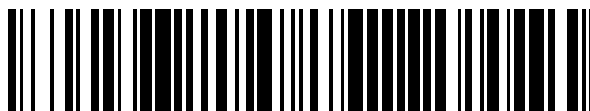


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 688 077**

51 Int. Cl.:

**B29C 70/38** (2006.01)

**B29D 99/00** (2010.01)

**B29C 70/48** (2006.01)

**F03D 1/06** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **05.03.2010 E 12196704 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **20.06.2018 EP 2572867**

54 Título: **Método y línea de fabricación para fabricar palas de aerogenerador**

30 Prioridad:

**06.03.2009 EP 09154539**

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

**30.10.2018**

73 Titular/es:

**LM Wind Power International Technology II ApS  
(100.0%)  
Jupitervej 6  
6000 Kolding, DK**

72 Inventor/es:

**VAN DER ZEE, JACOBUS;  
BØRSTING, DENNIS ANDRÉ y  
ZHOU, QINYIN**

74 Agente/Representante:

**CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel**

ES 2 688 077 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

Método y línea de fabricación para fabricar palas de aerogenerador

Campo de la técnica

5 La presente invención se refiere a un método para fabricar palas de aerogenerador que tienen una estructura de concha de material compuesto que comprende un material matriz y un material de fibras de refuerzo mediante la utilización de un proceso de moldeo por transferencia de resina. La invención también se refiere a una línea de fabricación para la fabricación de palas de generador que tienen una estructura de concha de material compuesto que comprende un material matriz y un material de fibras de refuerzo mediante la utilización de un proceso de moldeo por transferencia de resina.

10 Estado de la técnica

Es conocido fabricar palas de aerogenerador utilizando métodos de fabricación orientados a proyectos, por ejemplo, donde cada una de las palas de aerogenerador son moldeadas y ensambladas en el mismo taller, tras lo cual la pala de aerogenerador, opcionalmente, es llevada a otro taller, habitualmente un taller de acabado, donde la pala de aerogenerador es cortada, recortada, pintada y los accesorios finales son montados en la pala de aerogenerador.  
 15 Las palas de aerogenerador son, a menudo, fabricadas en polímero con fibras de refuerzo y son normalmente fabricadas como partes de una concha en moldes, donde la cara superior y la cara inferior del perfil de la pala (habitualmente la cara de presión y la cara de succión, respectivamente) son fabricadas de forma separada disponiendo esterillas de fibra de vidrio en cada una de las dos partes del molde e inyectando una resina líquida, la cual posteriormente es curada. Posteriormente, las dos mitades son pegadas entre sí, a menudo, por medio de piezas de pestañas internas. El pegamento es aplicado a la cara interior de la mitad inferior de la pala antes de que la mitad superior de la pala sea bajada sobre ella o viceversa. De forma adicional, uno o dos perfiles de refuerzo (vigas) son a menudo fijadas al interior de la mitad inferior de la pala antes del pegado a la mitad superior de la pala.

25 Las partes de concha de la pala de aerogenerador son habitualmente fabricadas como estructuras de fibras de material compuesto, por medio de VARTM (moldeo por transferencia resina con ayuda del vacío), donde el polímero líquido, también denominado resina, es llenado dentro de una cavidad de un molde, en la cual se ha insertado previamente el material de fibras de refuerzo, y en donde se ha generado un vacío dentro de la cavidad del molde, atrayendo así al polímero. El polímero puede ser plástico termoendurecido o termoplástico.

30 La infusión en vacío o VARTM es un proceso utilizado para moldear moldes de fibra de material compuesto, donde las fibras uniformemente distribuidas son dispuestas en una de las partes del molde, siendo dicha fibras en forma de mechas, es decir, manojos de cintas de fibra, cintas de mechas o esterillas, las cuales son esterillas de fieltro hechas de fibras individuales o esterillas tejidas hechas de mechas de fibra. La segunda parte del molde está, a menudo, hecha de una bolsa resistente al vacío y está colocada posteriormente sobre la parte superior del material de fibras de refuerzo. Al generar el vacío, habitualmente el 80 a 90% del vacío total, en la cavidad del molde entre la cara interna de la parte del molde y la bolsa de vacío, se puede atraer al polímero líquido y llenar la cavidad del molde con el material de fibras de refuerzo contenido en ella. Se utilizan las denominadas capas de distribución o tubos de distribución, llamadas también canales de entrada, entre la bolsa de vacío y el material de fibras de refuerzo, con el fin de obtener una distribución tan válida y eficiente como sea posible. En la mayoría de los casos, el polímero aplicado es poliéster o epoxi, y el refuerzo de fibra esta muy a menudo basado en fibras de vidrio y/o fibras de carbono.

40 Es comúnmente conocido que los moldes para fabricar artículos de gran tamaño, tales como las palas de un aerogenerador, pueden consistir en dos partes del molde, las cuales están cerradas con respecto a una línea de abatimiento longitudinal, donde los abatimientos son pasivos, es decir, se emplea una grúa para elevar una de las partes del molde con respecto a la línea de abatimiento para el cierre y la apertura del molde. Cuando se fabrican palas de aerogenerador, el molde está cerrado para pegar entre sí las dos mitades de la concha de la pala, siendo producidas dichas mitades de la concha en partes del molde separadas. De forma alternativa, las palas generador pueden ser fabricadas como se describe en EP 1 310 351, de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1.

50 Sin embargo, como la demanda de aerogeneradores está creciendo rápidamente se ha encontrado un aumento en la dificultad de escalar el método convencional de fabricación orientado a proyectos para acomodarlo a la demanda, por varias razones como las que se relacionan a continuación: en primer lugar, el método de fabricación orientado a proyectos requiere que todos los materiales necesarios para la fabricación de una pala de aerogenerador, por ejemplo, materiales de resina y fibras de refuerzo, tengan que ser transportados a cada taller, lo cual es exigente desde el punto de vista logístico. En segundo lugar, cada taller tiene que estar equipado con herramientas y equipo necesarios para cada etapa simple de fabricación en el proceso, lo cual produce una sobrecarga de recursos. De forma adicional, el método convencional de fabricación orientado a proyectos requiere un molde en cada taller, lo cual es caro, dado que la producción y mantenimiento de los moldes consume tiempo y por tanto son caros.  
 55 Además, el método convencional de fabricación orientado a proyectos ocupa mucho espacio y dado que los trabajadores de cada taller tienen que realizar varias etapas de fabricación, hay un riesgo de que la calidad de las palas del aerogenerador fabricadas pueda sufrir.

El documento EP 2 014 449 A divulga una herramienta y un método para producir partes anchas de material compuesto por medio de colocación, corte y conformado en caliente. La herramienta comprende dos mesas idénticas y un pórtico con cabezales de herramienta para operar en ambas mesas. Cada mesa esta provista de una membrana flexible sobre la cual se coloca y se corta el material fibroso. Posteriormente, se forman las partes en el proceso de conformado en caliente en donde una herramienta, que incluye una membrana de conformado flexible, deforma el material fibroso bajo la influencia del calor suministrado por los medios de calentamiento. De acuerdo con la descripción de EP 2 014 449 A es una característica importante del dispositivo que tenga la habilidad de laminar, cortar y conformar los materiales compuestos estratificados por medio de calor "in situ". Sin embargo, dicho proceso de conformado en caliente que emplea una herramienta de conformado de membrana flexible y el uso de medios para calentar la pieza de trabajo a altas temperaturas tal y como se requiere para el conformado en caliente, son incompatibles con la producción de palas de aerogenerador de alta precisión mediante el uso de un proceso de moldeo por transferencia de resina.

Es por tanto un objeto de la invención obtener un nuevo método y línea de fabricación para fabricar palas de aerogenerador, el cual resuelva o mejore al menos una de las desventajas del estado de la técnica o que proporcione una alternativa útil.

#### Divulgación de la invención

El objeto de la invención se obtiene mediante un método que comprende una línea de fabricación, donde las palas de aerogeneradores se forman en un número de moldes, comprendiendo cada uno del número de moldes al menos una primera parte de molde que comprende una primera cavidad de molde, la línea de fabricación comprende además un medio de pórtico movable a lo largo de la línea de fabricación, en donde el método comprende las siguientes etapas: a) disponer material de refuerzo de fibra en la primera cavidad de molde de un primer molde utilizando los medios de pórtico, b) mover los medios de pórtico a lo largo de la línea de fabricación a un segundo molde, c) suministrar material de matriz curable a la primera cavidad de molde del primer molde, mientras se arregla substancialmente de manera simultánea el material de refuerzo de fibra en la primera cavidad de molde de un segundo molde usando los medios de pórtico. Por lo tanto, se proporciona un método en el que se pueden fabricar palas de aerogenerador empleando menores recursos, por ejemplo, moldes y herramientas, o, de forma alternativa, aumenta el rendimiento dado que el método aumenta el número de palas de aerogenerador fabricadas por unidad de tiempo, en comparación con los métodos convencionales de fabricación orientados a proyectos. Como ejemplo, el método puede, en una configuración con tres moldes y unos medios de pórtico, aumentar el rendimiento de 3 a 6 pala de aerogenerador cada 24 horas. Dado que los medios de pórtico son móviles con respecto a los distintos moldes, el método además permite que los medios de pórtico puedan estar equipados con equipo avanzado y especializado que está dedicado a la etapa de fabricación, es decir, colocar el material de fibras de refuerzo, que se lleva a cabo mediante los medios de pórtico, dado que el método reduce el número de pórticos requerido. Sin embargo, el método también trabajará con varios pórticos, como 2, 3, 4 o 5, pero no será eficiente en costes. De forma alternativa o adicionalmente, los medios de pórtico pueden ser manejados con trabajadores especializados que estén cualificados y entrenados en operaciones de fabricación llevadas a cabo en los medios de pórtico. Sin embargo, los medios de pórtico pueden estar también automatizados, por ejemplo, utilizando robots, de manera que se necesiten el menor número de trabajadores. La automatización también se prevé que mejore de forma adicional la calidad de la fabricación de las palas de aerogenerador.

El material matriz curable suministrado es habitualmente infundido y es, de forma preferente, una resina, como poliéster, viniléster o epoxi. El material matriz es inyectado mediante el uso de moldeo por transferencia de resina (RTM), en donde un diferencial de presión positiva se emplea para inyectar la resina dentro de la cavidad del molde, o mediante el empleo de moldeo por transferencia resina con ayuda del vacío (VARTM), en donde se forma una presión negativa en la cavidad del molde, atrayendo así el polímero líquido dentro de la cavidad del molde.

La línea de fabricación puede comprender también varias estaciones de trabajo en relación con el número de moldes. Al menos una estación de trabajo esta dispuesta en cada uno de los distintos moldes y las distintas estaciones de trabajo están, de forma preferente, equipadas con herramientas y equipo para realizar el TRM y/o VARTM y para cerrar los moldes y ensamblar las alas dentro de la pala del aerogenerador. El número de moldes es fijo en relación con la línea de fabricación, pero las primeras partes del molde y/o las segundas partes del molde de cada uno de los distintos moldes son operativas, de manera que pueden ser ensambladas y formar un conjunto de molde cerrado.

La disposición del material de fibras de refuerzo en las cavidades del primer molde de cada uno de los distintos moldes, de forma preferente, es llevada a cabo, únicamente, mediante la utilización de medios de pórtico, mientras que las etapas de fabricación necesarias restantes son llevadas a cabo en cada una de las estaciones de trabajo dispuestas en cada uno de los distintos moldes.

Los distintos moldes están dispuestos preferiblemente en prolongación de unos con respecto a otros, a lo largo de la línea de fabricación, de forma preferible, de tal manera que formen una línea de fabricación sustancialmente recta y el número de moldes se coloca aún más preferiblemente en prolongación longitudinal entre sí, sin embargo, el método también puede realizarse con los moldes que tienen una orientación oblicua o incluso transversal en relación con la línea de fabricación.

- De acuerdo con un primer modo de realización, el método además comprende las siguientes etapas: d) mover los medios de pórtico a lo largo de la línea de fabricación a un tercer molde; e) suministrar un material matriz curable dentro de la primera cavidad del molde del segundo molde mientras que de forma sustancialmente simultánea se dispone el material de fibras de refuerzo en una primera cavidad del molde del tercer molde, utilizando los medios de pórtico. De este modo, sólo son necesarios a la vez unos simples medios de pórtico para colocar el material de fibras de refuerzo, dado que sólo un molde a la vez tiene que llevar a cabo esta etapa de fabricación, debido a las etapas de fabricación secuenciales, de acuerdo con la invención. Los medios de pórtico, que son móviles a lo largo de la línea de fabricación, pueden moverse en pocos minutos, por ejemplo, 1, 2 o 3 minutos, entre cada uno de los distintos moldes, por tanto empleando un tiempo de transporte mínimo.
- En otro modo de realización, el primer molde comprende al menos una primera parte del molde y una segunda parte del molde, las cuales pueden ser ensambladas para formar un conjunto de molde cerrado, comprendiendo cada parte del molde una cavidad de molde. Por tanto, cada parte del molde puede ser utilizada para formar partes de conchas separadas de la pala de aerogenerador. Las partes de concha son habitualmente constituidas como una parte inferior, por ejemplo, un lado de succión, de la pala, y una parte superior, por ejemplo, un lado de presión, de la pala. Las partes de concha son después adheridas una a la otra, por ejemplo, pegando los bordes situados en el borde anterior y el borde posterior de la pala del aerogenerador acabada. Por tanto, el molde comprende una superficie de moldeo, la cual define una parte de la cara externa de la pala acabada. La cavidad del molde de cada parte del molde puede ser conformada sellando una bolsa de vacío a la parte del molde. Una fuente de vacío se puede acoplar a la cavidad del molde para que la cavidad del molde pueda ser evacuada antes de inyectar el material matriz líquido.
- Cada uno de los distintos moldes puede tener una primera parte del molde y una segunda parte del molde, las cuales pueden ser ensambladas, por parejas, para conformar un conjunto de molde cerrado, por ejemplo, sellando las bolsas de vacío a las respectivas partes del molde. Cada una de las partes del molde de cada uno de los distintos moldes comprende una cavidad de molde.
- En otro modo de realización, el método además comprende las etapas de: cerrar el segundo molde y suministrar el material matriz curable dentro de la primera cavidad de molde del tercer molde, de forma sustancialmente simultánea a la etapa a), y/o cerrar el tercer molde de forma sustancialmente simultánea a la etapa c) y/o cerrar el primer molde de forma sustancialmente simultánea a la etapa e), y/o mover los medios de pórtico a lo largo de la línea de fabricación hasta el primer molde. Por lo tanto, el método proporciona una línea de fabricación continua. El método es particularmente eficiente, si el tiempo que se tarda en realizar una tapa de fabricación a un grupo de etapas de fabricación, realizadas en cada uno de los moldes, es similar y por tanto equilibrado, de manera que cada molde es utilizado efectivamente y además los medios de pórtico pueden estar continuamente activos. Por lo tanto, en los casos en los que el tiempo que tarda en realizarse una etapa de fabricación o un grupo de etapas de fabricación es significativamente diferente, se pueden añadir moldes adicionales a la línea de fabricación, de manera que se establece una zona de reserva o se equilibra el tiempo. En un modo de realización preferido, la línea de moldeo comprende tres moldes y unos medios de pórtico. En otro modo de realización preferido, los medios de pórticos colocan el material de fibras de refuerzo en cada uno de los distintos moldes en 12 horas. En todavía otro modo de realización preferido, las etapas b) y d) son cada una realizadas en 15 minutos y en todavía otro modo de realización las etapas a) y c) son cada una realizadas en 1 o 2 horas.
- En otro modo de realización, el material de fibras de refuerzo está seco, por ejemplo, no impregnado previamente con resina, cuando se dispone en los distintos moldes mediante los medios de pórtico. Sin embargo, el método también puede realizarse con material de fibras de refuerzo impregnado previamente o una combinación de los mismos. El material de fibras de refuerzo y/o el material de fibra de refuerzo adicional que puede estar preimpregnado se dispone, de forma preferente, en moldes, de manera que se forme una estructura de refuerzo longitudinal y le proporcione una resistencia mecánica a la pala de aerogenerador fabricada.
- En otro modo de realización, cada uno de los distintos moldes esta dispuesto con al menos una estación de trabajo para suministrar el material matriz curable y/o para cerrar el molde. Por lo tanto, el método permite que cada uno de los distintos moldes tenga una estación de trabajo separada. Las estaciones de trabajo están equipadas con herramientas y equipo para realizar las etapas de fabricación requeridas, tales como, aplicar el material matriz curable, cerrar el molde, y montar el alma dentro de la pala del aerogenerador.
- En otro modo de realización, el segundo molde está dispuesto en prolongación al primer molde y/o el tercer molde esta dispuesto en prolongación al segundo molde, de manera que los distintos moldes forman una línea de fabricación alargada y alineada. La ventaja de dicha disposición alargada es que la línea de fabricación es muy accesible. Además, al tener los moldes alineados, es muy adecuado disponer medios de pórtico comunes para los distintos moldes.
- La disposición alargada y alineada puede conseguirse de diferentes formas. Por ejemplo, se puede contemplar una alineación partida/ escalonada de los moldes, en donde los moldes están dispuestos paralelos entre si y separados unos con respecto a otros en una dirección longitudinal. En un modo de realización, los moldes están trasladados / desplazados unos con respecto a otros en una dirección y un ángulo con respecto a la dirección longitudinal. Se puede contemplar cualquier ángulo. Sin embargo, de forma ventajosa, dicho ángulo entre el eje longitudinal y la

dirección del traslado / desplazamiento paralelo es menor que 30 grados, de forma alternativa menor que 20 grados, de forma alternativa en el rango entre 15 grados y 5 grados. De forma preferente, los medios de pórtico están configurados para desplazarse / moverse a lo largo de una dirección sustancialmente paralela a la dirección del traslado / desplazamiento paralelo.

- 5 Mediante dicha alineación partida/ escalonada se puede conseguir un intercambio entre, por un lado, la anchura / espacio de los medios de pórtico requeridos, incrementando por tanto la rigidez y precisión de los medios de pórtico, y, por otro lado, reducir la longitud total de la línea de fabricación que comprende una pluralidad de moldes. Se puede encontrar un equilibrio óptimo dependiendo de la relación de aspecto entre la huella del molde y el espacio de trabajo requerido alrededor del molde. Reducir el espacio requerido de los medios de pórtico tiene la ventaja de
- 10 aumentar la rigidez del pórtico permitiendo mejorar la precisión de posicionamiento para el equipo fijado al pórtico. Por lo tanto, por ejemplo, se puede mejorar la calidad de la disposición de las fibras.

De forma preferente, el segundo molde y los siguientes distintos moldes están dispuestos en prolongación sustancialmente longitudinal al primer molde. Por tanto, la anchura de los medios de pórtico requeridos puede minimizarse con las ventajas anteriormente mencionadas.

- 15 En otro modo de realización, los medios de pórtico se mueven en la dirección longitudinal de los distintos moldes. Por lo tanto, los medios de pórtico pueden tener una anchura mínima, si los moldes tienen una anchura que es mucho más pequeña que la longitud. Por tanto, se minimiza el espacio de los medios de pórtico. Los medios de pórtico pueden ser móviles a lo largo de la línea de fabricación mediante rodillos y/o ruedas y pueden estar dispuestos sobre un raíl.
- 20 En otro modo de realización, el método además comprende distintas estaciones de producción de almas. Por lo tanto, el método también proporciona medios para producir almas para montarse dentro de la pala del aerogenerador. El número de estaciones de producción de almas es, de forma preferente, el mismo que el número de moldes, sin embargo, también puede haber menos estaciones de producción de almas que de moldes. Las herramientas y el equipo empleados en las estaciones de trabajo para suministrar material matriz curable también
- 25 pueden utilizarse para fabricar el alma. Sin embargo, las estaciones de producción de almas separadas pueden también tener equipamiento separado que no sea compartido con las distintas estaciones de trabajo.

En otro modo de realización, una estación de producción de almas se yuxtapone a cada uno de los distintos moldes en la línea de fabricación. Por lo tanto, el alma es producida en las cercanías de cada molde, en donde también se aplica el alma, lo cual acorta el tiempo de manipulación.

- 30 En otro modo de realización, el método además comprende una línea de finalización dispuesta en prolongación longitudinal a la línea de fabricación. Por lo tanto, el método proporciona un método integrado para producir palas de aerogenerador preparadas para la instalación. La línea de finalización puede comprender varias estaciones de acabado que comprenden una estación de inspección de la calidad, una estación de corte y recorte, una estación de acabado y una estación de pintado, en donde la estación de corte y recorte y la estación de pintado pueden estar
- 35 automatizadas. La línea de finalización esta dispuesta, de forma preferente, en el mismo pasillo de producción que la línea de de fabricación, por tanto se necesitan instalaciones de limpieza de aire separadas para alguna de las estaciones de acabado para mantener un ambiente de trabajo aceptable y limpio en el pasillo de producción. Se pueden emplear unos medios de grúa para transportar las palas de aerogenerador desde cada uno de los distintos moldes hasta la línea de finalización.
- 40 En otro modo de realización, las palas de aerogenerador fabricadas tienen una longitud de al menos 30 metros, o 40 metros, o 50 metros.

En otro modo de realización, el método es realizado en unas instalaciones de producción que tienen una longitud de al menos 250 metros y una anchura de al menos 30 metros.

- 45 Una línea de fabricación puede comprender una pluralidad de moldes para formar palas de aerogeneradores, comprendiendo cada uno del número de moldes al menos una primera parte de molde que comprende una primera cavidad de molde, y porque la línea de fabricación comprende además un medio de pórtico móvil a lo largo de la línea de fabricación. De este modo, se proporciona una línea de fabricación donde es posible una producción continua de palas de aerogeneradores. La línea de fabricación requiere menos recursos, por ejemplo moldes y herramientas, o, de forma alternativa, mejora el rendimiento en comparación con los métodos convencionales de
- 50 fabricación orientados a proyectos. La línea de fabricación puede, por ejemplo, en una configuración con tres moldes y unos medios de pórtico, aumentar el número de palas de aerogenerador fabricadas de 6 a 6 palas de aerogenerador cada 24 horas. La línea fabricación puede estar, adicionalmente, automatizada, lo cual se espera que mejore además el rendimiento y, adicionalmente, la calidad de las palas del generador fabricadas.

- 55 Los distintos moldes están dispuestos en prolongación longitudinal al primer molde. Por lo tanto, se requiere un espacio mínimo para los medios de pórtico dado que los moldes son alargados en la dirección longitudinal. La línea de fabricación puede además comprender una línea de finalización que comprende distintas estaciones de acabado, que comprenden una estación de inspección de la calidad, una estación de corte y recorte, una estación acabado y una estación de pintado, donde la estación de corte y recorte y la estación de pintado pueden estar automatizadas.

5 La línea de finalización está situada, de forma preferente, en el mismo pasillo de producción que la línea de fabricación, por tanto se requieren instalaciones de limpieza de aire separadas para alguna de las estaciones de acabado para mantener el ambiente de trabajo aceptable y limpio en el pasillo de producción. La línea de fabricación puede además comprender distintas estaciones de producción de almas para producir almas para montarse dentro de las palas del aerogenerador. El número de estaciones de producción de almas es, de forma preferente, el mismo que el número de moldes, sin embargo, también puede haber menos estaciones de producción de almas que de moldes. Las herramientas y el equipo empleados en las estaciones de trabajo para suministrar material matriz curable también pueden utilizarse para fabricar el alma. Sin embargo, las estaciones de producción de almas separadas pueden también tener equipamiento separado que no sea compartido con las distintas estaciones de trabajo.

Breve descripción de los dibujos

La invención se explica en detalle más abajo con referencia a un modo de realización mostrado en los dibujos, en los cuales.

La figura 1 muestra un aerogenerador del estado de la técnica.

15 La figura 2 muestra una pala de aerogenerador del estado de la técnica.

La figura 3 muestra una línea de fabricación con una primera estación de trabajo, una segunda estación de trabajo, un primer molde, un segundo molde y unos medios de pórtico durante las etapas a) y c) de acuerdo con otro modo de realización de la invención.

20 La figura 4 muestra una línea de fabricación con una primera estación de trabajo, una segunda estación de trabajo, una tercera estación de trabajo, un primer molde, un segundo molde, un tercer molde y unos medios de pórtico durante las etapas a), c), y e) de acuerdo con otro modo de realización de la invención.

La figura 5 muestra una línea de fabricación como la ilustrada en la figura 4 y una primera, segunda y tercera estaciones de producción de almas de acuerdo con un modo de realización adicional de la invención.

25 La figura 6 muestra una línea de fabricación con una primera estación de trabajo, una segunda estación de trabajo, una tercera estación de trabajo, un primer molde, un segundo molde, un tercer molde en una alineación partida / escalonada y unos medios de pórtico de acuerdo con un modo de realización adicional de la invención.

Descripción detallada

30 La figura 1 ilustra un aerogenerador a barlovento moderno convencional 2, de acuerdo con el denominado "concepto danés" con una torre 4, una góndola 6 y un rotor con un eje rotor sustancialmente horizontal. El rotor incluye un buje 8 y tres palas 10 que se extienden radialmente desde el buje 8, teniendo cada una, una raíz de la pala 16 más cercana al buje 8 y un extremo de la pala 14 más lejana al buje 8.

La figura 2 ilustra una pala de aerogenerador convencional 20, que convencionalmente esta fabricada o bien en una pieza o bien en dos piezas, en donde cada una de las dos piezas tiene la misma longitud en una dirección longitudinal L cuando la pala del aerogenerador esta montada por las dos piezas.

35 La figura 3 ilustra una línea de fabricación 30 con una primera estación de trabajo 31 y una segunda estación de trabajo 32, un primer molde 40 está situado en la primera estación de trabajo 31 y un segundo molde 50 esta situado en la segunda estación de trabajo 32. El primer molde 40 comprende una primera parte del molde 41 que comprende una primera cavidad del molde 42, la primera cavidad del molde 42 corresponde a la envolvente de la cara inferior de la pala del aerogenerador, por ejemplo, la cara de succión de la pala, la segunda parte del molde 43 tiene una segunda cavidad del molde 44 que corresponde a la envolvente de la cara superior de la pala del aerogenerador, por ejemplo, la cara de presión de la pala. El segundo molde, de forma correspondiente, comprende una primera parte del molde 51 que comprende una primera cavidad del molde 52, la primera cavidad del molde corresponde a la envolvente de la cara inferior de la pala de aerogenerador, por ejemplo, la cara de succión de la pala, y una segunda parte del molde 53 que tiene una segunda cavidad del molde 54 que corresponde a la envolvente de la cara superior de la pala del aerogenerador, por ejemplo, la cara de presión de la pala. Unos medios de raíl 34 se extienden desde la primera estación de trabajo 31 hasta la segunda estación de trabajo 32. Los medios de raíl 34 tienen una longitud que equivale al menos a la longitud del primer molde 40, el segundo molde 50 y una distancia longitudinal entre el primer molde 40 y el segundo molde 50. Por lo tanto, unos medios de pórtico 35 móviles, montados sobre los medios de raíl 34 pueden arrastrar al primer molde 40 a la primera estación de trabajo 31 y al segundo molde 50 a la segunda estación de trabajo 32 y pueden además moverse desde la primera estación de trabajo 31 hasta la segunda estación de trabajo 32.

55 Los medios de pórtico son preferiblemente utilizados para disponer el material de fibras de refuerzo en la primera 41 y segunda 43 partes del molde del primer molde 40, en la primera estación de trabajo 31, tras lo cual los medios de pórtico 35 se mueven a la segunda estación de trabajo 32, en la que los medios de pórtico 35 se emplean para disponer el material de fibras de refuerzo en la primera 51 y segunda 53 partes del molde del segundo molde 50. La

disposición del material de fibras de refuerzo en las partes del molde 51 y 53 separadas del segundo molde 50 es idéntica o al menos sustancialmente similar a la disposición del material de fibras de refuerzo en las partes del molde 41, 43 separadas, del primer molde 40, cuando se utilizan los mismos medios de pórtico 35, sin embargo, puede haber diferencias si el primer molde 40 y el segundo molde 50 tienen un diseño y/o una geometría diferentes. El modo de disposición del material de fibras de refuerzo es descrito, sin embargo, únicamente para el primer molde 40 a continuación pero el procedimiento es similar o incluso idéntico para segundo molde 50. La disposición del material de fibras de refuerzo en cada una de las partes del molde 41, 43 separadas se puede llevar a cabo manualmente o de forma automatizada, los medios de pórtico 35 pueden ser o bien compartidos por las partes del molde 41, 43 separadas o bien se pueden emplear medios de pórtico separados para cada una de las partes de molde 41, 43 separadas. Las cavidades del molde 42, 43 de las partes del molde 41,42 separadas está normalmente recubiertas con una capa de gel o similar antes de que se disponga el material de fibras de refuerzo. El material de fibras de refuerzo puede comprender fibras en muchas formas tales como estopa, esterillas, preimpregnaciones y preformas. Las fibras pueden ser de cualquier material, pero es preferible que estén hechas de vidrio y/o carbono. De forma alternativa se pueden utilizar fibras de plantas o fibras metálicas, tales como fibras de acero.

Después de que los medios de pórtico 35 hayan dispuesto el material de fibras de refuerzo en las partes de molde 41, 43 separadas del primer molde 40, el primer molde 40 está preparado para la infusión de un material matriz curable, por ejemplo, una resina líquida. Habitualmente, se emplea un proceso RTM o VARTM y las partes del molde 41, 43 separadas son cada una de ellas preparadas, disponiendo canales de entrada de resina en la parte superior del material de fibras de refuerzo en cada una de las partes de molde 41, 43 separadas. Por tanto, cada una de las partes de molde 41, 43 es cubierta y sellada mediante una bolsa de vacío hermética, por tanto creando una cavidad de molde. Por lo tanto, se puede crear un vacío entre las partes del molde 41, 43 y la bolsa de vacío, de manera que el material matriz curable pueda ser atraído dentro de la cavidad del molde e impregnar el material de fibras de refuerzo a través de los canales de entrada de resina. Habitualmente, el material matriz es infundido desde el área de la raíz. Lo descrito anteriormente, en lo que se refiere al material matriz curable suministrado, también aplica para el segundo molde 50 después de que se haya dispuesto el material de fibras de refuerzo.

La figura 4 ilustra una línea de fabricación 30 similar a la representaba la figura 3. Sin embargo, la línea de fabricación 30 ha sido ampliada con una tercera estación de trabajo 33 a continuación de la segunda estación de trabajo 32. Se sitúa un tercer molde 60 en la tercera estación de trabajo 33 y el tercer molde 60 comprende una primera parte del molde 61 que comprende una primera cavidad del molde 62, la primera cavidad del molde 62 corresponde a la envolvente de la cara inferior de la pala del aerogenerador, por ejemplo la cara de succión de la pala, y la segunda parte del molde 63 que tiene una segunda cavidad del molde 64 que corresponde a la envolvente de la cara superior de la pala del aerogenerador, por ejemplo, la cara de presión de la pala. Además los medios de raíl 34 han sido prolongados desde la segunda estación del trabajo 32 a la tercera estación de trabajo 33, de tal manera que los medios de pórtico 35 también sean móviles desde la segunda estación de trabajo 32 hasta la tercera estación de trabajo 33 y a lo largo de toda la longitud longitudinal del tercer molde 60. La figura 4 ilustra la línea de fabricación 30 en tres puntos diferentes en el tiempo mientras se realiza el método de acuerdo con la invención y habiendo alcanzado el método condiciones estables, por ejemplo, cuando se establece una fabricación continua de palas de aerogenerador.

En un primer punto del tiempo, los medios de pórtico 35 son operados en la primera estación de trabajo 31 en donde los medios de pórtico 35 se emplean para disponer el material de fibras de refuerzo en las partes del molde 41, 43 separadas del primer molde 40. En el mismo punto de tiempo, el material matriz curable es suministrado al tercer molde 60 situado en la tercera estación de trabajo 33 mientras las partes del molde 51, 53 separadas del segundo molde 50 en la segunda estación de trabajo 32 son ensambladas, de forma que se forma un segundo conjunto de molde cerrado 56.

En un segundo punto del tiempo, el cual ocurre después del primer punto en el tiempo, los medios de pórtico 35 se han movido hasta la segunda estación de trabajo 32, en donde el segundo conjunto de molde cerrado 56 ha sido abierto y retirada la pala de aerogenerador fabricada, de manera que las partes del molde 51, 53 separadas del segundo molde 50 están preparadas para recibir nuevo material de fibras de refuerzo dispuesto por los medios de pórtico 35. En el mismo punto del tiempo, se aplica el material matriz curable al primer molde 40 en la primera estación de trabajo 31, el cual en el primer punto de tiempo tiene dispuesto el material de fibras de refuerzo. Además, en el mismo punto de tiempo, las partes del molde 61, 63 separadas del tercer molde 60 son ensambladas en la tercera estación de trabajo 33, de manera que se forma un tercer conjunto de molde cerrado 66.

En un tercer punto del tiempo, el cual ocurre después del segundo punto en el tiempo, los medios de pórtico 35 se han movido hasta la tercera estación de trabajo 33, en donde el tercer conjunto de molde cerrado 66 ha sido abierto y retirada la pala de aerogenerador fabricada, de manera que las partes del molde 61, 63 separadas del tercer molde 60 están preparadas para recibir nuevo material de fibras de refuerzo dispuesto por los medios de pórtico 35. En el mismo punto de tiempo, se aplica el material matriz curable al segundo molde 50 en la segunda estación de trabajo 32, el cual, en el segundo punto del tiempo, tiene dispuesto el material de fibra refuerzo. Además, en el mismo punto de tiempo las partes del molde 41, 43 separadas del primer molde 40 son ensambladas en la primera estación de trabajo 31, de manera que se forma un primer conjunto de molde cerrado 46.

En lo sucesivo, los medios de pórtico 31 pueden volverse a la primera estación de trabajo 31, en donde se puede repetir el procedimiento descrito anteriormente, después de que se abra el primer conjunto de molde cerrado 46, de manera que las partes del molde 41, 43 separadas del primer molde 40 están preparadas para recibir nuevo material de fibras de refuerzo dispuesto por los medios de pórtico 35.

5 La figura 5 ilustra la línea de fabricación 30 como la mostrada en la figura 4, pero con una primera 71, una segunda 72 y una tercera 73 estaciones de producción de almas, para suministrar el alma 75 para su inserción dentro de las palas del aerogenerador. Las estaciones de producción de almas 71, 72, 73 están, de forma preferente, yuxtapuestas a la línea de fabricación 30 de forma que cada una de las estaciones de producción de almas 71, 72, 73 pueden suministrar el alma a al menos una de las estaciones de trabajo 31, 32, 33. La línea de fabricación 30 también puede comprender una línea de finalización dispuesta en prolongación longitudinal a la línea de fabricación 30, en donde la línea de finalización puede comprender distintas estaciones de acabado que comprenden una estación de inspección de la calidad, una estación de corte y recorte, una estación de acabado y una estación de pintado, en donde la estación de corte y recorte y la estación de pintado pueden estar automatizadas. La línea finalización esta situada, de forma preferente, en el mismo pasillo de producción que la línea de fabricación, por tanto se requiere instalaciones de limpieza de aire separadas para alguna de las estaciones de acabado para mantener el ambiente de trabajo aceptable y limpio en el pasillo de producción. Se pueden emplear unos medios de grúa para transportar las palas de aerogenerador 45 desde cada uno de los distintos moldes hasta la línea de finalización, como se ilustra mediante una fecha de transporte 80.

20 Las figuras 6 muestra una línea de fabricación 30 con una primera estación de trabajo, una segunda estación de trabajo, una tercera estación del abajo, un primer molde 50, un segundo molde 40, un tercer molde 60 en una alineación partida / escalonada de ahorro de espacio. Los moldes 40, 50, 60 son sustancialmente paralelos entre si y desplazados unos con respecto a otros en la dirección longitudinal 100. Los moldes 40, 50, 60 están por tanto trasladados / desplazados, paralelamente unos con respecto a otros en una dirección 101 en un ángulo  $\alpha$  con respecto a la dirección longitudinal 100 de los moldes 40, 50, 60. De ese modo, el segundo molde 50 esta dispuesto en prolongación al primer molde 40 y el tercer molde 60 esta dispuesto en prolongación al segundo molde 50 de tal manera que los moldes 40, 50, 60 forman una línea de fabricación 30 alargada y alineada. El ángulo  $\alpha$  entre el eje longitudinal 100 de traslación / desplazamiento paralelo es, de forma ventajosa menor que 30 grados, de forma alternativa, menor que 20 grados, de forma alternativa, en el rango entre 15 grados y 5 grados. Los medios de pórtico 35 están dispuestos en raíles 34 y pueden moverse sobre estos raíles 34, en una dirección sustancialmente paralela a la dirección 101 de traslación / desplazamiento paralelo, entre los moldes 40, 50, 60.

El método y la línea de fabricación 30 también se pueden realizar cuando los moldes 40, 50, 60 están cerrados, de manera que se forman conjuntos de molde cerrados 46, 56, 66 antes de suministrar el material matriz curable, de forma que se forme una pala de aerogenerador integral, por ejemplo, sin una junta.

35 La invención ha sido descrita con referencia a un modo de realización. Sin embargo, el ámbito de la invención no está limitado al modo de realización ilustrado y se pueden llevar a cabo alteraciones y modificaciones sin desviarse del ámbito de la invención tal y como se define en las reivindicaciones anexas.

Referencias numéricas

- 2 aerogenerador
- 4 torre
- 40 6 góndola
- 8 buje
- 10 pala
- 14 extremo de la pala
- 16 raíz de la pala
- 45 20 pala del aerogenerador
- 30 línea de fabricación
- 31 primera estación de trabajo
- 32 segunda estación de trabajo
- 33 tercera estación de trabajo
- 50 34 medios de raíl

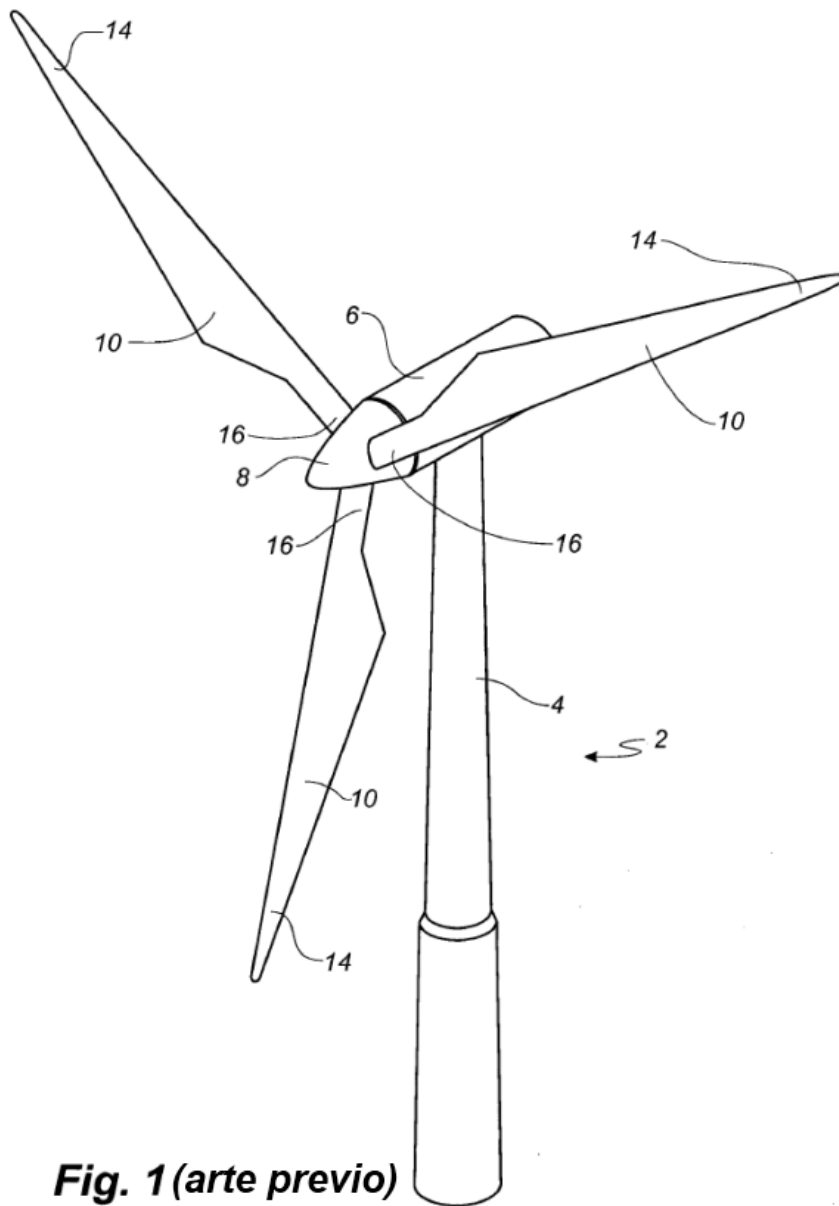


- 35 medios de pórtico
- 40 primer molde
- 41 primera parte del molde (del primer molde 40)
- 42 primera cavidad de molde (de la primera parte del molde 41)
- 5 43 segunda parte del molde (del primer molde 40)
- 44 primera cavidad de molde (de la segunda parte del molde 43)
- 45 pala de aerogenerador (conformada del primer molde 40)
- 46 primer conjunto de molde cerrado
- 50 segundo molde
- 10 51 primera parte del molde (del segundo molde 50)
- 52 primera cavidad de molde (de la primera parte del molde 51)
- 53 segunda parte del molde (del segundo molde 50)
- 54 primera cavidad de molde (de la segunda parte del molde 53)
- 56 segundo conjunto de molde cerrado
- 15 60 tercer molde
- 61 primera parte del molde (del tercer molde 60)
- 62 primera cavidad de molde (de la primera parte del molde 61)
- 63 segunda parte del molde (del tercer molde 60)
- 64 primera cavidad de molde (de la segunda parte del molde 63)
- 20 66 tercer conjunto de molde cerrado
- 71 primera estación de producción de almas
- 72 segunda estación de producción de almas
- 73 tercera estación de producción de almas
- 75 alma
- 25 80 fecha de transporte (hacia la línea de finalización)
- 100 dirección longitudinal
- 101 dirección de traslación / desplazamiento
- $\alpha$  ángulo

**REIVINDICACIONES**

1. Un método para fabricación de palas de aerogenerador que tienen una estructura de concha de material compuesto que comprende un material matriz y un material de fibras de refuerzo mediante la utilización de un proceso de moldeo por transferencia de resina, caracterizado porque el método comprende una línea (30) de fabricación, en donde las palas del aerogenerador son formadas en distintos moldes (40, 50, 60) para fabricar una pala de aerogenerador separada, cada uno de los distintos moldes (40, 50, 60) comprendiendo al menos una parte del molde (41, 51, 61) que comprende una cavidad de molde (42, 52, 62), en donde la línea (30) de fabricación además comprende medios (35) de pórtico móviles a lo largo de la línea (30) de fabricación, comprendiendo el método las siguientes etapas:
- 5 a) disponer el material de fibras de refuerzo en la al menos una cavidad (42) de molde del primer molde (40) empleando los medios (35) de pórtico,
- b) mover los medios (35) de pórtico a lo largo de la línea (30) de fabricación hasta un segundo molde (50),
- c) suministrar el material matriz curable dentro de la al menos una cavidad (42) de molde del primer molde (40), mientras se dispone de forma sustancialmente simultánea el material de fibras de refuerzo en la al menos una cavidad (52) de molde de un segundo molde (50) empleando los medios (35) de pórtico.
- 15 2. Un método de acuerdo con la reivindicación 1, en donde el método además comprende las siguientes etapas:
- d) mover los medios (35) de pórtico a lo largo de la línea fabricación (30) hasta un tercer molde (60),
- e) suministrar el material matriz curable dentro de la al menos una cavidad (52) de molde del segundo molde, mientras se dispone de forma sustancialmente simultánea el material de fibras de refuerzo en la al menos una cavidad (62) de molde de un tercer molde (60) empleando los medios (35) de pórtico.
- 20 3. Un método de acuerdo con las reivindicaciones 1 o 2, en donde el primer molde (40) comprende al menos una primera parte (41) del molde y una segunda parte (43) del molde que pueden ser ensambladas para formar un primer conjunto (46) de molde cerrado, comprendiendo cada parte (41, 43) del molde una cavidad (42, 44) de molde.
4. Un método de acuerdo con las reivindicaciones 2 y 3 en donde el método además comprende la etapa de: - cerrar el segundo molde (50) y suministrar el material matriz curable dentro de la al menos una cavidad (62) de molde del tercer molde (60) de una forma sustancialmente simultánea a la etapa a), y/o
- 25 - cerrar el tercer molde (60) de una forma sustancialmente simultánea a la etapa c), y/o
- cerrar el primer molde (40) de una forma sustancialmente simultánea a la etapa e), y/o
- mover los medios (35) de pórtico a lo largo de la línea (30) de fabricación hasta el primer molde (40).
- 30 5. Un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el material de fibras de refuerzo está seco, por ejemplo, no preimpregnado con resina, cuando se dispone en los distintos moldes (40, 50, 60) mediante los medios (35) de pórtico.
6. Un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde cada uno de los distintos moldes (40, 50, 60) esta dispuesto en al menos una estación de trabajo (31, 32, 33) para suministrar el material matriz curable y/o para cerrar el molde (40, 50, 60).
- 35 7. Un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el segundo molde (50) está dispuesto en prolongación sustancialmente longitudinal del primer molde (40) y/o el tercer molde (60) está dispuesto en una prolongación sustancialmente longitudinal del segundo molde (50).
8. Un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde los medios (35) de pórtico se mueven en la dirección longitudinal de los distintos moldes (40, 50, 60).
- 40 9. Un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el método además comprende distintas estaciones (71, 72, 73) de producción de almas.
10. Un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde una estación (71, 72, 73) de producción de almas está yuxtapuesta a cada uno de los distintos moldes (40, 50, 60) en la línea (30) de fabricación.
- 45 11. Un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el método además comprende una línea de finalización dispuesta en prolongación longitudinal a la línea (30) de fabricación.
12. Un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde las palas de aerogenerador fabricadas tienen una longitud de al menos 30 metros, o 40 metros, o 50 metros.

13. Un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el método es realizado en una instalación de producción que tiene una longitud de al menos 250 metros y una anchura de al menos 30 metros.





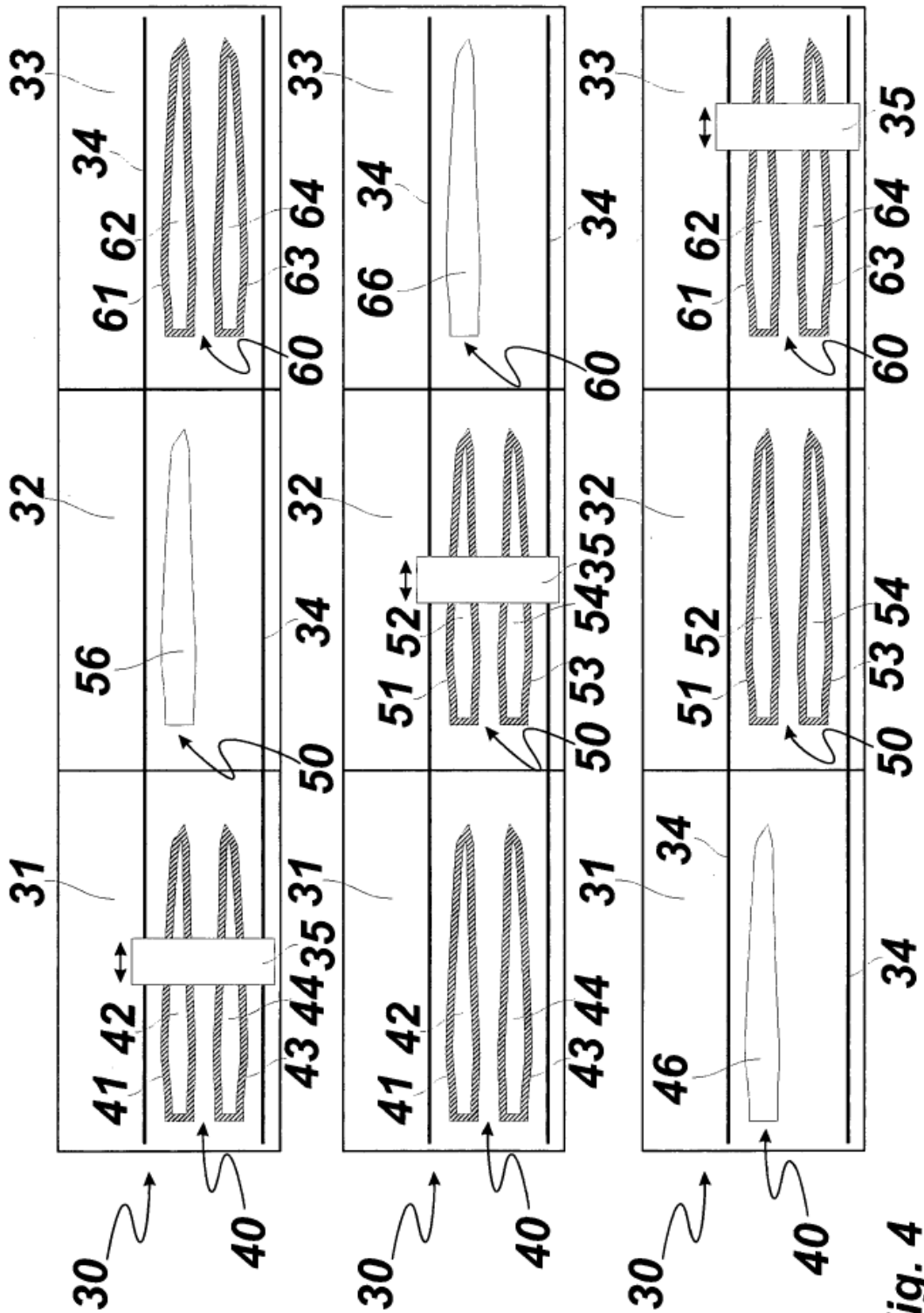


Fig. 4

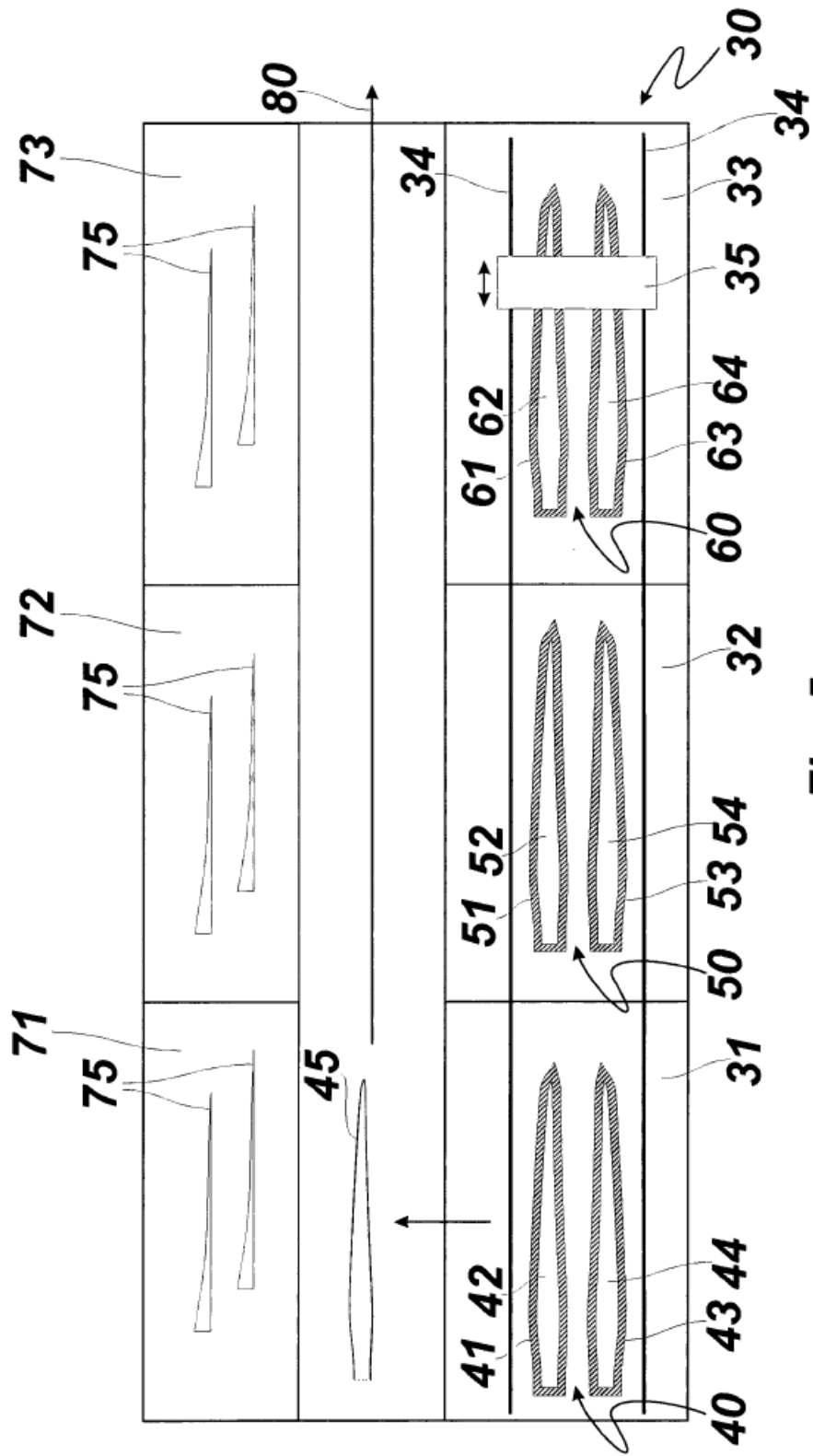


Fig. 5