

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 683 914**

51 Int. Cl.:

**B29C 70/38** (2006.01)

**B29C 70/44** (2006.01)

**B29C 70/48** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **22.12.2011 E 11195354 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **11.07.2018 EP 2481557**

54 Título: **Método de apilamiento de material compuesto**

30 Prioridad:

**26.01.2011 GB 201101332**

**26.01.2011 US 201161436261 P**

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

**28.09.2018**

73 Titular/es:

**VESTAS WIND SYSTEMS A/S (100.0%)**

**Hedeager 42**

**8200 Aarhus N, DK**

72 Inventor/es:

**HOLLOWAY, GARY**

74 Agente/Representante:

**ARIAS SANZ, Juan**

ES 2 683 914 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 de apilamiento de material compuesto

**Campo técnico**

5 La presente invención se refiere a técnicas de apilamiento de material compuesto adecuadas para apilar grandes estructuras de material compuesto tales como palas de turbinas eólicas modernas.

**Antecedentes**

10 Hasta hace poco, las grandes estructuras de material compuesto tales como las palas de turbinas eólicas modernas se han creado generalmente usando técnicas de apilamiento manual. Esto implica disponer manualmente esteras o láminas de material fibroso de refuerzo en grandes moldes. Se disponen varias capas de material fibroso en el molde. Las esteras comprenden normalmente fibras de vidrio o carbono. Una vez dispuestas las esteras en el molde, se suministra resina al molde usando una técnica tal como moldeo por transferencia de resina (RTM) o moldeo por transferencia de resina asistido por vacío (VARTM). Alternativamente, las esteras pueden impregnarse previamente con resina, es decir preimpregnarse, lo cual evita la necesidad de suministrar resina al molde. En cualquier caso, el apilamiento se somete generalmente a un procedimiento de consolidación y curado asistido por vacío y de temperatura controlada.

15 Hay una motivación continuada de aumentar la salida de potencia de turbinas eólicas modernas. Para ello, están produciéndose turbinas eólicas más grandes, que requieren palas más grandes. A medida que aumenta el tamaño de las palas, las técnicas de apilamiento manual se vuelven menos adecuadas. Por ejemplo, debido a la curvatura de las palas de turbina eólica, alcanzar manualmente los bordes de moldes muy grandes requeriría suspender estructuras de andamiaje o personas en altura por encima del suelo de la fábrica. Esto puede hacer que las técnicas manuales no sean viables.

20 En la actualidad, están considerándose técnicas de apilamiento automatizadas para la producción de palas de turbina eólica modernas. Normalmente, esto implica el uso de robots dispuestos para moverse sobre vías adyacentes a los moldes o sobre pórticos por encima de los moldes. Los robots están programados para realizar tareas tales como aplicar recubrimientos de gel a los moldes, apilar material fibroso en el molde, y pintar las estructuras laminadas curadas. Los robots pueden alcanzar partes del molde que son difíciles de alcanzar manualmente. Además, el uso de procedimientos automatizados puede aumentar la velocidad, precisión y repetibilidad del procedimiento de apilamiento, y da como resultado piezas que tienen una mayor calidad y sistematicidad.

25 Un ejemplo de una técnica de apilamiento automatizada implica disponer una tira continua de material preimpregnado en un molde usando un conjunto de efector terminal de deposición montado en el extremo de un brazo robótico o en un pórtico. Aunque esta técnica funciona bien con superficies planas, la técnica presenta retos particulares cuando se emplea con superficies curvadas tales como la superficie de un molde de pala de turbina eólica. Por ejemplo, aplicar una tira de material a una superficie curvada, o de otro modo irregular, puede dar como resultado que quede aire atrapado por debajo del material a medida que se dispone. Con frecuencia esto provoca que se desarrollen arrugas en el material durante la consolidación, lo cual puede comprometer la integridad estructural de la pala terminada. A partir del documento DE4002087 se conocen un método y aparato para depositar material fibroso previamente impregnado sobre una superficie doblemente curvada, en particular una superficie esférica. Se extrae material de un rodillo de suministro y se hace pasar sobre un rodillo deformable de manera pasiva (en sí mismo conformado por un rodillo de yunque curvado) antes de depositarse sobre la superficie doblemente curvada por medio de un rodillo de presión.

La presente invención proporciona una solución al problema anteriormente mencionado.

**Sumario de la invención**

45 Según la invención se proporciona un método de apilamiento de material compuesto en el que se depositan progresivamente tiras de material fibroso cada una sobre una superficie de molde, comprendiendo el método: alimentar una tira de material fibroso a lo largo de una trayectoria que se extiende desde un suministro del material fibroso hasta un dispositivo de colocación para colocar progresivamente la tira sobre la superficie de molde; y conferir una forma a la tira dentro de la trayectoria, al tiempo que se mantiene la longitud de la tira dentro de la trayectoria sustancialmente uniforme a lo largo de la anchura de la tira, en el que la forma conferida a la tira corresponde al menos parcialmente a una forma de la superficie de molde.

50 En el caso de material fibroso que contiene fibras que están dirigidas a lo largo de la longitud de la tira, manteniendo la longitud de la tira sustancialmente uniforme a lo largo de su anchura, esto impedirá variaciones en la tensión de la tira a lo largo de la anchura, que pueden provocar distorsiones dentro del material fibroso, que, a su vez, pueden provocar deformaciones del material dentro del molde.

55 La invención también proporciona un conjunto de efector terminal para su uso en el apilamiento de material

compuesto, estando el conjunto configurado para depositar progresivamente tiras de material fibroso sobre una superficie de molde, y comprendiendo el conjunto: un dispositivo de colocación para colocar una tira de material fibroso sobre la superficie de molde; un mecanismo de alimentación para alimentar la tira a lo largo de una trayectoria que se extiende desde un suministro del material fibroso hasta el dispositivo de colocación; y un dispositivo de conformación ubicado dentro de la trayectoria y configurado para conferir una forma a la tira al tiempo que se mantiene la longitud de la tira dentro de la trayectoria sustancialmente uniforme a lo largo de la anchura de la tira, en el que la forma conferida a la tira corresponde al menos parcialmente a una forma de la superficie de molde.

Conformar el material previamente depositado para corresponder a la forma de la superficie de molde garantiza que la tira se coloca nivelada contra la superficie de molde a lo largo de toda la anchura de la tira, a pesar de cualquier curvatura en la superficie de molde. Esto impide eficazmente que quede aire atrapado entre la tira y el molde a medida que se dispone la tira.

El método comprende conferir una curvatura a la tira. Con respecto a esto, el dispositivo de conformación está configurado de manera adecuada para conferir la curvatura requerida. La curvatura se confiere en una dirección transversal a una dirección en la que se dispone la tira en el molde, es decir transversal a una dirección de avance del dispositivo de colocación. Conformar la tira de esta manera es adecuado para apilar palas de turbina eólica, que se forman en moldes curvados.

El dispositivo de conformación comprende rodillos de conformación sobre los que se alimenta la tira de material. El dispositivo de conformación incluye una serie de rodillos. Los rodillos se disponen en una formación curvada, similar a rodillos locos acanaladores, que se encuentran comúnmente en sistemas de cinta transportadora, aunque para un propósito diferente. Los rodillos pueden rotar alrededor de un árbol común, que puede estar curvado. Preferiblemente, el dispositivo de conformación comprende un conjunto de rodillos locos acanaladores en guirnalda. Los rodillos locos acanaladores en guirnalda adoptan generalmente la forma de un conjunto de rodillos que rotan sobre árboles individuales respectivos, que están conectados extremo con extremo en forma de cadena. Cada extremo de la cadena puede estar acoplado a un punto de montaje en el conjunto de efector terminal, y la cadena cuelga preferiblemente entre los puntos de montaje en una forma de U poco profunda. Alternativamente pueden usarse montajes de rodillos fijos.

La tira de material fibroso puede alimentarse sobre los rodillos, es decir a través de la forma de U, de manera que los rodillos confieren una curvatura al material inmediatamente antes de que alcance el dispositivo de colocación.

El dispositivo de colocación puede comprender uno o más rodillos de colocación, y preferiblemente comprende una serie de rodillos de colocación. Los rodillos están configurados para rodar contra el material a medida que se deposita. Por tanto, en uso, el dispositivo de colocación está separado de la superficie de molde por el grosor del material depositado. Ventajosamente, el dispositivo de colocación puede poder desplazarse en una dirección normal a la superficie de molde, de manera similar a un sistema de suspensión de vehículo. Esto permite que el dispositivo de colocación se adapte a diversos contornos de la superficie de molde y garantiza que se aplica una presión uniforme a lo largo de la anchura del material a medida que se deposita en el molde. Para ello, los rodillos de colocación pueden comprender bolsas llenas de fluido. El fluido puede ser gas o líquido. Preferiblemente es gas, y lo más preferiblemente aire. Los rodillos en forma de bolsas llenas de aire son flexibles y pueden desplazarse de manera normal a la superficie de molde según se requiera. Otro modo de lograr el desplazamiento normal deseado es acoplar los rodillos a medios de accionamiento adecuados. Por ejemplo, cada rodillo de colocación puede estar acoplado a un accionador hidráulico o neumático, o a un resorte. Con esta disposición, pueden emplearse rodillos de colocación rígidos.

La serie de rodillos de colocación incluye preferiblemente uno o más rodillos de colocación centrales ubicados entre conjuntos primero y segundo respectivos de rodillos periféricos, que también pueden denominarse rodillos laterales o rodillos "de ala". Los conjuntos primero y segundo de rodillos periféricos pueden incluir, cada uno, uno o más rodillos. Los rodillos de colocación están preferiblemente dispuestos en una formación en espiga o en forma de V, en la que el o cada rodillo de colocación central está ubicado por delante de los rodillos de colocación periféricos en una dirección de avance del dispositivo de colocación a lo largo de la superficie de molde. Por tanto, el método incluye preferiblemente hacer avanzar un rodillo de colocación central por delante de rodillos de colocación periféricos. El efecto de esto es suavizar la tira depositada de material fibroso hacia fuera desde su centro hasta sus bordes a medida que se dispone en el molde. Esto garantiza que cualquier aire que quede atrapado entre la tira y el molde se expulsa eficazmente.

Preferiblemente el material fibroso se suministra de manera continua al dispositivo de colocación. Para ello, el material fibroso puede almacenarse como una longitud continua sobre un carrete, es decir como un rodillo, como parte del conjunto de efector terminal. La conformación del material fibroso se produce al vuelo, en un punto entre el rodillo y el dispositivo de colocación, inmediatamente antes de colocar la tira en el molde.

El dispositivo de conformación y el dispositivo de colocación funcionan de manera sinérgica para impedir que se desarrollen arrugas en el material depositado. Conformar el material para adaptarse al contorno de la superficie de molde inmediatamente antes de la deposición minimiza la posibilidad de aire atrapado, al tiempo que suaviza el material depositado desde el centro hacia fuera expulsa cualquier aire que puede no obstante quedar atrapado.

5 El método y el aparato de la presente invención son adecuados para apilar cualquier variedad de material de refuerzo fibroso, incluyendo fibras secas y material preimpregnado. Las fibras pueden ser de carbono, vidrio, aramida o cualquier otra fibra de refuerzo adecuada. Preferiblemente el material fibroso es un material preimpregnado, por ejemplo una lámina de material preimpregnado. Los materiales preimpregnados tienden a ser pegajosos, y por tanto incluyen generalmente una capa de soporte sobre una o ambas superficies. El dispositivo de conformación está preferiblemente configurado para retirar una primera capa de soporte del material antes de depositar el material en el molde. El dispositivo de colocación puede estar configurado para retirar una segunda capa de soporte del material a medida que se deposita el material en el molde.

10 El método y el conjunto de efector terminal pueden emplearse en esquemas de fabricación totalmente automatizados o semiautomatizados. En esquemas semiautomatizados, al menos una etapa se lleva a cabo manualmente. El efector terminal puede estar montado en el extremo de un brazo robótico o en un pórtico dispuesto por encima del molde. El efector terminal puede controlarse por ordenador y moverse según un conjunto de instrucciones previamente programadas.

### Breve descripción de los dibujos

15 Ahora se describirá la invención con más detalle a modo de ejemplo con respecto a los siguientes dibujos en los que:

la figura 1 es una vista lateral esquemática de un conjunto de efector terminal de deposición según la presente invención, incluyendo el conjunto una serie de rodillos de colocación y una serie de rodillos de conformación;

la figura 2 es una vista en perspectiva de los rodillos de colocación del conjunto de efector terminal de la figura 1; y

20 la figura 3 es una vista en perspectiva de los rodillos de conformación del conjunto de efector terminal de la figura 1.

### Descripción detallada

25 Haciendo referencia a la figura 1, se muestra esquemáticamente en vista lateral un conjunto de efector terminal de deposición 10 según la presente invención. El conjunto 10 comprende un alojamiento 12, indicado mediante la línea discontinua, que soporta un dispositivo de colocación 14 que comprende una serie de rodillos de colocación 16 para colocar una tira de material fibroso preimpregnado 18 sobre una superficie 20 de un molde 22. El conjunto 10 también incluye un dispositivo de conformación 24 que comprende una serie de rodillos de conformación 26 para conformar previamente la tira de material preimpregnado 18 antes de la colocación en el molde 22.

30 Aunque no se muestra en la figura 1, el conjunto 10 está normalmente montado en el extremo de un brazo robótico o pórtico dispuesto para moverse por encima del molde 22. Se hace que el conjunto de efector terminal 10 atraviese a lo largo de la superficie 20 del molde 22 por el brazo robótico o pórtico, según una serie de instrucciones previamente programadas. A medida que se mueve, el efector terminal 10 deposita la tira de material fibroso preimpregnado 18 sobre la superficie 20 del molde 22, o sobre una capa de material preimpregnado anteriormente depositada.

35 El conjunto de efector terminal 10 incluye un suministro de material preimpregnado en forma de un rodillo 28. El rodillo 28 comprende una longitud continua de lámina de material preimpregnado enrollada alrededor de un carrete 30. El material preimpregnado tiene normalmente una anchura de entre 0,3 y 1,5 metros. En este ejemplo, la lámina se corta previamente a su forma y longitud, sin embargo en otros ejemplos el conjunto de efector terminal 10 puede incluir medios para cortar el material preimpregnado 18, por ejemplo cuando el efector terminal alcanza el extremo del molde, antes de colocar la siguiente tira.

40 Haciendo referencia la figura 2, tal como se mencionó anteriormente, el dispositivo de colocación 14 comprende una serie de rodillos de colocación 16a, 16b, 16c, que también pueden denominarse en la técnica rodillos de compactación o consolidación. Los rodillos de colocación 16a, 16b, 16c están dispuestos para rodar a lo largo de la superficie 20 del molde 22, o a lo largo de una capa anteriormente depositada, y realizar la colocación de la tira de material preimpregnado 18 en el molde 22.

45 Las palas de turbina eólica se fabrican en moldes curvados. Las palas, y por tanto los moldes, tienen una geometría de superficie relativamente complicada, y normalmente muestran una curvatura doble, es decir están curvados tanto en una dirección transversal entre los bordes de ataque y de salida de la pala, como longitudinalmente, entre la raíz y la punta de la pala. Para garantizar que los rodillos de colocación 16a, 16b, 16c ejercen una presión uniforme a lo largo de la anchura de la tira de material preimpregnado 18 a pesar de esta curvatura, los rodillos 16a, 16b, 16c están formados a partir de bolsas llenas de aire. Los rodillos 16a, 16b, 16c pueden comprimirse en cierta medida, lo que les permite desplazarse en una dirección normal a la superficie 20 del molde 23, tal como se representa por la flecha 32 en la figura 1. Esta acción es similar al sistema de suspensión de un vehículo, y permite que el conjunto de efector terminal 10 se adapte a la curvatura u ondulaciones en la superficie de molde 20.

55 Los rodillos de colocación 16a, 16b, 16c comprenden un rodillo central 16a ubicado entre rodillos periféricos primero y segundo 16b, 16c, también denominados rodillos "de ala". Los rodillos 16a, 16b, 16c están dispuestos en espiga, o

formación en forma de V, estando el rodillo central 16a ubicado por delante de los rodillos periféricos 16b, 16c en la dirección de avance del conjunto 10 tal como se representa por la flecha 34 en las figuras 1 y 2. El rodillo central 16a rota alrededor de un eje central, mientras que los rodillos periféricos primero y segundo 16b, 16c rotan alrededor de ejes periféricos primero y segundo respectivos que son cada uno transversales a la dirección de avance 34 y transversales al eje central. En esta disposición, los rodillos periféricos se deslizan sobre la tira lo suficiente para realizar un suavizado. Esta acción de deslizamiento imita la técnica de apilamiento manual en la que se suaviza una tira depositada sobre la superficie de molde al mover una persona sus manos a lo largo de la tira, desde el centro hacia fuera, en un movimiento de deslizamiento. En otros ejemplos, los rodillos periféricos 16b, 16c pueden estar segmentados y escalonados y rotar alrededor de ejes periféricos respectivos que son paralelos al eje central.

Hacer avanzar el rodillo central 16a por delante de los rodillos periféricos 16b, 16c tiene el efecto de suavizar la tira de material preimpregnado 18 hacia fuera desde una región central hacia sus bordes. Esto reduce las arrugas cuando se dispone la tira 18 sobre regiones del molde que tienen una curvatura transversal a la dirección de avance 34. Se impiden adicionalmente las arrugas gracias al dispositivo de conformación 24, que conforma previamente la tira 18 para que se adapte a la curvatura del molde 22 inmediatamente antes de colocar la tira 18 en el molde 22. Ahora se describirá con más detalle el dispositivo de conformación 24 haciendo referencia a la figura 3.

Haciendo referencia a la figura 3, tal como se mencionó anteriormente, el dispositivo de conformación 24 comprende una serie de rodillos de conformación 26a-e. Cada rodillo 26a-e rota sobre un eje respectivo, y los ejes están unidos extremo con extremo para formar una cadena de rodillos 36. En este ejemplo, la cadena 36 incluye cinco rodillos 26a-e. Un rodillo central 26a está dispuesto entre los grupos primero y segundo 38a, 38b de rodillos periféricos 26b-e. Cada grupo 38a, 38b incluye dos rodillos periféricos 26b, 26c y 26d, 26e respectivamente. Los extremos de la cadena 36 están montados en puntos de montaje respectivos 40a, 40b en el alojamiento del conjunto de efector terminal 10. La cadena de rodillos 36 cuelga entre los dos puntos de montaje 40a, 40b y adopta una curvatura en forma de U poco profunda, en la que el rodillo central 26a ocupa la posición más baja y los grupos primero y segundo 38a, 38b de rodillos periféricos 26b-e, ocupan posiciones relativamente más altas, más cerca de los puntos de montaje 40a, 40b. En esta configuración, los rodillos de conformación 26a-e se conocen como "rodillos locos acanaladores en guirnalda", y son similares a los usados en sistemas de cinta transportadora, aunque para un propósito diferente. En otros ejemplos, pueden emplearse rodillos fijos en lugar de los rodillos locos acanaladores en guirnalda.

El conjunto de efector terminal 10 incluye un mecanismo de alimentación para alimentar el material preimpregnado 18 desde el rodillo de material preimpregnado 28, sobre los rodillos locos en guirnalda 26a-e y hasta los rodillos de colocación 16a-c. Los rodillos locos en guirnalda 26a-e, que están ubicados entre el rodillo de material preimpregnado 28 y los rodillos de colocación 16a-c, sirven para conformar previamente la longitud de material 18 inmediatamente antes de que alcance los rodillos de colocación 16a-c, punto en el cual se deposita en el molde 22. Con una disposición de este tipo, se apreciará que la longitud de trayectoria del material preimpregnado 18 entre el rodillo de material preimpregnado 28 y la superficie 20 del molde 22 permanecerá sustancialmente uniforme a lo largo de la anchura del material preimpregnado 18, y por tanto la tensión a lo largo de la longitud del material preimpregnado 18 también permanecerá sustancialmente uniforme a lo largo de su anchura. La curvatura en forma de U adoptada por los rodillos locos en guirnalda 26a-e corresponde a la curvatura transversal del molde 22.

A medida que se alimenta la tira de material preimpregnado 18 sobre los rodillos locos en guirnalda 26a-e, es decir a través de la forma en U, los rodillos locos 26a-e confieren una curvatura a la tira 18 correspondiente a la curvatura transversal de la superficie de molde 20. El efecto de esto es garantizar que toda la anchura de la tira de material preimpregnado 18 se coloca nivelada contra la superficie de molde 20 sustancialmente al mismo tiempo. Sin esta conformación previa, los bordes de la tira 18 entrarían en contacto con la superficie de molde curvada 20 antes que la región central de la tira 18, dando como resultado que quede aire atrapado por debajo de la tira 18.

Se impide eficazmente que se desarrollen arrugas en el apilamiento laminado debido a la acción sinérgica del dispositivo de conformación 24 y el dispositivo de colocación 14. El dispositivo de conformación 24 conforma previamente la tira de material preimpregnado 18, lo que garantiza que toda la anchura de la tira 18 entra en contacto con la superficie de molde 20 en el mismo momento, minimizando por tanto la posibilidad de que quede aire atrapado, mientras que los rodillos de colocación 16a-c dispuestos en la formación en espiga garantizan que se suaviza la tira 18 hacia fuera desde su centro, expulsando por tanto cualquier aire que puede haberse quedado atrapado.

Además de las funciones descritas anteriormente, los rodillos de colocación 16a-c y los rodillos de conformación 26a-e también sirven para retirar capas de soporte protectoras de la lámina de material preimpregnado 18 durante el apilamiento. Las láminas de material preimpregnado son pegajosas y por tanto incluyen generalmente capas de soporte protectoras superior e inferior, que protegen las láminas durante el almacenamiento y permiten enrollar las láminas sobre un rodillo y desenrollarlas fácilmente cuando se requiera. Haciendo de nuevo referencia a la figura 1, se retira una capa de soporte inferior 42 a medida que se alimenta la tira de material preimpregnado 18 sobre los rodillos locos acanaladores en guirnalda 26a-e. La capa de soporte inferior 42 forma un bucle alrededor de los rodillos locos acanaladores en guirnalda 26a-e, que desprenden la capa de soporte inferior 42 de la tira de material preimpregnado 18 antes de que la tira alcance los rodillos de colocación 16a-c. Una capa de soporte superior 44 forma un bucle alrededor de los rodillos de colocación 16a-c, que desprenden la capa de soporte superior 44 de la

tira de material preimpregnado 18 a medida que se coloca la tira en el molde 22.

5 Se apreciará que el método y el aparato descritos anteriormente son adecuados para su uso en técnicas de apilamiento de material compuesto totalmente automatizadas y técnicas de apilamiento semiautomatizadas. En las técnicas semiautomatizadas, una o más etapas en la fabricación de una estructura de material compuesto se realizan manualmente.

Aunque la presente invención se ha descrito en relación con la fabricación de palas de turbina eólica, se apreciará que la invención puede emplearse en la fabricación de otros artículos de material compuesto, por ejemplo componentes de aeronaves incluyendo alas y fuselajes.

10 Pueden realizarse muchas modificaciones al ejemplo específico descrito anteriormente sin apartarse del alcance de la presente invención tal como se define por las reivindicaciones adjuntas. Por ejemplo, en otras realizaciones el dispositivo de colocación 14 puede tener más de tres rodillos 16a-c. Estos rodillos no son necesariamente bolsas llenas de aire, sino que pueden ser flexibles de otro modo. Por ejemplo, pueden usarse rodillos rígidos junto con un sistema de suspensión adecuado tal como accionadores hidráulicos o neumáticos o resortes, o pueden usarse rodillos intrínsecamente flexibles, tales como rodillos de caucho o de espuma. Otros dispositivos de conformación  
15 adecuados pueden sustituir a los rodillos locos acanaladores en guirnalda 26a-e. Por ejemplo, pueden usarse otros tipos de rodillo loco acanalador en los que los rodillos individuales están ubicados en un árbol común. Además, los rodillos de conformación 26a-e pueden sustituirse por un troquel de forma adecuada.

**REIVINDICACIONES**

1. Método de apilamiento de material compuesto en el que se depositan progresivamente tiras de material fibroso (18) cada una sobre una superficie de molde (22), comprendiendo el método:
 

5 alimentar una tira de material fibroso (18) a lo largo de una trayectoria que se extiende desde un suministro (28) del material fibroso hasta un dispositivo de colocación (14) para colocar progresivamente la tira (18) sobre la superficie de molde (22); y

conferir una forma a la tira (18) dentro de la trayectoria, al tiempo que se mantiene la longitud de la tira (18) dentro de la trayectoria sustancialmente uniforme a lo largo de la anchura de la tira (18), en el que la forma conferida a la tira (18) corresponde al menos parcialmente a una forma de la superficie de molde (22),

10 comprendiendo dicho método conferir una curvatura a la tira (18), en el que conferir dicha curvatura a la tira (18) se logra alimentando la tira (18) sobre un conjunto de rodillos de conformación que comprenden una serie de rodillos (26a-26e) dispuestos en una formación curvada en una dirección transversal a una dirección (34) en la que se deposita progresivamente la tira sobre la superficie de molde (22), confiriendo así dicha curvatura en una dirección transversal a una dirección (34) en la que se deposita progresivamente la tira sobre la superficie de molde (22).
2. Método según la reivindicación 1, en el que el método comprende conformar la tira (18) al vuelo, inmediatamente antes de colocar la tira en el molde (20).
3. Método según cualquier reivindicación anterior, que comprende además suavizar la tira depositada (18) hacia fuera desde su centro hasta sus bordes a medida que se deposita en el molde (20).
- 20 4. Método según la reivindicación 3, que comprende hacer avanzar un rodillo de colocación central (16a) del dispositivo de colocación (14) por delante de rodillos de colocación periféricos (16b, 16c) en una dirección de avance (34) del dispositivo de colocación (14).
5. Método según cualquier reivindicación anterior, que comprende además retirar una primera capa de soporte (42) de la tira (18) en una ubicación a lo largo de la longitud de la tira (18) aguas arriba del dispositivo de colocación (14), ubicación en la que se confiere forma a la tira (18).
- 25 6. Conjunto de efector terminal (10) para su uso en el apilamiento de material compuesto, estando el conjunto configurado para depositar progresivamente tiras de material fibroso (18) sobre una superficie de molde (20), y comprendiendo el conjunto (10):
 

30 un dispositivo de colocación (14) para colocar una tira de material fibroso (18) sobre la superficie de molde (22);

un mecanismo de alimentación para alimentar la tira (18) a lo largo de una trayectoria que se extiende desde un suministro (28) del material fibroso hasta el dispositivo de colocación (14); y

35 un dispositivo de conformación (24) ubicado dentro de la trayectoria y configurado para conferir una forma a la tira (18) al tiempo que se mantiene la longitud de la tira (18) dentro de la trayectoria sustancialmente uniforme a lo largo de la anchura de la tira (18), en el que la forma conferida a la tira (18) corresponde al menos parcialmente a una forma de la superficie de molde (22), en el que el dispositivo de conformación (24) está configurado para conferir una curvatura a la tira (18) y, en el que el dispositivo de conformación (24) comprende rodillos de conformación que comprenden una serie de rodillos (26a-26e) dispuestos en una formación curvada en una dirección transversal a una dirección (34) en la que se deposita progresivamente la tira sobre la superficie de molde (22), confiriendo por tanto dichos rodillos (26a-26e) sobre los que se alimenta la tira de material (18) dicha curvatura a la tira (18) en una dirección transversal a una dirección de avance (34) del conjunto de efector terminal a lo largo de la superficie de molde (22).
- 40 7. Conjunto de efector terminal (10) según la reivindicación 6, en el que los rodillos de conformación (26a-26e) son rodillos locos acanaladores.
- 45 8. Conjunto de efector terminal (10) según la reivindicación 7, en el que los rodillos de conformación (26a-26e) son rodillos locos acanaladores en guirnalda.
9. Conjunto de efector terminal (10) según cualquiera de las reivindicaciones 6-8, en el que el dispositivo de colocación (14) puede desplazarse en una dirección normal a la superficie de molde (22).
- 50 10. Conjunto de efector terminal (10) según cualquiera de las reivindicaciones 6-9, en el que el dispositivo de colocación (14) comprende uno o más rodillos de colocación (16a, 16b, 16c).
11. Conjunto de efector terminal (10) según la reivindicación 10, en el que los rodillos de colocación (16a, 16b, 16c) comprenden bolsas llenas de fluido.

## ES 2 683 914 T3

12. Conjunto de efector terminal (10) según la reivindicación 11, en el que los rodillos de colocación (16a, 16b, 16c) son bolsas llenas de aire.
- 5 13. Conjunto de efector terminal (10) según cualquiera de las reivindicaciones 6-12, en el que los rodillos de colocación (16a, 16b, 16c) incluyen uno o más rodillos de colocación centrales (16a) ubicados entre conjuntos primero y segundo respectivos de rodillos periféricos (16b, 16c), estando los rodillos de colocación (16a, 16b, 16c) dispuestos en una formación en forma de V, en la que el o cada rodillo de colocación central (16a) está ubicado por delante de los rodillos de colocación periféricos (16b, 16c) en una dirección de avance (34) del conjunto de efector terminal a lo largo de la superficie de molde (22).
- 10 14. Conjunto de efector terminal (10) según la reivindicación 13, en el que los rodillos periféricos (16b, 16c) están dispuestos para deslizarse contra la tira (18).
15. Conjunto de efector terminal (10) según cualquiera de las reivindicaciones 6-14, en el que el efector terminal está montado en un brazo robótico o pórtico.



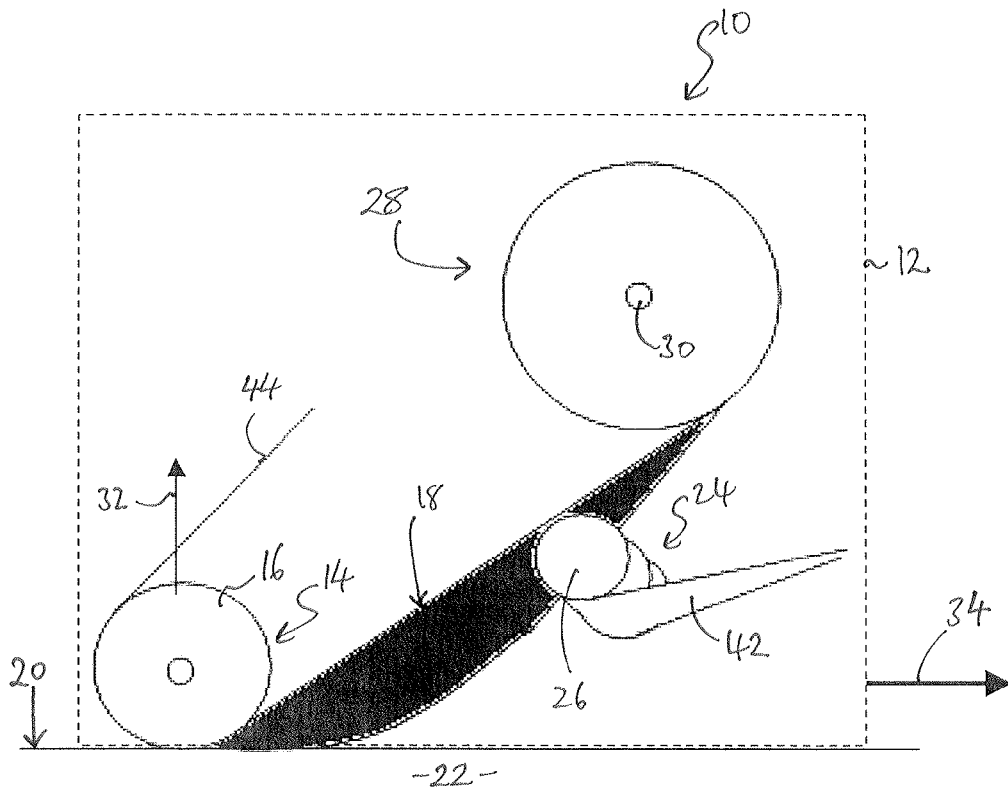
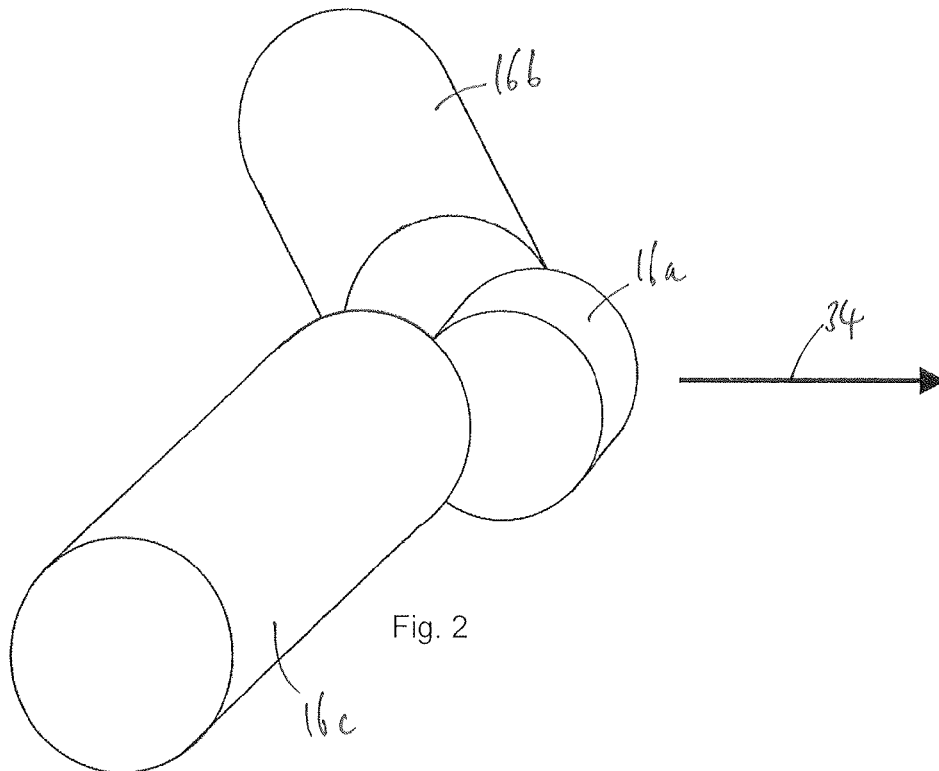


Fig. 1



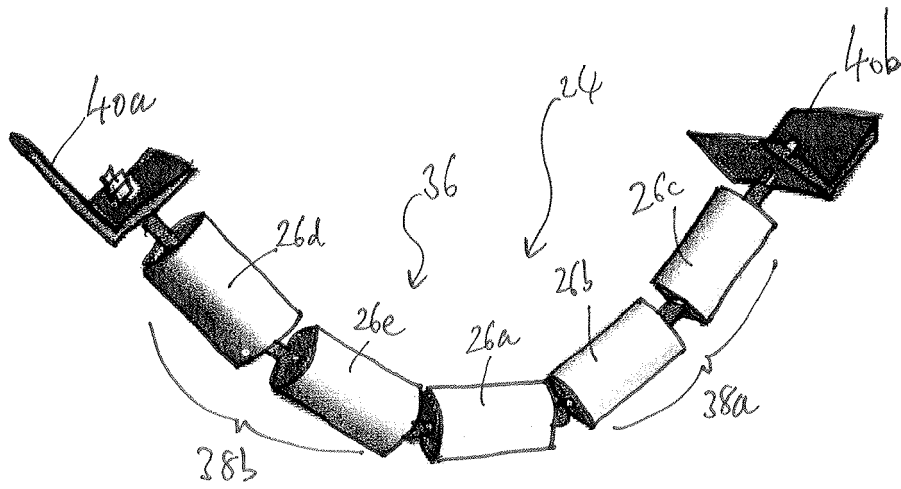


Fig. 3