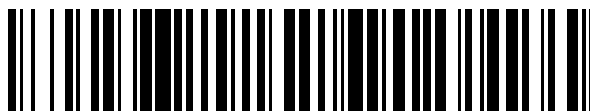


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 449 291**

51 Int. Cl.:

F16C 13/00 (2006.01)

B29C 67/00 (2006.01)

B65H 23/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **01.11.2010** **E 10189599 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **08.01.2014** **EP 2447044**

54 Título: **Aparato y método de fabricación por adición que comprende un sistema de guía de lámina de movimiento alternativo**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
19.03.2014

73 Titular/es:

DSM IP ASSETS B.V. (100.0%)
Het Overloon 1
6411 TE Heerlen, NL

72 Inventor/es:

JAMAR, JACOBUS HUBERTUS THEODOOR;
MAALDERINK, HERMAN HENDRIKUS;
SMELTINK, JEROEN ANTHONIUS y
VAN LENT, MAARTEN

74 Agente/Representante:

LAZCANO GAINZA, Jesús

ES 2 449 291 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 de fabricación por adición que comprende un sistema de guía de lámina de movimiento alternativo

5 Campo y antecedentes de la invención

10 En los procesos de fabricación por adición con alta resolución de imagen, en algunos casos 50 micrones o mejor, en donde una lámina de soporte usada para llevar el material de construcción líquido está en movimiento mientras tiene lugar la exposición a la imagen, es fundamental que la lámina de soporte se mantenga fija en el lugar de la exposición a la imagen durante la formación de las partes. Esto es particularmente difícil dado que la lámina de soporte debe estar fija en el lugar actual de exposición a la imagen mientras que se mueve en otro lugar en el proceso de fabricación por adición para permitir la exposición a la imagen y el recubrimiento simultáneos. Cualquier arrugamiento o estiramiento imprevistos de la lámina en el lugar de exposición a la imagen puede conducir a un fallo en el proceso de construcción.

15 Se conocen procesos de fabricación por adición que usan una lámina de soporte transparente a UV. Por ejemplo, el documento de patente US 6,557,452 a Fudim usa una lámina para transportar el material de construcción líquido hacia un lugar de exposición de la imagen. El material de construcción líquido se expone a la imagen al llegar al lugar de exposición a la imagen y se solidifica. El sólido se adhiere a la capa formada previamente de la parte de la construcción y la lámina se mueve después con el objetivo de transportar material de acumulación de líquido adicional al lugar de exposición a la imagen con el objetivo de formar la siguiente capa sólida. Este proceso se repite con el objetivo de construir un objeto tridimensional sólido. Similarmente, los documentos de patente US 7,467,939 y US 7,731,887 a 3D Systems, Inc. describen procesos de fabricación por adición basados en una lámina. En cada uno de estos procesos, la lámina se mantiene fija mientras se expone a la imagen el material de construcción líquido.

25 En un nuevo proceso de fabricación por adición, el material de construcción líquido se expone a la imagen en un lugar mientras la lámina se mueve en otro lugar. Este proceso, descrito en el documento de patente WO2010/074566 a TNO, requiere que la lámina se mantenga inmóvil y sin arrugas en el lugar de exposición a la imagen mientras que la lámina se mueve en otros lugares. En este proceso es fundamental que la capa no se mueva, se arrugue, ni se estire en ninguna dirección en el lugar de exposición a la imagen. Esta dificultad se complica adicionalmente cuando el sistema es capaz de movimiento bidireccional.

30 Además, las láminas útiles para la fabricación por adición debido a sus propiedades de superficie y su transparencia a la radiación UV, tales como láminas de TPX o de polietileno, pueden ser propensas a fluencia y degradación cuando se estiran y se exponen a la radiación UV. Esto aumenta adicionalmente el desafío de mantener fija la lámina en el lugar de obtención de la imagen durante un proceso de fabricación por adición.

35 Por lo tanto es deseable un mecanismo para la fabricación por adición que mantiene fija una lámina en un primer lugar mientras permite el movimiento de la lámina en al menos un segundo lugar.

40 Resumen de la invención

Un aparato de fabricación por adición de acuerdo con la reivindicación 1 y un método de fabricación por adición de acuerdo con la reivindicación 18 comprenden un sistema de guía de lámina que comprende: un rodillo de guía de la lámina flexible; y un sistema de cojinetes dispuestos para soportar dicho rodillo de guía, dicho sistema de cojinetes compuesto de elementos de bloqueo de extremo que bloquean axialmente el rodillo; un arreglo de cojinetes que define una posición de cojinete que tiene el rodillo flexionado en el acoplamiento de cojinete se utiliza para controlar el movimiento de la lámina. El arreglo de cojinetes se acopla con una cara exterior de dicho rodillo de una manera a fin de flexionar de ese modo el rodillo entre al menos dos posiciones de cojinete de conformidad con una dirección de rodadura.

50 Las modalidades específicas de la invención se describen en las reivindicaciones dependientes. Estos y otros aspectos de la invención serán evidentes a partir de y se explicarán con referencia a las modalidades descritas de aquí en adelante.

55 Breve descripción de los dibujos

Otros detalles, aspectos y modalidades de la invención se describirán, en forma de ejemplo solamente, con referencia a los dibujos.

60 La Figura 1 muestra esquemáticamente una vista lateral en sección de un ejemplo de una modalidad de un sistema de acuerdo con la invención;
La Figura 2 muestra la modalidad de la Figura 1 en más detalle en un arreglo de guía de lámina;
La Figura 3 muestra esquemáticamente una vista lateral en perspectiva de una modalidad adicional;
La Figura 4 muestra una vista lateral de un detalle de la modalidad en la Figura 3;
65 La Figura 5 muestra un detalle de un ensamble de rodillos; y

La Figura 6 muestra una modalidad del sistema de guía de lámina incorporado en un aparato de fabricación por adición.

Descripción detallada

De acuerdo con un aspecto, la lámina usada en un proceso de fabricación por adición de movimiento alternativo se puede controlar adecuadamente, proporcionando los rodillos curvados, específicamente, los ejes de los rodillos, en una forma flexible en lugar de rígida en donde la curvatura de los rodillos puede ser completamente reversible. En una modalidad los rodillos se proporcionan como una varilla de una sola pieza. La curvatura se puede cambiar con una fuerza relativamente pequeña, en algunas modalidades incluso una fuerza proporcionada (sólo) por la fuerza de arrastre del movimiento de la lámina, cuando la superficie del rodillo se ajusta para definir una fuerza de arrastre de la lámina que define la curvatura de flexión del rodillo.

El arreglo de rodillos flexibles en relación con los cojinetes exteriores de los aspectos de la invención reivindicada actual reemplaza un arreglo de eje fijo de la técnica anterior. Este arreglo de rodillos flexibles se puede ajustar fácilmente a la dirección de movimiento de la lámina. Además, el sistema de guía de lámina permite la inversión completa de la orientación del rodillo sin arrugar la lámina.

Una solución conocida para el arrugamiento de la lámina en un proceso de enrollado de una trama es el uso de rodillos curvados, ver por ejemplo, el documento de patente GB1019958, donde el rodillo es flexible y gira alrededor de un eje curvo no flexible. El abultamiento de la curvatura apunta en la dirección de movimiento de la hoja. Por la fricción entre la hoja y la superficie del rodillo la hoja se estira en la dirección transversal entre el punto donde primero toca los rodillos y el punto donde sale del rodillo, y las arrugas se eliminan sobre un área que se extiende a partir del rodillo en la dirección del movimiento de la lámina. Una descripción adicional se conoce a partir del documento de patente EP0431275, el cual muestra un mecanismo para variar el ángulo de deflexión para producir una extensión deseada. Sin embargo, no se contempla la inversión de la dirección de la lámina. En el documento de patente US3248031, un rodillo curvado se describe que se puede arquear en múltiples direcciones por un sistema de cojinetes descrito. Sin embargo, un dispositivo de múltiples rodillos que permite la inversión de la dirección en un aparato de fabricación por adición no se ha contemplado por la técnica anterior.

La Figura 1 muestra esquemáticamente una vista lateral en sección de una modalidad de un sistema 1 de acuerdo con un aspecto de la invención. Como se puede ver en la figura, un cojinete de apoyo exterior se proporciona en la forma de una superficie plana 2 acoplable con una cara externa 3 del rodillo 4. La cara 2 soporta el rodillo flexionado 4 en su superficie externa 3. La condición flexionada implica una cierta elasticidad flexible del rodillo, en donde el rodillo se dobla en una curva bajo un cierto esfuerzo. La deformación puede ser de naturaleza elástica lo cual puede ser favorable en términos de conservación de la energía, pero puede ser además ligeramente no elástica. La superficie 2 de ese modo permite el movimiento de rodadura del rodillo de guía 4 con relación a la superficie 2 aunque en la condición flexionada, de una manera a fin de flexionar de ese modo el rodillo entre al menos dos posiciones de apoyo A, B de conformidad con una dirección de rodadura P, Q. En la primera dirección P de transporte de la lámina el rodillo se flexiona hacia arriba en una primera posición de cojinete A, y una dirección opuesta Q de transporte de la lámina, flexiona el rodillo hacia abajo en una curvatura B que se invierte con relación a la primera posición de cojinete. La posición de cojinete se puede ajustar y no necesita ser simétrica si se aplica un cambio de la velocidad de la lámina en las dos direcciones P, Q. En consecuencia, el arreglo de cojinetes 1 permite un cambio de la flexión del eje del rodillo 4 a lo largo de un trayecto en la superficie de cojinete 2. En consecuencia, uno o más rodillos 4 se proporcionan que tienen una curvatura reversible, en donde la curvatura se invierte cuando se invierte la dirección de transporte de la lámina P, Q. Se hace notar que un arreglo convencional de rodillos curvados no flexibles causará arrugas en un cambio de sentido del transporte de la lámina las curvas que abultan en la dirección de movimiento causarán arrugas cuando la curvatura permanece fija y la dirección del movimiento se invierte con relación al abultamiento.

La Figura 2 muestra la modalidad de la Figura 1 en más detalle en un arreglo de guía de lámina. Aquí, se proporciona una estructura de soporte 5 que soporta un rodillo rígido adicional 6 en el área adyacente inmediata al rodillo flexionado 4. La estructura de soporte 5 proporciona además una estructura de bloqueo 7 que bloquea axialmente el rodillo de flexión 4.

La estructura de bloqueo 7 se puede fijar con relación al soporte 5, y puede comprender cojinetes dispuestos para permitir una torsión alrededor de sus puntos centrales, debido al cambio en la dirección del eje del rodillo 4 debido a su flexión. Los cojinetes pueden ser de un tipo de cojinete de bolillas a rótula, lo que permite una desalineación entre los aros interior y exterior. En consecuencia, el rodillo flexible 4 se puede bloquear entre los cierres de extremo 7 que bloquean axialmente el rodillo 4. El rodillo rígido 6 se forma como un elemento de guía de lámina que guía la lámina (no mostrada) hacia y desde un área de contacto dispuesta en un lado del rodillo de flexión 4 y se aborda adicionalmente más abajo. En algunas modalidades, el elemento de guía 6 puede ser una guía que no rueda que forma un borde de la cara de contacto.

La Figura 3 muestra esquemáticamente una vista lateral en perspectiva de una modalidad adicional de un aspecto de la invención. En esta modalidad, una pluralidad de elementos de cojinete 20, 21, 22 definen un contacto de cojinete para el rodillo 4. Aunque la modalidad de la Figura 2 se puede proporcionar con un arreglo de cojinetes pasivo 1 en donde la

fuerza de flexión se deriva a partir de la tensión de la hoja en los rodillos, como se aclara adicionalmente en relación con el arreglo de la Figura 5, preferentemente, la fuerza para generar (el cambio en) la curvatura se deriva activamente a partir de un accionador 8, por ejemplo, de un tipo neumático. Un controlador 9 se proporciona para tener controlado el accionador 8 de conformidad con la dirección de rodadura P, Q. El rodillo 4 se bloquea axialmente por los cierres 7 y tiene dos contactos de cojinete intermedios 20, 22 que cumplen pasivamente con un movimiento de flexión del rodillo cuando se acciona un cojinete central. Para los rodillos de una curvatura de flexión específicamente deseada, una pluralidad de accionadores se puede proporcionar a lo largo del rodillo flexible.

La Figura 4 muestra el arreglo de cojinetes activo 10 en más detalle. El cojinete 21 proporciona un contacto de cojinete a lo largo de una circunferencia parcial del rodillo por medio de los rodillos 210, 211. De esta manera, el rodillo 4 se incorpora en el cojinete 21 y por una fuerza de presión de la lámina 11 se mantiene en una posición de cojinete fija definida por los contactos de cojinete 210, 211 que acoplan una cara exterior del rodillo 4 y que incorporan parcialmente el rodillo 4 entre los rodillos de cojinete 210, 211. El accionamiento de cojinete activo 9 define el intervalo y los topes exteriores del movimiento de flexión del rodillo 4 dado que el rodillo 4 se incorpora en la estructura de cojinete 21. Esquemáticamente, el rodillo 4' se indica en la posición B con la lámina 11' desplazada para ilustrar el movimiento de flexión del rodillo entre las posiciones A y B proporcionado por la fuerza por el cojinete móvil 21.

Por lo tanto, el accionador 8 se dispone para mover el elemento de cojinete 21 para proporcionar un movimiento de flexión forzada del rodillo 4 entre (al menos) las dos posiciones de cojinete A, B.

Aunque el accionamiento se puede proporcionar en principio por cualquier arreglo de accionamiento lineal u otro, en la modalidad preferida el accionador 8 comprende un brazo giratorio 80 que gira el al menos un elemento de cojinete 21 entre las dos posiciones de cojinete A, B. Un accionador neumático lineal 81 se acopla a un brazo giratorio 80 que lleva el cojinete 21 para incorporar parcialmente el rodillo flexible 4. Por accionamiento neumático, el brazo 80 gira entre las dos posiciones de cojinete A, B, y por el arreglo de incorporación, el rodillo flexible 4 se flexiona por la fuerza entre las dos posiciones de cojinete A, B, al mismo tiempo que permite el movimiento de rodadura del rodillo 4 por el cojinete 21. En una modalidad, el cojinete 21 se puede proporcionar por cilindros de bolas, o la lubricación adecuada de una superficie fija. Una estructura de rodillo rígida 6 se soporta en la estructura de soporte, que tiene cojinetes exteriores que permiten el movimiento de rodadura. El brazo giratorio 80 flexiona la curvatura del rodillo flexible 4 a partir de una posición superior A cuando el movimiento de la lámina es hacia arriba en la dirección P, hacia una posición inferior B cuando el movimiento de la lámina es hacia abajo en la dirección opuesta Q. La posición inferior B se indica esquemáticamente por las líneas de puntos.

En una modalidad la tensión y/o el desplazamiento en la lámina 11 se pueden medir, por ejemplo midiendo una fuerza de reacción 2100 de cualquiera de los rodillos de cojinete (210, 211) y/o la diferencia de fuerzas entre los rodillos de cojinete 210, 211. La tensión y/o el desplazamiento de la lámina 11 se pueden ajustar por un controlador 801 en respuesta a una medición de la tensión y/o el desplazamiento en la lámina, por ejemplo, aumentando o disminuyendo la curvatura por el control del accionador 81 o por el movimiento adecuado hacia afuera o hacia adentro 800 del brazo giratorio 80 a lo largo de la dirección del brazo.

Los ensambles de rodillos pasivos 22, 20 como se describen en la modalidad de la Figura 3 se pueden diseñar en donde el cojinete 21 se dispone sobre una estructura de brazo giratorio 80, pero sin el accionamiento activo por un accionador 81.

La Figura 5 muestra un ensamble de rodillos pasivo alternativo 20. Por pasivo, se quiere decir que el ensamble obedece por reacción a un movimiento de flexión del rodillo cuando un cojinete central se acciona y/o cuando el rodillo se flexiona por la fuerza de arrastre de la lámina. Por el contrario, un arreglo de cojinetes activo implica la provisión de una fuerza proporcionada activamente - en exceso de la fuerza de arrastre, para accionar por la fuerza el movimiento de flexión del rodillo 4.

A la vez que una superficie lubricada 2 adecuadamente para proporcionar un cojinete de fricción, el contacto de cojinete se puede proporcionar además por los elementos de rodadura 212 acoplables con el rodillo de guía 4 dispuesto en la estructura de tope 213 que define un intervalo de flexión sobre la cual se flexiona el rodillo 4. Por ejemplo, los topes de extremo 213 se proporcionan en uno o ambos extremos del intervalo deseado de flexión, proporcionando por lo tanto los elementos de tope 213 fijos con relación al sistema de cojinetes 20.

El rodillo 4 se puede proporcionar como una varilla metálica, por ejemplo una varilla de acero. En una modalidad, la varilla es hueca. En otra modalidad, la varilla es maciza. La rigidez del rodillo es suficientemente pequeña para permitir la flexión sin demasiada fuerza, y sin embargo suficientemente grande para definir un radio de flexión de la lámina suficientemente grande para obtener una forma curva suave con sólo unos pocos cojinetes. Su superficie 40 debe ser lo suficientemente dura para ser adecuada como una superficie de cojinete para los cojinetes flexibles. Cuando se usan sólo unos pocos cojinetes flexibles, como los cojinetes de bolas 210, 211 de unos pocos milímetros de longitud axial cada uno, la superficie del rodillo 40 tendrá que ser muy resistente al desgaste. Cuando se usa un cojinete de fricción 2, donde la varilla se puede soportar una longitud considerable, todavía tiene que ser resistente al desgaste, pero ahora la condición de carga es diferente: una carga pequeña, pero en una gran superficie, y el contacto no es de rodadura sino de desplazamiento.

La superficie del rodillo 40 se puede proporcionar con un tratamiento o capa o textura (rugosidad) para darle un coeficiente de fricción suficientemente grande entre el rodillo 4 y el material de la lámina 11 y/o para hacerla más resistente al desgaste.

Se hace referencia ahora a la Figura 6, la cual muestra un sistema de fabricación por adición 100 que incorpora aspectos del sistema de guía flexible 1 como se describe en detalle en las figuras precedentes. El sistema 100 comprende una fuente de energía 90 para solidificar un área predeterminada 51 de una capa de líquido 30, dicha capa líquida 30 adyacente a una lámina 11, a fin de obtener una capa sólida 52 del objeto tangible 50, la capa sólida que tiene por lo tanto una forma predeterminada. En la lámina 11, la capa líquida 30 se forma de altura limitada para ponerla en contacto con el objeto tangible 50.

Además, una base de guía de la lámina de movimiento alternativo 180 se puede proporcionar que tenga una cara de contacto 181 que contacta la lámina 11 y que comprende en la cara de contacto 181 y la cara anterior de la cara posterior de la cara de contacto 181 un par de guías de lámina superior e inferior 6, 60 que tienen el rodillo de guía de la lámina flexible 4 dispuesto entre las mismas, el elemento de guía inferior de la lámina 60 que define una posición de altura de la lámina H0 separada de la cara de contacto 181 a la altura de la lámina H. La Figura 6-1 ilustra una vista frontal de la lámina 11 que se guía sobre la cara de contacto 181 mientras se estira en la dirección transversal por el rodillo de flexión 1 del arreglo de cojinetes 1. Con el objetivo de mantener la lámina 11 libre de arrugas el rodillo de guía flexible se posiciona (ver la Figura 6-1) como un primer rodillo de guía 4 en una cara anterior del área 181, y un segundo rodillo de guía flexible 4' se posiciona en una cara posterior; la lámina 11 se jala sobre ambos primeros rodillos de guía flexibles 4, 4' y la lámina se mueve en una primera dirección P de tal manera que la lámina 11 permanece en contacto con los rodillos de guía flexibles 4, 4' en donde el primer rodillo de guía flexible y el segundo rodillo de guía flexible tienen una primera curvatura (A). En la dirección de movimiento inversa (ver la Figura 6-2), la primera dirección opuesta Q, los rodillos de guía flexibles 4, 4' tienen una segunda curvatura B, opuesta a la primera curvatura A.

En consecuencia la lámina 11 se puede guiar hacia o desde la cara de contacto 181 para permitir que la resina en la lámina contacte con un objeto tangible 50 por el movimiento de la base de guía de la lámina 180 a lo largo del objeto tangible 50 mientras se mantiene la lámina 11 fija con relación al objeto tangible 50 durante el contacto de la capa de resina y el objeto tangible. Se hace notar que en esta condición, la lámina se mueve con relación a la base 180 en direcciones opuestas indicadas previamente como P y Q. En una modalidad, el movimiento de la lámina 11 se impide en ambos extremos (A y B).

Para proporcionar las condiciones óptimas del proceso en ciertos aspectos, se desea mantener la lámina 11 tan plana como sea posible en la cara de contacto 181. Para este fin, la cara de contacto 181 se puede diseñar específicamente, por ejemplo, con medios de succión o sujeción para sujetar la lámina longitudinalmente; adicionalmente se puede proporcionar un mecanismo para mantener la longitud de la lámina bajo una tensión predefinida. La tensión óptima depende del tipo y grosor de la lámina, pero puede ser por lo general alrededor de 10 N por cm del ancho de la lámina (500 N para un ancho de lámina de 50 cm). Esta tensión puede mantener plana la lámina 11 sobre el área de contacto 181 que tiene una altura de contacto H. La tensión longitudinal puede ser suficiente para mantener la lámina plana sobre la totalidad de esta área, incluyendo sus bordes laterales y no requiere mordazas u otros dispositivos de tensión en los bordes laterales.

En otra modalidad de la invención, hay además tipos de lámina, por lo general aquellos con menor módulo de elasticidad, donde la tensión longitudinal puede ser insuficiente para mantener la lámina plana sobre la totalidad del área relevante 181. Específicamente los bordes laterales de la lámina 11 pueden mostrar una tendencia a moverse hacia arriba o hacia abajo o arrugarse a partir del plano deseado. Para este fin, se proporciona el arreglo de rodillos flexibles 1 en donde el rodillo de flexión 4 se flexiona de acuerdo con la dirección de movimiento de la lámina en relación con el carro móvil 180 y el cual reduce significativamente cualquier arrugamiento al menos sobre un área corta definida por la superficie de contacto 181.

En esta modalidad, el sistema 100 puede comprender un aplicador de resina líquida 200 el cual, en el ejemplo mostrado, se llena con una resina líquida 30. Alternativamente una capa de resina se puede proporcionar en forma de lámina prefabricada. En una modalidad, el aplicador 200 es en la forma de uno o más rodillos estriados.

La fuente de energía 90 se puede disponer para proyectar un patrón a través de la lámina 11 cuando la capa líquida 30 contacte el objeto tangible 50 en el área 51. Específicamente, la fuente de energía 90 se puede disponer para curar al menos parcialmente al menos parte de un patrón de intersección en la capa líquida. Para permitir que la luz u otra radiación de la fuente de energía 90 solidifiquen la capa líquida 30, la lámina 11 es preferentemente prácticamente transparente a la radiación.

En la modalidad de ejemplo mostrada, la fuente de energía 90 se posiciona en la base de guía de la lámina móvil 180, entre los elementos de guía de la lámina 6, 60 para exponer la capa de material no curado a través de la lámina 11. Alternativamente, la fuente de energía puede ser móvil respecto a la base de guía de la lámina de movimiento alternativo 180.

- La base móvil en z 140 se puede mover en una dirección z antes de proporcionar una nueva capa de material curable al objeto tangible 50. Cada vez después de la solidificación y la separación de una nueva capa, la placa portadora (base z) 150 junto con el objeto tangible 50 incluyendo las capas solidificadas 51, 52 adheridas al mismo se mueven hacia arriba. Por lo tanto, el método para la producción por capas de un objeto tangible es un método cíclico, en donde las etapas descritas de posicionar, solidificar, y separar juntas se comprenden en una única etapa del ciclo del método.
- Con la dirección z se entiende la dirección hacia afuera del plano con relación a la capa de material curable 51 posicionada sobre la lámina 11. La base z 140 se puede elevar aunque la base de guía de la lámina 180 no se mueva. En esta modalidad, los elementos de rodadura 170 permiten el movimiento de la base z 140. El objeto tangible 50 se conecta a la base z 140 y en cada ciclo del método una nueva capa se apila desde abajo. En aras de la claridad, la capa del material curable se muestra con un grosor exagerado.
- La lámina 11 y la base de guía de la lámina 180 pueden ser móviles independientemente. En un modo de funcionamiento, en una primera etapa, la lámina 11 se mueve a fin de proporcionar una capa de material curable por debajo del objeto tangible 50. El material curable, en ese momento, todavía no está en contacto con el objeto tangible 50. En una segunda etapa, la base de guía de la lámina 180 se mueve a lo largo del objeto tangible 50 para aplicar la capa de material curable 51 al objeto tangible 50, exponer el material curable 51 y retirar el material no curado. En la segunda etapa, la lámina 11 no se mueve prácticamente con relación al objeto tangible 50 transversal a la dirección z.
- Para acortar la dirección longitudinal de la base 180, la unidad de exposición 90 se limita por lo general en la dirección de movimiento del carro, por ejemplo, para las áreas de trabajo de aproximadamente 50 cm, sólo aproximadamente 6 cm de longitud la cual se puede realizar con elementos ('píxeles', cada uno que tiene un LED + microlente) de 2 x 2 mm², y aún proporcionar una alta resolución de aproximadamente 15 píxeles por mm del ancho del área de trabajo. Los detalles de este arreglo se describen en el documento de patente PCT/NL2009/050783 el cual se incorpora por este medio como referencia en su totalidad.
- Como se utiliza en la presente, el término 'material solidificable' incluye cualquier material que es solidificable (es decir, que se puede polimerizar y/o entrecruzar), por ejemplo, por una luz UV, un láser, una radiación ionizante (que incluye pero sin limitarse a un haz de electrones, rayos gamma o rayos X), o una combinación de cualquiera de los anteriores. El término 'material solidificable' se debe interpretar además que significa un material compuesto que comprende una mezcla de materiales tanto solidificables como no solidificables, tales como una resina en la cual se entremezclan fibras y/o rellenos.
- Curar parcialmente comprende curar hasta un grado tal que el patrón de intersección permanece estable mientras se retira el material no curado de la capa fuera del patrón de intersección. El material solidificable no se cura completamente, sino sólo hasta un grado tal que el material se estabiliza suficientemente que no se retira con el material no curado durante la etapa de retirar el material no curado fuera del patrón de intersección.
- Curar completamente un patrón de intersección necesita un cierto tiempo de exposición. Curar parcialmente el patrón de intersección significa curar el patrón hasta un menor grado. Cuando la fuente de energía funciona a la misma potencia con la que se hace el curado completo, la exposición puede ser más corta y aumenta la velocidad de los procesos de RM y RP.
- La transición de una resina curada por UV de líquido a sólido pasa un denominado punto de gel. "En el punto de gel, uno observa primero la formación visible de un gel o *fracción de polímero insoluble*. (El punto de gel se toma alternativamente como el punto en el cual el sistema pierde la fluidez como se mide por el fallo de una burbuja de aire para elevarse en él) ... El gel corresponde a la formación de una red infinita en la cual las moléculas del polímero se han entrecruzado entre sí para formar moléculas macroscópicas. El gel, de hecho, se considera como una molécula. La porción de no gel del polímero permanece soluble en los disolventes y se denomina *sol*. A medida que la polimerización y la gelificación proceden más allá del punto de gel, la cantidad de gel aumenta a expensas de la sol a medida que más y más cadenas de polímero en la sol se entrecruzan al gel... La mezcla de reacción se transforma en un polímero de viscosidad infinita. "George Odian, "Principles of Polymerization", 4ta ed.
- Más curado forma más enlaces, por ejemplo enlaces cruzados, para producir un mayor módulo de elasticidad del material. El grado de curado deseado para curar parcialmente se puede definir al curar el material solidificable hasta un grado en o cerca del grado de punto de gel del material, donde el patrón de intersección permanece estable mientras se retira el material no curado de la capa fuera del patrón de intersección. En la práctica, curar hasta un grado en o cerca del grado de punto de gel se puede interpretar como un grado dentro de un intervalo de aproximadamente 80% - 120% del grado del punto de gel.
- En una modalidad, la resina se puede calentar y se describe el equipo usado para calentar y la colocación para mejorar las condiciones de temperatura de funcionamiento de la resina.
- Para que el proceso de construcción funcione bien en ciertos aspectos, entre la exposición y la separación de la lámina, la resina se puede curar hasta cierto grado, con el objetivo de que la capa recién formada se adhiera a las capas construidas previamente del objeto. Para muchas resinas, por ejemplo DSM Somos 8120 (un acrilato de epoxi),

- expuesta a 365 nm, el curado es más rápido a una temperatura más alta. De hecho, se encuentra que la resina mencionada en una modalidad trabaja bien cuando se usa por encima de la temperatura ambiente, preferentemente aproximadamente entre 30 y 40 °C. Por lo tanto es beneficioso (permite menor tiempo entre la exposición y la separación) tener una provisión para calentar la resina hasta por encima de la temperatura ambiente.
- 5 Sorprendentemente se encontró una solución elegante para incluir una pequeña varilla de calentamiento que se mantenga en contacto térmico con la parte inferior (el lado que no contacta el líquido) de la lámina, en la proximidad inmediata de la fuente de energía 90. Para el funcionamiento bidireccional, se puede añadir un segundo calentador en el lado opuesto de la fuente de energía 90.
- 10 En una modalidad, la parte inferior del objeto construido hasta el momento, y la parte superior de la unidad de exposición, se encuentran a o alrededor de la temperatura objetivo (30 °C en el ejemplo). Este estado surge automáticamente después de realizar un número de ciclos. Por lo tanto, el proceso de construcción en esta modalidad se puede iniciar realizando un número de ciclos 'vacíos', es decir, ciclos donde no se realiza la exposición y no se realiza ningún movimiento vertical de la base z 150. Esto calienta la parte inferior de la plataforma 150 y la parte superior de la unidad de exposición hasta la temperatura de proceso requerida. Alternativamente, otros medios de calentamiento se pueden usar para precalentar estas piezas antes de iniciar el proceso de construcción real.
- 15 El arreglo de cojinetes como se expone en las modalidades precedentes puede comprender un único rodillo flexible. Además, el arreglo de cojinetes puede comprender múltiples rodillos de guía de la lámina flexibles y múltiples sistemas de cojinetes, específicamente: un primer rodillo de guía de la lámina flexible y un primer sistema de cojinetes posicionados en un primer lado de una línea central y un segundo rodillo de guía de la lámina flexible y un segundo sistema de cojinetes posicionados en un segundo lado de una línea central.
- 20 Los dibujos detallados, los ejemplos específicos y las formulaciones específicas dadas sirven al propósito de ilustración solamente. Aunque las modalidades específicas del aparato 100 descritas y mostradas en la presente atañen a la construcción del modelo 50 al revés, las enseñanzas de la presente invención se pueden aplicar a aparatos que construyen los modelos al derecho o en un ángulo. Además, el objeto puede tener cualquier tamaño y forma adecuados. Además, los dispositivos se pueden distribuir físicamente en un número de aparatos, aunque funcionalmente operan como un único dispositivo. Además, los dispositivos que forman funcionalmente dispositivos separados se pueden
- 25 integrar en un único dispositivo físico. Sin embargo, otras modificaciones, variaciones y alternativas son además posibles. Las descripciones y los dibujos, en consecuencia, se deben considerar en un sentido ilustrativo en lugar de restrictivo.
- 30

Reivindicaciones

- 5 1. Un aparato de fabricación por adición que comprende una base de guía de la lámina de movimiento alternativo (180) que tiene:
 - una cara de contacto (181) para contactar una lámina, y que tiene caras anterior y posterior;
 - una fuente de energía (90) dispuesta para curar al menos parcialmente al menos parte de un patrón de intersección en una capa de material curable dispuesto en la lámina y en contacto con un objeto tangible;
- 10 y **caracterizado además porque** la base de guía de la lámina de movimiento alternativo comprende en la cara anterior de la cara de contacto (181) y la cara posterior de la cara de contacto (181) un sistema de guía de la lámina que comprende:
 - un rodillo de guía de la lámina, flexible (4); y
 - un sistema de cojinetes (1) capaz de alterar y/o invertir la curvatura del rodillo de guía de la lámina, flexible (4) de acuerdo con una dirección de rodadura (P, Q) del rodillo de guía de la lámina, flexible (4) y dispuesto para soportar el rodillo de guía de la lámina, flexible (4), para guiar la lámina (11) incluyendo una capa de resina líquida (30) hacia o desde la cara de contacto (181) para contactar el objeto tangible (50) por el movimiento de la base de guía de la lámina (180) a lo largo del objeto tangible (50).
- 20 2. El aparato de fabricación por adición de acuerdo con la reivindicación 1, en donde la base de guía de la lámina (180) comprende un par de elementos superior e inferior de guía de la lámina (6, 60), el elemento inferior de guía de la lámina que define una posición de altura (H0) de la lámina separada a partir de la cara de contacto que se dispone allí entre el rodillo de guía de la lámina flexible (4), a fin de guiar la lámina hacia o desde la cara de contacto (181).
- 25 3. El aparato de fabricación por adición de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, en donde la base de guía de la lámina (180) comprende además un sistema aplicador (200) para aplicar la capa de resina líquida (30).
- 30 4. El aparato de fabricación por adición de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a la 3, en donde la fuente de energía (90) se posiciona adyacente a la cara de contacto (181) con el fin de exponer la capa de material no curado a través de la lámina (11).
- 35 5. El aparato de fabricación por adición de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a la 4, en donde la fuente de energía (90) comprende una pluralidad de LED que pueden funcionar individualmente.
- 40 6. El aparato de fabricación por adición de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a la 5, en donde el sistema de cojinetes (1) comprende:
 - elementos de bloqueo de extremo (7) que bloquean axialmente el rodillo (4);
 - un arreglo de cojinetes (2, 20, 21, 22) que define una posición de cojinetes que tiene flexionado el rodillo (4) en el acoplamiento de cojinetes; y
 - dicho arreglo de cojinetes (2, 20, 21, 22) acoplable con una cara exterior (40) de dicho rodillo (4) de una manera a fin de flexionar de ese modo el rodillo (4) entre al menos dos posiciones de cojinete (A, B).
- 45 7. El aparato de fabricación por adición de acuerdo con la reivindicación 6, en donde el sistema de cojinetes comprende además una estructura de tope (8, 213) que define un intervalo de flexión sobre el cual se flexiona el rodillo.
- 50 8. El aparato de fabricación por adición de acuerdo con la reivindicación 7, en donde la estructura de tope comprende elementos de tope (213) fijos con relación al sistema de cojinetes.
- 55 9. El aparato de fabricación por adición de acuerdo con la reivindicación 8 en donde el arreglo de cojinetes comprende uno o más elementos de cojinete (20, 21, 22); y la estructura de tope comprende un accionador (8) conectado al menos a uno de los elementos de cojinete (21); dicho accionador (8) dispuesto para mover el elemento de cojinete (21) a fin de proporcionar un movimiento de flexión forzada del rodillo (4) entre las dos posiciones de cojinete (A, B); el accionador (8) controlable en conformidad con la dirección de rodadura (P, Q).
- 60 10. El aparato de fabricación por adición de acuerdo con la reivindicación 9, en donde el accionador (8) comprende un brazo giratorio (80) que gira el al menos un elemento de cojinete (21) entre las dos posiciones de cojinete (A, B).

11. El aparato de fabricación por adición de acuerdo con la reivindicación 6, en donde el arreglo de cojinetes comprende una superficie de cojinete fija (2) en contacto de cojinete con el rodillo de guía de la lámina (4).
- 5 12. El aparato de fabricación por adición de acuerdo con la reivindicación 6, en donde el arreglo de cojinetes comprende los elementos de rodadura (210, 211) acoplables con el rodillo de guía (4).
13. El aparato de fabricación por adición de acuerdo con la reivindicación 6, en donde el arreglo de cojinetes define un contacto de cojinete (21) a lo largo de una circunferencia parcial del rodillo (4).
- 10 14. El aparato de fabricación por adición de acuerdo con la reivindicación 6, en donde la superficie del rodillo (40) se ajusta para definir una fuerza de arrastre de la lámina que define la curvatura de flexión del rodillo.
- 15 15. El aparato de fabricación por adición de acuerdo con la reivindicación 6, en donde los elementos de bloqueo de extremo comprenden los cojinetes del rodillo.
16. El aparato de fabricación por adición de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a la 15 que comprende además:
 - un dispositivo de medición en contacto con la lámina (11) para medir la tensión y/o el desplazamiento de la lámina (11); y
 - 20 - un controlador en comunicación con el sistema de cojinetes (1) y el dispositivo de medición, el controlador que es capaz de ajustar el sistema de cojinetes (1) para alterar la curvatura del rodillo de guía de la lámina, flexible (4) en respuesta a una medición a partir del dispositivo de medición.
- 25 17. El aparato de fabricación por adición de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a la 16 en donde se impide el movimiento en ambos extremos (A, B) de la lámina (11).
18. Un método de fabricación por adición que comprende:
 - flexionar al menos un rodillo de guía de la lámina, flexible (4) en contacto con una lámina (11) hasta una primera curvatura de acuerdo con una primera dirección de rodadura (P);
 - 30 - formar una capa de líquido (30) en la lámina (11);
 - mover la lámina (11) poniendo en contacto de ese modo la capa líquida (30) con un objeto tangible (50) y/o una capa solidificada previamente;
 - 35 - solidificar la capa líquida (30) formando de ese modo una primera capa solidificada la cual se adhiere al objeto tangible (50) y/o a una capa solidificada previamente;
 - retirar la lámina (11) del contacto con la capa solidificada;
 - flexionar el al menos un rodillo de guía de la lámina, flexible (4) en contacto con una lámina (11) hasta una segunda curvatura de acuerdo con una segunda dirección de rodadura (Q);
 - 40 - formar una segunda capa líquida (30) en la lámina (11);
 - mover la lámina (11) poniendo en contacto de ese modo la segunda capa líquida (30) con el objeto tangible (50) y/o la primera capa solidificada;
 - solidificar la segunda capa líquida (30) formando de ese modo una segunda capa solidificada que se adhiere al objeto tangible (50) y/o a la primera capa solidificada;
 - 45 - retirar la lámina del contacto con la capa solidificada; y repetir las etapas anteriores un número suficiente de veces con el objetivo de construir un objeto tridimensional.
19. El método de la reivindicación 18 en donde flexionar el al menos un rodillo de guía de la lámina y solidificar la capa líquida se llevan a cabo para tener lugar simultáneamente.

Figura 1

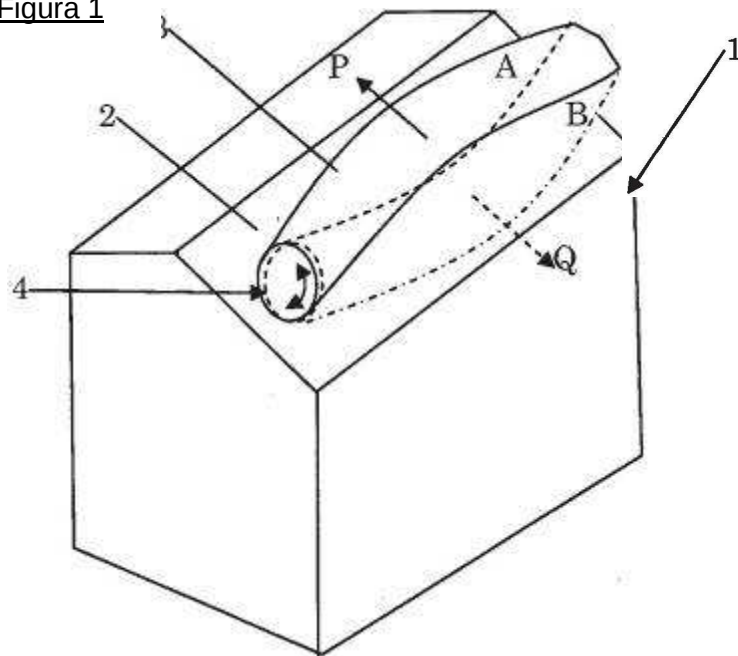


Figura 2

10

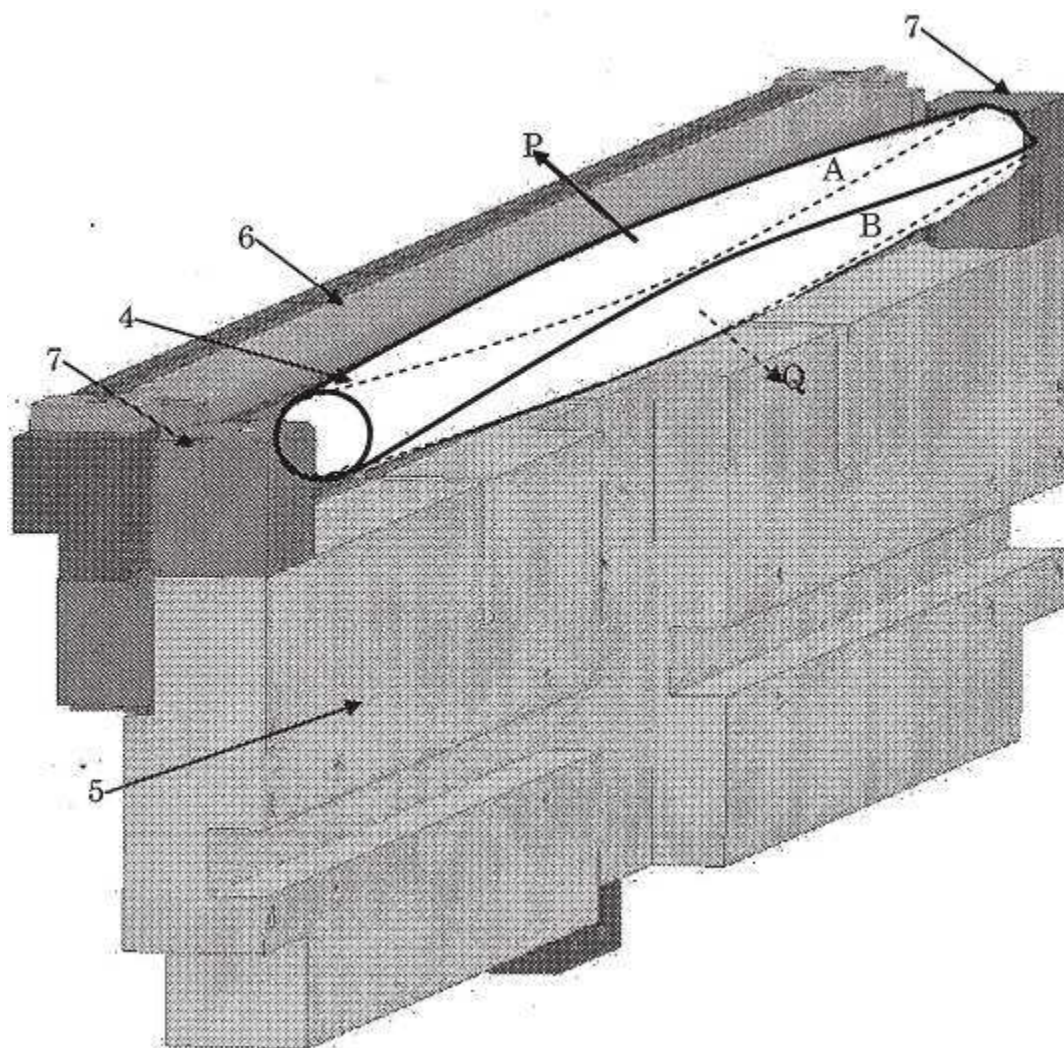


Figura 3

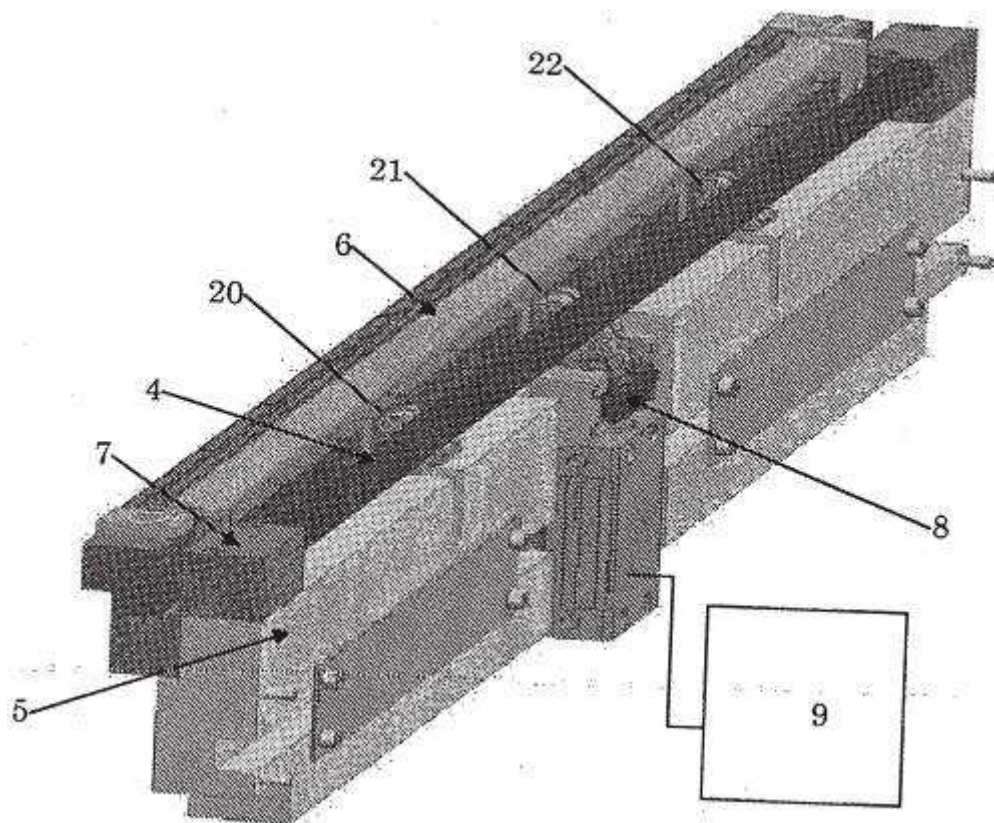


Figura 4

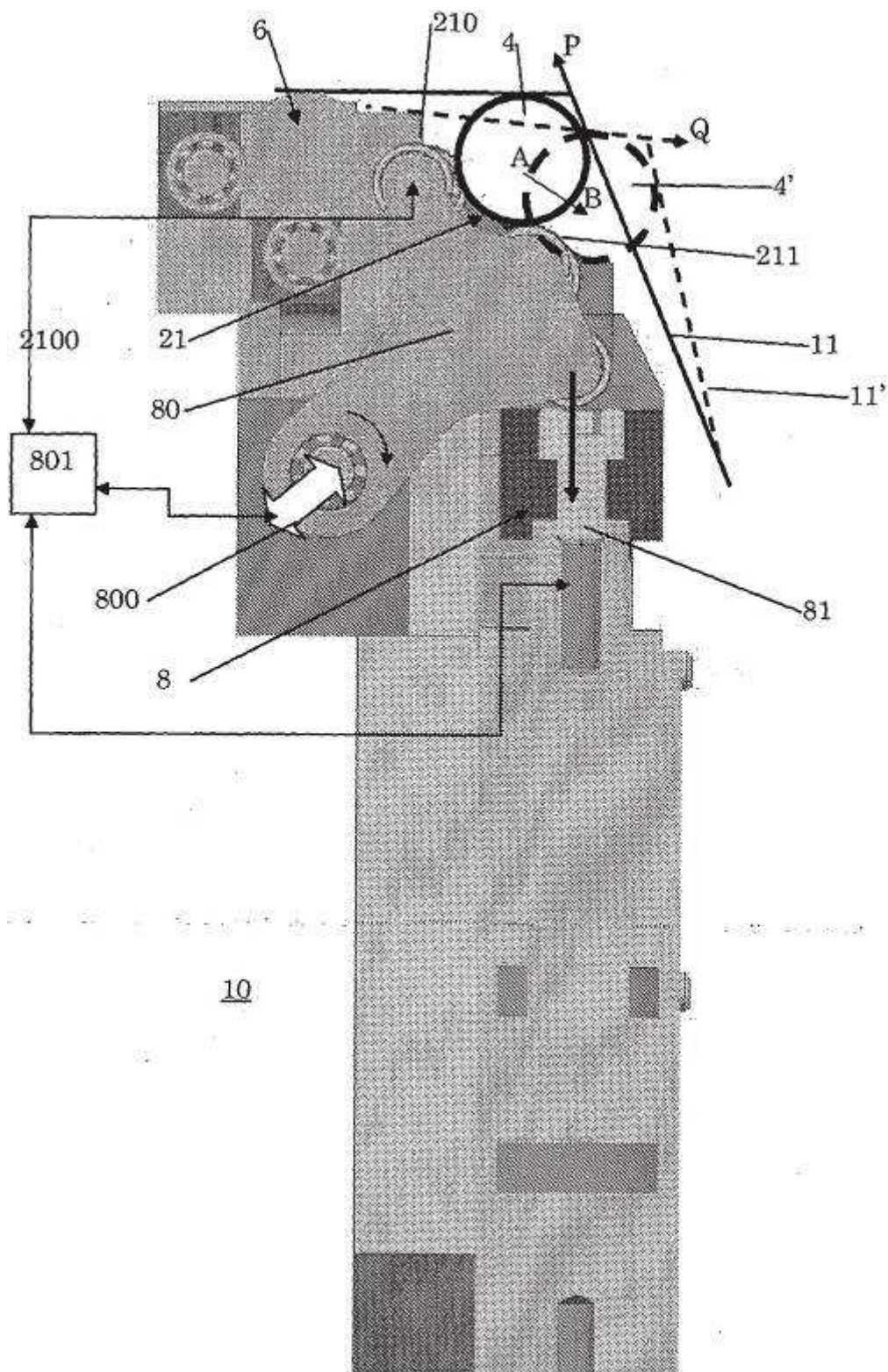


Figura 5

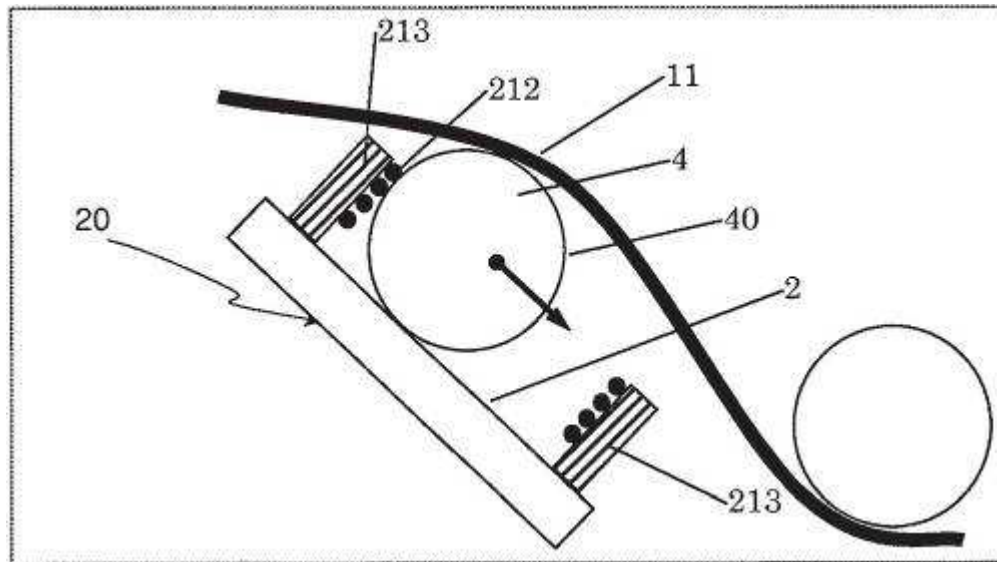


Figura 6

