

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 663 371**

51 Int. Cl.:

B29C 70/38 (2006.01)
B29C 70/86 (2006.01)
B29C 33/12 (2006.01)
B29D 99/00 (2010.01)
F03D 1/06 (2006.01)
B29C 70/54 (2006.01)
B29L 31/08 (2006.01)
B29K 105/08 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **31.05.2013** **E 16158306 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **20.12.2017** **EP 3045297**

54 Título: **Molde y método para ayudar en la fabricación de una cubierta de pala de turbina eólica**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
12.04.2018

73 Titular/es:
LM WP PATENT HOLDING A/S (100.0%)
Jupitervej 6
6000 Kolding, DK

72 Inventor/es:
BØRSTING, DENNIS ANDRÉ;
CHRISTIANSEN, PER KJÆR;
ENGMARK, MORTENSEN IVAN y
FUGLSANG, LARS

74 Agente/Representante:
CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 663 371 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 y método para ayudar en la fabricación de una cubierta de pala de turbina eólica

Campo técnico

5 La presente invención se refiere a un molde y un método para colocar esteras de fibra para la fabricación de una parte de cubierta de turbina eólica.

Antecedentes

10 Las palas de turbinas eólicas de polímeros reforzados con fibra y en particular las cubiertas aerodinámicas de palas de turbina eólica se fabrican usualmente en moldes, en donde la presión lateral y la succión lateral de la pala se fabrican por separado al disponer estera de fibra de vidrio en cada una de las dos partes del molde. Luego, se pegan juntas las dos mitades, frecuentemente por medio de partes de rebordes internos. Se aplica pegante a la cara interna de la mitad de pala inferior antes que la mitad de pala superior se descienda sobre esta. Adicionalmente, frecuentemente se unen uno o dos perfiles de refuerzo (vigas) al interior de la mitad de la pala inferior antes de pegar a la mitad de pala superior. Las partes de cubiertas aerodinámicas se fabrican normalmente mediante el uso de Moldeo por Transferencia de Resina Asistida con Vacío (VARTM), en el que se dispone una pluralidad de esteras de fibra sobre la parte superior de partes de moldes rígidos y posiblemente también un material de núcleo para proporcionar partes que tienen una estructura intercalada. Cuando las esteras de fibra se han apilado y sobrepuesto con el fin de diseñar la forma final de la parte de cubierta de pala de turbina eólica, entonces la bolsa de vacío flexible se dispone sobre la parte superior de las esteras de fibra y se sella contra la parte de molde rígido, formando por lo tanto una cavidad de molde que contiene las esteras de fibra. Las entradas de resina y las salidas de vacío se conectan a la cavidad de molde. Primero se evacua la cavidad de molde a través de las salidas de vacío con el fin de formar una depresión en la cavidad del molde después de lo cual se suministra resina líquida a través de las entradas de resina. La resina es obliga a entrar en la cavidad del molde debido al diferencial de presión e impregna el material de fibra de las esteras de fibra. Cuando el material de fibra se ha impregnado completamente, la resina se cura con el fin de formar la estructura compuesta final, es decir, la parte de cubierta de turbina eólica. Muchos de los procesos anteriores, incluyen el diseño de estera de fibra que usualmente se lleva a cabo manualmente.

15

20

25

30 Las palas de las turbinas eólicas se han hecho cada vez más grandes con los años y las palas tienen una longitud de más de 70 metros que están ahora disponibles comercialmente en el mercado. Esto significa que se tiene que utilizar moldes más grandes. Debido al mayor tamaño, se ha vuelto cada vez más complicado colocar las esteras de fibra y obtener adicionalmente humectación adecuada del material de fibra. No obstante, muchos de los diferentes procesos se llevan a cabo aun manualmente, lo que aumenta el riesgo de que ocurran errores, tal como la formación de arrugas en el material de fibra o áreas de humectación insuficiente del material de fibra, que a su vez pueden ser perjudiciales para la resistencia mecánica de la estructura del compuesto y pueden necesitar que se deseche la parte de cubierta de pala de turbina eólica fabricada. Adicionalmente, aumenta todo el tiempo de ciclo para cada proceso, es decir, la colocación del material de fibra, impregnar el material de fibra y curar la resina para formar el producto final.

35 El documento ES 2 382 245 A1 describe un método para fabricar una parte de cubierta de turbina eólica de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 7 y un molde de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1.

Divulgación de la invención

40 De acuerdo con lo anterior, subsiste una necesidad de sistemas y métodos que mejoren la calidad de las partes de cubierta de pala de turbina eólica (o por lo menos reduzca el riesgo que ocurran errores) y que puede reducir el tiempo del ciclo de los diversos procesos.

45 De acuerdo con un primer aspecto, que no forma parte de la presente invención, la presente divulgación proporciona un sistema de colocación de esteras de fibra para colocar y cortar esteras de fibra en un molde para la fabricación de una parte compuesta reforzada con fibra, en particular una parte para una pala de turbina eólica, tal como una parte de cubierta aerodinámica, en donde el sistema está adaptado para colocar la estera de fibra según se mueve en una dirección longitudinal a lo largo del molde, y en donde el sistema comprende: un primer rodillo de accionamiento para avanzar la estera de fibra, un dispositivo de corte para cortar la estera de fibra, un primer dispositivo de sujeción para sujetar la estera de fibra, mientras que la estera de fibra está siendo cortada por el dispositivo de corte, un rodillo amortiguador proporciona una longitud de amortiguación para la estera de fibra y está dispuesto corriente abajo del primer rodillo de accionamiento, el primer dispositivo de sujeción y el dispositivo de corte, estando el rodillo amortiguador móvil para variar la longitud del amortiguador de la estera de fibra, y un segundo rodillo de accionamiento para avanzar la estera de fibra y estando dispuesto corriente abajo del rodillo amortiguador.

50

5 Esto proporciona un sistema, en donde la estera de fibra puede continuar siendo colocada, mientras que la estera de fibra se corta. Esto se puede llevar a cabo al inmovilizar el primer dispositivo de sujeción de una primera parte de la estera de fibra, mientras que la estera de fibra se corta. El sistema continúa propagándose a lo largo del molde y colocando la estera de fibra. Esto se puede llevar a cabo, en razón a que el segundo rodillo de accionamiento continúa haciendo avanzar la estera de fibra y se varía la posición del rodillo amortiguador con el fin de reducir la longitud del amortiguador. Por lo tanto, el tiempo del ciclo de colocación no se afectará mediante el tiempo de proceso de corte. El sistema de colocación de estera de fibra coloca la estera de fibra al moverse a lo largo del molde en oposición a los sistemas que utilizan una pinza que tira la estera de fibra a lo largo del molde.

10 De acuerdo con lo anterior, los rodillos accionadores del sistema de estera de fibra también hacen avanzar la estera de fibra aproximadamente a la misma velocidad que se mueve el sistema de colocación a lo largo del molde. De otra forma, la estera de fibra se arrastraría a lo largo del molde o tendería a encogerse durante la distribución.

La posición de corte determina por supuesto la longitud total de la estera de fibra que se va a colocar.

15 Los rodillos de accionamiento se definen como dispositivos que pueden hacer avanzar las esteras de fibra internamente en el sistema de colocación de estera de fibra. El rodillo de accionamiento se puede formar mediante un único rodillo o dos o más rodillos que enganchan la estera de fibra. El rodillo de accionamiento también puede comprender una correa y una pluralidad de rodillos que hacen girar la correa. De acuerdo con una realización ventajosa, la estera de la fibra se suministra a partir de un rollo de estera de fibra. El rollo de estera de fibra se mueve preferiblemente a lo largo del molde junto con el sistema de colocación de estera de fibra. Sin embargo, en principio, el rollo de estera de fibra también puede ser estático. De acuerdo con otra realización ventajosa, el sistema comprende adicionalmente un dispositivo de caída dispuesto hacia adelante del segundo rodillo de accionamiento. El dispositivo de caída asegura que se reduzcan las arrugas en las esteras de fibra que se colocan y alinea las fibras en la orientación correcta. Esto es particularmente importante, si la velocidad de avance de los rodillos de accionamiento no se alinea exactamente con la velocidad de movimiento del sistema de colocación de estera de fibra a lo largo del molde. En una realización, el dispositivo de caída comprende uno o más rodillos, tal como un rodillo compresor. Alternativamente o
20
25

30 De acuerdo con una realización ventajosa, el dispositivo de corte es un cuchillo ultrasónico. El dispositivo de corte también puede ser un cortador giratorio. En principio se puede utilizar cualquier dispositivo de corte adecuado para cortar esteras de fibra.

35 En otra realización ventajosa, el sistema se adapta para colocar esteras de fibra que tienen un ancho de por lo menos 20 cm. En otras palabras, la estera de la fibra tiene un ancho de por lo menos 20 cm. Alternativamente, la estera de la fibra tiene un ancho por lo menos 30 cm, o por lo menos 40 cm o por lo menos 50 cm. El sistema también se puede adaptar para colocar esteras de fibra que tienen un ancho entre 20 y 80 cm. De esta manera, las esteras de fibra pueden tener un ancho máximo de 80 cm.

Las esteras de fibra pueden comprender cualquier tipo de fibras de refuerzos adecuadas para reforzar grandes estructuras compuestas, tal como fibras de vidrio, fibras de carbono o fibras de aramida. Las esteras de fibra pueden comprender fibras unidireccionales, fibras biaxiales, fibras triaxiales o fibras orientadas aleatoriamente.

40 En otra realización ventajosa, el sistema se adapta para colocar esteras de fibra con una velocidad de entre 25 m/minuto y 100 m/minuto. Alternativamente, el sistema se adapta para colocar esteras de fibra con una velocidad de entre 50 m/minuto y 100 m/minuto, por ejemplo, aproximadamente 72 m/minutos (o en otras palabras 1.2 m/s).

De acuerdo con una realización, el sistema se adapta para retardar su velocidad de movimiento a lo largo del movimiento durante el corte de la estera de fibra.

45 En una realización ventajosa, el primer rodillo de accionamiento se dispone substancialmente vertical por encima del segundo rodillo de accionamiento y preferiblemente también substancialmente vertical sobre el primer dispositivo de sujeción. Esto proporciona una solución simple para hacer avanzar en la estera de fibra del primer rodillo de accionamiento hasta el segundo rodillo de accionamiento, después que se ha cortado la estera de fibra. El rodillo amortiguador se puede disponer ventajosamente de tal manera que se pueda mover en una dirección sustancialmente transversal a la dirección entre el primer rodillo de accionamiento y el segundo rodillo de accionamiento. De esta manera, el rodillo amortiguador se puede mover por ejemplo en una dirección sustancialmente horizontal. Esto
50 proporciona una solución simple al proporcionar y variar la longitud de amortiguador de la estera de fibra.

De acuerdo con una realización ventajosa particular, el rodillo amortiguador está sesgado elásticamente. De esta manera, el amortiguador se puede sesgar con una fuerza de inclinación que excede la fuerza de tracción de la estera de la fibra, cuando se desengancha del primer dispositivo de sujeción. Una vez se engancha el primer dispositivo de

sujeción, los segundos medios de accionamiento continuarán haciendo avanzar la estera de la fibra, que en cambio aplicará una fuerza de tracción al rodillo amortiguador. En razón a que la fuerza de tracción excede la fuerza de sesgado, el rodillo amortiguador se desplazará, y a su vez, disminuirá la longitud de amortiguador. El rodillo amortiguador puede por ejemplo estar sesgado mediante el uso de presión de gas o mediante el uso de un resorte.

5 En una realización, el rodillo amortiguador se puede bloquear en una posición desenganchada, en donde se minimiza la longitud del amortiguador. La longitud del amortiguador puede por ejemplo puede ser cero, cuando el rodillo amortiguador se bloquea en la posición desenganchada. El rodillo amortiguador se puede bloquear en una posición, en donde el corte del extremo de fibra se puede avanzar pasado el rodillo amortiguador para que avance a un grado en donde la estera de fibra se engancha de nuevo con el segundo rodillo de accionamiento. Esto se puede llevar a cabo al tener medios adecuados para guiar la estera de fibra que pasa del rodillo amortiguador, o por ejemplo al tener los primeros medios de accionamiento y los segundos medios de accionamiento que se disponen sustancialmente por encima de cada uno. Después de esto, el rodillo amortiguador se puede mover a la posición sesgada de nuevo para proporcionar una nueva longitud de amortiguador.

15 El primer dispositivo de sujeción puede comprender rodillos de sujeción. En una realización, el sistema de colocación de estera de fibra está provisto de sensores que se utilizan para monitorizar la tensión de la estera de fibra. Esto puede a su vez ser utilizado para controlar la fuerza de sesgo aplicada al rodillo amortiguador.

De acuerdo con un primer aspecto adicional, que no forma parte de la presente invención, la presente divulgación también proporciona un método para fabricar una parte compuesta, en particular una parte para una pala de turbina eólica, tal como una parte de cubierta aerodinámica, en donde las esteras de fibra se disponen en una parte de molde en un procedimiento de colocación mediante el uso de un sistema automatizado de colocación de esteras de fibra, en donde el procedimiento de colocación comprende las etapas de: a) entregar un suministro de una o más esteras de fibra al sistema de colocación de esteras de fibra, b) colocar una primera longitud de una estera de fibra sobre una superficie del molde a lo largo de una primera parte longitudinal del molde moviendo el sistema de colocación de estera de fibra en una dirección longitudinal del molde, c) sujetar una primera parte de la estera de fibra, d) cortar la estera de fibra en una posición de corte, y mientras se realiza la etapa d) e) colocar una segunda longitud de la estera de fibra continuando moviendo el sistema de colocación de estera de fibra a lo largo del molde, mientras que una longitud de amortiguamiento dispuesta corriente debajo de la primera parte de la estera de fibra se está reduciendo, y f) repetir las etapas a) -e) para definir una pluralidad de esteras de fibra colocadas que definen la parte compuesta.

De este modo, el método aplica las etapas de colocar y cortar esteras de fibra que se disponen y sobreponer con el fin de cubrir la parte pretendida del molde y se pueden apilar hasta que se obtenga un espesor de lámina deseada. El método permite que la esperilla de fibra sea continua para que se coloque durante la etapa de corte, por lo tanto, no afecta adversamente el tiempo de ciclo de colocación. El sistema de colocación de estera de fibra se puede mover a una nueva posición de partida para colocar la siguiente longitud de estera de fibra, mientras que la siguiente pieza de estera de fibra se suministra al sistema de colocación de estirilla de fibra.

35 En una realización ventajosa, la longitud de amortiguador en la etapa f) se reduce al variar la posición de un rodillo amortiguador, el rodillo amortiguador proporciona una longitud de amortiguador para la estera de fibra.

En otra realización ventajosa, el suministro de una o más esteras de fibra en la etapa a) implica hacer avanzar una o más esteras de fibra hasta una posición, en donde se extienden desde un primer rodillo de accionamiento hasta el rodillo amortiguador dispuesto hacia adelante del primer rodillo de accionamiento y adicionalmente sobre un segundo rodillo de accionamiento dispuesto hacia adelante del rodillo de accionamiento esto asegura que la estera de fibra pueda aún ser avanzada una vez se ha cortado en la etapa d).

En aun otra realización ventajosa, se lleva a cabo el suministro mientras el rodillo amortiguador está en la posición retraída, y en que el primer rodillo de accionamiento hace avanzar la estera de fibra hasta que engancha el segundo rodillo de accionamiento. De esta manera, la estera de fibra se puede hacer avanzar pasado el rodillo. El rodillo amortiguador se puede mover posteriormente a una posición enganchada, en el que el rodillo de accionamiento proporciona la longitud de amortiguador de la estera de fibra.

De acuerdo con una realización ventajosa, el sistema de colocación de estera de fibra después de la etapa e) se mueve a una nueva posición de partida para colocar una nueva estera de fibra, mientras que se lleva a cabo el suministro posterior de un suministro de uno o más esteras de fibra al sistema de colocación de esteras de fibra.

50 En una realización, el sistema de colocación de esteras de fibra durante la etapa b) se mueve a lo largo del molde a una primera velocidad, y el sistema de colocación de esteras de fibra en la etapa e) se mueve a lo largo del molde a una segunda la velocidad que es menor que a la primera velocidad.

En una realización, se utilizan sensores para monitorizar la tensión de la estera de fibra. Esto puede a su vez ser utilizado para controlar la fuerza de sesgo aplicada al rodillo amortiguador.

5 En una realización, el sistema de colocación de estera de fibra se gira entre la colocación de una primera estera de fibra y una segunda estera de fibra. De este modo, la primera estera de fibra se coloca en la dirección longitudinal del molde, mientras que la siguiente se coloca en la dirección opuesta. Alternativamente, el sistema de colocación de estera de fibra se mueve hacia atrás para empezar a colocar la siguiente estera de fibra y colocarla en la misma dirección.

10 De acuerdo con un segundo aspecto, que no forma parte de la presente invención, la presente divulgación proporciona un método para fabricar una parte de cubierta de pala de turbina eólica hecha de una estructura compuesta que comprende un material de refuerzo de fibras incorporado en una matriz de polímero, en el que el método comprende las etapas de: a) disponer una o más capas de fibras externas sobre una superficie de molde, una o más capas de fibras externas, definen una superficie externa de la parte de cubierta de pala de turbina eólica b) montar una pluralidad de elementos de sujeción en una placa de montaje con el fin de formar un ensamble de extremo de raíz, c) disponer el ensamble extremo de raíz en la parte superior de una o más capas de fibra externas en una sección de extremo de raíz del molde, d) disponer de una o más capas de fibra interna en la parte superior del extremo de raíz, e) suministrar un polímero en las capas de fibras externas e internas, f) permitir que el polímero cure con el fin de formar la estructura compuesta y retirar la placa de montaje.

20 Esto proporciona un método, en el que la pluralidad de dispositivos de sujeción se puede disponer en el molde en una única etapa en lugar del método de la técnica anterior, en donde se disponen por separado los dispositivos de sujeción. El método de la técnica anterior se dispone por separado en el molde es un proceso tedioso y propenso a error. Mediante el uso de acuerdo con la invención, se pueden disponer dispositivos de sujeción o casquillos sobre la placa de montaje, y todos los casquillos se pueden disponer luego correctamente sobre las capas de fibra del molde. Esto también acelera el proceso de fabricación, en razón a que todos los elementos de sujeción se pueden disponer sobre el material de fibra en una etapa y en razón a que la colocación de la fibra en el molde y la preparación del ensamble extremo de raíz se pueden preparar en paralelo.

Los elementos de sujeción están en la estructura compuesta final de la parte de cubierta incorporada entre las capas de la fibra externas y las capas de fibra internas. Los elementos de sujeción son accesibles desde el extremo de raíz de la parte de cubierta de tal manera que la pala de turbina eólica se puede montar al buje de una turbina eólica.

30 La placa de montaje puede permanecer en el extremo de raíz de la parte de cubierta de la pala de turbina eólica después de la fabricación de la parte de cubierta y sólo se puede retirar antes de instalación en el buje de una turbina eólica. Por lo tanto, la placa de montaje rígida asegura que el extremo de raíz de la pala no se deforma durante almacenamiento. En los métodos de fabricación, en donde la cubierta de pala se fabrica a través de dos o más partes de cubierta de pala, tal como partes de cubierta laterales de succión y partes de cubierta laterales de presión, la pala de montaje también puede permanecer unida a las partes de cubierta de la pala durante la etapa, en donde las partes de la cubierta de pala se pegan entre sí.

35 Cuando la placa de montaje del ensamble extremo de raíz se ha retirado, las partes restantes constituyen un inserto de un extremo de raíz.

40 De acuerdo con una realización preferida, los elementos de sujeción son casquillos. Los casquillos se disponen de tal manera que al abrir los casquillos se puede tener acceso desde el extremo de raíz de la cubierta de pala de tal manera que la pala de la turbina eólica final se puede montar sobre el buje de una turbina eólica mediante el uso de pernos de fijación insertados en las aberturas de los casquillos.

45 De acuerdo con una realización ventajosa, los casquillos se montan en la placa de montaje mediante el uso de pernos de fijación. La placa de montaje se puede proporcionar con aberturas para que el perno de fijación se inserte a través, de tal manera que los casquillos se montan sobre un primer lado de la placa de montaje, y los pernos de fijación se inserten a través de dichas aberturas y se unen al casquillo desde un segundo lado opuesto de la placa de montaje. La placa de montaje se puede retirar del extremo de raíz al desmontar primero los pernos de fijación y luego retirar la placa de montaje del extremo de raíz de la parte de cubierta de pala.

50 De acuerdo con otra realización ventajosa, se proporcionan placas de montaje con cavidades guía para inserción de uno extremo de los elementos de fijación. Esto asegura la correcta alineación y orientación de los miembros de sujeción.

En aún otra realización ventajosa, la preparación del ensamble extremo de raíz comprende adicionalmente la etapa de montar insertos entre los elementos de sujeción. Los insertos pueden ser por ejemplo insertos de retención, tal como cuñas tipo mariposas, que retienen los elementos de sujeción y aseguran adicionalmente que los elementos de sujeción se dispongan con la separación mutua correcta, En la práctica, los elementos de sujeción y los insertos se

pueden disponer sobre el montaje del extremo de raíz al disponer alternativamente los elementos de sujeción y los insertos, preferiblemente a lo largo de una ruta circular o semicircular en la placa de montaje.

Los insertos se pueden hacer ventajosamente en una estructura compuesta reforzada con fibra por ejemplo una pultrusión de fibra que comprende fibras de vidrio pultruidas o fibras de carbono.

- 5 En una realización, el material de fibra se envuelve alrededor de los elementos de sujeción. El material de fibra puede ser ventajosamente un material de fibra no tejido, tal como lana de vidrio.

Los elementos de sujeción se hacen normalmente de metal, tal como hierro fundido o acero inoxidable, y al envolver el material de fibra, por ejemplo, fibras de vidrio, alrededor de los elementos de sujeción, se asegura que los elementos de sujeción se peguen adecuadamente a las capas de fibra internas y externas.

- 10 En una realización ventajosa, se dispone una cuña en la extensión longitudinal de los elementos de sujeción. La cuña puede por ejemplo ser hecha de polímero espumado o madera de balsa. La cuña se dispone de tal manera que tenga su parte proximal más gruesa hacia el extremo del elemento de sujeción y la parte distal delgada hacia el extremo del elemento de sujeción. Esto asegura que el ensamble del extremo de raíz tenga una transición gradual hacia las capas de fibra internas y externas, asegurando a su vez que la raíz de la cuchilla no tenga una transición de rigidez escarpada o discontinua.

La cuña se puede envolver en el material de fibra junto con el elemento de sujeción de tal manera que las dos partes se pueden disponer sobre la placa de montaje juntas. La cuña también puede en principio ser formada integralmente con el elemento de sujeción.

- 20 En otra realización ventajosa, los insertos comprenden una parte ahusada o parte de cuña. La parte ahusada de interés se puede alinear preferiblemente con la cuña dispuesta en extensión longitudinal del elemento de sujeción. Por lo tanto, las dos partes juntas aseguran una transición de rigidez gradual en la estructura compuesta de la parte de cubierta.

- 25 Un material de fibra puede ser ventajosamente ondulado entre las cuñas de los elementos de sujeción y la parte de cuña de los insertos. Esto se puede hacer al ondular el material de fibra bajo cuñas tipo mariposa y sobre cuñas del elemento de sujeción o viceversa. El material de fibra puede por ejemplo ser de estera de fibra de vidrio triaxial.

En aun otra realización ventajosa, una capa de fibras, tal como una estera de fibras, se envuelve alrededor de la pluralidad de elementos de sujeción e insertos opcionales antes del ensamble de extremo de raíz que se dispone en el molde. La capa de fibra puede por ejemplo ser una estera de fibra triaxial que comprende fibra de vidrio.

- 30 Adicionalmente, una serie de bandas de fibra se puede disponer en la parte superior de las cuñas con el fin de alinear apropiadamente las partes de extremo de los bordes y una caída adecuada del material de fibra, asegurando de esta manera una transición adecuada hacia las capas de fibra interna y externa sin que se formen arrugas en el laminado.

Las capas de fibra externa pueden comprender ventajosamente esteras de fibra biaxiales. Las capas de fibra internas pueden comprender ventajosamente esteras de fibra triaxiales.

- 35 De acuerdo con el segundo aspecto, que no forma parte de la presente invención, la presente divulgación también proporciona un ensamble de extremo de raíz que comprende una placa de montaje que comprende un primer lado y un segundo lado, y una pluralidad de elementos de sujeción, tal como casquillos, montados hacia el primer lado de la placa de montaje de tal manera que los elementos de sujeción se extienden sustancialmente normales al primer lado de la placa de montaje, en el que la placa de montaje se adapta para ser retirada, cuando el ensamble de extremo de raíz se ha montado en una parte de cubierta de pala de turbina eólica.

- 40 De esta manera, se observa que el ensamble de extremo de raíz corresponde con el producto intermedio que se puede obtener mediante la etapa b) del método de acuerdo con la invención. De acuerdo con una realización ventajosa, el ensamble comprende adicionalmente una serie de insertos dispuestos entre los elementos de sujeción. Por lo tanto, los elementos de sujeción y los insertos pueden formar juntos un inserto de extremo de raíz que se incorpora en la sección trasversal completa, formando de esta manera un inserto circular en la cubierta de pala de turbina eólica terminada. Los insertos y los elementos de sujeción comprenden preferiblemente bordes laterales que limitan entre sí.

- 50 Los elementos de sujeción se pueden hacer ventajosamente de metal, tal como hierro fundido o acero inoxidable. De acuerdo con una realización ventajosa, el ensamble comprende adicionalmente cuñas dispuestas en extensión longitudinal de los elementos de sujeción, alternativamente se proporcionan cuñas con una parte ahusada proximal a la placa de montaje. Del mismo modo, los insertos pueden comprender una parte proximal ahusada a la placa de

montaje. Las cuñas de las partes ahusadas pueden de esta manera proporcionar una transición de rigidez gradual en la dirección longitudinal de cubierta de pala de turbina eólica terminada.

De acuerdo con otra realización ventajosa, la placa de montaje del primer lado comprende cavidades o ranuras, y un extremo proximal de los elementos de sujeción se disponen en dichas cavidades o ranuras. La cavidad puede ayudar a asegurar que los elementos de sujeción se dispongan correctamente sobre la placa de montaje, por ejemplo, asegurando que los elementos de sujeción se extienden a lo largo de una normal al plano de la placa de montaje. Las cavidades se disponen preferiblemente a lo largo de una ruta circular o ruta semicircular sobre la placa de montaje de tal manera que los elementos de sujeción se dispongan a lo largo de una sección transversal circular de la parte de cubierta de pala de turbina eólica. De acuerdo aun con otras realizaciones ventajosas, la placa de montaje comprende adicionalmente una serie de agujeros, en el que se unen los elementos de sujeción a la placa de montaje mediante pernos de sujeción que se han insertado desde el segundo lado de la placa de montaje y a través de los agujeros. De esta manera, los agujeros también se disponen preferiblemente a lo largo de una ruta circular. Preferiblemente, los agujeros se alinean con las cavidades del primer lado de la placa de montaje. En una realización, la placa de montaje está provista con dispositivos de sujeción para unir la placa de montaje al dispositivo de descenso. Los dispositivos de sujeción pueden por ejemplo ser pasadores que pueden coincidir o descansar en ganchos proporcionados en el dispositivo de descenso.

De acuerdo con un tercer aspecto, la invención proporciona un molde para fabricar una parte de cubierta de pala de turbina eólica, de acuerdo con la reivindicación 1. Esto asegura que el inserto de extremo de raíz que se ha preparado en forma separada se pueda descender y disponer en forma precisa sobre la superficie del molde. Adicionalmente, el proceso de descenso puede, en un alto grado ser llevado a cabo sin participación humana. Hasta ahora, los insertos de extremo de raíz se han montado manualmente, y por lo tanto la calidad del proceso depende en gran medida de las habilidades del operador. Al utilizar un mecanismo de descenso automático se asegura que el inserto de extremo de raíz desciende en el molde cada vez que dicho inserto de extremo de raíz está siendo montado. La seguridad también aumenta, ya que no hay operación manual para fijar la placa de raíz, mientras que el inserto de extremo de raíz está siendo transportado por un dispositivo portador tal como una grúa.

En la práctica, el inserto de extremo de raíz se puede disponer sobre una placa de montaje, la placa de montaje y el inserto de extremo de raíz juntos forman un ensamble de extremo de raíz. El inserto de extremo de raíz se dispone luego en el molde, al proporcionar el ensamble de extremo de raíz en el dispositivo de descenso y hacerlo descender en el molde. La placa de montaje puede luego, por ejemplo, después de moldeado, ser retirada.

El mecanismo de descenso se puede unir ventajosamente al molde, preferiblemente sobre lados del molde. Esto asegura que el mecanismo de reducción siempre se alinee en la misma forma con relación al molde, asegurando a su vez que el inserto de extremo de raíz desciende en la superficie del molde en la misma forma cada vez.

De acuerdo con la invención, el mecanismo de descenso se adapta para bajar el inserto de extremo de raíz en un movimiento en dos etapas, en el que el inserto de extremo de raíz en una primera etapa de movimiento desciende sobre la superficie de molde mientras que el inserto de extremo de raíz está en ángulo hacia arriba en la dirección longitudinal, hasta que un primer extremo del inserto de extremo de raíz hace contacto con una parte de la superficie del molde del extremo de raíz, y en que el inserto de extremo de raíz en una segunda etapa de movimiento se inclina hasta que el inserto de extremo de raíz descansa sobre la superficie de molde. Por lo tanto, el mecanismo de descenso puede descender el inserto de extremo de raíz sobre la superficie de molde sin arrugar o distorsionar de otra forma el material de fibra, tal como esteras de fibra, que se han colocado sobre la superficie del molde antes de disponer el inserto de extremo de raíz en el molde.

El inserto de extremo de raíz está en la segunda etapa de movimiento girado sustancialmente alrededor del primer extremo del inserto de extremo de raíz o la parte que después de la primera etapa de movimiento hace contacto con la parte de la superficie de molde en el extremo de raíz.

De acuerdo con una realización ventajosa, el mecanismo de descenso comprende una estructura para llevar el inserto de extremo de raíz y medios de accionamiento para descender la estructura junto con el inserto de extremo de raíz. Esto proporciona una solución simple, en donde el inserto de extremo de raíz o el ensamble de extremo de raíz se pueden disponer sobre la estructura, y en el que los medios de accionamiento facilitan el movimiento de descenso, en donde se dispone el inserto de extremo de raíz sobre la superficie del molde.

De acuerdo con otra realización ventajosa, el mecanismo de descenso comprende por lo menos un par de rodillos o pasadores guía y ranuras de guía de acoplamiento en la estructura. La conexión de acoplamiento entre los pasadores guía y las ranuras guía pueden de esta manera asegurar que el inserto de extremo de raíz sigue el movimiento correcto, cuando este desciende sobre la superficie de molde. Las ranuras guía pueden ventajosamente comprender una ranura guía delantera y una ranura guía posterior, en el que las ranuras guía tienen una forma tal que la guía posterior en el primer movimiento reduce una parte posterior de la estructura más rápida que las ranuras guías delantera que descienden una parte delantera de la estructura. Por lo tanto, la estructura descenderá e inclinará durante la primera etapa de movimiento, inclinando de esta manera el inserto de extremo de raíz hacia arriba como

se ve en la dirección longitudinal del molde. En una realización ventajosa, las ranuras tienen forma de tal manera que la guía delantera en el segundo movimiento desciende la parte delantera de la estructura más rápido que la ranura guía posterior que desciende de la parte posterior de la estructura. De esta manera, las ranuras guía tienen forma con el fin de proporcionar el movimiento de rotación de la segunda etapa de movimiento. En otra realización ventajosa, los medios de accionamiento comprenden un cilindro de pistón telescópico, tal como un pistón neumático o hidráulico. Esto proporciona una solución particular simple para mover la estructura y de esta manera hacer descender el inserto de extremo de raíz sobre la superficie de molde. En aún otra realización ventajosa, la estructura está provista de medios de carga para llevar el inserto de extremo de raíz. Esto proporciona una solución simple para disponer y llevar el inserto de extremo de raíz sobre la estructura del dispositivo de descenso. Los medios de carga pueden por ejemplo ser ganchos que se adaptan para recibir pasadores o barras desde el inserto de extremo de raíz. El inserto de extremo de raíz o más precisamente la placa de montaje del ensamble de extremo de raíz puede de esta manera descansar sobre los ganchos.

De acuerdo con el tercer aspecto, la invención también proporciona un método para fabricar una parte de cubierta de pala de turbina eólica, de acuerdo con la reivindicación 7. Esto asegura que un inserto de extremo de raíz que se ha preparado por separado se puede hacer descender y disponer muy precisamente sobre la superficie del molde. Adicionalmente, el proceso de descenso puede, en un alto grado, ser llevado a cabo sin la participación humana. Al utilizar un mecanismo de descenso automático se asegura que el inserto de extremo de raíz desciende en el molde cada vez que dicho inserto de extremo de raíz se monta. También aumenta la seguridad, ya que no hay operación manual para fijar placa de raíz, mientras que el inserto de extremo de raíz está siendo transportado por un dispositivo de carga, tal como una grúa.

El mecanismo de descenso se dispone ventajosamente sobre el molde, por ejemplo, sobre los lados del molde.

De acuerdo con la invención, la etapa b) se lleva a cabo en dos etapas de movimientos, en el que b1) el inserto de extremo de raíz en una primera etapa de movimiento se hace descender sobre la superficie del molde mientras que el inserto de extremo de molde está en ángulo hacia arriba en la dirección longitudinal hasta que un primer extremo del inserto de extremo de raíz hace contacto con una parte de la superficie de molde en el extremo de raíz y b2) el inserto de extremo de raíz en una segunda etapa de movimiento se inclina hasta que el inserto de extremo de raíz descansa sobre la superficie del molde. Por lo tanto, el inserto de extremo de raíz se puede hacer descender sobre la superficie del molde sin arrugar o distorsionar de otra forma el material de fibra, tal como esteras de fibra, que se han colocado sobre la superficie del molde antes de disponer el inserto de extremo de raíz en el molde. El inserto de extremo de raíz está en la segunda etapa de movimiento girada sustancialmente alrededor del primer extremo del inserto de extremo de raíz o la parte que después de la primera etapa del movimiento hace contacto con la parte de la superficie de molde en el primer extremo de raíz.

De acuerdo con una realización ventajosa particular, el inserto de extremo de raíz antes de la etapa a) se dispone sobre una placa de montaje, y el inserto de extremo de raíz se dispone sobre el mecanismo de descenso a través de la placa de montaje.

La placa de montaje junto con el inserto de extremo de raíz forma un ensamble de extremo de raíz.

El inserto de extremo de raíz puede comprender una pluralidad de elementos de sujeción, tal como casquillos. Los elementos de sujeción son accesibles desde el extremo de la cubierta de pala de turbina eólica de tal manera que los elementos de sujeción en la pala de turbina eólica final se pueden utilizar para montar el extremo de raíz de la pala de turbina eólica al buje de una turbina eólica. El inserto de extremo de raíz comprende adicionalmente una serie de insertos dispuestos entre los elementos de sujeción.

Como se mencionó anteriormente, el mecanismo de descenso comprende una estructura para transportar el inserto de extremo de raíz y un dispositivo de accionamiento para descender la estructura junto con el inserto de extremo de raíz. La estructura y el inserto de extremo de raíz se pueden hacer descender sobre la superficie del molde del molde a través de ranuras guía y pasadores guía o rodillos.

De acuerdo con una realización ventajosa, el método antes de la etapa a) comprende la etapa de disponer una o más capas de fibra externas sobre la superficie de molde, una o más capas de fibra externas, definen una superficie externa de la parte de cubierta de pala de turbina eólica. De acuerdo con otra realización ventajosa, el método comprende adicionalmente la etapa de disponer de una o más capas de fibra internas sobre la parte superior del inserto de extremo de raíz. Por lo tanto, el inserto de extremo de raíz se intercala entre la capa de fibra interna y la capa de fibra externa. De acuerdo aun con otras realizaciones ventajosas, el método después de la etapa b) comprende las etapas de suministrar un polímero a las capas de fibra interna y externa y permitir que el polímero cure con el fin de formar la estructura compuesta. El inserto de extremo de raíz se incorpora de esta manera en la estructura del compuesto, proporcionando de esta manera una parte de adhesión fuerte para montar la pala de turbina eólica final al buje de una turbina eólica.

5 En métodos en donde el inserto de extremo de raíz se dispone sobre la superficie del molde mediante el uso de una placa de montaje, la placa de montaje se puede retirar después que se ha curado el polímero. Las diversas realizaciones de los tres aspectos se pueden combinar en cualquier forma. Por ejemplo, el extremo de raíz se puede ensamblar del segundo aspecto que se va a disponer sobre el mecanismo de descenso del tercer aspecto. Esto puede por ejemplo ser llevado a cabo mediante el inserto del extremo de raíz que se dispone sobre una placa de montaje, el inserto de extremo de raíz y la placa de montaje junto forman el ensamble de extremo de raíz.

Breve descripción de los dibujos

La invención se explica en detalles a continuación con referencia a una realización que se muestra en los dibujos, en los que

10 La figura 1 muestra una vista esquemática de una turbina eólica proporcionada con tres palas de turbina eólica, por lo menos una de las tres palas tiene una media cubierta de pala que se producen de acuerdo con el método de acuerdo con la invención.

La figura 2 muestra una vista esquemática de un molde utilizado para fabricar una parte de cubierta de pala de turbina eólica

15 La figura 3 muestra vista de sección transversal del molde de un sistema para colocar esteras de fibra de forma automatizada,

Las figuras 4-10 muestran vistas laterales del sistema durante la colocación de esteras de fibra sobre el molde,

La figura 11 muestra una vista superior de una superficie del molde del molde con capas de fibra externas dispuestas sobre la superficie del molde,

20 Las figuras 12 y 13 muestran vistas esquemáticas de una placa de montaje para montar un inserto de extremo de raíz,

La figura 14 muestra una vista de perfil de un casquillo y cuña del inserto de extremo de raíz,

La figura 15 muestra una vista superior de los insertos y cuñas del inserto de extremo de raíz,

La figura 16 muestra una sección transversal del inserto de extremo de raíz,

25 Las figuras 17-19 muestran vistas laterales esquemáticas del molde proporcionado con un mecanismo de descenso de acuerdo con la invención,

La figura 20 muestra una vista superior de una superficie del molde del molde con capas de fibra internas dispuestas sobre la parte superior del inserto de extremo de raíz, y

La figura 21 muestra una sección transversal de la colocación de una sección de raíz del molde.

Descripción detallada de la invención

30 La figura 1 ilustra una turbina 2 eólica moderna convencional de acuerdo con el denominado "concepto danés" con una torre 4, una góndola 6 y un rotor con un eje de rotor sustancialmente horizontal. El rotor incluye un buje 8 y tres palas 10 que se extienden radialmente desde el buje 8, cada uno tiene un rotor 16 de pala más cerca al buje y una punta 14 de pala más lejana del buje 8. El rotor tiene un radio designado R.

35 Las palas 10 de turbina eólica se fabrican como estructuras compuestas reforzadas con fibras que comprende un material de refuerzo de fibra incorporado en una matriz de polímero. Las palas 10 individuales comprenden una cubierta aerodinámica, y un lado de succión y un lado de presión de la cubierta aerodinámica que se fabrican frecuentemente como partes separadas en el módulo 20 como se muestra en la figura 2. Las partes 11 de cubierta de pala se fabrican por separado al disponer el material de refuerzo de fibra y normalmente también intercalado con el material de núcleo, tal como polímero espumado o madera de balsa, sobre una superficie 22 de molde del molde. El material de refuerzo de fibra se coloca como esteras 24 de fibras separadas que se apilan o sobreponen sobre la superficie 22 del molde. La estructura que soporta carga de la cuchilla 10 se puede fabricar como una tapa de larguero integrada en la cubierta de pala, también denominada laminado principal, con bandas de corte dispuestas entre las tapas de larguero de la parte de cubierta del lado de presión y la parte de cubierto del lado de succión. Alternativamente, la estructura que soporta carga se puede formar como un larguero o una viga, y la cubierta aerodinámica se adhiere a la estructura que soporta carga. Las dos partes de cubierta de pala también se pegan entre sí, por ejemplo, mediante el uso de partes de reborde internas. Las esteras 24 de fibra se pueden colocar manualmente

40

45

sobre la superficie 22 del molde o mediante el uso de un sistema de colocación de estera de fibra, en cuyo caso las esteras 24 de fibra se pueden colocar automáticamente o semiautomáticamente.

La figura 3 muestra una sección transversal del molde 20 en una configuración de fabricación, en donde se utiliza un sistema 30 de colocación de estera de fibra para colocar las esteras 24 de fibra. El sistema 30 de colocación de estera de fibra se realiza sobre una estructura 63 y las esteras 24 de fibra se colocan por el sistema 30 de colocación de estera de fibra que se mueve a lo largo del molde 20 mediante el uso de un portal 60 o carro. El material de estera de fibra se suministra al sistema 30 de colocación de estera de fibra desde un rollo 50 de estera de fibra que también es llevado sobre la estructura y de esta manera se mueve junto con el sistema 30 de colocación de estera de fibra a lo largo del molde. El portal 60 comprende una primera porción 61 telescópica y una segunda porción 62 telescópica de tal manera que la posición transversal y la altura de la estructura 63 y por lo tanto también se puede variar el sistema 30 de colocación de estera de fibra. Adicionalmente, la estructura se puede girar aproximadamente un pivote de 64 m, con lo cual el ángulo de colocación de la estera 24 de fibra se puede variar. Por lo tanto, el ángulo y la posición del sistema 30 de colocación de estera de fibra se pueden variar con el fin de colocar las esteras de fibra en la posición deseada y acomodar la forma de la superficie 22 del molde. El ángulo y la posición del sistema 30 de colocación de estera de fibra se puede programar previamente de tal manera que las esteras 24 de fibra se puedan cortar y colocar en un proceso automatizado o semiautomatizado. El portal puede por ejemplo ser movido a través del piso 66 de la fábrica mediante el uso de rieles o ruedas 65.

Las figuras 4-10 muestran vistas laterales del sistema 30 de colocación de estera de fibra durante un procedimiento de corte y colocación. Como se muestra en la figura 4, la estera 24 de fibra se suministra al sistema 30 de colocación de estera de fibra desde el rollo 50 de estera de fibra. El sistema 30 de colocación de estera de fibra comprende un primer rodillo 32 de accionamiento que hace avanzar la estera de 24 fibra dentro del sistema 30 de colocación de estera de fibra. Un dispositivo 34 de corte para cortar la estera 24 de fibra se dispone hacia adelante del primer rodillo 32 de accionamiento. El dispositivo 34 de corte puede por ejemplo ser un cuchillo sónico u otro cortador giratorio. Se dispone un rodillo 38 amortiguador se dispone hacia adelante del dispositivo 34 de corte y proporciona una longitud 39 de amortiguador de la estera de fibra. El rodillo 38 amortiguador se dispone en las ranuras 44 de tal manera que el rodillo 38 amortiguador se puede mover en una dirección sustancialmente horizontal de tal manera que se puede variar la longitud 39 de amortiguador, y el rodillo amortiguador se sesga elásticamente, por ejemplo, mediante presión de aire para proporcionar la longitud 39 de amortiguador. Un primer dispositivo 36 de sujeción se dispone entre el dispositivo 34 de corte y el rodillo 38 amortiguador.

Un segundo rodillo 40 de accionamiento para hacer avanzar la estera 24 de fibra dentro del sistema 30 de colocación de estera de fibra se dispone hacia adelante del rodillo 38 amortiguador y la longitud de amortiguador. El primer rodillo 32 de accionamiento y el segundo rodillo 40 de accionamiento se disponen sustancialmente verticalmente por encima de cada uno. De esta manera, puede la posición del rodillo amortiguador en una posición sustancialmente transversal a la dirección general de avance de la estera de fibra, que a su vez proporciona una solución simple para variar la longitud 39 de amortiguador.

La velocidad del primero y segundo rodillos 32, 40 de accionamiento se alinea generalmente con la velocidad de propagación del sistema 30 de colocación de estera de fibra a lo largo del molde. Esto asegura que las esteras 24 de fibra se pueden disponer sobre la superficie del molde 22 sin ser arrastrado a lo largo de la superficie del molde y sin arrugar las esteras de fibra. El sistema 30 de colocación de estera de fibra comprende una bandeja 42 para disponer esteras 24 de fibra sobre la parte superior de la superficie 22 de molde. La bandeja puede estar en ángulo de tal manera que la tensión de la estera de fibra se alivia ya que está dispuesta en la parte superior de la superficie 22 del molde. El sistema 30 de colocación de estera de fibra comprende adicionalmente un dispositivo 48 de caída. El dispositivo 48 de caída puede por ejemplo comprender uno o más rodillos de compresión. Alternativamente o adicionalmente, el dispositivo de caída puede comprender una serie de cepillos o almohadillas. Los cepillos pueden por ejemplo ser almohadillas de caucho flexibles que se arrastran a lo largo del sistema de colocación de estera de fibra, arrastrando de esta manera las fibras ya que se mueven a lo largo de las capas de fibra.

Las esteras 24 de fibra necesitan cortarse con el fin de proporcionar la longitud de estera de fibra correcta. El método de corte y diseño de acuerdo con la invención se lleva a cabo de esta manera en dos etapas de colocación. En la primera etapa de colocación, el sistema 30 de colocación de estera de fibra coloca una primera longitud de estera de fibra sobre la superficie, en una secuencia, en donde el sistema 30 de colocación de estera de fibra continua haciendo avanzar la estera 24 de fibra dentro del sistema y la propaga a lo largo del molde. Durante la colocación de la primera longitud, el primer rodillo de accionamiento y el segundo rodillo 32, 40 de accionamiento continúan haciendo avanzar la longitud de la fibra, y las fuerzas de tracción aplicadas de esta manera al rodillo 38 amortiguador son menores que el sesgo del rodillo. Por lo tanto, el rodillo 38 de amortiguador se mantiene estático con el fin de proporcionar la longitud 39 de amortiguador completo.

Una vez se ha colocado la estera fibra a la primera longitud, comienza la segunda etapa de colocación. El primer dispositivo 36 de sujeción sujeta la estera de fibra, inmovilizando por lo tanto una parte de la estera de fibra y se activa el dispositivo 34 de corte y corta la estera de fibra como se muestra en la figura 5. Los primeros medios 32 de accionamiento también se pueden adaptar para sujetar la estera de fibra con el fin de mantener tensa la estera de

fibra durante el procedimiento de corte. Del mismo modo, el primer dispositivo 36 de sujeción también se puede adaptar para funcionar como un rodillo de accionamiento, cuando la estera de fibra se hace avanzar internamente en el sistema 30 de colocación de estera de fibra.

5 El sistema de colocación de estera de fibra continúa colocando una segunda longitud de la estera 24 de fibra durante el procedimiento de corte. La segunda longitud corresponde a la longitud de la estera de fibra dentro del sistema de 30 desde el dispositivo 34 de corte hasta el punto de colocación en la bandeja 42 al momento de corte. De esta manera, la longitud total de la estera fibra colocada corresponde a la primera longitud más la segunda longitud. Durante el procedimiento de corte, el segundo rodillo 40 de accionamiento continúa haciendo avanzar la estera de fibra. En razón a que el dispositivo 36 de sujeción todavía sujeta el extremo de la estera de fibra cortada, comenzará la estera de fibra a aplicar una fuerza de tracción hacia el rodillo 38 amortiguador que es más grande que el sesgo. De acuerdo con lo anterior, el rodillo amortiguador empieza a moverse a lo largo de las ranuras 44, reduciendo por lo tanto la longitud 39 de amortiguador. Esto continúa hasta que el rodillo 38 de amortiguador se retrae hasta una posición 46 de almacenamiento o retraída, en la que la longitud 39 del amortiguador se minimiza como se muestra en la figura 6.

15 Luego el dispositivo 36 de sujeción desengancha la estera de fibra de tal manera que el extremo de la estera de fibra se tira pasado el rodillo amortiguador como se muestra en la figura 7, mientras que el sistema 30 de colocación de estera de fibra continúa moviéndose a lo largo del molde y colocando la estera de fibra sobre la superficie 22 del molde tal como se muestra en la figura 9. El primer rodillo 32 de accionamiento empieza luego a hacer avanzar el nuevo material de estera de fibra desde el rollo 50 de estera de fibra rodillo. El nuevo material de estera de fibra es guiado desde el primer rodillo 32 de accionamiento hasta el segundo rodillo 40 de accionamiento. En razón a que el rodillo 38 amortiguador se almacena en la posición 46 retraída, se puede hacer avanzar el material de estera de fibra pasando el rodillo amortiguador como se muestra en la figura 9. Cuando el material de estera de fibra nuevo engancha el segundo rodillo 40 de accionamiento, el rodillo amortiguador se puede enganchar de nuevo de tal manera que la longitud 39 de amortiguador puede de nuevo ser suministrada al sistema mediante fuerza de sesgo que mueve el rodillo amortiguador a lo largo de las ranuras 44 como se muestra en la figura 10. El avance de la estera de fibra y el reenganche del rodillo 38 del amortiguador se puede llevar a cabo mientras que el sistema de colocación de estera de fibra se mueve hacia la posición de inicio para la siguiente estera 24 de fibra que se va a colocar.

En general, el sistema 30 de colocación de estera de fibra y el procedimiento de colocación de acuerdo con la invención proporcionan un sistema y método, en el que el tiempo de ciclo de colocación sólo se afecta mínimamente por el tiempo de proceso de corte.

30 El sistema es particularmente adecuado para colocar esteras de fibra que tienen un ancho de 20-80 cm. Las esteras de fibra pueden comprender fibras unidireccionales, biaxiales, y triaxiales u orientadas aleatoriamente. Las fibras de refuerzo son preferiblemente fibras de vidrio o de carbono. La colocación de la primera longitud de esteras de fibra se puede llevar a cabo a una primera velocidad de movimiento, por ejemplo, aproximadamente 72 m/min. La colocación de la segunda longitud de esteras de fibra, es decir, la colocación durante el procedimiento de corte, se puede llevar a cabo a menor velocidad. La velocidad también se puede reducir gradualmente durante el diseño de la segunda longitud de la estera de fibra.

40 En lo siguiente, se describirá la preparación y colocación de la parte de raíz de la cubierta de pala de turbina eólica. Como se muestra en la figura 11, el procedimiento de colocación empieza al disponer una o más capas 68 de fibra externas sobre la superficie 22 de molde del molde. Las capas 68 de fibra externa comprenden ventajosamente capas de fibra biaxiales, por ejemplo, con fibras orientadas a -45 y 45 grados en comparación con la dirección longitudinal del molde. Las capas de fibra biaxiales proporcionan un fuerte pegado mecánico a medios de sujeción proporcionados en el extremo de raíz. Los elementos de sujeción están en el producto final, es decir, la pala de turbina eólica, utilizada para montar el extremo de raíz de la pala a un buje de turbina eólica. Las fibras biaxiales proporcionan resistencia tanto en la dirección longitudinal y como en la dirección transversal de la pala y de esta manera ayuda asegurar que los elementos de sujeción no sean tirados de la raíz de pala de turbina eólica.

50 Las figuras 12 y 13 muestran una placa 70 de montaje que se utiliza para preparar un inserto de extremo de raíz que comprende una serie de elementos en forma de casquillos 74 e insertos de retención en la forma de cuñas 76 del tipo mariposa dispuestas entre los casquillos 74. La placa 70 de montaje junto con el inserto de extremo de raíz forma un ensamble de extremo de raíz. La placa 70 de montaje se puede utilizar para disponer el inserto de extremo de raíz en la superficie 22 de molde del molde 20 y se puede retirar hacia y por lo menos antes instalación de la cuchilla sobre un buje de turbina eólica.

55 La placa 70 de montaje comprende un primer lado 77 y un segundo lado 79. La placa 70 de montaje se proporciona con una pluralidad de cavidades 71 proporcionadas en un primer lado 77 de la placa 70 de montaje y una pluralidad de agujeros 72 pasantes o huecos. Los agujeros 72 se alinean centralmente con las cavidades 71. En las figuras 12 y 13 solo se muestran pocos agujeros 72 y cavidades 71. Sin embargo, en la práctica se disponen equidistantemente a largo de un semicírculo completo de la placa 70 de montaje.

5 Los casquillos 74 se montan en las cavidades 71 de la placa 70 de montaje al insertar los extremos del casquillo 74 en las cavidades. Los casquillos 74 se proporcionan con agujeros centrales que tienen roscas 75 internas. Los casquillos 74 se pueden retener de esta manera en las cavidades al insertar pernos 78 de sujeción desde el segundo lado de la placa 70 de montaje y a través de los agujeros 72 de la placa 70 de montaje. Los agujeros se extenderán luego desde el primer lado 77 de la placa de montaje y se orientarán sustancialmente normales a un plano de la placa 70 de montaje.

10 En la práctica, el inserto de extremo de raíz se puede preparar mediante un primer montaje de un primer casquillo 74 sobre la placa de montaje y luego disponer un primer inserto 76 junto a y que limita con el primer casquillo. Después de eso se dispone un segundo casquillo 74 junto al primer inserto 76 y un segundo inserto 76 junto a la segunda casquillo 74. Este procedimiento se continúa luego hasta que los casquillos 74 y los insertos 76 se disponen a lo largo del semicírculo completo sobre la placa de montaje, por ejemplo, al disponer los casquillos 74 e insertos 76, de izquierda a derecha como se ilustra en la figura 12. Los insertos 76 se necesitan disponerse en las cavidades del primer lado 77 de la placa de montaje, pero se pueden retener entre los casquillos 74 debido a la forma tipo mariposa de los insertos de 76.

15 La placa 70 de montaje se proporciona con una serie de protuberancia 73, tal como pasadores o barras, que se extienden desde el lado de la placa 70 de montaje. Estas protuberancias 73 se pueden utilizar como partes de conexión para proporcionar una conexión de acoplamiento para partes correspondientes sobre una estructura de un mecanismo de descenso para disponer el inserto de extremo de raíz sobre la superficie 22 del molde 20.

20 Como se muestra en la figura 14, las cuñas 80 se disponen en extensión longitudinal de los casquillos 74. Las cuñas se pueden fabricar por ejemplo de polímero espumero o madera de balsa, mientras que los casquillos se fabrican de, por ejemplo, hierro fundido o acero inoxidable. Las cuñas 80 se disponen de tal manera que la parte gruesa de la cuña 80 se disponga proximal al casquillo 74, y la parte ahusada, delgada, se dispone proximal al casquillo. Esto asegura que el elemento de sujeción tiene una transición gradual hacia las capas de fibra circundantes de la parte de cubierta de pala final, asegurando por lo tanto que la raíz de pala no tenga una transición de rigidez discontinua o escarpada.

25 Una capa 81 de fibra se puede envolver alrededor de un casquillo 74 y una cuña 80. Ventajosamente, la capa de fibra es una banda relativamente delgada que se enrolla en una forma de hélice alrededor de las dos partes. Por lo tanto, la capa 81 de fibra, el casquillo 74 y la cuña se pueden montar juntas sobre la placa 70 de montaje. La capa 81 de fibra puede comprender ventajosamente fibras no tejidas o fibras orientadas aleatoriamente, tal como por ejemplo lana de vidrio. Esto facilita un pegado relativamente fuerte en la matriz de polímero después de la infusión y curado del
30 polímero.

El inserto 76 tiene preferiblemente también un perfil que corresponde con el perfil de los casquillos 74 y las cuñas 80. En otras palabras, los insertos 76 comprenden preferiblemente una parte ahusada o parte de cuña en un extremo proximal del mismo. La parte ahusada ventajosamente se forma integralmente con e inserto 76. Los insertos 76 se pueden fabricar ventajosamente de una estructura compuesta reforzada con fibra, por ejemplo, una pultrusión de fibra
35 que comprende fibras de vidrio pultruidas o fibras de carbono.

Como se muestra en la figura 5 la parte ahusada o parte de cuña ahusada de los insertos 76 se pueden alinear con las cuñas 81 dispuestas en extensión longitudinal de los casquillos 74. Esto se puede llevar a cabo al ondular una banda de fibra bajo la parte ahusada de los insertos y sobre las cuñas 81 de los elementos de sujeción o viceversa.

40 Después de eso, una capa 83 de fibra adicional se puede enrollar firmemente alrededor de los casquillos 74, las cuñas 80 y los insertos 76 de tal manera que el inserto de extremo de raíz tiene una sección transversal como se muestra en la figura 16. La capa 83 de fibra adicional puede por ejemplo ser una capa de fibra triaxial que comprende fibras de refuerzo orientadas a -45 grados, 0 grados y 45 grados en comparación con la dirección longitudinal del molde y la cubierta de pala. Esto proporciona resistencia tanto en la dirección longitudinal como en la dirección transversal de la cubierta de pala y aumenta la resistencia a la extracción de los casquillos 74. Adicionalmente, las bandas de fibra (no
45 mostradas) se pueden enrollar alrededor de las capas 83 de fibra adicionales cerca a las partes ahusadas de las cuñas 81 y los insertos 76 con el fin de asegurar una transición suave hacia las capas de fibra circundantes en la colocación.

El inserto de extremo de raíz se ha preparado ahora y está listo para ser dispuesto sobre la parte superior de las capas 68 de fibra externa. Esto se puede llevar a cabo como se muestra en las figuras 17-19 al disponer la placa 70 de montaje con el inserto de extremo de raíz montado (no mostrado) sobre un mecanismo 85 de descenso que puede
50 descender y disponer el inserto de extremo de raíz sobre la superficie 22 de molde del molde 20.

El mecanismo 85 de descenso puede ventajosamente ser unido a los lados del molde 20. El mecanismo 85 de descenso puede comprender una estructura 86, que se proporciona con medios de transporte en forma de ganchos 92 que pueden enganchar en forma acoplable las protuberancias 73, de la placa 70 de montaje de tal manera que la placa de montaje se conecta a o descansa sobre la estructura 86.

5 La estructura 86 comprende una ranura 89 de guía delantera y una ranura 90 de guía posterior, que enganchan un rodillo 87 guía delantero y un rodillo 88 guía posterior, respectivamente. El mecanismo de descenso comprende adicionalmente unos medios de accionamiento en la forma de un cilindro 91 de pistón telescópico que se conecta entre una parte estática del mecanismo 85 de descenso y la estructura 86. El cilindro 91 de pistón telescópico puede ventajosamente ser conectado en forma articulada a la parte estática de la estructura 86. Las ranuras 89, 90 de guías tiene una forma tal que la estructura 86 y por lo tanto también la placa 70 de montaje con el inserto de extremo de raíz se mueven de acuerdo con un movimiento deseado.

10 La figura 17 muestra un mecanismo 85 de descenso en la posición de montaje, en donde la placa de montaje 70 junto con el inserto de extremo de raíz se dispone sobre la estructura 86 del mecanismo 85 de descenso. La placa 70 de montaje se monta sobre la estructura 86 en una orientación sustancialmente vertical.

15 Cuando el cilindro 91 de pistón telescópico comienza a retraer el pistón, la estructura 86 se mueve en los rodillos 87, 88 guía a través de las ranuras 89, 90 de guía. Como se observa, las ranuras guía comprenden cada una, una parte de ranura horizontal y una parte de ranura en ángulo. La parte de ranura horizontal de la ranura 89 de guía delantera es más larga que la parte de ranura horizontal de la ranura 90 de guía posterior, y la parte de ángulo de la ranura 89 de guía delantera está en ángulo más en comparación con un plano horizontal que la parte en ángulo de la ranura 90 de guía posterior. De esta manera, la estructura 86 en un primer movimiento (de la figura 17, a la figura 18) descenderá hacia abajo de la superficie 22 de molde del molde, mientras que la estructura 86 y la placa 70 de montaje se inclinan de tal manera que el inserto de extremo de raíz está en ángulo hacia arriba en la dirección longitudinal del molde.

20 La disminución de un movimiento de inclinación continúa hasta que el inserto de extremo de raíz hace contacto sustancialmente con la superficie 22 del molde 20, después de lo cual se lleva a cabo una segunda etapa de movimiento (de la figura 18 y la figura 19). En la segunda etapa del movimiento, la estructura 86 con la placa 70 de montaje y el inserto de extremo de raíz giran hasta que la placa 86 de montaje se orienta dispuesta sustancialmente verticalmente y el inserto de extremo de raíz descansa sobre las superficies 22 de molde del molde 20. Este movimiento asegura que el material 68 de fibra que ya se ha dispuesto sobre la superficie 22 del molde no se distorsione o arrugue de otra forma.

25 Después de eso, una serie capas 95 de fibra internas están como se muestra en la figura 20, dispuestas sobre la parte superior del inserto de extremo de raíz. Las capas 95 de fibra interna pueden por ejemplo capas de fibra triaxial que comprenden fibras de refuerzo orientadas a -45 grados, 0 grados y 45 grados en comparación con la dirección longitudinal del molde y la cubierta de pala. Esto proporciona resistencia tanto en la dirección longitudinal como en la dirección transversal de la cubierta de pala y aumenta la resistencia a la extracción de los casquillos 74.

30 La figura 21 muestra una sección transversal de la colocación final en la parte de raíz del molde. Como se observa, la colocación comprende casquillos 74 e insertos 76 envueltos en una capa 83 de fibra e intercalados entre las capas 68 de fibra externas y las capas 95 de fibra interna.

35 Finalmente, se sella una bolsa al vacío contra el molde 20, y se evacua la cavidad del molde formada entre la bolsa de vacío y el molde 20, después de lo cual se llena con resina líquida la cavidad del molde y se impregna el material de fibra. Finalmente, la resina se cura con el fin de formar la parte de cubierta. Esta parte de cubierta se puede luego adherir a otra parte de cubierta, por ejemplo, a lo largo del borde de ataque y salida del mismo, con el fin de formar la cubierta aerodinámica de la pala de turbina eólica. Las placas de montaje se pueden retirar antes de este proceso. Alternativamente, las placas de montaje se pueden dejar sobre y retirar primero antes que la pala de turbina se monte sobre un buje de turbina eólica.

40 Las realizaciones de productos, sistemas y métodos se establecen en los siguientes ítems:

Lista de numerales de referencia

2: turbina eólica

4: torre

45 6: góndola

8: buje

10: pala

11: cubierta de pala

- 14: punta de pala
- 16: raíz de pala
- 20: molde
- 22: superficie del molde
- 5 23: cubierta de pala
- 24: esteras de fibra
- 30: sistema de colocación de esteras de fibra
- 32: primer rodillo de accionamiento
- 34: dispositivo de corte
- 10 36: primer dispositivo de sujeción
- 38: rodillo amortiguador
- 39: longitud de amortiguador
- 40: segundo rodillo de accionamiento
- 42: bandeja
- 15 44: ranuras
- 46: posición de almacenamiento/posición retraída
- 48: dispositivo de caída
- 50: rodillo de estera de fibra
- 60: carro/portal
- 20 61: parte telescópica
- 62: parte telescópica
- 63: estructura
- 64: pivote
- 65: rueda/pista
- 25 66: piso
- 68: capas de fibra externa
- 70: placa de montaje
- 71: cavidad
- 72: agujero/hueco
- 30 73: protuberancias/pasadores/barras
- 74: casquillos/medios de sujeción

- 75: agujero central con rosca interna
- 76: inserto/cuña tipo mariposa
- 77: primer lado de placa de montaje
- 78: perno de sujeción
- 5 79: segundo lado de placa de montaje
- 80: cuña
- 81: capa de fibra con fibras no tejidas o fibras orientadas aleatoriamente
- 82: banda de fibra
- 83: capa de fibra envuelta alrededor de casquillos e insertos
- 10 85: mecanismo de descenso/dispositivo de descenso
- 86: estructura
- 87: rodillo guía delantero
- 88: rodillo guía posterior
- 89: ranura de guía delantera
- 15 90: ranura de guía posterior
- 91: medios de accionamiento/ cilindro del pistón telescópico
- 95: capas de fibra internas

REIVINDICACIONES

1. Un molde (20) para fabricar una parte de cubierta de pala de turbina eólica, estando el molde (20) provisto de una superficie (22) de moldeo que define la forma exterior de la parte de cubierta de turbina eólica, en donde el molde (20) tiene una dirección longitudinal y comprende una parte de molde de extremo de raíz en un extremo longitudinal del mismo, y en donde el molde (20) está provisto de un mecanismo (85) de descenso, que está adaptado para llevar y bajar un inserto de extremo de raíz sobre la superficie (22) de moldeo del molde (20), caracterizado porque el mecanismo (85) de descenso está adaptado para bajar el inserto del extremo de raíz en un movimiento de dos etapas, donde el inserto de extremo de raíz en una primera etapa de movimiento desciende sobre la superficie (22) de moldeo mientras que el inserto del extremo de raíz está angulado hacia arriba en la dirección longitudinal hasta que un primer extremo del inserto del extremo de raíz hace contacto con una parte de la superficie (22) de moldeo en el extremo de raíz y donde el inserto del extremo de raíz en una segunda etapa de movimiento está inclinado hasta que el inserto de extremo de raíz descansa sobre la superficie (22) de moldeo.
2. Un molde (20) de acuerdo con la reivindicación 1, en donde el mecanismo (85) de descenso está unido al molde (20), preferiblemente en los lados del molde (20).
3. Un molde (20) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-2, en donde el mecanismo (85) de descenso comprende una estructura (86) para llevar el inserto de extremo de raíz y unos medios (91) de accionamiento para bajar la estructura (86) juntos con el inserto de extremo de raíz.
4. Un molde (20) de acuerdo con la reivindicación 3, en donde el mecanismo (85) de descenso comprende al menos un par de pasadores o rodillos (87, 88) de guía y ranuras (89, 90) de guía de acoplamiento provistas en la estructura (86), opcionalmente donde las ranuras de guía comprenden una ranura (89) de guía delantera y una ranura (90) de guía posterior, en donde las ranuras (89, 90) están conformadas de tal manera que la guía posterior en el primer movimiento baje una parte posterior de la estructura (86) más rápido que una ranura de guía delantera baja una parte delantera de la estructura (86), opcionalmente además
- en donde las ranuras están conformadas de tal manera que la guía delantera en el segundo movimiento baje la parte delantera de la estructura (86) más rápido que la ranura de guía posterior que baja la parte posterior de la estructura (86).
5. Un molde (20) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 3-4, en donde los medios (91) de accionamiento comprenden un cilindro de pistón telescópico, tal como un pistón hidráulico o neumático.
6. Un molde (20) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 3-5, en donde la estructura (86) está provista de medios de transporte para llevar el inserto de extremo de raíz, por ejemplo
- en donde los medios de transporte son ganchos que están adaptados para recibir pasadores desde el inserto de extremo de raíz.
7. Un método de fabricación de una parte de cubierta de pala de turbina eólica, en donde la parte de cubierta de pala de turbina eólica se fabrica como una estructura compuesta que comprende un material con refuerzo de fibra incrustado en una matriz de polímero, y en donde la parte de cubierta de pala de turbina eólica está provista con un inserto de extremo de raíz que, cuando se fabrica, es accesible desde un extremo de raíz de la parte de cubierta de turbina eólica, y en donde la parte de cubierta de pala de turbina eólica se fabrica en un molde (20) provisto con una superficie (22) de moldeo que define una forma externa de la parte de cubierta de pala de turbina eólica, en donde el método comprende las etapas de:
- a) disponer el inserto de extremo de raíz en un dispositivo de descenso del molde (20), y
- b) bajar el inserto de extremo de raíz sobre la superficie (22) de moldeo del molde (20) a través del dispositivo de descenso, caracterizado porque la etapa b) se lleva a cabo en dos etapas de movimiento, en donde
- b1) el inserto de extremo de raíz en una primera etapa de movimiento desciende sobre la superficie (22) de moldeo mientras que el inserto de extremo de raíz está angulado hacia arriba en la dirección longitudinal hasta que un primer extremo del inserto de extremo de raíz hace contacto con una parte de la superficie (22) de moldeo en el extremo de raíz, y
- b2) el inserto de extremo de raíz en una segunda etapa de movimiento está inclinada hasta que la inserción de extremo de raíz descansa sobre la superficie (22) de moldeo.

8. Un método de acuerdo con la reivindicación 7, en donde el inserto de extremo de raíz antes de la etapa a) está dispuesto en una placa de montaje, y en donde el inserto de extremo de raíz está dispuesto en el mecanismo (85) de descenso a través de la placa de montaje.
- 5 9. Un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 7-8, en donde el inserto de extremo de raíz comprende una pluralidad de miembros de sujeción, tales como casquillos, por ejemplo
- en donde el inserto de extremo de raíz comprende además un número de insertos dispuestos entre miembros de sujeción.
- 10 10. Un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 7-9, en donde el mecanismo (85) de descenso comprende una estructura (86) para llevar el inserto de extremo de raíz y un medio (91) de accionamiento para bajar la estructura (86) junto con el inserto de extremo de raíz.
11. Un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 7-10, en donde la estructura (86) y el inserto de extremo de raíz se bajan sobre la superficie (22) de moldeo del molde (20) a través de ranuras (89, 90) de guía y pasadores o rodillos (87, 88) de guía.
- 15 12. Un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 7-11, en donde el método anterior a la etapa a) comprende la etapa de disponer una o más capas de fibra externas sobre la superficie de moldeo, definiendo la una o más capas de fibra externas una superficie externa de la parte de cubierta de pala de turbina eólica, opcionalmente
- en donde el método comprende adicionalmente la etapa de disponer una o más capas de fibra internas encima del inserto de extremo de raíz.
- 20 13. Un método de acuerdo con la reivindicación 12, en donde el método después de la etapa b) comprende las etapas de suministrar un polímero a las capas de fibra externa e interna, y permitir que el polímero se cure para formar la estructura compuesta.

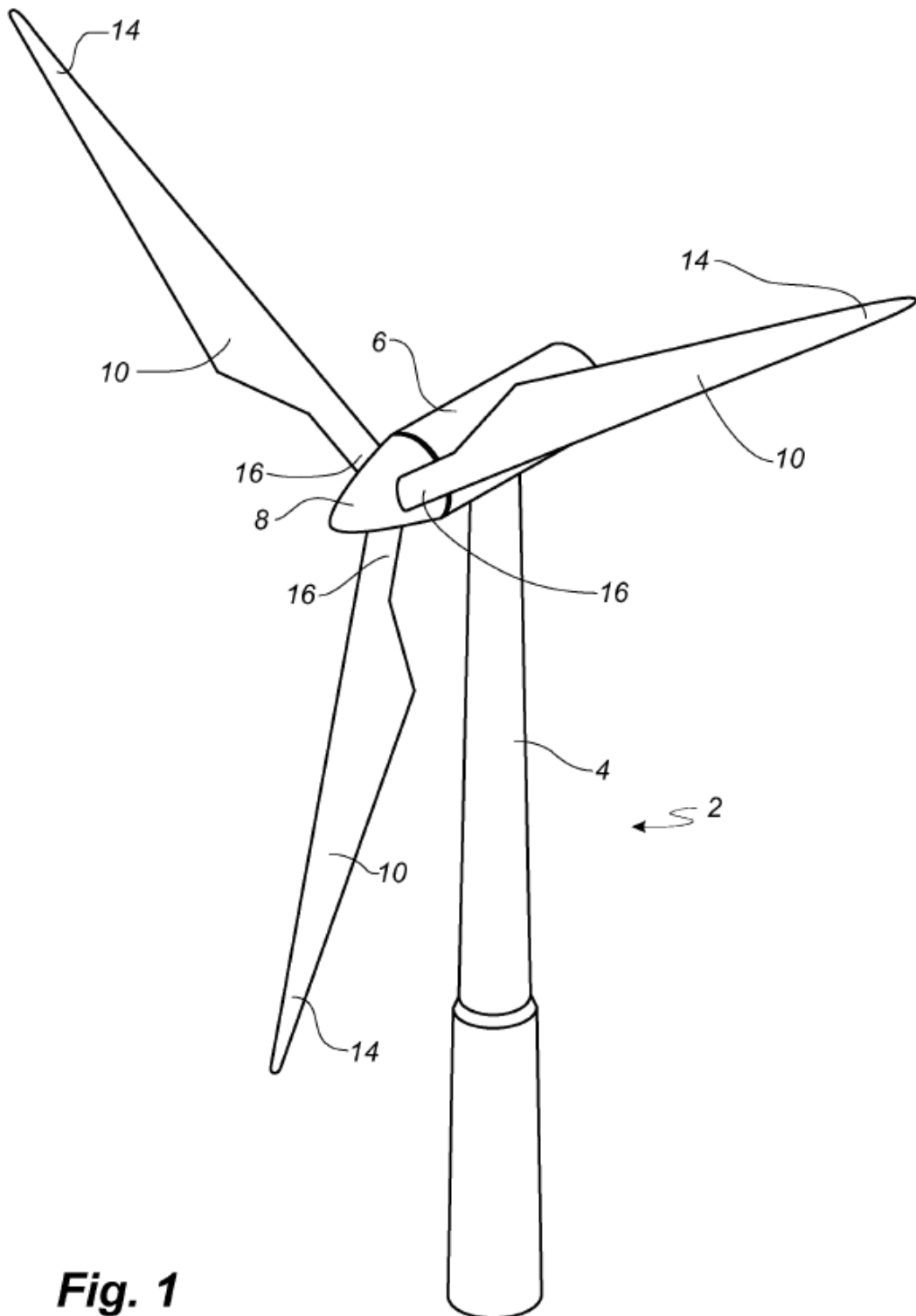


Fig. 1

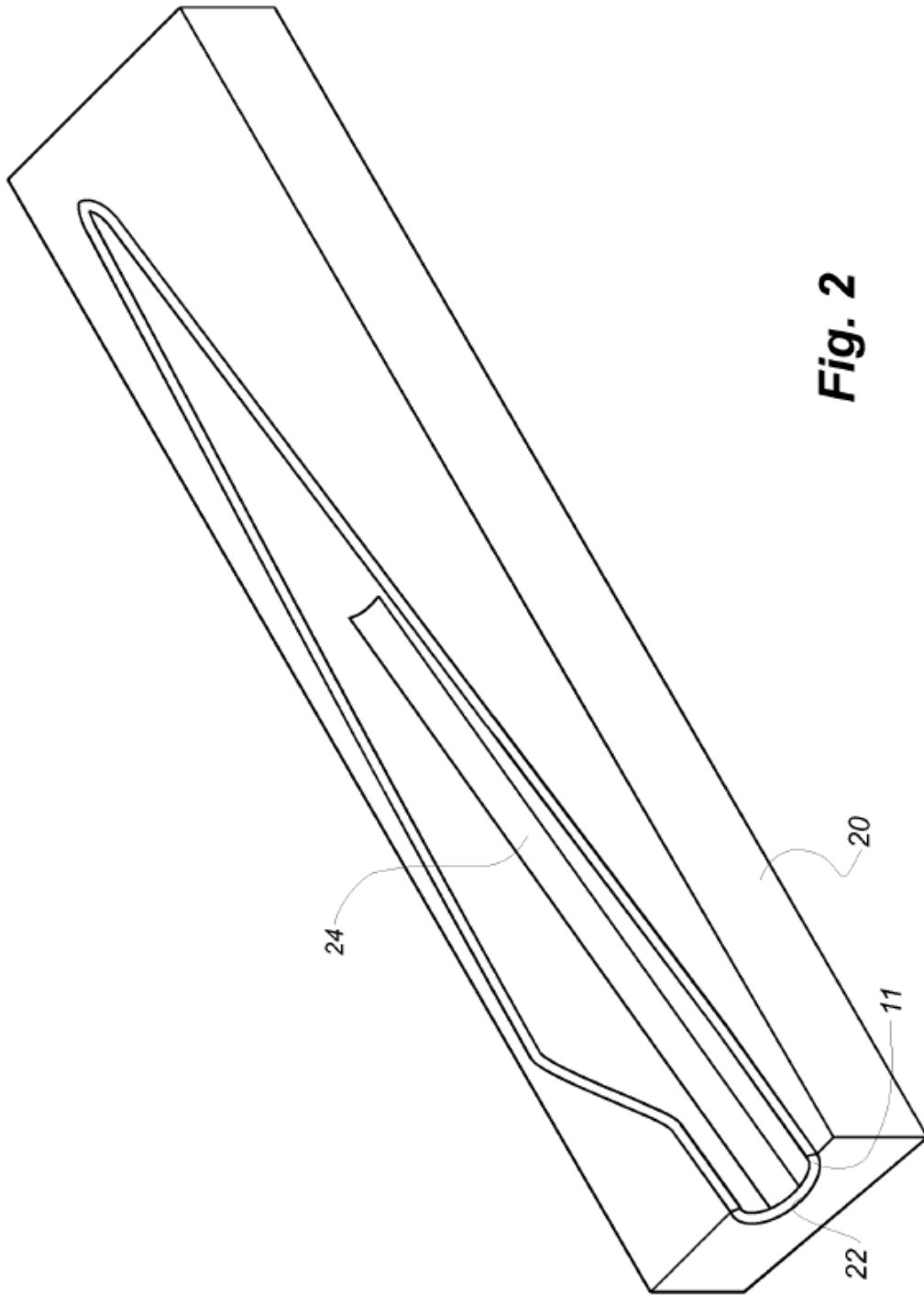


Fig. 2

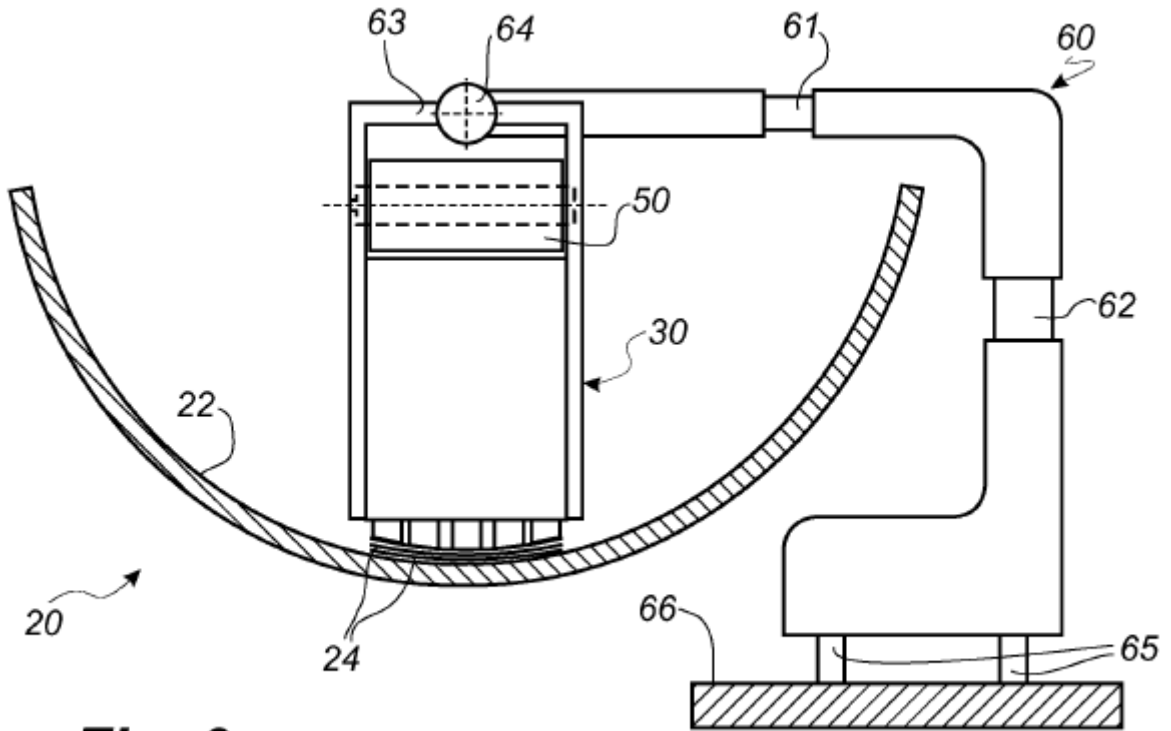


Fig. 3

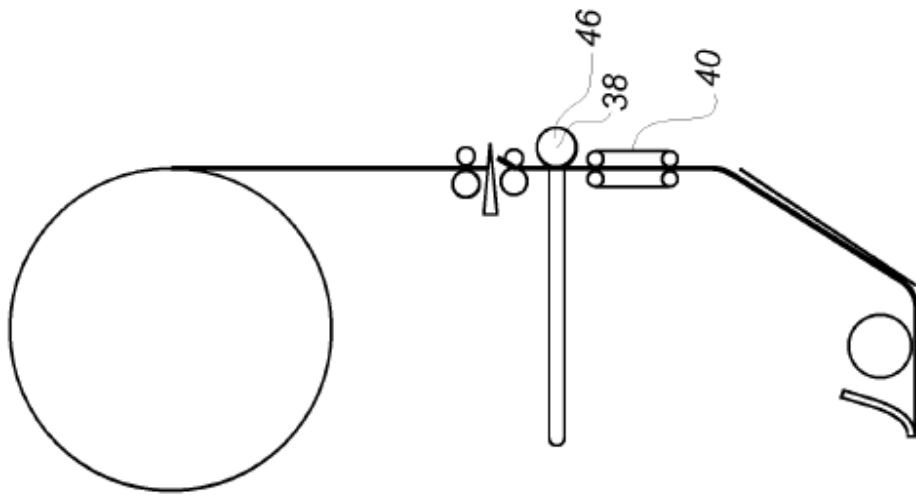


Fig. 6

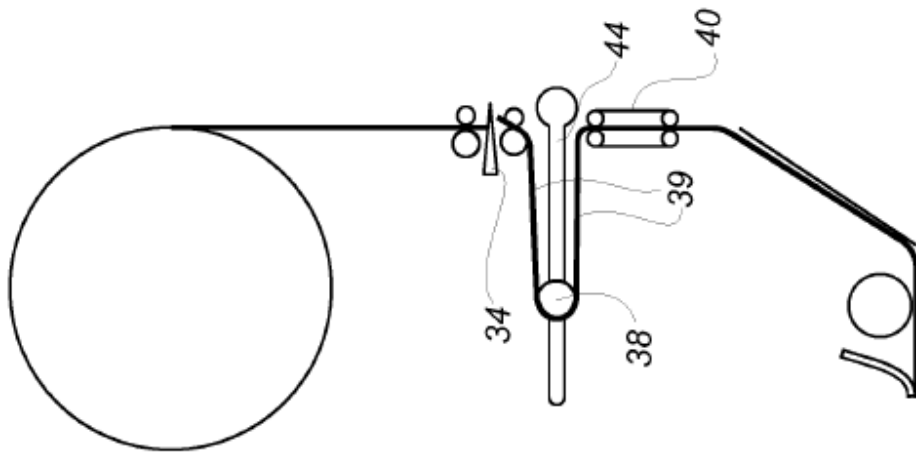


Fig. 5

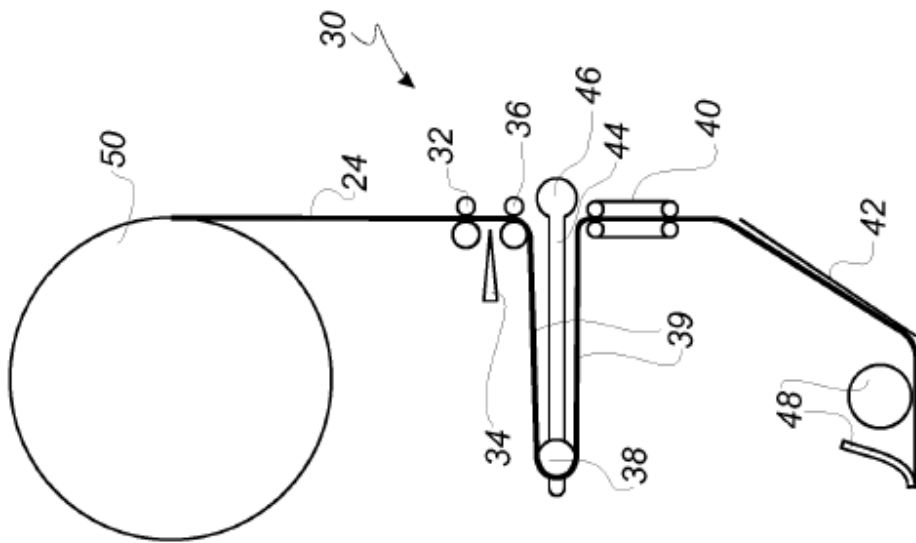


Fig. 4

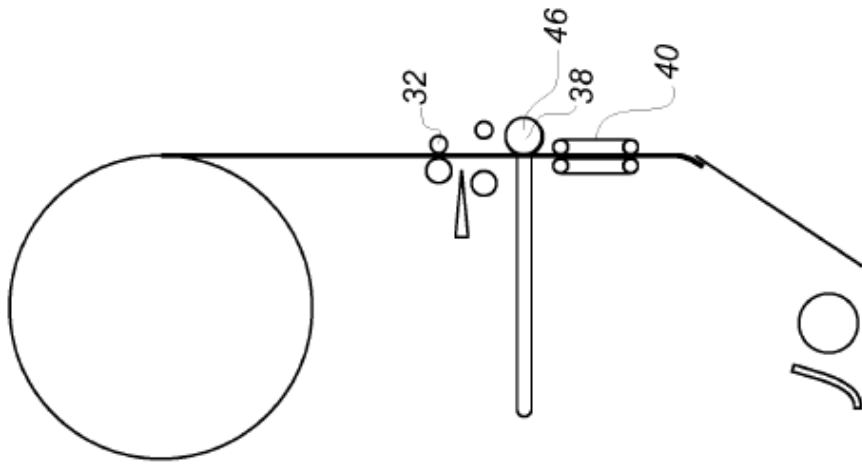


Fig. 7

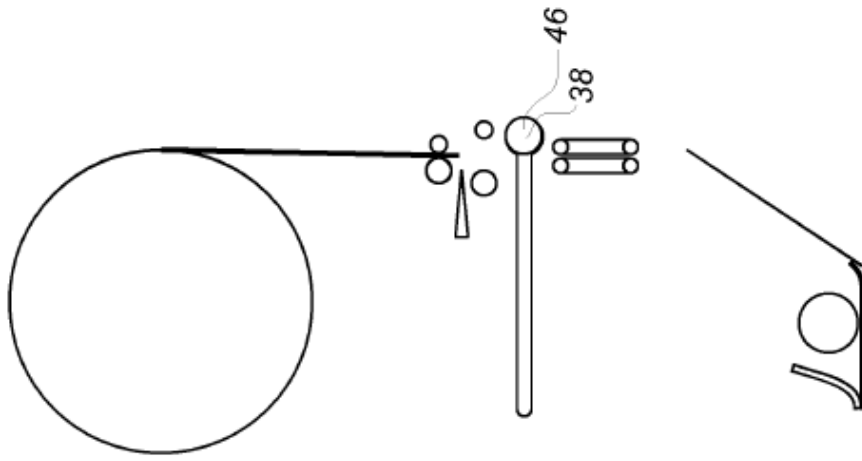


Fig. 8

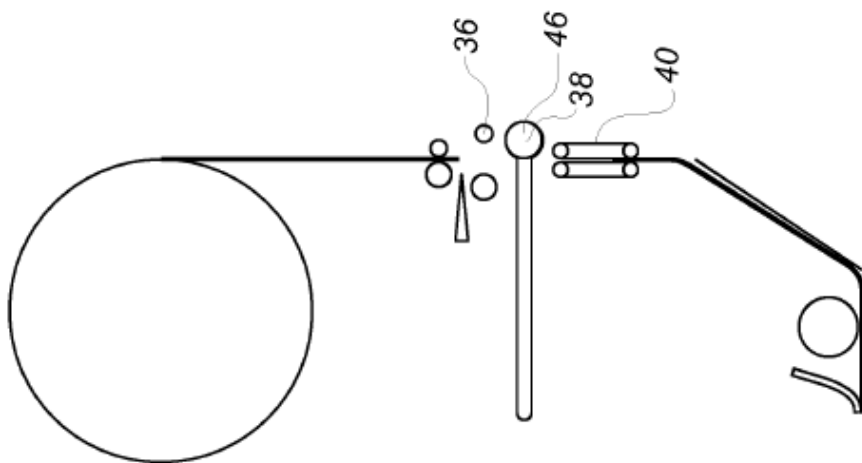


Fig. 9

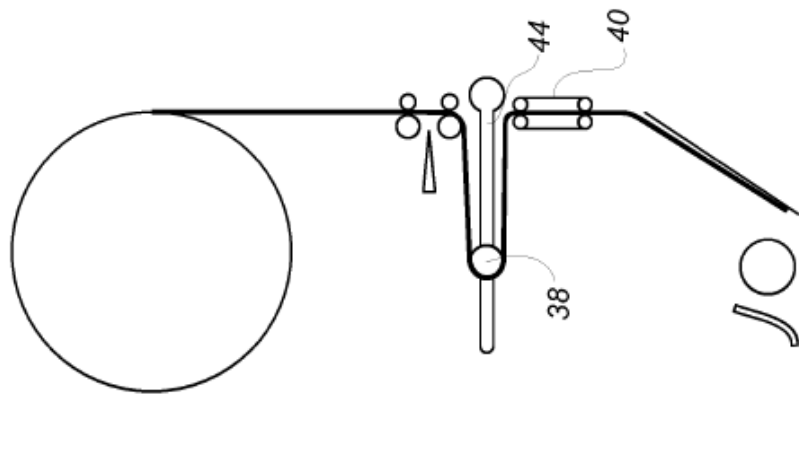


Fig. 10

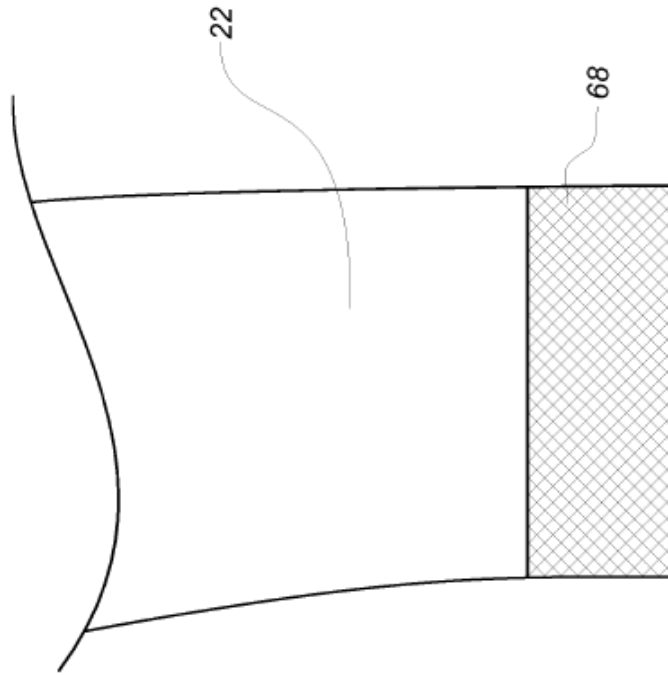


Fig. 11

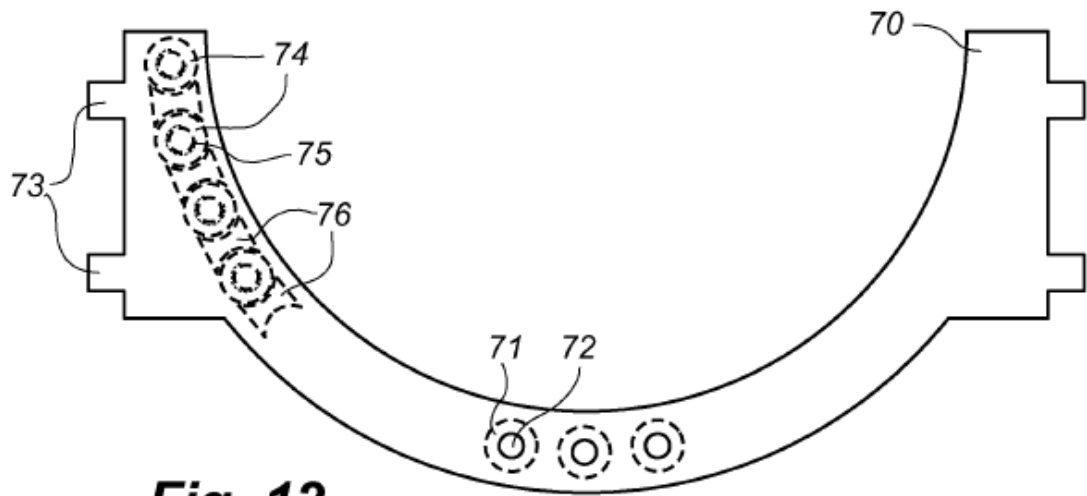


Fig. 12

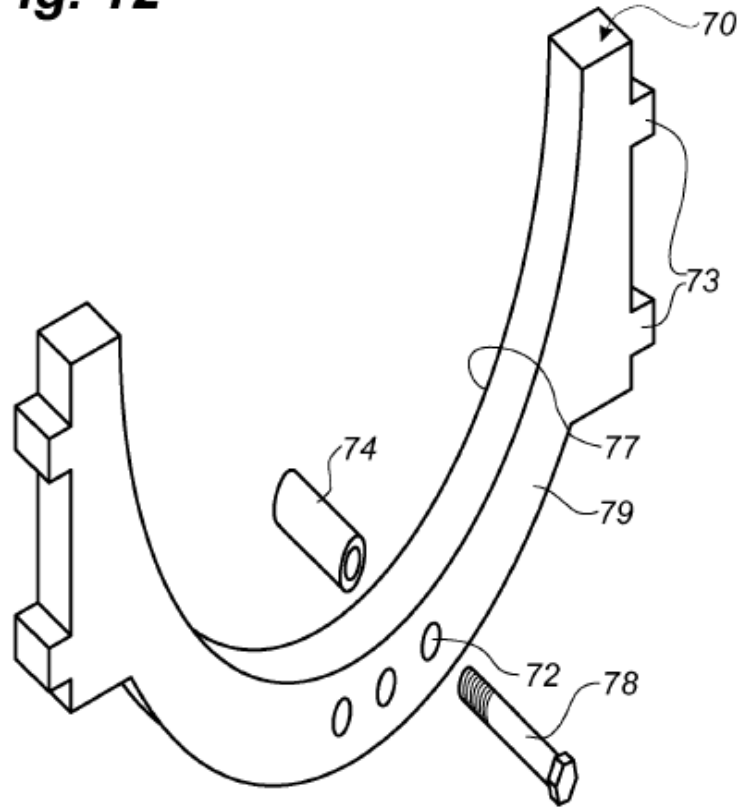


Fig. 13

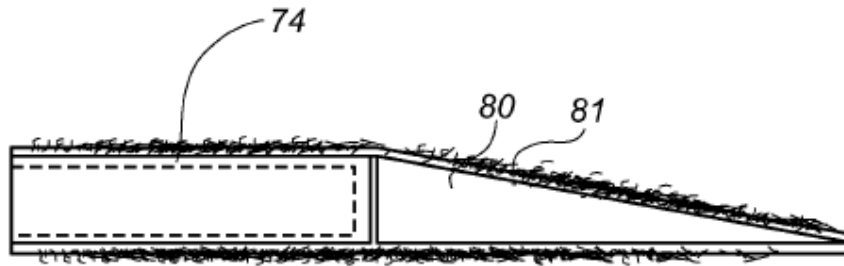


Fig. 14

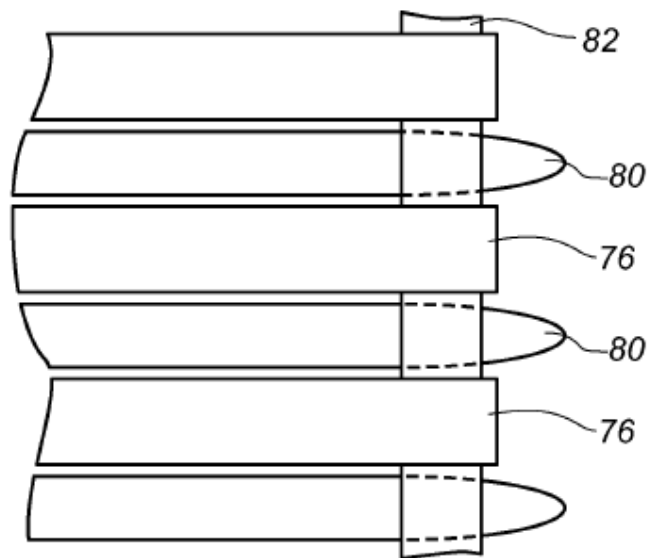


Fig. 15

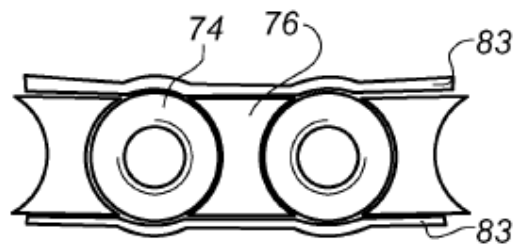


Fig. 16

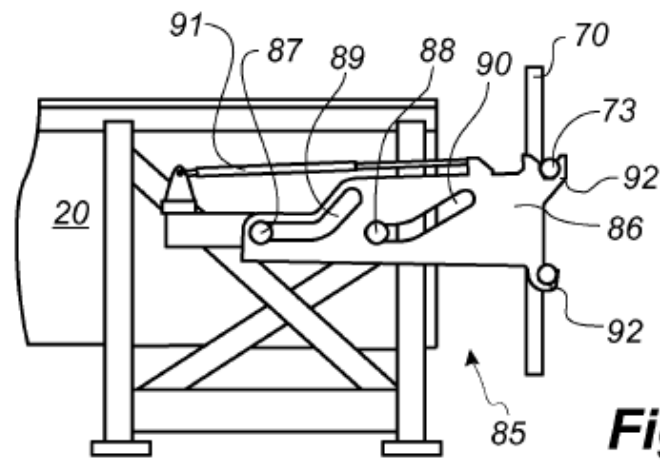


Fig. 17

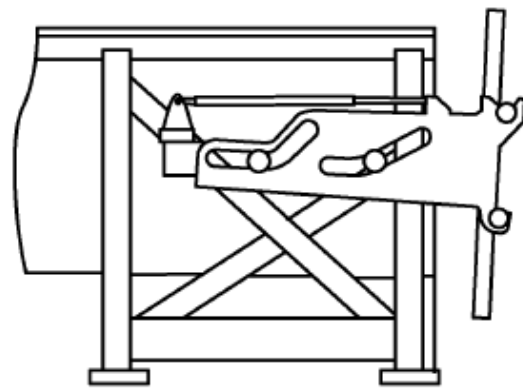


Fig. 18

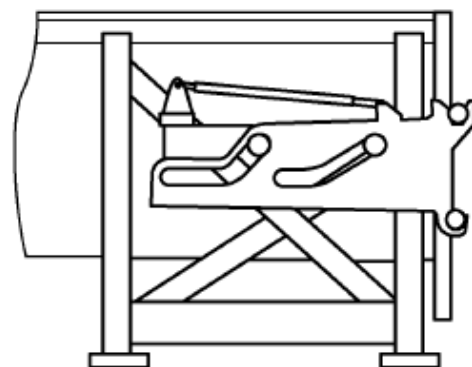


Fig. 19

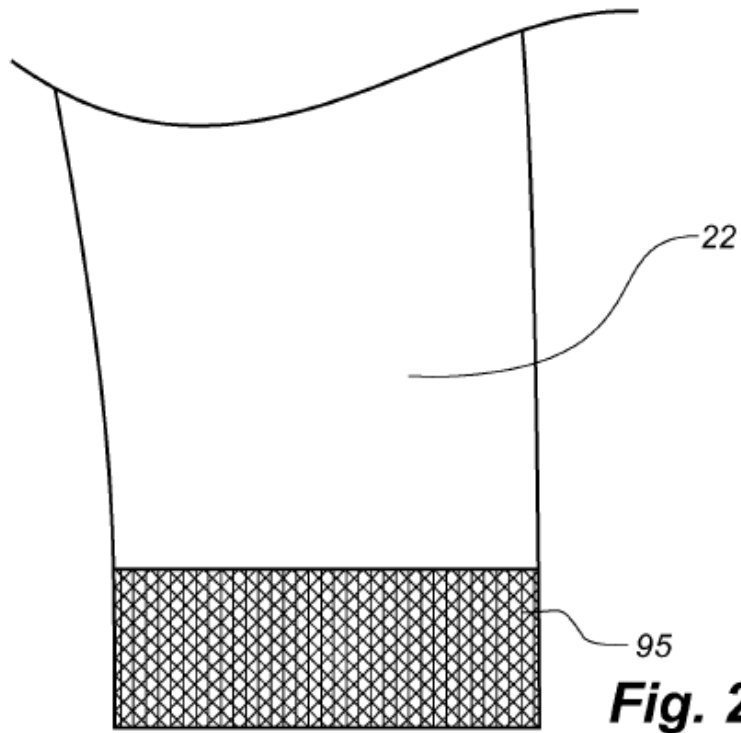


Fig. 20

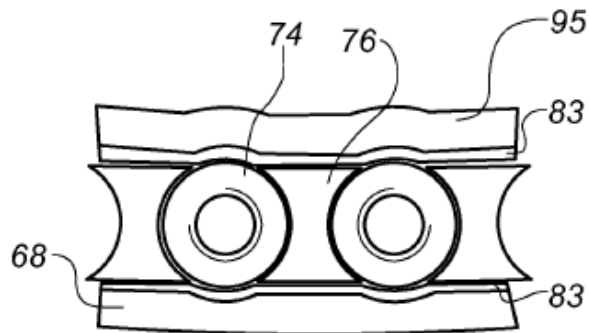


Fig. 21