

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 875 403**

51 Int. Cl.:

B29C 70/38 (2006.01)
B29C 67/00 (2007.01)
B29C 70/16 (2006.01)
B33Y 10/00 (2015.01)
B33Y 30/00 (2015.01)
B29C 64/106 (2007.01)
B29C 64/118 (2007.01)
B29C 64/314 (2007.01)
B29C 64/321 (2007.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **17.11.2016 PCT/IB2016/056912**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **26.05.2017 WO17085649**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **17.11.2016 E 16819658 (2)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **10.03.2021 EP 3377309**

54 Título: **Aparato y método para la impresión tridimensional de materiales compuestos de fibra continua**

30 Prioridad:

17.11.2015 IT UB20155642

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
10.11.2021

73 Titular/es:

MOI COMPOSITES S.R.L. (100.0%)
Via Cigalini 5/D
22100 Como, IT

72 Inventor/es:

LEVI, MARINELLA;
NATALE, GABRIELE y
POSTIGLIONE, GIOVANNI

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 875 403 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

Aparato y método para la impresión tridimensional de materiales compuestos de fibra continua

5 El objeto de la presente invención es un aparato y método para la impresión tridimensional de materiales compuestos de fibra continua.

Como se sabe, la impresión tridimensional o la impresión 3D es un proceso que permite crear objetos basados en modelos digitalizados usando un software de modelado adecuado.

10 Entre los aparatos de impresión 3D, las impresoras 3D de extrusión son las más usadas y se han distribuido ampliamente. Estas impresoras obtienen el objeto a imprimir por medio de la extrusión de materiales específicos, en general, materiales poliméricos termoplásticos y termoestables, materiales metálicos y materiales cerámicos.

15 Dichos aparatos se basan en la extrusión del material que pasa de un estado líquido a un estado sólido. Por ejemplo, para la impresión 3D que usa materiales termoplásticos, el polímero se extruye en estado fundido y a continuación, mientras se enfría, se solidifica, produciendo la forma final del objeto.

20 La producción del objeto tiene lugar por medio del movimiento del cabezal de extrusión y/o la placa que soporta el objeto a imprimir, con el fin de permitir la deposición de capas superpuestas de material que da como resultado la creación de la forma deseada

25 Para permitir este movimiento y permitir por lo tanto la deposición del material a lo largo de una trayectoria predefinida (determinada por el modelo digitalizado), se usan en general los sistemas de movimiento mecánico con tres ejes para mover el cabezal de extrusión.

30 También se conocen aparatos de impresión tridimensionales que son capaces de obtener objetos, de nuevo mediante la impresión por extrusión, usando materiales compuestos constituidos por una matriz polimérica y por cargas metálicas o cerámicas. Sin embargo, estas últimas están en la forma de partículas o fibras cortas que se dispersan en la matriz antes del proceso de impresión.

35 Por consiguiente, tales aparatos están limitados en lo que respecta al uso de material compuesto, ya que no pueden usarse para extrudir un material compuesto de fibra continua, dicho de otra forma, un material que tiene una fibra larga que se deposita en la etapa de extrusión.

40 En este sentido, debería especificarse que la impresión 3D del material compuesto de fibra continua ofrece numerosas ventajas, obteniéndose principalmente de la posibilidad de obtener cualquier forma 3D, usando resinas, incluidas las resinas termoestables, optimizando la orientación de la fibra, maximizando de este modo el rendimiento del objeto impreso y no usando necesariamente unos soportes para las partes huecas y/o salientes.

De hecho, en el caso de la impresión 3D de objetos reforzados con fibras largas o cortas, por ejemplo, el uso de matrices termoplásticas conduce a limitaciones intrínsecas en cuanto al rendimiento mecánico y la durabilidad de estos objetos.

45 Para obtener objetos que tengan partes internas huecas, impresas con un material compuesto convencional (es decir, con fibras cortas) requiere necesariamente el uso de soportes que definan la cavidad de la forma y en los que se deposite el material extruido. Este soporte se elimina una vez finalizado el proceso de impresión del objeto.

50 Por lo general, el material compuesto de fibra larga se usa para obtener partes huecas o secciones separadas de la base de soporte, debido a la capacidad de soporte de la fibra, eliminando de este modo el uso de los soportes mencionados anteriormente.

55 Para permitir la impresión del material de fibra continua, se usan, por ejemplo, aparatos como los descritos en la solicitud de patente US2014/0061974; tienen un sistema de alimentación continuo de fibra larga, adecuado para transportar la fibra al cabezal de extrusión.

En particular, en esta solución, el cabezal de extrusión tiene una entrada lateral (con respecto a la dirección de alimentación) para la fibra, que sale por la abertura de la extrusión junto con la matriz polimérica respectiva.

60 Por lo tanto, el material se obtiene directamente en el cabezal de extrusión, uniendo la fibra con la matriz durante la extrusión del material compuesto.

Además, en esta solución, la extrusión de la matriz determina un flujo de salida de la matriz, que, como se une con la fibra, dirige la fibra fuera del cabezal de extrusión.

65 Dicho de otro modo, la fibra se suministra por el efecto del avance de la matriz (en estado líquido), que tiene una

viscosidad adecuada capaz de adherir y dirigir la fibra fuera del cabezal de impresión.

Aunque esta solución es capaz de imprimir un material compuesto de fibra continua con matrices termoestables, por otro lado, sin embargo, tiene un inconveniente importante.

En primer lugar, debe considerarse que la etapa de unir la fibra con la matriz no garantiza una distribución adecuada de la matriz líquida a lo largo de toda la extensión de la fibra continua.

Este inconveniente se origina precisamente por el hecho de que la fibra se suministra simultáneamente con la matriz solo en la etapa de extrusión. Por consiguiente, el contacto entre la fibra y la matriz no siempre es suficiente para una impregnación adecuada de la fibra.

Este inconveniente se agrava aún más con el uso de fibras continuas obtenidas a partir de hebras muy compactas que bloquean de este modo la impregnación interna de la fibra. En este caso, la matriz se deposita solo en la superficie externa de la fibra, creando un material compuesto cuya estructura final no es homogénea.

Adicionalmente, el material que forma la matriz (resina polimérica) también dificulta la impregnación adecuada de la fibra. De hecho, como se ha definido anteriormente, en este caso, la resina debe tener necesariamente una viscosidad especialmente alta con el fin de extrudirse.

Como resultado, la impregnación adecuada de la fibra resulta aún más difícil con resinas de alta viscosidad, que por lo tanto tienen mayor dificultad para penetrar entre los filamentos de fibra.

Por el contrario, el uso de una resina que sea menos viscosa y, por lo tanto, capaz de impregnar la fibra en mayor grado conduciría a una desventaja significativa en los procedimientos de estirado de la fibra. En esta situación, la fibra no se arrastraría por la resina, que, debido a que tiene una viscosidad muy baja, no sería capaz de adherirse a la propia fibra.

En este contexto, la tarea técnica subyacente a la presente invención es ofrecer un aparato y un método para la impresión tridimensional de materiales compuestos de fibra continua que superen los inconvenientes de la técnica anterior mencionados anteriormente.

En particular, un objetivo de la presente invención es poner a disposición un dispositivo de impresión tridimensional y un método relacionado que sean capaces de imprimir usando materiales compuestos de fibra continua, con las consiguientes ventajas resultantes precisamente del uso de una fibra larga y del uso de resinas termoestables.

Específicamente, un objetivo de la presente invención es poner a disposición un dispositivo y un método relacionado para la impresión tridimensional usando materiales compuestos de fibra continua que sean capaces de obtener correctamente el material compuesto, impregnar uniformemente la fibra con la matriz respectiva.

Incluso más específicamente, un objetivo de la presente invención es poner a disposición un dispositivo y un método relacionado para la impresión tridimensional de materiales compuestos de fibra continua, siendo dicho dispositivo y método versátiles y, por lo tanto, utilizables con cualquier tipo de fibra y matriz, sin poner en peligro las características estructurales del propio material.

Otro objetivo de la presente invención es ofrecer un aparato y un método para la impresión tridimensional usando materiales compuestos de fibra continua, siendo dicho aparato y método versátiles y sencillos y en términos de estructura y costes de realización.

La tarea técnica definida y los objetivos especificados se logran sustancialmente mediante un aparato y método para imprimir material compuesto de fibra continua, que comprende las características técnicas expuestas en una o más de las reivindicaciones adjuntas.

La presente invención comprende, de acuerdo con la reivindicación 1, un aparato para la impresión tridimensional de materiales compuestos de fibra continua que tiene un cabezal de alimentación para alimentar un material compuesto de fibra continua y que está configurado para imprimir un objeto tridimensional. También se proporciona un medio para el movimiento relativo entre el cabezal de alimentación y el objeto tridimensional para ejercer una fuerza de tracción sobre el material compuesto de fibra continua y sacar de este modo el material del cabezal. El material compuesto se obtiene en una estación dispuesta corriente arriba del cabezal de alimentación.

De manera similar, la presente invención también comprende, de acuerdo con la reivindicación 4, un método para la impresión tridimensional de materiales compuestos de fibra continua, en donde el material se obtiene sumergiendo una fibra continua en una resina. Posteriormente, el material compuesto formado de este modo se suministra desde el cabezal de impresión con el fin de imprimir el objeto tridimensional.

Este proceso de alimentación se implementa ejerciendo una fuerza de tracción sobre el material compuesto por medio

de un movimiento relativo entre el cabezal de alimentación para alimentar el material y el objeto tridimensional. Otras características y ventajas de la presente invención resultarán más evidentes a partir de la aproximación y por lo tanto descripción no limitativa de una preferida, pero no exclusiva, realización de un aparato y método para la impresión tridimensional de material compuesto de fibra continua, tal y como se ilustra en los dibujos adjuntos, en donde:

- la figura 1 es una vista esquemática en perspectiva de un aparato para la impresión tridimensional de material compuesto de fibra continua de acuerdo con una posible realización de la presente invención;
- la figura 1a es una vista en perspectiva ampliada de un detalle de la figura 1; y
- la figura 2 es una vista esquemática en perspectiva de un aparato para la impresión tridimensional de material compuesto de fibra continua de acuerdo con una realización adicional que no forma parte de la presente invención. Haciendo referencia a las figuras adjuntas, un aparato para la impresión tridimensional de materiales compuestos de fibra continua 3 se indica en su totalidad con el número 1.

La presente invención es adecuada para imprimir un material compuesto 2 constituido por al menos dos etapas: al menos una fibra continua 3 (o fibra larga), que tiene la tarea de sostener los rellenos; la matriz, que mantiene las fibras 3 unidas entre sí, protegiéndolas del entorno exterior; y posiblemente otros aditivos y refuerzos.

Haciendo referencia a la figura 1, varias fibras 3, adecuadamente unidas en una etapa de obtención del material compuesto 2, pueden procesarse para constituir un solo cuerpo. Las fibras 3 también pueden estar constituidas por diferentes materiales, incluyendo, por ejemplo, fibra de vidrio, fibra de carbono, fibra Kevlar, fibra de basalto, fibras naturales, etc.

Las fibras 3, que debe suministrarse de manera continua, se recogen preferentemente en un elemento 4, tal como un carrete cilíndrico 5 alrededor del que se enrolla la fibra 3. Ventajosamente, durante las etapas de impresión, el carrete 5 se desenrolla para la alimentación continua de la fibra 3. Como se ilustra en la figura 1, en el caso de una pluralidad de fibras diferentes 3, se proporciona un carrete 5 para cada fibra.

Con respecto a la matriz, se usa una resina 6 en estado líquido, especialmente una resina termoestable 6 por ejemplo una resina epoxi, acrílica, de poliéster, etc., que puedan reticularse usando diversos estímulos añadidos al sistema (radiación de luz, energía térmica, estímulos químicos, incluido el contacto entre componentes reactivos, etc.).

El aparato 1 comprende una estación 7 para obtener el material compuesto 2.

La estación 7 está dispuesta corriente arriba de un cabezal de alimentación 8 para alimentar el material compuesto 2 adecuado para imprimir un objeto tridimensional 10, como se aclarará con más detalle a continuación en la presente descripción.

De manera más detallada, la estación 7 para obtener el material compuesto 2 tiene al menos una cubeta 9 para contener la resina 6 mencionada anteriormente y en cuyo interior se sumerge al menos una fibra 3.

Ventajosamente, la fibra alimentada continuamente 3 que se desenrolla del carrete 5 respectivo se hace pasar al interior de la cubeta 9. En esta situación, la fibra 3 está completamente sumergida en la resina 6.

La etapa de la fibra 3 en la resina 6 garantiza de este modo una impregnación adecuada de la fibra 3, garantizando una distribución homogénea de la resina 6 en la fibra 3 respectiva. En este sentido, debería especificarse que puede preestablecerse un período de tiempo más largo o más corto para que la fibra 3 permanezca en la cubeta 9 en función de la viscosidad de la resina 6 y la estructura de la fibra 3.

Ventajosamente, para las resinas especialmente viscosas 6 y/o para las fibras 3 constituidas por filamentos muy compactos, se prolonga el paso al interior de la cubeta 9 con el fin de garantizar una impregnación adecuada (homogénea) de la fibra 3 con la resina 6.

En este sentido, también puede proporcionarse una pluralidad de cubetas 9, dispuestas en serie con el fin de implementar un paso repetido de la fibra 3 dentro de cada cubeta 9 que contiene la resina 6, y/o incluso resinas químicamente diferentes, útiles, por ejemplo, para la activación química usando sistemas de dos componentes. Esta solución, que no se ilustra en las figuras adjuntas, también tiene como objetivo proporcionar una impregnación mayor y homogénea de la fibra 3 con la resina 6, así como en proporcionar versatilidad en la producción de materiales compuestos con matrices diferentes y optimizadas.

Haciendo referencia a las figuras adjuntas, la estación 7 para obtener el material compuesto comprende una línea de alimentación 11 para alimentar la fibra continua 3 y que es adecuada para guiar la misma fibra 3 desde el elemento de recogida 4 mencionado anteriormente, a través de la cubeta 9 y hasta el cabezal de alimentación 8.

De acuerdo con la invención como se muestra en la figura 1, la línea de alimentación 11 está constituida por una pluralidad de rodillos locos 12 que montan montados inactivos o motorizados, en función de la complejidad de la línea de alimentación de fibra.

Debería especificarse que puede haber cualquier número de rodillos 12 y cualquier disposición de los mismos, en función de la extensión de la línea 11 y en función de la longitud y la trayectoria que debe recorrer la fibra 3 durante su avance.

En la solución ilustrada a modo de ejemplo en la figura 1, que por lo tanto no es limitativa, se proporcionan tres rodillos 12, dispuestos entre los elementos de recogida 4 y la cubeta 9, dentro de la cubeta 9, y entre la cubeta 9 y el cabezal de alimentación 8, respectivamente.

En particular, el primer rodillo 12 dispuesto corriente arriba de la cubeta 9 dirige correctamente la fibra 3 al interior de la cubeta 9. El segundo rodillo 12 dispuesto en la cubeta 9 es adecuado para mantener la fibra 3 sumergida en la resina 6 durante el avance de la misma fibra 3.

El tercer rodillo corriente debajo de la cubeta 9 dirige el material compuesto 2 formado en la cubeta 9 al cabezal de alimentación 8.

Obsérvese también que en esta solución, la cubeta 9 está separada del cabezal de alimentación 8. Esta cubeta 9, que está abierta en la figura 1 con el fin de mostrar la resina 6 contenida en la misma, está protegida preferentemente de cualquier fuente de interferencia con la activación de la resina 6 y/o la degradación de la propia resina (por ejemplo, radiación de luz, calor, humedad, oxígeno, etc.).

Este blindaje es de un tipo conocido y, por lo tanto, no se describe en detalle en el presente documento; es necesario por que la resina 6, por ejemplo, en el caso en el que se trate de un fotopolímero polimerizable, que transiciona de un estado líquido a un sólido, por la acción de la luz.

De acuerdo con una realización preferente mostrada en la figura 2, que no forma parte de la invención, la cubeta 9 que contiene la resina está constituida por un alimentador 13 que tiene un primer extremo de entrada abierto 13a para la fibra continua 3, y opuesto al primer extremo 13a, un segundo extremo de salida abierto 13b (parcialmente visible en la figura 2) para el material compuesto 2.

En esta situación, la línea de alimentación 11 puede no tener rodillos locos por que la fibra 3 puede suministrarse directamente dentro del primer extremo abierto 13a del alimentador 13 que contiene la resina 6.

Además, en la presente realización, el segundo extremo abierto 13b define el cabezal de alimentación 8 mencionado anteriormente para alimentar el material compuesto 2.

Dicho de otro modo, el cabezal de alimentación 8 está constituido de hecho por el segundo extremo 13b del alimentador 13 del que sale el material compuesto 2 obtenido dentro del mismo alimentador 13.

El cabezal de alimentación 8 comprende una boquilla de salida 14 para el material compuesto 2, y que en la realización mostrada en la figura 2 está constituida por el segundo extremo 13b del alimentador 13.

La boquilla 14 tiene una sección para el paso del material compuesto 2 dimensionada en función de la sección transversal de la fibra 3. De hecho, la fibra 3 debe tener unas dimensiones de sección transversal idénticas a la sección de paso de la boquilla 14 con el fin de evitar que el exceso de resina 6 gotee de la boquilla 14 o que se formen gotas de resina 6 sobre la fibra 3, creando de este modo defectos en el producto final.

El cabezal 8 comprende además un miembro de polimerización 15 dispuesto en la boquilla 14, para polimerizar el material que sale de la boquilla 14 mencionada anteriormente y para definir el material compuesto.

El miembro de polimerización 15 puede ser de diversos tipos, de acuerdo con la resina 6 y las características de reticulación respectivas.

De acuerdo con una primera realización, el miembro de polimerización 15 puede ser de un tipo que use radiación electromagnética.

En este caso, el miembro 15 puede estar constituido, por ejemplo, por al menos un LED de luz UV, o un emisor de láser (figura 1a), o cualquier otra fuente de radiación electromagnética colocada en el cabezal de alimentación 8 y dirigida hacia una zona de salida para el material 2 que sale de la boquilla 14.

En una segunda realización, el miembro de polimerización 15 puede estar constituido por una fuente emisora de calor proporcionada para calentar el material 2 que sale de la boquilla 14. Los miembros de polimerización 15 de este tipo se usan en el caso de resinas activadas por calor y, en general, se basan en el suministro de un flujo de aire caliente o una fuente láser.

De acuerdo con una realización adicional, el miembro de polimerización 15 también puede estar constituido por un

activador de tipo químico, que, en contacto con la resina 6, reacciona polimerizando la misma resina 6. En particular, en este caso, la resina 6 es una resina bicomponente en donde los dos componentes de la resina 6 se unen para implementar la reacción mencionada anteriormente. Ventajosamente, la etapa de reacción química puede implementarse corriente arriba del cabezal de alimentación 8 a través del paso de la fibra en una serie de tanques que contienen los componentes respectivos, que, en contacto unos con otros, activan la reacción de polimerización. En este caso, la etapa de reticular la resina 6 continúa durante la extrusión del material 2 desde el cabezal 8 y se completa una vez que el material se ha depositado con el fin de formar el objeto 10.

Como alternativa, la sustancia química para activar la polimerización puede pulverizarse sobre la fibra a lo largo de la línea de alimentación 11 mencionada anteriormente.

Adicionalmente, el miembro de polimerización 15 puede ser de tipo combinado e implementar de este modo diferentes etapas de reticulación de resina.

Por ejemplo, la etapa de polimerización puede estar constituida por una primera etapa de un tipo con radiación electromagnética para activar solo una parte de la resina 6, obteniendo un producto semiacabado, y una segunda etapa de tipo térmico para completar el proceso de polimerización. La segunda etapa de reticulación puede implementarse después de la deposición del material 2.

El tipo de polimerización (polimerización térmica y/o lumínica o química) y la secuencia de activación parcial de las etapas de reticulación se definen en función de los tiempos de reticulación de la resina y la necesidad de obtener un producto semiacabado.

Ventajosamente, en el caso de resinas fotoactivadas y/o activadas por calor, para evitar la reticulación de la resina 6 antes de que esta última se extruda realmente, se usa una boquilla 14 que es capaz de proteger la misma resina del aparato de polimerización (por ejemplo, una boquilla fabricada de metal pero también de un material polimérico de protección, de un material cerámico, etc.).

La cinética de la reticulación de la resina 6 influye en la velocidad de impresión (en general del orden de segundos) y, por lo tanto, el tiempo necesario para obtener el objeto 10 depende directamente de la tasa de reticulación de la resina 6.

La posición, distancia, intensidad y longitud de onda de la radiación luminosa, en el caso de resinas fotoactivas, son, por lo tanto, parámetros esenciales para la realización óptima de un artículo fabricado, como es la intensidad de la radiación térmica en el caso de resinas activadas por calor. Ventajosamente, en el caso de resinas fotoactivas, para optimizar el proceso de reticulación, la longitud de onda de la luz emitida por la fuente se hace coincidir con el pico de absorción del iniciador de la resina fotorreticulable.

De acuerdo con la realización mostrada en la figura 1, el cabezal de alimentación 8 también tiene un orificio de entrada 8a del material compuesto 2, dispuesto en el extremo opuesto con respecto a la boquilla 14; dicha línea de alimentación 11 alimenta el material 2 dentro de dicho orificio 8a.

El cabezal de alimentación 8 puede comprender además un miembro de corte 16 para cortar el material compuesto 2 y configurado para interrumpir el suministro del material 2 que sale de la boquilla 14.

Como se ilustra con mayor detalle en la ampliación que aparece en la figura 1a, el miembro de corte 16 está constituido preferentemente por un par de cuchillas 17 que pueden moverse hacia/lejos una de otra para cortar el material compuesto 2 una vez completada la etapa de alimentación y para obtener piezas individuales del material 2.

En este caso también, no se describe en detalle el sistema de movimiento para mover las cuchillas 17 ya que es de un tipo conocido.

El cabezal de alimentación 8 está soportado por el medio 18 respectivo para el movimiento relativo entre el mismo cabezal de alimentación 8 y el objeto tridimensional 10.

Durante la alimentación del material compuesto 2, el medio de movimiento 18 ejerce una fuerza de tracción sobre el material compuesto 2 y, por lo tanto, también sobre la fibra continua 3.

Dicho de otro modo, el movimiento relativo entre el cabezal 8 y el objeto 10 determina una acción de estirado sobre el material 2 durante el proceso de extrusión del mismo. Por consiguiente, esta fuerza de tracción también se transfiere a la fibra 3, que se desenrolla del carrete 5 respectivo (montado de manera rotatoria o adecuadamente motorizado, para desenrollar la fibra). Obsérvese que esta fuerza de tracción provoca la alimentación de la misma fibra a lo largo de la línea de alimentación 11, a través de la cubeta 9 y dentro del cabezal 8. Por consiguiente, cuanto mayor sea la velocidad relativa, más rápido será el avance de la fibra a lo largo de la línea (y, por lo tanto, menor será el tiempo que la fibra 3 permanecerá en la resina 6).

El medio de movimiento 18 comprende al menos una máquina 19 que tiene un movimiento controlado numéricamente a lo largo de al menos tres ejes. De acuerdo con la invención como se muestra en la figura 1, la máquina de control numérico 19 comprende un brazo motorizado 20 para soportar el cabezal de alimentación 8 mencionado anteriormente en una parte de extremo 21 respectiva.

El brazo motorizado 20, que no se describe o ilustra en detalle por que es de un tipo conocido, es adecuado para mover el cabezal en los tres ejes espaciales, orientar el cabezal 8 de acuerdo con cualquier posición con respecto al objeto 10 y con respecto a una superficie de soporte 22 en la que se coloca el objeto 10 en el proceso de impresión.

En la realización mostrada en la figura 2, la máquina de control numérico 19 tiene un bastidor 23 dentro del que se extiende la superficie de soporte 22 mencionada anteriormente.

El bastidor 23 tiene unas guías de deslizamiento de carro adecuadas para mover un carro 24 a lo largo de una primera dirección. El carro 24, a su vez, soporta de manera móvil un accionador 25 para hacer avanzar el mismo accionador 25 a lo largo de un segundo eje perpendicular al primer eje.

El accionador 25 sostiene el alimentador 13 y por lo tanto el cabezal de alimentación 8 respectivo y, a su vez, está equipado con un sistema de movimiento para mover el alimentador 13 y el cabezal 8 a lo largo de un tercer eje perpendicular a los ejes primero y segundo.

De esta manera, el cabezal 8 puede pivotar a lo largo de los tres ejes espaciales para la realización del objeto 10.

Obsérvese que la superficie de soporte 22, que está dispuesta debajo del cabezal de alimentación 8, puede, a su vez, moverse hacia/lejos del cabezal de alimentación 8. En este caso, el accionador 25 puede sostener el alimentador 13 de manera fija, por que el movimiento a lo largo del tercer eje está determinado por el movimiento de la superficie de soporte 22 con respecto al cabezal 8.

La presente invención también se refiere a un método para la impresión tridimensional de materiales compuestos de fibra continua que comprende las etapas de: obtener un material compuesto 2 sumergiendo la fibra continua 3 en la resina 6; y alimentar el material compuesto de fibra continua 2 anteriormente formado.

Este proceso de alimentación se implementa ejerciendo una fuerza de tracción sobre el material compuesto por medio de un movimiento relativo entre el cabezal de alimentación 8 y el objeto tridimensional 10.

Dicho de otro modo, moviendo el cabezal 8 por medio de la acción de la máquina de control numérico 19, el material 2, que se deposita gradualmente con el fin de formar el objeto 10, se estira con la consiguiente alimentación del material 2 y la fibra 3.

El estirado del material 2 también implica alimentar la fibra 3, que se dirige adecuadamente con el fin de pasar dentro de cubeta 9 que contiene la resina 6.

Para implementar el proceso de impresión, el material compuesto 2 que sale del cabezal 8 se distribuye inicialmente sobre la superficie de soporte 22 respectiva. En este punto, el material 2 se polimeriza por el miembro 15 sobre la superficie de soporte 22 con el fin de definir un punto de anclaje 26 para anclar el material compuesto 2.

Dicho de otro modo, al comienzo del proceso de depósito del material compuesto 2, parte del material 2 ya está saliendo de la boquilla 14. Cuando el aparato 1 comienza el proceso de impresión, el miembro 15 polimeriza la resina 6, permitiendo la adhesión de la fibra 3 a la superficie de soporte 22. El punto de anclaje 26 se forma de este modo y permite que el material 2 que ya se ha depositado y polimerizado estirar, a medida que se mueve la máquina de control numérico 19, la fibra 3 corriente arriba del cabezal 8.

El material 2 que se suministra gradualmente desde el cabezal 8 se polimeriza y se hace adherir a las otras capas ya depositadas (en virtud de las características adhesivas de la resina 6), permitiendo de este modo que la acción de estirado continuo afecte a la fibra 3.

Por lo tanto, la máquina 19 mueve el cabezal de alimentación 8 de acuerdo con una trayectoria predeterminada que define el objeto 10 a imprimir. Esta trayectoria se determina por un software de gestión adecuado que no se describe en la presente descripción por que no entra dentro del alcance de la invención. Al final del proceso de impresión, o en cualquier caso cuando deba interrumpirse la alimentación continua del material 2, el material se corta por las cuchillas 17 como se ha descrito anteriormente (y a continuación continúa depositándose en otro punto de la plancha de impresión).

Ventajosamente, el método descrito anteriormente hace posible obtener artículos fabricados sin tener que realizar necesariamente un "corte" lineal convencional, dicho de otra forma, la división del objeto a imprimir en capas de manera paralela al plano de impresión. No habiendo restricciones que impongan el uso de un corte convencional para la construcción del objeto 10, en la presente invención puede seguirse cualquier forma en el espacio tridimensional.

Las fibras 3 impregnadas que se extruyen son especialmente adecuadas para esta implementación por que cuando el cabezal 8 traza una línea en el espacio, alimentando el material 2, la reticulación simultánea de la resina 6 endurece la fibra 3, que es capaz de soportar deformaciones en las etapas posteriores del proceso.

5 Además, al usar un software optimizado para el "corte" no lineal, es posible diseñar y obtener objetos 10 orientando las fibras 3 a lo largo de la dirección de tensión máxima. En esta situación, el aparato puede equiparse ventajosamente con ejes de rotación adicionales o incluso con brazos robóticos para aumentar su capacidad de producir formas tridimensionales.

10 En cuanto a la estructura del material 2, el método también comprende una etapa de preimpregnación para preimpregnar las fibras cuando estas últimas están en forma de filamentos delgados y a continuación ensamblar los filamentos para formar la fibra 3 o estructuras más complejas como cordones, trenzas, etc.

15 Esto implica el uso de un sistema de rodillos locos y cubetas a través de los que pasan los filamentos finos antes de transportarse al cabezal de alimentación 8. Las fibras 3 también pueden pretratarse con el fin de mejorar la adhesión química con la resina 6.

20 Además, la etapa de obtener el material compuesto 2 puede comprender la subetapa adicional de mezclar rellenos particulados y/o fibrosos en el material compuesto 2 después del paso de la fibra 3 al interior de la cubeta 9. De esta manera, la formación del material compuesto 2 demuestra ser más versátil por que puede obtenerse con cualquier tipo de sustancia de acuerdo con las diversas necesidades con respecto a la realización. Por ejemplo, debido al uso de rellenos fibrosos, puede mejorarse la unión de las capas en la etapa de depositar el material 2.

25 De manera adicional, en otra, realización alternativa, la resina se reticula parcialmente antes de que se deposite todo el material 2.

De esta manera, la fibra 3 obtenida puede manejarse más fácilmente en comparación con un filamento impregnado solo con una resina líquida, y al mismo tiempo, es suficientemente flexible para extrudirse y depositarse sin problemas.

30 Esta solución es especialmente ventajosa en el caso en que las fibras 3 procesadas sean de un material que obstruya en mayor medida la reticulación de las resinas líquidas fotoreticulables 6 tales como carbono, Kevlar, etc. La presente invención resuelve los problemas observados en la técnica anterior y conduce a las ventajas significativas.

35 En primer lugar, debería observarse que el aparato 1 y el método relacionado para la impresión tridimensional hacen posible obtener correctamente el material compuesto de fibras continuas. Dicho de otro modo, la presente invención permite una impregnación adecuada y homogénea de la fibra 3 con la resina líquida 6 respectiva.

40 Esta ventaja se ofrece precisamente por la etapa de obtener el material en la que la fibra 3 se sumerge en la cubeta 9 que contiene la resina 6. El tiempo que la fibra 3 permanece dentro de la cubeta 9 se define y mide en función de las características de los materiales usados, con el fin de garantizar la correcta formación del material en todo momento, independientemente de la estructura de la fibra 3 y/o la viscosidad de la resina 6.

45 Una ventaja adicional de la presente invención está determinada por la etapa de alimentar el material compuesto 2, lo que garantiza la correcta distribución y deposición del material 2 que constituirá el objeto 10.

50 Como se ha descrito anteriormente, la alimentación del material 2 está determinada por el movimiento relativo entre el cabezal 8 y el objeto 10, que implica una acción de estirado que afecta a la fibra 3. Por consiguiente, el material 2 se suministra desde el cabezal 8 solo después del movimiento del mismo cabezal 8 y la alimentación del mismo no depende de la estructura (viscosidad) de la resina. Por consiguiente, el aparato de impresión 1 y el método relacionado demuestran ser versátiles y pueden usarse para cualquier tipo de material compuesto de fibra continua.

REIVINDICACIONES

1. Un aparato para la impresión tridimensional de materiales compuestos de fibra continua, que comprende: un cabezal de alimentación (8) para alimentar un material compuesto (2) de fibra continua (3), que comprende una boquilla de salida (14) para el material compuesto (2) de fibra continua (3) para imprimir un objeto tridimensional (10); un medio (18) para el movimiento relativo entre el cabezal de alimentación (8) y el objeto tridimensional (10), comprendiendo dicho medio al menos una máquina (19) que tiene un movimiento controlado numéricamente a lo largo de al menos tres ejes; y una estación (7) para obtener el material compuesto (2), estando dicha estación (7) dispuesta corriente arriba del cabezal de alimentación (8) y comprendiendo al menos una cubeta (9) separada del cabezal de alimentación (8) para contener una resina (6) para sumergir al menos una fibra continua (3) durante el proceso de estirla a través de la resina (6) contenida en dicha cubeta (9); comprendiendo la estación además una línea de alimentación (11) de la fibra continua (3) para guiar la misma fibra (3) desde un elemento de recogida (4) para recoger la fibra (3), a través de la cubeta (9), y hacia dicho cabezal de alimentación (8), teniendo dicha línea de alimentación (11) una pluralidad de rodillos locos (12) para la fibra (3); en donde dicha máquina de control numérico (19) comprende un brazo motorizado (20) para soportar dicho cabezal de alimentación (8) en una parte de extremo respectiva (21), estando dicho brazo (20) está configurado para ejercer una fuerza de tracción sobre el material compuesto de fibra continua que sale del cabezal de alimentación y en donde dicho cabezal de alimentación (8) comprende además un miembro de polimerización (15) dispuesto en la boquilla (14), para polimerizar el material compuesto (2) que sale de dicha boquilla (14).
2. El aparato de acuerdo con la reivindicación 1, en donde dicha máquina de control numérico (19) comprende, debajo de dicho cabezal de alimentación (8), una superficie de soporte (22) para el objeto tridimensional (10) que se está imprimiendo, pudiendo dicha superficie de soporte (22) moverse hacia/lejos del cabezal de alimentación (8).
3. El aparato de acuerdo con la reivindicación anterior, en donde dicho cabezal de alimentación (8) comprende además un miembro de corte (16) para cortar el material compuesto (2) de fibra continua (3) con el fin de interrumpir el suministro de dicho material (2) que sale de la boquilla (14).
4. Un método para la impresión tridimensional de materiales compuestos de fibra continua, que comprende las etapas de:
 - obtener un material compuesto (2) sumergiendo una fibra continua (3) en una resina (6) y alimentar posteriormente el material compuesto (2) de fibra continua (3) con el fin de imprimir un objeto tridimensional (10); en donde dicho proceso de alimentación se implementa ejerciendo una fuerza de tracción sobre el material compuesto (2) por medio de un movimiento relativo entre un cabezal de alimentación (8) respectivo para alimentar el material y una superficie de soporte (22) o dicho objeto tridimensional (10) y en donde dicha etapa de obtener el material compuesto (2) se implementa durante el proceso de estirar la fibra (3), haciendo pasar la fibra (3) a través de la resina (6) contenida en una cubeta (9) separada del cabezal de alimentación (8) guiando la fibra (3) desde un elemento de recogida (4) para recoger la fibra (3), a través de la cubeta (9) y hacia el cabezal de alimentación (8); en donde dicho proceso de estirado comprende las etapas de:
 - distribuir el material compuesto (2) dejando el cabezal (8) en la superficie de soporte (22); polimerizar el material compuesto (2) en la superficie de soporte (22) con el fin de definir un punto de anclaje (26) para anclar el material compuesto (2) de fibra continua (3) sobre dicha superficie (22);
 - mover el cabezal (8) con respecto al punto de anclaje (26) de acuerdo con una trayectoria predeterminada que define el objeto (10) a imprimir; y simultáneamente
 - polimerizar el material compuesto (2) durante la etapa de mover el cabezal (8) con el fin de estabilizar el material (2) en un estado sólido.
5. El método de acuerdo con la reivindicación anterior, en donde dicha etapa de obtener el material compuesto (2) comprende la subetapa de mezclar cargas particuladas y/o fibrosas en el material compuesto (2) después del paso de la fibra (3) al interior de la cubeta (9).
6. El método de acuerdo con la reivindicación 4, en donde dicha subetapa de guiar la fibra continua (3) se implementa desenrollando la fibra (3) de un carrete (5) alrededor del que está enrollada, por medio de una fuerza de tracción sobre la fibra (3) determinada por el medio de movimiento (18), constituyendo dicho carrete (5) el elemento de recogida (4) para recoger la fibra continua (3).
7. El método de acuerdo con la reivindicación anterior, en donde la subetapa de ejercer una fuerza de tracción sobre el material compuesto (2) comprende además la etapa de mover la superficie de soporte (22) para el objeto tridimensional (10) hacia/lejos del cabezal de alimentación (8).
8. El método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 4 a 7, en donde dicho movimiento del cabezal (8) se implementa por una máquina (19) que tiene un movimiento controlado numéricamente a lo largo de al menos tres

ejes.

- 5 9. El método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 4 a 8, que comprende además la etapa final de cortar el material compuesto de fibra continua (2) que sale del cabezal (8) con el fin de interrumpir el suministro de dicho material (2).

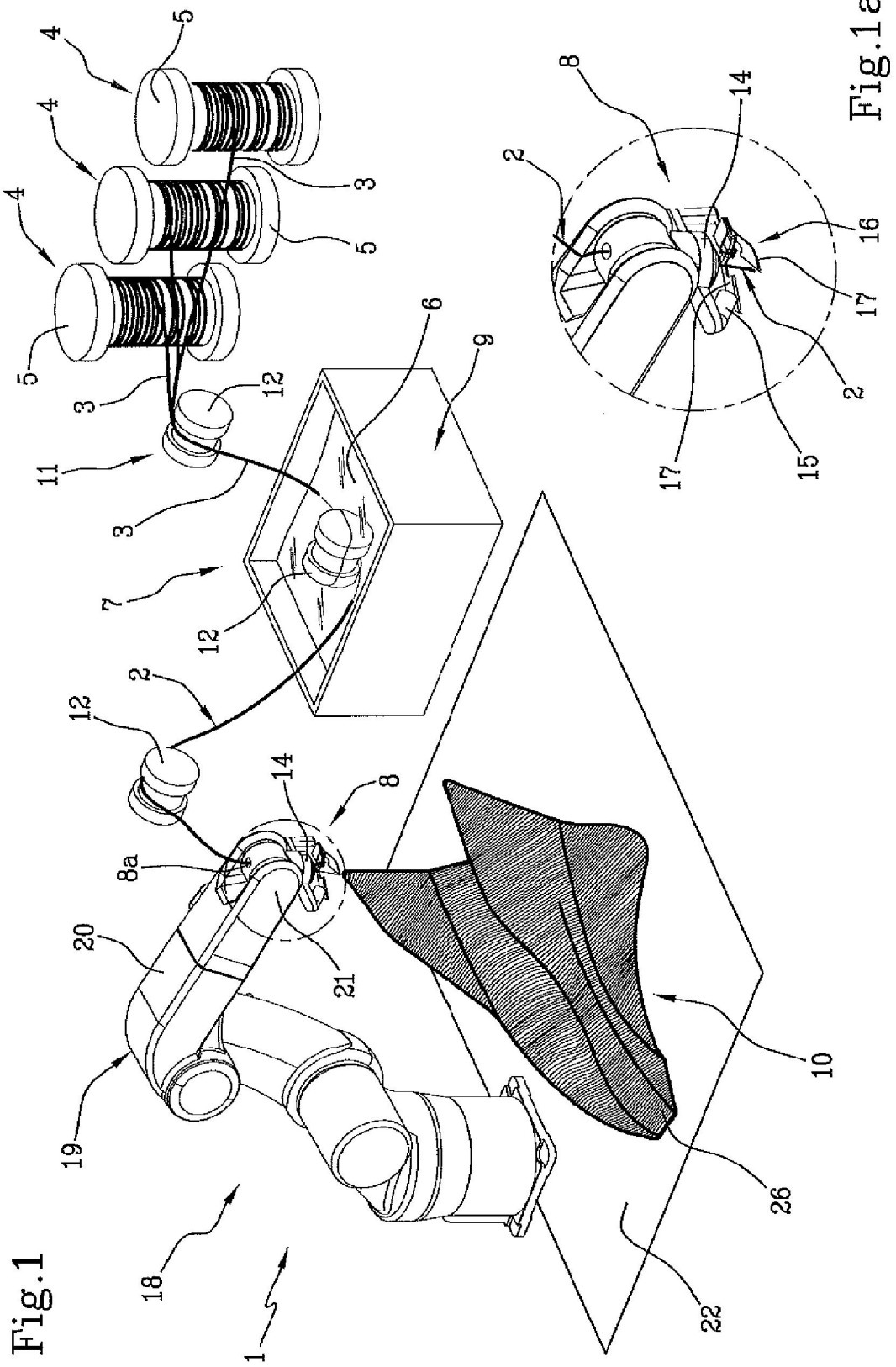


Fig.2

