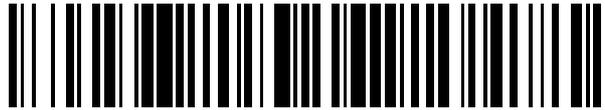


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 579 318**

51 Int. Cl.:

A01G 13/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **05.04.2012 E 12715348 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **30.03.2016 EP 2693866**

54 Título: **Túnel de lámina funcional, en particular estructura autoenderezable y procedimiento para su producción**

30 Prioridad:

08.04.2011 DE 102011001917

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

09.08.2016

73 Titular/es:

**BAM BUNDESANSTALT FÜR
MATERIALFORSCHUNG UND -PRÜFUNG
(100.0%)
Unter den Eichen 87
12205 Berlin, DE**

72 Inventor/es:

**PRETSCH, THORSTEN;
LINDEBACHER, JASMIN y
HÄTTIG, JÜRGEN**

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 579 318 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

Túnel de lámina funcional, en particular estructura autoenderezable y procedimiento para su producción

La presente invención se refiere a dispositivos, en particular a túneles de lámina y el uso de un polímero con memoria de forma para una estructura de soporte autoenderezable de dispositivos o túneles de lámina de este tipo.

5 Un túnel de lámina puede proteger por ejemplo frente a precipitaciones o heladas nocturnas, o garantiza un microclima favorable. Así mismo, un dispositivo del tipo descrito, puede proteger como pantalla frente a la radiación solar directa.

10 La construcción de túneles de lámina convencionales requiere un alto esfuerzo de trabajo y tiempo. Por ejemplo, para túneles de lámina convencionales o invernaderos de lámina se monta en primer lugar una estructura completa de arcos de medio punto de metal unidos entre sí. Después se estira una lámina de plástico por encima de los segmentos de arco de medio punto.

En el documento US 5 163 461 A se describe una estructura de bastidor autoenderezable para una carpa de protección que comprende fibra de vidrio. El documento US 6 224 610 B1 enseña un sistema de provisión intravascular polimérico que comprende nitinol.

15 Además, por el documento JPH10215710 se conoce un túnel de lámina con un equipo de ventilación, que está equipado con un material con memoria de forma. Este equipo de ventilación se mueve mediante la acción de la temperatura interior del túnel de lámina.

20 En este contexto, se propone un dispositivo que comprende un material plano y al menos un elemento de soporte, que está unido con el material plano, presentando el al menos un elemento de soporte al menos un polímero con memoria de forma de tal manera que el dispositivo en una primera configuración del al menos un polímero con memoria de forma presenta una forma esencialmente plana y en una segunda configuración del polímero con memoria de forma presenta una forma esencialmente curvada.

25 De acuerdo con formas de realización preferidas, el elemento de soporte, que comprende al menos un polímero con memoria de forma (FGP), puede integrarse previamente en una forma recta en una lámina de plástico o puede estar fijado a una lámina de plástico.

Se denominan polímeros con memoria de forma en general plásticos que pueden “recordar” después de una transformación, su forma exterior anterior y tienen en este sentido una memoria de forma. Para acceder a la forma anterior, el FGP debe exponerse a un estímulo. Este estímulo puede consistir por ejemplo en un aporte de calor, calentándose el FGP en cuestión directa o indirectamente.

30 Un calentamiento directo del FGP puede tener lugar desde el exterior mediante aire caliente, mediante irradiación IR, por ejemplo mediante exposición a luz solar o a la corriente de aire de un termoventilador o mediante contacto directo con un medio acumulador de calor, por ejemplo un fluido calentado previamente. De acuerdo con una forma de realización, el aporte de calor tiene lugar mediante agua caliente.

35 De acuerdo con otras formas de realización, el aporte de calor tiene lugar indirectamente, calentando un material auxiliar incrustado permanentemente en el FGP en interacción con un campo electromagnético externo la matriz de FGP. Los materiales auxiliares de este tipo pueden presentar por ejemplo una estructura de grafeno, tal como está presente por ejemplo en el grafito, en nanotubos de carbono, flóculos de grafeno o grafito expandido. Así mismo, pueden usarse otras partículas con una dimensión a nanoescala como materiales auxiliares.

40 Una ventaja de los materiales auxiliares añadidos al FGP consiste en que, debido a su tamaño y propiedades de material, absorben la energía de campos electromagnéticos irradiados, la convierten en calor y la ceden a la matriz que los rodea del polímero con memoria de forma. Con ello puede conseguirse sin contacto un calentamiento efectivo y un cambio de forma rápido de un elemento de soporte compuesto por FGP.

45 El calentamiento provocado directa o indirectamente del polímero con memoria de forma induce sin contacto la recuperación de la forma del elemento de soporte desde una forma de partida temporal, hasta una forma de partida primaria, original. Esta forma de partida es ventajosamente aquella que garantiza una forma esencialmente curvada del material plano fijado al elemento de soporte. Si en el caso del material plano se trata de una lámina, entonces el aporte de calor directo o indirecto lleva por ejemplo al curvado de la lámina.

50 Si varios elementos de soporte están fijados de manera adecuada al material plano y presentan una orientación correspondiente, entonces, mediante la recuperación del polímero con memoria de forma de los elementos de soporte puede generarse una forma curvada tridimensionalmente a modo de pared o superficie de una cofia, de una bóveda, de un túnel o de un canal. Un túnel de lámina representa una forma de realización preferida del uso descrito en este caso de FGP en el dispositivo descrito.

Otras formas de realización de los elementos de soporte comprenden la erección o la construcción de una superficie esencialmente plana, una pared, una valla o una barrera, vallado o delimitación de otro tipo. Los elementos de

soporte de estas formas de realización adoptan con la recuperación del componente de FGP- por ejemplo una forma angular. El tipo de fijación del material plano a uno o varios elementos de soporte provoca una estructura en conjunto erguida de esta forma de realización del dispositivo.

5 Ventajosamente, el material plano se encuentra como lámina o cinta de lámina, tal como por ejemplo láminas usadas en el sector agrario, por ejemplo láminas agrarias. En lugar de una lámina o una cinta de lámina para otras formas de realización puede usarse así mismo otro material esencialmente plano, por ejemplo un material textil, un tejido de malla, red, gasa o un material no tejido, por ejemplo un velo, papel o u otra estructura plana calada, ranurada, con orificios o al menos parcialmente perforada de otro modo, o cerrada de forma continua.

10 La lámina u otro material esencialmente plano del dispositivo puede encontrarse así mismo como superficie equilátera o aproximadamente equilátera o como superficie esencialmente circular. La lámina preparada de manera correspondiente y equipada con elementos de soporte en una configuración recta o el material plano con al menos un elemento de soporte se tiende, se extiende, desenrolla, estira y/o fija sobre la superficie que debe cubrir el túnel de lámina o el dispositivo.

15 Mediante un aporte de calor adaptado a las propiedades específicas del componente de polímero con memoria de forma del elemento de soporte se provoca un cambio de configuración del elemento de soporte. Mediante el tipo de fijación de uno o varios elementos de soporte iguales o similares a la lámina o al material plano, el dispositivo adopta, con el calentamiento del componente de FGP la forma curvada o erguida prevista.

20 Se entienden por propiedades específicas de un componente de FGP por ejemplo su temperatura de fusión, así como su temperatura de transición vítrea (T_g), temperatura de cristalización de los segmentos blandos de un copolímero de bloque y propiedades de memoria de forma resultantes de ello, tal como la medida o el grado de la recuperación conseguida (*recovery*), su tasa de recuperación, su velocidad de recuperación y su temperatura de recuperación o temperatura de transición (T_{trans}). Otros parámetros del componente de FGP del dispositivo son por ejemplo su módulo de elasticidad, su dureza, su resistencia de corte. Estos valores resultan por ejemplo de la naturaleza química del polímero con memoria de forma o del material compuesto de polímero con memoria de forma
25 y son conocidos por el experto.

30 En el sector de la jardinería se usan túneles de lámina como alternativa económica a los invernaderos. En este caso, los túneles de lámina usados son en particular construcciones transparentes a la luz, que permiten el cultivo protegido y controlado de plantas. Las cubiertas para la protección de plantas tales como estos túneles de lámina se fabrican habitualmente de láminas de plástico. Esto garantiza por un lado que la temperatura en la zona cubierta es suficientemente, por otro lado, la lámina de plástico protege frente a las precipitaciones.

La idea en la que se basa el dispositivo descrito de integrar en la lámina de plástico un polímero con memoria de forma (FGP) que adopta posteriormente la forma de arco deseada del elementos de soporte anteriormente en una forma recta, puede transmitirse también a otras aplicaciones, en las que en un material plano se sostiene por estribos, columnas, mástiles, barras u otros elementos de soporte o se mantiene en un estado tensado.

35 Las ventajas de la realización propuesta de elementos de soporte portadores de carga, por ejemplo en forma de barras y tubos de FGP consiste en que la forma (inclusive su sección transversal) puede adaptarse a los requisitos respectivos relevantes para la aplicación. Esta adaptación se refiere por ejemplo a la fuerza necesaria para la erección o el despliegue de la construcción en su conjunto, propiedades termo-mecánicas, la resistencia frente al viento en dirección transversal, etc.

40 Por ejemplo, los elementos de soporte portadores de carga de las denominadas tiendas *pop-up* (tiendas instantáneas) en forma de barras o tubos de FGP pueden adaptarse en cuanto a sus dimensiones y su forma (inclusive su sección transversal) a los requisitos relevantes en cada caso. Las tiendas instantáneas conocidas pueden emplearse (lanzarse) solo hasta un peso limitado, dado que se vuelven rápidamente difíciles de manejar. Además se conoce que variantes baratas de tiendas instantáneas se rompen ya al colocarse por rotura de las
45 barras. A esto hay que añadir que la reparación de las tiendas *pop-up* con barras partidas es muy cara.

A continuación se describirá y explicará el principio propuesto mediante Figuras. A este respecto muestra:

- la Figura 1 formas fundamentales de los elementos de soporte (configuración permanente del FGP);
- la Figura 2 ejemplos de formas de sección transversal de elementos de soporte en forma de barra;
- la Figura 3 ejemplos de formas de sección transversal de elementos de soporte tubulares;
- 50 la Figura 4 ejemplos de la estructuración del contorno exterior de elementos de soporte;
- la Figura 5 contorno exterior fractal de elementos de soporte a modo de copos de nieve Koch;
- la Figura 6 unión de elementos de soporte adyacentes mediante separadores;
- la Figura 7 programación de elementos de soporte de acuerdo con el concepto de "puertas de dos hojas";

- la Figura 8 programación de elementos de soporte (fijación de forma) bajo sobrecarga;
- la Figura 9 dirección y sitio de la acción de fuerza dirigida sobre elementos de soporte para la fijación de forma (programación) ;
- 5 la Figura 10 ejemplo de la fijación de elementos de soporte con fijación de forma en bolsas de lámina y forma de almacenamiento de rollo;
- la Figura 11 lámina tendida en el sitio de colocación y tras separar el FGE;
- la Figura 12 sección transversal a través del elemento de soporte en la bolsa de lámina correspondiente;
- la Figura 13 comportamiento de recuperación dependiente del tiempo de una muestra de material de un FGP de poli(éster uretano);

10 Los elementos de soporte portadores de carga, por ejemplo barras o tubos de un túnel de lámina o de una estructura autoenderezable de otro tipo, se fabrican de un FGP. El FGP se convierte entonces en una forma temporal, de modo que puede insertarse en bolsas prefabricadas de una lámina de plástico o de otro material plano correspondiente. Mediante el desencadenamiento del efecto de memoria de forma se endereza entonces por sí solo el túnel de lámina o el dispositivo. Después del uso se convierten las barras/los tubos de FGP mediante un procedimiento de fijación de forma de nuevo en la forma lineal (temporal) y están listos para el nuevo uso.

15 Con el término "barra" se describe a continuación un elemento constructivo alargado de FGP, que no presenta ninguna cavidad. El término "tubo" se define de modo que el elemento constructivo alargado de FGP tienen al menos una cavidad; sin embargo, puede encontrarse también un número grande aleatorio de cavidades o canales con el mismo o diferentes diámetros o formas en el tubo. Hay que señalar que la forma de las cavidades en un tubo es preferentemente redonda o elíptica.

20 Un procedimiento de producción especialmente adecuado para los elementos de soporte en forma de barra o de tubo descritos en este caso es la técnica de fundición inyectada. Así mismo, pueden usarse procedimientos de extrusión de perfiles adaptados de manera correspondiente.

25 De acuerdo con una o varias formas de realización, los elementos de soporte, por ejemplo barras o tubos de FGP se fabrican en las formas fundamentales "C", "U", "U (extendida)" o "V" (véase la Figura 1, fila superior). A este respecto, la forma de C recuerda a la forma clásica de un arco circular y la forma de U a la forma del frontón de un invernadero de lámina. La representación de las formas no pretende ser completa. Para garantizar posteriormente una fijación suficiente con la tierra, pueden usarse también barras / tubos de FGP con extremos angulares (véase la Figura 1, fila inferior).

30 Uno o varios elementos de soporte se fijan en su forma temporal, recta / estirada en un lado del material plano, por ejemplo de una lámina. De acuerdo con una o varias formas de realización preferidas, el material plano (por ejemplo lámina) se tiende o extiende con los elementos de soporte fijados al mismo en un lado de modo que los elementos de soporte se cubren por el material plano (por ejemplo la lámina).

35 De acuerdo con una forma de realización, en el transcurso de un corto periodo de tiempo, bajo la influencia de la radiación solar y la temperatura exterior, se calienta el aire bajo la lámina y el FGP del elemento de soporte. Este calentamiento desencadena el efecto de memoria de forma (FGE) conocido para los polímeros con memoria de forma del polímero con memoria de forma de los elementos de soporte. Esto lleva a la erección automática de los elementos de soporte o al despliegue del dispositivo, por ejemplo de un túnel de lámina.

40 De acuerdo con otra forma de realización, mediante un aporte de calor controlado externamente y con ello preajustado y dosificado en los elementos de soporte se desencadena el efecto de memoria de forma del FGP en el momento deseado. Esto lleva a la erección automática de los elementos de soporte o al despliegue del dispositivo, por ejemplo de un túnel de lámina.

45 A continuación se describen dos tipos de cojinetes de guía del elemento de soporte. El tipo 1 tiene una ranura, el tipo 2 presenta una rebaba, o un abombamiento. Por el término "ranura" se entiende una depresión superficial alargada, que va desde un extremo al otro de la barra/del tubo. Por el término "rebaba" se entiende un abombamiento alargado correspondiente, que puede estar interrumpido por secciones a distancias regulares o irregulares. Ranura y rebaba sirven como cojinete de guía en la posterior introducción de la barra/del tubo de FGP en una bolsa de lámina que se describe a continuación. La ranura y la rebaba pueden solo hacia una orientación del elemento de soporte compuesto por FGP en la bolsa de lámina. La intercambiabilidad de los términos "ranura" y "rebaba" sirve para todas las posibilidades que se describen a continuación de la configuración de la sección transversal o de la estructuración superficial para barras / tubos de FGP.

50 La Figura 2 muestra formas de sección transversal de barras (20) de FGP. La sección transversal de barra es normalmente circular (véanse las Figuras 2a, 2f). Además, en el caso de una geometría de prisma de la barra (20) la forma geométrica de su sección transversal puede ser ovalada (Figuras 2b, 2g), triangular (Figuras 2c, 2h),

5 cuadrangular (que comprende las formas cuadrado, rombo, rectángulo, cuadrángulo cometa, paralelogramo, trapecio, cuadrángulo de tangente, cuadrángulo de cuerda, cuadrángulo convexo y cóncavo y cuadrángulo cometa cóncavo; véanse las Figuras 2d, 2i) o pentagonal (Figuras 2e, 2k). Así mismo, la sección transversal puede tener la forma de objetos geométricos con más de 5 vértices. Así mismo, la sección transversal puede tener una geometría en forma de estrella de cinco puntas (pentagrama) o estrella de seis puntas (hexagrama). Cada vértice de las figuras geométricas en la Figura 2 puede estar también redondeado.

10 Las formas de sección transversal de barras (20) de FGP correspondientes a las formas fundamentales círculo (a), elipse (b), triángulo (c), cuadrado/rectángulo (d) y pentágono (e) se muestran a modo de ejemplo en la Figura 2. Las Figuras 2a a 2e representadas en la fila superior presentan una ranura (22), las Figuras 2f a 2k tienen una rebaba (21). Para la forma triangular (Figura 2h) y la forma pentagonal (Figura 2k) no es necesaria una rebaba de otro tipo (en el caso del triángulo esto es válido, siempre que no se trate de un triángulo equilátero).

Así mismo, en lugar de barras (20) pueden usarse también tubos (30) de FGP. Una elección de posibles formas de sección transversal de tubos (30) de FGP está representada en la Figura 3. También en este caso, los elementos de soporte presentan al menos por secciones una rebaba (31) o una ranura (32).

15 Las formas indicadas para la rebaba (21, 31) y la ranura (22, 32) se seleccionan en este caso a modo de ejemplo de forma circular. De acuerdo con otras formas de realización, las secciones transversales de las ranuras (22, 32) o de las rebabas (21, 31) pueden ser también cuadradas o superficies poligonales.

20 La Figura 3 muestra formas de sección transversal de tubos (30) de FGP de manera análoga a las formas fundamentales a a k representadas en la Figura 2. Los diámetros de las aberturas (33) pueden elegirse libremente. Además los tubos (30) pueden estar conformados de modo que presenten más de una cavidad en la sección transversal. De acuerdo con una o varias formas de realización una barra / un tubo (30) se atraviesa casi por varias cámaras de aire cerradas o por canales continuos, abiertos en sus extremos. Todos los objetos representados en las Figuras y descritos en este caso pueden estar realizados tanto con, como sin cojinetes de guía (ranura/rebaba). La estructuración de los cojinetes de guía puede tener lugar por ejemplo tal como se representa en las Figuras. 25 Además, puede seleccionarse cualquier otra posibilidad de estructuración para los cojinetes de guía.

30 Por ejemplo, pueden sustituirse formas redondas por angulares. Los tubos tienen con respecto a las barras en general la ventaja de que en su caso puede desencadenarse más rápidamente el FGE, cuando tiene lugar un calentamiento preferentemente desde el interior y opcionalmente al mismo tiempo desde el exterior. De acuerdo con una forma de realización preferida el calentamiento del elemento de soporte tiene lugar hasta una temperatura por encima de la temperatura de cambio de su polímero con memoria de forma. Los tubos de FGP pueden presentar en sus extremos una conexión adecuada, por ejemplo una conexión de fluidos, una pieza adaptadora, por ejemplo una rosca u otras conexiones. De acuerdo con una forma de realización preferida, al menos un elemento de soporte presenta un canal, que desemboca en sus extremos respectivos en una conexión que es adecuada para una unión por manguera, unión por enchufe, unión roscada, unión por apriete, unión por retención, unión por tensión, o unión por presión. Una ventaja de esta forma de realización es que por ejemplo los canales que discurren en el interior de 35 varios elementos de soporte pueden conectarse entre sí por mangueras. En un momento deseado puede atravesarse el anal cerrado así formado entonces por un fluido calentado previamente y/o templado de manera correspondiente.

40 De acuerdo con una forma de realización a modo de ejemplo, al menos un canal o cavidad (33) del elementos de soporte puede estar cargado con un medio acumulador de calor. Así mismo los canales o cavidades en el elemento de soporte pueden estar cargados con un material eléctricamente conductor de una resistencia óhmica determinada, que se calienta con el flujo de corriente y cede el calor al FGP circundante.

45 En el caso del uso de este tipo de calentamiento por resistencia, los extremos respectivos del canal continuo (33) presenta una conexión que garantiza el contacto fiable con una fuente de corriente. La conexión está configurada de modo que esté garantizado el aislamiento eléctrico frente al entorno, también en las condiciones de agua condensada, precipitaciones, riego o lluvia adicional.

50 Así mismo pueden estar instaladas piezas adaptadoras o elementos de unión en las aberturas de bolsas de lámina cerradas de otro modo. Los elementos de unión de este tipo ofrecen la ventaja de que las bolsas de lámina pueden usarse como revestimiento del elemento de soporte que presenta un FGP. Una bolsa de lámina dotada de piezas de adaptador o elementos de unión puede usarse para montar el túnel de lámina, provocando un fluido que atraviesa la bolsa de lámina, templado de manera correspondiente, la recuperación del elemento de soporte dispuesto en la bolsa de lámina en su forma curvada.

55 De acuerdo con otras formas de realización, la superficie o la sección transversal de los elementos de soporte, o de las barras / tubos de FGP se configura de modo que presenten una superficie exterior grande. De esto resulta la ventaja de mejores posibilidades del atemperado. Esto repercute por ejemplo positivamente en la velocidad en la recuperación de forma (recuperación) de polímeros con memoria de forma con forma temporal a la forma permanente. Una posible estructuración de sección transversal recuerda a una roseta en abanico (véase la Figura 4). La Figura 4 muestra formas de sección transversal de barras / tubos de FGP. Sin cámara de aire (a), con una

cámara de aire (b, g), con dos cámaras de aire (c, h), con tres cámaras de aire (d, i) y con cuatro cámaras de aire (e, j). Las secciones transversales de las Figuras 4f a j tienen en cada caso un cojinete de guía, las de las Figuras 4k a o tienen dos.

5 Cuando sea necesario, pueden usarse eficazmente también en este caso cavidades cerradas, por ejemplo cámaras de aire, (Figuras 4b a e). Así mismo puede integrarse una rebaba de guía (Figuras 4f a j). El número de protuberancias en la geometría de sección transversal de tipo de una roseta en abanico puede seleccionarse entre 3 y cualquier número grande, en particular entre 3 y 20. El número de cámaras de aire puede seleccionarse entre cero y 2000, en particular entre 1 y 12. Así mismo el número de cojinetes de guía o rebabas puede variar, por ejemplo puede elevarse hasta dos (véanse las Figuras 4k a o).

10 De acuerdo con una forma de realización especialmente preferida, el al menos un elemento de soporte, al menos por secciones, presenta una sección transversal con un contorno fisurado y/o una superficie fisurada, de modo que se facilita el intercambio de calor con el entorno. Así mismo, un elemento de soporte puede presentar al menos por secciones una o varias protuberancias o elevaciones situadas una tras otra en dirección longitudinal. Diametralmente opuestas esencialmente a estas protuberancias o elevaciones situadas una tras otra a lo largo del elemento de soporte pueden encontrarse hendiduras, depresiones o zanjas conformadas de manera esencialmente correspondiente.

15 Esto ofrece la ventaja de que pueden unirse varios elementos de soporte entre sí en el lado longitudinal. Con ello se facilita por un lado la programación térmica de una pluralidad de elementos de soporte, siempre que no estén fijados al material plano/a la lámina. Por otro lado, pueden unirse entre sí en el lado longitudinal varios elementos de soporte fijados de manera adecuada ya al material plano/a la lámina, lo que, además de la forma enrollada o no desplegada, explicada aún a continuación del túnel de lámina con elementos de soporte rectos/estirados en la forma temporal del FGP, permite una forma adicional del plegamiento de ahorro de espacio del túnel de lámina.

20 Para mejorar el intercambio de calor, pero también para mejorar la estabilidad mecánica, el contorno exterior de la sección transversal del elemento de soporte puede asemejarse a una estructura fractal o puede presentar una de este tipo. Con ello se consigue una superficie ventajosamente grande de la sección transversal de los elementos de soporte, que garantiza por ejemplo un intercambio de calor mejorado con el aire del entorno. Ejemplos de geometrías ventajosas son geometrías de sección transversal a modo de copos de nieve Koch (Figura 5a). También en este caso se recomienda el equipamiento de la superficie del elemento de soporte con una rebaba 51 adicional, dispuesta al menos por secciones (véanse las Figuras 5b y f) o con dos rebabas 51 (Figuras 5c y g), con una ranura 52 (Figuras 5d y h) así como con cámaras de aire 53 (Figuras 5 e a h) o canales 53. Así mismo, la sección transversal de barra / tubo puede corresponder a la sección transversal de una espuma de Menger.

25 Después de haber tenido lugar la producción, el FGP, o el elemento de soporte se encuentra su forma permanente. A continuación se exponen distintos conceptos para la fijación de los elementos de soporte, por ejemplo barras / tubos de FGP en su forma temporal.

30 Concepto 1: ha resultado ser especialmente útil el concepto de "puertas de dos hojas". Las barras / tubos individuales de FGP se unen entre sí de modo que pueden apilarse uno sobre otro. La unión de barras / tubos (60) adyacentes de FGP puede tener lugar por ejemplo con ayuda de separadores (64, 65) (véase la Figura 6). La Figura 6 muestra separadores (64, 65) como elementos de unión para elementos de soporte (60) en forma de barras o tubos de FGP.

35 Así mismo es posible emplear los elementos de soporte o barras / tubos (60) individuales de FGP directamente en dispositivos de sujeción (76), que se encuentran en una puerta de dos hojas (75), (Figura 7). Ha resultado ser útil en este caso el uso de la ranura o de la rebaba en las barras / los tubos de FGP o el uso de clips de fijación (64). En la etapa siguiente se calienta el FGP hasta una temperatura T, en la que $T > T_{trans}$ y aplicando sobre dos puertas de dos hojas (75) una fuerza con la que se presionan las barras / los tubos de FGP contra una pared (78) que se encuentra detrás de la puerta de dos hojas (véase la Figura 7). Esta transformación se efectúa preferentemente en una zona calentada (77), que se genera por ejemplo mediante una corriente de aire caliente o representa una de este tipo.

40 Un procedimiento preferido para la transformación inducida por calor de al menos un elemento de soporte del dispositivo descrito desde su primera forma, que corresponde a la configuración permanente del polímero con memoria de forma, hasta su segunda forma, que corresponde a la configuración temporal del polímero con memoria de forma, o a la inversa, desde su segunda hasta su primera forma, comprende las etapas mencionadas a continuación:

45 (a) disponer una pluralidad de elementos de soporte (20, 30, 50, 60, 70, 80, 100) como capa o como pila o como pila de capas de elementos de soporte dispuestos uno sobre otro y/o uno junto a otro o unidos entre sí de manera separable (una forma dada en una primera superficie, en el que la primera superficie presenta al menos dos superficies parciales oscilantes una con respecto a otra, cuyas normales de superficie centrales forman entre sí un primer ángulo o discurren en paralelo una con respecto a otra);

(b) elevar la temperatura del polímero con memoria de forma por encima de su temperatura de transición vítrea o su temperatura de ablandamiento, o bien indirectamente calentando al menos una de las superficies parciales, o

bien calentando directamente la pluralidad de elementos de soporte (20, 30, 50, 60, 70, 80, 100);

(c) pivotar al menos una de las dos superficies parciales con respecto a la otra superficie parcial de tal manera que las normales de superficie centrales de las superficies parciales, a diferencia de anteriormente, discurren ahora en paralelo una con respecto a otra o forman entre sí un segundo ángulo, que se desvía del de la etapa de procedimiento precedente (a);

(d) bajar la temperatura del polímero con memoria de forma por debajo de su temperatura de transición vítrea o su temperatura de ablandamiento, o bien indirectamente enfriar al menos una de las superficies parciales o bien poner en contacto la pluralidad de elementos de soporte en un medio de enfriamiento o una segunda superficie fría o enfriada o pared (78);

(e) retirar los elementos de soporte ahora transformados (20, 30, 50, 60, 70, 80, 100) de la capa o la pila.

La Figura 7 ilustra el concepto de puerta de dos hojas para convertir ("programación térmica") las barras / los tubos 70 de FGP en su forma temporal. La "puerta de dos hojas" se forma por dos hojas 75 oscilantes una con respecto a otra en una bisagra o cojinete (78). El concepto está representado a modo de ejemplo para una pila de varios elementos de soporte, por ejemplo barras / tubos de FGP en forma de C (véase la vista a en la Figura 7). Así mismo, pueden emplearse puertas de dos hojas con dispositivos de sujeción (76) montados sobre las mismas para fines de programación de la forma del FGP (véase la vista b en la Figura 7).

Las puertas de dos hojas se ajustan en su nueva forma cerrada y la temperatura del entorno se baja hasta la temperatura de fijación de forma del polímero con memoria de forma. Esto puede tener lugar dado el caso también por etapas, por ejemplo durante la noche. Si las barras / los tubos de FGP están fijados en su nueva forma recta, las puertas de dos hojas pueden abrirse y retirarse los separadores (65) entre las barras / los tubos de FGP o de los dispositivos de sujeción (76) de la puerta de dos hojas.

Concepto 2: Para convertir las barras / los tubos de FGP en forma de C, de U, de U extendida o de V en una forma recta, se unen entre sí los elementos de soporte en el lado longitudinal, por ejemplo tal como se representa en la Figura 6. Entonces se calienta el FGP hasta una temperatura T de $T > T_{trans}$, se somete a una carga (Figura 8) y se mantiene esta sobrecarga hasta que las barras / los tubos de FGP están fijados en la nueva forma recta mediante enfriamiento a la temperatura de fijación de forma (temperatura de transición vítrea o temperatura de cristalización de segmentos blandos) del polímero con memoria de forma.

La Figura 8 muestra la fijación de forma bajo sobrecarga para convertir las barras / los tubos (80) de FGP en la forma recta (temporal). Los elementos de unión (86) para barras / tubos de FGP adyacentes entre sí están indicados con puntos de color negro. La sobrecarga puede resultar por ejemplo también de una o varias placas (89) suficientemente grandes y pesadas, por ejemplo de metal. Ha resultado ser como especialmente útil cuando la sobrecarga puede actuar durante un tiempo más largo (varias horas) sobre las barras / los tubos de FGP. Al aire libre pueden aprovecharse en el envío las temperaturas más frías durante la noche, para fijar por completo la forma temporal. El FGP permanece en la nueva forma temporal hasta que se desencadena el FGE mediante calentamiento hasta $T > T_{trans}$ del polímero con memoria de forma.

De forma muy independiente de qué concepto expuesto se seleccione para la fijación de forma, la Figura 9 muestra en qué sitios de las barras / los tubos de FGP pueden aplicarse preferentemente fuerzas para el cambio de forma. La carga representada esquemáticamente de los elementos de soporte de la forma permanente (forma de C, forma de U, forma de U extendida, forma de V) lleva, independientemente de si están presentes piezas de extremo angulares (véase la Figura 9, fila inferior) a la deformación de las barras / los tubos en una forma recta (véase la Figura 9, 90). La fijación de forma del FGP que se describe en este caso en su configuración temporal se denomina también "programación" o "etapa de programación".

La Figura 9 ilustra el uso dirigido de fuerzas para deformar barras / tubos de FGP, que presentan una forma de C, una forma de U (dado el caso una forma de U extendida) o una forma de V. En forma de flechas está representado en qué sitios pueden aplicarse fuerzas para la deformación. A consecuencia de la programación se obtiene una barra recta / un tubo recto (90) de FGP (representado en el centro).

Durante la programación ha de prestarse atención a que en el caso de una ranura eventualmente presente, o una rebaba o varios cojinetes de guía, estos no se deformen, dado que, de lo contrario, las barras de FGP no pueden introducirse de manera correspondiente a la especificación en las bolsas de lámina. En tales casos, la fuerza no se aplicará en la medida de lo posible directamente sobre una ranura o una rebaba. Por este motivo la forma de estructuración de una rebaba puede interrumpirse en sitios donde se aplican fuerzas para la programación (véanse las flechas en la Figura 9).

Como alternativa a la programación de acuerdo con el concepto 1 y 2, la deformación del polímero con memoria de forma puede tener lugar a $T < T_{trans}$ (dado el caso a 23°C). Para garantizar una fijación adecuada de la forma temporal del elemento de soporte o de una barra o de un tubo de FGP, se enfría la temperatura del entorno después de la deformación hasta una temperatura que se encuentra por debajo de la temperatura de fijación de forma. También en este caso el enfriamiento provoca principalmente la fijación o la congelación de la tensión aplicada durante la

deformación. Por último se calienta el FGP hasta la temperatura del entorno ($T < T_{trans}$). Entonces permanece en la nueva forma temporal hasta que se desencadena el FGE.

5 En el caso de polímeros con memoria de forma, que disponen de propiedades insuficientes de memoria de forma en el primer ciclo termodinámico (que comprende una programación y una recuperación de forma), el desencadenamiento de una sola vez del efecto de memoria de forma y la nueva programación del polímero con memoria de forma puede llevar a una mejora significativa de las propiedades de memoria de forma. En casos en los que las propiedades de memoria de forma cambian también después del segundo ciclo, tiene sentido también el paso de varios ciclos termo-mecánicos. En el transcurso de la optimización de la funcionalidad del material, puede seleccionarse la forma permanente por adelantado de modo que se acepten conscientemente desviaciones de las formas ideales de C, U, U extendida, V, para obtener, posteriormente, una forma permanente deseada después de una recuperación de forma.

10 Preparación, transporte y construcción de un túnel de lámina funcional: tras finalizar la programación del polímero con memoria de forma se introducen las barras / los tubos rectos 100 en bolsas de lámina 102 situadas equidistantes de la lámina de plástico 101. La lámina 101 con las barras / los tubos 100 introducidos puede enrollarse después tal como se muestra en la parte derecha de la Figura 10, para formar un rollo 103.

15 La lámina de plástico representa un material habitual en el comercio. Por ejemplo, puede usarse una lámina de retícula, lámina térmica de lámina de colchón de aire, lámina anticongelante, lámina aislante, lámina de grano, lámina de invernadero anti-congelante, lámina de jardín, lámina de invernadero, lámina perforada, lámina ranurada, lámina de manguera o lámina de colchón de aire. En adelante, por simplificar, se habla siempre de una "lámina de plástico".

20 Se tiene en cuenta que la geometría de las bolsas de lámina se adapta a la sección transversal de la barra o del tubo. Estrictamente hablando, esto significa que pueden estar incorporados para ello uno o varios carriles o modelos de guía, o las bolsas de lámina de plástico presentan directamente la forma correspondiente. Esto garantiza que más tarde, al desencadenarse el efecto de memoria de forma puede tener lugar la estructura correcta, controlada en dirección de la construcción en su conjunto de manera opuesta a la dirección de programación seleccionada al desencadenarse el efecto de memoria de forma.

25 Para permitir un funcionamiento sin fallos, se aplican, en especial en la zona de los extremos de tubo, o barra, después de la programación del FGP, marcas que muestran hasta dónde deben deslizarse las barras / los tubos de FGP en las bolsas de lámina previstas (véase la Figura 10, a la izquierda).

30 La Figura 10 ilustra la introducción de las barras / tubos rectos 100 (ya programados) de FGP en las bolsas 102 de una lámina de plástico (a la izquierda) y posterior enrollado de la construcción en su conjunto (a la derecha). La construcción en su conjunto puede transportarse en el estado enrollado hasta el sitio de uso posible. Con respecto a la conservación y el transporte de túneles de lámina a base de FGP ha de tenerse en cuenta que tanto la entrega como el almacenamiento de las barras / los tubos de FGP tiene lugar a temperaturas por debajo de la temperatura de cambio y por encima de la temperatura de fijación de forma.

35 Adicionalmente, ha de garantizarse mediante un empaquetado adecuado, que las barras / los tubos de FGP se conservan en un medio seco, dado que, de lo contrario existe el riesgo de que se desencadene parcialmente el FGE debido al agua absorbida (denominado efecto plastificante) o de que el material se programe de nuevo.

40 Por consiguiente, un procedimiento para la producción de un dispositivo del tipo descrito comprende por ejemplo las etapas:

- (a) proporcionar un material plano;
- (b) fijar al menos un elemento de soporte en el material plano, comprendiendo el al menos un elemento de soportes al menos un polímero con memoria de forma y presentando una forma esencialmente recta y/o se encuentra en una configuración temporal del al menos un polímero con memoria de forma;
- 45 (c) enrollar o plegar el material plano dotado de al menos un elemento de soporte.

La forma enrollada, no desplegada de los dispositivos descritos ofrece por ejemplo la ventaja de un almacenamiento de ahorro de espacio y de un transporte facilitado.

50 En el sitio de uso se representa la construcción tan extendida como en la Figura 11. Se recomienda construir el túnel de lámina en un día cálido a temperaturas, que solo se encuentran escasamente por debajo de T_{trans} del polímero con memoria de forma, dado que entonces es necesario un aporte de cantidad de calor relativamente pequeño por el usuario para desencadenar el efecto de memoria de forma.

La Figura 11 muestra una lámina de plástico con barras / tubos programados de FGP antes de desencadenarse el efecto de memoria de forma (a la izquierda) y después (a la derecha). Arriostramientos transversales para aumentar la estabilidad global, están indicados tanto a la izquierda como a la derecha mediante líneas de puntos.

Después de que la construcción se ha extendido completamente hasta el suelo, pueden, si es necesario, emplearse barras / tubos de unión de polímero o metal como arriostramientos transversales para las barras / tubos de FGP, tal como se indica en la Figura 11 mediante líneas discontinuas. Aparte de la unión de los puntos medios de las barras / tubos de FGP (líneas de puntos en la cúspide de los arcos en la Figura 11, a la derecha) puede emplearse también en las zonas de borde de la lámina de plástico o entre las mismas (líneas de puntos a la izquierda y a la derecha de la cúspide en la Figura 11) un número cualquiera de arriostramientos transversales. Todas estas barras o tubos de unión confieren a la construcción en su conjunto una mayor cantidad de estabilidad.

A este respecto, las barras / los tubos de unión de polímero o metal pueden puentear siempre al menos uno o varios intersticios entre las barras / tubos de FGP entre sí. Pueden unirse directamente con las barras / tubos de FGP, lo que presupone que las barras / los tubos de FGP presentan roturas dimensionadas de manera correspondiente, en las que pueden insertarse los extremos de las barras / los tubos de unión de polímero o de metal.

También la lámina de plástico 101 puede estar concebida de modo que están unidas entre sí bolsas de lámina 102 adyacentes una a otra, lo que permite posteriormente un atemperado sencillo, por ejemplo con agua caliente.

Si se emplean las barras / los tubos de FGP más largas, mostradas abajo en la Figura 1, cuyos extremos están angulados en la forma permanente, entonces pueden unirse después de desencadenarse el efecto de memoria de forma los extremos angulados con la tierra.

El efecto de memoria de forma se desencadena mediante calentamiento por encima de la T_{trans} del polímero con memoria de forma. Esto puede suceder de distinta manera. El calentamiento del FGP puede suceder con el uso de una lámpara térmica de infrarrojos, de un radiador eléctrico, con agua calentada a una temperatura T ($T > T_{trans}$), con un ventilador de aire caliente, pero también en días especialmente cálidos directamente mediante la interacción con el entorno suficientemente caliente. En regiones geográficas muy cálidas, mediante la radiación solar directa, el aire del entorno o la emisión de calor desde la tierra, se induce directamente el FGE.

Si para el atemperado de los tubos de FGP se emplea un líquido (por ejemplo agua), entonces se unen directamente los extremos de tubo con mangueras, que están conectadas a un depósito de líquido templado (sin embargo, esto no está representado en la Figura 12). Así mismo, también las bolsas de lámina 102 pueden unirse directamente con mangueras, para atemperar las barras / tubos de FGP dispuestos en las bolsas de lámina (Figura 12). Una bomba de circulación proporciona el paso del fluido templado a través de los canales 33 y provoca, a través del atemperado de las barras / los tubos de FGP su recuperación y la erección del túnel de lámina. Así mismo, en el caso de una configuración adecuada de las bolsas de lámina y sus terminaciones, pueden atravesarse por un fluido templado los intersticios 110 entre barra / tubo 100 y lámina de la bolsa de lámina 102.

El uso de apoyos o arcos de apoyo autoenderezables provoca una simplificación significativa del montaje o de la construcción de los túneles de lámina, dado que se limita la intervención de un operario esencialmente al desenrollado o extendido de las láminas equipadas con los elementos de soporte y dado el caso la conexión de los conectores o las mangueras en las piezas de adaptador previstas para ello. Esto reduce el gasto de tiempo y de esfuerzo para el montaje.

También pueden desprenderse ventajas de que las superficies de montaje, para las que están previstos los túneles de lámina, están cubiertos en primer lugar únicamente con una cinta de lámina protectora, hasta que la cantidad de calor introducida provoca el encallamiento o alcanzar un estado determinado del cultivo respectivo. Una cantidad de calor suficiente acumulada a lo largo del día provoca entonces la erección automática de los elementos de soporte y la edificación del túnel de lámina.

El momento de la edificación del dispositivo automática, inducida por ejemplo solo mediante radiación solar, puede determinarse a través de la configuración de los elementos de soporte y las propiedades del FGP, estando establecida la introducción de calor mínima necesaria para desencadenar el FGE por la cantidad de calor absorbible a lo largo del día en las condiciones climáticas respectivas. Como alternativa es posible seleccionar libremente el momento de la edificación del túnel de lámina, conduciéndose un fluido calentado de manera correspondiente mediante uno o varios elementos de soporte o activándose un calentamiento por resistencia, que está dispuesto en el interior de las barras / los tubos. Los procedimientos mencionados en último lugar para la edificación de un túnel de lámina ofrecen la ventaja especial de, en el caso de canales unidos entre sí al menos por secciones de elementos de soporte adyacentes, o en el caso de la conexión de elementos de soporte individuales o una pluralidad de elementos de soporte adyacentes, enderezar un túnel de lámina solo parcialmente o por pasos, en función del requisito respectivo.

La Figura 12 muestra una representación esquemática a modo de ejemplo de la sección transversal de una barra 100 (en la imagen a y c) o de un tubo 100 (en la imagen b y d) de FGP con en cada caso un cojinete de guía (ranura: imágenes a y b, o rebaba: imágenes c y d), que se encuentra en una bolsa de lámina 102. Con ayuda de agua caliente, que atraviesa los canales 33, o los intersticios 110 entre bolsa de lámina 102 y barra / tubo 100, puede templarse el elemento de soporte y convertirse en su forma permanente.

En el caso de tubos de FGP el atemperado del polímero con memoria de forma tiene lugar de manera claramente más rápida que en el caso de barras de FGP, dado que en este caso puede tener lugar un atemperado tanto desde

"dentro" como desde "fuera".

Si los polímeros con memoria de forma están equipados con materiales de relleno electroactivos o magnetosensibles, entonces se ofrece, como alternativa, el calentamiento indirecto con un campo magnético o eléctrico externo. Adicionalmente, puede aumentarse la conductividad térmica del polímero con memoria de forma mediante distintos materiales de relleno. Una elección de materiales de este tipo se conoce a continuación a modo de ejemplo.

A consecuencia del desencadenamiento del efecto de memoria de forma se deforman los elementos de soporte, o las barras / los tubos de FGP, revelando una fuerza ortogonal al suelo (opuesta a la dirección de deformación). A este respecto, las barras / los tubos de FGP regresan a su forma original (es decir, permanente). Esto lleva a que las barras / los tubos de FGP se levanten y a este respecto arrastren la lámina de plástico. Las superficies de contacto opuestas entre sí con el suelo se atraen entre sí en el suelo. Esto lleva a que las secciones centrales de las barras / los tubos al finalizar la transición de memoria de forma presentan la mayor distancia posible con respecto al suelo. Si se emplea un líquido para el atemperado y ha tenido lugar la estructura de la construcción autoenderezable, entonces puede vaciarse el agua de las bolsas de lámina / tubo de FGP.

Después del calentamiento del material por encima de T_{trans} del FGP se anclan en el suelo las superficies de contacto con el suelo. Para ello se emplea el equipamiento habitual en el comercio en medios de fijación, por ejemplo anclas de tierra comunes. También pueden emplearse, tal como se indica en la Figura 11 (a la derecha), placas pesadas, a modo de ejemplo placas de piedra, o los tubos usados para el llenado de los elementos de soporte con un fluido calentado para cargar la construcción global. Si se producen es a este respecto efectos de deformación en frío en los extremos de las barras / los tubos de FGP, entonces estos pueden cancelarse fácilmente con posterioridad mediante calentamiento local.

A continuación se indica una alternativa para la estructura descrita anteriormente. La cantidad de calor necesaria para desencadenar el efecto de memoria de forma puede reducirse hasta un mínimo, cuando se procede de acuerdo con el principio del "acordeón":

1. Las barras / los tubos programados de FGP se introducen tal como estaba previsto en la lámina de plástico. Todas las barras / los tubos de FGP están situados a las distancias más pequeñas posible directamente uno junto a otro. El FGE se desencadena antes de que se haya extendido por completo la construcción en su conjunto.

2. Las barras / los tubos de FGP se colocan a las distancias espaciales previstas para ellos uno respecto a otro y a este respecto la lámina de plástico se extiende sobre la superficie que va a protegerse. Mediante la comparación visual de barras / tubos de FGP adyacentes entre sí puede reconocerse prematuramente si se ha concluido por completo las deformaciones posteriores a la forma permanente.

Detalles referentes a la velocidad de deformación posterior de un polímero con memoria de forma al desencadenarse el efecto de memoria de forma: De acuerdo con un ejemplo de realización para determinar la velocidad de recuperación de un polímero con memoria de forma a base de adipato de Bayer MaterialScience AG en agua caliente se estableció que, a una temperatura del agua de 60 °C la recuperación de forma de un estado estirado en $\epsilon_m = 100\%$ ha concluido en el plazo de 3,3 s. Esto se muestra en la Figura 13. La serie de imágenes de la Figura 13 muestra la recuperación de alargamiento desencadenada en agua caliente a 60 °C de una barra de tracción de FGP a base de adipato.

Combinación con complementos e indicaciones de uso habituales en el comercio: Los túneles de lámina pueden equiparse, después de que haya tenido lugar la construcción, con dispositivos complementarios para la ventilación, la iluminación y el riego. Pueden emplearse también ventiladores solares. A este respecto ha de tenerse en cuenta que las barras / tubos de FGP de soporte no se carguen en exceso. Para el atemperado uniforme del túnel de lámina es posible la combinación con acumuladores de calor, siempre que esto no lleve a superar la temperatura de cambio del polímero con memoria de forma, dado que, de lo contrario, existe el riesgo de que las barras / los tubos de FGP se vuelvan mecánicamente inestables. Por este motivo, se desaconseja calentar construcciones de estructuras a base de FGP, autoenderezables de forma duradera hasta temperaturas por encima de la temperatura de cambio.

De acuerdo con una forma de realización, las láminas de plástico seleccionadas pueden estar estructuradas de modo que en ellos estén ya integradas escotillas de ventilación o ventanas (por ejemplo claraboyas) o puertas, por ejemplo, mediante la presencia de cierres de cremallera. Las posibilidades de estructuración son muy variadas. También pueden emplearse puntales para la fijación de varas de tomates o para la fijación de cuerdas para el cultivo de plantas trepadoras o de pepinos largos.

De acuerdo con una forma de realización adicional, un túnel de lámina puede estar tendido sobre su suelo con velos (velo de mantillo, velos de fibra hilada, velos de jardinería, velos de anticipación de la cosecha) y tejidos para el suelo para protección contra malas hierbas, detención de malas hierbas, protección contra insectos, anticongelantes, anticipación de la cosecha etc., lo que tiene lugar, idealmente, antes de la construcción representada en la Figura 11.

Desmontaje del túnel de lámina: Para desmontar un túnel de lámina construido y anclado en la tierra, se retiran los dispositivos complementarios expuestos anteriormente así como los elementos de fijación de la tierra y, dado el caso, las cargas en las zonas de los bordes. Ahora se desmontan los arriostramientos transversales, se corta la lámina de plástico y las barras de FGP se extraen y se agrupan. Directamente sobre el suelo se unen entre sí las barras / los tubos de FGP con elementos de unión adecuados, de modo que su distancia uno con respecto a otro se mantiene constante de manera correspondiente a la longitud de alma 65 del separador 64 (Figura 6). Ahora puede emplearse el concepto de "puerta de dos hojas" descrito anteriormente (Figura 7a). Así mismo es posible prescindir de la unión de las barras / los tubos de FGP entre sí y fijarlos directamente con ayuda de dispositivos de apriete 76 o de otro modo en las puertas de dos hojas 75 (Figura 7b). Como alternativa al concepto de puerta de dos hojas, la reconversión de las barras / los tubos de FGP en la forma temporal puede tener lugar mediante sobrecarga. Si entonces las barras / los tubos de FGP se encuentran en un estado esencialmente estirado, pueden emplearse en una nueva lámina de plástico.

Detalles técnicos: La longitud total de un túnel de lámina puede encontrarse entre 50 cm y varios 100 m, en particular entre 5 y 100 m. El diámetro exterior de las barras / los tubos de FGP se encuentra entre 0,5 mm y 300 mm, en particular entre 10 mm y 100 mm. La elección de un diámetro suficientemente grande garantiza que la construcción en su conjunto, que se compone de lámina de plástico y barras / tubos, pueda levantarse y que las barras / los tubos de FGP porten de manera fiable el peso de la lámina de plástico también a temperaturas por encima de T_{trans} del polímero con memoria de forma. Las barras / los tubos de FGP pueden estar adyacentes entre sí de manera equidistante. En tales casos se recomienda la elección de distancias en el intervalo desde 0,1 m hasta 10 m, en particular entre 0,5 m y 3 m. El grosor de la lámina de plástico se encuentra entre 0,01 mm y 20 mm, en particular entre 0,05 mm y 3 mm. La temperatura de cambio del polímero con memoria de forma que va a emplearse se encuentra, idealmente, entre 30 °C y 50 °C, la temperatura de fijación de forma se encuentra idealmente por debajo de 23°C. La forma de las bolsas de lámina está prácticamente adaptada a la sección transversal de las barras / los tubos de FGP empleados. La lámina de plástico empleada es térmicamente estable a temperaturas que aparecen tanto durante el montaje como en el desmontaje de un túnel de lámina mediante calentamiento de las barras / los tubos de FGP hasta temperaturas $T > T_{trans}$ (FGP). La longitud de alma 65 de los separadores 64 entre las barras / los tubos de FGP (Figura 6) asciende a de 1 mm a 500 mm, preferentemente se encuentra entre 20 mm y 100 mm.

Ventajas de un túnel de lámina funcional: A continuación se resumen a modo de ejemplo algunas ventajas especiales del dispositivo autoenderezable descrito en el ejemplo de un túnel de lámina:

- El túnel de lámina puede transportarse sin grandes costes.
- Existe una clara ganancia en funcionalidad con respecto a los túneles de lámina tal como por ejemplo con respecto a un túnel Filclair. Dado que el FGP puede integrarse en la lámina de plástico, se suprime un estirado posterior, complicado, de la lámina de plástico sobre los arcos de medio punto. El montaje es fácil está también secuencialmente "disponible" a través del estímulo aplicado y por lo tanto es fácil de controlar.
- El túnel de lámina es esencialmente más ligero que las construcciones convencionales, en las que se emplean muchas más barras de metal. Por lo tanto, es relativamente más fácil realizar un cambio de ubicación.
- A diferencia de los invernaderos construidos de forma estacionaria, en el caso de los túneles de lámina, se trata de cubiertas protectoras para plantas libres de licencia sin cimientos de acero y hormigón, para los que, en Alemania, no es necesaria una licencia de construcción por parte de los departamentos de construcción.
- Los polímeros con memoria de forma que se tienen en cuenta para el uso son plásticos que tienen un efecto de "autocuración": En el caso de deformaciones a consecuencia de temporales, puede restablecerse fácilmente la forma permanente. Esto sucede mediante un nuevo calentamiento de las barras / los tubos de FGP deformables por encima de la temperatura de cambio del polímero con memoria de forma.
- Los túneles de lámina y sus variantes (estructuras autoenderezables) pueden emplearse con unas dimensiones correspondientes para una serie de aplicaciones.
- Otras posibilidades de aplicación ofrecen el uso de materiales textiles, velo, papel, red polimérica, tela metálica, gasa o una combinación de una lámina con materiales planos de este tipo u otros.

Un dispositivo autoenderezable del tipo descrito no solo puede usarse como cubierta o túnel de lámina en el cultivo de plantas ornamentales o plantas útiles en el sector de pequeños jardines y de afición, así como en la agricultura y silvicultura. Otros campos de uso para el dispositivo descrito se refieren, en la mayoría de los casos, a cubiertas temporales o estacionales, paredes protectoras y tensoras así como refugios, aparcamientos cubiertos al aire libre, cubiertas de embarcaciones, coberturas para piscinas o cubiertas para piscinas, cubiertas para estanques, alojamientos provisionales, garajes provisionales, coberturas o componentes de otro tipo de puestos de mercado, marquesinas y parasoles, redes de sombreado, red paraganizo, red de protección de las aves, protección de estorninos, carpas (entre otras, también tiendas de campaña y carpas para eventos), pabellones, cobertizos, depósitos, cubiertas de pajareras o comederos para animales pequeños (por ejemplo jaulas para conejos y liebres, comederos para tortugas, casas para aves, etc.), coberturas para estanques, compostadores, vallas, paranieves o el

uso como paranieves - por ejemplo en tejados a dos aguas, y/o como soporte publicitario para la publicidad visual, en particular para la publicidad exterior.

Polímeros con memoria de forma: En el momento actual, la mayoría de los polímeros con memoria de forma que se describen en la bibliografía presentan un efecto de memoria de forma inducido térmicamente. Esto significa que al calentarse materiales poliméricos programados por encima de una temperatura de transición definida, tiene lugar una deformación posterior debida a la elasticidad de entropía. Los polímeros con memoria de forma son, por regla general, polímeros en los que los sitios de reticulación químicos (covalentes) o físicos (no covalentes) determinan la forma permanente. Ejemplos de estos polímeros conmutables son copolímeros de bloque con segregación de fase, lineales, que están contruidos a partir de segmentos duros y blandos.

De acuerdo con un ejemplo de realización, el FGP puede ser un polímero termoplástico con memoria de forma, en particular del grupo de copolímeros de bloque lineales, en particular poliuretanos y poliuretanos con componentes iónicos o mesógenos, copolímeros de bloque de poli(tereftalato de etileno) y poli(óxido de etileno), copolímeros de bloque de poliestireno y poli(1,4-butadieno), copolímeros tribloque ABA de poli-(2-metil-2-oxazolina) (bloque A) y politetrahidrofurano (bloque B), copolímeros multibloque de poliuretanos con segmento de conexión de poli(ϵ -caprolactona), copolímeros de bloque de poli(tereftalato de etileno) y poli(óxido de etileno), copolímeros de bloque de poliestireno y poli(1,4-butadieno), sistemas de poliuretano, cuya fase que forma los segmentos duros se compone de metilendifenildiisocianato (MDI) o tolueno-2,4-diisocianato y un diol, en particular 1,4-butanodiol, o una diamina y un segmento de conexión a base de un oligoéter, en particular politetrahidrofurano o un oligoéster, en particular poli(adipato de etileno), poli(adipato de propileno), poli(adipato de butileno), poli(adipato de pentileno) o poli(adipato de hexaleno), materiales con una fase de formación de segmentos duros de tolueno-2,4-diisocianato, MDI, diisocianatos, que están contruidos en particular a partir de MDI o hexametilendiisocianato en forma modificada con carbodiimida y por alargadores de cadena, en particular etilenglicol, bis(2-hidroxietyl)hidroquinona o una combinación de 2,2-bis(4-hidroxifenil)propano y óxido de etileno, cuyos bloques que determinan los segmentos de conexión se componen de oligoésteres, en particular poli(óxido de etileno), poli(óxido de propileno), politetrahidrofurano o de una combinación de 2,2-bis(4-hidroxifenil)propano y óxido de propileno, o de oligoésteres, en particular poli(adipato de butileno), materiales de polinorborneno, caucho natural (cis-1,4-poliisopreno), trans-1,4-poliisopreno, copolímeros de injerto de polietileno/nylon-5, copolímeros de bloque con silsesquioxanos oligoméricos poliédricos (POSS), inclusive las combinaciones de poliuretano/POSS, epóxido/POSS, polisiloxano/POSS, poli(metacrilato de metilo)/POSS, polímeros a base de silicona con memoria de forma y materiales de poli(cicloocteno).

En poli(éster uretanos) pueden construirse bloques de segmentos de conexión, entre otros, a partir de poli(ϵ -caprolactona) dioles con pesos moleculares promedio en número entre 1500 y 8000. La temperatura de cambio para el efecto de memoria de forma puede variar según el porcentaje en peso del segmento de conexión (variación entre el 50 y el 90 % en peso) y el peso molecular de los poli(ϵ -caprolactona)dioles entre 44 y 55°C. Las temperaturas de cristalización se encuentran entre 25 °C y 30°C. Los copolímeros de bloque que se componen de trans-poliisopreno y uretanos muestran el FGE, la temperatura de recuperación se encuentra a 65°C, la temperatura de cristalización depende de la composición química y puede ajustarse entre 0°C y 30°C. Mediante el uso de negro de humo como material de relleno o material auxiliar, pueden modificarse las propiedades de memoria de forma (entre otras, la tasa de recuperación, y la temperatura de recuperación) de trans-poliisopreno.

De acuerdo con otro ejemplo de realización se tienen en cuenta poli(éster uretanos) a base de adipato para la aplicación descrita en este caso, porque la temperatura de cambio de sus segmentos blandos se encuentra aproximadamente a 37°C y la temperatura de cristalización se encuentra claramente por debajo de 23°C ($\leq 10^\circ\text{C}$). A esto hay que añadir que el material dispone de suficientes propiedades de memoria de forma (capacidad de recuperación de forma, capacidad de fijación) y es estable a largo plazo. Para el poli(éster uretano) descrito puede determinarse una fácil procesabilidad. Además pudo determinarse que se proporciona de nuevo aproximadamente el 75% de la tensión aplicada para el estiramiento en la recuperación de forma (durante el desencadenamiento del efecto de memoria de forma).

De acuerdo con otro ejemplo de realización, el FGP puede ser un FGP elastomérico, en particular del grupo poli(cloruro de vinilo), copolímeros de polietileno-poli(acetato de vinilo), sistemas de copolímero reticulados covalentemente de acrilato de estearilo y ésteres del ácido metacrílico.

Para la aplicación descrita, pueden usarse también materiales convencionales empleados en el sector de los túneles de lámina, que disponen de suficientes propiedades de memoria de forma. Son adecuados todos los copolímeros de bloque, que tienen idealmente una temperatura de fusión por encima de 30°C y una temperatura de cristalización por debajo de 23°C. A esto se hay que añadir los materiales que presentan una temperatura de transición vítrea en el intervalo entre 30 y 100 °C, en particular entre 40 y 60°C.

De acuerdo con ejemplos de realización ventajosos, el FGP puede estar formado como material compuesto de polímero con memoria de forma. En este contexto se remite a que los términos polímero con memoria de forma y material compuesto de polímero con memoria de forma se usan de manera intercambiable en el presente documento. Con otras palabras, puede usarse en lugar de un polímero con memoria de forma también un material compuesto de FGP adecuado de manera correspondiente o a la inversa. Como materiales compuestos de FGP se designan materiales en los que uno o varios materiales de relleno están incrustados en la matriz de FGP.

Como materiales de relleno se tienen en cuenta por ejemplo nanopartículas magnéticas, partículas ferromagnéticas, en particular partículas de NiZn, partículas de óxido de hierro y partículas de magnetita. Así mismo pueden usarse las denominadas nanoarcillas como materiales de relleno. Las nanoarcillas pueden estar formadas por ejemplo a base de nitruro de silicio, carburo de silicio, óxido de silicio, óxido de zirconio y/u óxido de aluminio.

- 5 Otros posibles materiales de relleno son silsesquioxanos oligoméricos, partículas de grafito, grafeno, nanotubos de carbono, fibras sintéticas, a este respecto en particular fibras de carbono, fibras de vidrio o fibras de Kevlar, pero también partículas de metal. Naturalmente, pueden usarse también combinaciones de materiales de relleno de este tipo. Los materiales de relleno son adecuados para ajustar las propiedades mecánicas, eléctricas, magnéticas y/u ópticas de un polímero con memoria de forma y adaptarlas al fin de aplicación respectivo.
- 10 Para el fin de uso descrito en este caso de un FGP en elementos de soporte para túneles de lámina o dispositivos comparables son adecuados, además de los FGP termosensibles descritos, también materiales magnetosensibles o electroactivos. Los polímeros con memoria de forma controlables magnéticamente pueden obtenerse mediante incorporación de nanopartículas magnéticas finamente distribuidas, por ejemplo de óxido de hierro, en el plástico. Tales materiales pueden entonces convertir la energía de un campo magnético en calor, de modo que se desencadena el FGE en polímeros con memoria de forma programados. A través del porcentaje de nanopartículas y la intensidad del campo magnético puede ajustarse de manera dirigida una temperatura deseada en el polímero.
- 15 Como polímeros electroactivos (EAP) pueden emplearse por ejemplo materiales compuestos de polímero con memoria de forma con nanotubos de carbono. Por lo tanto existen distintas posibilidades de desencadenar el FGE. La presente invención se explicó por medio de ejemplos de realización. Estos ejemplos de realización no se
- 20 entenderán en ningún caso como limitativos de la presente invención. La invención se define mediante el campo de protección de las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Dispositivo, que comprende un material plano (101) y al menos un elemento de soporte (20, 30, 50, 60, 70, 80, 90, 100) que está unido con el material plano (101), en el que el al menos un elemento de soporte (20, 30, 50, 60, 70, 80, 90, 100) presenta al menos un polímero con memoria de forma de modo que el dispositivo en una primera configuración del al menos un polímero con memoria de forma presenta una forma esencialmente plana y en una segunda configuración del polímero con memoria de forma presenta una forma esencialmente curvada.
2. Dispositivo de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la primera configuración puede convertirse en la segunda configuración mediante aporte de calor.
- 10 3. Dispositivo de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, en el que el al menos un elemento de soporte (20, 30, 50, 60, 70, 80, 90, 100) presenta un canal (33, 53), que desemboca en sus extremos respectivos en una conexión que es adecuada para una unión por manguera, unión por enchufe, unión roscada, unión por apriete, unión por retención, unión por tensión o unión por presión.
- 15 4. Dispositivo de acuerdo con la reivindicación 1 a 3, en el que la segunda configuración del polímero con memoria de forma se induce mediante un fluido templado que se encuentra en el canal (33, 53), o mediante un material eléctricamente conductor calentado en el canal (33, 53).
5. Dispositivo de acuerdo con la reivindicación 1 a 4, en el que el al menos un elemento de soporte (20, 30, 50, 60, 70, 80, 90, 100) presenta cavidades cerradas.
- 20 6. Dispositivo de acuerdo con la reivindicación 1 a 5, en el que el al menos un elemento de soporte (20, 30, 50, 60, 70, 80, 90, 100) presenta al menos por secciones una sección transversal con un contorno fisurado y/o una superficie fisurada de tal manera que se facilita el intercambio de calor con el entorno, y/o presenta al menos por secciones una o varias protuberancias (21, 31, 51) o elevaciones (21, 31, 51) situadas una tras otra en dirección longitudinal, en esencia diametralmente opuestas a las cuales están situadas esencialmente hendiduras (22, 32, 52), depresiones (22, 32, 52) o zanjas (22, 32, 52) correspondientes.
- 25 7. Dispositivo de acuerdo con la reivindicación 1 a 6, en el que el al menos un elemento de soporte (20, 30, 50, 60, 70, 80, 90, 100) presenta al menos un medio de fijación, que puede unirse con un medio de fijación correspondiente de un segundo elemento de soporte (20, 30, 50, 60, 70, 80, 90, 100).
- 30 8. Dispositivo de acuerdo con la reivindicación 1 a 7, en el que el polímero con memoria de forma seleccionado y la estructura interna del elemento de soporte (20, 30, 50, 60, 70, 80, 90, 100) están adaptados de modo que a una intensidad dada de la radiación solar el elemento de soporte (20, 30, 50, 60, 70, 80, 90, 100) se calienta de modo que el polímero con memoria de forma del elemento de soporte (20, 30, 50, 60, 70, 80, 90, 100) adopta su segunda configuración y tiene lugar una erección y/o un arqueado y/o un despliegue automáticos del dispositivo.
9. Dispositivo de acuerdo con las reivindicaciones 1 a 8, en el que el material plano (101) se selecciona del grupo de los materiales, que comprende: lámina, material textil, velo, papel, hilado, red polimérica, tela metálica, gasa.
- 35 10. Uso de un dispositivo de acuerdo con la reivindicación 1 a 9, seleccionado de la lista que comprende:
 cubierta o pared protectora para un puesto de mercado, de venta o de medición; cubierta protectora en el cultivo de plantas ornamentales o plantas útiles; refugio; aparcamiento cubierto al aire libre; cubierta de embarcaciones; cobertura para piscinas o cubierta para piscinas; alojamiento provisional; garaje provisional; marquesina; parasol; sombreado, cortavientos, paragranizo; protección de las aves; protección de estorninos; carpa; carpa para eventos; pabellón; cobertizo; depósito; cubierta de pajareras o comederos para animales pequeños; cobertura para estanques; compostador; valla; empalizada contra la nieve, paranieves, y/o soporte publicitario para la publicidad visual, en particular publicidad exterior.
- 40 11. Procedimiento para la producción de un dispositivo de acuerdo con la reivindicación 1 a 9, que comprende las etapas:
 (a) proporcionar un material plano (101);
 45 (b) fijar al menos un elemento de soporte (20, 30, 50, 60, 70, 80, 90, 100) al material plano (101), comprendiendo el al menos un elemento de soporte al menos (20, 30, 50, 60, 70, 80, 90, 100) un polímero con memoria de forma y presentando una forma esencialmente recta y/o encontrándose en una configuración temporal del al menos un polímero con memoria de forma;
 50 (c) enrollar o plegar el material plano (101) dotado de al menos un elemento de soporte (20, 30, 50, 60, 70, 80, 90, 100).
12. Dispositivo para la transformación inducida por calor de al menos un elemento de soporte, que comprende un polímero con memoria de forma, desde una primera forma, que corresponde a una configuración permanente o una temporal del polímero con memoria de forma, hasta una segunda forma, que corresponde, de manera correspondiente a la configuración temporal o la permanente del polímero con memoria de forma, comprendiendo el

dispositivo, una primera superficie (75), que presenta al menos dos puertas de dos hojas oscilantes una respecto a otra (75), en el que normales de superficie centrales de las dos puertas de dos hojas (75), en una primera posición de las dos puertas de dos hojas (75), forman entre sí un primer ángulo o discurren en paralelo una con respecto a otra y en el que, en al menos una segunda posición de las dos puertas de dos hojas oscilantes una con respecto a otra (75), las normales de superficie centrales de las dos puertas de dos hojas (75) entonces discurren en paralelo una con respecto a otra o entonces forman entre sí un segundo ángulo, de modo que el elemento de soporte que puede insertarse en un dispositivo de sujeción (76) en las dos puertas de dos hojas puede calentarse mediante una corriente de aire caliente hasta una temperatura T , que es mayor que la temperatura de transición T_{trans} del polímero con memoria de forma, y al aplicarse una fuerza que presiona las puertas de dos hojas (75) contra una segunda superficie fría o enfriada (78) o pared (78), el elemento de soporte puede transformarse mediante disminución de la temperatura desde la primera forma hasta la segunda forma.

13. Procedimiento para la transformación inducida por calor de al menos un elemento de soporte (20, 30, 50, 60, 70, 80, 90, 100) del dispositivo de acuerdo con las reivindicaciones 1 a 11, desde una primera forma, que corresponde a la configuración permanente o la temporal del polímero con memoria de forma, hasta una segunda forma, que corresponde, de manera correspondiente, a la configuración temporal o la permanente del polímero con memoria de forma, que comprende al menos las etapas:

- (a) disponer una pluralidad de elementos de soporte (20, 30, 50, 60, 70, 80, 90, 100) como capa o como pila o como pila de capas de elementos de soporte de una forma dada dispuestos uno sobre otro y/o uno junto a otro o unidos entre sí de manera separable en una primera superficie (75), en el que la primera superficie (75) presenta al menos dos superficies parciales oscilantes una con respecto a otra (75), cuyas normales de superficie centrales forman entre sí un primer ángulo o discurren en paralelo una con respecto a otra;
- (b) elevar la temperatura del polímero con memoria de forma por encima de su temperatura de transición vítrea o su temperatura de ablandamiento, o bien indirectamente calentando al menos una de las superficies parciales (75), o calentando directamente la pluralidad de elementos de soporte (20, 30, 50, 60, 70, 80, 90, 100);
- (c) pivotar al menos una de las dos superficies parciales (75) con respecto a la otra superficie parcial (75) de tal manera que las normales de superficie centrales de las superficies parciales (75), a diferencia de anteriormente, discurren ahora en paralelo una con respecto a otra o forman entre sí un segundo ángulo, que se desvía del de la etapa de procedimiento precedente (a);
- (d) bajar la temperatura del polímero con memoria de forma por debajo de su temperatura de transición vítrea o su temperatura de cristalización, o bien indirectamente enfriar al menos una de las superficies parciales (75) o bien poner en contacto la pluralidad de elementos de soporte (20, 30, 50, 60, 70, 80, 90, 100) en un medio de enfriamiento o una segunda superficie fría o enfriada (78) o pared (78);
- (e) retirar los elementos de soporte ahora transformados (20, 30, 50, 60, 70, 80, 90, 100) de la capa o la pila.

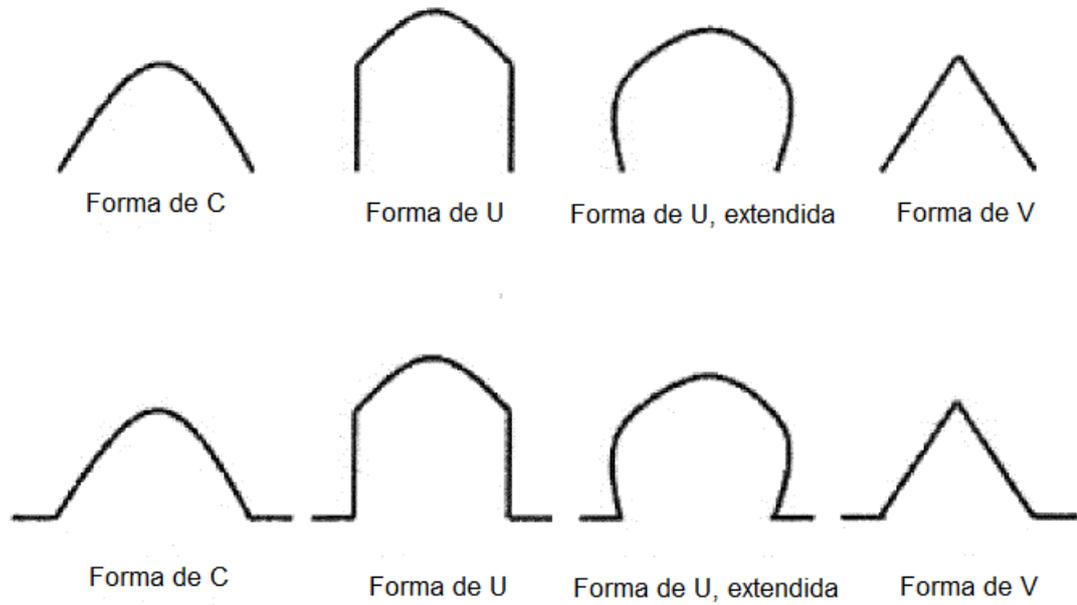


Fig. 1

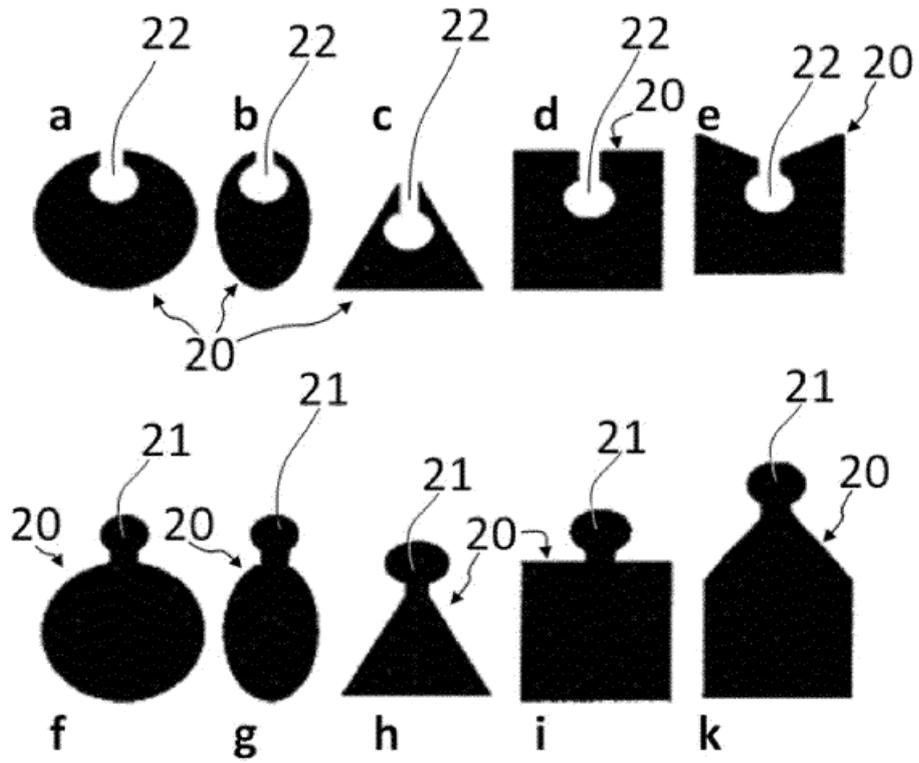


Fig. 2

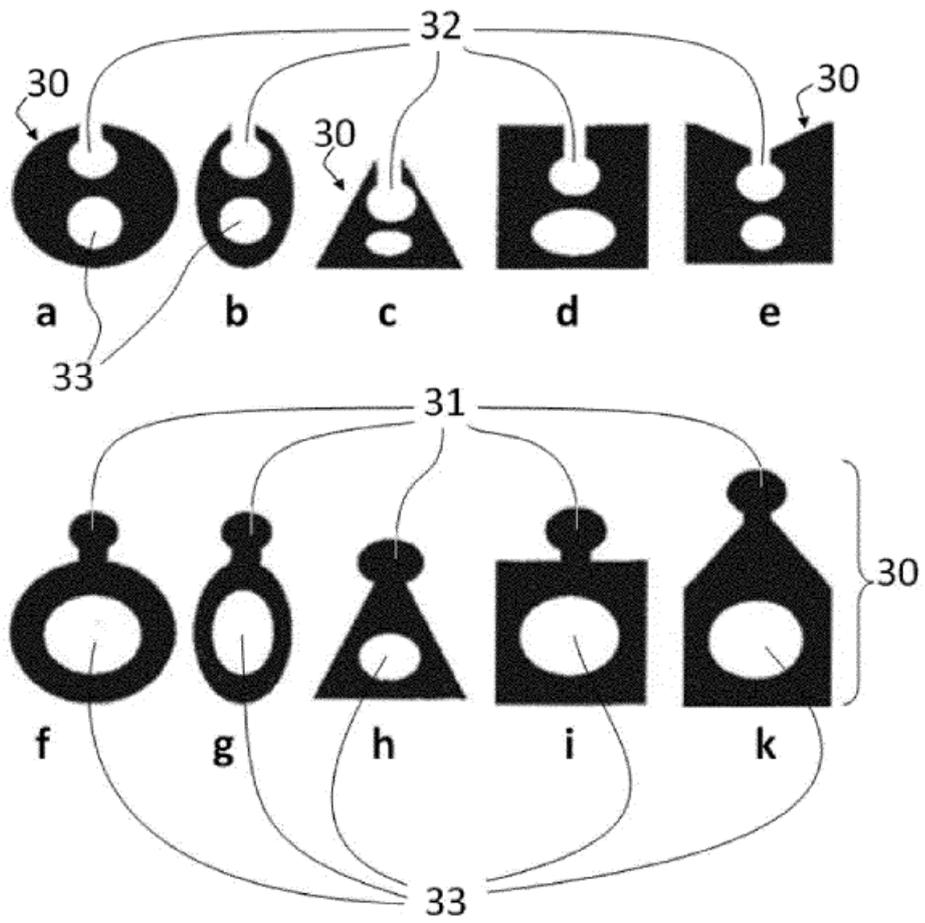


Fig. 3

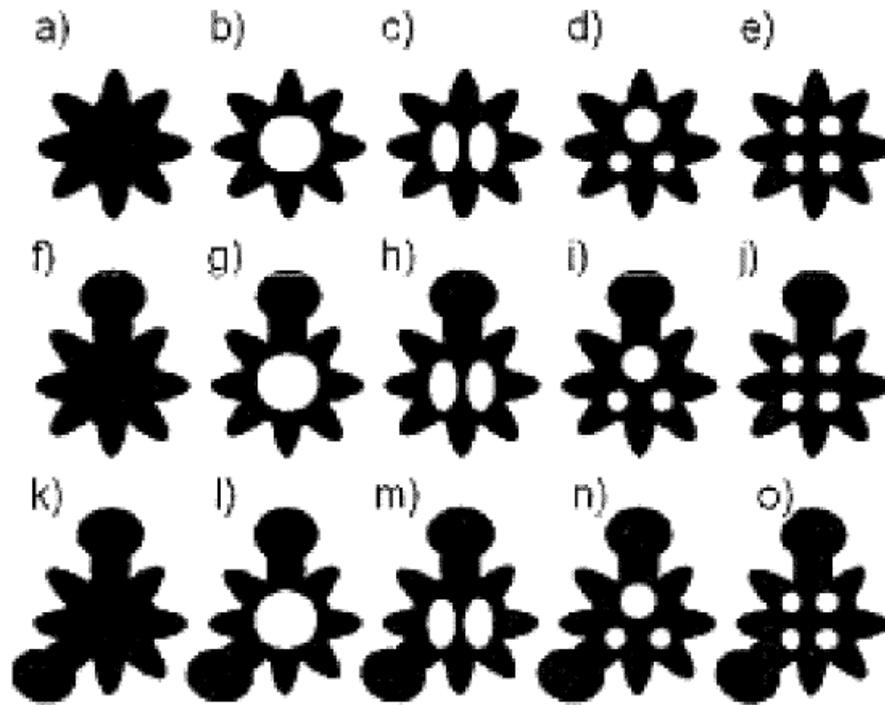


Fig. 4

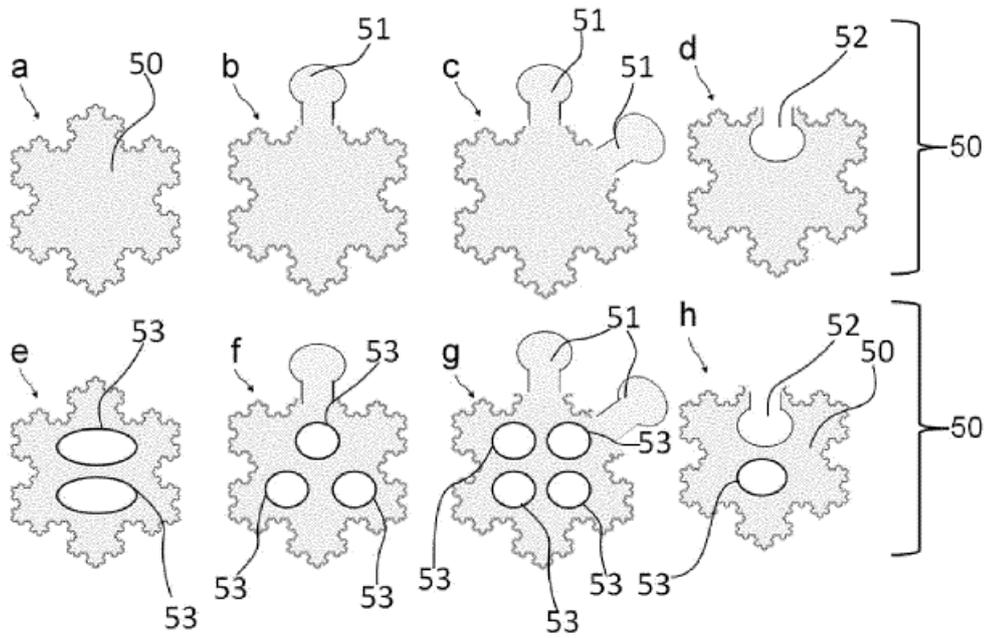


Fig. 5

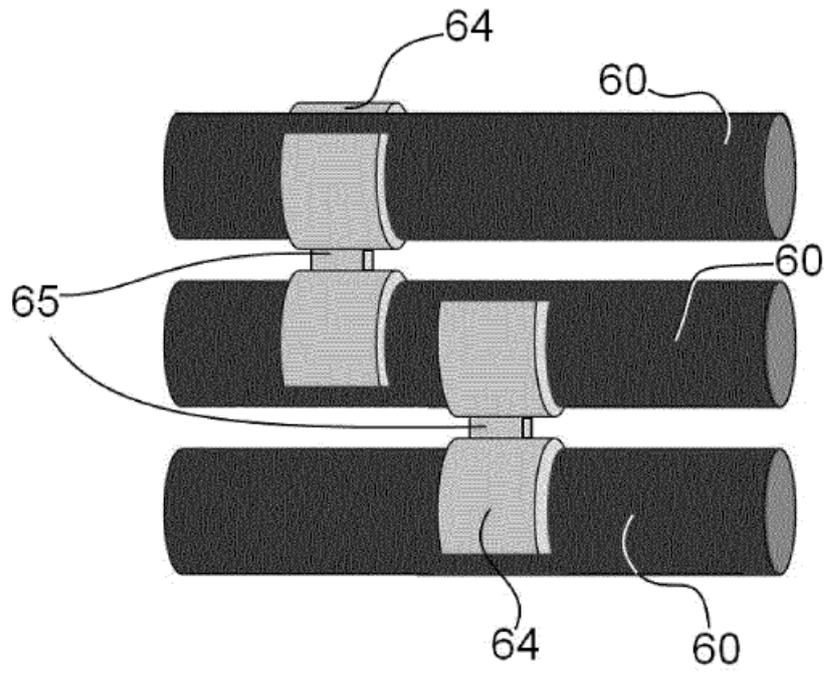


Fig. 6

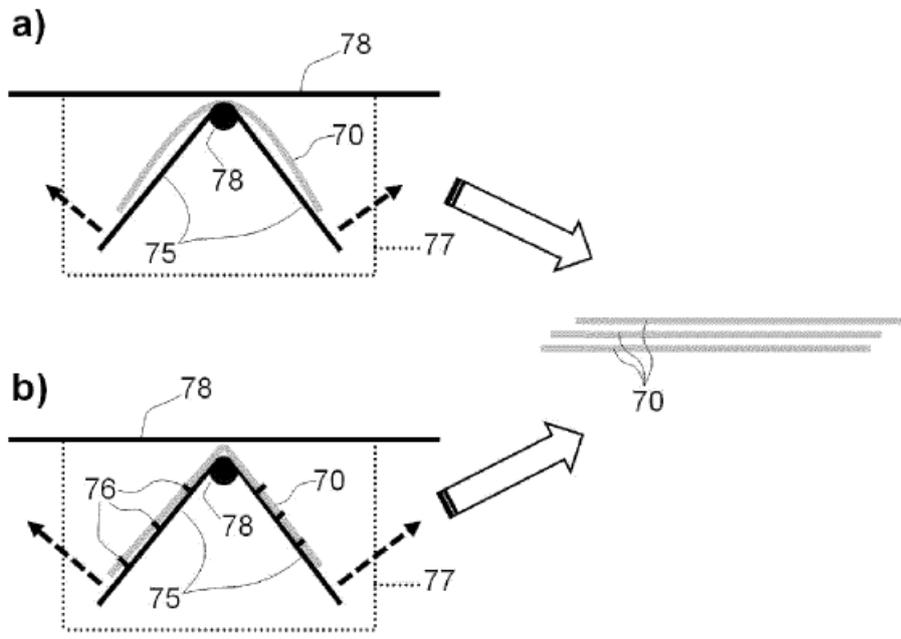


Fig. 7

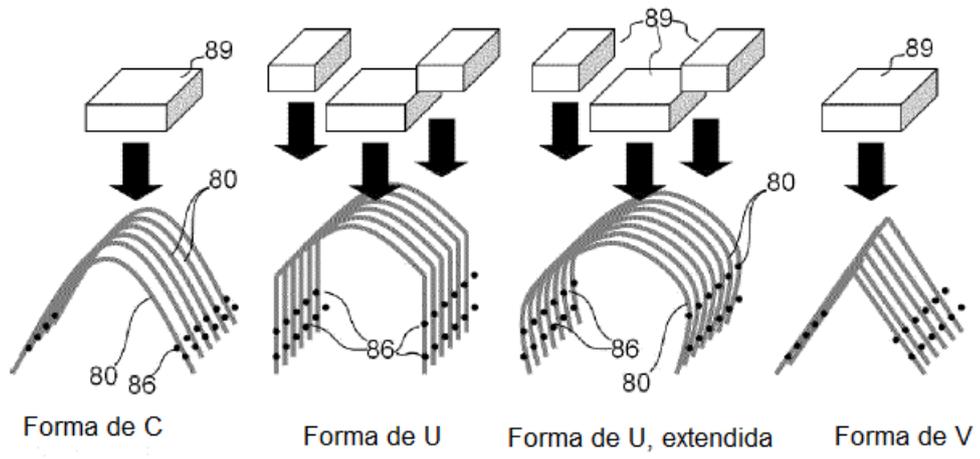


Fig. 8

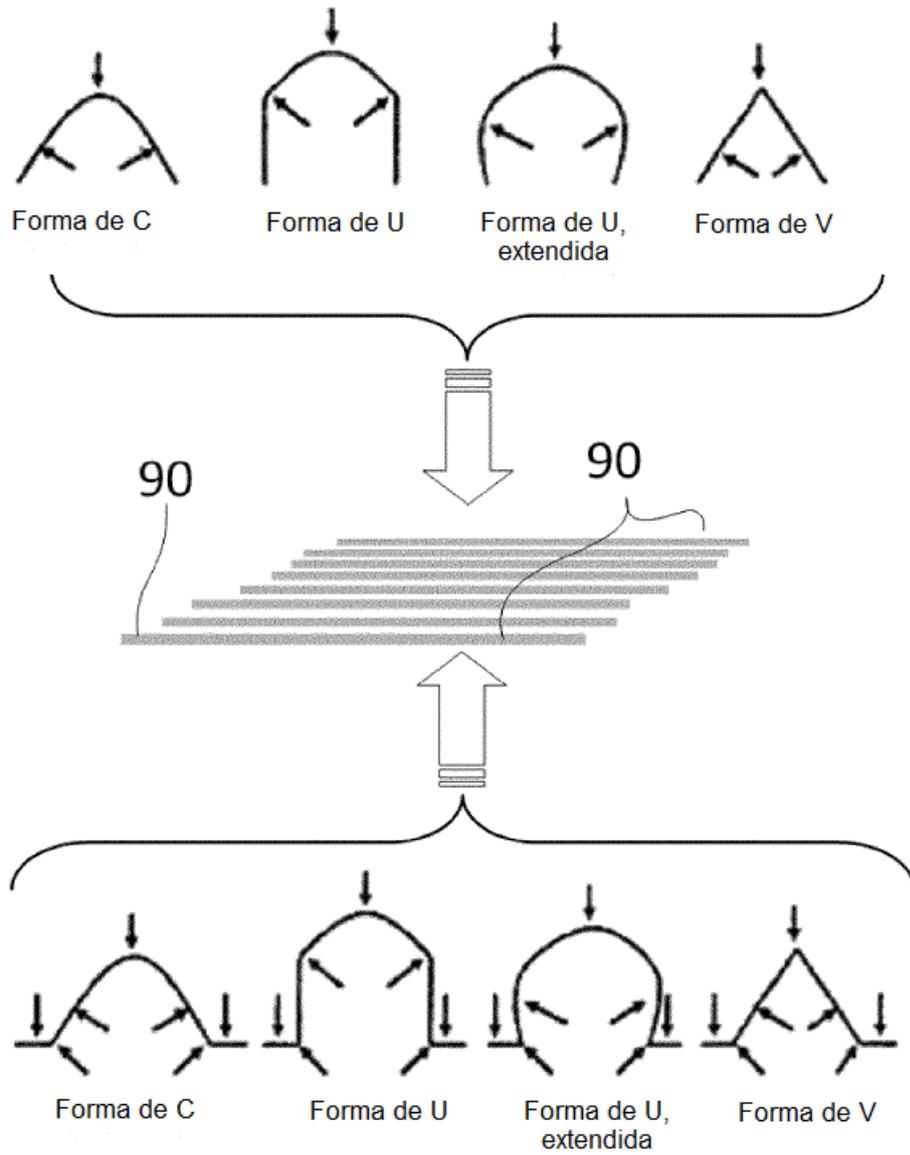


Fig. 9

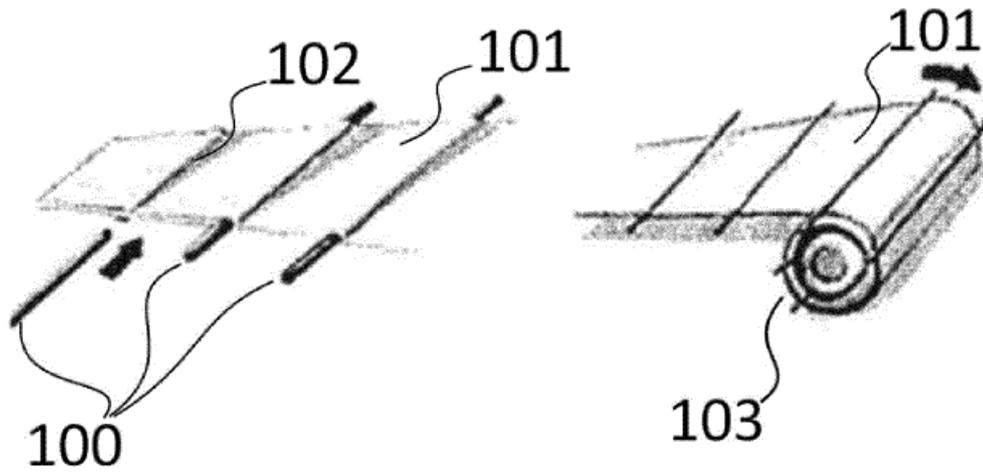


Fig. 10

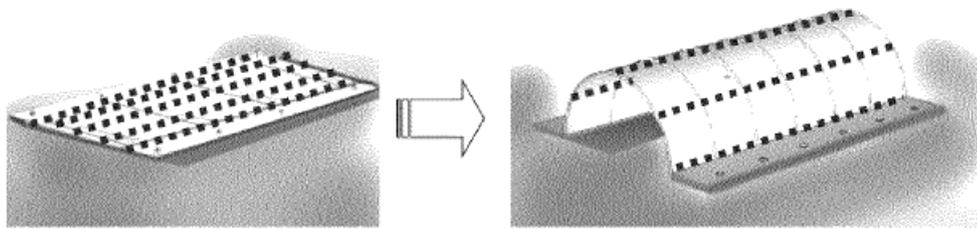


Fig. 11

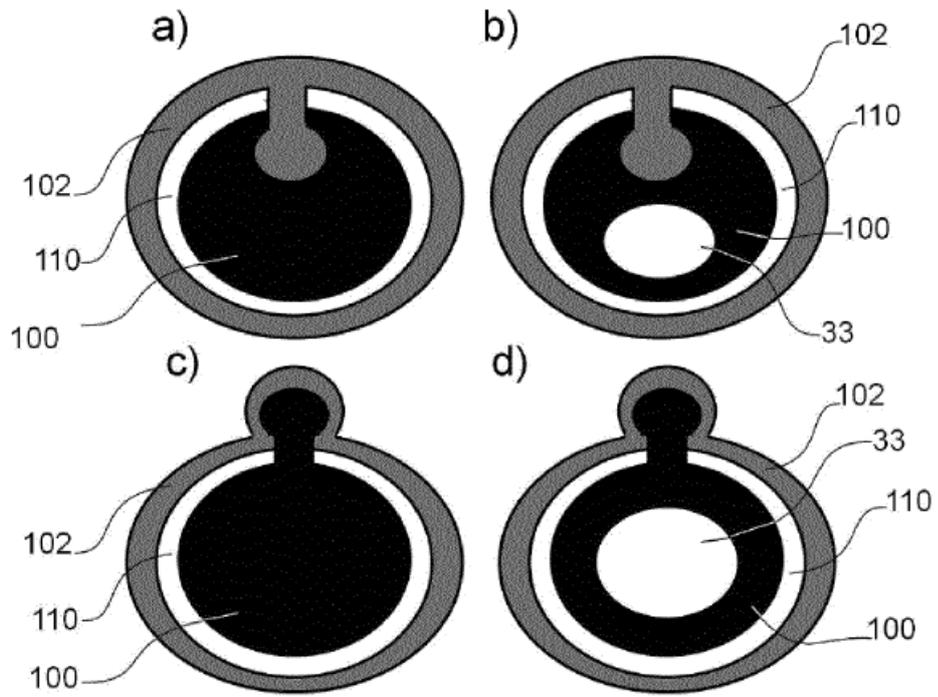


Fig. 12

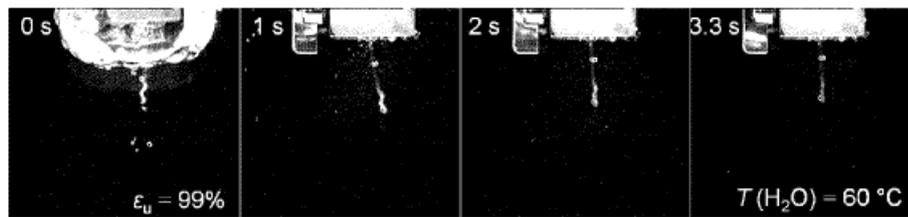


Fig. 13