la pala de rotor 40, 41, es necesario aplicar adhesivo en el borde final 44 y en el borde de tope 45. En el interior de las mitades de la pala de rotor 40, 41 están previstas bandas (que no aparecen en la figura) para estabilizar la pala del rotor terminada, que también se recubren de adhesivo y se pegan unas a otras.

La fig. 6 muestra otra representación en perspectiva del sistema de automatización de la fig. 4.

La fig. 7 muestra una representación lateral del sistema de automatización de la fig. 4.

Para fabricar una pala de rotor para un aerogenerador, se fabrican dos mitades de pala de rotor 40, 41 en carcasas o moldes mediante alfombrillas de PRFV en construcción compuesta o utilizando espuma y madera de balsa. Durante las etapas de fabricación correspondientes, en las que se utiliza un puente grúa, por ejemplo, para introducir las alfombrillas de PRFV en los moldes, no es necesario utilizar el sistema de automatización para el pegado, sino que, por el contrario, podría obstaculizar el proceso, de forma que es necesario posicionar el sistema de automatización fuera de la zona de los moldes.

- Una vez terminadas las dos mitades de la pala de rotor, el puente grúa puede sacarse de la zona de los moldes si obstaculiza el sistema de automatización. A continuación, el sistema de automatización puede aproximarse al punto de partida de la trayectoria a recorrer para aplicar el adhesivo sobre el borde final 44 y el lado de tope 45 correspondientes de las dos mitades de la pala de rotor 40, 41. La trayectoria a recorrer incluye tanto el contorno de trayectoria a recorrer como los momentos correspondientes de cada punto del contorno de trayectoria, de forma que, al especificar la trayectoria a recorrer, el controlador del sistema de automatización conoce tanto el contorno de trayectoria como la velocidad de desplazamiento a lo largo de dicho contorno de trayectoria. Esto permite especificar el grosor, es decir, la altura, del cordón de adhesivo a aplicar en función del contorno del perfil de aplicación 11 de la unidad de aplicación 10 y especificando la cantidad de adhesivo suministrada.
- 5
- 10 El sistema de automatización puede realizar la aplicación automatizada del cordón de adhesivo a partir del punto de partida de la trayectoria. Si se utiliza una unidad de aplicación 10 según el primer ejemplo de realización, la aplicación se realiza a lo largo del contorno de trayectoria especificado. Si se utiliza una unidad de aplicación 10 según el segundo ejemplo de realización, el contorno de trayectoria se supervisa continuamente con la unidad de
- 15 sensor 13 mediante la detección del borde final 44 y el lado de tope 45 y las desviaciones entre el contorno de trayectoria especificado y el borde final 44 y el lado de tope 45 detectados se corrigen mediante el controlador del sistema de automatización.
- Una vez recorrida la trayectoria, el sistema de automatización se desplaza hasta salir de la zona de los moldes y las
- 20 dos mitades de pala de rotor 40, 41 pueden pegarse entre sí mediante uniendo los moldes. Durante este proceso, puede, por ejemplo, reponerse o reemplazarse la cantidad de adhesivo del sistema de pegado 30. Durante este tiempo, también es posible realizar la limpieza o el mantenimiento del sistema de automatización sin interrumpir el proceso de producción, ya que el sistema de automatización no se utiliza para aplicar adhesivo durante este tiempo. Además, puede intercambiarse el perfil de aplicación 11 de la unidad de aplicación 10 para aplicar posteriormente un
- 25 cordón de adhesivo con otro perfil.
- Si el sistema de automatización se utiliza en un proceso de fabricación en el que se fabrican varias palas de rotor en paralelo, el sistema de automatización también puede desplazarse hacia otro par de mitades de palas de rotor 40, 41 después de aplicar un cordón de adhesivo en un primer par de mitades de palas de rotor 40, 41 para volver a
- 30 realizar el procedimiento anteriormente descrito para la aplicación automatizada de un cordón de adhesivo. Dependiendo del proceso de producción, las medidas para reponer la cantidad de adhesivo, así como de mantenimiento y reequipamiento, pueden preverse entre la ejecución de una trayectoria de aplicación, a fin de conseguir un proceso de producción ininterrumpido y optimizado temporalmente.

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo de automatización para la fabricación de una pala de rotor de un aerogenerador con un dispositivo de aplicación para la aplicación de adhesivo sobre una superficie que se desea proveer de adhesivo (44, 45) de una mitad de pala de rotor (40, 41), en el que el dispositivo de aplicación comprende:
- una unidad de aplicación (10), diseñada para (44, 45) para ser guiada sobre la superficie que se desea proveer de adhesivo (44, 45) y para aplicar el adhesivo durante el desplazamiento sobre dicha superficie (44, 45), y
- 10 o una unidad de alimentación concebida para suministrar adhesivo a un espacio esencialmente limitado por la unidad de aplicación (10) y por la superficie que se desea proveer de adhesivo (44, 45),
- o en el que la unidad de aplicación (10) presenta un lado (11) con una abertura, estando configurada dicha abertura para dar un contorno predeterminado al adhesivo aplicado sobre la superficie (44, 45), y
- 15 o dispositivos (14, 16, 18, 22, 23, 24) para posicionar y/u orientar el dispositivo de aplicación para la aplicación de adhesivo sobre la superficie que se desea proveer de adhesivo (44, 45) y
- o una unidad de sensor (13) concebida para detectar los límites laterales de la superficie que se desea proveer de adhesivo (44, 45),
- o en el que el dispositivo de automatización es un robot tipo pórtico o un dispositivo de automatización en forma de pórtico concebido para desplazarse en sentido longitudinal (X) sobre la mitad de pala de rotor (40, 20 41).
2. Dispositivo de automatización según la reivindicación 1, en el que el lado (11) con la abertura está concebido para intercambiarse periódicamente.
- 25 3. Dispositivo de automatización según la reivindicación 1 o 2, en el que la abertura del lado (11) está configurada de forma que el contorno de la abertura del lado (11) determina el contorno, en particular la altura, del adhesivo aplicado.
4. Dispositivo de automatización según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, con una unidad de adhesivo (30) concebida para suministrar el adhesivo a la unidad de aplicación (10).
- 30 5. Dispositivo de automatización según la reivindicación 4, en el que la unidad de adhesivo (30) está concebida para predeterminar la cantidad de adhesivo suministrada por unidad de tiempo.
- 35 6. Dispositivo de automatización según la reivindicación 1, en el que la unidad de sensor (13) dispone de medios para detectar la distancia entre la unidad de aplicación (10) y la superficie que se desea proveer de adhesivo (44, 45).
7. Dispositivo de automatización según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la trayectoria de la unidad de aplicación (10) sobre la superficie que se desea proveer de adhesivo (44, 45) y la cantidad de adhesivo suministrada por unidad de tiempo se prevé de forma que se aplica una cantidad predeterminada de adhesivo a cada sección de la superficie que se desea proveer de adhesivo (44, 45).
- 45 8. Dispositivo de automatización según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que se memoriza la cantidad de adhesivo aplicado a cada sección de la superficie que se desea proveer de adhesivo (44, 45).
9. Dispositivo de automatización según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el dispositivo de automatización está concebido para aplicar adhesivo a una serie de objetos, cada uno de los cuales presenta al menos una superficie que se desea proveer de adhesivo (44, 45).
- 50 10. Procedimiento para la fabricación de una pala de rotor para un aerogenerador, con las siguientes etapas:
- 55 - posicionamiento de una unidad de aplicación (10) sobre una superficie que se desea proveer de adhesivo (44, 45) de una mitad de pala de rotor (40, 41), en el que la unidad de aplicación (10) presenta un lado (11) con una abertura, estando configurada la abertura para dar un contorno predeterminado al adhesivo aplicado a la superficie (44, 45) de la mitad de pala de rotor (40, 41),
 - suministro de adhesivo a un espacio esencialmente delimitado por la unidad de aplicación (10) y por la superficie que se desea proveer de adhesivo (44, 45) de la mitad de pala de rotor (40, 41), y
- 60

- detección de los límites laterales de la superficie que se desea proveer de adhesivo (44, 45) mediante una unidad de sensor (13),
 - guiado de la unidad de aplicación (10) sobre la superficie que se desea proveer de adhesivo (44, 45) de la mitad de pala de rotor (40, 41), de modo que el adhesivo se aplica sobre la superficie (44, 45) de la mitad de pala de rotor (40, 41) con el contorno predeterminado por la abertura del lado (11) de la unidad de aplicación (10).
- 5

11. Procedimiento según la reivindicación 10, en el que la unidad de aplicación (10) se guía mediante los dispositivos (14, 16, 18, 22, 23, 24) para posicionar y/u orientar la unidad de aplicación (10) sobre la superficie que se desea proveer de adhesivo (44, 45) de las mitades de pala de rotor (40, 41).

10

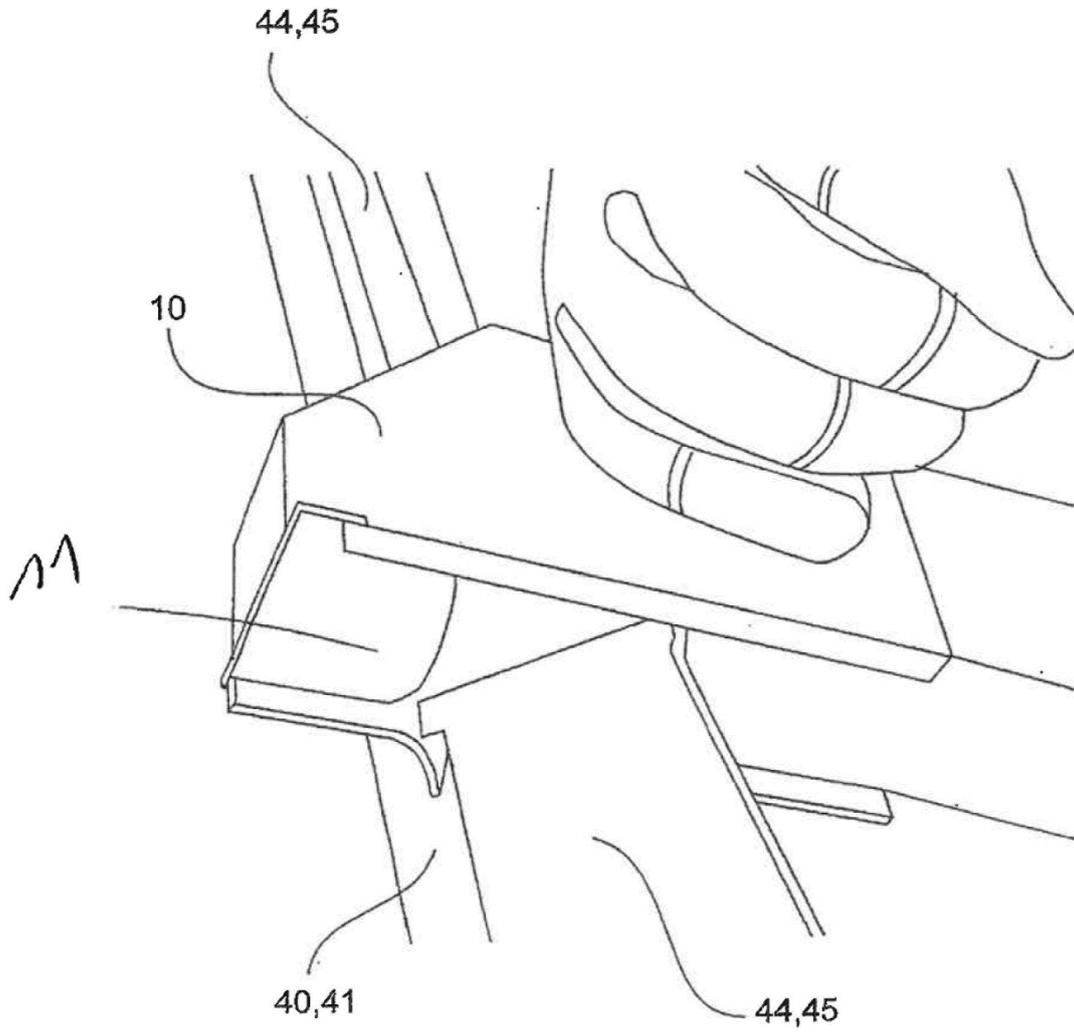


Fig. 1

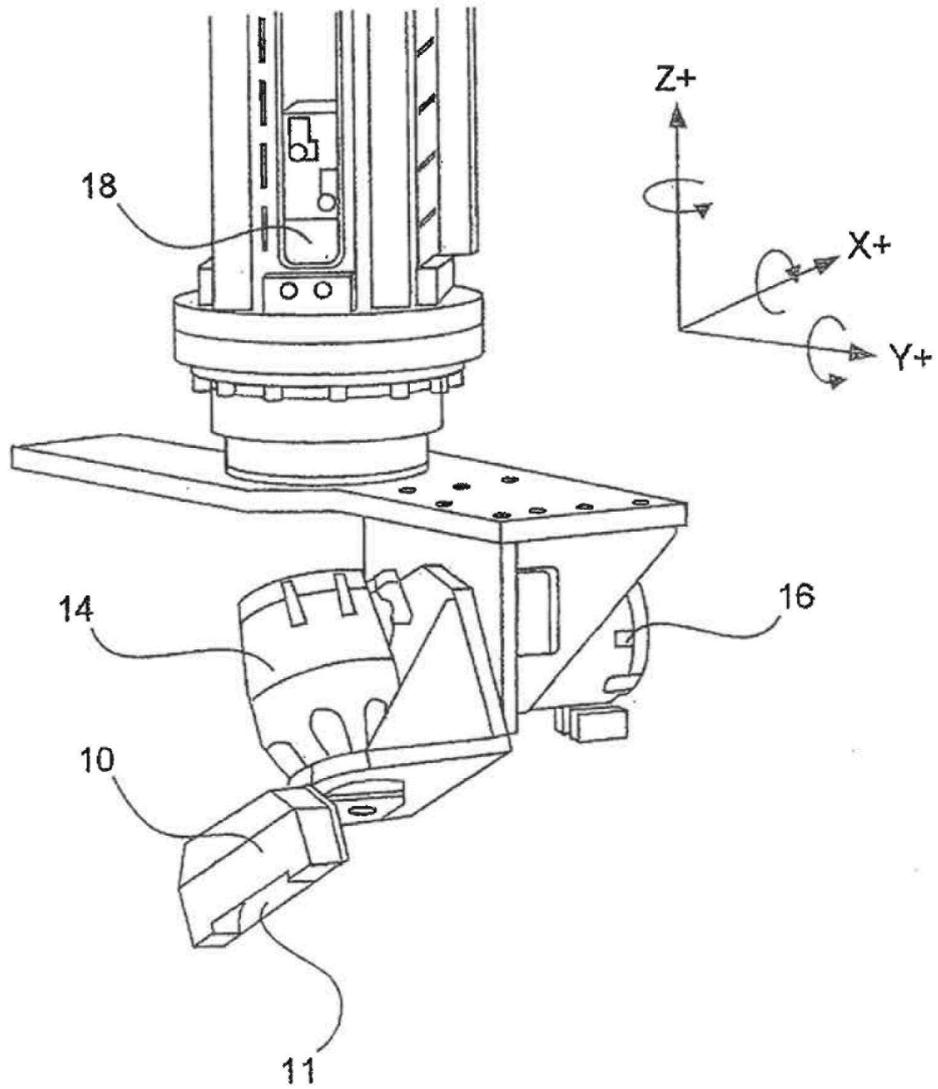


Fig.2

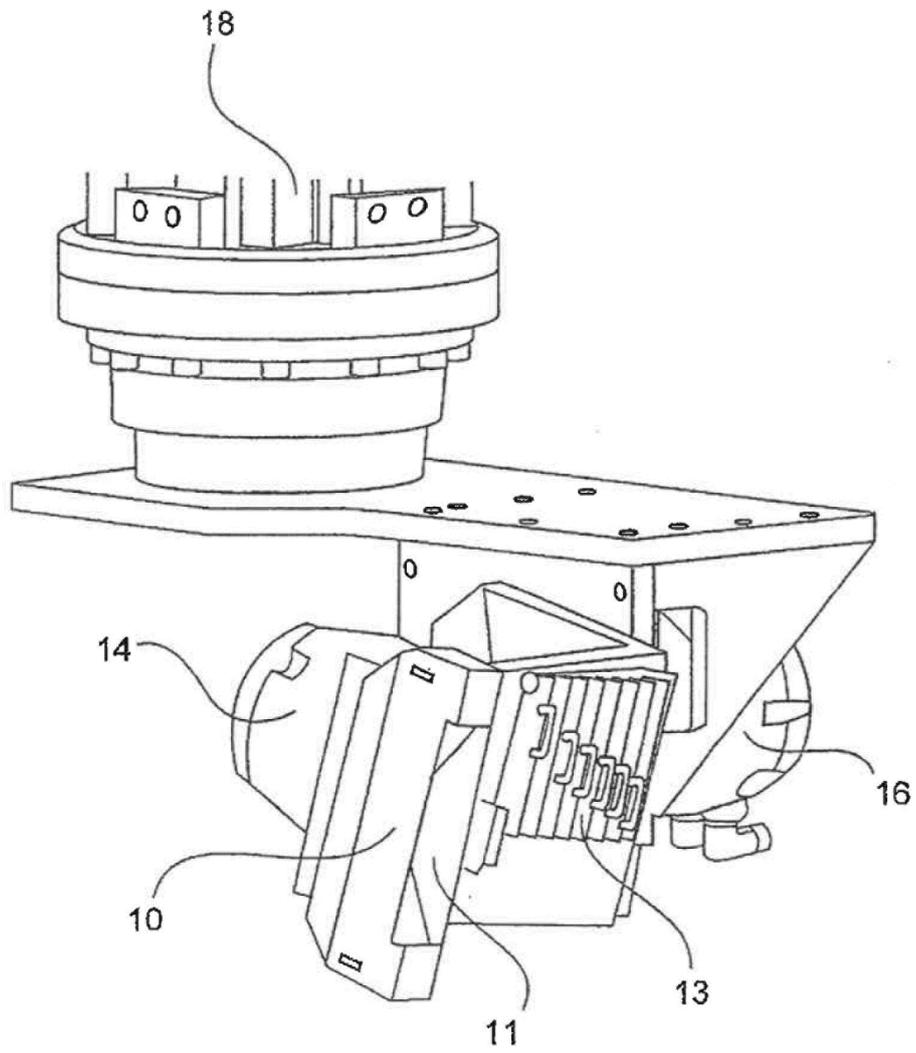


Fig. 3

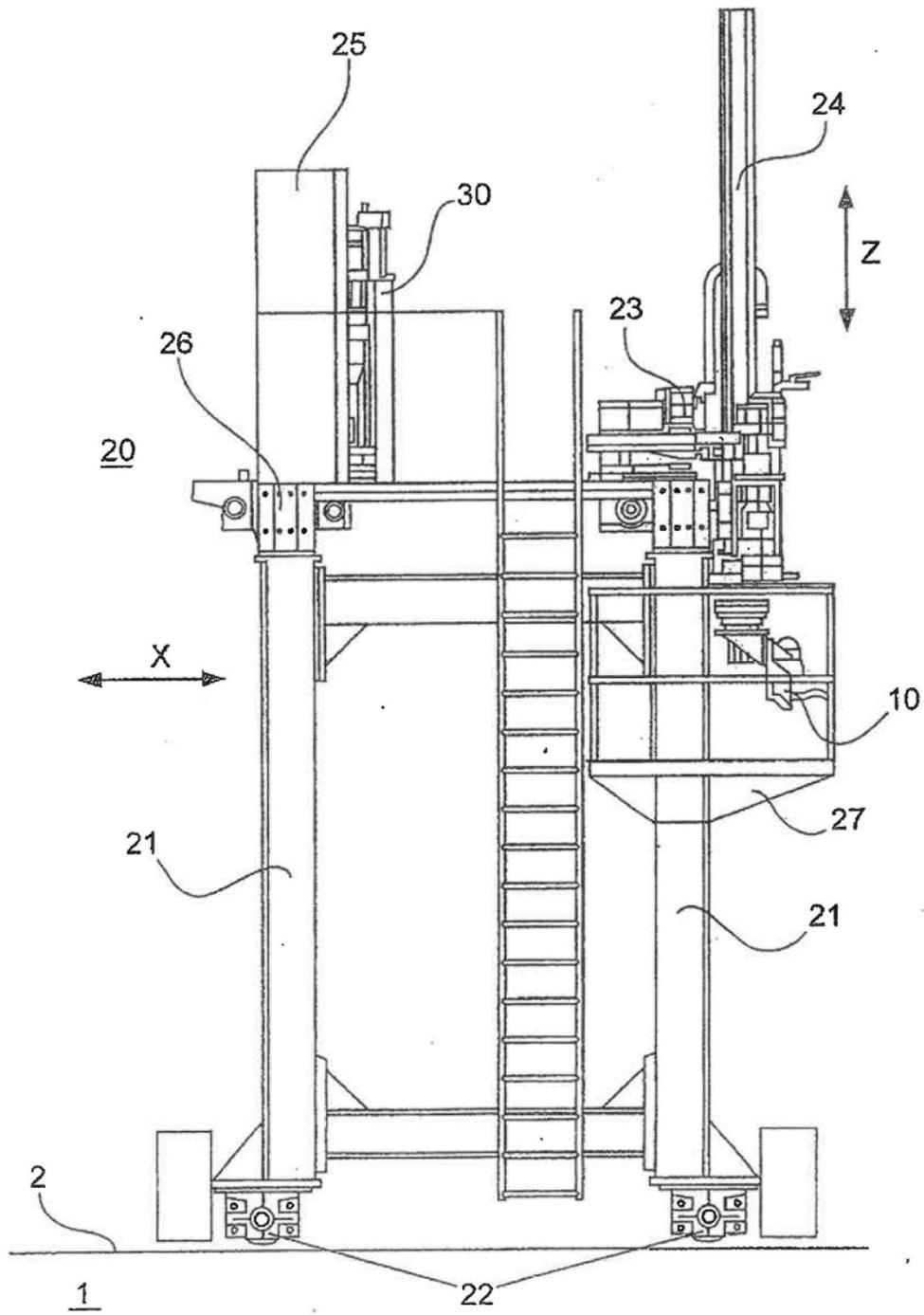


Fig. 4

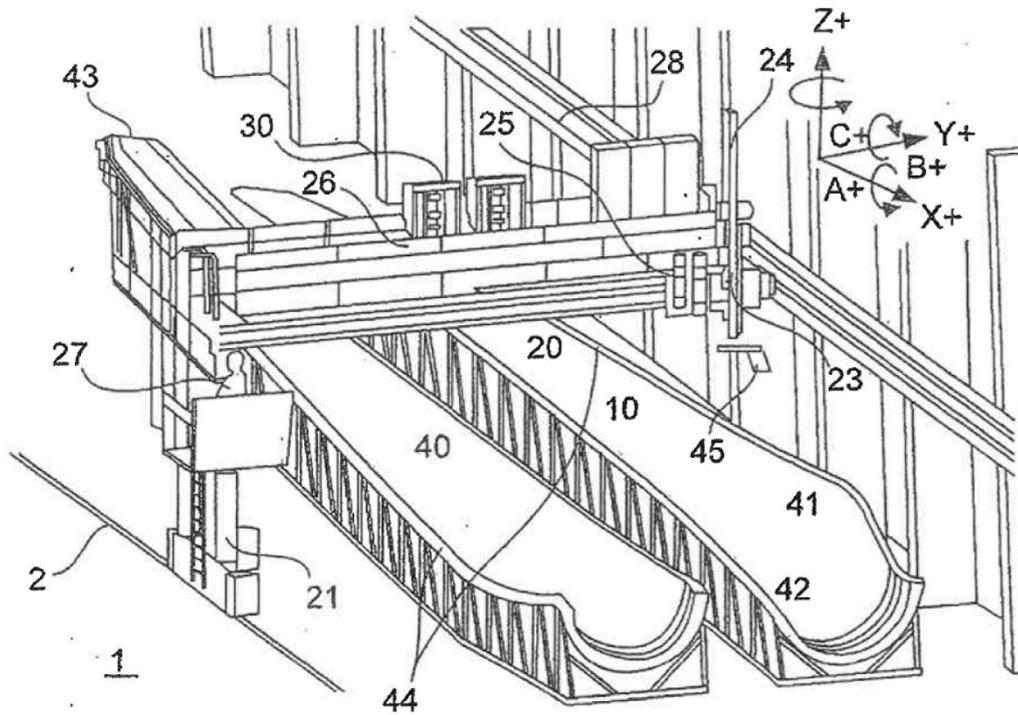


Fig. 5

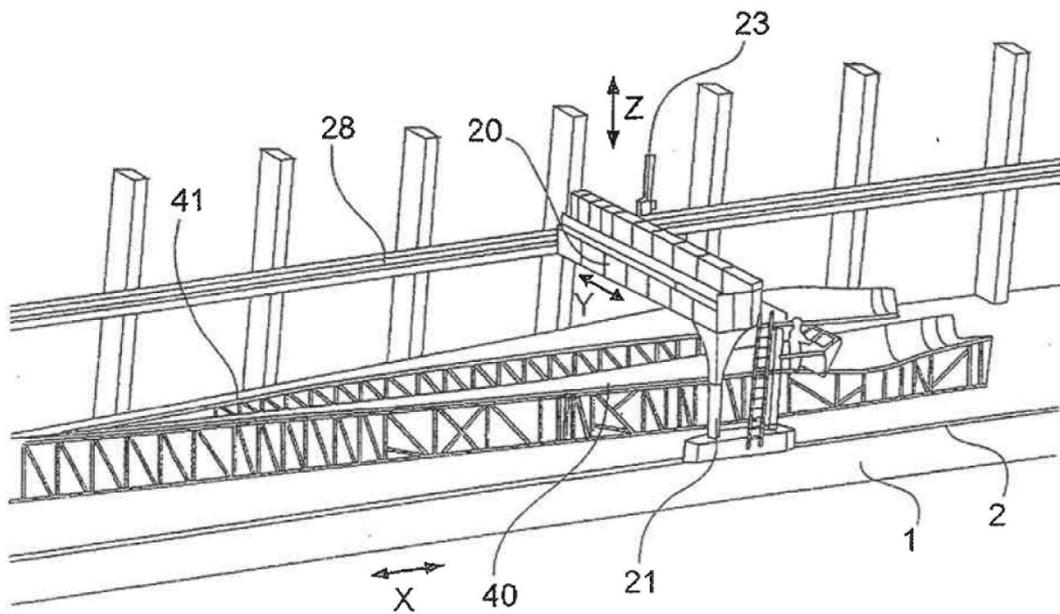


Fig. 6

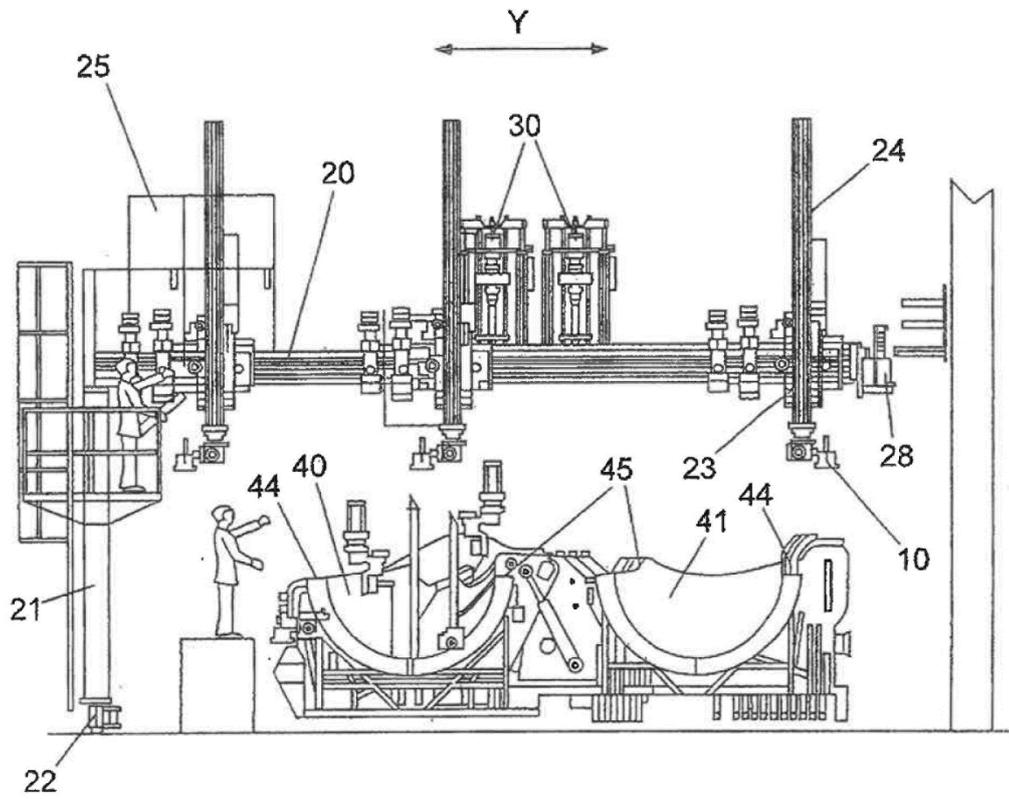


Fig.7