

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 984 599**

51 Int. Cl.:

D04B 1/14

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **19.11.2020** **PCT/EP2020/082700**

87 Fecha y número de publicación internacional: **27.05.2021** **WO21099476**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **19.11.2020** **E 20807415 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **29.05.2024** **EP 4061987**

54 Título: **Materiales compuestos que comprenden una estructura tricotada de refuerzo y una resina, y un procedimiento de producción**

30 Prioridad:

22.11.2019 FR 1913108

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

30.10.2024

73 Titular/es:

**SAINT-GOBAIN PERFORMANCE PLASTICS
FRANCE (100.0%)**

**34 rue du Moulin des Aulnaies
89120 Charny Orée de Puisaye, FR**

72 Inventor/es:

**DUMONT, NICOLAS y
MAO, GAËTAN**

74 Agente/Representante:

DEL VALLE VALIENTE, Sonia

ES 2 984 599 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

Materiales compuestos que comprenden una estructura tricotada de refuerzo y una resina, y un procedimiento de producción

Campo técnico

La invención se refiere al campo de los productos hechos de material(es) compuesto(s). Se entiende por materiales compuestos un producto que comprende una matriz constituida por un material polimérico, en particular, un material termoplástico o termoendurecible, siendo esta matriz reforzada con un material que tiene un punto de fusión superior al punto de fusión del material polimérico. FRP generalmente se refiere a "plástico reforzado con fibra".

Antecedentes de la técnica

Los refuerzos pueden obtenerse de diferentes maneras: añadiendo fibras minerales dispersas en la matriz, utilizando un refuerzo hecho de acero o material sintético, utilizando un tejido de fibras de refuerzo, utilizando tejidos no tejidos o esteras, u otros productos obtenidos mediante procedimientos textiles.

Los refuerzos de tejido tienen una estructura plana y están compuestos de hilo de trama e hilo de urdimbre dispuestos de forma perpendicular. Su fabricación requiere el uso de una bobina distinta para cada hilo de urdimbre.

Más recientemente, ha surgido el uso de refuerzos tricotados (estructuras tricotadas). Se entiende por refuerzos tricotados un producto obtenido generalmente a partir de un hilo continuo en donde el hilo forma mallas entretejidas. El hilo puede ser del tipo monofilamento o multifilamento. El multifilamento puede ser una mecha (es decir, un conjunto de filamentos continuos paralelos ensamblados sin entrelazamiento), un hilo hilado (es decir, un conjunto de fibras discontinuas cortas ensambladas por entrelazamiento). Un hilo también puede ser un conjunto de varios hilos o filamentos de diferentes materiales. Este conjunto puede utilizarse para entrelazar, trenzar, etc. Por lo tanto, es posible producir un hilo que comprenda material polimérico y material de refuerzo. Por ejemplo, es posible ensamblar un hilo de refuerzo del tipo aramida, carbono, vidrio, etc. y un hilo termoplástico (polipropileno, policarbonato, poliéterimida (PEI), etc.). Este tipo de hilo se denomina entonces hilo mixto.

En comparación con los refuerzos tejidos, los refuerzos tricotados tienen muchas ventajas.

Los refuerzos tejidos preimpregnados con material polimérico, por ejemplo gelificados, que generalmente se denominan "materiales preimpregnados", deben manipularse con cuidado. Son pegajosos cuando se retira la película protectora. Solamente pueden mantenerse durante un período limitado a temperatura ambiente.

El drapeado de refuerzos tejidos sobre un molde es una operación larga y delicada. Requiere el uso de varias capas de "material preimpregnado", que deben cortarse y disponerse prudentemente según la forma del molde para garantizar un espesor suficiente y evitar una superposición excesiva.

El corte de tejidos de materiales preimpregnados implica restos de productos que pueden representar el 30 % del material. De manera adicional, la fabricación de un tejido requiere cientos de bobinas.

La producción de un tricotado tradicional requiere solamente una bobina de hilo para la malla de hilo. Diferentes técnicas de tricotado permiten obtener tricotados formando una sola pieza, en 3D, sin necesidad de coser. Las técnicas de tricotado conocidas permiten llevar a cabo un tricotado circular o un tricotado recto.

Se distingue entre los procedimientos de tricotado por trama y los procedimientos de tricotado por urdimbre.

En el tricotado por trama (también denominado puntada pasada), el hilo sigue preferiblemente la dirección de las hileras (dirección de la trama por analogía con un tejido). Cada bucle de la misma hilera se tricota uno tras otro. Cada hilera se tricota una tras otra. Se puede utilizar un solo hilo para producir todo el tricotado. Cada aguja se controla individualmente y es posible lograr una forma 3D compleja durante el tricotado.

En el tricotado por urdimbre (también conocido como puntada cursada), el hilo sigue preferiblemente la dirección de las columnas (dirección de urdimbre por analogía con un tejido). Todos los bucles de la misma hilero se tricotan al mismo tiempo. Cada hilera se tricota una tras otra. Se necesita un hilo por columna de malla. Las agujas están unidas en diferentes grupos. Es posible controlar individualmente los grupos pero no las agujas que los constituyen. Los tricotados producidos son planos. Sin embargo, es posible el espesor, pero no hay formas 3D complejas.

En la tecnología de tricotado por trama, el soporte sobre el que se deslizan las agujas de tricotado se denomina fontura de agujas. En el caso de una máquina que utilice 2 fonturas de agujas, convencionalmente, la fontura de agujas más cercana al usuario realiza las puntadas frontales. La otra forma las puntadas posteriores. Las máquinas modernas que permiten la selección individual de las agujas permiten tricotar en una fontura de agujas a la vez (tricotado con una sola fontura de agujas) o en ambas fonturas de agujas simultáneamente (tricotado con doble fontura de agujas). Es

posible utilizar las dos fonturas de agujas de forma alternativa, lo que permite, en particular, producir tubos o paneles/capas separados según la unión entre los mismos. A continuación se hablará de tricotado con fontura de agujas simple.

5 La solicitud WO2013/025.115 describe un producto compuesto que comprende un refuerzo tricotado tridimensional, que consiste en dos láminas independientes conectadas por fibras de conexión ("hebras transversales"). La densidad de las fibras de conexión ("hebras de conexión") en la estructura de refuerzo puede variar de 10/cm² a 500/cm².

10 La densidad de la estructura de refuerzo puede variar entre 1 y 1000 dtex. Este refuerzo ofrece una gran resistencia a la compresión.

15 El documento WO2019/197.319A1 divulga un tejido espaciador tricotado por trama, que consiste en una capa superficial superior, hilos espaciadores intermedios y una capa superficial inferior, en donde tanto la capa superficial superior como la capa superficial inferior utilizan dos hilos, hilos no elásticos y elásticos, y hay pliegues formados por los hilos espaciadores entre las capas superficiales superior e inferior, de modo que la superficie superior está conectada con la capa superficial inferior para formar una estructura tridimensional de manera integrada.

El documento EP0.243.147A2 divulga un artículo compuesto reforzado con un tejido.

20 El documento FR2.780.419A1 divulga un tejido tricotado producido con al menos un filamento de fibra de vidrio y al menos un filamento que es de un material diferente. El documento divulga además un material tricotado que comprende el tejido tricotado, un material textil de refuerzo que cubre una o ambas superficies del tejido tricotado, en donde el material está opcionalmente impregnado con una resina termofijada.

25 El documento GB1.355.351A divulga un tejido tricotado compuesto que comprende dos capas de tejido de envés contra envés, siendo cada capa de tejido una capa de tejido entrelazada tricotada con al menos dos hilos de formación de puntada respectivos, estando las dos capas de tejido interconectadas por al menos un hilo de interconexión tricotado en el tejido compuesto, de modo que los bucles de aguja de una de las capas de tejido se extienden a través de los bucles de conexión respectivos del hilo de interconexión, extendiéndose dichos bucles de conexión del hilo de interconexión a través de dicha una capa de tejido de la otra capa de tejido.

Existe la necesidad de proporcionar estructuras de refuerzo para producir productos de material compuesto de forma compleja. En particular, existe la necesidad de proporcionar refuerzos altamente compresibles.

35 **Breve descripción de los dibujos**

Las realizaciones se ilustran a modo de ejemplo y no se limitan en las figuras adjuntas. En las figuras siguientes, las representaciones no están necesariamente a escala.

40 La FIG. 1 representa una vista esquemática en sección de una estructura 100 tricotada de refuerzo comparativa.

La FIG. 2 es una foto de una estructura 100 comparativa de este tipo.

45 La FIG. 3 representa una vista esquemática en sección de una estructura 300 tricotada de refuerzo según las realizaciones particulares de la invención.

La FIG. 4 representa una foto de una estructura 300 tricotada de este tipo según la invención.

50 La FIG. 5 es el diagrama 500 de puntadas de una primera realización ilustrativa.

La FIG. 6 es el diagrama 600 de puntadas de una segunda realización ilustrativa.

55 Los expertos en la técnica reconocen que los elementos de las figuras se ilustran por razones de simplicidad y claridad, y no necesariamente se han dibujado a escala. Por ejemplo, las dimensiones de algunos de los elementos de las figuras pueden estar exageradas respecto a otros elementos, para ayudar a mejorar la comprensión de las realizaciones de la invención. Además, el uso de los mismos símbolos de referencia en diferentes dibujos indica artículos similares o idénticos.

60 **Descripción detallada de la(s) realización(es) preferida(s)**

La materia objeto de la presente invención es un producto compuesto como se define en la reivindicación 1, y un procedimiento como se define en la reivindicación 9 para fabricar el producto compuesto de la presente invención. Las reivindicaciones dependientes se refieren a realizaciones particulares de la misma.

65 Según las realizaciones particulares, se puede utilizar una técnica de tricotado particular para crear un refuerzo para productos compuestos que pueden tener una compresibilidad muy alta.

Según otras realizaciones más, la presente invención se refiere a productos compuestos que pueden incluir una matriz de resinas y una estructura tricotada de refuerzo, que puede tener al menos dos capas, una capa frontal y una capa posterior, estando las al menos dos capas conectadas mediante enlaces ocasionales; estando la densidad de enlace entre un enlace por cada 40 puntadas cuadradas y un enlace por cada 10.000 puntadas cuadradas.

Para los fines de las realizaciones descritas en el presente documento, la densidad de enlace puede definirse considerando, para una superficie de la estructura tricotada, el número de hileras (X) multiplicado por el número de columnas (Y) y contando el número de enlaces (Z) creados en esta superficie. Se obtienen varios enlaces por puntada cuadrada.

Según aún otras realizaciones, la estructura tricotada puede estar hecha, por ejemplo, de un hilo de un material de refuerzo elegido de vidrio, carbono, basalto, cuarzo, para-aramida, meta-aramida, polipropileno, poliamida, tereftalato de polietileno, poliéster, lino, cáñamo, así como materiales termoplásticos tales como poliéterimida, poliéteretercetona (PEEK), poliéter cetona cetona (PEKK), sulfuro de polifenileno (PPS); el tipo se elegirá según el punto de su fusión, que debe ser superior al punto de fusión de la resina que constituye la matriz del producto compuesto final.

Según una realización particular, la estructura tricotada también puede incluir una capa intermedia.

Ventajosamente, la densidad de enlace de la estructura puede estar entre 1 enlace por cada 100 puntadas cuadradas y un enlace por cada 5000 puntadas cuadradas, preferiblemente entre 1 enlace por 200 puntadas cuadradas y un enlace por cada 1000 puntadas cuadradas.

Según una realización particular, la estructura se puede obtener mediante una técnica de tricotado por trama. Según ciertas realizaciones, puede ser un procedimiento de tricotado por trama rectilíneo o circular, preferiblemente puede utilizarse la técnica de tricotado por trama rectilíneo. Esta técnica puede tener la ventaja de facilitar la obtención de formas 3D complejas más que con la técnica de tricotado circular.

Según una realización particular, la estructura puede tener una disposición de tejido de punto. Sin embargo, la invención se puede producir con cualquier contextura (tejido de punto charmés, tipo little dive, espiral, deshilado, anudado, etc.). La compresibilidad puede ser proporcionada por la densidad de enlace y no por el tipo de contextura.

Ventajosamente, la estructura puede tener una estructura tridimensional adaptada a la forma del producto compuesto final.

Según otras realizaciones, el peso base de la estructura tricotada puede estar preferiblemente entre 200 y 4.000 g/m², más preferiblemente entre 800 y 2.000 g/m².

Según aún otras realizaciones, el espesor de la estructura tricotada de refuerzo puede estar preferiblemente entre 1 y 6 mm, más preferiblemente entre 2 y 4 mm, sin suponer su espesor final después de la compresión.

Según otras realizaciones más, el producto compuesto reforzado con una estructura tricotada puede incluir, en particular, entre el 50 y el 85 % en volumen de una resina o material polimérico, preferiblemente entre el 55 y el 80 %, y más preferiblemente entre el 60 y el 75 % y entre el 15 y el 50 % en volumen de fibras de refuerzo, preferiblemente entre el 20 y el 45 %, más preferiblemente entre el 25 y el 40 %. Según una realización particular, la resina o el material polimérico se puede elegir de materiales termoplásticos tales como policarbonato, polipropileno, poliamida, poliuretano, PMMA, tereftalato de polietileno de baja densidad, poliéterimida, poliéteretercetona (PEEK), poliéter cetona cetona (PEKK) y termoestables tales como poliéster y epoxi.

La presente invención también puede referirse a un procedimiento para fabricar un producto compuesto, que puede incluir las siguientes etapas:

fabricación de una estructura tricotada según las características anteriores,

— impregnación de la estructura tricotada utilizando un procedimiento de infusión a temperatura ambiente, con un material polimérico que tiene un punto de fusión que puede ser inferior al punto de fusión del refuerzo tricotado;

consolidación del producto compuesto, preferiblemente mediante fusión de un material termoplástico o mediante polimerización de un material termoendurecible.

En realizaciones particulares, la estructura tricotada puede tener una forma 3D compleja, similar o adaptada a la forma final del producto compuesto.

Según otras realizaciones, se puede producir un tricotado de múltiples paredes tricotando varias capas simultáneamente.

Según otra realización, la estructura se puede obtener mediante un procedimiento de tricotado por urdimbre. Según aún otras realizaciones, la estructura se puede obtener mediante un tricotado de “múltiples rodillos”.

Según aún otras realizaciones, un rodillo lleva un conjunto de hilos de urdimbre que formarán una capa. Por lo tanto, puede ser necesario un rodillo por capa.

El tricotado por trama puede implicar un tricotado con doble fontura de agujas con enlaces de punto: ~ 1 por cada 100 puntadas cuadradas (es decir, casi 200 veces menos que la solución estándar según el Ejemplo 1).

Según una segunda realización, la preforma se puede producir triturando un hilo de refuerzo, introduciéndose el material polimérico en forma líquida en un molde. Según una primera realización, la preforma se puede producir tricotando un hilo mixto que comprende material polimérico y material de refuerzo.

Los siguientes ejemplos ilustran las realizaciones particulares de la invención de una manera no limitativa.

Son posibles muchos aspectos y realizaciones diferentes. Algunos de esos aspectos y realizaciones se describen en la presente memoria. Después de leer esta memoria descriptiva, los expertos en la técnica apreciarán que esos aspectos y realizaciones son solo ilustrativos y no limitan el alcance de la presente invención, que se define en las reivindicaciones adjuntas.

Ejemplos

Los conceptos descritos en el presente documento se describirán adicionalmente en los siguientes Ejemplos, que no limitan el alcance de la invención descrita en las reivindicaciones.

Ejemplo 1 (comparativo): tricotado con doble fontura de agujas con enlaces regulares entre las dos fonturas de agujas.

En las FIG. 1 y 2 se ilustra una estructura tricotada de refuerzo según este procedimiento. Como se muestra en la FIG. 1, una estructura 100 tricotada de refuerzo producida utilizando una máquina de doble fontura de agujas tiene una capa frontal 110 y una capa posterior 120. El hilo utilizado es de fibra de vidrio. Las fibras 130 de enlace (es decir, los enlaces) están dispuestas regularmente y alrededor de 2 enlaces por puntada.

El peso base es de 2897 g/m².

El número de hileras/cm es de 4,6483; el número de columnas/cm es de 3,7692.

La ventaja de un refuerzo de este tipo según la técnica anterior es que es estable porque está equilibrado entre la capa frontal y la capa posterior.

La desventaja de tal refuerzo es que los enlaces actúan como rodillos que limitan la compresibilidad del material. Si las condiciones de vacío/presión no son suficientes al inyectar el material plástico, el material compuesto resultante es más grueso. Las propiedades de volumen resultantes son inferiores. El material compuesto es más pesado o más poroso, lo que reduce aún más sus propiedades mecánicas.

Se produce un producto compuesto impregnando el refuerzo tricotado con resina de poliéster utilizando un procedimiento de infusión a temperatura ambiente.

La cantidad de fibras es del 24 % en volumen por el 76 % en volumen de resina.

Se llevan a cabo ensayos de tracción.

Las propiedades obtenidas son: un módulo de Young de 3,7-4,8 GPa y una resistencia al desgarro de 46-57 MPa.

Ejemplo 2 (comparativo): tricotado con una sola fontura de agujas.

Una estructura tricotada de refuerzo se produce con un hilo de vidrio. Solamente se utiliza una fontura de agujas. Según este procedimiento, el refuerzo es fino y tiene buenas propiedades de volumen porque es denso.

Las desventajas son que el refuerzo es inestable porque no está equilibrado entre la parte frontal y la posterior. Se enrolla sobre sí mismo. La producción del producto compuesto es más complicada puesto que el refuerzo requiere tiempo para estabilizarse/fijarse durante el drapeado en un molde.

Ejemplo 3 (según una realización de la invención): tricotado con doble fontura de agujas con enlaces espaciados entre las dos fonturas de agujas.

Una estructura 300 tricotada de refuerzo se produce utilizando una máquina de doble fontura de agujas para obtener una capa frontal 310 y una capa posterior 320. El hilo utilizado es de fibra de vidrio.

Los enlaces 330 entre las dos capas se realizan mediante una técnica de enlace de carga conocida.

Esta técnica consiste en realizar, para cada enlace, una media elevación de una aguja de uno de las dos fonturas de agujas, lo que hace que la fibra se agarre sin formar una puntada. La densidad de enlace es de alrededor de 1 por 45 puntadas cuadradas.

La FIG. 5 ilustra el tricotado obtenido.

Las dos capas son independientes excepto en los puntos de enlace. En esta realización ilustrativa, las capas están hechas de tejido de punto. El enlace se realiza cargando la fibra de la piel 1 a la piel 2.

El peso base es de 2868 g/m².

El espesor es de 3 mm en reposo.

El número de hileras/cm es de 4,4079; el número de columnas/cm es de 3,8569.

Se produce un producto compuesto impregnando la estructura tricotada de refuerzo con una resina de poliéster utilizando un procedimiento de infusión a temperatura ambiente.

La cantidad de fibras es del 34 % en volumen por el 66 % en volumen de resina.

Se llevan a cabo ensayos de tracción.

Las propiedades obtenidas son: un módulo de Young de 7 a 8 GPa y una resistencia al desgarro de 80 a 90 MPa.

Ejemplo 4 (según una realización de la invención): tricotado con doble fontura de agujas con enlaces espaciados entre las dos fonturas de agujas.

Enlace como se muestra en la FIG. 6 con una puntada.

La FIG. 6 ilustra la producción de una estructura tricotada de refuerzo que comprende dos capas y enlaces. La densidad de enlace es de alrededor de 1 por 45 puntadas cuadradas.

El hilo utilizado es del tipo vidrio.

Las dos capas son independientes excepto en los puntos de enlace. En este caso, las capas están hechas de tejido de punto. El enlace se realiza mediante una puntada de la fibra de capa 1 en la fontura de agujas opuesta. En este punto, para mantener el mismo número de puntadas entre las dos capas, no se tricota (flota) ninguna puntada en la capa 2.

El peso base es de 2868 g/m².

El espesor es de 3 mm en reposo.

El número de hileras/cm es de 4,4079; el número de columnas/cm es de 3,8569.

Se produce un producto compuesto impregnando la estructura tricotada de refuerzo con una resina de poliéster utilizando un procedimiento de infusión a temperatura ambiente.

La cantidad de fibras es del 34 % en volumen por el 66 % en volumen de resina.

Se llevan a cabo ensayos de tracción.

Las propiedades obtenidas son: un módulo de Young de 7 a 8 GPa y una resistencia al desgarro de 80 a 90 MPa.

Las estructuras tricotadas de refuerzo de los productos compuestos según la presente invención tienen muchas ventajas:

La estructura de refuerzo es estable porque está equilibrada entre la capa frontal y la capa posterior. Se puede configurar fácil y rápidamente.

La estructura de refuerzo es muy compresible con buenas propiedades de volumen porque es densa.

Una estructura de refuerzo que incluye dos capas confiere al producto final propiedades equivalentes a las de dos estructuras de refuerzo con una sola fontura de agujas; por consiguiente, se reduce el tiempo de drapeado.

REIVINDICACIONES

1. Un producto compuesto que comprende una resina y una estructura (300) de refuerzo tricotada, teniendo la estructura (300) tricotada al menos dos capas (310, 320), conectadas por enlaces (330); **caracterizado porque** la densidad de enlace (330) está entre un enlace (330) por 40 puntadas cuadradas y un enlace (330) por 10.000 puntadas cuadradas.
2. El producto según la reivindicación 1, **caracterizado por que** la estructura (300) tricotada se produce a partir de una fibra de un material de refuerzo elegido de vidrio, carbono, basalto, cuarzo, para-aramida, meta-aramida, polipropileno, poliamida, tereftalato de polietileno, poliéster, lino, cáñamo, termoplásticos, tales como poliéterimida, poliéteretercetona (PEEK), poliéter cetona cetona (PEKK), sulfuro de fenileno (PPS).
3. El producto según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** la densidad de enlace (330) está entre un enlace (330) por 100 puntadas cuadradas y un enlace (330) por 5.000 puntadas cuadradas, preferiblemente entre un enlace (330) por 200 puntadas cuadradas y un enlace (330) por cada 1.000 puntadas cuadradas.
4. El producto según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** la estructura (300) tricotada se obtiene mediante una técnica de tricotado por trama.
5. El producto según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** la estructura (300) tricotada se obtiene mediante una técnica de tricotado por trama rectilíneo.
6. El producto según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** la estructura (300) tricotada tiene una forma tridimensional adaptada a la forma del producto compuesto.
7. El producto según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende entre el 55 y el 85 % en volumen de resina, en particular, de material polimérico, y entre el 15 y el 45 % en volumen de fibras de refuerzo.
8. El producto según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** la resina es un material polimérico elegido de materiales termoplásticos tales como policarbonato, polipropileno, poliamida, poliuretano, PMMA, tereftalato de polietileno de baja densidad, poliéterimida, poliéteretercetona (PEEK), poliéter cetona cetona (PEKK) y materiales termoendurecibles tales como poliéster y epoxi.
9. Un procedimiento para fabricar un producto compuesto según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** comprende las siguientes etapas:
 - fabricación de una estructura (300) tricotada,
 - impregnación de la estructura (300) tricotada según un procedimiento de impregnación con un material polimérico,
 - consolidación del producto compuesto.
10. El procedimiento de fabricación según la reivindicación 9, **caracterizado por que** el material polimérico es un material termoplástico, llevándose a cabo la etapa de consolidación por fusión del material termoplástico.
11. El procedimiento de fabricación según la reivindicación 9, **caracterizado por que** el material polimérico es un material termoendurecible, llevándose a cabo la etapa de consolidación por polimerización del material termoendurecible.

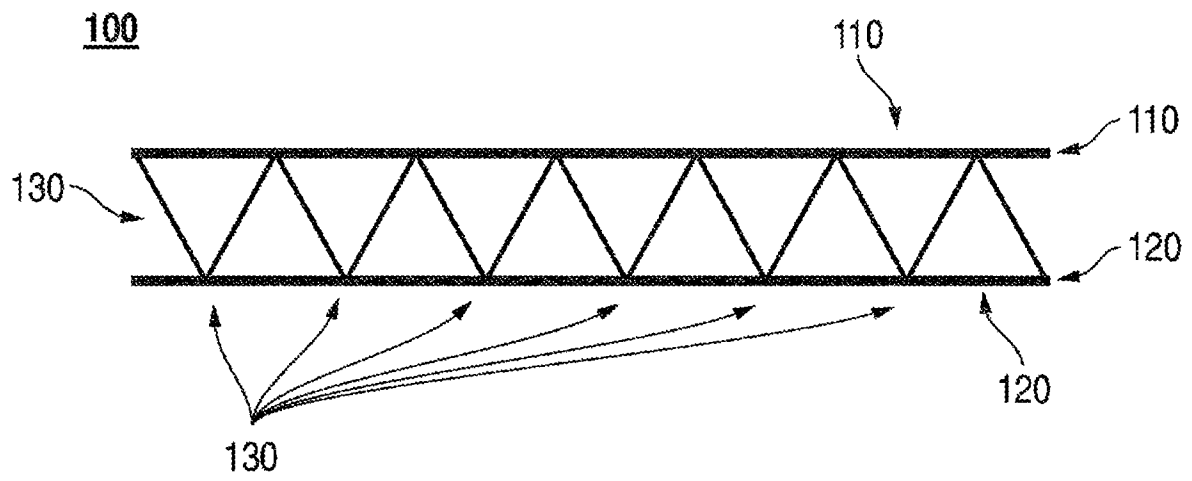


Figura 1

100

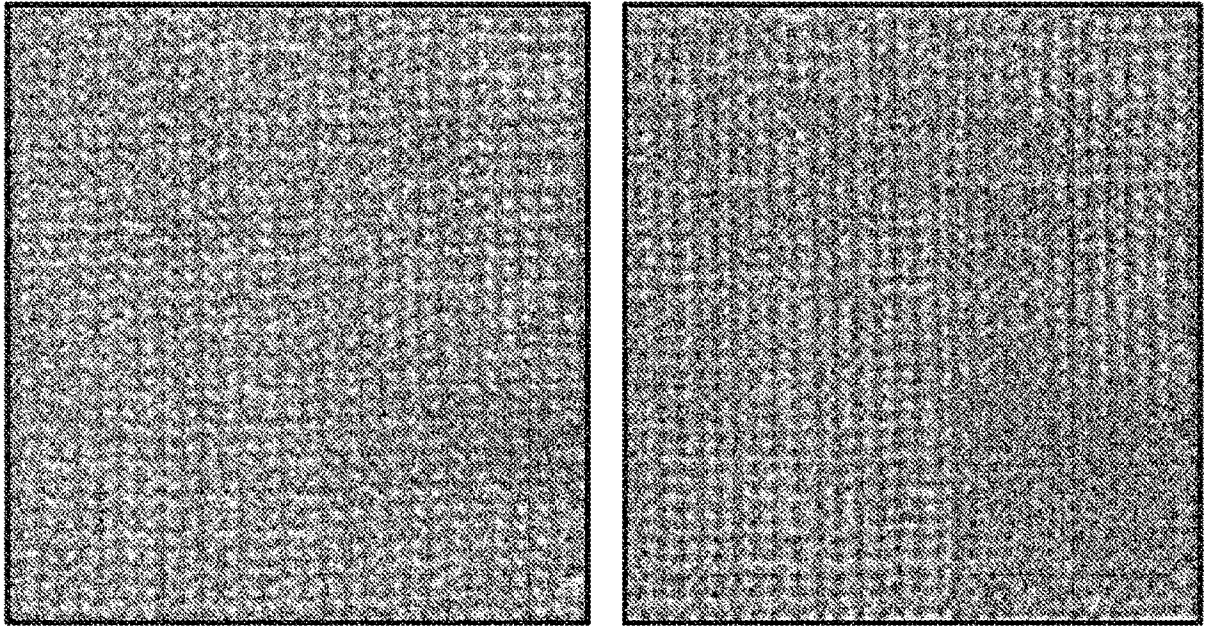


Figura 2

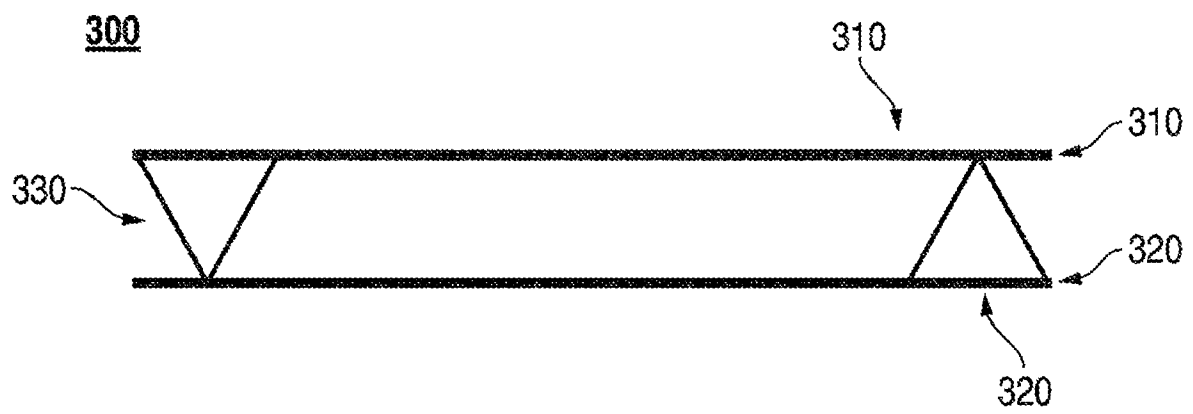


Figura 3

300

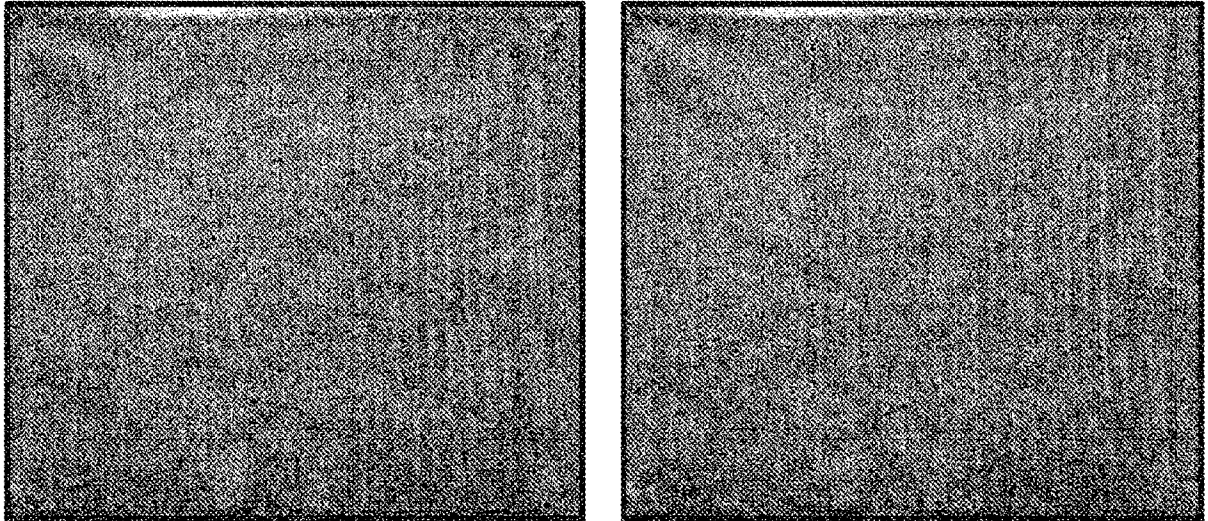


Figura 4

500

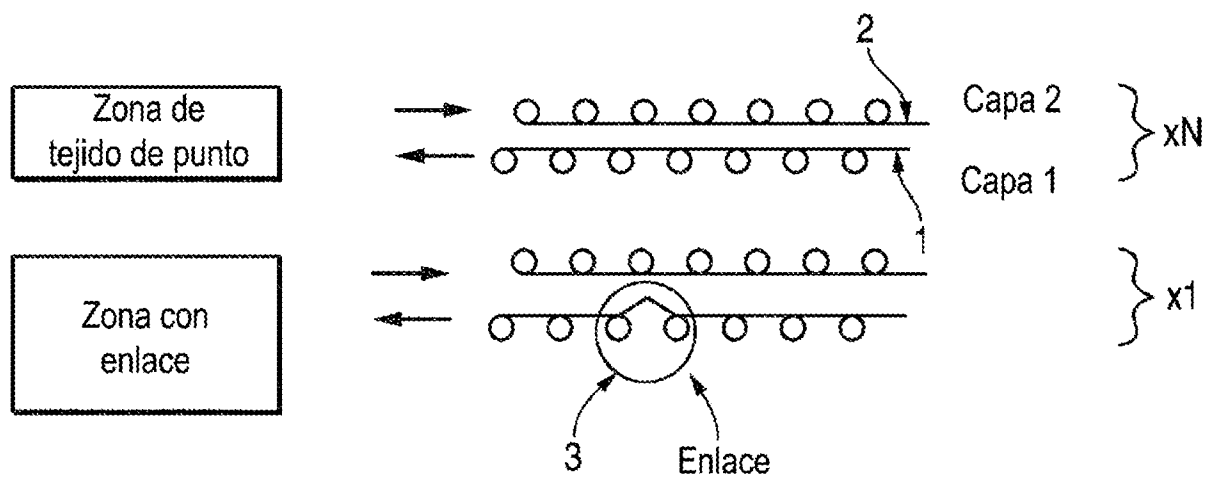


Figura 5

600

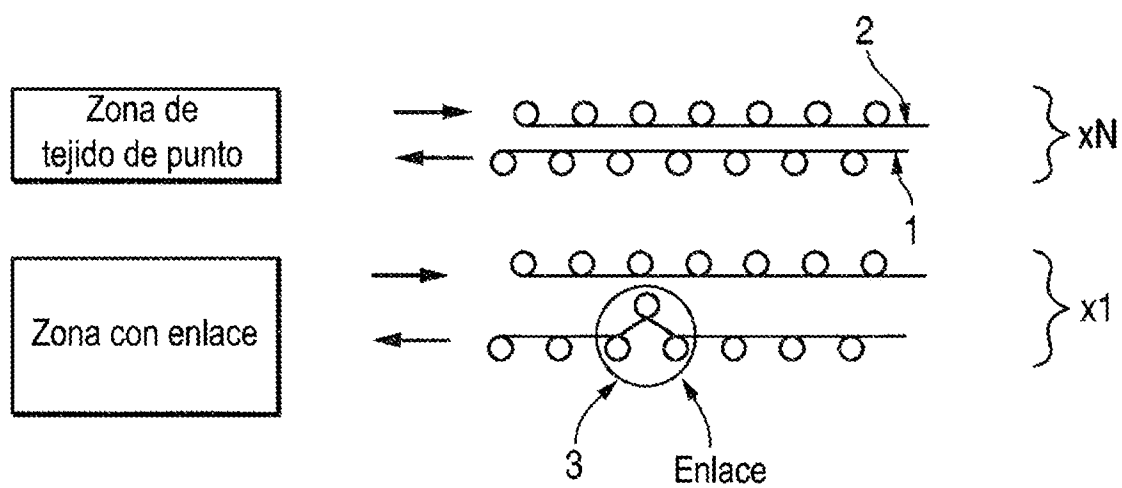


Figura 6