

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 870 724**

51 Int. Cl.:

B32B 5/26 (2006.01)

D03D 15/00 (2011.01)

D03D 15/02 (2006.01)

B29C 70/22 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **29.03.2018** **PCT/EP2018/058128**

87 Fecha y número de publicación internacional: **11.10.2018** **WO18184992**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **29.03.2018** **E 18713265 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **03.03.2021** **EP 3606744**

54 Título: **Procedimiento para producir un tejido textil unidireccional**

30 Prioridad:

03.04.2017 EP 17164528
01.12.2017 JP 2017231749

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
27.10.2021

73 Titular/es:

TEIJIN CARBON EUROPE GMBH (50.0%)
Kasinostrasse 19-21
42103 Wuppertal, DE y
TEIJIN LIMITED (50.0%)

72 Inventor/es:

WOCKATZ, RONNY;
ORTMANN, DIRK;
YOSHIDA, SHUHEI;
NAKAMURA, YOSUKE y
YOSHIKAWA, HIDEKAZU

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 870 724 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 producir un tejido textil unidireccional

La invención se refiere a un procedimiento para producir un tejido textil unidireccional (también denominado sólo tejido unidireccional) a partir de fibras de refuerzo, así como a una preforma de fibras para producir elementos constructivos de material compuesto, habiéndose producido la preforma de fibras a partir del tejido unidireccional.

La invención es un perfeccionamiento de una invención, que se describe en la solicitud internacional PCT/EP 2016/070959.

Las mallas de fibras o hilos de refuerzo, en particular también en forma de tejido unidireccional, son conocidas desde hace tiempo en el mercado. Estas mallas o tejidos unidireccionales se emplean con frecuencia para producir elementos constructivos de material compuesto con estructuras en parte complejas. En este contexto, para producir tales elementos constructivos de material compuesto se producen en una etapa intermedia en primer lugar, a partir de mallas o tejidos unidireccionales, así llamadas, preformas de fibras (*preforms*), que son semiproductos textiles en forma de formaciones bidimensionales o tridimensionales de fibras de refuerzo, cuya forma puede corresponder ya casi a la forma del elemento constructivo definitivo. En formas de realización de tales preformas de fibras que se componen en esencia sólo de las fibras de refuerzo y en las que aún falta, al menos en gran parte, la parte de matriz necesaria para producir el elemento constructivo, se introduce en etapas posteriores un material de matriz adecuado mediante infusión o inyección, también aplicando vacío, en la preforma de fibras. Finalmente, se realiza un endurecimiento del material de matriz a temperaturas y presiones por regla general elevadas para obtener el elemento constructivo acabado. Los procedimientos conocidos para la infusión o inyección del material de matriz son aquí el, así llamado, *Liquid Molding* (moldeo con líquido o procedimiento LM) o procedimientos relacionados con éste como, por ejemplo, *Resin Transfer Molding* (RTM (moldeo por transferencia de resina)), *Vacuum Assisted Resin Transfer Molding* (VARTM (moldeo por transferencia de resina asistida por vacío)), *Resin Film Infusion* (RFI (infusión de resina en película)), *Liquid Resin Infusion* (LRI (infusión de resina líquida)) o *Resin Infusion Flexible Tooling* (RIFT (mecanización flexible por infusión de resina)).

Para producir las preformas de fibras, las mallas o tejidos unidireccionales pueden superponerse sin material de matriz en varias capas en un molde adaptado al contorno del elemento constructivo, hasta alcanzar el espesor deseado. En otros casos, se pueden disponer en primer lugar unas sobre otras varias capas de mallas o tejidos y unir éstas entre sí, por ejemplo, mediante hilos de coser para obtener una malla multiaxial seca. Las fibras de refuerzo de las distintas capas pueden estar orientadas paralelas unas a otras o también cruzadas de manera alterna. Habitualmente, en las mallas multiaxiales se ajustan ángulos de 0°, 90°, más o menos 25°, más o menos 30°, más o menos 45° o más o menos 60°, y se elige la estructura de manera que así resulte una estructura simétrica en relación con la dirección de cero grados. Estas mallas multiaxiales pueden entonces procesarse fácilmente para obtener preformas.

Con frecuencia, las mallas multiaxiales presentan un componente polimérico termoplástico que se funde a temperaturas relativamente bajas, por ejemplo, en forma de hilos de coser o en forma de un material polimérico aplicado adicionalmente a los hilos multifilamento de refuerzo. Para formar la preforma es posible así, mediante fusión de este componente polimérico y un enfriamiento subsiguiente, proporcionar estabilidad a la preforma, o sea, estabilizar la preforma.

La utilización de mallas compuestas de hilos multifilamento de refuerzo dispuestos de manera adyacente y paralela unos con respecto a otros o la utilización de tejidos unidireccionales posibilita la producción de elementos constructivos de material compuesto de fibras en los que son posibles una adaptación selectiva a los esfuerzos que actúan sobre el elemento constructivo en la aplicación y, por lo tanto, altas resistencias en las direcciones de los esfuerzos respectivas. En este contexto, con la utilización de mallas multiaxiales o de varias capas de tejidos unidireccionales pueden realizarse pesos específicos pequeños mediante una adaptación en cuanto a las densidades de fibras y los ángulos de las fibras a las direcciones de carga existentes en el elemento constructivo.

Para la producción de preformas es importante que los materiales de partida utilizados en este proceso, como las mallas de hilos multifilamento de refuerzo dispuestos de manera adyacente y paralela unos con respecto a otros o los tejidos unidireccionales, o también la malla multiaxial producida a partir de los mismos, presenten estabilidades y deformabilidades suficientes para así garantizar una buena manejabilidad y una buena aptitud para el drapeado.

En el documento US 4,680,213 se describe un textil que se compone de fibras de refuerzo y está conformado de manera que puede garantizarse una buena permeabilidad. Para ello, se unen fibras de refuerzo, orientadas unidireccionalmente, de manera adhesiva con, así llamadas, fibras aglutinantes. Las fibras aglutinantes mantienen las fibras de refuerzo separadas unas de otras. Mediante estas separaciones se forman huecos en el textil, que pueden tener un tamaño de unos pocos milímetros a cinco milímetros. Mediante estos huecos se produce una permeabilidad en el textil. Las fibras aglutinantes pueden componerse de un material fusible (por ejemplo, poliéster) o presentar, por ejemplo, una estructura de núcleo-envoltura (material fibroso de alta resistencia, envuelto, por ejemplo, con poliéster). En el documento US 4,680,213, las fibras aglutinantes se emplean tanto en la dirección de urdimbre como en la dirección de trama, de manera que el textil producido presenta una mala aptitud para el drapeado debido a la conglutinación. Las fibras de refuerzo del documento mencionado no forman una capa plana de hilos multifilamento

de refuerzo dispuestos de manera contigua unos al lado de otros, por lo que la resistencia del textil se reduce debido a los huecos. Además, en el documento no se menciona ningún intervalo de permeabilidad. Además, el ajuste de un intervalo de permeabilidad apenas sería posible en el textil del documento mencionado, dado que los huecos presentes en el textil se extienden por toda la longitud de las fibras y así se produce siempre una alta permeabilidad.

5 Por el documento EP 1 125 728 se conocen materiales de fibras de refuerzo con un vellón adicional y en el mismo se dice que el material tiene una muy buena aptitud para el drapeado. De la Figura 3 se desprende que se tejen hilos auxiliares 5 a través de las capas de material de fibras de refuerzo. En el párrafo [0024] del documento EP 1 125 728 se describe que los hilos de fibra de refuerzo se disponen paralelos unos a otros en un intervalo de 0,1 a 5 mm, para mejorar la penetrabilidad con respecto a una resina y, por lo tanto, simplificar la impregnación. Por consiguiente, también aquí se logra una permeabilidad mediante huecos previstos en el textil entre los hilos de fibra de refuerzo (y mediante el enfieltado con el vellón). En este documento no se divulga un intervalo de permeabilidad. Tampoco se divulga en este documento que los hilos auxiliares presenten una estructura núcleo-envoltura o un número en un intervalo de 10 a 40 tex.

15 Por consiguiente, la mejor aptitud para la impregnación de los textiles de los documentos US 4,680,213 y EP 1 125 728 se logra mediante huecos en las capas de fibras, que se extienden en la dirección de las fibras. Por consiguiente, se forman en cada capa de fibras huecos a lo largo de toda la longitud de las fibras. Así pues, los elementos constructivos producidos a partir del textil presentan por regla general zonas sin material de fibras de refuerzo (zonas ricas en resina), que influyen negativamente en la resistencia. En particular, con tales textiles no parece ser posible el ajuste de intervalos de permeabilidad pequeños (de 10 a 40 l/dm²/min).

20 En el documento EP 1 352 118 A1 se divulgan mallas multiaxiales en las que las capas de fibras de refuerzo se mantienen unidas mediante hilos de coser fusibles, que posibilitan una buena deformabilidad de la malla multiaxial por encima de la temperatura de fusión de los hilos de coser y, con un enfriamiento subsiguiente, una estabilización de la forma. Frecuentemente se emplean hilos de coser de polímeros termoplásticos como, por ejemplo, poliamida o poliéster, como se divulga, por ejemplo, en el documento EP 1 057 605.

25 En el documento US 2005/0164578 se describe un producto semielaborado para una preforma (*preform*) de material compuesto, que presenta al menos una capa de un tejido de fibras de refuerzo y en el que en al menos una de las capas están integradas fibras que estabilizan la preforma cuando se someten a temperaturas elevadas y que se disuelven posteriormente en la resina de matriz empleada para producir el elemento constructivo compuesto. También el documento WO 02/16481 divulga estructuras de fibras de refuerzo, por ejemplo, para preformas, conteniendo las estructuras elementos poliméricos flexibles que, por ejemplo, están introducidos en forma de fibras entre las fibras de refuerzo o que, como hilos de coser, unen entre sí las fibras de refuerzo. Los elementos poliméricos flexibles se componen de un material que es soluble en el material de matriz endurecible empleado.

30 Según el documento DE 198 09 264 A1 pueden incluirse vellones adhesivos de polímeros termoplásticos entre las capas, cosidas entre sí, de fibras de refuerzo de las disposiciones de malla de fibras divulgadas en dicho documento para preformas de fibras. Mediante estos vellones adhesivos por fusión, al calentar por encima de la temperatura de fusión el polímero que constituye estos vellones, las disposiciones de malla de fibras pueden deformarse fácilmente para obtener estructuras tridimensionales que, tras el enfriamiento, conservan su forma prácticamente sin fuerzas recuperadoras.

35 El documento EP 1 473 132 tiene por objeto una malla multiaxial o un procedimiento para producir esta malla multiaxial, así como preformas producidas a partir de las mallas multiaxiales. Las mallas multiaxiales de este documento presentan capas intermedias de fibras termoplásticas entre las capas de fibras de refuerzo colocadas de manera unidireccional, pudiendo estas capas intermedias ser vellones de fibras de dos componentes o vellones híbridos de fibras diferentes mezcladas entre sí. El polímero que constituye las capas intermedias debe ser compatible con la resina de matriz inyectada posteriormente en la preforma. En particular, se explica que las capas intermedias deben ser permeables para la resina de matriz en la infusión de resina y las capas de refuerzo han de fijarse durante la infusión de resina y después de la misma. En caso de utilizarse resinas epoxi, los vellones están constituidos por fibras de poliamida. Los vellones pueden estar unidos a las capas de fibras de refuerzo mediante mallas tricotadas o mediante adhesión por fusión.

40 El documento EP 1 705 269 divulga un material fibroso termoplástico de un polihidroxiéter que, por ejemplo, en mallas multiaxiales de fibras de refuerzo puede incluirse, por ejemplo, como una tela no tejida (*non-woven*) entre las capas de fibras de refuerzo. Bajo acción térmica, el material de polihidroxiéter se vuelve viscoso y pegajoso, de manera que es posible lograr una fijación de las fibras de refuerzo en una disposición geométrica definida antes de embutirlas en la matriz. El material fibroso de polihidroxiéter se disuelve entonces posteriormente por completo en el material de la matriz a una temperatura por encima de su temperatura de transición vítrea.

45 En el documento US 2006/0252334 se describen mallas formadas por varias capas de fibras de refuerzo que, para mejorar la resistencia al choque de los elementos constructivos producidos a partir de estas mallas, contienen entre las capas de refuerzo, por ejemplo, vellones de fibras poliméricas. En este contexto, estas fibras poliméricas deben ser solubles en la resina de matriz, con lo que, según lo explicado en el documento US 2006/0252334, se posibilita

una distribución en la matriz de resina del polímero que constituye estas fibras más uniforme en comparación con termoplásticos insolubles fusibles.

Dado que las fibras poliméricas en las mallas del documento US 2006/0252334 y del documento EP 1 705 269 son solubles en el material de la matriz y, por consiguiente, se disuelven con la resina de matriz durante la infiltración de las mallas, no está garantizada suficientemente una fijación segura de las capas de refuerzo en esta fase de la producción del elemento constructivo.

En la bibliografía de patentes se describen también sustratos en forma de mallas de una capa, compuestas de hilos multifilamento de refuerzo dispuestos de manera adyacente y paralela unos con respecto a otros, o mallas unidireccionales de una capa, que son adecuadas para producir preformas de fibras. Así, el documento EP 1 408 152 describe un sustrato en forma de un tejido unidireccional, en el que unos hilos multifilamento de refuerzo dispuestos de manera unidireccional, adyacente y paralela unos con respecto a otros están entretejidos con hilos auxiliares que se extienden transversalmente a los hilos multifilamento de refuerzo. Los hilos auxiliares pueden ser fibras de carbono, fibras de vidrio, fibras orgánicas como, por ejemplo, fibras de aramida, fibras de poliamida, fibras de PBO, PVA o fibras de polietileno. Los sustratos del documento EP 1 408 152 pueden también presentar un componente adhesivo, por ejemplo, compuesto de un nailon o un poliéster o de una resina endurecible como, por ejemplo, de una resina epoxi, de una resina fenólica o de una resina de poliéster insaturada. A los hilos multifilamento del tejido unidireccional se les adhieren además un primer y un segundo componentes de resina. El segundo componente de resina presenta una mayor temperatura de fusión o temperatura de comienzo de fluencia que el primer componente de resina.

El documento EP 2 233 625 divulga sustratos en forma de mallas de una capa, compuestas de hilos de fibra de refuerzo dispuestos de manera adyacente, que tienen un contorno arqueado, manteniéndose los hilos de fibra de refuerzo unidos mediante hilos auxiliares que cruzan los hilos de fibra de refuerzo como hilos de trama. Como hilos auxiliares se emplean preferiblemente hilos de nailon o hilos de vidrio, empleándose con especial preferencia hilos de vidrio, ya que no se encogen. Para estabilizar la forma arqueada puede estar aplicado sobre el sustrato y unido de forma adhesiva al mismo, en forma de puntos, en forma lineal, en forma discontinua o en forma de un vellón, un material de resina cuyo componente principal sea un polímero termoplástico.

Aunque el documento EP 2 233 625 ponga ya a disposición sustratos que disponen de cohesión y presentan una buena estabilidad también en contornos arqueados, existe una necesidad de sustratos con una estabilidad mejorada y al mismo tiempo una gran aptitud para el drapeado, que sean accesibles para un procedimiento de producción automatizado y un procesamiento automatizado para obtener preformas.

Existe además una necesidad de procedimientos de producción de tejidos unidireccionales que presenten una estabilidad mejorada y al mismo tiempo una gran aptitud para el drapeado y que sean muy adecuados para procedimientos de producción automatizados.

Por lo tanto, la presente invención tiene el objetivo de poner a disposición un procedimiento con el que puedan producirse tejidos textiles unidireccionales que presenten una buena estabilidad dimensional tras la conformación para obtener preformas, así como una buena penetrabilidad (permeabilidad), que sea ajustable, en la infiltración de resinas de matriz. Al mismo tiempo, los elementos constructivos producidos a partir del tejido textil unidireccional han de tener altos valores característicos de resistencia, en particular bajo aplicación de presión, y una alta resistencia al choque.

El objetivo se logra mediante un procedimiento para producir un tejido textil unidireccional en donde se entreteje al menos una capa plana de hilos multifilamento de refuerzo, dispuestos de manera adyacente y paralela unos con respecto a otros, con hilos transversales, en donde como hilos transversales se utilizan hilos transversales con una estructura de núcleo-envoltura, en donde los hilos transversales presentan un primer componente que constituye la envoltura y un segundo componente que constituye el núcleo, en donde el primer componente presenta una menor temperatura de fusión que el segundo componente, el primer componente es un material polimérico termoplástico fusible y mediante el primer componente de los hilos transversales se unen entre sí por medio de adhesión por fusión los hilos multifilamento de refuerzo dispuestos de manera adyacente, en donde los hilos transversales tienen un número de 10 a 40 tex, medido según EN ISO 2060:1995, y mediante el entretejimiento de los hilos transversales con los hilos multifilamento de refuerzo se forman, dentro de la capa plana de hilos multifilamento de refuerzo dispuestos de manera adyacente, unos espacios mediante los cuales puede ajustarse una permeabilidad de 10 a 600 l/dm²/min, medida según EN ISO 9237.

Por capa plana de hilos multifilamento de refuerzo dispuestos de manera adyacente y paralela unos con respecto a otros debe entenderse una capa de hilos multifilamento de refuerzo cuyos hilos adyacentes dentro de una capa están predominantemente unos en contacto directo con otros. En tal capa resulta una figura de hilos plana sin grandes huecos a lo largo de la orientación de las fibras. Los huecos o espacios se producen exclusivamente y sólo de manera muy local en puntos de cruce entre el hilo multifilamento de refuerzo y el hilo transversal mediante el entretejimiento. Una pluralidad de estos huecos pueden (cuando se desee para la permeabilidad) configurarse de manera que converjan para formar un espacio grande.

Mediante la elección de la finura del hilo transversal puede influirse en el tamaño de estos huecos o espacios, de manera que, junto con el tipo de entretejimiento del hilo transversal, se hace posible ajustar la permeabilidad del tejido

unidireccional. De este modo puede ajustarse ventajosamente la aptitud para la impregnación del tejido unidireccional, sin disminuir la resistencia del textil (y del posterior elemento constructivo) ni reducir la aptitud para el drapeado.

Los espacios que se producen en el procedimiento se producen de manera local mediante el entretejimiento del hilo transversal con los hilos multifilamento de refuerzo como se ilustra en la Figura 2 A. Los espacios pueden denominarse también huecos o pasos.

Preferiblemente se dispone sobre la al menos una capa de hilos multifilamento de refuerzo un vellón de material polimérico termoplástico, que se une de manera adhesiva a la capa plana de hilos multifilamento de refuerzo. Preferiblemente, la adhesión del vellón a la capa plana de hilos multifilamento de refuerzo se realiza mediante los hilos transversales. Es decir, el primer componente de los hilos transversales pega el vellón sobre la capa de hilos multifilamento de refuerzo (entretejida con los hilos transversales) mediante adhesión por fusión.

La permeabilidad puede ajustarse (entre otras cosas) mediante un entretejimiento encauzado de los hilos transversales con los hilos multifilamento de refuerzo. En este contexto, debe entenderse por un entretejimiento encauzado que el entretejimiento no tiene como objetivo principal la unión de los hilos transversales a los hilos multifilamento de refuerzo.

El procedimiento descrito para producir un tejido unidireccional es nuevo en relación con la invención de origen, descrita en la solicitud internacional PCT/EP/2016/070959. Es cierto que en la solicitud de origen el sustrato textil podía presentarse también en forma de un tejido unidireccional, pero no era posible ajustar ninguna permeabilidad. Con un entretejimiento de los hilos transversales con los hilos multifilamento de refuerzo, como se describe en la solicitud de origen, se pretendía lograr solamente una unión entre los hilos multifilamento de refuerzo y los hilos transversales. Con este fin, la solicitud de origen explica también que los hilos transversales se pegan adicionalmente a los hilos multifilamento de refuerzo. No existen un entrelazamiento ni un entretejimiento correctos de los hilos transversales que hubiesen llevado a una permeabilidad ajustable. Por consiguiente, la solicitud de origen tampoco describe ningún tejido unidireccional con una permeabilidad en un intervalo de 10 a 600 l/dm²/min. En este contexto, hay que aclarar que el intervalo de permeabilidad reivindicado no se produce simplemente por que los hilos transversales se fijan a los hilos multifilamento de refuerzo. Más bien, el intervalo de permeabilidad reivindicado es una consecuencia del entretejimiento encauzado de los hilos transversales con los hilos multifilamento de refuerzo y la selección encauzada del intervalo de número de los hilos transversales con una estructura de núcleo-envoltura, que va más allá de una mera fijación de los hilos transversales a los hilos multifilamento de refuerzo.

Los tejidos unidireccionales producidos mediante el procedimiento según la invención presentan una permeabilidad (ajustable) y por lo tanto pueden adaptarse muy ventajosamente a posteriores procedimientos de tratamiento subsiguiente. Si, por ejemplo, el tejido unidireccional se prevé para producir elementos constructivos grandes, se reúnen uno o varios de estos tejidos unidireccionales con un sistema de matriz para obtener una preforma. Con este fin se introducen uno o varios de los tejidos unidireccionales en un, así llamado, molde previo y se conforman mediante un material de matriz para obtener una preforma por medio de, por ejemplo, un *Vacuum Assistance Process* (VAP (proceso con asistencia por vacío)), un proceso *Modified Vacuum Infusion* (MVI (infusión modificada por vacío)) o un proceso *Vacuum Assistance Resin Infusion* (VaRTM (infusión de resina con asistencia por vacío)). En este contexto, los procedimientos descritos pueden utilizarse sólo en virtud de la permeabilidad ajustable del tejido unidireccional. En el procedimiento VAP, por ejemplo, la permeabilidad del tejido unidireccional hace que, por medio de una presión negativa, las inclusiones de aire y gas puedan escapar y una infiltración del tejido unidireccional con un sistema de matriz se realice completamente y sin puntos débiles en la posterior preforma. Se entiende que, dependiendo del sistema de matriz y el tejido unidireccional elegidos y también en función de las posteriores exigencias al tejido unidireccional, son deseables diferentes permeabilidades del tejido unidireccional. Si, por ejemplo, se utiliza un material de matriz muy líquido, la permeabilidad del tejido unidireccional puede ajustarse conscientemente baja para, por ejemplo, lograr una penetración intencionadamente más lenta del tejido unidireccional con material de matriz. Debe considerarse baja una permeabilidad en un intervalo de 10 a 40 l/dm²/min. En los tejidos unidireccionales con una permeabilidad baja, el aire y el gas pueden escapar durante un intervalo de tiempo mayor en el proceso de producción. En particular en los procedimientos de producción sin membrana para la aspiración de gases, se reduce así el peligro de puntos defectuosos (puntos sin material de matriz) en una preforma de fibras producida con el tejido unidireccional.

Una permeabilidad media se halla en un intervalo de 40 a 80 l/dm²/min y debe entenderse por una permeabilidad alta una permeabilidad por encima de 80 l/dm²/min, con especial preferencia de más de 100 l/dm²/min.

Mediante una permeabilidad ajustada a un valor alto puede acortarse ventajosamente el tiempo de infusión en un factor de 6 a 15, lo que supone un ahorro del orden de horas en la producción de preformas.

Además, la permeabilidad ajustable influye también en los caminos de flujo en la producción de preformas. Con una permeabilidad alta, por ejemplo, pueden reducirse o incluso omitirse por completo materiales auxiliares como ayudas de flujo o canales en la estructura.

Preferiblemente puede ajustarse en el tejido unidireccional una permeabilidad de 25 a 600 l/dm²/min, con especial preferencia de 50 a 600 l/dm²/min, mediante el entretejimiento de los hilos multifilamento de refuerzo con los hilos transversales.

También preferiblemente, los espacios se forman en esencia solamente en el punto de ligamento del hilo multifilamento de refuerzo y el hilo transversal. Por consiguiente, se producen sólo espacios individuales muy limitados localmente, que en esencia no se extienden en la dirección de extensión del hilo ni, por ejemplo, se presentan en toda la longitud del hilo. Sin embargo, dependiendo de la permeabilidad que se haya de ajustar, el entretejimiento del hilo transversal puede elegirse de manera que se forme un gran espacio continuo que se extienda por toda la longitud del hilo. Mediante los espacios limitados localmente (no continuos), no se forman zonas libres de hilo situadas en la dirección de extensión del hilo que, en la dirección de extensión del hilo, se extiendan por toda la longitud del hilo (o por tramos largos de la misma) en la dirección de extensión del hilo. En el estado de la técnica, en el posterior elemento constructivo, tales zonas están libres de hilo de refuerzo y presentan sólo material de matriz, con lo que puede reducirse la resistencia.

La al menos una capa plana de hilos multifilamento de refuerzo dispuestos de manera adyacente y paralela unos con respecto a otros forma (sin el entretejimiento con los hilos transversales) una malla unidireccional. En el marco de la presente invención se entiende en este contexto por una malla unidireccional una disposición de al menos una capa laminar plana de hilos multifilamento de refuerzo dispuestos de manera adyacente y paralela unos con respecto a otros, en la que todos los hilos de refuerzo están orientados en una dirección. Mediante el entretejimiento de los hilos transversales en la capa de hilos multifilamento de refuerzo se produce un tejido unidireccional. En el sentido de la invención, debe quedar claro que un tejido que es unidireccional es un tejido unidireccional.

Los hilos multifilamento de refuerzo dispuestos de manera adyacente y paralela unos con respecto a otros están entretejidos entre sí mediante los hilos transversales para formar el tejido unidireccional y al mismo tiempo están unidos a los hilos transversales mediante adhesión por fusión. Por lo tanto, en estos tejidos unidireccionales, los hilos de refuerzo dispuestos de manera adyacente y paralela unos con respecto a otros que constituyen la capa respectiva están unidos entre sí mediante cadenas de hilos de unión sueltos (hilos transversales), que en esencia se extienden transversalmente a los hilos de refuerzo. Tales tejidos unidireccionales se describen, por ejemplo, en el documento EP 0 193 479 B1, el documento EP 0 672 776 o el documento EP 2 233 625. Preferiblemente, la malla unidireccional de hilos multifilamento de refuerzo presenta una sola capa plana de hilos multifilamento de refuerzo dispuestos de manera adyacente y paralela unos con respecto a otros.

Los tejidos unidireccionales producidos mediante el procedimiento tienen una gran estabilidad en relación con un desplazamiento de los hilos de refuerzo entre sí tanto en la dirección de extensión de los hilos de refuerzo como transversalmente a la misma. Esto puede atribuirse por una parte a que, en un ejemplo de realización, el vellón de material polimérico termoplástico está unido de manera adhesiva a la capa de hilos multifilamento de refuerzo. Por otra parte, los hilos transversales con estructura de núcleo-envoltura efectúan una estabilización adicional, dado que el primer componente, que constituye la envoltura, de un material polimérico termoplástico fusible con un punto de fusión más bajo en relación con el segundo componente, que constituye el núcleo, hace que los hilos multifilamento de refuerzo dispuestos de manera adyacente estén unidos entre sí mediante adhesión por fusión.

Al mismo tiempo, el componente del núcleo, que tiene un mayor punto de fusión, confiere al tejido unidireccional, incluso a temperaturas elevadas, como las que se presentan, por ejemplo, durante el endurecimiento de resinas de matriz en la fabricación de elementos constructivos de material compuesto a partir del presente tejido unidireccional, una estabilidad transversal suficiente tanto con respecto a un eventual encogimiento como con respecto a un eventual alargamiento.

El presente tejido unidireccional puede emplearse óptimamente para producir preformas de fibras colocando una o varias capas del tejido unidireccional unas sobre otras de acuerdo con los requisitos de resistencia del elemento constructivo de material compuesto que se haya de producir finalmente y, por ejemplo, introduciéndolas en un molde. En virtud de la buena aptitud para el drapeado del presente tejido unidireccional, es posible en este contexto producir también preformas de fibras con contornos curvos. Las capas del tejido unidireccional colocadas unas sobre otras pueden entonces unirse entre sí, es decir, fijarse por medio del vellón o también por medio del componente de la envoltura de los hilos transversales, por ejemplo, mediante un breve aumento de la temperatura y un enfriamiento subsiguiente, de manera que se obtenga una preforma de fibras estable y manejable.

El experto en la técnica tiene claro que la permeabilidad puede ajustarse mediante distintos factores. En el procedimiento según la invención, la permeabilidad se ajusta preferiblemente mediante el tipo de ligamento (entretejimiento) entre los hilos multifilamento de refuerzo y mediante el número seleccionado para los hilos transversales. En este contexto, se prefiere especialmente que los hilos transversales para formar el tejido textil unidireccional se entretejan con los hilos multifilamento de refuerzo en un ligamento de sarga o un ligamento de tafetán.

Preferiblemente, el entretejimiento de los hilos transversales con los hilos multifilamento de refuerzo se realiza mediante un ligamento de sarga 3/1 con 0,6 a 3 Fd/cm, preferiblemente con 0,8 Fd/cm, un ligamento de sarga 3/1 con 0,6 a 3,0 Fd/cm, preferiblemente con 1,1 Fd/cm, un ligamento de sarga 2/1 con 0,6 a 3,0 Fd/cm, preferiblemente con 1,1 Fd/cm, un ligamento de tafetán 1/1 con 0,6 a 3,0 Fd/cm, preferiblemente con 1,1 Fd/cm y/o un ligamento de tafetán 1/1 con 0,6 a 3,0 Fd/cm.

En la producción del tejido unidireccional, también es imaginable que el tejido unidireccional acabado presente diferentes tipos de ligamento en diferentes zonas del tejido. De este modo, el tejido unidireccional puede, por ejemplo,

presentar zonas parciales con una mayor permeabilidad y zonas parciales con una menor permeabilidad. Así es posible, por ejemplo, influir también de manera localizada en la velocidad de penetración del sistema de matriz durante la producción de una preforma a partir del tejido unidireccional.

Además del tipo de ligamento entre los hilos transversales y los hilos multifilamento de refuerzo, también la sección transversal de los hilos multifilamento de refuerzo puede influir (en menor medida) en la permeabilidad del tejido unidireccional. Preferiblemente, los hilos multifilamento de refuerzo se presentan como hilos en forma de cinta. Por hilo en forma de cinta debe entenderse en este contexto un hilo cuya superficie en dirección transversal a la dirección de extensión del hilo es considerablemente mayor que su espesor en dirección perpendicular a la dirección de extensión del hilo. Los hilos transversales se presentan preferiblemente como hilos con una sección transversal circular.

Preferiblemente, el número del hilo transversal está en un intervalo de 15 a 35 tex, aún más preferiblemente en un intervalo de 20 a 25 tex, medido según EN ISO 2060:1995.

Aunque puede influirse en la permeabilidad mediante distintos factores, hay que aclarar que, al parecer, la mayor influencia en la permeabilidad la ejercen el tipo de ligamento (entretejimiento) y el número del hilo transversal. Por medio del ligamento y de la densidad de trama en el tejido unidireccional, se influye en la formación de espacios en el tejido unidireccional. El tejido unidireccional se hace, por decirlo así, más abierto. Mediante la cantidad elevada de hilos superiores e hilos inferiores se forman al final muchos pequeños espacios (pasos o huecos) dentro del tejido unidireccional, que hacen las veces de canales de flujo y posibilitan así un mejor comportamiento de impregnación. En determinados casos, el entretejimiento y el número del hilo transversal pueden elegirse de manera que la pluralidad de espacios pequeños formen un espacio grande. Sorprendentemente es por consiguiente posible ajustar la permeabilidad dentro de un amplio margen y adaptarla a los distintos requisitos.

Sorprendentemente se ha comprobado en este contexto además que la elección de un hilo transversal con un número mayor de 40 tex influye negativamente en el tejido unidireccional. Por una parte, se produce una ondulación considerable de la figura de hilos de las capas del tejido unidireccional y, por otra parte, los espacios se hacen también indeseablemente grandes en dirección transversal a la extensión de los hilos. Tales espacios grandes en dirección transversal llevan a zonas ricas en resina sin fibras de refuerzo en dirección transversal a la dirección de los hilos en el elemento constructivo (puede conducir a una pérdida de resistencia en el posterior elemento constructivo).

En el procedimiento para producir el tejido unidireccional, la permeabilidad del tejido unidireccional se hace tanto mayor cuanto más densamente se entreteje el hilo transversal con los hilos multifilamento de refuerzo. La explicación de esto puede ser que cada entretejimiento del hilo transversal con el hilo multifilamento de refuerzo conduce a un paso o hueco (espacio) dentro del tejido unidireccional en el punto (punto de ligamento) en el que se ha entretejido el hilo transversal con el hilo multifilamento de refuerzo. El hilo transversal desplaza el hilo multifilamento de refuerzo para la formación del espacio localmente de forma mínima. Mediante este paso o este hueco, el sistema de matriz puede fluir posteriormente a través del tejido unidireccional. Se forman los espacios ya descritos. Por consiguiente, cuanto más densamente se haya entretejido el hilo transversal con los hilos multifilamento de refuerzo, tanto más espacios se forman en el tejido unidireccional y tanto mayor es la permeabilidad.

Sin embargo, también el número de hilo transversal influye en la permeabilidad, dado que los espacios se hacen mayores cuanto mayor se elija el número del hilo transversal. Sin embargo, en este contexto, se ha de tener en cuenta que un número demasiado grande (número mayor de 40 tex) no lleva a un espacio grande, sino que causa una ondulación no deseada de la capa de hilos multifilamento de refuerzo. Tal ondulación no es deseable, ya que empeora la resistencia del textil y la manejabilidad. Además, unos espacios demasiado grandes conducen a zonas libres de hilo dentro de la capa de hilos multifilamento de refuerzo, que influyen negativamente en la resistencia del tejido unidireccional y del posterior elemento constructivo (producido a partir del tejido unidireccional). Dado que, en la presente invención, el número del hilo transversal no ha de estar por encima de 40 tex y además el hilo transversal presenta una estructura de núcleo y envoltura como se reivindica, por regla general los espacios no pueden conducir a zonas libres de fibras de refuerzo en el posterior elemento constructivo, ni siquiera en caso de un entretejimiento denso y un número alto del hilo transversal, o es posible mantener pequeñas tales zonas. La razón de esto es que, en la infiltración con resina de matriz para la fabricación del elemento constructivo, el primer componente (con una temperatura de fusión baja) del hilo transversal se funde durante la infiltración y así reduce de nuevo el espacio tras un determinado tiempo de proceso de la infiltración de matriz.

Por consiguiente, la permeabilidad puede ajustarse mediante el ligamento (el entretejimiento) del hilo transversal con los hilos multifilamento de refuerzo y el número elegido para el hilo transversal, mostrándose ventajoso para el número del hilo transversal solo un intervalo seleccionado de manera encauzada y habiendo de presentarse el hilo transversal como un hilo de núcleo-envoltura.

Como se ha explicado, el primer componente, que constituye la envoltura de los hilos transversales, presenta una menor temperatura de fusión que el segundo componente, que constituye el núcleo. Preferiblemente, la temperatura de fusión del primer componente de los hilos transversales está en un intervalo de 70 a 150 °C y con especial preferencia en un intervalo de 80 a 120 °C. El primer componente puede ser un polímero o una mezcla de polímeros, cuya temperatura de fusión se halle en este intervalo. Con especial preferencia, el primer componente es un

homopolímero de poliamida o un copolímero de poliamida o una mezcla de homopolímeros de poliamida y/o copolímeros de poliamida. De estos polímeros, son óptimamente adecuados la Poliamida 6, la Poliamida 6.6, la Poliamida 6.12, la Poliamida 4.6, la Poliamida 11, la Poliamida 12 o un polímero a base de Poliamida 6/12.

- 5 También se prefiere que el segundo componente de los hilos transversales presente una temperatura de fusión por encima de 200 °C. Con especial preferencia, el segundo componente es un vidrio o un poliéster, dado que estos materiales presentan poco encogimiento y poca dilatación a las temperaturas que reinan en la fabricación del elemento constructivo de material compuesto.

- 10 En el presente tejido unidireccional pueden emplearse como hilos multifilamento de refuerzo las fibras o los hilos de refuerzo habituales utilizados para la producción de materiales compuestos reforzados con fibras. Preferiblemente, los hilos multifilamento de refuerzo son hilos de fibra de carbono, hilos de fibra de vidrio o hilos de aramida, o hilos de polietileno UHMW altamente estirados, y con especial preferencia hilos de fibra de carbono. En una forma de realización ventajosa, los hilos multifilamento de refuerzo están presentes en un tejido unidireccional en un peso por unidad de superficie de 50 a 500 g/m². Resulta especialmente ventajoso un peso por unidad de superficie en un intervalo de 100 a 300 g/m².

- 15 Preferiblemente, los hilos multifilamento de refuerzo se componen de 500 a 50.000 filamentos de fibra de refuerzo. Para lograr una muy buena aptitud para el drapeado y un aspecto particularmente uniforme del tejido unidireccional, los hilos multifilamento de refuerzo se componen con especial preferencia de 6.000 a 24.000 filamentos de fibra de refuerzo.

- 20 Preferiblemente, el hilo multifilamento de refuerzo es un hilo de fibra de carbono con una resistencia de al menos 5.000 MPa y un módulo de tracción de al menos 260 GPa, medido según la norma JIS-R-7608. En relación con el hilo de fibra de carbono utilizado, remitimos a la solicitud japonesa aún sin publicar con la referencia JP 2017-231749.

Los hilos transversales pueden extenderse dentro del tejido unidireccional en ángulo recto con respecto a los hilos multifilamento de refuerzo. Sin embargo, también son posibles cualesquiera otros ángulos entre los hilos transversales y los hilos multifilamento de refuerzo.

- 25 En el procedimiento de producción con vellón, el vellón puede ser, por ejemplo, una formación textil plana de fibras cortadas cortas o fibras cortadas no orientadas o un vellón de orientaciones aleatorias de filamentos sin fin, que se ha de consolidar, por ejemplo, bajo aplicación de temperatura y bajo presión, con lo que los filamentos se funden en los puntos de contacto y forman así el vellón. Como se ha explicado, mediante el vellón se logra por una parte una unión de los hilos multifilamento de refuerzo. Al mismo tiempo se consigue una buena aptitud para el drapeado. El vellón puede ser, por ejemplo, también un vellón de vidrio o un vellón de fibras de carbono, que luego esté unido de manera adhesiva a la capa plana de hilos multifilamento de refuerzo mediante un pegamento de adhesión.

- 35 Preferiblemente, el vellón se compone de un material polimérico termoplástico. Tales vellones se divulgan, por ejemplo, en el documento DE 35 35 272 C2, el documento EP 0 323 571 A1, el documento US 2007/0202762 A1 o el documento US 2008/0289743 A1. Seleccionando adecuadamente el material polimérico termoplástico, el vellón puede actuar de agente para aumentar la resistencia al choque y entonces ya no es necesario añadir al material de matriz mismo durante la producción de los elementos constructivos de material compuesto otros medios que aumenten la resistencia al choque. En este contexto, el vellón debería presentar aún suficiente estabilidad durante la infiltración con material de matriz de las preformas de fibras producidas a partir del tejido unidireccional, pero preferiblemente fundirse a las temperaturas de prensado y/o endurecimiento subsiguientes. Por lo tanto, preferiblemente, el material 40 polimérico termoplástico que constituye el vellón tiene una temperatura de fusión que se halla en un intervalo de 80 a 250 °C. En aplicaciones en las que se emplean resinas epoxi como materiales de matriz han dado buenos resultados, por ejemplo, los vellones de poliamida.

- 45 En una forma de realización preferida, el vellón comprende un primer y un segundo componentes poliméricos, cuyas temperaturas de fusión están por debajo de la temperatura de fusión o de descomposición del segundo componente de los hilos transversales, presentando el segundo componente polimérico una menor temperatura de fusión que el primer componente polimérico. En este contexto, se prefiere especialmente como primer componente polimérico uno que no sea soluble en resinas de matriz epoxi, de éster de cianato o de benzoxazina o en mezclas de estas resinas de matriz. Es particularmente ventajoso que la temperatura de fusión del primer componente polimérico sea al menos tan alta como la temperatura de endurecimiento de las resinas de matriz.

- 50 Como primer componente polimérico del vellón empleado preferiblemente pueden emplearse polímeros usuales procesables para obtener hilos termoplásticos, siempre que cumplan las condiciones antes mencionadas, como, por ejemplo, poliamida, poliimida, poliamidaíimida, poliéster, polibutadieno, poliuretano, polipropileno, polieterimida, polisulfona, polietersulfona, polifenilensulfona, poli(sulfuro de fenileno), polietercetona, polieteretercetona, poliarilamida, policetona, poliftalamida, poli(éter de fenileno), poli(tereftalato de butileno) o poli(tereftalato de etileno) o 55 copolímeros o mezclas de estos polímeros. Con especial preferencia, el primer componente polimérico del vellón es un homopolímero de poliamida o un copolímero de poliamida o una mezcla de homopolímeros de poliamida y/o copolímeros de poliamida. En particular, el homopolímero o copolímero de poliamida es una Poliamida 6, Poliamida 6.6, Poliamida 6.12, Poliamida 4.6, Poliamida 11, Poliamida 12 o un copolímero a base de Poliamida 6/12.

Preferiblemente, el primer componente polimérico del vellón presenta una temperatura de fusión en un intervalo de 180 a 250 °C.

5 En una forma de realización ventajosa, el segundo componente polimérico del vellón presenta una temperatura de fusión en un intervalo de 80 a 140 °C. Para el segundo componente polimérico del vellón pueden emplearse polímeros usuales cuya temperatura de fusión esté en este intervalo, como, por ejemplo, homopolímeros o copolímeros de poliamida de bajo punto de fusión, así como mezclas de estos polímeros, poliolefinas, en particular polietileno (por ejemplo, PE-LLD, PE-HD), copoliésteres, etilenvinilacetato, terpolímeros, como, por ejemplo, copolímeros de acrilonitrilo-butadieno-estireno (ABS), o polihidroxiéteres.

10 En este contexto, en una forma de realización preferida, el segundo componente polimérico puede ser soluble en resinas de matriz epoxi, de éster de cianato o de benzoxazina o en mezclas de estas resinas de matriz. Además, en este caso es particularmente ventajoso que el segundo componente polimérico sea un polímero que reaccione químicamente con resinas de matriz epoxi, de éster de cianato o de benzoxazina durante la reticulación de estas resinas de matriz. El segundo componente polimérico es entonces, con especial preferencia, un polihidroxiéter que se disuelva por completo en el sistema de resina, en particular en resinas epoxi, resinas de éster de cianato o resinas de benzoxazina, ya durante la infiltración con estas resinas de matriz de una preforma de fibras producida a partir del presente tejido unidireccional, es decir, durante el proceso de infusión de resina, y luego, junto con la resina de matriz, forme el sistema de resina de matriz. En cambio, el primer componente polimérico, como ya se ha explicado, no se disuelve en el sistema de matriz y perdura como fase propia tanto durante como después del proceso de infusión de resina y también después del endurecimiento del sistema de matriz.

20 Según una forma de realización también preferida, el segundo componente polimérico no es soluble en resinas de matriz epoxi, de éster de cianato o de benzoxazina o en mezclas de estas resinas de matriz. En este caso, el segundo componente polimérico del vellón puede consistir, por ejemplo, en un homopolímero o copolímero de poliamida de bajo punto de fusión o en mezclas de los mismos o en una poliolefina, en particular un polietileno (por ejemplo, PE-LLD, PE-HD), un copoliéster, un etilenvinilacetato o un terpolímero, como, por ejemplo, copolímeros de acrilonitrilo-butadieno-estireno (ABS).

En el caso de los vellones con un primer y un segundo componentes poliméricos, es particularmente ventajoso que la temperatura de fusión del primer componente polimérico del vellón esté en un intervalo de 180 a 250 °C y la temperatura de fusión del segundo componente polimérico del vellón esté en un intervalo de 80 a 140 °C.

30 El primer componente polimérico se funde con especial preferencia por encima de la temperatura de endurecimiento de la resina de matriz empleada. De este modo, es cierto que el primer componente polimérico se incorpora al material de matriz, pero forma en la resina de matriz endurecida siempre una fase propia. Esta fase separada formada por el primer componente polimérico ayuda durante el endurecimiento y en el posterior elemento constructivo a limitar una propagación de fisuras y contribuye así decisivamente, por ejemplo, a aumentar la resistencia al choque.

35 Cuando el vellón presenta un primer componente polimérico de mayor punto de fusión y un segundo componente polimérico de menor punto de fusión, es posible, durante la producción de una preforma de fibras, con un calentamiento a una temperatura por encima de la temperatura de fusión del segundo componente polimérico, pero por debajo de la temperatura de fusión del primer componente polimérico, lograr una movilidad de los tejidos unidireccionales entre sí. El segundo componente fundido del vellón actúa en cierto modo de agente deslizante, de manera que las capas de hilos de refuerzo pueden deslizarse a la posición deseada durante el proceso de conformación para obtener la preforma. Al enfriar la preforma, el segundo componente polimérico actúa entonces de adhesivo termoplástico y fija las capas de refuerzo en su posición.

40 En la infiltración subsiguiente de la preforma de fibras con resina de matriz, que por regla general se realiza a temperaturas por encima de la temperatura de fusión del segundo componente, pero por debajo de la temperatura de fusión del primer componente, el primer componente polimérico del vellón, que tiene un mayor punto de fusión, garantiza una buena penetrabilidad para la resina de matriz. Si el segundo componente polimérico es soluble en la resina de matriz, de acuerdo con la forma de realización preferida antes mencionada, este componente se disuelve entonces preferiblemente por completo en la resina de matriz y pierde de este modo su identidad como fase independiente en relación con la resina de matriz. Por lo tanto, el porcentaje del segundo componente polimérico debe entonces sumarse al material de matriz, y el porcentaje de resina de matriz que se ha de infiltrar puede reducirse en la medida del porcentaje del segundo componente polimérico. Por consiguiente, es posible ajustar altos porcentajes en volumen de las fibras de refuerzo en el elemento constructivo resultante y de este modo mantener alto el nivel de los valores característicos de resistencia mecánica. A la temperatura de endurecimiento de la resina de matriz, es decir, de la resina epoxi, la resina de éster de cianato o la resina de benzoxazina, en una forma de realización particularmente preferida el segundo componente polimérico reacciona químicamente mediante reacciones de reticulación con la resina de matriz que se endurece, y pasa así a formar parte integrante de una matriz homogénea.

55 En el caso de que el segundo componente polimérico no sea soluble en resinas de matriz epoxi, de éster de cianato o de benzoxazina o en mezclas de estas resinas de matriz, el primer componente polimérico actúa asimismo, como se ha explicado anteriormente, de agente de deslizamiento que facilita la movilidad de las capas de sustrato entre sí, de manera que las capas de hilos de refuerzo pueden deslizarse a la posición deseada durante el proceso de

conformación para obtener la preforma, y durante el enfriamiento de la preforma actúa entonces de adhesivo termoplástico, que fija las capas de refuerzo en su posición. Sin embargo, entonces, durante la infiltración de la resina de matriz y su endurecimiento subsiguiente, su identidad como fase independiente en relación con la resina de matriz perdura, de manera que en este caso el segundo componente polimérico –al igual que el primer componente polimérico– reduce la propagación de fisuras y contribuye así, por ejemplo, a mejorar la resistencia al choque.

En el caso preferido de que el vellón presente un primer componente polimérico con una mayor temperatura de fusión y un segundo componente polimérico con una menor temperatura de fusión, puede componerse de una mezcla de fibras monocomponente de los componentes poliméricos respectivos, o sea, ser un vellón híbrido. Sin embargo, el vellón también puede componerse de fibras bicomponente, por ejemplo, de fibras de núcleo-envoltura, en donde el núcleo de las fibras esté formado por el primer componente polimérico, con un mayor punto de fusión, y la envoltura esté formada por el segundo componente polimérico, con un menor punto de fusión. En el procesamiento de los tejidos unidireccionales con tales vellones híbridos o vellones bicomponente para obtener preformas de fibras, o sea, preformas que, por ejemplo, requieran también una conformación de los tejidos unidireccionales, es posible, con una aplicación de calor adecuada durante la conformación a temperaturas por encima del punto de fusión del componente del vellón con el menor punto de fusión, pero por debajo del punto de fusión del componente del vellón con el mayor punto de fusión, lograr una buena conformabilidad y, tras el enfriamiento, una buena estabilización y fijación del tejido conformado. De manera similar a un vellón de fibras bicomponente, el vellón también puede, por ejemplo, estar formado por fibras del primer componente polimérico con una orientación aleatoria, habiéndose aplicado el segundo componente polimérico, por ejemplo, mediante pulverización o mediante revestimiento sobre las fibras del primer componente polimérico. El revestimiento puede realizarse, por ejemplo, mediante una impregnación con una dispersión o solución del segundo componente polimérico, eliminándose después de la impregnación la parte de líquido de la dispersión o el disolvente. También existe la posibilidad de que un vellón formado por fibras del primer componente polimérico contenga el segundo componente polimérico en forma de partículas finas depositadas entre las fibras del primer componente polimérico.

El vellón que comprende un primer y un segundo componentes poliméricos es preferiblemente un vellón híbrido, es decir, un vellón compuesto de una mezcla de fibras monocomponente con temperaturas de fusión diferentes. Como se ha explicado, en este contexto, el primer componente polimérico con una temperatura de fusión mayor tiene con especial preferencia una temperatura de fusión en un intervalo de 180 a 250 °C. Con tales temperaturas, la parte del vellón que se compone del primer componente polimérico no se funde hasta superarse las temperaturas que por regla general predominan durante la inyección de la resina de matriz. Dado que de este modo el primer componente polimérico aún no se funde a la temperatura de inyección de la resina, está garantizada una buena constancia de forma del tejido unidireccional en esta fase.

En atención a las propiedades de los elementos constructivos compuestos producidos con los presentes tejidos unidireccionales, en particular en atención a su resistencia al choque y a sus contenidos de matriz, es ventajoso que el vellón contenga el primer componente polimérico en una proporción de un 60 a un 80 % en peso y el segundo componente polimérico en una proporción de un 20 a un 40 % en peso. En suma, se prefiere que el vellón que está presente en el tejido unidireccional presente un peso por unidad de superficie en un intervalo de 3 a 25 g/m² y con especial preferencia un peso por unidad de superficie en un intervalo de 5 a 15 g/m².

Preferiblemente, el vellón presenta un espesor, medido perpendicularmente a la dirección de extensión principal del vellón, de menos de 60 µm, con mayor preferencia menos de 30 µm y con especial preferencia en un intervalo de 10 a 30 µm, medido según DIN EN ISO9073-2.

Especialmente en los casos en que el vellón del tejido unidireccional presente sólo un componente polimérico que se funde a temperaturas elevadas, es decir, por ejemplo, sólo un componente polimérico cuya temperatura de fusión se halle en un intervalo de 180 a 250 °C, en una forma de realización preferida el tejido unidireccional comprende además, en al menos una de las superficies de la capa plana de hilos multifilamento de refuerzo, un material aglutinante cuyo componente principal es un polímero termoplástico o una resina epoxi a base de bisfenol A sólida a temperatura ambiente y que está aplicado de manera discontinua sobre la capa plana de hilos multifilamento de refuerzo y unido de manera adhesiva a los hilos multifilamento de refuerzo. Por una aplicación discontinua se entiende que el material aglutinante está aplicado en forma de puntos, en forma de líneas o de otro modo sobre la superficie, sin que exista una capa cerrada del material aglutinante. Preferiblemente, el material aglutinante se presenta en una concentración de un 1 a un 5 % en peso del peso por unidad de superficie de los hilos multifilamento de refuerzo.

En una forma de realización particularmente preferida del tejido unidireccional, el material aglutinante se basa en un material en polvo y está aplicado en forma de puntos sobre la capa plana de hilos multifilamento de refuerzo. Esto puede lograrse espolvoreando el material aglutinante en polvo sobre la superficie de la capa de hilos multifilamento de refuerzo dispuestos de manera adyacente y paralela unos con respecto a otros y fijándolo por fusión sobre la superficie.

Como polímeros termoplásticos para el material aglutinante pueden utilizarse preferiblemente acetato de polivinilo, policarbonato, poliacetal, poli(óxido de fenileno), poli(sulfuro de fenileno), polialilato, poliéster, poliamida, poliamidaimida, poliimida, polieterimida, polisulfona, polietersulfona, polietertercetona, poliaramida, polibenzimidazol, polietileno, polipropileno o acetato de celulosa.

Preferiblemente, la temperatura de fusión del material aglutinante está en un intervalo de 80 a 120 °C. En este contexto, el material aglutinante puede tener solo la función de, durante la producción de preformas de fibras, unir entre sí, y fijar unas en relación con otras, capas del tejido unidireccional superpuestas mediante un calentamiento a una temperatura por encima de la temperatura de fusión del material aglutinante y un enfriamiento subsiguiente. Además, el material aglutinante puede contribuir a estabilizar la preforma de fibras cuando, por ejemplo, se realice una conformación de las capas del tejido unidireccional durante la formación de la preforma de fibras. Sin embargo, finalmente también existe la posibilidad de que el material aglutinante se seleccione de manera que contribuya a mejorar las propiedades mecánicas del elemento constructivo de material compuesto producido a partir de la preforma de fibras mejorando, por ejemplo, la resistencia al choque del elemento constructivo. Con este fin, es ventajoso que el material aglutinante sea un material termoplástico con una gran tenacidad o una mezcla de un polímero termoplástico de este tipo con una resina epoxi a base de bisfenol A sólida a temperatura ambiente.

En virtud de su estructura específica, el tejido unidireccional se distingue por una buena aptitud para el drapeado y para la fijación de las capas del sustrato en la preforma de fibras (*preform*), por una penetrabilidad buena y ajustable durante la infiltración con resina de matriz para la fabricación de elementos constructivos a partir de la preforma, así como por que con el mismo pueden producirse elementos constructivos con grandes resistencias mecánicas y con una gran resistencia al choque. Por lo tanto, la presente invención se refiere en particular también a una preforma de fibras (*preform*) para producir un elemento constructivo de material compuesto, que comprende un tejido unidireccional según la invención.

Mediante la unión de los hilos multifilamento de refuerzo con los hilos transversales y en caso dado al mismo tiempo con el vellón, así como en caso dado con el material aglutinante, en forma de una unión pegada, el tejido unidireccional obtiene una gran medida de estabilidad dimensional, dado que mediante las uniones pegadas se obtiene una excelente fijación de los hilos multifilamento de refuerzo entre sí. De este modo pueden realizarse no sólo tejidos unidireccionales en los que los hilos multifilamento de refuerzo estén presentes en forma recta y de manera adyacente y paralela unos con respecto a otros, sino también tejidos unidireccionales con una forma curva. Por lo tanto, una forma de realización preferida se refiere a un tejido unidireccional en el que la al menos una capa plana de hilos multifilamento de refuerzo dispuestos de manera adyacente y paralela unos con respecto a otros presenta un contorno curvo, en el que los hilos multifilamento de refuerzo están dispuestos paralelamente a una dirección periférica del contorno curvo y cada hilo multifilamento de refuerzo se extiende por su propio segmento de trayectoria asignado a la dirección periférica del contorno curvo y los segmentos de trayectoria de los distintos hilos multifilamento de refuerzo presentan un centro de curvatura común.

En tal tejido unidireccional con una forma curva o un contorno curvo, los hilos multifilamento de refuerzo son paralelos a una dirección (dirección 0°) a lo largo de una dirección periférica del contorno curvo. A diferencia de las mallas en las que los hilos multifilamento de refuerzo están dispuestos de manera adyacente y paralela unos con respecto a otros y tienen una extensión lineal recta, en el tejido unidireccional con una forma curva los hilos multifilamento de refuerzo están dispuestos también de manera adyacente y paralela unos con respecto a otros, pero se extienden en diferentes segmentos de trayectoria curvos con un centro de curvatura común. En este contexto, los hilos transversales se extienden también en una dirección que cruza los hilos multifilamento de refuerzo, transversalmente a los hilos multifilamento de refuerzo. Esta forma curva se conserva en virtud de la gran estabilidad dimensional y como consecuencia de la configuración del presente tejido unidireccional, en particular también mediante los hilos transversales con una estructura de núcleo-envoltura de dos componentes, incluso en etapas de procesamiento subsiguientes para obtener la preforma de fibras o el elemento constructivo de material compuesto. En este contexto se obtiene una estabilización adicional en los tejidos unidireccionales que presentan un vellón y en los que el vellón de material polimérico termoplástico comprende un primer componente polimérico y un segundo componente polimérico que presentan las propiedades anteriormente descritas.

Otro objeto de la presente invención se refiere a una preforma de fibras para producir elementos constructivos de material compuesto, habiéndose producido la preforma de fibras mediante un tejido textil unidireccional como se ha descrito en la presente memoria.

La invención se describe más detalladamente mediante ensayos y figuras.

La Figura 1 muestra esquemáticamente un tejido unidireccional con un ligamento de sarga 3/1 con 0,8 hilos por centímetro. La Figura 1A muestra la vista transparente de tal tejido.

La Figura 2 muestra esquemáticamente un tejido unidireccional. La Figura 2A muestra esquemáticamente la vista transparente de un tejido unidireccional con un ligamento de tafetán 1/1 y 3,0 hilos por centímetro. La Figura 2B muestra esquemáticamente en una representación detallada la formación de espacios en un tejido unidireccional.

La Figura 1 es una representación esquemática de un tejido unidireccional 1 con un ligamento de sarga 3/1 con 0,8 hilos por centímetro. El hilo multifilamento 2 de refuerzo es un hilo en forma de cinta. Unos hilos transversales 3 están entretejidos con los hilos multifilamento 2 de refuerzo en la dirección de la flecha B, no contribuyendo el entretejimiento esencialmente a una estabilización del tejido unidireccional 1. El tejido unidireccional 1 se estabiliza mediante una adhesión de los hilos transversales 3 a los hilos multifilamento 1 de refuerzo.

La Figura 1A muestra la vista transparente de un tejido unidireccional 1 según la Figura 1. En la vista transparente pueden representarse unos espacios 4, dado que en las posiciones de los espacios 4 pasa luz a través del tejido unidireccional 1 y ésta se hace visible como bandas claras. Los hilos multifilamento 2 de refuerzo se extienden a lo largo de la flecha A. Los hilos transversales 3 desplazan los hilos multifilamento 2 de refuerzo en los puntos de ligamento, de manera que se forman los espacios 4. Algunos de los espacios 4 pueden formar un espacio grande cuando esto se desee para la permeabilidad. Sin embargo, en la Figura 1A puede verse bien que los espacios 4 también pueden estar presentes sólo de manera muy local en el tejido unidireccional 1. De este modo se hace posible en particular el ajuste de permeabilidades pequeñas o el ajuste de diferentes intervalos de permeabilidad dentro del tejido unidireccional 1.

En la Figura 2 está representada esquemáticamente la figura de hilos de los hilos multifilamento 2 de refuerzo de un tejido unidireccional 1. En la representación se muestra una única capa del tejido unidireccional 1 observada a distancia, en donde los espacios 4 no pueden distinguirse debido a la distancia.

La Figura 2A muestra esquemáticamente una representación detallada del entretejimiento del hilo multifilamento 2 de refuerzo con los hilos transversales 3. Mediante los hilos transversales 3 con los que se ha entretejido el hilo multifilamento 2 de refuerzo se forman en el tejido unidireccional 1, en el punto de ligamento, unos espacios 4 (o pasos o huecos) a través de los cuales un material de matriz puede fluir a través del tejido unidireccional 1. Mediante la cantidad de espacios 4 en el tejido unidireccional 1 se puede ajustar la permeabilidad del tejido unidireccional. La cantidad de espacios 4 en el tejido unidireccional 1 puede ajustarse muy bien por medio del ligamento en el entretejimiento de los hilos transversales 3 con los hilos multifilamento 2 de refuerzo y la elección del número del hilo transversal. Mediante la selección encauzada del número del hilo transversal se desplaza el hilo multifilamento 2 de refuerzo en un pequeño punto de la capa de hilos multifilamento de refuerzo, de manera que se forma un único espacio 4. El espacio 4 no se extiende a lo largo de la dirección de extensión del hilo (flecha A) por la mayor parte de la longitud del hilo. Más bien, los espacios 4 se forman sólo de manera muy local en el punto de ligamento entre el hilo multifilamento 2 de refuerzo y el hilo transversal 3.

En la Figura 2B está representado esquemáticamente un tejido unidireccional 1 en una vista transparente con un ligamento de tafetán 1/1 y 3,0 hilos por centímetro. En este caso especial, se han reunido los espacios 4 para formar espacios grandes, con lo que puede lograrse una alta permeabilidad. Sin embargo, dado que como hilo transversal 3 se utiliza un hilo de núcleo-envoltura, la capa infiltrada con resina de matriz puede, a pesar de los espacios grandes representados ahora en una vista transparente, presentar de nuevo sólo espacios 4 pequeños. Este efecto puede lograrse gracias a que el primer componente del hilo transversal 3 puede fundirse durante la infiltración y así cierra de nuevo el espacio 4 aún durante la infiltración. En tal caso, el hilo multifilamento 2 de refuerzo puede desplazarse de nuevo hacia su posición original, de manera que el espacio 4 se hace más pequeño.

El ligamento mediante el entretejimiento visible en la Figura 1 es considerablemente menor que el ligamento mediante el entretejimiento visible en la Figura 2. Así pues, en la Figura 1 está representado un tejido unidireccional 1 entretejido menos densamente que en la Figura 2. Sin embargo, puede verse bien que en el tejido unidireccional 1 de la Figura 2 se forma una mayor cantidad de espacios 4, y también espacios grandes (con una extensión larga), que en el tejido unidireccional de la Figura 1. Por consiguiente, un ligamento flojo conduce a una menor permeabilidad que un ligamento firme (logrado mediante el entretejimiento del hilo transversal 3 con los hilos multifilamento 2 de refuerzo).

El ajuste de diferentes permeabilidades se describe más detalladamente por medio de ejemplos.

Como hilo multifilamento de refuerzo para formar el tejido unidireccional se utilizaron en todos los ensayos hilos Tenax® -E IMS65 E23 24K 830tex, que presentaban una sección transversal plana de aproximadamente 7 mm (así llamados, hilos en forma de cinta). Mediante el peso por unidad de superficie de las fibras ajustado, resulta en el tejido unidireccional una anchura de cinta de aproximadamente 3 mm.

Todos los ensayos se han realizado sin un vellón adicional sobre el tejido unidireccional (UD). Un posible vellón es, desde el punto de vista de la estructura, tan abierto que no influya en la permeabilidad.

Para producir el tejido unidireccional se entretejieron los hilos multifilamento de refuerzo con los hilos transversales. En el Ejemplo 1 se eligieron para los tejidos unidireccionales UD 2 a UD 3 los mismos tipos de ligamento, pero con densidades de hilo de trama diferentes (véase la Tabla 1). En el Ejemplo 2, UD 4 y UD 3, así como UD 5 y UD 6, se diferenciaban respectivamente por el número del hilo de trama utilizado (Tabla 2). Para los hilos transversales se utilizaron los siguientes hilos:

1: 20tex – tipo EMS-Grilon C-85

2: 29tex – núcleo: vidrio Vetrotex EC-5 5,5tex + 2xEMS Grilon K-110 enrollado alrededor

3: 35tex – núcleo: vidrio Vetrotex EC-5 11tex + 2xEMS Grilon K-110 enrollado alrededor

Se midió la permeabilidad al aire de los tejidos unidireccionales así formados mediante la norma de ensayo EN ISO 9237, utilizándose una presión de aire de 200 Pa. El resultado obtenido permite deducir directamente la permeabilidad de los tejidos unidireccionales examinados.

Ejemplo 1: Hilo de trama idéntico (hilo transversal), variación del ligamento

Tabla 1

Denominación	Fibra de carbono	Peso por unidad de superficie de las fibras	Hilo de trama	Ligamento	Trama Fd/cm	Permeabilidad al aire	Cambio
UD-1	Tenax® -E IMS65 E23 24K 830tex	268 g/m ²	35 tex	Sarga 3/1	0,8	25,1 l/dm ² /min	100 %
UD-2	Tenax® -E IMS65 E23 24K 830tex	268 g/m ²	35 tex	Tafetán	1,1	89,9 l/dm ² /min	358 %
UD-3	Tenax® -E IMS65 E23 24K 830tex	268 g/m ²	35 tex	Tafetán	3,0	494,0 l/dm ² /min	1.968 %

Ejemplo 2: Ligamento idéntico, variación del hilo de trama (hilo transversal)

5

Tabla 2

Denominación	Fibra de carbono	Peso por unidad de superficie de las fibras	Hilo de trama	Ligamento	Trama Fd/cm	Permeabilidad al aire	Cambio
UD-4	Tenax® -E IMS65 E23 24K 830tex	268 g/m ²	29 tex	Tafetán	3,0	297,0 l/dm ² /min	100 %
UD-3	Tenax® -E IMS65 E23 24K 830tex	268 g/m ²	35 tex	Tafetán	3,0	494,0 l/dm ² /min	166 %

Denominación	Fibra de carbono	Peso por unidad de superficie de las fibras	Hilo de trama	Ligamento	Trama Fd/cm	Permeabilidad al aire	Cambio
UD-5	Tenax® -E IMS65 E23 24K 830tex	268 g/m ²	20 tex	Sarga 3/1	0,8	14,8 l/dm ² /min	100 %
UD-6	Tenax® -E IMS65 E23 24K 830tex	268 g/m ²	35 tex	Sarga 3/1	0,8	25,1 l/dm ² /min	170 %

Por ligamento del tejido unidireccional debe entenderse la combinación del tipo de ligamento y la cantidad de hilos de trama por centímetro.

- 10 Como puede verse bien en el Ejemplo 1, un ligamento de tafetán flojo conduce, en relación con un ligamento de sarga más firme, a una permeabilidad mejorada del tejido unidireccional. En el caso de la utilización del mismo tipo de ligamento en UD 2 y UD 3, la cantidad de hilos de trama por centímetro determina la densidad con la que el tejido unidireccional está tejido. En un tejido unidireccional más denso (UD 3 en relación con UD 2), la permeabilidad al aire y, por lo tanto, también la permeabilidad son considerablemente mayores.
- 15 El Ejemplo 2 muestra que una variación de la finura del hilo de trama –con el mismo tipo de ligamento y la misma relación de hilos de trama por centímetro– conduce también a un cambio de la permeabilidad.

- 5 En general, todos los ejemplos muestran que la permeabilidad del tejido unidireccional puede ajustarse. En este contexto, puede influirse en la permeabilidad deseada mediante el entretejimiento de los hilos multifilamento de refuerzo con el hilo transversal y mediante la finura del hilo transversal y la estructura de núcleo-envoltura del hilo transversal. En este contexto, se ha comprobado de manera sorprendente y totalmente inesperada que un tejido unidireccional tejido densamente presenta una mayor permeabilidad que un tejido unidireccional entretejido flojamente.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para producir un tejido textil unidireccional (1), en donde se entreteje al menos una capa plana de hilos multifilamento (2) de refuerzo, dispuestos de manera adyacente y paralela unos con respecto a otros, con hilos transversales (3), en donde los hilos adyacentes de los hilos multifilamento (2) de refuerzo están en su mayor parte en contacto directo entre sí dentro de una capa, en donde como hilos transversales (3) se utilizan hilos transversales con una estructura de núcleo-envoltura, en donde los hilos transversales (3) presentan un primer componente que constituye la envoltura y un segundo componente que constituye el núcleo, en donde el primer componente presenta una menor temperatura de fusión que el segundo componente, el primer componente es un material polimérico termoplástico fusible y mediante el primer componente de los hilos transversales (3) se unen entre sí por medio de adhesión por fusión los hilos multifilamento de refuerzo dispuestos de manera adyacente, en donde los hilos transversales tienen un número de 10 a 40 tex, medido según EN ISO 2060:1995, y mediante el entretejimiento de los hilos transversales (3) con los hilos multifilamento (2) de refuerzo se forman, dentro de la capa plana de hilos multifilamento (2) de refuerzo dispuestos de manera adyacente, unos espacios (4) mediante los cuales puede ajustarse una permeabilidad de 10 a 600 l/dm²/min, medida según EN ISO 9237, en donde los espacios (4) se forman sólo de manera muy local en puntos de cruce entre el hilo multifilamento (2) de refuerzo y el hilo transversal (3) mediante el entretejimiento.
2. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado por que** sobre la al menos una capa plana de hilos multifilamento (2) de refuerzo se dispone un vellón de material polimérico termoplástico, que se une de manera adhesiva a la capa plana de hilos multifilamento (2) de refuerzo.
3. Procedimiento según al menos una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado por que** se ajusta una permeabilidad de más de 25 l/dm²/min, con mayor preferencia de más de 50 l/dm²/min, y/o los espacios (4) se forman en esencia solo en la zona de un punto de ligamento del entretejimiento de hilo multifilamento (2) de refuerzo e hilo transversal (3).
4. Procedimiento según al menos una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado por que** los hilos transversales (3), para formar el tejido textil unidireccional, se entretejen con los hilos multifilamento de refuerzo preferiblemente en un ligamento de sarga o de tafetán.
5. Procedimiento según la reivindicación 4, **caracterizado por que** como ligamento se utiliza un ligamento de sarga 3/1 con 0,8 a 3,0 Fd/cm, un ligamento de sarga 3/1 con 0,8 a 3,0 Fd/cm, un ligamento de sarga 2/1 con 0,8 a 3,0 Fd/cm, un ligamento de tafetán 1/1 con 0,8 a 3,0 Fd/cm y/o un ligamento de tafetán 1/1 con 0,8 a 3,0 Fd/cm.
6. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado por que** para el primer componente de los hilos transversales (3) se utiliza un componente con una temperatura de fusión en un intervalo de 70 a 150 °C.
7. Procedimiento según la reivindicación 6, **caracterizado por que** como primer componente de los hilos transversales (3) se utiliza un homopolímero de poliamida o un copolímero de poliamida o una mezcla de homopolímeros de poliamida y/o copolímeros de poliamida.
8. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado por que** como segundo componente de los hilos transversales (3) se utiliza un componente con una temperatura de fusión por encima de 200 °C.
9. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado por que** como segundo componente de los hilos transversales (3) se utiliza vidrio o un poliéster.
10. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado por que** se utilizan hilos transversales (3) con un número en un intervalo de 15 a 35 tex, con mayor preferencia de 20 a 25 tex, medido según EN ISO 2060:1995.
11. Procedimiento según la reivindicación 2, **caracterizado por que** como vellón se utiliza un vellón con un peso por unidad de superficie en un intervalo de 3 a 25 g/m².
12. Procedimiento según la reivindicación 2, **caracterizado por que** como vellón se utiliza un vellón con un espesor, medido perpendicularmente a la dirección de extensión del vellón, de menos de 60 µm, preferiblemente menos de 30 µm y con especial preferencia menos de 10 µm, medido según DIN ISO 9073-2.
13. Procedimiento según la reivindicación 2, **caracterizado por que** como vellón se utiliza un vellón con un primer componente polimérico y con un segundo componente polimérico, teniendo el primer componente polimérico una temperatura de fusión por debajo de la temperatura de fusión o de descomposición del segundo componente de los hilos transversales (3), y que no es soluble en resinas de matriz epoxi, de éster de cianato o de benzoxazina o en mezclas de estas resinas de matriz, presentando el segundo componente polimérico una menor temperatura de fusión que el primer componente polimérico.

14. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado por que** como hilos multifilamento (2) de refuerzo se utilizan hilos de fibra de carbono, hilos de fibra de vidrio o hilos de aramida, o hilos de polietileno UHMW altamente estirados.

5 15. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado por que** como hilo multifilamento de refuerzo se utiliza un hilo de fibra de carbono con una resistencia de al menos 5.000 MPa, medida según JIS-R- 7608, y un módulo de tracción de al menos 260 GPa, medido según JIS-R- 7608.

10 16. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado por que** la al menos una capa plana de hilos multifilamento (2) de refuerzo dispuestos de manera adyacente y paralela unos con respecto a otros presenta un contorno curvo, en el que los hilos multifilamento (2) de refuerzo se disponen paralelamente a una dirección periférica del contorno curvo y cada hilo multifilamento (2) de refuerzo se extiende por su propio segmento de trayectoria asignado a la dirección periférica del contorno curvo y los segmentos de trayectoria de los distintos hilos multifilamento (2) de refuerzo presentan un centro de curvatura común.

17. Preforma de fibras para producir elementos constructivos de material compuesto, **caracterizada por que** comprende un tejido textil unidireccional (1) producido según una de las reivindicaciones 1 a 16.

15

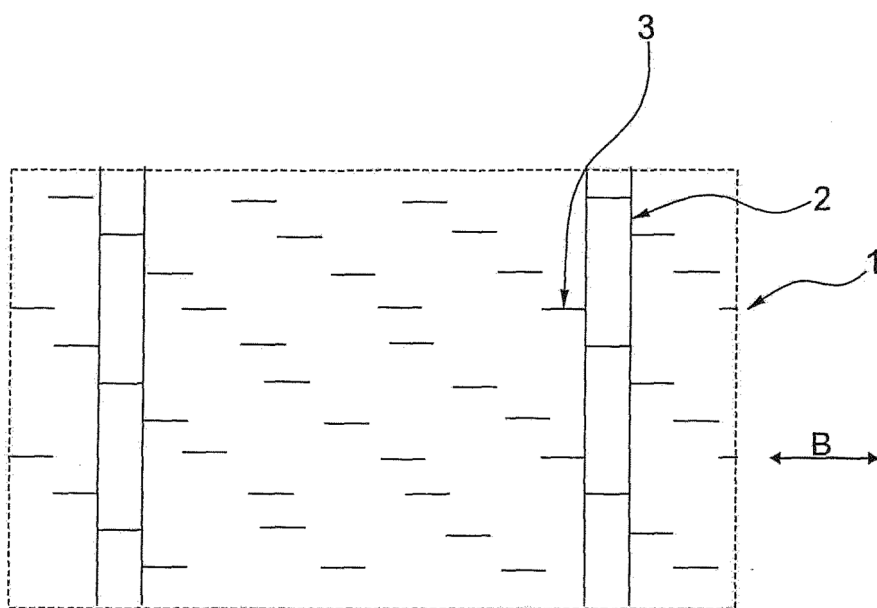


Fig. 1

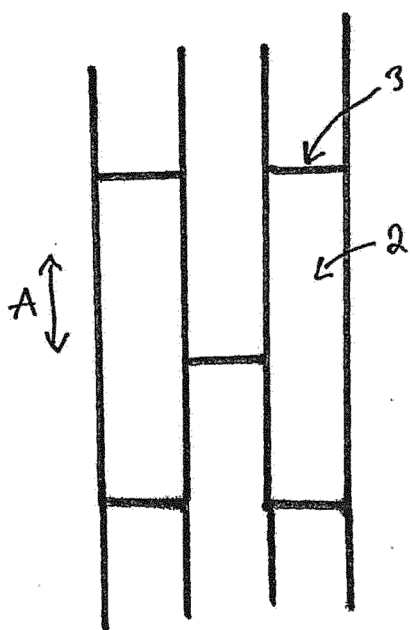


Fig. 2

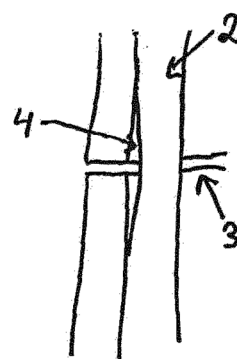


Fig 2A

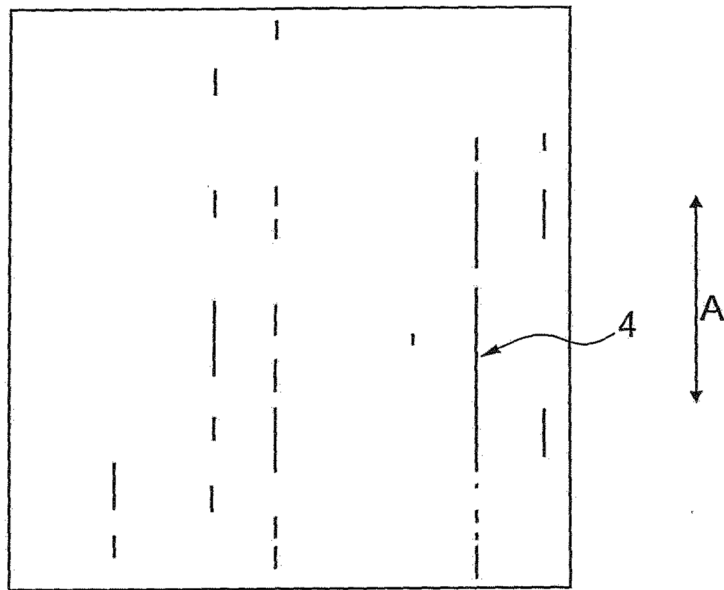


Fig. 1A

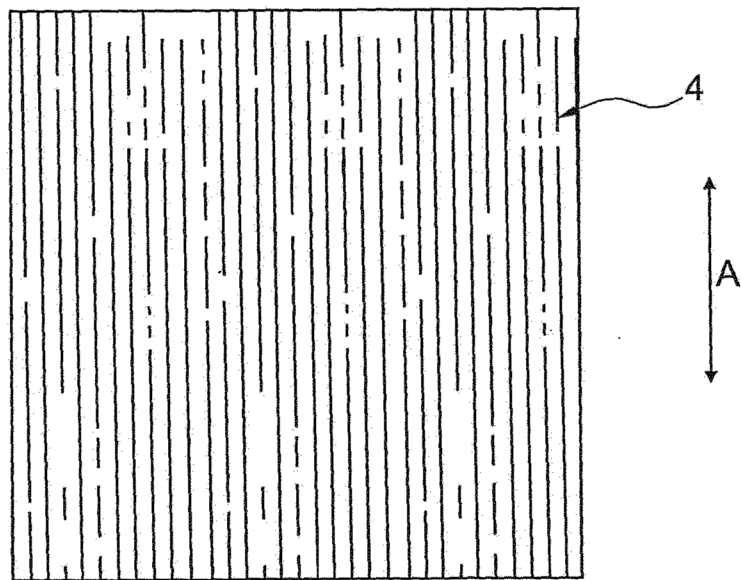


Fig. 2B