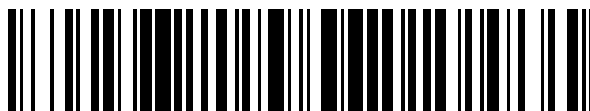


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 584 939**

51 Int. Cl.:

F03D 1/06 (2006.01)

B29C 33/26 (2006.01)

B29L 31/08 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **21.09.2010 E 10177850 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **15.06.2016 EP 2305998**

54 Título: **Molde para la fabricación de palas de turbina eólica**

30 Prioridad:

29.09.2009 DK 200970133

29.09.2009 US 246700 P

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

30.09.2016

73 Titular/es:

VESTAS WIND SYSTEMS A/S (100.0%)

Hedeager 42

8200 AARHUS N, DK

72 Inventor/es:

RAJASINGAM, DAMIEN

74 Agente/Representante:

ARIAS SANZ, Juan

ES 2 584 939 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

Molde para la fabricación de palas de turbina eólica

5 Campo de la invención

La invención se refiere a la fabricación de palas de turbina eólica y, en particular, a un sistema de molde para la fabricación.

10 Antecedentes de la invención

La fabricación de una pala de turbina eólica puede realizarse fabricando inicialmente dos mitades alargadas de la pala y uniendo posteriormente las mitades entre sí.

15 El proceso de reunir las mitades de modo que puedan empalmarse es muy exigente, debido al peso y grandes dimensiones de las palas, combinado con las pequeñas tolerancias del posicionamiento de las palas.

Los requisitos de seguridad son otro reto con respecto al diseño del equipo de fabricación del molde. Así, el equipo de fabricación debe satisfacer ciertos requisitos de seguridad, de modo que los trabajadores no queden expuestos a daños.

20 En consecuencia existe un problema con el diseño de sistemas de molde que satisfagan los requisitos de manejo de cargas pesadas con pequeñas tolerancias y que satisfagan además los requisitos de seguridad.

25 Los documentos DK200001281 y DK200200306 divulgan un dispositivo para la instalación sobre, y el cierre de, un molde en dos partes usado para producir un cuerpo de perfil cerrado, particularmente un aspa de molino de viento de plástico reforzado con fibra. Comprende componentes de articulación situados en una línea de articulación que transcurre paralela a las dos partes del molde, de modo que puedan girar relativamente entre sí entre una primera posición abierta, en la que las dos partes del molde están abiertas, y una segunda posición parcialmente cerrada, en la que las aberturas de las partes del molde se enfrentan entre sí. El dispositivo tiene componentes de desplazamiento para movimiento de traslación en línea recta o en línea curva de las dos partes del molde entre su segunda posición parcialmente cerrada, y una tercera posición en la que sus superficies interiores determinan la forma del cuerpo perfilado. Se proporcionan componentes de accionamiento para la ejecución del movimiento de giro alrededor de las líneas de articulación.

35 El rendimiento de los componentes de desplazamiento para el movimiento de traslación en línea recta o línea curva de las partes del molde en los documentos DK200001281 y DK200200306 podría no ser suficiente, por ejemplo, con respecto a la precisión del movimiento y los requisitos de seguridad. En consecuencia, son deseables mejoras para la fabricación de palas de turbina eólica.

40 El documento EP 1 562 733 divulga un conjunto de molde que incluye una primera parte de molde y una segunda parte de molde para el moldeo de un elemento de perfil sustancialmente alargado, cerrado, en particular una pala de turbina eólica de polímero reforzado con fibra, incluyendo dicho conjunto de molde un mecanismo de articulación con una línea de articulación que se extiende paralela a las dos partes del molde en la dirección longitudinal del molde para permitir el giro de las partes del molde relativamente entre sí, entre una posición abierta y una posición cerrada. El conjunto del molde incluye medios de desplazamiento para un movimiento de traslación rectilíneo de la segunda parte del molde entre una posición parcialmente cerrada y una posición completamente cerrada. Los medios de desplazamiento están formados por barras de guía que incluyen medios de accionamiento para el desplazamiento de las barras de guía y, por ello, para el movimiento de las dos partes del molde entre las posiciones parcialmente cerrada y completamente cerrada.

45 50 Mientras que el documento EP 1 562 733 divulga un molde para la fabricación de turbinas eólicas, el documento EP 1 562 733 no cumple satisfactoriamente con los requisitos de seguridad debido a las barras de guía expuestas para el movimiento de las dos partes del molde entre las posiciones parcialmente cerrada y completamente cerrada. En consecuencia, es un objeto de la presente invención mejorar los sistemas de molde con respecto a los problemas anteriormente mencionados y a otros problemas.

Sumario de la invención

60 En general, la invención busca preferentemente mitigar, aliviar o eliminar una o más de las desventajas anteriormente mencionadas de los sistemas de molde. En particular, puede verse como un objeto de la presente invención proporcionar sistemas de molde y métodos que resuelvan uno o más de los problemas anteriormente mencionados con respecto a la seguridad, operación precisa y manejo general, u otros problemas, de la técnica anterior.

65

Para abordar mejor una o más de estas cuestiones, en un primer aspecto de la invención se presenta un sistema de molde para la fabricación de una pala de turbina eólica a partir de dos mitades de pala. El sistema de molde comprende:

- 5 - un primer molde móvil y un segundo molde fijo, donde el primer y el segundo moldes comprenden superficies de molde conformadas de acuerdo con la primera y segunda mitades respectivas de la pala,
- una unidad de articulación que comprende un brazo de articulación conectado giratoriamente al primer molde para hacer girar el primer molde alrededor de un eje de articulación, de modo que lleve al primer molde desde una posición inicial hasta una posición intermedia en la que la superficie del molde del primer molde se enfrenta sustancialmente a la superficie del molde del segundo molde,
- 10 - uno o más accionadores que pueden acoplarse con el primer molde y la unidad de articulación para trasladar el primer molde con relación a la unidad de articulación y la posición intermedia, donde el uno o más accionadores están acoplados de modo que se permita al uno o más accionadores transferir al menos una parte del peso del primer molde a la unidad de articulación, caracterizado por que el uno o más accionadores comprenden dos accionadores distribuidos en una dirección perpendicular o sustancialmente perpendicular al eje de articulación o la dirección longitudinal del primer molde, y donde dos de los accionadores están localizados a cada lado del centro de gravedad cuando el primer molde está en la posición intermedia, de modo que compensen las cargas de par sobre el uno o más accionadores alrededor de un eje paralelo o sustancialmente paralelo con el eje de articulación.

20 Disponer el uno o más accionadores para transferir al menos una fracción del peso del primer molde a la unidad de articulación, es decir, simplemente mediante la inserción del uno o más accionadores entre el primer molde y la unidad de articulación, puede ser una ventaja, dado que los accionadores pueden disponerse para seguir el movimiento del primer molde desde la posición inicial hasta la posición final. En consecuencia, puede que no sea necesario desacoplar el primer molde del sistema de articulación para llevar a cabo el traslado final a la posición final.

30 Para minimizar la carga, particularmente la carga de par, sobre el uno o más accionadores, puede ser una ventaja alinear los accionadores con respecto al centro de gravedad de la carga transportada por los accionadores, es decir, principalmente el centro de gravedad del primer molde. Se entiende que el centro de gravedad está localizado en un plano o una porción del molde que es sustancialmente perpendicular al eje de articulación o al eje longitudinal del primer molde y que el uno o más accionadores están localizados en el plano o próximos al plano.

35 De modo similar, cuando se usan dos o más accionadores para transportar el peso del primer molde o una fracción del peso del primer molde, los accionadores pueden alinearse ventajosamente con respecto al centro de gravedad, de modo que las cargas de par sobre el accionador, al menos en la dirección del eje de articulación, se reduzcan o eliminen. La alineación de los dos accionadores puede conseguirse mediante la localización de los accionadores en ambos lados del centro de gravedad en un plano que comprende el centro de gravedad mediante la distribución de los accionadores en una dirección aproximadamente perpendicular al eje de articulación.

40 En general, los accionadores pueden alinearse con el centro de gravedad de modo que compensen las cargas de par sobre el uno o más accionadores equilibrando la carga transportada por el uno o más accionadores con relación a los puntos de soporte en los que se acoplan los accionadores con la carga. Esto es, los unos o más puntos de soporte de los accionadores deberían elegirse de modo que la carga no gire con relación a los uno o más puntos de soporte y, preferentemente, de modo que el peso de la carga se distribuya uniformemente sobre los uno o más puntos de soporte.

50 Se entiende que el uno o más accionadores están alineados con respecto al centro de gravedad opuesto de la unidad de articulación al que están acoplados el uno o más accionadores. Adicionalmente, se entiende que una carga de par en una dirección del eje de articulación significa la fuerza que actúa para girar un objeto alrededor del eje de articulación. La unidad de articulación puede fijarse a un soporte fijo, por ejemplo un suelo.

55 Se entiende que el uno o más accionadores de una única unidad de articulación se disponen para transferir al menos una fracción del peso. Esto es, cuando se usa una pluralidad de unidades de articulación, el peso del primer molde se divide entre la pluralidad de unidades de articulación y, en consecuencia, entre el uno o más accionadores.

Un segundo aspecto, que comparte el mismo concepto inventivo que el primer aspecto, se refiere a un sistema de molde para la fabricación de una pala de turbina eólica a partir de dos mitades de pala, comprendiendo el sistema:

- 60 - un primer molde móvil y un segundo molde fijo, en el que el primer y el segundo moldes comprenden superficies de molde conformadas de acuerdo con la primera y segunda mitades respectivas de la pala,
- una unidad de articulación que comprende un brazo de articulación conectado giratoriamente al primer molde para hacer girar el primer molde alrededor de un eje de articulación de modo que lleve al primer molde desde una posición inicial hasta una posición intermedia en la que la superficie del molde del primer molde se enfrenta sustancialmente a la superficie del molde del segundo molde,

- uno o más accionadores que pueden acoplarse con la unidad de articulación y una estructura de soporte fija para trasladar el primer molde y la unidad de articulación con relación a la posición intermedia, en el que el uno o más accionadores se acoplan de modo que se permita al uno o más accionadores transportar al menos una fracción del peso del primer molde y la unidad de articulación, y en el que

5 el uno o más accionadores comprenden dos accionadores distribuidos en una dirección perpendicular o sustancialmente perpendicular al eje de articulación o la dirección longitudinal del primer molde, y en el que dos de los accionadores están localizados en ambos lados del centro de gravedad cuando el primer molde está en la posición intermedia.
- 10 Disponer el uno o más accionadores para transportar o transferir al menos una fracción del peso del primer molde y la unidad de articulación, es decir, simplemente mediante la inserción del uno o más accionadores entre el primer molde y la estructura de soporte fija, puede ser una ventaja, dado que los accionadores pueden disponerse para poder acoplarse con la unidad de articulación durante el movimiento del primer molde desde la posición inicial hasta la posición final. En consecuencia, el primer molde puede no necesitar desacoplarse del sistema de articulación para

15 llevar a cabo el traslado final a la posición final, dado que el uno o más accionadores se disponen para trasladar simultáneamente tanto la unidad de articulación como el primer molde. En consecuencia, el primer molde puede estar permanentemente conectado a la unidad de articulación.
- 20 En consecuencia, tanto el primer como el segundo aspectos de los sistemas de molde están dispuestos para transferir la carga del primer molde a algún soporte fijo, o bien a través de la unidad de articulación disponiendo el accionador para transferir la carga desde el molde hasta la unidad de articulación, como en el primer aspecto, o bien disponiendo el accionador para transportar el peso tanto del molde como de la unidad de articulación al soporte, como en el segundo aspecto. Por lo tanto, el primer y segundo aspectos comparten el concepto inventivo común de transferir el peso del molde a través de la unidad de articulación, o bien mediante la interfaz de los accionadores

25 entre la unidad de articulación y el primer molde o bien disponiendo los accionadores para trasladar tanto el primer molde como la unidad de articulación.
- 30 En una realización de la invención el uno o más accionadores están alineados con un centro de gravedad de una carga que comprende el peso del primer molde cuando el primer molde está en la posición intermedia, en la que el uno o más accionadores están alineados de modo que compensen las cargas de par sobre el uno o más accionadores alrededor de un eje paralelo o sustancialmente paralelo con el eje de articulación.
- 35 En una realización de la invención, el sistema de molde comprende un único accionador que está alineado con el centro de gravedad de la carga mediante la localización del único accionador verticalmente por debajo o por encima del centro de gravedad. En esta realización y en otras realizaciones verticalmente por debajo o por encima no debería interpretarse en un sentido matemáticamente estricto, es decir, están en general permitidas desviaciones de la colocación del accionador en algunos centímetros en una dirección de separación de la línea vertical. Mediante la localización del único accionador próximo al centro de gravedad, se reducen las cargas de par sobre el accionador.
- 40 En una realización de la invención, el sistema de molde comprende dos accionadores distribuidos en una dirección perpendicular o sustancialmente perpendicular al eje de articulación o la dirección longitudinal del primer molde, en la que dos de los accionadores están localizados en ambos lados del centro de gravedad cuando el primer molde está en la posición intermedia. Cuando se usan dos o más accionadores no necesitan estar localizados verticalmente por debajo del centro de gravedad, pero pueden localizarse en ambos lados del centro de gravedad.

45 Esto es, en una línea que se extiende a través de la unidad de articulación a la que están acoplados los accionadores y que es perpendicular al eje de articulación o la dirección longitudinal del primer molde, al menos dos de los accionadores pueden localizarse ventajosamente en ambos lados del centro de gravedad para reducir la carga de par sobre los accionadores.
- 50 En una realización cada accionador comprende una primera parte y una segunda parte, donde
 - la primera parte puede acoplarse a través de un medio de acoplamiento con la unidad de articulación y la segunda parte se conecta con el primer molde, o
 - la primera parte pueda acoplarse a través de un medio de acoplamiento con el primer molde y la segunda parte

55 se conecta con la unidad de articulación.
- 60 La primera parte del accionador puede estar constituida por una parte fija, por ejemplo un cilindro de un accionador hidráulico y la segunda parte puede estar constituida por la parte desplazable, por ejemplo el pistón desplazable del accionador o, en oposición, la segunda parte del accionador puede estar constituida por la parte fija y la primera parte puede estar constituida por la parte desplazable. De ese modo, como un ejemplo, la primera parte puede acoplarse, por ejemplo conectada de modo holgado, deslizante o giratoriamente, o bien con la unidad de articulación o bien con el molde superior. La otra parte del accionador puede conectarse, por ejemplo a través de una conexión giratoria o fija al primer molde.
- 65 La primera parte o la segunda parte pueden conectarse de modo acoplado ventajosamente, por ejemplo a través de un ranura de acoplamiento holgada que permite a la parte del accionador desplazarse con relación a los medios de

acoplamiento de modo que permitan traslados inclinados del primer molde y en general para permitir que la posición de los accionadores en relación al primer molde se adapte a cualquier restricción de traslado del primer molde.

5 En una realización similar pero alternativa cada accionador comprende una primera parte que pueda acoplarse a través de un medio de acoplamiento con la unidad de articulación, y una segunda parte conectada con la estructura de soporte fija para la transferencia de al menos una fracción del peso del primer molde y de la unidad de articulación al soporte. En consecuencia, cuando el uno o más accionadores se conectan entre un soporte fijo y la unidad de articulación, una parte del accionador puede conectarse ventajosamente, por ejemplo, conectarse giratoriamente, al soporte, mientras que otra parte puede acoplarse de modo holgado con la unidad de articulación para permitir que la unidad de articulación se traslade en una dirección en ángulo. De ese modo, un extremo del accionador puede tener la capacidad de desplazarse y adaptarse a cualquier restricción de traslado del primer molde, y el otro extremo del accionador tiene la capacidad de girar, por ejemplo de acuerdo con el desplazamiento del extremo opuesto de los accionadores.

15 En una realización los medios de acoplamiento permiten un grado de libertad posicional del uno o más accionadores con relación a los medios de acoplamiento. Por ello, los medios de acoplamiento pueden permitir que el accionador se desplace en una dirección horizontal perpendicular a la dirección longitudinal de los moldes o del eje de articulación debido al grado de libertad posicional. Esto puede permitir ventajosamente traslados inclinados del primer molde móvil con relación al segundo molde fijo y en general permitir que los accionadores se adapten a cualquier restricción de movimiento del primer molde.

25 En una realización el uno o más accionadores están configurados para desplazar linealmente el primer molde en la misma dirección que una parte desplazable del uno o más accionadores. Cuando no se requieren los traslados inclinados del primer molde, el primer molde puede trasladarse ventajosamente en la misma dirección que la parte desplazable de un accionador —esto puede dar como resultado un sistema más simple—. En este caso, pueden no requerirse los medios de acoplamiento holgado, pero tanto la primera como la segunda partes de un accionador pueden conectarse permanentemente a las partes contrarias respectivas de la unidad de articulación, el primer molde y el soporte fijo.

30 En una realización el sistema de molde comprende al menos un medio de guiado para restringir la dirección de traslado del primer molde. Los medios de guiado pueden usarse ventajosamente para el control del traslado del primer molde en traslados lineales o curvos. Adicionalmente, los medios de guiado pueden limitar ventajosamente el giro del primer molde alrededor del eje paralelo con el eje longitudinal del primer molde y, de ese modo, impedir que los accionadores se expongan a cargas de par debido a cualquier giro del primer molde. De ese modo, si uno o más accionadores no están perfectamente alineados con respecto al centro de gravedad, los medios de guiado pueden asegurar que los accionadores no están, o sustancialmente no están, expuestos a cargas de par.

40 En una realización la dirección de desplazamiento determinada por el al menos un medio de guiado es diferente que la dirección de desplazamiento del uno o más accionadores. Por ello, los accionadores pueden orientarse ventajosamente de modo que la parte desplazable de los accionadores pueda desplazarse en una dirección arbitraria, por ejemplo la dirección de gravedad. Sin embargo, mediante el acoplamiento del accionador por el uso de medios de acoplamiento holgados o conexiones deslizantes, es aún posible cualquier desplazamiento del primer molde en una dirección distinta a las direcciones de desplazamiento del accionador, por ejemplo una dirección horizontal, incluso aunque la dirección de desplazamiento del accionador esté restringida en una dirección diferente.

45 En una realización el uno o más accionadores están encerrados dentro de los límites exteriores del primer molde o del segundo molde. Debido a la disposición de los accionadores con relación a la unidad de articulación, los accionadores pueden ocultarse dentro de los límites del primer molde o del segundo molde de modo que no sean accesibles partes móviles. Esto puede mejorar las condiciones de seguridad del sistema de molde.

50 Una realización del sistema de molde comprende una pluralidad de unidades de articulación y una pluralidad de sistemas accionadores comprendiendo cada uno el uno o más accionadores, en la que la unidad de articulación y los sistemas accionadores se distribuyen a lo largo de una dirección longitudinal del molde alargado y en el que cada sistema accionador está alineado con el centro de gravedad de cada unidad de articulación.

55 Un tercer aspecto de la invención se refiere a un método para la fabricación de una pala de turbina eólica a partir de dos mitades de pala usando un sistema de molde que comprende un primer molde móvil y un segundo molde fijo con superficies de molde conformadas de acuerdo con la primera y segunda mitades respectivas de la pala, y que comprende una unidad de articulación con un brazo de articulación conectado giratoriamente al primer molde, comprendiendo el método,

- 60
- hacer girar el primer molde alrededor de un eje de articulación del brazo de articulación desde una posición inicial hasta una posición intermedia en la que la superficie del molde del primer molde se enfrenta sustancialmente a la superficie del molde del segundo molde,
 - 65 - posteriormente hacer girar el primer molde alrededor del eje de articulación, trasladando el primer molde con relación a la posición intermedia usando uno o más accionadores acoplados con la unidad de articulación de

modo que la unidad de articulación transporte al menos una parte del peso del primer molde al menos durante un periodo inicial del traslado, en el que el uno o más accionadores comprenden dos accionadores distribuidos en una dirección perpendicular o sustancialmente perpendicular al eje de articulación (105) o a la dirección longitudinal del primer molde (101), y en el que dos de los accionadores están localizados a cada lado del centro de gravedad cuando el primer molde está en la posición intermedia de modo que compensen las cargas de par sobre el uno o más accionadores alrededor de un eje paralelo o sustancialmente paralelo con el eje de articulación.

Se entiende que la unidad de articulación transporta al menos una fracción del peso del primer molde al menos durante un periodo inicial del traslado dado que en el periodo final del traslado el primer molde puede estar soportado mediante contacto con el segundo molde. Adicionalmente, se entiende que cuando se usa una pluralidad de unidades de articulación para transportar el peso del primer molde, cada unidad de articulación transporta una fracción del peso del primer molde dado que el peso se divide entre las unidades de articulación. Un cuarto aspecto de la invención se refiere a un método para la fabricación de una pala de turbina eólica a partir de dos mitades de pala usando un sistema de molde que comprende un primer molde móvil y un segundo molde fijo con superficies de molde conformadas de acuerdo con la primera y segunda mitades respectivas de la pala, y que comprende una unidad de articulación con un brazo de articulación conectado giratoriamente al primer molde, comprendiendo el método,

- hacer girar el primer molde alrededor de un eje de articulación del brazo de articulación desde una posición inicial hasta una posición intermedia en la que la superficie del molde del primer molde se enfrenta sustancialmente a la superficie del molde del segundo molde,
- posteriormente hacer girar el primer molde alrededor del eje de articulación, trasladando el primer molde y la unidad de articulación simultáneamente con relación a la posición intermedia usando uno o más accionadores acoplados con la unidad de articulación, en el que el uno o más accionadores comprenden dos accionadores distribuidos en una dirección perpendicular o sustancialmente perpendicular al eje de articulación (105) o a la dirección longitudinal del primer molde (101), y en el que dos de los accionadores están localizados a cada lado del centro de gravedad cuando el primer molde está en la posición intermedia de modo que compensen las cargas de par sobre el uno o más accionadores alrededor de un eje paralelo o sustancialmente paralelo con el eje de articulación.

Trasladar el primer molde y la unidad de articulación simultáneamente implica que uno o más accionadores transportan al menos una fracción del peso del primer molde y la unidad de articulación al menos durante un periodo inicial del traslado.

En una realización cada uno del uno o más accionadores se hacen girar junto con el primer molde alrededor del eje de articulación durante el movimiento desde la posición inicial hasta la posición intermedia. Dado que los accionadores se giran con el molde, los accionadores pueden estar encerrados ventajosamente por los límites exteriores del primer molde.

En una realización el uno o más accionadores se cargan por el peso del primer molde durante el giro del primer molde alrededor de un eje de articulación desde la posición inicial hasta la posición intermedia. De ese modo, el uno o más accionadores pueden disponerse para transportar el peso del primer molde durante el giro. Alternativamente, el primer molde puede enclavarse a la unidad de articulación durante el giro de modo que evite la carga de los accionadores durante el giro del primer molde alrededor del eje de articulación. En general, los diversos aspectos de la invención pueden combinarse y acoplarse en cualquier modo posible dentro del alcance de la invención. Este y otros aspectos, características y/o ventajas de la invención serán evidentes a partir de, y elucidados con referencia a, las realizaciones descritas en el presente documento a continuación.

En resumen, la invención se refiere a un sistema de molde para la fabricación de palas de turbina eólica. El sistema de molde incluye dos mitades de molde conformadas para el moldeo de mitades de molde respectivas. Un primer molde está soportado por unidades de articulación que son capaces de mover el molde desde la primera posición en la que el molde mira hacia arriba a una posición en la que el primer molde se enfrenta al segundo molde. Se lleva a cabo un desplazamiento lineal o curvado final del primer molde mediante accionadores que pueden integrarse con el primer o el segundo molde. Los accionadores están acoplados con las unidades de articulación de modo que el primer molde sea desplazable o el sistema articulación que contiene el primer molde sea desplazable. En ambas alternativas, los accionadores transfieren simplemente la carga del primer molde a un soporte, por ejemplo un suelo, a través de la unidad de articulación.

Breve descripción de los dibujos

Se describirán realizaciones de la invención, solamente a modo de ejemplo, con referencia a los dibujos, en los que:

La Fig. 1 muestra una vista en sección transversal del sistema de molde configurado en una posición inicial con ambas aberturas de molde mirando hacia arriba y con accionadores configurados para trasladar el molde izquierdo y la unidad de articulación,

las Figs. 2A-B muestran vistas en sección transversal del sistema de molde mostrado en la Fig. 1 y configurado en una posición intermedia y una posición final, respectivamente, para ilustración del traslado final del molde superior,

las Figs. 3A-B muestran vistas en sección transversal de un sistema de molde similar y configurado en una posición intermedia y una posición final, respectivamente, en la que este sistema de molde difiere del sistema de molde de la Fig. 1 por tener accionadores configurados para trasladar solamente el molde superior,

la Fig. 4 muestra una vista superior del sistema de molde para ilustración de la distribución de las unidades de articulación y accionadores asociados y centros de gravedad a lo largo de la dirección longitudinal de los moldes, las Figs. 5A-B muestran el traslado del molde superior en un sistema de molde configurado para trasladar el molde superior en una dirección inclinada con relación a la dirección de gravedad, y por accionadores configurados de acuerdo con el principio de la Fig. 1,

la Fig. 6 muestra el sistema de molde proporcionado con vástagos de guiado y medios de acoplamiento holgados para una precisión de posicionamiento mejorada,

las Figs. 7A-B muestran el traslado del molde superior en un sistema de molde configurado para trasladar el molde superior en una dirección inclinada con relación a la dirección de gravedad y con accionadores configurados de acuerdo con el principio de las Figs. 3A-B,

la Fig. 8A muestra un ejemplo de un medio de acoplamiento que permite una conexión deslizante,

la Fig. 8B muestra un ejemplo alternativo de un medio de acoplamiento que permite una conexión deslizante.

20 Descripción detallada de una realización

La Fig. 1 muestra un sistema de molde 100 que comprende un primer molde móvil 101, y un segundo molde fijo 102. Los moldes tienen cavidades conformadas de modo cóncavo con superficies de molde 181, 182 conformadas de acuerdo con la primera y segunda mitades de pala respectivas a ser unidas para formar una pala para el rotor de un generador de turbina eólica.

El sistema de molde 100 se usa para la fabricación de palas para generadores de turbina eólica. La fabricación incluye el moldeo de mitades de pala 191, 192 mediante la disposición de material de fibra de vidrio o carbono con adhesivo sobre las superficies de molde respectivas 181, 182 y, posteriormente, el curado del material compuesto mediante el calentamiento de las superficies de molde. Las mitades de pala endurecidas 191, 192 se ensamblan mediante la reunión de las dos mitades de pala de modo que las superficies cóncavas de las palas se enfrenten y al llevar los bordes 193 de la primera mitad de pala a una posición en la que están en contacto con —o justamente ligeramente separados de— los bordes de la mitad de pala opuesta. Los bordes 193 de las mitades de pala opuestas se unen, por ejemplo mediante encolado conjunto poniendo en contacto los bordes opuestos 193.

El sistema de molde 100 comprende adicionalmente una unidad de articulación 103 que comprende un cuerpo de articulación 106 y un brazo de articulación 104 conectado de modo giratorio con el cuerpo de articulación 106 a través de una conexión giratoria que define un eje de articulación 105. El primer molde 101 se conecta al brazo de articulación 104 de modo que el primer molde pueda desplazarse a lo largo de una trayectoria circular alrededor del eje de articulación 105. Alternativamente, el primer molde 101 y el brazo de articulación 104 pueden estar formados como una unidad integral.

En una realización de la invención la unidad de articulación 103 puede acoplarse con uno o más accionadores de desplazamiento 111. Los accionadores pueden ser accionadores hidráulicos, que tienen un cuerpo del accionador 171 y un pistón 172 desplazable con relación al cuerpo del accionador. El cuerpo del accionador 171 puede ser un cilindro hidráulico en el que el pistón puede desplazarse de acuerdo con un fluido presurizado que puede ser bombeado dentro del cilindro. La unidad de articulación 103 puede acoplarse con los accionadores 111 a través de un brazo de soporte 107 fijo al cuerpo de articulación 106.

Normalmente los moldes 101, 102 son muy largos, por ejemplo 50 metros, 70 metros o incluso más largos. Por lo tanto, puede ser beneficioso usar una pluralidad de unidades de articulación 103, comprendiendo cada una uno o más accionadores 111, distribuidos a lo largo de la dirección longitudinal del molde de modo que divida la carga de los moldes entre un cierto número de unidades de articulación.

Los uno o más accionadores de desplazamiento 111 pueden acoplarse con la unidad de articulación 103 para el desplazamiento lineal de la unidad de articulación 103 y, en consecuencia, el primer molde 101 conectado a la unidad de articulación. Los accionadores 111 pueden acoplarse con la unidad de articulación 103, por ejemplo a través de partes extremas de los pistones 172, de tal manera que los accionadores 111 estén en acoplamiento permanente con la unidad de articulación 103, o de tal manera que los accionadores 111 estén en acoplamiento con la unidad de articulación 103 durante una parte del desplazamiento lineal y puedan desacoplarse de la unidad de articulación después de una cierta cantidad de desplazamiento lineal, por ejemplo cuando el primer molde ha sido llevado a una posición final con relación al segundo molde, por ejemplo en donde el primer molde está separado una cierta distancia del molde inferior de modo que permita la unión de los bordes de las palas 193.

La parte de accionador fija, por ejemplo el cuerpo del accionador 171, puede poderse acoplar, o conectarse a una estructura de soporte fija. La estructura de soporte fija puede ser fija con respecto al segundo molde 102 o el soporte

puede fijarse al segundo molde 102. En consecuencia, el soporte fijo puede estar constituido por el suelo, el segundo molde 102 u otra estructura que sea estacionaria o fija con relación al segundo molde 102.

5 En consecuencia, el sistema de molde de la Fig. 1 es capaz de desplazar la unidad de articulación 103 y el primer molde 101 mediante el uso de accionadores 111 dispuestos para transferir la carga del sistema de articulación y el primer molde a un soporte.

10 El sistema de molde 100 puede estar provisto con medios de guiado 112, 113 para restringir el desplazamiento lineal llevado a cabo por los accionadores 111, es decir controlar la dirección de desplazamiento. Los medios de guiado pueden estar constituidos por una ranura alargada 112 formada por ejemplo en un lado vertical del segundo molde y un vástago 113 que sobresale por ejemplo desde el brazo de soporte 107 del sistema de articulación 103 y dispuesto de modo deslizante en la ranura 112.

15 Como se muestra en la Fig. 1, el eje de articulación 105 puede localizarse a una distancia x por encima de una superficie superior del segundo molde, y una superficie inferior del sistema de articulación 103 puede estar provista con una holgura de $2x$ para permitir un desplazamiento lineal total del primer molde 101 de $2x$.

20 En la Fig. 1 el primer molde se localiza en una posición inicial próxima al segundo molde en donde las superficies del molde 181, 182 son accesibles desde la parte superior de modo que puedan prepararse las mitades de pala 191, 192. De ese modo, en la posición inicial 181, 182 ambas aberturas de las cavidades de molde con forma cóncava formadas por las superficies de molde 181, 182 miran hacia arriba.

25 La Fig. 2A muestra el sistema de molde de la Fig. 1 en un estado después de que el primer molde haya girado aproximadamente 180 grados en dirección de las agujas del reloj alrededor del primer eje de articulación 105 a una posición intermedia en la que la superficie del molde 181 del primer molde 101 se enfrenta sustancialmente a la superficie del molde 182 del segundo molde 102. De ese modo, en la posición intermedia la abertura de la cavidad del molde del primer molde mira hacia abajo con relación a la abertura que mira hacia arriba de la cavidad del molde del segundo molde. El primer molde 101 está separado del segundo molde 102 en una distancia ($2x$) doble que la separación vertical (x) del eje de articulación 105 y la superficie superior del segundo molde 102 o del primer molde 101.

35 La Fig. 2B muestra el sistema de molde de la Fig. 2A en un estado después de que el primer molde 101 se haya desplazado linealmente desde la posición intermedia hacia el segundo molde 102. El desplazamiento lineal se realiza mediante uno o más accionadores lineales 111. De ese modo, durante el giro del primer molde 101 alrededor del eje de articulación desde la posición inicial a la intermedia, los accionadores 111 transportan el peso del primer molde y el sistema de articulación y durante este giro el sistema de articulación 103 y el primer molde 101 son elevados por los accionadores 111 para asegurar una cierta holgura del sistema de articulación, por ejemplo una holgura de $2x$, para permitir que el primer molde 101 sea descendido linealmente hacia el segundo molde 102 después de que el primer molde se haya llevado a la posición intermedia. Como se muestra en la Fig. 2B, los pistones 172 se han descendido y los vástagos 113 se han movido hacia abajo desde una posición superior a una posición inferior en las ranuras alargadas 112 de modo que desplacen linealmente el primer molde 101 a una posición final.

45 Aunque el traslado del primer molde 101 se ha descrito como desplazamiento lineal desde la posición intermedia a la posición final, se entiende que el traslado no necesita ser estrictamente lineal dado que ciertos puntos o secciones a lo largo de la trayectoria de traslado pueden ser curvos. Es posible también que el primer molde pueda girarse simultáneamente con los traslados lineales o curvos. Como un ejemplo, la trayectoria de traslado completa o parte de la trayectoria de traslado puede ser curvada. Dichos traslados curvados pueden obtenerse, por ejemplo mediante el uso de ranuras de guiado 112 curvas y mediante el acoplamiento de los accionadores de modo que se permita que desplacen o giren según se requiera por las ranuras de guiado 112 curvas.

50 El primer molde superior 101 puede desplazarse linealmente hasta una posición final en la que el primer molde 101 hace contacto con el segundo molde 102, o hasta que el primer molde 101 esté separado respecto al segundo molde 102 en una distancia dada s . La separación s puede seleccionarse de modo que los bordes 193 de la primera y de la segunda mitades de pala hagan contacto o estén ligeramente separadas. Cuando se haya alcanzado la posición final, las mitades de pala 191 y 192 pueden unirse por ejemplo mediante encolado de los bordes de pala 193 en contacto o ligeramente separados.

60 Las Figs. 2A y 2B muestran que dos de los accionadores de desplazamiento 111 se localizan sobre ambos lados del centro de gravedad CDG de la carga transportada por los accionadores cuando el primer molde está en la posición intermedia o la posición final. La carga transportada por los accionadores comprende la carga del primer molde, la carga de la unidad de articulación 103 y otras cargas posibles. En consecuencia, el centro de gravedad CDG comprende el menos la carga del primer molde. Esto es, el centro de gravedad CDG se determina no solamente por el primer molde, sino también por la mitad de pala 191, la unidad de articulación 103 y posiblemente otras estructuras. Normalmente, el peso del primer molde 101 es considerablemente mayor que los pesos de las otras cargas y, por lo tanto, el centro de gravedad CDG se determina principalmente por el primer molde 101.

- Colocando los accionadores de desplazamiento 111 sobre ambos lados del centro de gravedad CDG, o incluso simétricamente con respecto al centro de gravedad, de modo que los accionadores de desplazamiento 111 se distribuyan a lo largo de una línea perpendicular a, o sustancialmente perpendicular a, el eje de articulación 105 en una forma de modo que el centro de gravedad se localice entre al menos dos de los accionadores 111, entonces la carga de par sobre los accionadores se reduce dado que el par o momento que actúa sobre los accionadores se compensa, es decir se reduce o elimina. Esto es, si solo se usara un accionador y se localizara entre el CDG y el eje de articulación 105, esto generaría un par actuando sobre el accionador con una magnitud determinada por la masa equivalente del CDG y la distancia entre el CDG y el accionador.
- En consecuencia, se entiende que los accionadores 111 están alineados con el centro de gravedad CDG para una, más o todas las unidades de articulación 103, de modo que se reduzcan, eliminen o compensen las cargas de par sobre los accionadores alrededor de un eje paralelo o sustancialmente paralelo con el eje de articulación 105.
- Mientras que puede ser preferible el uso de dos o más accionadores de desplazamiento, es también posible el uso de solo un accionador de desplazamiento 111 para cada unidad de articulación 103. En este caso, el accionador de desplazamiento único podría centrarse con respecto al centro de gravedad CDG y la carga de par sobre el accionador podría reducirse por ejemplo mediante medios de guiado 112, 113 que restrinjan cualquier giro angular de la carga transportada por el accionador de desplazamiento único. En consecuencia, podría verse un sistema accionador como un equivalente a un accionador 111, sistema accionador que además del accionador 111 también comprende algún sistema para asumir la carga de par, por ejemplo a un sistema de guiado para restringir el giro del segundo molde soportado 102. En consecuencia, un sistema accionador puede estar compuesto por uno o más accionadores 111 y medios de guiado 112, 113 u otras estructuras de guiado.
- En general, tanto si se usa un accionador único 111 o una pluralidad de accionadores 111, el accionador único 111 o la pluralidad de accionadores 111 están alineados con respecto al centro de gravedad CDG de modo que compensen las cargas de par sobre los accionadores o el sistema accionador alrededor de un eje paralelo o sustancialmente paralelo con el eje de articulación.
- De ese modo, puede alinearse un único accionador 111 mediante la localización del único accionador verticalmente por debajo del centro de gravedad CDG (en la dirección de la gravedad) en un plano perpendicular o sustancialmente perpendicular a la dirección longitudinal de los moldes 101, 102 o el eje de articulación 105, plano que comprende dicho centro de gravedad CDG. Claramente, el único accionador 111 no necesita localizarse exactamente por debajo del centro de gravedad CDG, es decir no necesita localizarse exactamente en una línea paralela con la dirección de la gravedad y que se extiende a través del CDG, sino que puede desplazarse respecto a dicha línea, preferentemente menos de un tercio de la dimensión transversal del molde 101, preferentemente menos de 50 cm desde, o más preferido menos de 10 cm desde dicha línea.
- Pueden alinearse una pluralidad de accionadores 111 mediante la distribución de al menos dos de los accionadores en un plano perpendicular o sustancialmente perpendicular a la dirección longitudinal de los moldes 101, 102 o el eje de articulación 105, plano que comprende dicho centro de gravedad CDG de modo que al menos dos accionadores se localicen en ambos lados del centro de gravedad CDG en una dirección vertical perpendicular o sustancialmente vertical a la dirección longitudinal de los moldes 101, 102. Por ejemplo, pueden localizarse dos accionadores 111 simétricamente en ambos lados del centro de gravedad, es decir igualmente distanciados del centro de gravedad, de modo que se minimicen las cargas de par sobre cada accionador 111 tanto como sea posible. La pluralidad de accionadores 111 puede distribuirse a lo largo de una línea perpendicular o sustancialmente perpendicular al eje de articulación 105 y paralelo con dicho plano que comprende el centro de gravedad CDG, de modo que al menos dos de los accionadores se localicen en ambos lados del centro de gravedad CDG (con la dirección de visión perpendicular a dicho plano). Claramente, dos de los accionadores se localizan sobre la línea mientras que accionadores adicionales no necesitan estar en línea con los otros accionadores.
- Usando estos principios, el uno o más accionadores 111 están alineados con el centro de gravedad CDG de modo que compensen las cargas de par sobre el sistema de accionadores alrededor de un eje paralelo o sustancialmente paralelo con el eje de articulación, mediante la localización del uno o más accionadores con relación al centro de gravedad en un plano perpendicular o sustancialmente perpendicular a la dirección longitudinal de los moldes 101, 102 o del eje de articulación 105, plano que comprende dicho centro de gravedad CDG.
- Debería observarse que la colocación relativa entre el uno o más accionadores 111 y el centro de gravedad CDG de al menos el primer molde varía durante el giro desde la posición inicial hasta la posición intermedia. Sin embargo, dado que los accionadores 111 solo pueden activarse entre las posiciones final e intermedia, es más importante que el uno o más accionadores 111 estén alineados con respecto al centro de gravedad cuando el primer molde está en la posición intermedia.
- Se entiende que el uno o más accionadores 111 no necesitan distribuirse en un plano exactamente perpendicular al eje longitudinal del molde o del eje de articulación 105, pueden distribuirse en un plano que tenga un ángulo respecto al eje longitudinal del molde o del eje de articulación 105, tal como un ángulo menor de 30 grados, preferentemente menor de 20 grados o más preferido menor de 10 grados.

La Fig. 3A muestra un sistema de molde 300 que corresponde al sistema de molde mostrado en las Figs. 1, 2A y 2B. En consecuencia, el sistema de molde 300 puede ensamblarse a partir de sustancialmente los mismos componentes que el sistema de molde 100, y difiere simplemente en la disposición de los componentes. En consecuencia, para los elementos en la Fig. 3A correspondientes o que tienen los mismos signos de referencia que los elementos de la Fig. 1, la descripción de la Fig. 1 es igualmente aplicable y, por lo tanto, se omitirá una descripción detallada de sus elementos para la Fig. 3A y otros sistemas de molde correspondientes descritos en el presente documento.

La Fig. 3A muestra el sistema de molde 300 en un estado en el que el primer molde 101 se ha girado desde la posición inicial hasta la posición intermedia correspondiente a la Fig. 2A. En la Fig. 3A, el uno o más accionadores de desplazamiento 111 pueden acoplarse con el primer molde 103 y la unidad de articulación 103 para el desplazamiento linealmente del primer molde 101 con relación a la unidad de articulación y la posición intermedia.

Los accionadores 111 pueden acoplarse con el primer molde 101, por ejemplo a través de las zonas extremas de los pistones 172, de tal manera que los accionadores 111 estén permanentemente conectados con el primer molde 101 o de tal manera que los accionadores 111 se conecten con el primer molde 101 durante una parte del desplazamiento lineal y sean capaces de desacoplarse del primer molde 101 después de la cierta cantidad de desplazamiento lineal, por ejemplo cuando el primer molde se ha llevado a la posición final con relación al segundo molde 102.

La parte fija del accionador, por ejemplo el cuerpo del accionador 171, puede acoplarse con, o conectarse a, la unidad de articulación 103, por ejemplo a través de un brazo de soporte 107 integrado con, o conectado a, la unidad de articulación 103. Alternativamente, la parte fija del accionador 171 puede acoplarse con, o conectarse a, el primer molde 101 y la parte desplazable del accionador 172 puede acoplarse con, o conectarse a, la unidad de articulación 103 para el desplazamiento linealmente del primer molde 101.

De ese modo, los accionadores 111 se disponen con relación al primer molde 101 y la unidad de articulación 103 de modo que desciendan o eleven el primer molde 101 con relación a la unidad de articulación 103.

La unidad de articulación 103 puede fijarse a un soporte 320 de la unidad de articulación tal como un suelo, el segundo molde 102, u otra estructura fija.

En consecuencia, el sistema de molde de la Fig. 3A es capaz de desplazar el primer molde 101 mediante el uso de los accionadores 111 dispuestos para transferir la carga del primer molde 101 a la unidad de articulación 103 y desde la unidad de articulación al soporte 320 de la unidad de articulación.

De modo similar al sistema de molde 100, el sistema de molde 300 puede estar provisto con medios de guiado 112, 113 que pueden estar constituidos por una ranura alargada 112 formada por ejemplo, en un lado vertical del primer molde y un vástago 113 que sobresale por ejemplo desde el brazo de soporte 307 y se dispone de modo deslizante en la ranura 112.

La Fig. 3B muestra un sistema de molde de la Fig. 3A en un estado después de que el primer molde 101 se haya desplazado linealmente desde la posición intermedia hacia el segundo molde 102. Por ello, en la Fig. 3B los pistones 172 se han descendido y los vástagos 113 se han desplazado desde una posición inferior a una posición superior de las ranuras alargadas 112.

Durante el giro del primer molde 101 alrededor del eje de articulación 105 los accionadores 111 del sistema de molde 300 puede transportar el peso del primer molde. Alternativamente, durante el giro desde la posición inicial hasta la posición intermedia, el primer molde 101 puede estar en un acoplamiento de enclavamiento con el brazo de articulación 307 de modo que los accionadores de desplazamiento 111 no estén cargados durante el giro.

En las Figs. 3A y 3B dos de los accionadores de desplazamiento 111 pueden localizarse en ambos lados del centro de gravedad CDG de la carga transportada por los accionadores cuando el primer molde 101 está en la posición intermedia o la posición final. Esta forma de colocación de los accionadores reduce la carga de par sobre los accionadores. La carga transportada por los accionadores comprende la carga del primer molde. Alternativamente, puede usarse un único accionador de desplazamiento 111 para desplazar el primer molde, posiblemente en combinación con medios de guiado para reducir la carga del par sobre el accionador único.

De ese modo, el método general para el desplazamiento linealmente del primer molde de ambos sistemas de molde 100 y 300 es común en el sentido de que en ambos sistemas la carga del primer molde 101 se transfiere a algún soporte, o bien a través de la unidad de articulación 103 disponiendo el uno o más accionadores 111 para transferir la carga desde el primer molde 101 a la unidad de articulación 103, o bien disponiendo el uno o más accionadores 111 para transportar el peso de tanto el primer molde 101 como de la unidad de articulación 103.

Dado que los accionadores 111 pueden acoplarse entre el brazo de soporte 107 y el primer molde 101, o entre el brazo de soporte 107 y el segundo molde 102, es posible integrar los accionadores 111 y los medios de guiado 112, 113 dentro del primer molde 101 o del segundo molde 102 de modo que no sobresalga ninguna parte móvil. En otras

palabras, es posible colocar uno o más de los accionadores 111 de modo que estén encerrados dentro de los límites exteriores del primer molde 101 o del segundo molde 102.

5 En analogía con las realizaciones de las Figs. 1, 2A y 2B, el centro de gravedad CDG en las Figs. 3A y 3B se determina no solamente por el primer molde 101, sino también por la mitad de la pala 191 y posiblemente otras estructuras. Sin embargo, el centro de gravedad CDG en la realización de las Figs. 3A y 3B no está influenciado por la unidad de articulación 103, dado que los accionadores 111 se insertan simplemente entre la unidad de articulación 103 y el primer molde 101.

10 De modo similar a la realización de las Figs. 1, 2A y 2B, en la realización de las Figs. 3A-3B un único accionador 111 o una pluralidad de accionadores 111 se alinean preferentemente con respecto al centro de gravedad CDG de modo que compensen las cargas de par sobre los accionadores.

15 Incluso aunque la Fig. 3A ilustra tres accionadores 111, el uso de un único accionador 111 para cada unidad de articulación 103 puede ser suficiente de acuerdo con los principios de la realización de las Figs. 1, 2A y 2B. De ese modo, el accionador único 111 puede alinearse con el centro de gravedad CDG mediante la localización del accionador único verticalmente por debajo o por encima del centro de gravedad CDG (en la dirección de la gravedad) en un plano perpendicular o sustancialmente perpendicular a la dirección longitudinal de los moldes 101, 102 o del eje de articulación 105, plano que comprende dicho centro de gravedad CDG.

20 Alternativamente, puede usarse una pluralidad de accionadores 111 para cada unidad de articulación 103, en donde los accionadores 111 están alineados mediante la distribución de al menos dos de los accionadores con relación al centro de gravedad de modo que se reduzcan las cargas de par sobre los accionadores 111 o parte del sistema accionador tal como se ha explicado para la realización de las Figs. 1, 2A y 3B.

25 También la realización de las Figs. 3A-3B se caracteriza por que el traslado del primer molde 101 por los accionadores 111 no necesita ser un traslado lineal, sino que puede ser un traslado curvado según se ha explicado para la realización de las Figs. 1, 2A y 2B.

30 La Fig. 4 muestra un sistema de molde 400 visto desde la parte superior en una posición intermedia final con el primer molde 411 localizado por encima del segundo molde inferior (no mostrado). El contorno de la superficie del molde 181, 421 del primer molde 411 se muestra junto con el larguero 422. El larguero 422 se sitúa entre las dos mitades de pala y sirve para incrementar la resistencia de la pala después de que las mitades de pala se hayan unido y encolado sobre el larguero 422. Se distribuye una pluralidad de unidades de articulación 401-405 lo largo de la dirección longitudinal 441 del primer molde alargado 411 y del segundo molde desde el extremo de la raíz 423 al extremo de punta 424.

35 La Fig. 4 muestra también puntos de centros de gravedad CDG. El centro de gravedad CDG puede entenderse como el centro de gravedad de una porción del primer molde 101 perpendicular a la dirección longitudinal 441. En consecuencia, la línea continua 440 ilustra los centros de gravedad CDG a lo largo del primer molde 101.

40 La Fig. 4 muestra que se alinean dos accionadores 111 con respecto al centro de gravedad CDG para cada unidad de articulación 103, y que los accionadores 111 se distribuyen en una dirección vertical 442 sustancialmente perpendicular a la dirección longitudinal o la dirección del eje de articulación 105 para cada unidad de articulación. Los ejes de articulación 105 de las unidades de articulación 103 definen una línea colineal 105 que se extiende en la dirección longitudinal y paralela o sustancialmente paralela con la dirección longitudinal 441.

45 La Fig. 5A muestra un sistema de molde 500 con accionadores 111 dispuestos para transportar y desplazar la carga desde tanto el primer molde 501 como la unidad de articulación 103. La unidad de articulación 103 se localiza en el extremo raíz 423 de la pala de turbina eólica, por ejemplo la unidad de articulación 103 podría ser la unidad de articulación 401 mostrada en la Fig. 4. Debido al retorcimiento de la pala de turbina eólica, el primer molde 501 y el segundo molde 502 de una unidad de articulación 103 del extremo raíz tienen una interfaz de molde 522 en ángulo, mientras que las mitades de moldes de una unidad de articulación 103 localizada en el extremo de punta 424, tal como la unidad de articulación 405, puede tener una interfaz de molde horizontal 522.

50 Debido al larguero 521, 422 que sobresale horizontalmente 531 más allá de la superficie del molde 182, 523 y, por lo tanto, más allá de los bordes 193, 524 de las mitades de pala 525, 526 a ser unidas, no es posible llevar el primer molde a la posición final desplazando simplemente el primer molde 501 verticalmente. En su lugar el primer molde 501 necesita ser desplazado linealmente en una dirección en ángulo 532 para desacoplarle del larguero 521. El desplazamiento en ángulo del primer molde 101 puede obtenerse mediante medios de guiado en ángulo 512 para restringir la dirección de desplazamiento del primer molde de acuerdo con la dirección requerida. Los medios de guiado 512 para restringir la dirección de desplazamiento a lo largo de un ángulo particular puede obtenerse mediante un vástago 513 que es desplazable en una ranura alargada 512 que tiene una dirección paralela con la dirección de desplazamiento en ángulo 532 pretendida del primer molde 501. Los medios de guiado en ángulo 512 pueden disponerse con relación a un brazo de soporte 107 de la unidad de articulación 103 y el primer o segundo moldes de modo similar a los medios de guiado 112, 113 de la Fig. 1 y la Fig. 3A.

Los accionadores 111 pueden estar en ángulo en la misma dirección que los medios de guiado en ángulo 512, 513, por ejemplo de modo que los pistones de los accionadores puedan desplazarse en paralelo con los medios de guiado en ángulo 512, 513. Alternativamente, la dirección de desplazamiento de los accionadores 111 puede ser diferente que la dirección de desplazamiento determinada por los medios de guiado. Así, tal como se muestra en la Fig. 5A una primera parte 172 (por ejemplo el pistón) del accionador 111 puede disponerse de modo deslizante en un medio de acoplamiento 540 tal como una ranura formada en el brazo de soporte 107 de la unidad de articulación 103. Los medios de acoplamiento 540 permiten a la primera parte 172 del accionador 111 desplazarse linealmente en una dirección vertical al mismo tiempo que el primer molde 501 se desplaza en una dirección en ángulo (con relación a la dirección vertical) dado que una parte extrema 501 (por ejemplo un cojinete) del accionador 111 es capaz de desplazarse o deslizarse en una dirección horizontal (relativa a la dirección vertical).

La Fig. 5B muestra el primer molde 501 después de que haya sido desplazado de la posición intermedia en la dirección en ángulo 532 a la posición final en la Fig. 5B.

Puede que no se requiera una unidad de articulación localizada en un extremo de punta de un primer molde 101, tal como la unidad de articulación 405 en la Fig. 4, para desplazar el primer molde 101 en una dirección en ángulo 532, pero puede configurarse para desplazar el molde 101 verticalmente, sustancialmente en la dirección de la gravedad, dado que la pala de la turbina eólica no está retorcida o solo ligeramente retorcida en el extremo de punta. De ese modo, al menos alguna de las unidades de articulación 405 puede tener accionadores 111 configurados para desplazar linealmente el primer molde 101, 411 en la misma dirección que la parte desplazable 172 de los accionadores, generalmente en la dirección de la gravedad.

La Fig. 6 muestra un sistema de molde 600 en el que el primer y el segundo moldes 101, 102 están provistos con vástagos localizadores 601 para asegurar un posicionamiento preciso del primer molde 101 con relación al segundo molde 102. Dado que los vástagos localizadores 601 se proporcionan para controlar la posición del primer molde 101, los accionadores 111 pueden acoplarse a través de medios de acoplamiento 640 al primer molde 101, en el que los medios de acoplamiento 640 tienen suficiente holgura para permitir que el primer molde se desplace con relación a los accionadores 111 de acuerdo con el guiado posicional de los vástagos localizadores 601. En consecuencia, los medios de acoplamiento 640 pueden configurarse para proporcionar un grado de libertad posicional del accionador 111 con relación a los medios de acoplamiento 640 para permitir al primer molde 101 desplazarse en la dirección del grado de libertad tal como se dicta por los vástagos localizadores 601.

Así, tal como se muestra en la Fig. 6, la primera parte 172 del accionador 111 puede acoplarse a través de los medios de acoplamiento holgados 640 con el primer molde 101 y la segunda parte 171 se conecta con la unidad de articulación 103 a través del brazo de soporte 107. La conexión entre la segunda parte 171 y la unidad de articulación 103 puede ser una conexión giratoria o una conexión fija. Puede conseguirse el mismo grado de libertad posicional del primer molde 101 mediante la realización alternativamente de la primera parte 172 del accionador 111 fija o conectada de modo giratorio al primer molde 101 y siendo acoplable la segunda parte 171 a través de medios de acoplamiento 640 a la unidad de articulación 103.

Incluso aunque se requiere un grado de libertad posicional del primer molde, puede no ser necesario aplicar los medios de acoplamiento holgados 640 para proporcionar un grado de libertad posicional. De ese modo, tanto la primera como la segunda partes 171, 172 del accionador 111 pueden conectarse, por ejemplo conectarse giratoriamente sin el uso de ningún medio de acoplamiento holgado. En general, cualquier holgura requerida necesaria para permitir el desplazamiento del primer molde en cualquier dirección (distinta de la dirección de desplazamiento lineal) puede proporcionarse por otros medios que los conectores de acoplamiento 640. En otra alternativa, tanto la primera como la segunda partes 171, 172 del accionador 111 pueden acoplarse a través de medios de acoplamiento holgados 640.

Las posibles configuraciones de los medios de acoplamiento 640 que se configuran para proporcionar una conexión holgada o grados de libertad posicional en una o más direcciones lineales, se aplican igualmente a los medios de acoplamiento 540 tal como se ha descrito en conexión con la Fig. 5A. De ese modo, de modo equivalente a la realización de la Fig. 6, los accionadores 111 pueden comprender una primera parte 172 que puede acoplarse a través de medios de acoplamiento holgados 540 a la unidad de articulación, y una segunda parte 171 conectada, por ejemplo conectada giratoriamente, a un soporte para transportar la carga del primer molde y de la unidad de articulación.

Los medios de acoplamiento 540, 640 para permitir grados de libertad posicional, pueden usarse en conexión con vástagos localizadores 601, medios de guiado en ángulo 512 y en general para asegurar una alineación precisa de los moldes.

En una realización no se requiere que partes de los accionadores 111 sean desplazables en una dirección diferente de la dirección de desplazamiento de los accionadores 111 y, por lo tanto, ambas partes de los accionadores 111 pueden acoplarse a través de medios de acoplamiento 540, 640 fijos o giratorios.

La Fig. 7A muestra un sistema de molde 700 con accionadores 111 dispuestos para transportar y desplazar la carga en ambos lados del primer molde 501. El sistema de molde comprende medios de acoplamiento holgados 740 que son equivalentes a los medios de acoplamiento 640 de la Fig. 6A y medios de guiado inclinados 712, 713 que corresponden a los medios de guiado inclinados 512, 513 de la Fig. 5A, excepto en que los medios de guiado 712, 713 se localizan en el molde superior 701. En consecuencia, por medio de los medios de guiado inclinados 712, 713 y las ranuras de acoplamiento holgado 740, el sistema de molde 700 posee capacidades equivalentes al sistema de molde 500 de la Fig. 5 con respecto al desplazamiento inclinado del molde superior 701 lo que permite que el molde superior se desacople del larguero 521 localizado en el molde inferior 702.

De ese modo, los accionadores lineales 111, que se disponen de modo deslizante en las ranuras de acoplamiento holgado 740 horizontalmente alargadas, pueden desplazar el molde superior 701 en una dirección inclinada determinada por los medios de guiado 712, 713. Durante el desplazamiento inclinado, la parte acoplada de modo deslizante de los accionadores lineales 111 se desplaza a lo largo de las ranuras de acoplamiento holgado 740 y el vástago de guiado 713 se desplaza a lo largo de la trayectoria de la ranura de guiado inclinada 712. La parte fija de los accionadores lineales 111 puede fijarse al brazo de articulación 707 y la ranura de acoplamiento holgado 740 puede formarse en un lateral del molde superior 701. El vástago de guiado 713 puede ser parte del brazo de articulación 707 y la ranura de guiado 740 puede formarse en un lateral del molde superior 701.

La Fig. 7B muestra el primer molde 701 después de que se haya desplazado a lo largo de la dirección en ángulo 532 desde la posición intermedia en la Fig. 7A a la posición final en la Fig. 7B.

Los accionadores 111 pueden ser accionadores hidráulicos de tipo pistón tal como se ha ilustrado. Otros tipos de accionadores comprenden engranajes de cremallera y piñón y accionadores de tornillo de avance que pueden acoplarse a las partes relevantes del sistema de molde 100 a través de los medios de acoplamiento holgados 540, 640 o a través de conectores fijos o giratorios.

Las realizaciones de las Figs. 5A-B, la Fig. 6 y las Figs. 7A-B son equivalentes a las realizaciones de las Figs. 1, 2A-B y las Figs. 3A-B. En consecuencia, el uno o más accionadores 111 están alineados con respecto al centro de gravedad CDG para cada unidad de articulación 103 de acuerdo con los principios descritos en conexión con otras realizaciones. Aunque los desplazamientos lineales y los desplazamientos lineales inclinados se han descrito en conexión con las Figs. 5A-B, la Fig. 6 y las Figs. 7A-B, los medios de guiado 112, 512, 712 y los accionadores 111 y los medios de acoplamiento 540, 640, 740 pueden configurarse igualmente para traslados curvos del primer molde.

Todas las realizaciones de la invención, es decir las realizaciones descritas en relación con las Figs. 1, 2A-B, las Figs. 3A-B, 5A-B, la Fig. 6 y las Figs. 7A-B son equivalentes con respecto al control del movimiento de los moldes. De ese modo, el primer molde 101, 501, 701 se gira inicialmente desde una posición inicial en la que ambas superficies 181, 182 del primer y segundo moldes respectivos miran hacia arriba. Los moldes se giran alrededor del eje de articulación 105 a una posición intermedia en la que la superficie del molde 181 del primer molde mira sustancialmente a la superficie del molde 182 del segundo molde. Finalmente, el primer molde es trasladado hacia el segundo molde.

Las Figs. 8A-B muestran configuraciones alternativas de los medios de acoplamiento 540, 640, 740 que permiten un grado de libertad posicional del accionador con relación a los medios de acoplamiento.

La Fig. 8A muestra un medio de acoplamiento holgado con forma de lágrima 840, un accionador de desplazamiento lineal 111 que comprende una parte de motor fija 871 y un pistón desplazable 872 acoplado en el medio de acoplamiento. El medio de acoplamiento 840 se forma en el brazo de soporte de articulación 807 y la parte fija del accionador 111 se fija a algún soporte, por ejemplo al molde inferior 102, a través de un medio de fijación 880. De ese modo, la configuración en la Fig. 8A podría usarse en el sistema de molde 100 de las Figs. 1, 2A y 2B, o podrían sustituir la ranura de acoplamiento horizontal 540 del sistema de molde 500 de la Fig. 5. Naturalmente, el accionador y la configuración de acoplamiento de la Fig. 8A se podrían usar también en configuraciones del molde superior similares a las Figs. 3A-B y Figs. 7A-B, por ejemplo disponiendo el medio de acoplamiento de lágrima 840 en el molde superior 101.

En la Fig. 8A la ilustración de la izquierda muestra el accionador 111 en un estado totalmente extendido en el que el pistón 872 se conecta a la unidad de articulación 103 a través de una parte estrecha del medio de acoplamiento 840 de modo que transporte la carga de la unidad de articulación 103 y el primer molde 101. La ilustración de la derecha muestra el accionador en un estado retraído en el que el pistón 872 se ha desacoplado de los medios de acoplamiento 840 dado que el primer molde está soportado por ejemplo por el segundo molde 102. Además de permitir el desacoplamiento del accionador de la unidad de articulación 103, el medio de acoplamiento de lágrima 840 también permite una conexión de modo deslizante dado que la parte extrema del pistón 872 puede desplazarse horizontalmente con relación al medio de acoplamiento tal como se ha ilustrado en la ilustración de la derecha.

La Fig. 8B muestra un medio de acoplamiento 850 compuesto por una o dos alfombrillas deslizantes 851, 852 para permitir un grado de libertad posicional del accionador 111 con relación a una de las alfombrillas 851 del medio de acoplamiento 850. Al fijar una alfombrilla deslizante 851 a la viga de soporte 807 de modo que una cara de la

- alfombrilla deslizante 851 mire al accionador de desplazamiento 111, por ejemplo una parte extrema de un pistón 872, el accionador 111 puede deslizarse horizontalmente con relación al medio de acoplamiento 850 y, por lo tanto, el molde superior 101 desplazable está provisto con un grado de libertad posicional con relación al accionador 111. El accionador 111 puede configurarse para desacoplarse del medio de acoplamiento cuando el pistón 872 se retrae
- 5 suficientemente. El accionador 111 puede proporcionarse con una segunda alfombrilla deslizante 852 dispuesta para enfrentarse a la primera alfombrilla deslizante 851 de modo que reduzca la fricción de deslizamiento entre las alfombrillas. Las alfombrillas pueden fabricarse de material polimérico o placas metálicas lubricadas. Las alfombrillas pueden ser planas o curvadas para restringir el deslizamiento.
- 10 Aunque se ha descrito la operación de los sistemas de molde en conexión con una operación de cierre, los sistemas de molde son también operativos en una operación de apertura en la que el molde superior se desplaza inicialmente linealmente en una dirección vertical o inclinada desde la posición final a la posición intermedia y posteriormente se gira alrededor del eje de articulación desde la posición intermedia a la posición inicial. La operación de apertura puede realizarse después de que las mitades de pala 191, 192 se hayan unido.
- 15 Aunque la invención se ha ilustrado y descrito en detalle en los dibujos y en la descripción precedente, dichas ilustración y descripción han de considerarse ilustrativas o ejemplares y no restrictivas; la invención no está limitada a las realizaciones divulgadas. Otras variaciones a las realizaciones divulgadas pueden entenderse y efectuarse por los expertos en la materia en la puesta en práctica de la invención reivindicada, a partir de un estudio de los dibujos,
- 20 la divulgación y las reivindicaciones adjuntas. En las reivindicaciones, la expresión "que comprende" no excluye otros elementos o etapas, y el artículo indefinido "un" o "una" no excluye una pluralidad.

REIVINDICACIONES

1. Un sistema de molde para la fabricación de una pala de turbina eólica a partir de dos mitades de pala, comprendiendo el sistema:

- 5
- un primer molde móvil (101) y un segundo molde fijo (102), donde el primer y el segundo moldes comprenden superficies de molde (181, 182) conformadas de acuerdo con la primera y segunda mitades respectivas de la pala,
 - una unidad de articulación (103) que comprende un brazo de articulación conectado giratoriamente al primer molde para hacer girar el primer molde alrededor de un eje de articulación de modo que lleve al primer molde (101) desde una posición inicial hasta una posición intermedia, donde la superficie del molde del primer molde se enfrenta sustancialmente a la superficie del molde del segundo molde,
 - uno o más accionadores (111) que pueden acoplarse con el primer molde y la unidad de articulación para trasladar el primer molde con relación a la unidad de articulación y la posición intermedia, donde el uno o más accionadores (111) están acoplados de modo que se permita al uno o más accionadores transferir al menos una fracción del peso del primer molde a la unidad de articulación,
- 10
- 15
- 20
- caracterizado por que el uno o más accionadores comprenden dos accionadores distribuidos en una dirección perpendicular o sustancialmente perpendicular al eje de articulación o la dirección longitudinal del primer molde, y donde dos de los accionadores están localizados a cada lado del centro de gravedad cuando el primer molde está en la posición intermedia, de modo que compensen las cargas de par sobre los accionadores alrededor de un eje paralelo o sustancialmente paralelo con el eje de articulación (105).

2. Un sistema de molde para la fabricación de una pala de turbina eólica a partir de dos mitades de pala, comprendiendo el sistema:

- 25
- un primer molde móvil (101) y un segundo molde fijo (102), donde el primer y el segundo moldes comprenden superficies de molde (181, 182) conformadas de acuerdo con la primera y segunda mitades respectivas de la pala,
 - una unidad de articulación (103) que comprende un brazo de articulación (104) conectado giratoriamente al primer molde para hacer girar el primer molde alrededor de un eje de articulación (105), de modo que lleve al primer molde desde una posición inicial hasta una posición intermedia en la que la superficie del molde del primer molde se enfrenta sustancialmente a la superficie del molde del segundo molde,
- 30

caracterizado por

- 35
- uno o más accionadores (111) que pueden acoplarse con la unidad de articulación y una estructura de soporte fija para trasladar el primer molde (101) y la unidad de articulación (103) con relación a la posición intermedia, donde el uno o más accionadores se acoplan de modo que se permita al uno o más accionadores transportar al menos una fracción del peso del primer molde y la unidad de articulación, y en el que
- 40
- el uno o más accionadores comprenden dos accionadores distribuidos en una dirección perpendicular o sustancialmente perpendicular al eje de articulación o la dirección longitudinal del primer molde, y en el que dos de los accionadores están localizados en ambos lados del centro de gravedad cuando el primer molde está en la posición intermedia.
- 45

3. Un sistema de molde de acuerdo con la reivindicación 2, en el que el uno o más accionadores (111) comprenden dos accionadores distribuidos en una dirección perpendicular o sustancialmente perpendicular al eje de articulación (105) o la dirección longitudinal del primer molde (101), y en el que dos de los accionadores están localizados a cada lado del centro de gravedad cuando el primer molde está en la posición intermedia, de modo que compense las cargas de par sobre el uno o más accionadores alrededor de un eje paralelo o sustancialmente paralelo con el eje de articulación.

4. Un sistema de molde de acuerdo con la reivindicación 1, donde cada uno del uno o más accionadores comprende una primera parte y una segunda parte, donde

- 55
- la primera parte puede acoplarse a través de un medio de acoplamiento (540) con la unidad de articulación y la segunda parte se conecta con el primer molde, o
 - la primera parte pueda acoplarse a través de un medio de acoplamiento (640) con el primer molde y la segunda parte se conecta con la unidad de articulación.
- 60

5. Un sistema de molde de acuerdo con la reivindicación 2, donde cada uno del uno o más accionadores (111) comprende una primera parte que puede acoplarse a través de un medio de acoplamiento con la unidad de articulación, y una segunda parte conectada con la estructura de soporte fija para la transferencia de al menos una fracción del peso del primer molde y de la unidad de articulación al soporte.

65

6. Un sistema de molde de acuerdo con la reivindicación 4 o 5, donde los medios de acoplamiento (540, 640, 740, 840, 850) permiten un grado de libertad posicional del uno o más accionadores (111) con relación a los medios de acoplamiento.
- 5 7. Un sistema de molde de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, en el que el uno o más accionadores están configurados para desplazar linealmente el primer molde (101) en la misma dirección que una parte desplazable del uno o más accionadores.
- 10 8. Un sistema de molde de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, que comprende al menos un medio de guiado (112, 113) para restringir la dirección de traslado del primer molde.
9. Un sistema de molde de acuerdo con la reivindicación 8, en el que la dirección de desplazamiento determinada por el al menos un medio de guiado (112, 113) es diferente que la dirección de desplazamiento del uno o más accionadores.
- 15 10. Un sistema de molde de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, en el que el uno o más accionadores (111) están encerrados dentro de los límites exteriores del primer molde o del segundo molde.
- 20 11. Un sistema de molde de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, que comprende una pluralidad de unidades de articulación y una pluralidad de sistemas accionadores, comprendiendo cada uno el uno o más accionadores, donde las unidades de articulación y los accionadores están distribuidos a lo largo de una dirección longitudinal del molde alargado.
- 25 12. Un método para la fabricación de una pala de turbina eólica a partir de dos mitades de pala usando un sistema de molde que comprende un primer molde móvil (101) y un segundo molde fijo (102) con superficies de molde (181, 182) conformadas de acuerdo con la primera y segunda mitades respectivas de la pala, y que comprende una unidad de articulación (103) con un brazo de articulación conectado giratoriamente al primer molde, comprendiendo el método,
- 30 - hacer girar el primer molde (101) alrededor de un eje de articulación del brazo de articulación desde una posición inicial hasta una posición intermedia en la que la superficie del molde del primer molde se enfrenta sustancialmente a la superficie del molde del segundo molde,
- 35 - caracterizado por, hacer girar posteriormente el primer molde alrededor del eje de articulación, trasladando el primer molde (101) con relación a la posición intermedia usando uno o más accionadores (111) acoplados con la unidad de articulación, de modo que la unidad de articulación transporte al menos una parte del peso del primer molde al menos durante un periodo inicial del traslado, donde el uno o más accionadores comprenden dos accionadores distribuidos en una dirección perpendicular o sustancialmente perpendicular al eje de articulación (105) o a la dirección longitudinal del primer molde (101), y donde dos de los accionadores están localizados a cada lado del centro de gravedad cuando el primer molde está en la posición intermedia, de modo que compensen las cargas de par sobre el uno o más accionadores alrededor de un eje paralelo o sustancialmente paralelo con el eje de articulación.
- 40
- 45 13. Un método para la fabricación de una pala de turbina eólica a partir de dos mitades de pala usando un sistema de molde que comprende un primer molde móvil (101) y un segundo molde fijo (102) con superficies de molde (181, 182) conformadas de acuerdo con la primera y segunda mitades respectivas de la pala, y que comprende una unidad de articulación (103) con un brazo de articulación conectado giratoriamente al primer molde, comprendiendo el método,
- 50 - hacer girar el primer molde alrededor de un eje de articulación del brazo de articulación desde una posición inicial hasta una posición intermedia donde la superficie del molde del primer molde se enfrenta sustancialmente a la superficie del molde del segundo molde,
- 55 - caracterizado por, hacer girar posteriormente el primer molde alrededor del eje de articulación, trasladando el primer molde (101) y la unidad de articulación (103) simultáneamente con relación a la posición intermedia usando uno o más accionadores acoplados con la unidad de articulación, donde el uno o más accionadores comprenden dos accionadores (111) distribuidos en una dirección perpendicular o sustancialmente perpendicular al eje de articulación (105) o a la dirección longitudinal del primer molde (101), y en el que dos de los accionadores están localizados a cada lado del centro de gravedad cuando el primer molde está en la posición intermedia, de modo que compensen las cargas de par sobre el uno o más accionadores alrededor de un eje paralelo o sustancialmente paralelo con el eje de articulación.
- 60
- 65 14. Un método de acuerdo con la reivindicación 13, en el que el uno o más accionadores (111) se hacen girar junto con el primer molde (101) alrededor del eje de articulación durante el movimiento desde la posición inicial hasta la posición intermedia.
15. Un método de acuerdo con la reivindicación 12 o 13, en el que el uno o más accionadores se cargan con al menos una fracción del peso del primer molde (101) durante el giro del primer molde alrededor de un eje de

articulación desde la posición inicial hasta la posición intermedia.

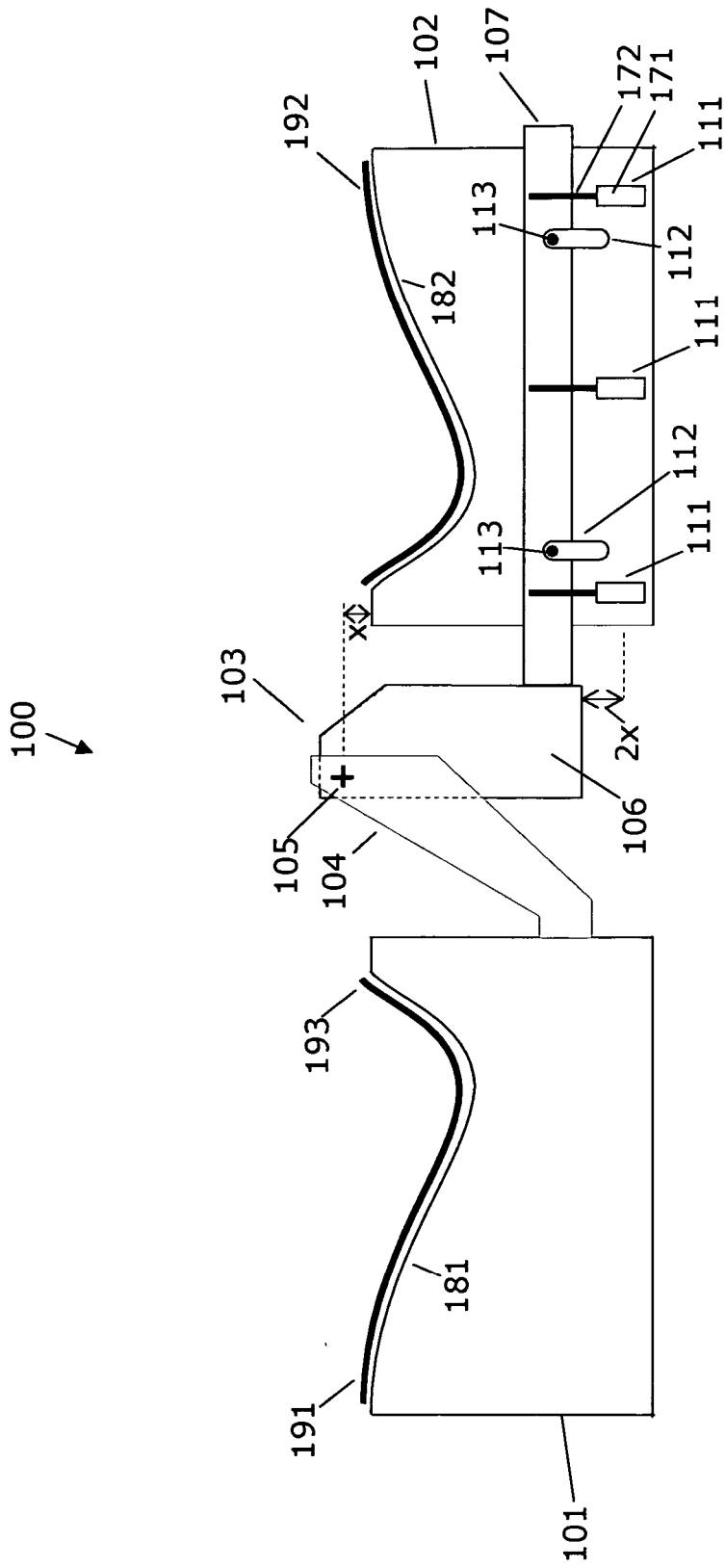


Fig. 1

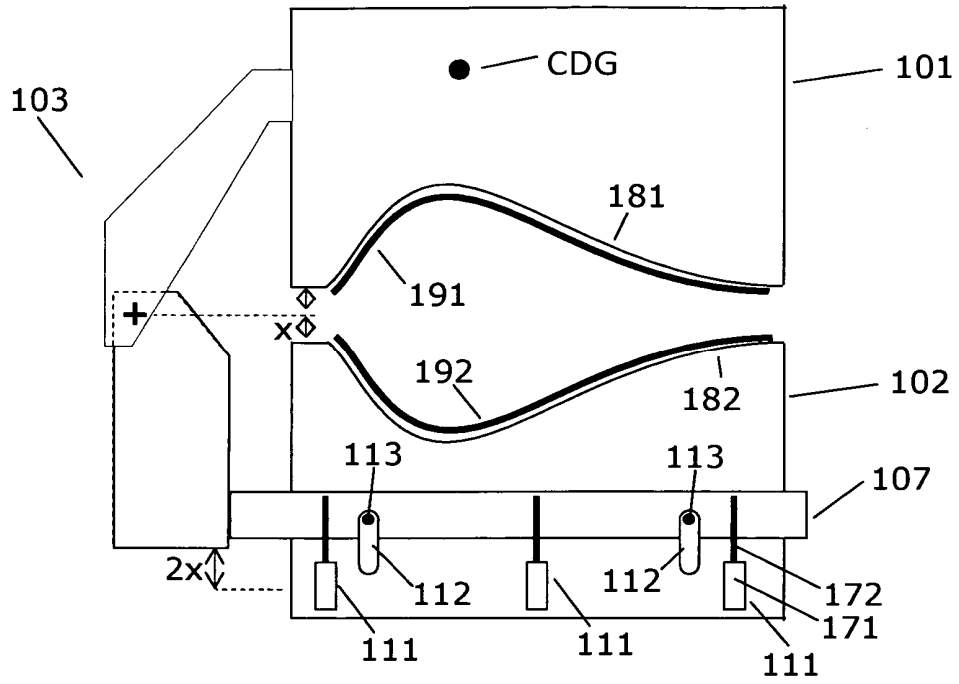


Fig. 2A

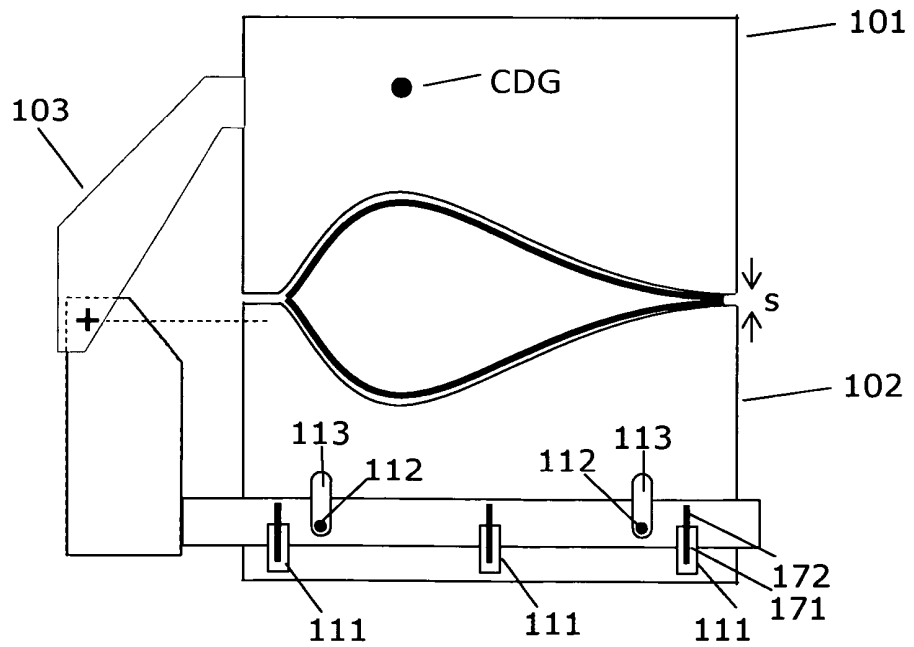


Fig. 2B

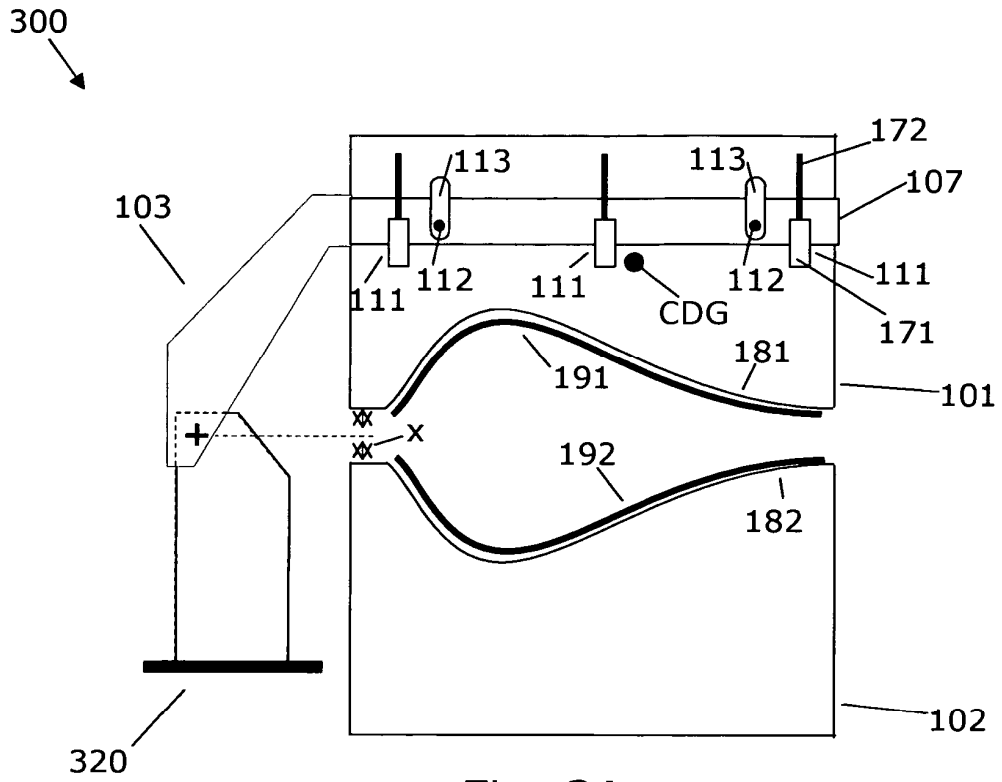


Fig. 3A

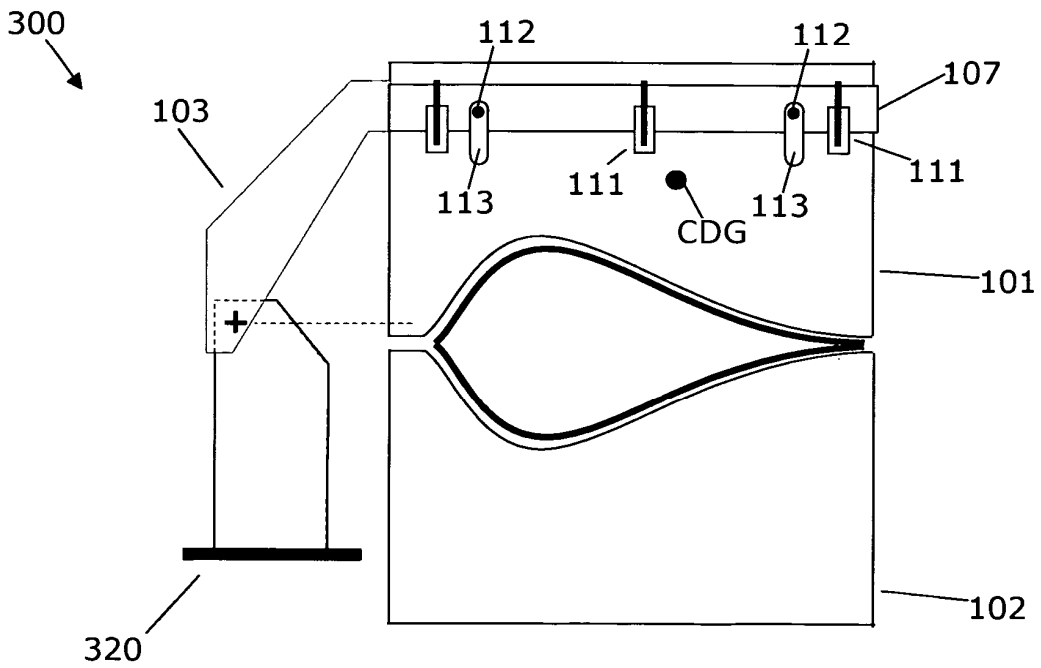


Fig. 3B

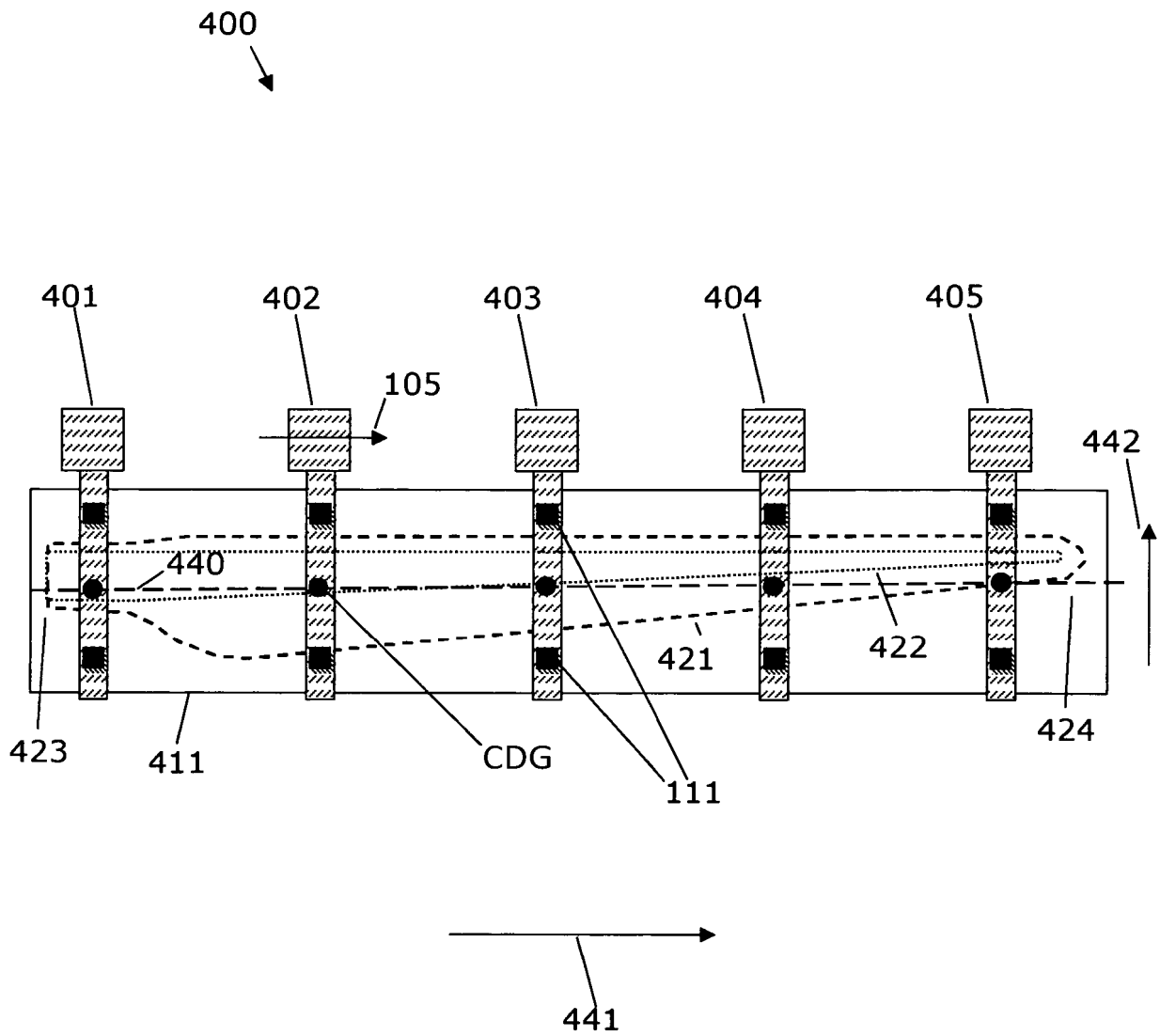


Fig. 4

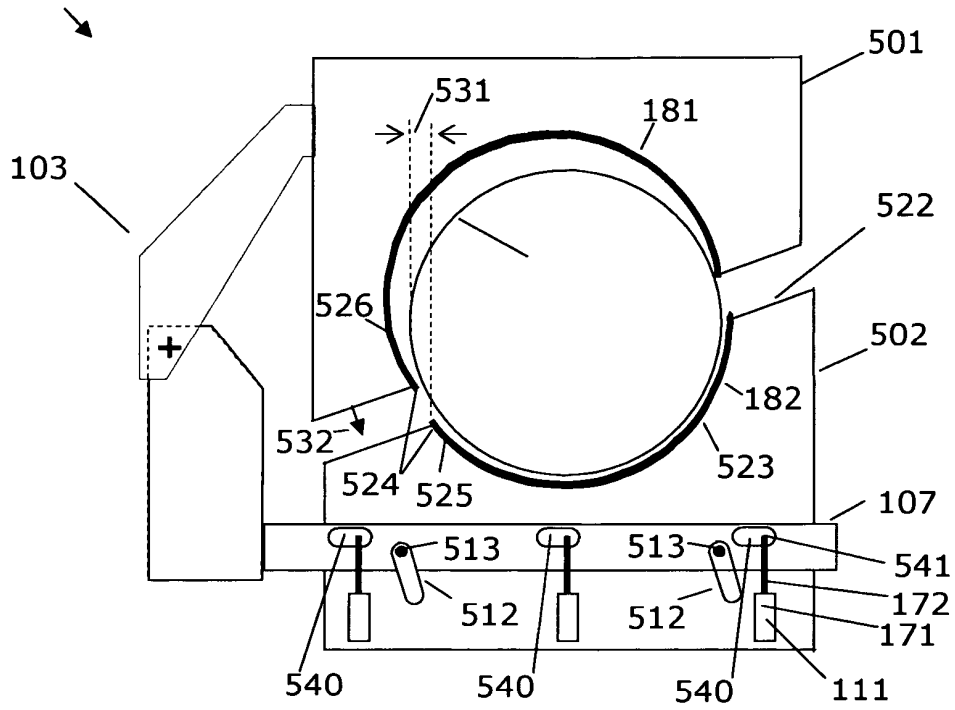


Fig. 5A

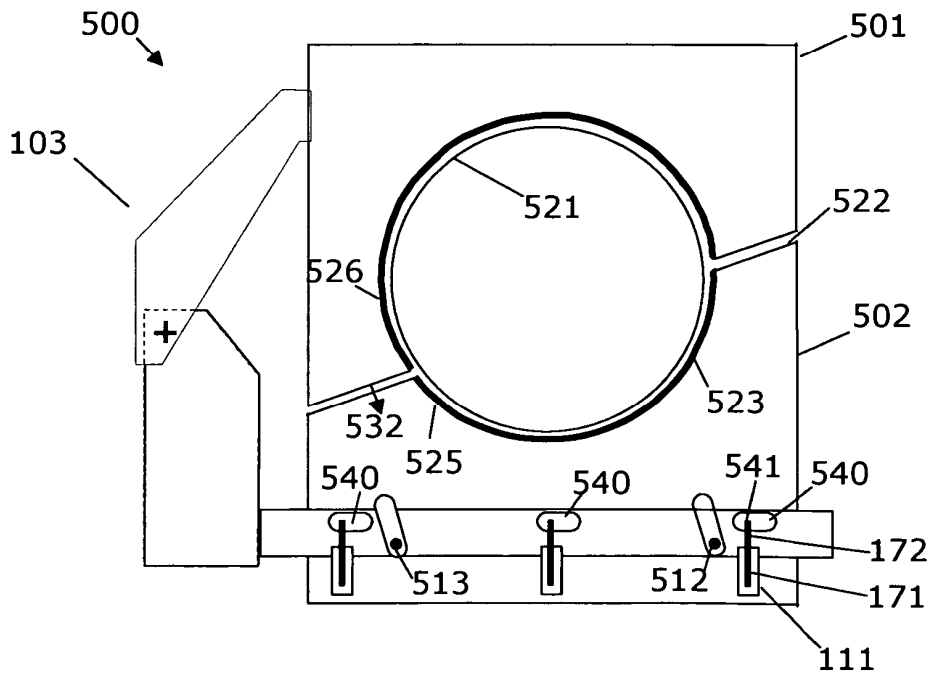


Fig. 5B

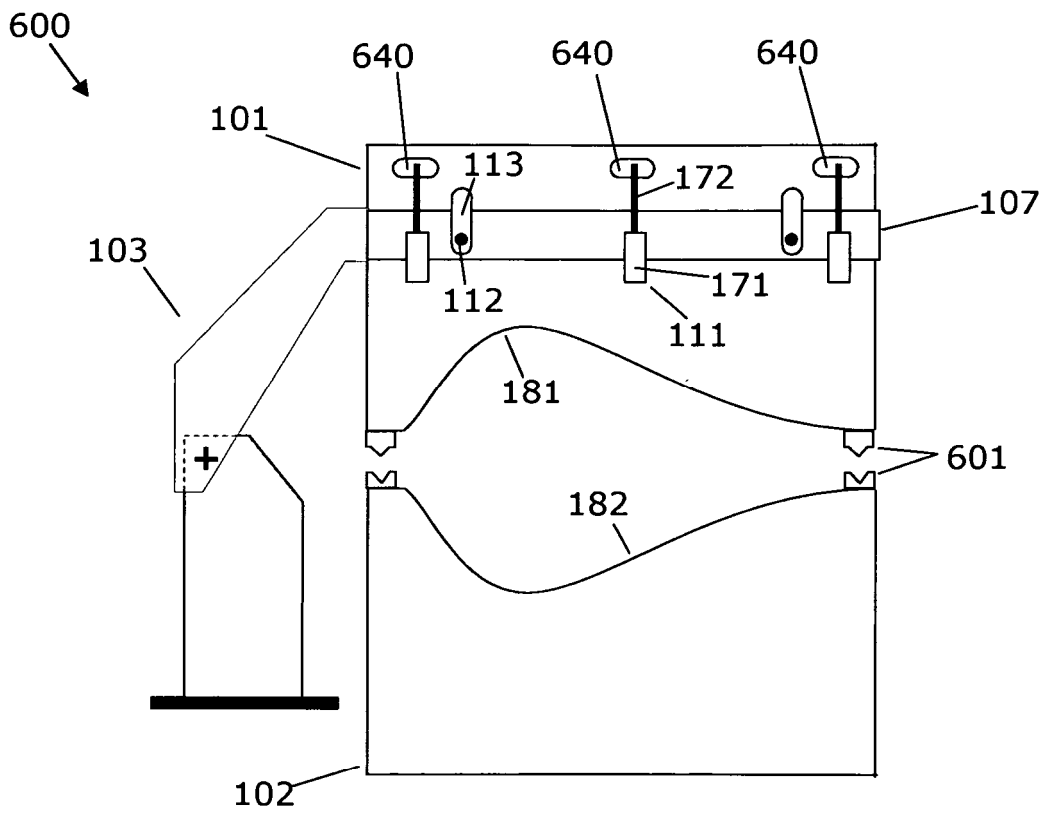


Fig. 6

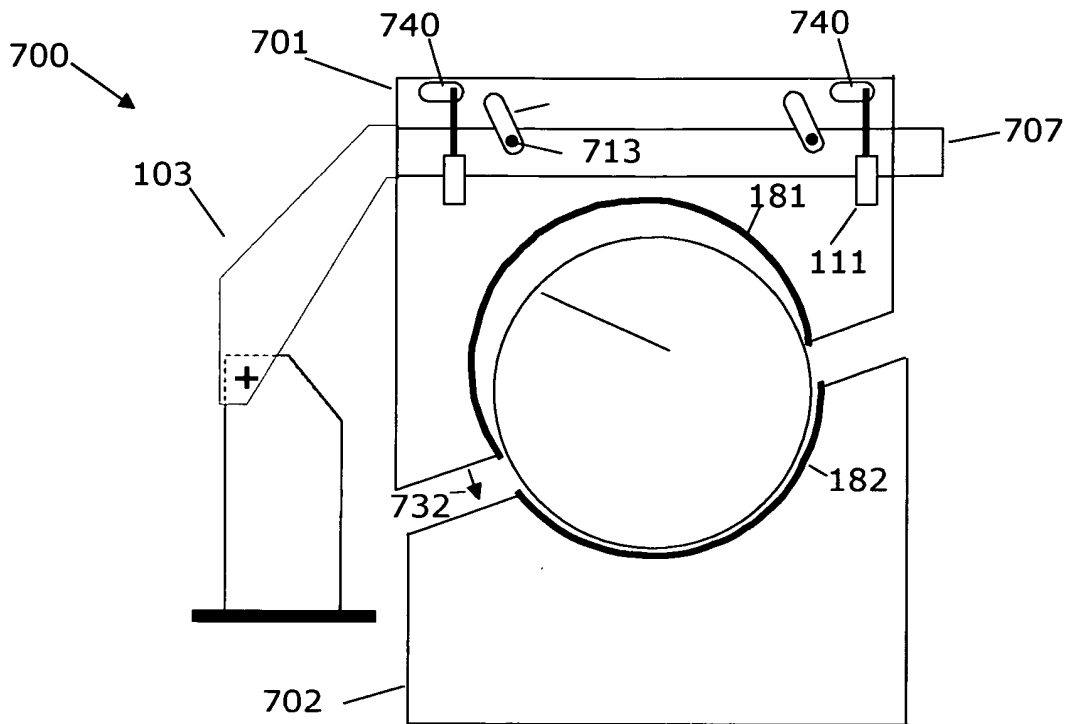


Fig. 7A

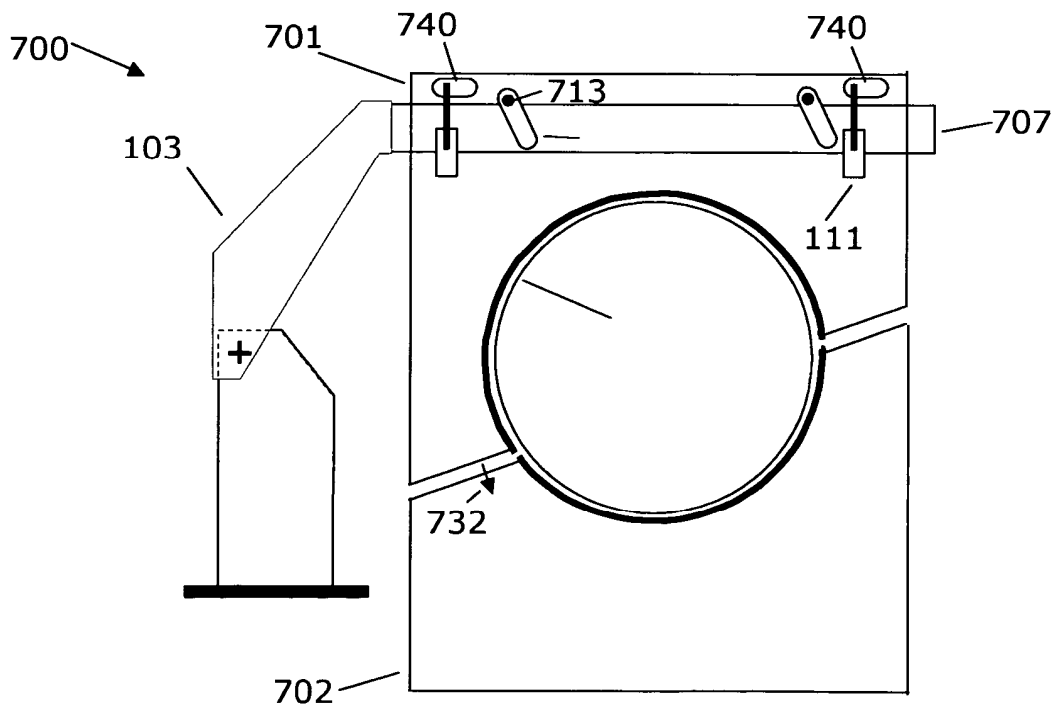


Fig. 7B

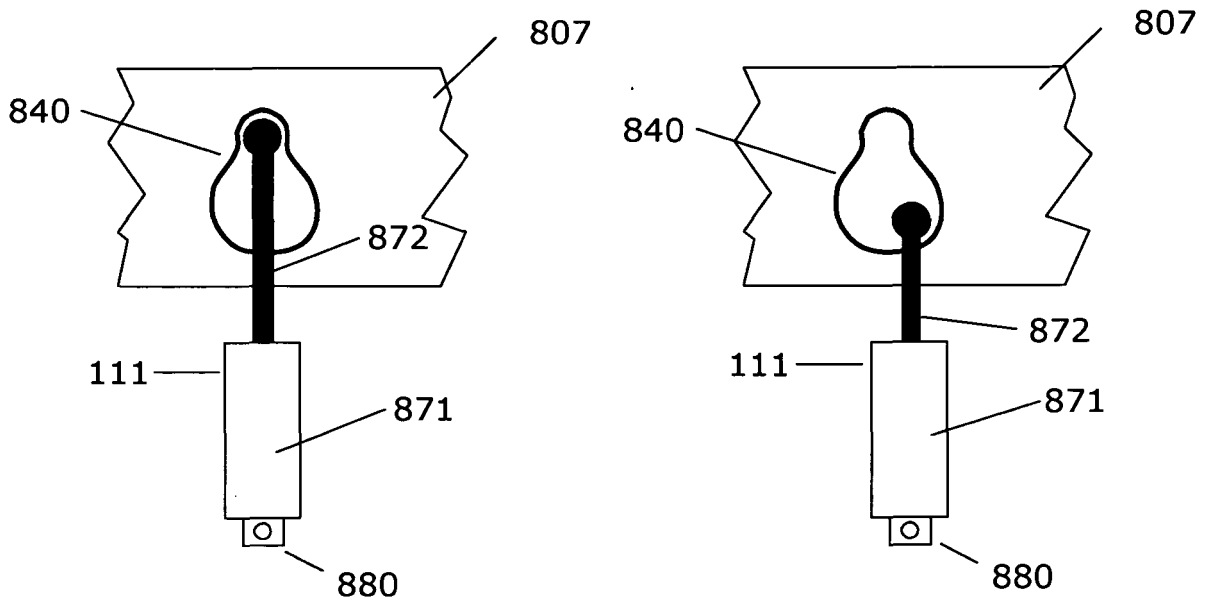


Fig. 8A

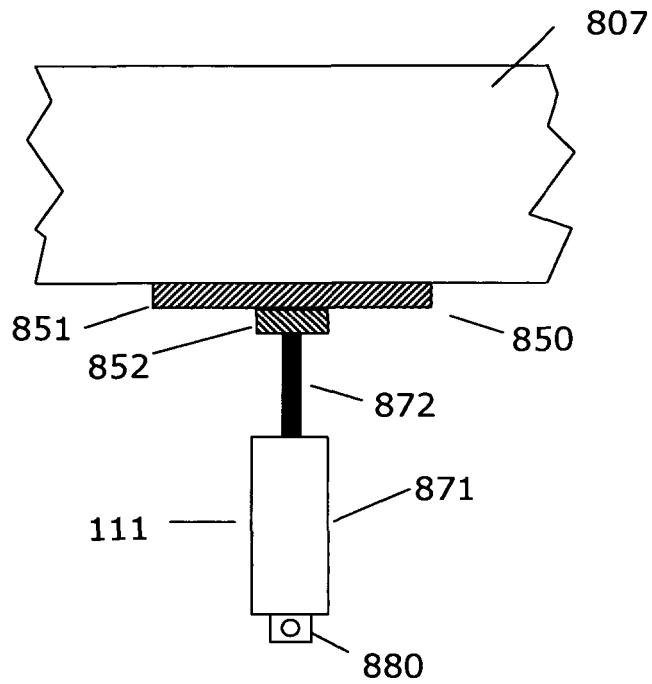


Fig. 8B