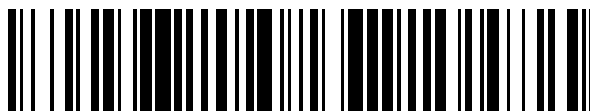


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 687 718**

51 Int. Cl.:

B29C 70/22 (2006.01)

B29B 11/16 (2006.01)

D04H 1/645 (2012.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **14.10.2014 E 14003514 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **27.06.2018 EP 2873515**

54 Título: **Procedimiento para la producción de productos semiacabados de fibras compuestas**

30 Prioridad:

22.10.2013 DE 102013017450

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

26.10.2018

73 Titular/es:

**AIRBUS DEFENCE AND SPACE GMBH (50.0%)
Willy-Messerschmitt-Straße 1
85521 Ottobrunn, DE y
AIRBUS HELICOPTERS DEUTSCHLAND GMBH
(50.0%)**

72 Inventor/es:

**METZNER, CHRISTIAN y
BEIER, UWE**

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 687 718 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Procedimiento para la producción de productos semiacabados de fibras compuestas

La invención se refiere a un procedimiento para la producción de productos semiacabados de fibras compuestas.

5 Para la producción de productos semiacabados de fibras compuestas es conocido depositar hilos, o bien fibras, que actuarán como fibras de refuerzo en el producto semiacabado, a modo de ejemplo por medio de técnica de trenzado, en núcleos de trenzado para producir de este modo un producto preformado, es decir, un producto semiacabado de fibras compuestas, que se infiltra con material de matriz en un procedimiento subsiguiente para poder producir de este modo un componente de fibras compuestas. Tales procedimientos de trenzado se describen, a modo de ejemplo, en los documentos DE 10 2009 032 005 A1 y DE 10 2008 052 668 A1.

Alternativamente, también se pueden generar productos semiacabados de fibras compuestas en forma de tejidos o esterillas.

15 En todos los procesos de producción textiles citados es conocida la estabilización de productos textiles introduciéndose hilos, a modo de ejemplo de nylon (PA, poliamida) o poliéster (PET, tereftalato de polietileno) en el trenzado/tejido/esterilla, adicionalmente a las fibras de refuerzo. Esto es conocido, a modo de ejemplo, por el documento DE 10 2004 017 311 A1. Un método alternativo es la introducción de vellones termoplásticos en las capas intermedias, en la mayor parte de los casos formados por PA, como se describe, a modo de ejemplo, en el documento EP 1 473 132 A2.

20 La Fig. 14 muestra tal producto semiacabado textil de fibras compuestas 10 según el estado de la técnica. En este caso, las fibras de refuerzo 12 están dispuestas unidireccionalmente en el producto semiacabado de fibras compuestas 10. Para mantener las fibras de refuerzo 12 en su posición hasta el paso de infiltración, transversalmente a las fibras de refuerzo 12 está dispuesto un hilo 100, formado casi siempre por Serafil 200-2 102 o Grilon K85 104, hilos 100, que muestran buenas propiedades para este empleo.

25 La introducción de los citados hilos produce frecuentemente una reducción de los valores característicos mecánicos del componente de fibras compuestas acabado, como se describe, a modo de ejemplo, en el artículo aún no publicado hasta la fecha C. Metzner, U. Beier, P. Middendorf (2013), "A study on the mechanical influence of thermoplastic support-yarns for unidirectional braids".

30 El documento EP 1 908 586 A1, que da a conocer el objeto del concepto genérico de la reivindicación 1, se ocupa de un procedimiento para la producción de laminados, en el que se colocan bandas unidireccionalmente en una capa, y a continuación se coloca una segunda capa de bandas de dirección unilateral sobre la primera. A continuación se pegan entre sí ambas capas, estando presentes fibras de refuerzo que se pueden introducir sobre al menos una superficie del laminado a producir. El documento US 2012/0237707 A1 da a conocer un material compuesto en el que se entrelazan bandas entre sí, y a continuación se impregnan las mismas en un material de matriz. En este caso, las bandas están constituidas por una capa de material tejido, que está pegada a una capa de material no tejido, en especial material polimérico.

Por lo tanto, es tarea de la invención proponer un producto semiacabado de fibras compuestas, a través del cual se pueden obtener los valores característicos mecánicos mejorados en el componente de fibras compuestas.

Esta tarea se soluciona mediante un procedimiento para la producción de tales productos semiacabados de fibras compuestas según la reivindicación 1.

40 Son objeto de las reivindicaciones subordinadas acondicionamientos ventajosos de la invención. Un procedimiento para la producción de productos semiacabados de fibras compuestas presenta los siguientes pasos:

a) producción de cintas laminares con los pasos

a1) puesta a disposición de un material laminar;

a2) corte del material laminar para la generación de las cintas laminares;

45 a3) estiramiento de las cintas laminares con una carga de tensión definida y/o una carga de temperatura definida.

b) Puesta a disposición de fibras de refuerzo;

- c) disposición de cintas laminares y fibras de refuerzo, de modo que las fibras de refuerzo son unidireccionales y las cintas laminares estabilizan a las fibras de refuerzo en su posición en el producto semiacabado de fibras compuestas,

5 configurándose el producto semiacabado de fibras compuestas como tejido con las fibras de refuerzo como hilos de urdimbre, y las cintas laminares como hilos de trama o como esterilla con fibras de refuerzo esencialmente paralelas, que están tricotadas con una capa opuesta de cintas laminares, o como trenzado, en el que las fibras de refuerzo se conducen en un primer sentido, y las cintas laminares se conducen en un segundo sentido opuesto al primer sentido.

10 Las cintas laminares y fibras de refuerzo se disponen en especial de modo que las fibras de refuerzo sean unidireccionales en cualquier capa de fibras de refuerzo.

Se propone emplear cintas laminares como hilo auxiliar no soporte en un producto semiacabado de fibras compuestas. En este caso, el producto semiacabado de fibras compuestas presenta una pluralidad de fibras de refuerzo dispuestas unidireccionalmente, así como cintas laminares para la estabilización de la posición de las fibras de refuerzo en el producto semiacabado de fibras de refuerzo.

15 En productos semiacabados de fibras de refuerzo conocidos, que se generan, a modo de ejemplo, como trenzado, esterilla o tejido, se emplean hilos auxiliares, es decir, haces de fibras con sección transversal redonda, casi siempre de nylon o poliéster, para mantener las fibras de refuerzo en su posición en el producto semiacabado de fibras compuestas. Alternativamente, a tal efecto ahora se propone emplear cintas laminares en lugar de hilos con sección transversal redonda, es decir, productos más planos, en forma de banda. Frente a los hilos redondos habituales, 20 éstos traen la ventaja de ondular las fibras de refuerzo con menor intensidad que los hilos debido a su geometría plana, y de este modo se puede obtener una rigidez mejorada del componente de fibras compuestas acabado tras infiltración con el material de matriz.

Las fibras de refuerzo se seleccionan preferentemente a partir de un grupo que comprende fibras de carbono, fibras de vidrio, fibras de aramida y fibras Kevlar.

25 La cinta laminar se forma preferentemente con un material que es insoluble en el material de matriz durante un proceso de infiltración de un producto semiacabado de fibras compuestas. De este modo se puede mantener ventajosamente una distribución definida y reproducible de las cintas laminares en el producto semiacabado de fibras compuestas también durante la infiltración con el material de matriz. A modo de ejemplo, como material de matriz se emplea frecuentemente Hexflow RTM6, de modo que la cinta laminar se forma preferentemente a partir de 30 un material que es insoluble en esta sustancia a temperaturas por debajo de la temperatura de impregnación.

De modo especialmente preferente, el material de las cintas laminares se selecciona de modo que presente una temperatura de transición vítrea mayor que 120°C, en especial entre 120°C y 200°C, en un componente de fibras compuestas. Éste presenta esta temperatura de transición vítrea en el caso de una humedad de > 85 % de humedad relativa.

35 Además es preferente que el material de las cintas laminares se disuelva y/o se funda durante el proceso de endurecimiento para el fraguado del material de matriz. Por consiguiente, de este modo se puede conseguir ventajosamente que en el componente de fibras compuestas se puedan obtener ondulaciones en las fibras de refuerzo claramente reducidas en comparación con el empleo de los hilos habituales, de modo que se puede obtener ventajosamente una rigidez de componente elevada.

40 De modo especialmente preferente, el material de la cinta laminar se selecciona de modo que tenga un módulo E similar, o bien una resistencia similar a la de un material de matriz seleccionado para una infiltración, a modo de ejemplo Hexflow RTM6. Por consiguiente, preferentemente se pueden evitar puntos débiles interlaminares en el componente acabado.

45 La cinta laminar se forma preferentemente con un polímero termoplástico, ya que los termoplásticos se pueden estirar ventajosamente para dar láminas, que se pueden elaborar entonces de manera sencilla por medio de técnica de corte, preferentemente para dar cintas laminares más estrechas. El material termoplástico se selecciona, a modo de ejemplo, a partir del grupo que comprende poliimida (PI), polieterimida (PEI), polietersulfona (PES), polieteretersulfona (PEES), poliamida (PA), polisulfona (PSU) y polifenilsulfona (PPS), materiales que se encuentran disponibles ventajosamente como bobinas.

50 El material termoplástico presenta preferentemente cadenas poliméricas orientadas a lo largo de una extensión longitudinal de la cinta laminar. Es especialmente preferente que el material termoplástico presente una estructura

crystalina. De este modo, la cinta laminar presenta ventajosamente una resistencia específica más elevada que cuando el material termoplástico se presenta en estado amorfo en la cinta laminar.

5 La cinta laminar extendida presenta preferentemente cantos redondeados, de modo que se puede reducir ventajosamente un deterioro de fibras potencial de las fibras de refuerzo en el producto semiacabado de fibras compuestas en contacto con los bordes de la cinta laminar.

De modo más preferente, la cinta laminar extendida presenta microgrietas en el interior, de modo que la superficie de la cinta laminar aumenta ventajosamente, y se posibilita una unión mejorada con el material de matriz a infiltrar.

En una forma de realización especialmente preferente, la cinta laminar se extiende a una extensión de grosor de 3 μm a 30 μm y/o una extensión en anchura de 0,2 mm a 3 mm.

10 Si el producto semiacabado de fibras compuestas está configurado como trenzado, es preferente que el trenzado presente varias capas de trenza.

Es especialmente preferente que las cintas laminares se dispongan esencialmente en sentido perpendicular, en especial en un ángulo de 45° a 90°, respecto a las fibras de refuerzo en el producto semiacabado de fibras compuestas.

15 Preferentemente se elabora un material laminar amorfo con 5 μm a 50 μm de grosor de lámina.

De modo más ventajoso, en el paso a2) se genera la cinta laminar con una extensión en anchura de 0,5 mm a 7 mm.

20 De modo especialmente preferente, la carga de temperatura en el paso a3) se selecciona en un intervalo de 30° C a 250° C. De este modo se obtiene preferentemente una resistencia a la tracción máxima, y ventajosamente un proceso de extensión reproducible.

Ventajosamente, la carga de tensión en el paso a3) se selecciona de modo que las cintas laminares se dupliquen esencialmente en su extensión longitudinal, se reduzcan a la mitad en su extensión de grosor, y se reduzcan en aproximadamente 2/3 en su extensión en anchura.

25 De modo más preferente, el paso a2) se lleva a cabo antes del paso a3), ya que de este modo se mantiene la elaborabilidad de las cintas laminares.

A continuación se explica más detalladamente un ejemplo de realización de la invención por medio de dibujos adjuntos. En éste muestra:

- la Fig. 1 un producto semiacabado de fibras compuestas con cintas laminares para la estabilización de fibras de refuerzo dispuestas unidireccionalmente;
- 30 la Fig. 2 un producto semiacabado con fibras de refuerzo y material de matriz;
- la Fig.3 la morfología de una cinta laminar de la Fig. 1 antes (a)) y después (b)) de una extensión de la cinta laminar;
- la Fig. 4 la calidad de bordes de la cinta laminar de la Fig. 3 antes (a)) y después (b)) de una extensión de la cinta laminar;
- 35 la Fig. 5 un diagrama que representa la resistencia a la tracción de diversos materiales;
- la Fig. 6 otro diagrama que compara las resistencias a la tracción de diversos materiales entre sí;
- la Fig. 7 un diagrama que representa el ángulo de ondulación de las fibras de refuerzo en el caso de empleo de diversos materiales;
- la Fig. 8 una micrografía de recalcado en el caso de empleo de Serafil 200-2 como hilo auxiliar;
- 40 la Fig. 9 una micrografía de recalcado en el caso de empleo de Grilon K85 como hilo auxiliar;
- la Fig. 10 una micrografía de recalcado en el caso de empleo de cintas laminares de PEI como hilo auxiliar;

- la Fig. 11 un diagrama que representa las resistencias a la tracción en el caso de empleo de diversos materiales;
- la Fig. 12 un diagrama que representa las superficies dañadas tras impacto en el caso de empleo de cintas laminares de diversos materiales;
- 5 la Fig. 13 un diagrama que representa la resistencia a la presión residual en el caso de empleo de cintas laminares de diversos materiales; y
- la Fig. 14 un producto semiacabado de fibras compuestas según el estado de la técnica.

La Fig. 1 muestra un producto semiacabado de fibras compuestas 10, que presenta una pluralidad de fibras de refuerzo dispuestas unidireccionalmente 12, así como cintas laminares 14, para mantener en posición las fibras de refuerzo 12 en el producto semiacabado de fibras compuestas 10.

El producto semiacabado de fibras compuestas 10 está configurado como tejido 16, empleándose las fibras de refuerzo 12 como hilos de urdimbre 18 y las cintas laminares 14 como hilos de trama 20. No obstante, el producto semiacabado de fibras compuestas 10 también puede estar configurado como esterilla 21, siendo las fibras de refuerzo 12 sensiblemente paralelas, y formando las cintas laminares 14 una capa opuesta para generar de este modo lazos 22, con los que se pueden tricotar las fibras de refuerzo 12. En el caso de las esterillas 21, las cintas laminares 14 no están tejidas, sino que se presentan como capa que se une por medio de técnica de costura. Si el producto semiacabado de fibras compuestas 10 está configurado alternativamente como tenzado 23, éste se forma mediante técnica de trenzado habitual, conduciéndose las fibras de refuerzo 12 en un sentido opuesto a las cintas laminares 14.

La Fig. 2 muestra un corte de un componente de fibras compuestas 24, que se ha generado mediante infiltración del producto semiacabado de fibras compuestas 10 con un material de matriz 26, y subsiguiente endurecimiento.

El material de las cintas laminares 14 en la Fig. 1 tiene un módulo E similar, o bien una resistencia similar a la del material matriz 26, a modo de ejemplo Hexflow RTM6 28. Son materiales apropiados materiales termoplásticos 30, como por ejemplo poli(eter)imida (PI, PEI) 32, polietersulfona (PES) 34, polieteretersulfona (PEES) 36, poliamida (PA) 38, polisulfona (PSU) 40 und polifenilsulfona (PPS) 42.

Para la producción de las cintas laminares 14 se pone a disposición uno de los citados materiales como material laminar 44, como se representa en la Fig. 3a. El material laminar amorfo 44 producido de este modo se corta, es decir, se divide a continuación, para formar las cintas laminares 14. Éstas cintas laminares 14 se extienden a continuación con una carga de tensión definida, o bien bajo una determinada carga de temperatura, de modo que se produce una estructura 46 con cadenas poliméricas orientadas, mostrada en la Fig. 3b. En la estructura orientada 46, las cadenas poliméricas 48 en el material laminar 44 están orientadas, o bien dirigidas a lo largo de una extensión longitudinal l de la cinta laminar 14.

Mediante la extensión de las cintas laminares 14 se modifica también la estructura en uno, o bien en los cantos 50 de las cintas laminares 14. Como se puede observar en la Fig. 4a, las cintas laminares 14 de material laminar 44 que se encuentra aún en estado amorfo presentan cantos agudos, bastos 52. Por el contrario, las cintas laminares extendidas 14 presentan cantos redondeados 54. Además, como se puede observar en la Fig. 4b, se pueden formar microgrietas 56 en las cintas laminares 14 en sentido longitudinal, que aumentan la superficie de las cintas laminares 14 y, por consiguiente, ofrecen una unión mejorada tras la infusión con material matriz 26.

La Fig. 5 muestra un diagrama en el que se comparan diversos hilos 100, como Serafil 200-2 102, Grilon K85 104, PES_1 58 y PES_2 60 con diferentes materiales de cinta laminar, como polisulfona 40 y polieterimida 32. En este caso se representa la resistencia a la tracción por material en N frente al peso por metro de hilo/título en tex. La línea discontinua muestra la resistencia a la tracción mínima según la experiencia para trenzados unidireccionales 23. Para polisulfona 40 y polieterimida 32, en la zona derecha rodeada se representa el estado de partida, es decir, antes de extensión de las cintas laminares 14, y en la zona izquierda rodeada se representa el estado final, es decir, tras extensión de las cintas laminares 14.

La Fig. 6 muestra un diagrama de barras para la representación de la resistencia a la tracción en N/mm² (barras rellenas) y el grosor específico en cN/dtex (barras no rellenas) para diversos materiales, En este caso, en las series A a D se muestran los valores para las cintas laminares 14 empleadas. En este caso, en la serie A se muestran los valores para una película de polieterimida no extendida, en la serie B se muestran los valores para una película de polieterimida extendida. Análogamente, las series C y D muestran los valores para una película de polisulfona no extendida, o bien una película de polisulfona extendida.

Las series E y F muestran los valores para hilos optimizados para el proceso de elaboración, esto es, Grilon K85 104

(serie E) y Serafil 200-2 102 (serie F). Las series G a I muestran los valores característicos mecánicos de hilos optimizados, esto es, PES_2 60 (serie G), PES_1 58 (serie H) y PEI 32 (serie I).

5 La Fig. 7 muestra una estimación del ángulo de ondulación en trenzados unidireccionales 23, es decir, la orientación incorrecta máxima de las capas de fibras de refuerzo 12 respecto a un producto semiacabado de fibras compuestas 10, en las que se han empleado hilos 100 habituales, como Serafil 200-2 102 y Grilon K85 104, como también en aquellas en las que se ha empleado lámina de polieterimida 32.

10 La Fig. 8 muestra una micrografía de recalcado para empleo de Serafil 200-2 102 en un producto semiacabado de fibras compuestas 10. La Fig. 9 muestra una micrografía de recalcado para el empleo de Grilon K85 104 en un producto semiacabado de fibras compuestas 10. La Fig. 10 muestra el empleo de cintas laminares 14 de lámina de polieterimida 32 en un producto semiacabado de fibras compuestas 10. En todas las micrografías de recalcado se selecciona la proporción altura 1x, anchura x 0,1.

15 La Fig. 11 muestra un diagrama de barras que muestra las resistencias a la presión de trenzados unidireccionales 23 a temperatura ambiente y a 90°C en función de los materiales empleados. En este caso, las resistencias a la presión se indican en MPa. Los diagramas rellenos muestran trenzados 23 a 90°C en estado seco, las barras no rellenas muestran trenzados 23 a temperatura ambiente. En este caso, la barra I muestra la referencia de fibras compuestas unidireccionales, es decir, con el material de matriz 26 Hexflow RTM6. Las siguientes barras representan la resistencia a la tracción de trenzado unidireccional 23 con los mismos parámetros de fabricación y fibras de refuerzo 12, pero diferentes hilos de apoyo 100. La barra I muestra Serafil 200-2 102 con una proporción másica de un 1,3 % del valor de RTM6. La barra III muestra Grilon K85 104 con una proporción másica de un 2,9 % del valor de RTM6. La barra IV muestra una película de polisulfona 40 con una proporción másica de un 11,4 % del valor de RTM6. La barra V muestra los valores de la película de polieterimida 32, con un valor de un 10,3 % del valor de RTM6. Las cintas laminares 14 (barras IV y V) muestran una mejora frente a los hilos 100 según el estado de la técnica (barras II y III) en especial a 90°C, como se ilustra mediante la zona rodeada.

25 La Fig. 12 muestra las superficies dañadas tras un ensayo de impacto según AITM 1.0010, representándose las superficies dañadas en mm² frente a la energía de influencia en J. Las cruces muestran el diagrama para una referencia, mostrando los cuadrados los resultados para láminas de polieterimida 32 y los triángulos los resultados para láminas de polisulfona 40.

30 La Fig. 13 muestra la resistencia a la presión residual de productos semiacabados de fibras compuestas 10 según el ensayo de impacto conforme a la norma AITM 1.0010. En este caso se aplica la resistencia a la presión residual en MPa frente a la influencia de impacto en J. Las cruces muestran los valores de una referencia, mientras que los cuadrados muestran los valores de una cinta laminar 14 de polieterimida 32, y los triángulos muestran los valores de una cinta laminar 14 de polisulfona 40.

35 Por consiguiente, en este caso se describen láminas cortadas en forma de cintas laminares 14 para la producción de productos semiacabados de fibras textiles 10 para componentes de fibras compuestas 24 con valores característicos mejorados.

40 Actualmente se adaptan y se desarrollan procesos textiles conocidos, como tejeduría o también trenzado, para producir componentes de fibras compuestas 24 económicos para aviones civiles. Por medio de procesos textiles, directamente a partir de las fibras de refuerzo 12 se producen los productos preformados de fibras, que se impregnan con la matriz de material de matriz 26 y se endurecen en el horno en un paso ulterior. Para la estabilización de los productos textiles, de los hilos técnicos de proceso se emplean casi siempre hilos 100 y filamentos de nylon (PA) o poliéster (PET), que ocasionan, no obstante, una reducción de los valores característicos mecánicos en el componente endurecido 24, como se describe en Metzner, U. Beier, P. Middendorf (2013), "A study on the mechanical influence of thermoplastic support-yarns for unidirectional braids", versión DRAFT (véase anexo 1).

45 Por el contrario, habría cargas para mejorar, o bien al menos no influir negativamente sobre los valores característicos mecánicos, en especial la tenacidad al impacto, con aditivos constituidos por materiales poliméricos. A tal efecto se pueden mezclar directamente en el sistema resínico, por ejemplo, polvos de PEI 32, PES 36, PSU 40 o similares, o se puede introducir los mismos en el producto preformado de fibras para aumentar la tenacidad de la matriz en el componente endurecido 24. Esto se describe, a modo de ejemplo, en L.-J. Vandi, M. Hou, et al. (2012); Interphase diffusion and morphology of aerospace grade epoxy co-cured with thermoplastic polymers; ICAS 2012 y M. Zhang (2003), A review of the Epoxy resin toughening, PhD Syracuse University.

50 Por lo demás se ha demostrado que la introducción de vellones termoplásticos en las capas intermedias (casi siempre PA 38, descritos en el documento EP 1 473 132 A2) es un método convenientemente apropiado para la mejora de la tolerancia a daños.

ES 2 687 718 T3

Por consiguiente, sería conveniente optimizar los hilos auxiliares no soporte 100 de modo que se cumplieran los siguientes requisitos del proceso de fabricación textil y del componente endurecido 24:

1. Requisitos del proceso de fabricación textil:

- alta resistencia a la tracción;
- 5 • menor diámetro de hilo;
- baja fricción;
- sección transversal plana para reducir la ondulación de fibras en las fibras de refuerzo 12.

2. Requisitos en el hilo auxiliar en el componente 24:

- 10 • distribución reproducible de manera definida, es decir, sin disolución en la matriz durante la infusión (eliminación por lavado);
- buena unión con la matriz, es decir, disolución o desintegración, o bien fusión del hilo auxiliar 100, deseable durante el proceso de endurecimiento (superficie activa);
- alta resistencia química;
- $T_g > \text{aprox. } 120 \text{ }^\circ\text{C}$ (en húmedo) en el compuesto;
- 15 • alta tenacidad al choque/impacto, resistencia modular al nivel de la matriz, para evitar puntos débiles interlaminares.

Polímeros como PEI 32, PSU 40, o también PES 34, muestran como hilo 100 una menor elaborabilidad respecto a resistencia a la tracción que los materiales laminares 44, como se desprende de la Fig. 6. Por el contrario, los citados termoplásticos, es decir PEI 32 y PSU 40, se pueden extender convenientemente para dar láminas, que se pueden elaborar a continuación por medio de técnica de corte para dar cintas laminares 14 estrechas. Un procedimiento para la producción de cintas laminares 14 puede ofrecer el siguiente aspecto:

- 20 1. producción de material laminar a partir de un polímero seleccionado (por ejemplo polietersulfona 34, polieteretersulfona 36, polieterimida 32, polisulfona 40, polifenilsulfona 42, poliamidas 38 o también PES 34/PEES 36) para dar un intervalo de grosores habitual de $10 \mu\text{m}$ a $50 \mu\text{m}$;
- 25 2. corte de la lámina para dar cintas laminares 14 (0,5 mm a 7 mm);
- 3. proceso de estiramiento, es decir, extensión, a tensión y temperaturas definidas para dar cintas laminares 14 estiradas, con lo cual se modifican de manera reproducible la sección transversal, la morfología, la resistencia a la tracción.

Estas cintas laminares 14 se pueden emplear como nuevos hilos auxiliares 100 durante el proceso textil, como por ejemplo trenzado (unidireccional) UD (véase la Fig. 11), y de modo adicional funcionalizar positivamente el componente endurecido 24. Mediante el proceso de estiramiento se reduce por una parte el grosor y la anchura de lámina, mientras que la resistencia a la tracción aumenta claramente. Como motivo de ello se puede citar la orientación de las cadenas poliméricas 48. Además de las modificaciones primarias, como alta resistencia a la tracción, la cinta estirada 14 muestra también otras mejoras secundarias:

- 35 • un aumento de la orientación de las cadenas poliméricas 48 puede mejorar la estabilidad frente a medios agresivos, por lo cual se puede reducir ventajosamente una posible eliminación por lavado de los aditivos funcionalizados durante la infusión de la resina.
- Durante el proceso de estiramiento se producen microgrietas 56 en la cinta 14 en el sentido del estiramiento, con lo cual se mejora la unión tras la infusión de la resina mediante aumento de la superficie.
- 40 • Los cantos agudos 52 de la cinta laminar 14 cortada se redondean claramente mediante el proceso de estiramiento, con lo cual se reduce el deterioro de fibras en el proceso de elaboración textil.

- El proceso de estiramiento incrementa la resistencia longitudinal y la rigidez, pero también aumentan los valores característicos en sentido transversal, por lo cual se reducen torsiones y dobleces durante el proceso textil.

Como posibles campos de empleo para cintas laminares 14 cortadas funcionalizadas se pueden citar, entre otros, las siguientes técnicas textiles:

5 1. Tejido UD 16:

En el ejemplo Hexflow RTM6 28 se emplean hilos de fibra de vidrio 100 como trama 20. Mediante la estructura del tejido se generan ondulaciones de fibras respecto al grosor de los hilos 100, o bien no se pueden obtener funciones adicionales en el componente endurecido 24 mediante la selección del material del hilo. Por una parte, las cintas laminares delgadas 14 como hilos de trama 20 podrían reducir la ondulación de fibras, o bien modificar adicionalmente la matriz a tenacidad al impacto.

2. Esterilla 21:

Las esterillas 21 se consolidan por medio de agentes aglutinantes, lo que se consigue, por ejemplo, mediante retículo de BAFATEX o también mediante tricotado. Para tricotar esterillas 21 de 0° es necesaria una capa opuesta para la formación de lazos 22, para lo cual ofrecen una solución cintas laminares 14 onduladas. En caso dado, las cintas laminares 14 pueden obtener una menor mejora de la tenacidad de rotura en este ejemplo de aplicación.

3. Trenzado UD 23:

Sustitución para hilos de apoyo 100 previos como se describe a continuación.

Las cintas laminares estiradas 14 son empleables en principio como perfeccionamiento de los hilos de apoyo 100 para el proceso de trenzado UD. Los actuales hilos de apoyo 100 estándar Serafil 200-2 102 (PET), o bien también Grilon K85 104 (Co-PA), muestran una elaborabilidad extraordinaria debido a su buena resistencia a la tracción específica, pero por motivos individuales reducen los valores característicos mecánicos, en especial las resistencias a la presión y al empuje a temperaturas y humedad elevadas, como se describe, por ejemplo, en C. Metzner, U. Beier, P. Middendorf (2013), A study on the mechanical influence of thermoplastic support-yarns for unidirectional braids versión DRAFT (véase anexo 1). Mediante el diámetro de hilo relativamente elevado, de aproximadamente 100 µm, las fibras de refuerzo 12 se ondulan en gran medida ya durante el depósito de las fibras, con lo cual se reduce la rigidez del componente. Grilon K85 104 se funde durante el proceso de producción, con lo cual se puede destensar en cierta medida la ondulación de fibras, e influir ventajosamente sobre las resistencias a la presión frente a valores de Serafil 200-2 102. No obstante, las resistencias a la presión en caliente/húmedo son reducidas, ya que Grilon K85 104 se reblandece ya a partir de aproximadamente 40°C a 50°C debido a la base material de Co-PA y, por consiguiente, influye negativamente también sobre la resistencia al choque de las fibras de C (véase la Fig. 11).

Como mejora se cortaron y se estiraron continuamente en una máquina de bobinado láminas amorfas 44 de 50 µm de grosor, constituidas por PEI 32 y PSU 40, para dar cintas 14 de 3,0 mm. Se aplicó una temperatura óptima durante el proceso de estiramiento con 50°C a 150°C. Temperaturas más elevadas podrían reducir la resistencia a la tracción, o bien temperaturas menores dificultan un proceso de estiramiento reproducible. Un exceso o un paso a un nivel inferior del intervalo de temperaturas puede llevar a la rotura de la lámina. La tensión se ajustó de modo que se obtuviera una proporción de estiramiento máxima de 1 : 2, es decir, un 100 % de estiramiento. Mediante el estiramiento se triplica la resistencia específica de la cinta laminar 14, se reduce a la mitad el grosor de lámina, o bien se reduce aprox. en un 30 % la anchura de lámina. Investigaciones morfológicas bajo luz polarizada (Figs. 3a, 3b) muestran un claro aumento de la orientación de las cadenas poliméricas 48. Por lo demás, mediante el proceso de estiramiento se alisan los cantos agudos 52 de la cinta cortada 14 (Figs. 4a, 4b, mediante lo cual se puede reducir un potencial deterioro de fibra de las fibras de refuerzo 14. La Fig. 5 muestra una recopilación de las citadas venajas. De modo concluyente es recomendable cortar primero y después estirar las láminas amorfas 44, ya que de este modo aumenta la elaborabilidad de la cinta 14.

Las cintas laminares 14 se trenzaron unidireccionalmente en la instalación de trenzado de EADS IW con TohoTenax HTS40 E23 12K (ajuste 72 : 36). Para capas de 0° y 90° se pueden introducir bandas UD (0°) o capas arrolladas (90°) adicionales durante el proceso. La secuencia de capas se selecciona ventajosamente de modo que cada capa intermedia se funcionaliza con "material de hilo de apoyo", es decir, capa trenzada sobre capa trenzada, o bien capa trenzada sobre banda UD, o capa trenzada sobre capa arrollada. Preferentemente se debía evitar capa arrollada sobre capa de banda UD, ya que en este caso se puede introducir material que modifica la tenacidad en la capa intermedia. La infusión de resina y el endurecimiento con el material de matriz 26 Hexflow RTM6 tras VAP (infusión en vacío) se llevaron a cabo en el horno según las prescripciones estándar.

5 Las cintas laminares PSU 40 y PEI 32 se disuelven durante el ciclo de endurecimiento, mediante lo cual, en el laminado acabado, son mensurables ángulos de ondulación claramente reducidos en comparación con las cargas de hilo (véase micrografía/imágenes de recalcado en las Figs. 8 - 10). Las resistencias a la presión de las láminas trenzadas 23 obtienen de este modo un nivel mejorado considerablemente (Fig. 11), en especial a temperaturas elevadas, lo que se puede justificar por medio de la geometría de cinta optimizada, pero también por medio de las propiedades materiales mejoradas de PEI 32 y PSU 40. Por lo demás, la resistencia a daños ha mejorado significativamente, por lo cual se pueden obtener superficies dañadas menores, o bien, consecuentemente, también resistencias a la presión residual mejoradas.

Lista de signos de referencia:

10	10	Producto acabado de fibras compuestas
	12	Fibra de refuerzo
	14	Cinta laminar
	16	Tejido
	18	Hilo de urdimbre
15	20	Hilo de trama
	21	Esterilla
	22	Lazo
	23	Trenzado
	24	Componente de fibras compuestas
20	26	Material de matriz
	28	Hexflow G1157
	30	Material termoplástico
	32	Polieterimida
	34	Polietersulfona
25	36	Polieteretersulfona
	38	Poliamida
	40	Polisulfona
	42	Polifenilsulfona
	44	Material laminar
30	46	Estructura orientada
	48	Cadenas poliméricas
	50	Canto
	52	Canto basto
	54	Canto redondeado

ES 2 687 718 T3

	56	Microgrieta
	58	PES_1
	60	PES 2
	100	Hilo
5	102	Serafil 200-2
	104	Grilon K85
	I	Estiramiento longitudinal

REIVINDICACIONES

- 1.- Procedimiento para la producción de productos semiacabados de fibras compuestas (10) con los pasos:
- a) producción de cintas laminares (14) con los pasos
 - a1) puesta a disposición de un material laminar (44);
 - 5 a2) corte del material laminar (44) para la generación de las cintas laminares (14);
 - a3) estiramiento de las cintas laminares (14) con una carga de tensión definida y/o una carga de temperatura definida.
 - b) Puesta a disposición de fibras de refuerzo (12);
 - 10 c) la disposición de cintas laminares (14) y fibras de refuerzo (12), de modo que las fibras de refuerzo (12) son unidireccionales y las cintas laminares (14) estabilizan a las fibras de refuerzo (12) en su posición en el producto semiacabado de fibras compuestas (10),
configurándose el producto semiacabado de fibras compuestas (10) como tejido (16) con las fibras de refuerzo (12) como hilos de urdimbre (18), y las cintas laminares (14) como hilos de trama (20) o como esterilla (21) con fibras de refuerzo (12) esencialmente paralelas, que están tricotadas con una capa opuesta de cintas laminares (14), o como
15 trenzado (23), en el que las fibras de refuerzo (12) se conducen en un primer sentido, y las cintas laminares (14) se conducen en un segundo sentido opuesto al primer sentido.
- 2.- Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado por que en el paso a1) se pone a disposición el material laminar (44) con un estiramiento de grosor de 5 µm a 60 µm, y/o por que en el paso a2) se generan cintas laminares (44) con un estiramiento de anchura de 0,5 mm a 7 mm, y/o por que en el paso a3) se selecciona la carga de
20 temperatura en un intervalo de 30°C a 250°C.
- 3.- Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 o 2, caracterizado por que en el paso a3) se selecciona la carga de tensión de modo que las cintas laminares (14) se dupliquen esencialmente en su extensión longitudinal (l), se reduzcan a la mitad en su extensión de grosor, y se reduzcan en aproximadamente 2/3 en su extensión en anchura.
- 25 4.- Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado por que las cintas laminares (14) se cargan con tensión a lo largo de su estiramiento longitudinal (l).
- 5.- Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado por que el paso a2) se lleva a cabo antes del paso a3).
- 30 6.- Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizado por que se pone a disposición un material laminar (44) que es insoluble en el material de matriz (26) durante un proceso de infiltración de un producto semiacabado de fibras compuestas (10) con material matriz (26), en especial con Hexflow RTM6 (28), y/o que se disuelve y/o se funde completa o parcialmente durante un proceso de fraguado para el endurecimiento del material de matriz (26).
- 35 7.- Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 6, caracterizado por que se pone a disposición un material laminar (44), que tiene un módulo E similar y/o una resistencia similar a la de un material de matriz (26) seleccionado para una infiltración, en especial Hexflow RTM6 (28), teniendo en especial la mezcla de las cintas laminares (14) y Hexflow RTM6 (28) un módulo E similar y/o una resistencia similar a la del material de matriz (26) seleccionado para la infiltración, en especial Hexflow RTM6 (28).
- 40 8.- Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 7, caracterizado por que se pone a disposición un material laminar (44) que está formado por al menos un material termoplástico (30), que se selecciona en especial a partir del grupo que comprende polieterimida (32), polietersulfona (34), polieteretersulfona (36), poliamida (38), polisulfona (40) y polifenilsulfona (42).
- 9.- Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 8, caracterizado por que las cintas laminares (14) se extienden de modo que se producen cantos redondeados (54) y/o microgrietas (56).
- 45 10.- Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 9, caracterizado por que las cintas laminares (14) están

dispuestas esencialmente en sentido perpendicular, en especial en un ángulo de 45° a 90°, respecto a las fibras de refuerzo (12).

FIG 1

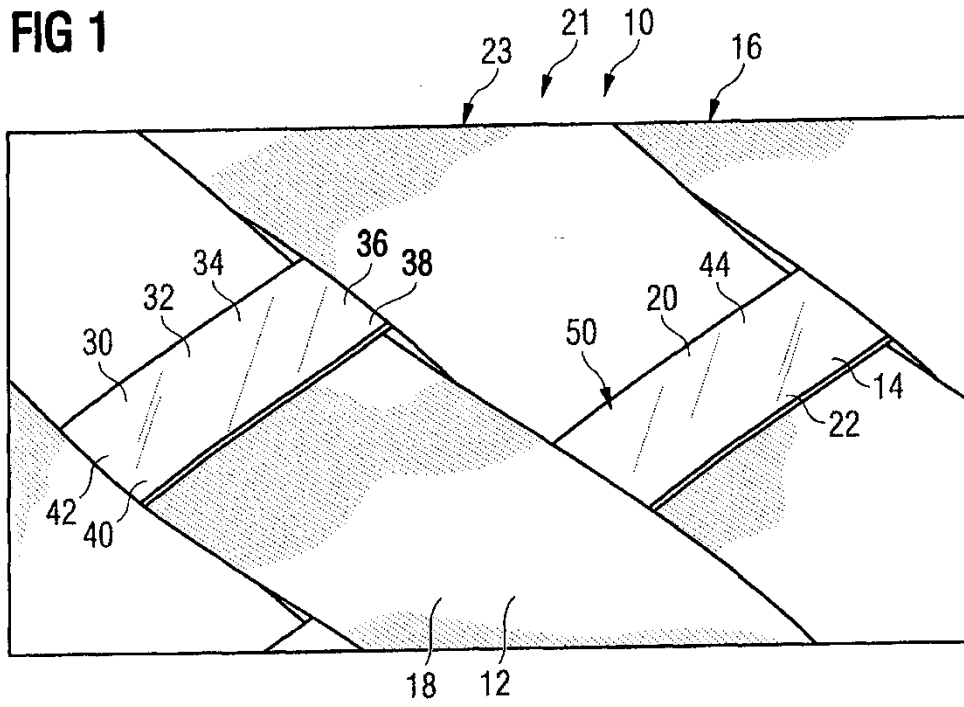


FIG 2

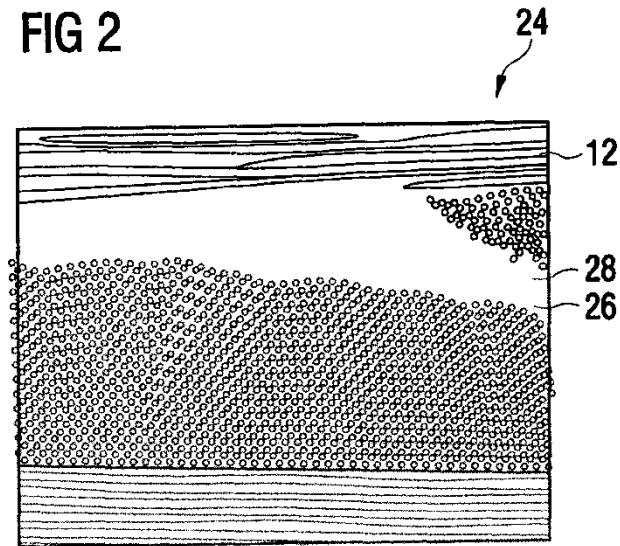


FIG 3

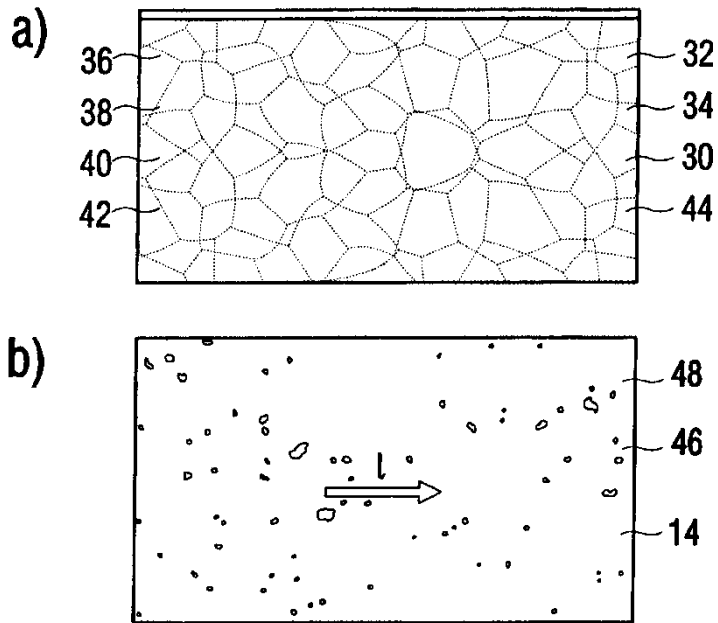


FIG 4

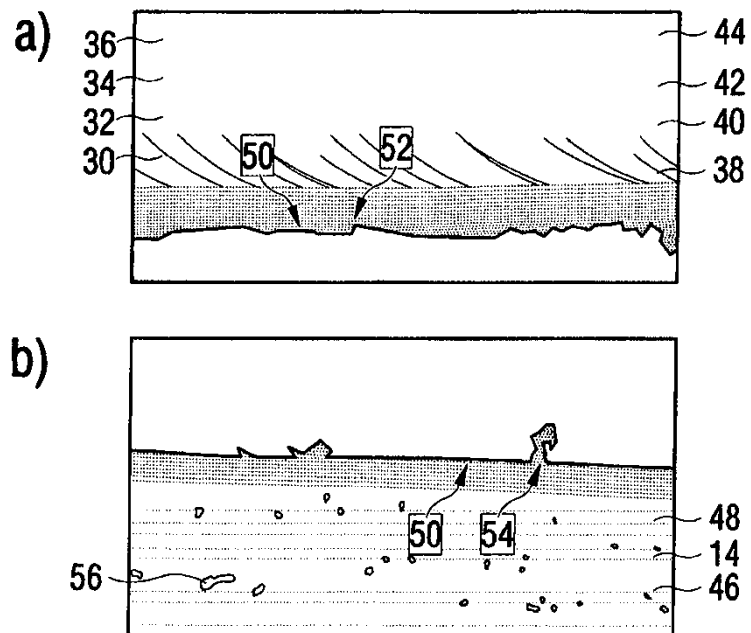


FIG 5

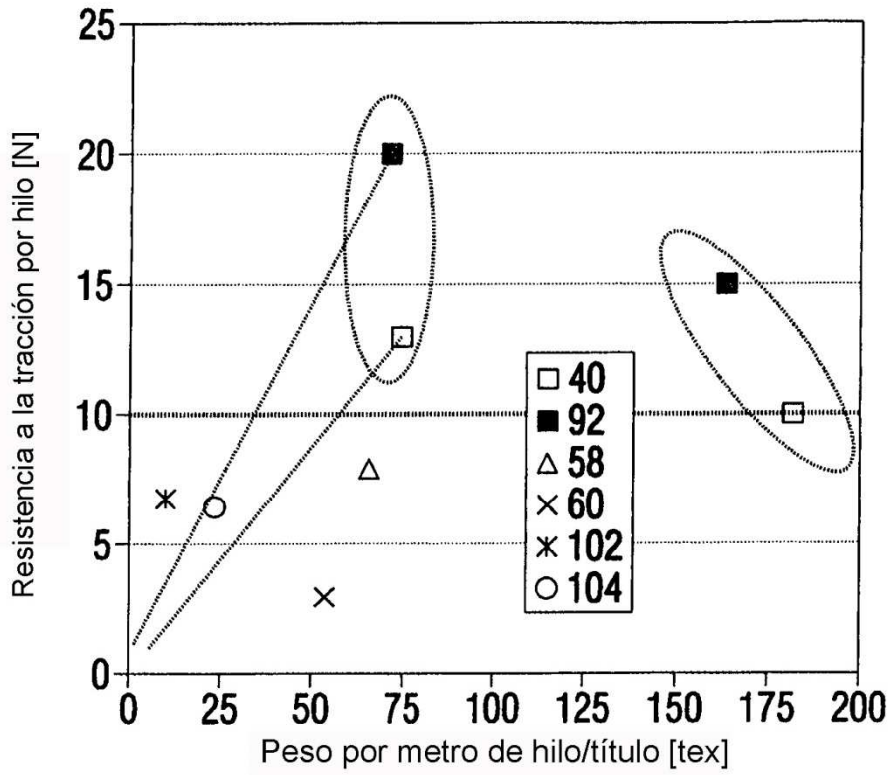


FIG 6

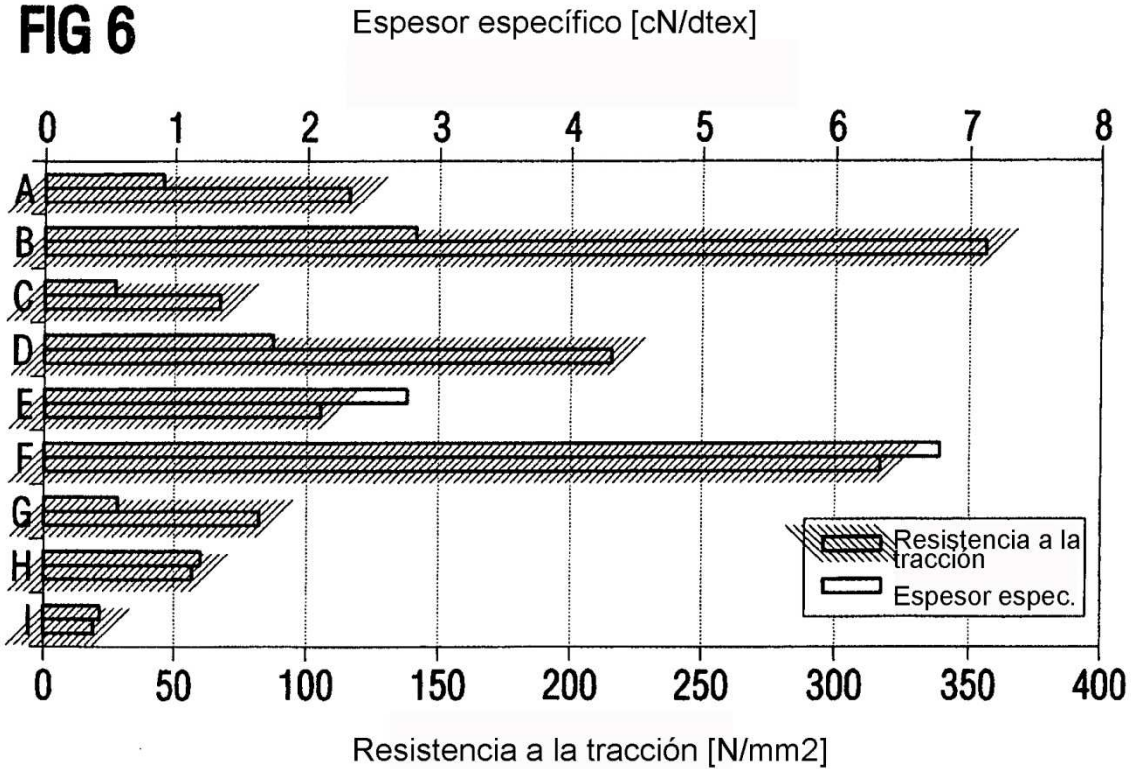


FIG 7

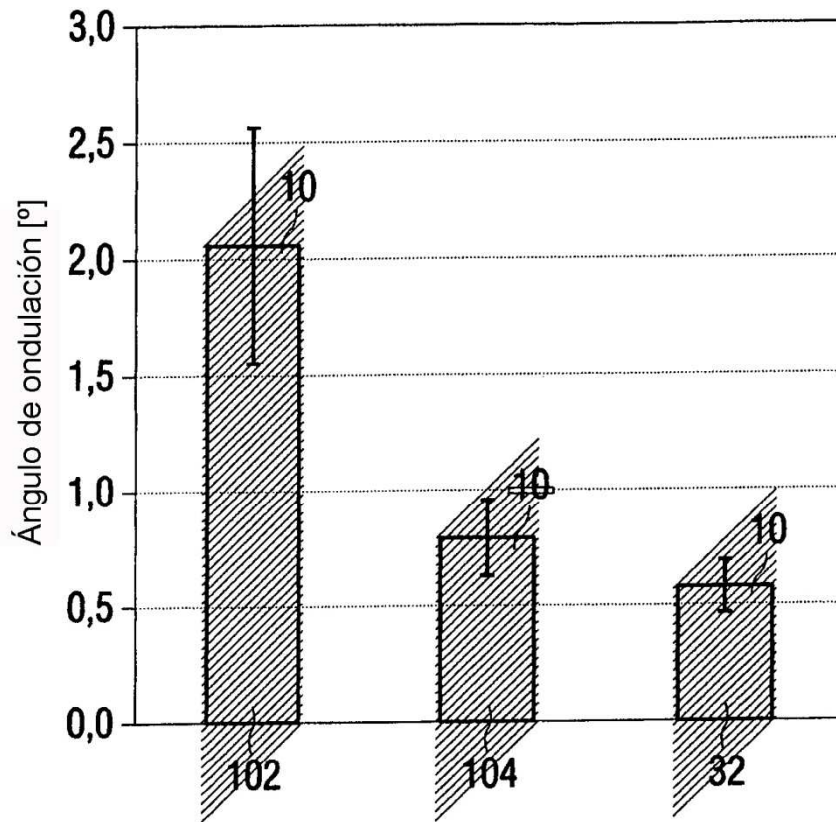


FIG 8

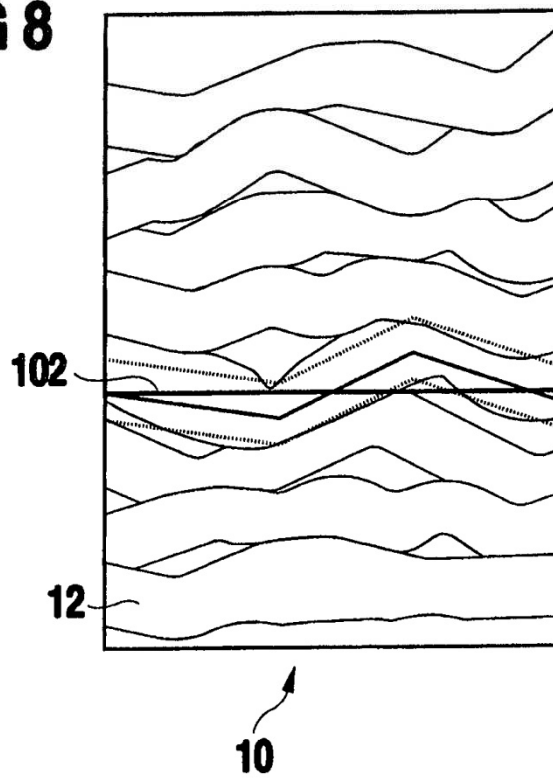


FIG 9

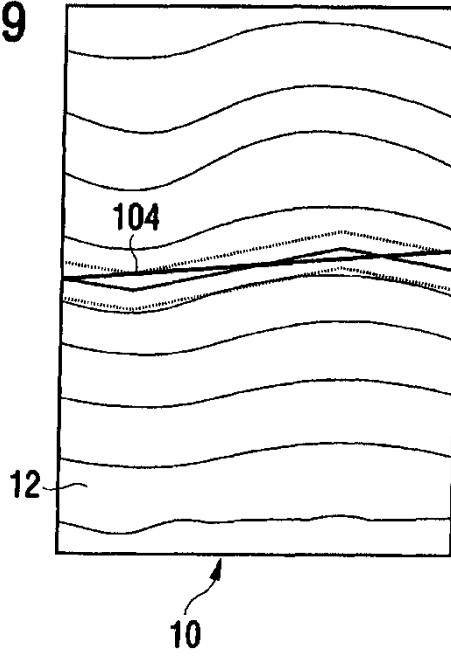
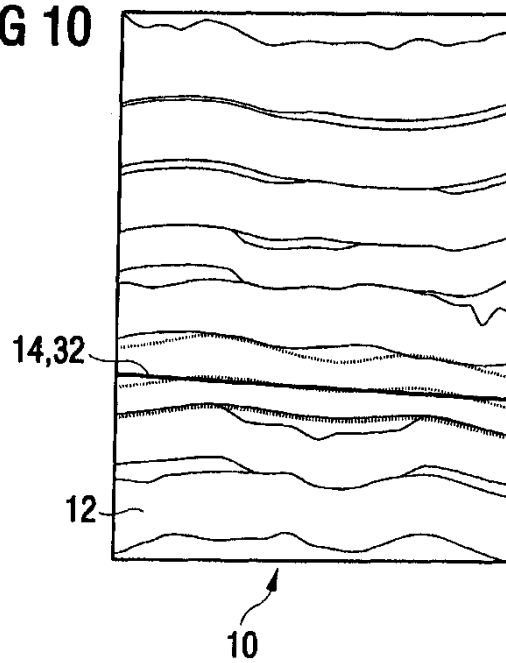


FIG 10



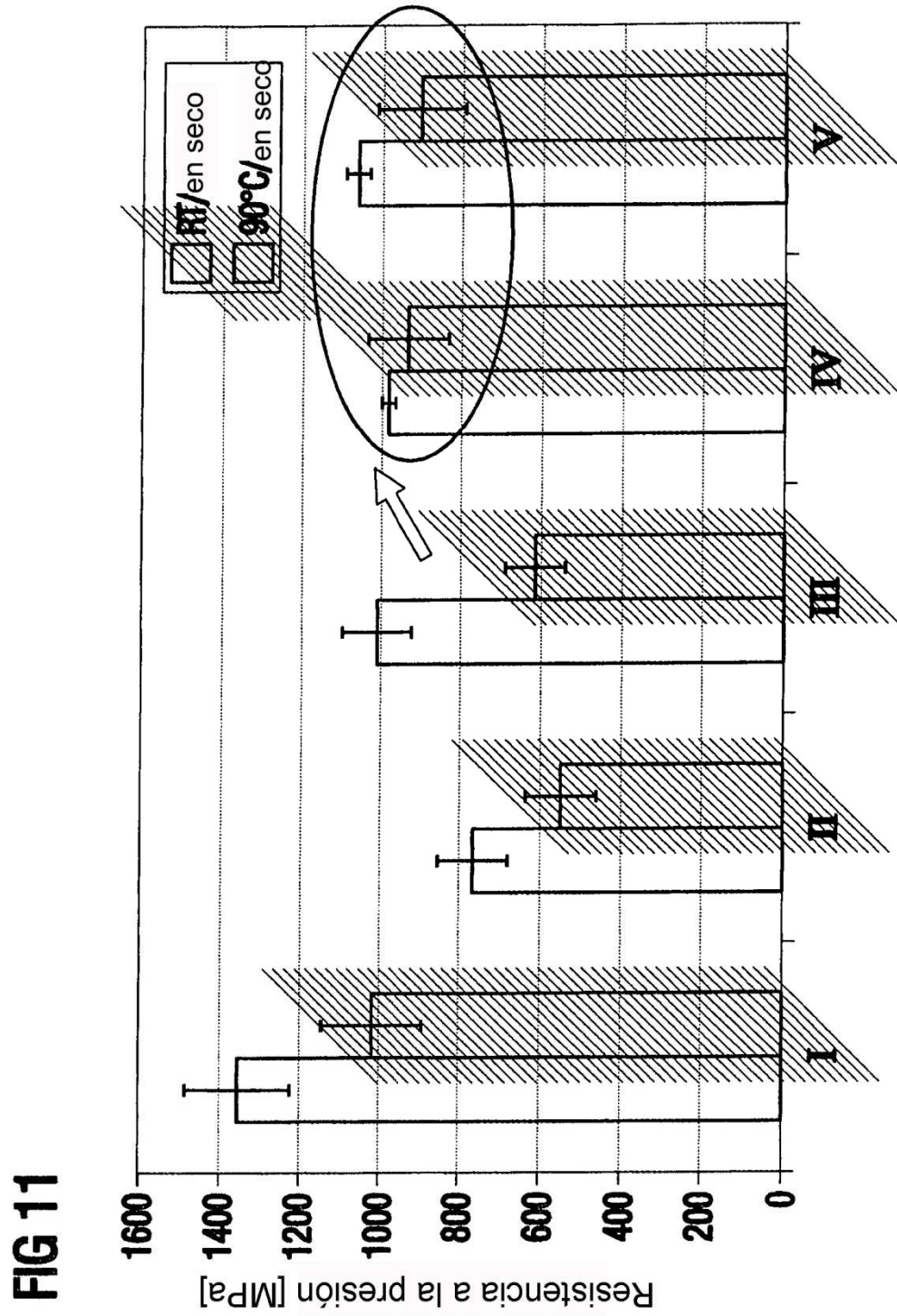


FIG 12

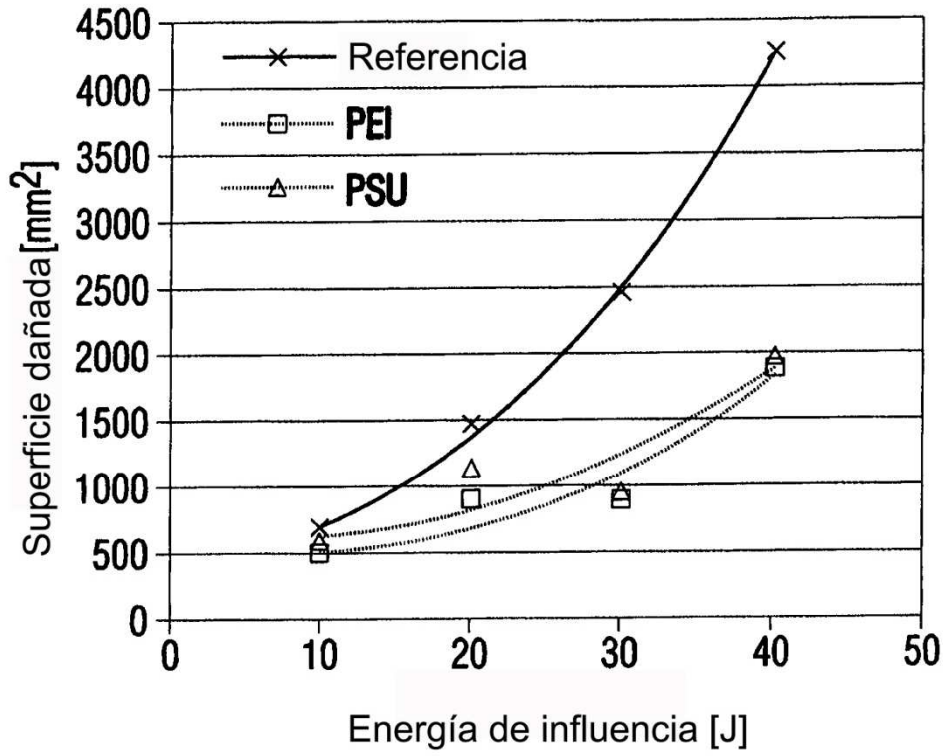


FIG 13

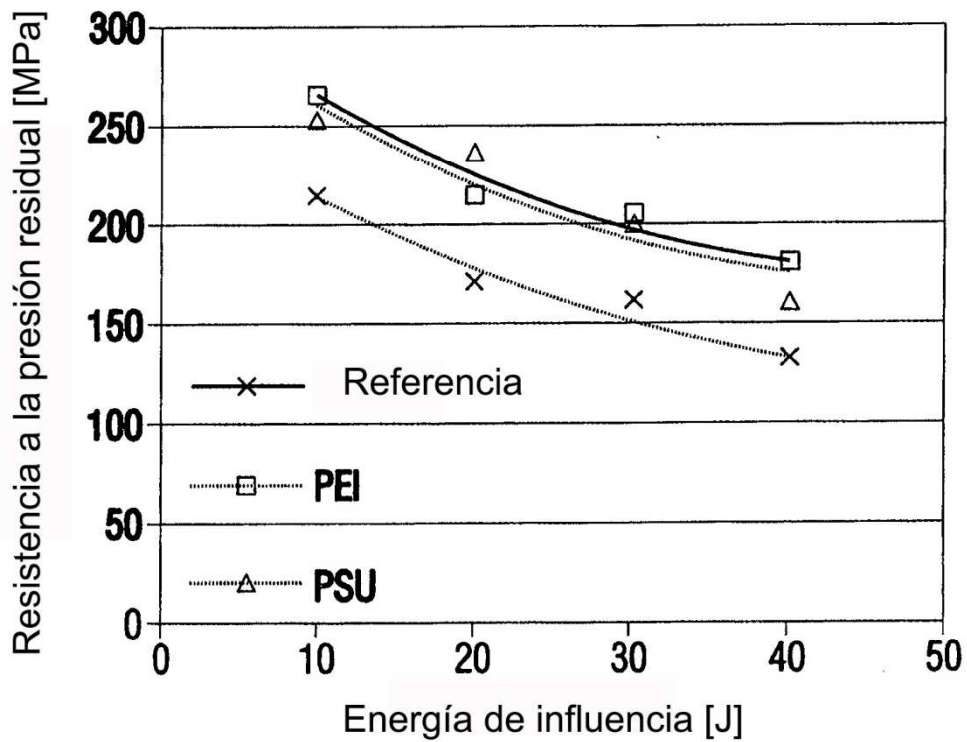
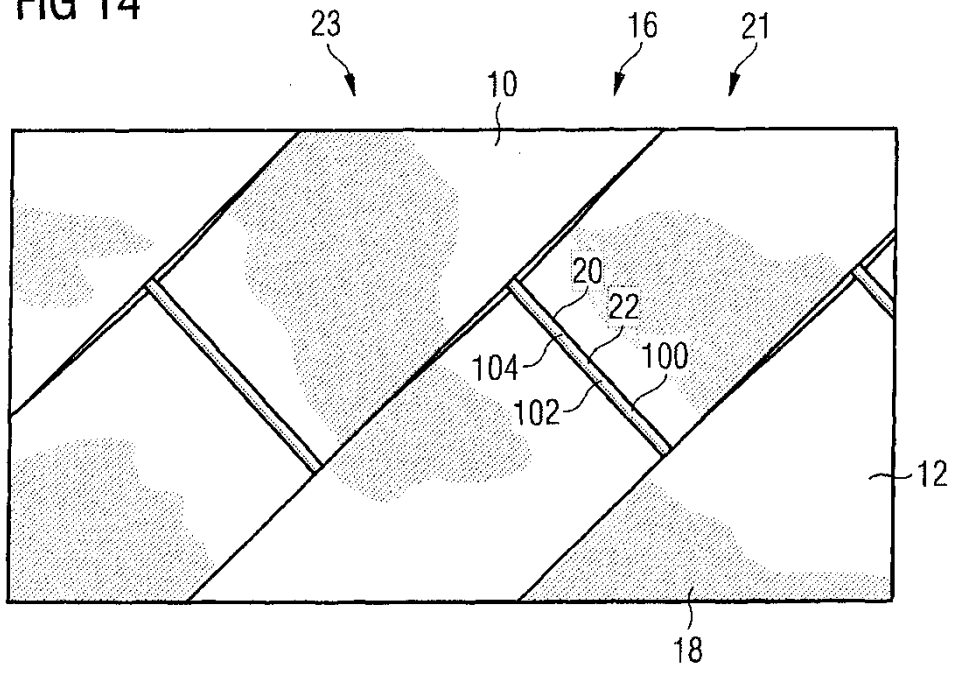


FIG 14



Estado de la técnica