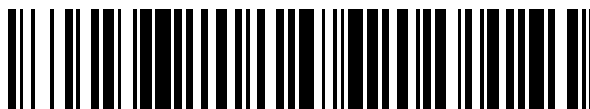


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 832 882**

51 Int. Cl.:

B29B 17/02 (2006.01)

B29K 105/06 (2006.01)

B29K 101/12 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **19.09.2017** **PCT/EP2017/073670**

87 Fecha y número de publicación internacional: **22.03.2018** **WO18050926**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **19.09.2017** **E 17781406 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **04.11.2020** **EP 3515677**

54 Título: **Procedimiento y dispositivo para el reciclaje de material compuesto de fibras termoplásticas**

30 Prioridad:

19.09.2016 DE 102016117559

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

11.06.2021

73 Titular/es:

**Fraunhofer Gesellschaft zur Förderung der
angewandten Forschung e.V. (100.0%)
Hansastraße 27 c
80686 München, DE**

72 Inventor/es:

JANSSEN, HENNING

74 Agente/Representante:

ESPIELL VOLART, Eduardo María

ES 2 832 882 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

Procedimiento y dispositivo para el reciclaje de material compuesto de fibras termoplásticas

- 5 La invención se refiere a un procedimiento de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1 así como a un dispositivo de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 10. Los componentes fabricados de o con material compuesto de fibra termoplásticas se pueden utilizar de muchas maneras, en particular como componentes de alta resistencia, tal como, por ejemplo, tubos para tuberías o tanques de presión. El material compuesto de fibras a menudo presenta un material de fibras sinfin, es decir, ininterrumpido.
- 10 El material de fibra puede presentarse a este respecto, por ejemplo, como un producto semiacabado preimpregnado con matriz de plástico. Estos pueden ser, por ejemplo, productos semiacabados de fibra de una sola capa, los denominados productos semiacabados de banda, en los que las fibras se encuentran o bien unidireccionales o multidireccionales. Dichos productos semiacabados pueden procesarse en distintos procedimientos, entre otros, un procedimiento de depósito de bandas o de bobinado, para dar componentes y en particular también aplicarse en varias capas.
- 15

- Ya se ha discutido el reciclaje de plásticos reforzados con fibras de carbono (Kohlenstoffaserverstärkte Kunststoffe im Fahrzeugbau - Ressourceneffizienz und Technologien; publicaciones VDI ZRE: Kurzanalyse Nr. 3, VDI Zentrum für Ressourceneffizienz, 2013, edición revisada, marzo de 2014). En consecuencia, se conoce cortar el material a reciclar, lo que va acompañado de un correspondiente acortamiento de las fibras de carbono. Esto conduce a lo que es conocido como reciclaje descendente, es decir, el material recuperado es de calidad inferior y sólo se puede utilizar en la medida correspondiente. Además, se enseña que es importante una separación eficiente de fibras y material de matriz.
- 20

- Por la patente EP 1892072 A1 se conoce un procedimiento para el reciclaje de materiales reforzados con fibras de carbono termoplásticas, en el que el material compuesto se tritura primero y a continuación se alimenta a un proceso de moldeo por inyección. El material obtenido a través del reciclaje también está disponible en este caso únicamente con fibras de carbono cortas.
- 25

- Por la patente DE 10201115966 B4 se conoce un procedimiento para producir un reciclado de fibras de carbono para componentes de CFK, en el que se tritura un material de CFK que presenta haces de fibras de carbono en un material de matriz. El fin es obtener un material de partida reciclado en el que estén presentes secciones de haz de fibras de carbono rodeadas por material de matriz. El material de partida reciclado es sometido a un tratamiento de descomposición en forma de pirólisis o carbonización del material de matriz. En este sentido, también, las fibras de carbono no pueden conservar su longitud original.
- 30

- Por la patente EP 1160068 B1 se conoce exponer el material compuesto a una radiación de microondas de tal manera que el material de matriz es descompuesto hasta tal punto que las fibras de carbono contenidas en el mismo pueden separarse en gran medida sin daños. A este respecto se puede prever también el uso de un disolvente para el material de matriz, de modo que las fibras floten a continuación en el disolvente. Sin embargo, para el tratamiento con microondas, es necesario preparar piezas adecuadas del material compuesto, por lo que las fibras son trituradas por regla general en este caso en comparación con el estado del componente original.
- 35
- 40

- Por la patente EP 22822879 B1 se conoce separar las fibras de carbono del material de matriz para un reciclaje, por ejemplo mediante un proceso de pirólisis. Las fibras libres que se generan a este respecto se dotan de un aglutinante. Con el aglutinante se generan paquetes de fibras que corresponden en su estructura a la disposición en el material original. Se evita la formación de bucles de fibra y los paquetes se pueden usar para fabricar nuevos productos semiacabados. En todo caso, este procedimiento también requiere una fragmentación del material compuesto original, en el caso de componentes grandes.
- 45

- Por la patente WO 2010075952 A1 se conoce un procedimiento y un dispositivo para recuperar fibras de carbono a partir de objetos de plástico reforzados con fibra de carbono en los que está prevista una cámara de proceso que presenta al menos una fuente de radiación de microondas y/o al menos una entrada de gas caliente y/o al menos un calentador de resistencia eléctrica. A su vez, la finalidad es una separación del material de matriz de las fibras. El material compuesto a reciclar se alimenta pieza a pieza sobre una cinta transportadora sinfin a través de las respectivas etapas de tratamiento, de modo
- 50

que no se pueden obtener fibras de carbono sinfín como producto de reciclaje.

Por la patente DE 102010031602 A1 se conoce un procedimiento en el que también se prevé un proceso de pirólisis para un proceso de reciclaje con el fin de separar la matriz. Si es necesario, el material de partida se corta en pedazos. Los gases de pirólisis se pueden utilizar para la obtención de energía.

- 5 Por la patente WO 2012/085000 A1 se conoce un procedimiento del tipo mencionado al principio, en el que el material extraído del componente se corta en pedazos para generar material reciclado a partir del mismo mediante prensado en caliente en un molde con un proceso de conformado. La longitud de las fibras obtenidas en el reciclado está limitada por el proceso de corte y el tamaño del molde.

- 10 La patente EP 2 977 190 A1 divulga un procedimiento y un dispositivo para reparar sitios dañados en un componente fabricado de material compuesto de fibras. El material extraído en capas es recogido para evitar una contaminación del componente con el mismo y a continuación es eliminado como residuo. No es abordado el reciclaje. La invención se basa en el problema técnico de proporcionar un procedimiento así como un dispositivo del tipo mencionado al principio que representen una alternativa al estado de la técnica y puedan ofrecer un resultado de reciclaje mejorado, en particular manteniendo
15 mayores longitudes del material de fibras.

El problema técnico se resuelve con un procedimiento con los datos característicos de la reivindicación 1 y con un dispositivo con los datos característicos de la reivindicación 10.

- 20 Ejemplos de realización preferidos del procedimiento de acuerdo con la invención así como del dispositivo de acuerdo con la invención se describen en las reivindicaciones dependientes. Por consiguiente, el material compuesto de fibras que se va a reciclar se desprende del componente restante en capas del material compuesto de fibras y material de matriz. A este respecto se aprovechan las propiedades de fusión reversibles de la matriz termoplástica. El procedimiento es generalmente adecuado para todo tipo de fibras de refuerzo, en particular para fibras de carbono, pero también, por ejemplo, para fibras de vidrio o para fibras de basalto.

- 25 Dado que el material compuesto de fibras está presente en el componente por regla general en varias capas, la capa de desprendimiento se desprende de una capa adicional subyacente del mismo material compuesto de fibras. Sin embargo, la capa de desprendimiento también se puede desprender de un material de base, por ejemplo, otro material compuesto de fibra o de un material de base del componente sobre el que se aplicó la capa originalmente más inferior o única capa del material compuesto de fibras.
30 Una capa de desprendimiento es preferentemente una capa laminada completa, como estaba previamente presente en el componente.

- 35 Empleando el procedimiento de acuerdo con la invención, se puede prescindir de una separación del material de matriz de las fibras y de un corte que acorta la longitud de las fibras. Cuando el material de matriz y las fibras permanecen en el material compuesto del reciclado, se puede ahorrar una cantidad considerable de energía para producir un nuevo material utilizable, en particular la energía para la producción de fibras y/o impregnación. Para muchos procesos de producción de componentes con material compuesto de fibras, el proceso de reciclaje descrito puede verse como la inversión de una etapa de producción, es decir, la aplicación del material compuesto de fibras en capas y la unión de las
40 capas. El material compuesto de fibras se puede desprender de tal manera que se forme una única pieza cohesiva de material reciclado. En el caso de un mismo componente, el desprendimiento de una capa de desprendimiento también puede iniciarse varias veces, de modo que se puede crear una pluralidad de piezas de reciclado a partir de un componente. Una pieza de reciclado puede presentar una longitud de varios centímetros a varios kilómetros, por ejemplo, 10 km

- 45 El material compuesto de fibras puede ser calentado para desprender la capa de desprendimiento. A este respecto todo el material compuesto de fibras puede ser calentado globalmente o el material compuesto de fibras se puede limitar localmente en la zona de desprendimiento. El calentamiento facilita el proceso de desprendimiento y puede evitar daños en la capa de desprendimiento. Posibles fuentes de calor son, por ejemplo, emisores de infrarrojos, láseres, resistencia eléctrica, aire caliente o gas caliente, microondas, ultrasonidos o un horno, por ejemplo, un horno de convección. La temperatura del
50 proceso puede encontrarse a este respecto tanto por debajo como por encima de la temperatura de fusión del material de matriz del material compuesto de fibra.

- El procedimiento de acuerdo con la invención también se puede realizar de modo que el material compuesto de fibras se extraiga en forma de banda. Una capa de desprendimiento en forma de banda tiene la ventaja de que el material compuesto de fibra desprendido puede recogerse fácilmente en un elemento de almacenamiento, en particular en un rodillo de almacenamiento. Si el material compuesto de fibras original ya se ha entregado en forma de banda y se ha aplicado para la fabricación del componente, se puede lograr que el material desprendido corresponda al menos en gran medida al material de banda original. Idealmente, el material en forma de banda que se ha recogido se puede volver a utilizar inmediatamente para la producción de un nuevo componente.
- En general, la forma de la capa de desprendimiento puede corresponder en gran medida al material originalmente aplicado. Por ejemplo, si el material original se produjo en un proceso de depósito de banda o en un proceso de bobinado en varias capas, la capa de desprendimiento puede corresponder a la banda original. El procedimiento de acuerdo con la invención también se puede llevar a cabo con material de partida que se ha producido de otra manera que no sea mediante un proceso de colocación de banda o un proceso de bobinado, por ejemplo sin el uso de un láser, por ejemplo mediante otro calentamiento y prensado posterior. La capa de desprendimiento también puede ser rotacionalmente simétrica, en forma de placa o conformada de algún otro modo.
- El procedimiento de acuerdo con la invención también puede ser realizado de tal manera que se utilice una herramienta de separación para separar la capa de desprendimiento del componente. Una herramienta de separación de este tipo puede consistir, por ejemplo, en una cizalla o un elemento de separación en forma de cuña, que se utiliza en la zona de la cuña, es decir, en el punto de contacto entre la capa de desprendimiento y el material que aún permanece en el componente.
- La herramienta de separación puede ser calentada, por ejemplo por conducción térmica, resistencia eléctrica, irradiación u otros métodos. Puede preverse que la capa de desprendimiento sea guiada por medio de un rodillo de guía dispuesto enfrente de la herramienta de separación. Con ello puede evitarse un pandeo de la capa de desprendimiento y con ello de las fibras presentes en la misma. El rodillo de guía también puede ser calentado.
- El procedimiento de acuerdo con la invención es llevado a cabo de modo que los datos del componente, en particular con respecto a la posición de las fibras y/o la dirección de colocación, sean almacenados durante la producción del componente y sean utilizados para apoyar el procedimiento de reciclaje, en particular para determinar una dirección de desprendimiento y/o un punto de partida para el proceso de desprendimiento.
- El desprendimiento de la capa de desprendimiento tiene lugar idealmente en la dirección de las fibras para evitar la destrucción de las fibras o de una parte de las fibras en la medida de lo posible. Si es conocida la dirección de la colocación utilizada en la producción del componente, la capa de desprendimiento puede ser soltada en sentido opuesto, de tal modo que se desprende en la dirección de la marcha de las fibras. Idealmente, a este respecto, la estructura de las fibras puede ser retenida a lo largo de toda la longitud del material de las fibras que va a desprenderse. Además, se puede conseguir que, además de las fibras, el material de matriz también permanezca en gran medida intacto, de tal modo que la capa de desprendimiento puede ser usada de nuevo idealmente sin un procesamiento adicional de la misma.
- Los datos del componente pueden ser almacenados en o sobre el componente de manera que pueden ser leídos por ejemplo mediante RFID (identificación por radiofrecuencia) o código QR o código de barras. Naturalmente, los datos también pueden estar presentes en un soporte de datos separado del componente.
- El componente también puede presentar unas marcas que permitan la detección automática de la orientación geométrica del componente en el espacio, mediante lo cual puede ser soportado el procesamiento automático del componente para su reciclaje.
- El procedimiento de acuerdo con la invención también puede ser llevado a cabo de modo que por medio de al menos un procedimiento de ensayo de material no destructivo el material compuesto de fibras sea examinado antes, durante y/o después del desprendimiento del componente restante y el resultado del examen sea utilizado para controlar o regular el proceso del desprendimiento.

Además es posible cambiar la forma de la capa de desprendimiento, en particular mediante prensado, por ejemplo por medio de al menos una calandria, y/o mediante aplicación de material, por ejemplo mediante extrusión. Con la aplicación de material, se puede reemplazar el material de matriz degradado o perdido. También es concebible la conformación mediante una herramienta de pultrusión.

- 5 También es concebible separar partes de la capa de desprendimiento del componente después de que se haya desprendido, por ejemplo mediante un proceso de corte. Esto puede ser necesario para eliminar material excesivamente dañado o para reducir las dimensiones de la capa de desprendimiento a un cierto nivel requerido.

- 10 Además, el procedimiento de acuerdo con la invención también puede proporcionar una separación de fibras y material de matriz en la capa de desprendimiento, por ejemplo mediante procedimientos de separación conocidos del estado de la técnica, tales como, por ejemplo, por medio de microondas o pirólisis. A este respecto, el material de fibras puede ser utilizado para la producción de un nuevo material compuesto de fibras.

- 15 Un dispositivo de acuerdo con la invención puede ser configurado al mismo tiempo para la producción de nuevos componentes a partir del material compuesto de fibra reciclado. Por lo tanto, se proporciona un dispositivo de combinación que puede producir tanto un reciclado como un nuevo componente a partir del reciclado obtenido. Un dispositivo de combinación de este tipo se puede poner en práctica, por ejemplo, instalando un módulo de reciclaje en un sistema de producción de componentes nuevos existente, por ejemplo, un sistema de bobinado.

- 20 Formas de realización a título de ejemplo del procedimiento de acuerdo con la invención así como del dispositivo de acuerdo con la invención se describen a continuación con ayuda de dos figuras.

Muestran esquemáticamente

la figura 1: el reciclaje de material compuesto de fibras de un componente con una superficie redonda y

- 25 la figura 2: el reciclaje de material compuesto de fibras de un componente en forma de placa.

- La figura 1 muestra un componente 1 en forma de cilindro, cuya superficie se ha producido a partir de una banda 2 de material compuesto de fibra. Habitualmente, sobre un componente 1 de este tipo están depositadas varias capas de la banda 2, en el que, no representado en este caso, la banda 2 puede presentar diferentes orientaciones en las diferentes capas. En este caso, la banda 2 está representada en una única capa y con un espacio entre las vueltas para simplificar la ilustración y la visibilidad.

- 30 Para desprender el material compuesto de fibras, es levantada una capa de desprendimiento 10 del componente 1 con una pinza no representada en este caso y es alimentado a un rodillo de almacenamiento 3. La forma de la capa del desprendimiento 10 corresponde a la de la banda 2 situada en el componente 1 o, idealmente, es idéntica a ella. Para facilitar el desprendimiento de la capa de desprendimiento 10, está prevista una herramienta de separación en forma de cuña 4 que encaja entre la parte ya desprendida de la capa de desprendimiento 10 y el componente 1. La capa de desprendimiento 10 es guiada por medio de un rodillo de guía 5, mediante lo cual se evita un posible pandeo de la capa de desprendimiento 10 y las fibras contenidas en la capa de desprendimiento 10, que no se representan en este caso por separado. Antes de rodar sobre el rodillo de almacenamiento 3, la capa de desprendimiento 10 también pasa a través de un par de rodillos 6 que puede servir, por ejemplo, para la conformación de una calandria para la capa de desprendimiento 10 y/o para estabilizar la orientación de la capa de desprendimiento 10 en el espacio. De la manera representada, la banda 2 completa situada en el componente 1 puede ser aplicada al rodillo de suministro 3 como capa de desprendimiento 10 y a continuación alimentarse a un proceso de reciclado. A este respecto, la capa de desprendimiento 10 puede contener fibras sinfín sin destruir.

La figura 2 muestra el desprendimiento de otra capa de desprendimiento 7 de un material compuesto de fibra, en este caso sin embargo en forma de tira, que se encuentra sobre un componente en forma de placa 8, cuya extensión en su plano limita la longitud de las tiras 11 del material compuesto de fibras. Con una unidad de agarre en forma de pinza 9, de la que únicamente se pueden ver esquemáticamente

- 5 dos elementos de pinza en la figura 2, la capa de desprendimiento 7 ha sido agarrada y es retirada del componente 8. A este respecto es utilizada una herramienta de separación en forma de cuña 4 para apoyar el proceso de desprendimiento. Así, la capa de desprendimiento 10 puede ser levantada del componente 1 en toda su longitud sin destruir las fibras contenidas en el mismo. Las capas de desprendimiento en forma de tira 7, que corresponden idealmente a las tiras 11 situadas originalmente en el componente, pueden ser recogidas y recicladas.

Lista de referencias

1	componente
2	banda
3	rodillo de almacenamiento
4	herramienta de separación
5	rodillo de guía
6	par de rodillos
7	tira
8	componente
9	unidad de agarre
10	capa de desprendimiento
11	tira

REIVINDICACIONES

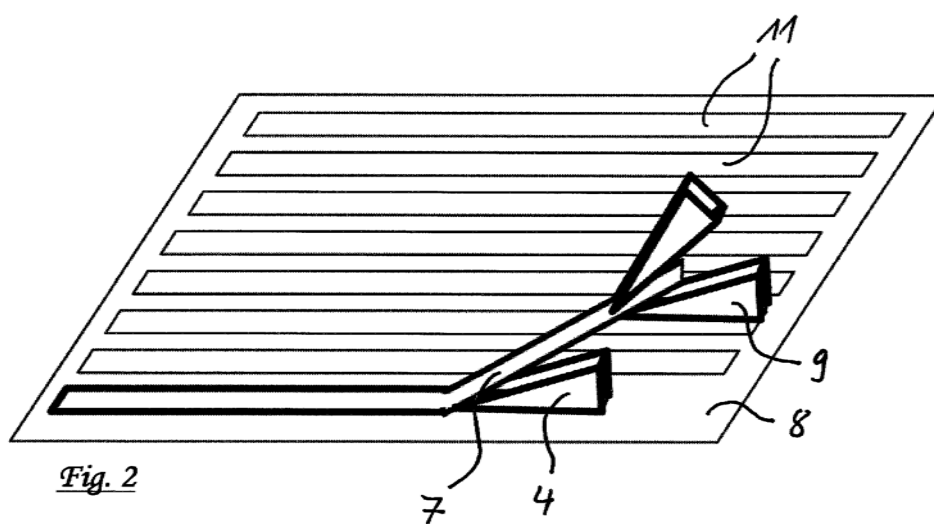
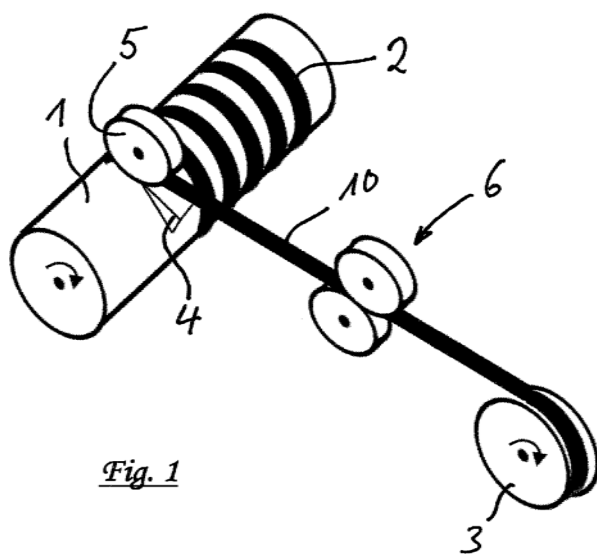
1. Procedimiento para el reciclaje de material compuesto de fibras termoplásticas, que está dispuesto en al menos una capa de depósito en un componente (1), en el cual en el sentido de una dirección de las fibras principal el material compuesto de fibras en al menos una capa de desprendimiento (10) que comprende fibras y material de matriz es retirado del componente restante (1), caracterizado porque durante la producción del componente (1), los datos de componente, en particular con respecto a la posición de las fibras y/o la dirección de colocación, son almacenados y se utilizan para apoyar el procedimiento de reciclaje, en particular para determinar una dirección de desprendimiento y/o un punto de partida para el proceso de desprendimiento.
2. Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque el material compuesto de fibras desprendido es recogido en un elemento de almacenamiento, siendo el elemento de almacenamiento preferentemente un rodillo de almacenamiento (3).
3. Procedimiento según la reivindicación 1 ó 2, caracterizado porque el material compuesto de fibras es calentado al menos en una zona de desprendimiento.
4. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque el material compuesto de fibras es retirado en forma de banda.
5. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque para separar la al menos una capa de desprendimiento (10) del componente (1) es utilizada una herramienta de separación (4), calentándose la herramienta de separación (4).
6. Procedimiento según la reivindicación 5, caracterizado porque la al menos una capa de desprendimiento (10) es guiada por medio de un rodillo de guía (5) dispuesto enfrente de la herramienta de separación.
7. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque por medio de al menos un procedimiento de ensayo de material no destructivo el material compuesto de fibras es examinado antes, durante y/o después del desprendimiento del componente restante (1) y el resultado del examen es utilizado para controlar o regular el proceso de desprendimiento o es almacenado para fines de documentación.
8. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque en el componente (1) se instalan marcadores para determinar la posición.
9. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque la forma de la capa de desprendimiento (10) es modificada, en particular mediante prensado, por ejemplo por medio de al menos una calandria (6), o por medio de al menos una herramienta de pultrusión y/o mediante aplicación de materiales.
10. Dispositivo para el reciclaje de material compuesto de fibras termoplásticas, que está dispuesto en al menos una capa de depósito en un componente (1), que comprende unos medios para desprender al menos una capa de desprendimiento (10) del material compuesto de fibras del componente restante (1), caracterizado por los medios para registrar, evaluar y proporcionar datos almacenados en o sobre el componente (1) así como los medios para controlar y/o regular el proceso de reciclaje a las etapas parciales del proceso de reciclaje por medio de los datos registrados.
11. Dispositivo según la reivindicación 10, caracterizado por un elemento de almacenamiento, en particular un rodillo de almacenamiento (3), y unos medios para recoger el material compuesto de fibra desprendido sobre el elemento de almacenamiento (3).
12. Dispositivo según la reivindicación 10 u 11, caracterizado porque los medios para el desprendimiento comprenden una herramienta de separación (4), estando calentada la herramienta de separación (4).
13. Dispositivo según la reivindicación 10, 11 ó 12, caracterizado porque los medios para el desprendimiento comprenden al menos un rodillo de guía (5) dispuesto enfrente de la herramienta de

separación (4), que guía la capa de desprendimiento (10).

14. Dispositivo según la reivindicación 13, caracterizado porque el al menos un rodillo de guía (5) o al menos uno de los rodillos de guía (5) está calentado.

5

15. Dispositivo según una de las reivindicaciones 10 a 14, caracterizado porque los medios para desprender comprenden al menos una unidad de agarre (9), preferentemente en forma de pinza.



REFERENCIAS CITADAS EN LA DESCRIPCIÓN

Este listado de referencias citadas por el solicitante tiene como único fin la conveniencia del lector. No forma parte del documento de la Patente Europea. Aunque se ha puesto gran cuidado en la compilación de las referencias, no pueden excluirse errores u omisiones y la EPO rechaza cualquier responsabilidad en este sentido.

Documentos de patentes citados en la descripción

- EP 1892072 A1 [0003]
- DE 102011115966 B4 [0004]
- EP 1160068 B1 [0005]
- EP 22822879 B1 [0006]
- WO 2010075952 A1 [0007]
- DE 102010031602 A1 [0008]
- WO 2012085000 A1 [0009]
- EP 2977190 A1 [0010]