(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 696 549**

(51) Int. Cl.:
B29C 33/30 (2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **29.11.2011** **E 11009446 (3)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **17.10.2018** **EP 2457707**

(54) Título: **Dispositivo de regulación de las deformaciones del lecho de un molde de geometría aerodinámica y método de moldeo con dicho dispositivo**

(30) Prioridad:

30.11.2010 ES 201001526

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
16.01.2019

(73) Titular/es:

GAMESA INNOVATION & TECHNOLOGY, S.L. (100.0%)
Avenida Ciudad de la Innovación 9-11
31621 Sarriguren, Navarra, ES

(72) Inventor/es:

SANZ PASCUAL, ENEKO;
PAGOLA DIVASSON, RAQUEL;
IRIARTE ELETA, JAVIER;
FUERTES THOMAS, JUAN JOSÉ y
AROCENA DE LA RÚA, ION

ES 2 696 549 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 regulación de las deformaciones del lecho de un molde de geometría aerodinámica y método de moldeo con dicho dispositivo.

Objeto de la invención

La presente invención está relacionada con la fabricación de piezas de material compuesto mediante moldes también de materiales compuestos y más concretamente con un dispositivo de regulación que permite corregir las deformaciones que se producen tras un ciclo de curado en el lecho de un molde de material compuesto, minimizando los errores de perfil del producto obtenido del molde. Asimismo, la invención está relacionada con el método de moldeo de piezas con el dispositivo de regulación de la invención.

Antecedentes de la invención

Durante la fabricación de un molde de material compuesto, el material se somete a un pre-curado y a un post-curado final, constituyendo ambos ciclo térmico a alta temperatura que permite la polimerización de la resina alcanzando las propiedades mecánicas requeridas en el molde.

Posteriormente, en la fabricación de piezas de material compuesto con dicho molde, es característico sufrir los fenómenos derivados de la dilatación y contracción del material, los cuales son conocidos como: Spring - back (recuperación elástica del material) y Chemical Shrinkage (aumento de la densidad del material durante el curado).

Estos efectos provocados por los ciclos térmicos originan deformaciones geométricas permanentes en el lecho de los moldes que posteriormente se trasladan a los productos fabricados sobre el molde.

Estos efectos se intensifican conforme aumenta la superficie y complejidad geométrica de los moldes (doble curvatura y ángulos acusados).

La falta de repetitividad en el comportamiento de piezas de grandes dimensiones hace inviable corregir estas deformaciones mediante un factor geométrico aplicable a la geometría del modelo del que se obtiene el molde. Por lo que se intenta reducir este efecto por otras vías, cuyo objetivo es evitar que el modelo del molde altere la geometría de la pieza fabricada sobre el molde.

Algunas de estas soluciones se basan en laminar el lecho del molde mediante una laminación compuesta por telas de fibra de vidrio entrelazadas y preimpregnadas con bajo contenido en resina y siguiendo una secuencia de laminación equilibrada (en % de fibra) y simétrica en orientación de la fibra. Igualmente, para reducir estas deformaciones los moldes se fabrican sobre modelos de igual o similar coeficiente de dilatación térmica (CTE). Sin embargo, estas soluciones no logran evitar del todo dichas desviaciones.

En este sentido, US2003/0091679 A1 del mismo solicitante que la presente invención, se sabe que aborda este problema y que describe la fabricación de un molde de conchas de pala de aerogenerador, formado por dos partes; una superior y otra inferior, unidos entre sí mediante un mecanismo de volteo que permite alcanzar todas las posiciones necesarias para la fabricación de una pala. Cada parte del molde, semi-molde, está compuesta por un lecho o cama de material compuesto que descansa sobre una estructura arriostrada a unas costillas distribuidas a lo largo del lecho.

El lecho es la parte que aporta al producto final su geometría aerodinámica y sirve de base para su fabricación. En la Patente citada, dicho lecho está formado por una estructura sándwich con pieles de material compuesto (pre-impregnados) y un núcleo de nido de abeja de aluminio que funciona como una cámara térmica, mediante la introducción de aire caliente a través de unos conductos colocados a lo largo del lecho.

Los conductos se acoplan a la superficie del lecho mediante unas costillas que, mediante unos patines unidos a un sistema de volteo y unas rotulas en las patas de la estructura del molde, tratan de absorber las desviaciones del molde.

Sin embargo, una vez se han producido las deformaciones antes mencionadas en el lecho, éstas no se pueden corregir con las costillas mencionadas en la patente y las deformaciones pueden llegar a superar las tolerancias superficiales requeridas en el lecho del molde así como en el producto final obtenido.

Se conocen otras soluciones del Estado de la técnica que tratan de solventar las deformaciones del lecho del molde, concretamente la solicitud de patente internacional WO2010103493. Describe una solución de molde que incorpora un tubo laminado longitudinalmente junto con unos actuadores colocados en diversas secciones en sentido perpendicular a la superficie del molde. Dichas secciones a su vez están reforzadas por una costilla que une los diferentes actuadores en una misma sección. Sin embargo, esta solución obtiene una elevada la rigidez longitudinal y una poca rigidez transversal, por lo que el ajuste o corrección de la sección del molde se realiza en la dirección longitudinal. Por otro lado, esta solución no dispone de un sistema de dilatación, por lo que, no solo no soluciona los problemas anteriormente citados, sino que únicamente es aplicable en moldes de baja temperatura para palas de infusión.

Descripción de la invención

La presente invención está relacionada con un dispositivo de regulación que se adapta al perfil aerodinámico de un lecho de un molde de material compuesto compensando las desviaciones geométricas originadas en el lecho del molde.

Es un objeto de la invención integrar en un mismo elemento el dispositivo de regulación y las costillas rigidizantes del molde de material compuesto.

Es otro objeto de la invención que cada dispositivo de regulación actúe sobre la rigidez transversal de la costilla, de manera que las cargas sean transmitidas por la costilla curvando la sección del lecho del molde según una estrategia definida.

Es otro objeto de la invención que cada dispositivo regulador esté compuesto por varios puntos de actuación accionados manualmente, siendo el número de puntos de actuación mayor cuanto mayor sea la anchura del molde, y permitiendo abarcar la totalidad de la superficie de la sección transversal del lecho del molde.

Es otro objeto de la invención que las costillas determinen unas aberturas en las que se integren los puntos de actuación, que apliquen fuerzas en una dirección tangente a la superficie del lecho y que modifiquen la curvatura de la propia costilla y en consecuencia la curvatura de la sección del lecho del molde. Es otro objeto de la invención que las costillas de la invención actúen a modo de rótulas sobre el lecho del molde.

Es otro objeto de la invención un método que, para la disposición de las costillas rigidizantes, tenga en cuenta no solo la estabilidad del propio lecho sino el alcance de actuación del sistema de regulación de las costillas de cara a reducir el número de actuadores por sección de molde.

Es otro objeto de la invención un método de moldeo de una pieza en el que las costillas actúen como elemento estructural rígido y permanente una vez corregidas las deformaciones del lecho del molde y habiendo fijado el sistema de regulación. La invención proporciona un dispositivo de acuerdo con la reivindicación independiente 1 y un método de acuerdo con la reivindicación independiente 9.

Otras realizaciones se definen en las reivindicaciones dependientes.

Estos y otros aspectos de la invención se describirán de una forma más detallada con ayuda de los dibujos que se describen a continuación.

Breve descripción de los dibujos

La figura 1 muestra una sección esquemática de un molde de conchas provisto de una costilla convencional.

La figura 2 muestra de forma esquemática una costilla provista de un sistema de regulación según la invención.

La figura 3 es una vista esquemática del sistema de regulación según la invención.

Las figuras 4A y 4B muestran una vista en perspectiva del actuador del sistema de regulación según la invención.

La figura 5 muestra una vista en perspectiva del proceso de colocación de las costillas, según la invención.

Descripción de una realización preferencial

En la fabricación de las palas de aerogeneradores se emplean moldes de conchas formados por dos semi-moldes, superior e inferior, unidos mediante un mecanismo de volteo que permite alcanzar cualquier posición necesaria para la fabricación de la pala. Cada semi-molde comprende un lecho (1) o cama de material compuesto que descansa sobre una estructura arriostrada (3) a unas costillas (2) que se distribuyen a lo largo de todo el lecho (1). Las costillas (2) confieren rigidez transversal al lecho (1) proporcionando su estabilidad geométrica y permiten introducir en el interior del molde los conductos (no representados) por los que circula el aire que es introducido al lecho (1), recorriendo el perfil aerodinámico de la pala.

En la figura 1 se muestra una costilla (2) rigidizante convencional que sigue la geometría del lecho (1) de material compuesto de un semi-molde y se une a él mediante unión adhesiva y una laminación húmeda. Sobre dicha costilla (2) convencional se apoya una celosía (3) metálica que se une mediante unas deslizaderas (4).

Sin embargo, las costillas (2) rigidizantes convencionales no aportan la suficiente rigidez como para evitar las deformaciones geométricas que, con motivo de los fenómenos derivados de la dilatación y contracción de los materiales, aparecen en el lecho (1) del molde y que se trasladan a la pala fabricada sobre el lecho (1).

La presente invención comprende un sistema de regulación que determina la distribución de una serie de costillas (20) de material metálico, a lo largo y completamente apoyadas sobre la superficie del lecho del semimolde donde se encuentran laminadas o adheridas, y que integran unos actuadores (21), que permiten corregir o minimizar las desviaciones geométricas originadas en el lecho (10) del semi-molde (ver figura 5).

Cada costilla (20) está compuesta por varios actuadores (21) que se accionan manualmente y que se integran en unas divisiones de la costilla (20) permitiendo modificar el perfil del lecho (10) del semi-molde mediante un cambio de la curvatura (ver figura 3).

Para ello, se prevé la incorporación de tantos elementos (21) de actuación como sean necesarios en función del perfil aerodinámico del molde. Es decir, cuanto mayor sea la anchura del molde, mayor número de actuadores (21) se deberán colocar.

Tal y como se muestra en la figura 2, cada actuador (21) genera una fuerza (F) entre las distintas partes de la costilla (20) en las que se encuentra integrado. Dicha fuerza (F) aplicada es apropiada en un momento (M) en la zona de unión de la costilla (20) al lecho (10). El actuador (21) genera una curvatura (c) en el lecho (10) proporcional al momento (M) aplicado.

Para que la variación de la curvatura (c) sea gradual y no se refleje en el lecho (10) del perfil, el recorte (22) realizado en la costilla (20) sigue una curvatura que permite el control de la curvatura de la costilla (20) y que los debilitamientos controlados en la sección de las costillas (20) actúen como rótulas.

El actuador (21), tal y como se muestra en las figuras 4A y 4B, es de tipo tensor y está formado por una conexión (23) en U que transmite las cargas entre las zonas de corte (22) de la costilla (20).

En la presente realización, el actuador (21) presenta dos tornillos (24) de actuación con rosca a derecha e izquierda para mayor control de la curvatura (c) de la costilla (20), insertados en unos orificios practicados en las zonas de corte (22) de la costilla (20) y fijados mediante unos elementos de bloqueo exteriores (27), así como arandelas para permitir la inclinación de las paredes de la costilla (20). Cada uno de los tornillos (24) dispone de unas tuercas de bloqueo (25) y una zona de actuación (26) para separar los elementos de bloqueo exterior (27) hacia una distancia deseada en función de la relación de paso del tornillo de actuación (24).

La invención, comprende a su vez, un método de moldeo con un dispositivo de regulación según la invención que comprende los siguientes pasos:

- colocar las costillas (20) provistas de actuadores (21) a lo largo de todo el lecho del semi-molde en posición perpendicular a la sección del lecho (10) del semi-molde con los actuadores tensados, dotando rigidez al conjunto

- pegar o laminar las costillas sobre el lecho del molde y continuar con el proceso de refabricación del molde

- una vez realizado el postcurado del molde, medir la superficie del mismo y obtener las desviaciones del lecho (10)

- accionar los actuadores (21) de cada costilla (20), realizando movimientos de apertura o cierre para corregir las deformaciones o desviaciones detectadas en el lecho (10).

- proceder al moldeo de la pala

La medición de las desviaciones del lecho (10) se realiza por medios convencionales, como por ejemplo un Láser de seguimiento, haciendo un barrido de las secciones del molde a lo largo de toda la superficie y es el mejor método para determinar las desviaciones existentes.

Aunque la presente invención se ha descrito enteramente en conexión con realizaciones preferidas, es evidente que se pueden introducir aquellas modificaciones dentro de su alcance, como se define por el contenido de las siguientes reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo de regulación de las deformaciones del lecho de un molde de geometría aerodinámica compuesto por dos semi-moldes y que incorpora unas costillas rigidizantes distribuidas a lo largo del lecho de cada semimolde, dichas una costillas (20) rigidizantes fijadas sobre la superficie del lecho (10) de un molde y cada costilla (20) rigidizante integra al menos un actuador (21) dicho único actuador (21) permitiendo modificar el perfil del lecho (10) del molde absorbiendo las desviaciones existentes en el mismo derivadas del proceso de curado, caracterizado porque cada actuador (21) comprende una conexión (23) en U que transmite las cargas entre las zonas de corte (22) de la costilla (20).

2. Dispositivo de regulación de las deformaciones del lecho, según la primera reivindicación, caracterizado porque cada costilla (20) ridigizante se coloca en posición perpendicular a la sección del lecho (10) del semi-molde y se une mediante adhesivo o laminación húmeda a la superficie del lecho del semi-molde.

3. Dispositivo de regulación de las deformaciones del lecho según la primera reivindicación, caracterizado porque cada costilla (20) rigidizante comprende al menos un actuador (21) de accionamiento manual integrado en al menos una zona de corte (22) de su estructura.

4. Dispositivo de regulación de las deformaciones del lecho, según la primera reivindicación, caracterizado porque cada actuador (21), al ser accionado, genera una fuerza (F) entre las distintas partes de la costilla (20) en las que se encuentra integrado que se convierte en un momento (M) en la superficie de unión de la costilla (20) al lecho (10) y genera una curvatura (c) en el lecho (10) proporcional al momento (M) aplicado.

5. Dispositivo de regulación de las deformaciones según la reivindicación 1, caracterizado porque cada actuador (21) presenta dos tornillos (24) de actuación con rosca a derecha e izquierda para mayor control de la curvatura (c) de la costilla (20) y arandelas que permiten la inclinación de las paredes de la costilla (20).

6. Dispositivo de regulación de las deformaciones del lecho, según la reivindicación 5, caracterizado porque cada tornillo (24) de actuación está insertado en unos orificios practicados en las zonas de corte (22) de la costilla (20) y fijado mediante unos elementos de bloqueo exteriores (27).

7. Dispositivo de regulación de las deformaciones del lecho de un molde de geometría aerodinámica, según la sexta reivindicación, caracterizado porque cada uno de los tornillos (24) dispone de unas tuercas de bloqueo (25) y una zona de actuación (26) para separar los elementos de un elemento de bloqueo exterior (27) hacia una distancia deseada en función de la relación de paso del tornillo de actuación (24).

8. Dispositivo de regulación de las deformaciones del lecho de un molde de geometría aerodinámica, según la primera reivindicación, caracterizado porque las costillas (20) son de material metálico.

9. Método de moldeo con un dispositivo de regulación como el descrito en la primera reivindicación, caracterizado porque comprende los pasos de:

- colocar las costillas (20) provistas de actuadores (21) a lo largo de todo el lecho del semi-molde en posición perpendicular a la sección del lecho (10) del semi-molde con los actuadores tensados, dotando rigidez al conjunto

- pegar o laminar las costillas sobre el lecho del molde y continuar con el proceso de fabricación del molde
- una vez realizado el postcurado del molde, medir la superficie del mismo y obtener las desviaciones del lecho (10)
- accionar los actuadores (21) de cada costilla (20) realizando movimientos de apertura o cierre para corregir las deformaciones o desviaciones detectadas en el lecho (10)
- proceder al moldeo de la pala.

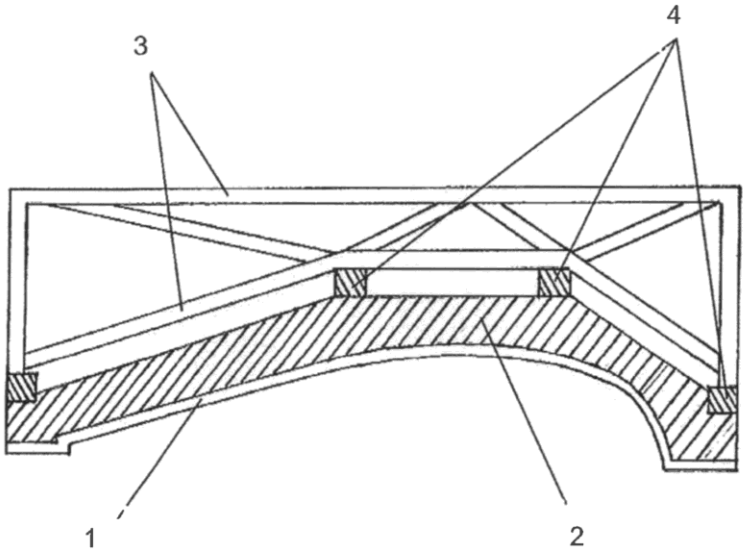

Fig. 1

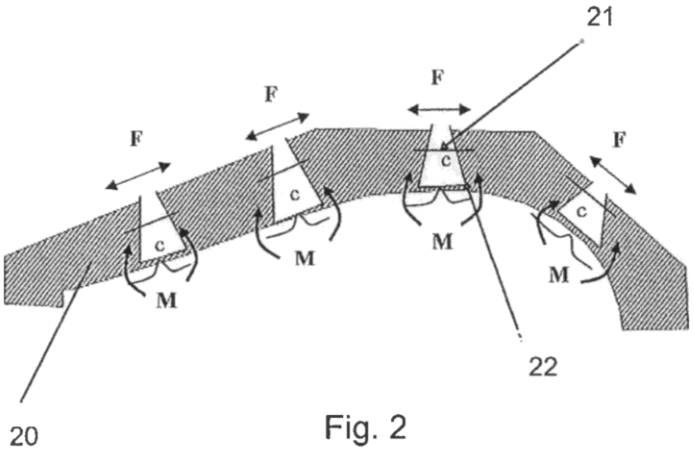

Fig. 2

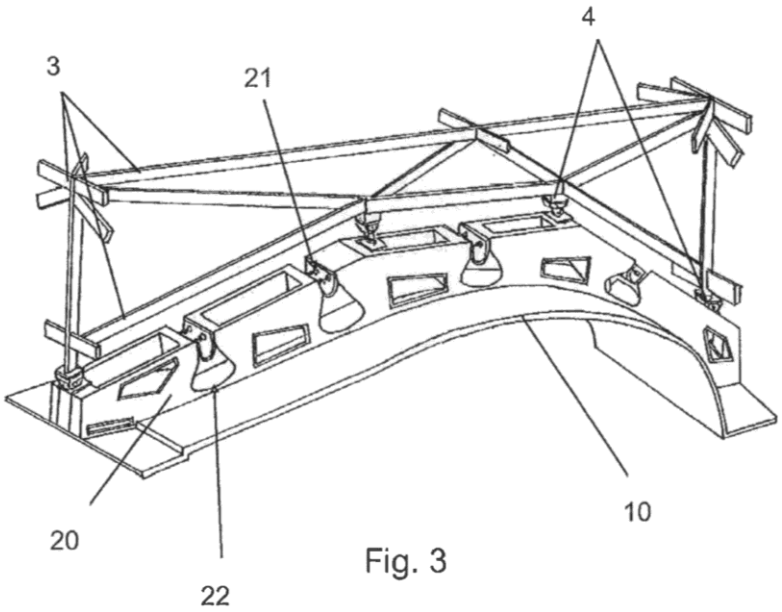

Fig. 3

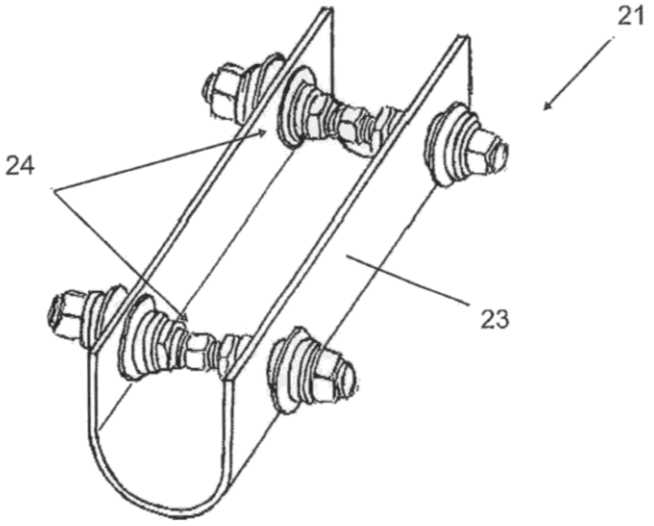

Fig. 4A

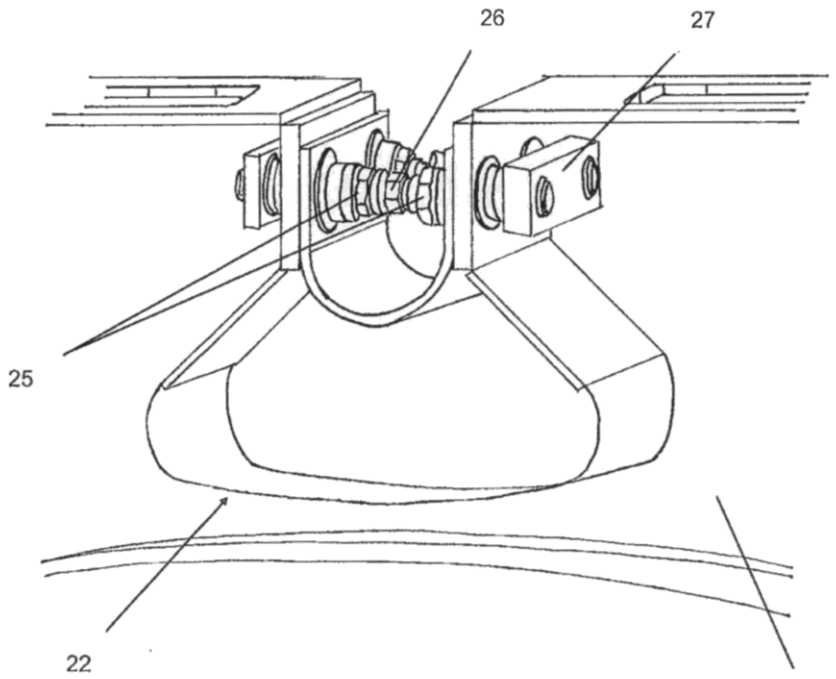

Fig. 4B

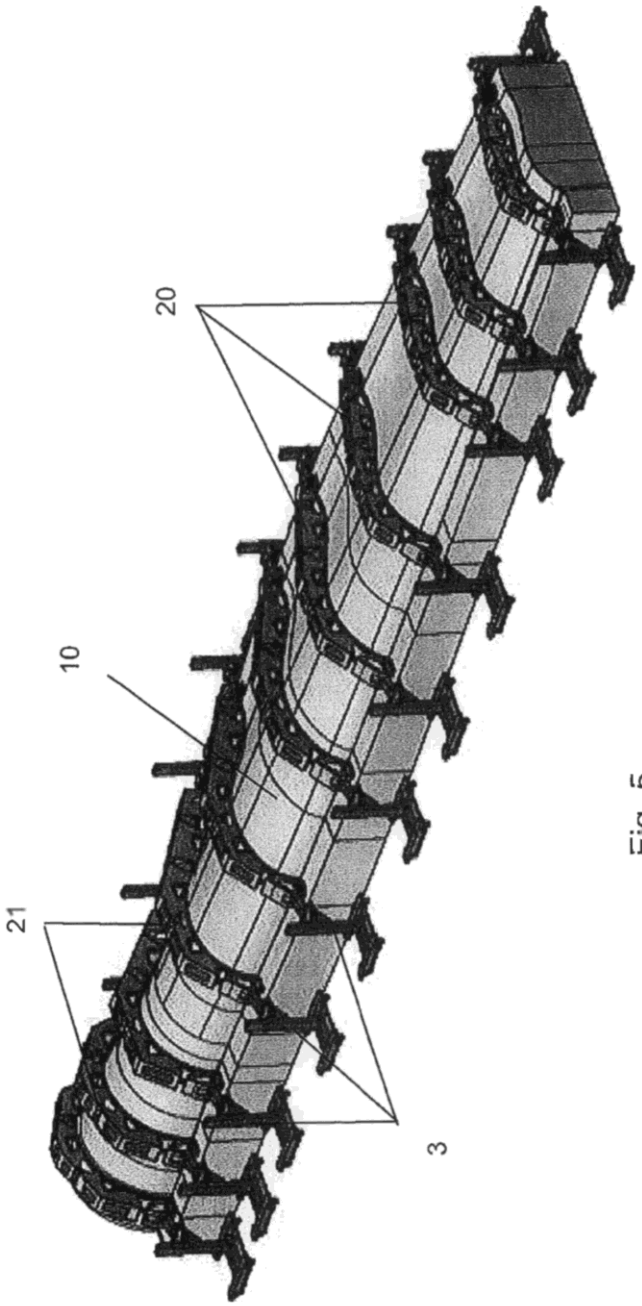

Fig. 5