

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 910 651**

51 Int. Cl.:

D04B 21/16 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **11.03.2011 E 16174895 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **19.01.2022 EP 3103906**

54 Título: **Tejido multiaxial cosido**

30 Prioridad:

18.03.2010 EP 10002869

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

13.05.2022

73 Titular/es:

**TEIJIN CARBON EUROPE GMBH (100.0%)
Kasinostrasse 19-21
42103 Wuppertal, DE**

72 Inventor/es:

WOCKATZ, RONNY

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 910 651 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

Tejido multiaxial cosido

5 La invención se refiere a un tejido multiaxial de al menos dos capas dispuestas superpuestas de hilos de refuerzo de multifilamentos dispuestos paralelos entre sí dentro de las capas y que se apoyan adyacentes entre sí, en el que los hilos de refuerzo están unidos entre sí dentro de una capa así como de capas vecinas por medio de hebras de costura que se extienden paralelas entre sí y distanciadas entre sí con una anchura de puntada w y están fijados entre sí, en el que las hebras de costura configuran mallas con una longitud de puntada s y en el que a través de las hebras de costura se define la dirección de grado cero del tejido y en el que los hilos de refuerzo de las capas están dispuestos simétricos con relación a la dirección de grado cero del tejido y, con respecto a su dirección de extensión, configuran un ángulo α con relación a la dirección de grado cero.

15 Los tejidos multiaxiales o tejidos multiaxiales se conocen desde hace mucho tiempo en el mercado. Por tejidos multiaxiales se entienden estructuras de varias capas de hebras dispuestas superpuestas, de manera que las capas de hebras están constituidas por multitudes de hebras de refuerzo dispuestas paralelas entre sí. Las capas de hebras dispuestas superpuestas se pueden unir entre sí por medio de una pluralidad de hebras de costura o hebras activas dispuestas adyacentes entre sí y que se extienden paralelas entre sí y configuran mallas y se fijan entre sí, de manera que el tejido multiaxial se estabiliza de esta manera. Las hebras de costura o hebras activas configuran en este caso la dirección de grado cero del tejido multiaxial.

20 Las capas de hebras están colocadas superpuestas de tal forma que las fibras de refuerzo de las capas están alineadas paralelas entre sí o cruzándose de forma alterna. Los ángulos se pueden ajustar casi discrecionalmente. Pero normalmente en los tejidos 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 selecciona la estructura de tal forma que resulta una estructura simétrica frente a la dirección de grado cero. Tales tejidos multiaxiales se pueden fabricar, por ejemplo, por medio de máquinas de géneros de punto de urdimbre o máquinas de género de punto de trama.

25 Los componentes compuestos de fibras fabricados con tejidos multiaxiales son adecuados de una manera excelente para contrarrestar directamente las fuerzas que son introducidas desde las direcciones de sollicitación y de esta manera proporcionar altas resistencias. En este caso, la adaptación en los tejidos multiaxiales con respecto a las densidades de las fibras y los ángulos de las fibras a las direcciones de la carga presentes en el componente posibilita pesos específicos reducidos.

30 Los tejidos multiaxiales se pueden emplear, en virtud de su estructura, especialmente para la fabricación de estructuras complejas. En este caso, los tejidos multiaxiales se colocan sin material de matriz en un molde y se adaptan, por ejemplo para la transformación, a temperatura elevada a su contorno. Después de la refrigeración se obtiene una llamada pre-forma estable, en la que se introduce el material de la matriz, necesario para la fabricación del componente compuesto, a través de infusión o inyección, también utilizando vacío. Los procedimientos conocidos son los llamados Moldeo Líquido (Procedimiento LM) o procedimientos relacionados con él como, por ejemplo, Resin Transfer Molding (RTM), Vacuum Assisted Resin Transfer Molding (VARTM), Resin Film Infusion (RFI), Liquid Resin Infusion (LRI) o Resin Infusion Flexible Tooling (RIFT).

40 Para la pre-forma es importante, por un lado, que las fibras estén fijadas dentro de las capas así como las capas de fibras individuales estén fijadas en una medida suficiente entre sí. Por otra parte, con respecto a la conformación tridimensional necesaria, es necesaria una buena capacidad de caída del tejido multiaxial. Por último, también es importante que el tejido multiaxial transformado en la pre-forma pueda ser bien penetrado por la resina de la matriz, que se introduce a través de los procedimientos indicados anteriormente.

45 Tejidos multiaxiales y su fabricación se describen, por ejemplo, en los documentos DE 102 52 671 C1, DE 199 13 647 B4, DE 20 2004 007 601 U1, EP 0 361 796 A1 o US 6 890 476 B3. Según el documento DE 10 2005 033 107 B3 se fabrican en primer lugar esteras individuales de fibras o haces de fibras dispuestos unidireccionales, siendo agarradas éstas por medio de hebras aglutinantes en mallas y todas las hebras aglutinantes rodean o fijan sólo una hebra o bien sólo un haz de hebras. En una segunda etapa de superponen varias capas de las esteras fabricadas de esta manera en diferentes ángulos entre sí y se unen mutuamente.

50 El documento EP 1 352 118 A1 publica tejidos multiaxiales, en los que las capas de las fibras de refuerzo son retenidas juntas por medio de hilos de costura fundibles. La utilización de hilos fundibles permite, de acuerdo con una de las formas de realización del documento EP 1 352 118 A1 durante la conformación del tejido multiaxial por encima de la temperatura de fusión de las hebras de costuras, un desplazamiento de las capas entre sí y durante la refrigeración siguiente por debajo de la temperatura de fusión, una estabilización de la forma, de manera que las puntadas funcionan como aglutinante in situ. Una tensión en los hilos de costura conduce, de acuerdo con las explicaciones del documento EP 1 352 118 A1, en primer lugar a la configuración de zonas de canal en el tejido, resultando una infiltración mejorada de resina de la matriz. El calentamiento de la estructura de tejido por encima de la temperatura de fusión de los hilos de costura da como resultado entonces una disipación de la tensión en los hilos de costura y como consecuencia de ello una reducción de la ondulación de las fibras de refuerzo. La porción de hebras de costura en el tejido debe estar, según el documento EP 1 352 118 A1, con preferencia en el intervalo de 0,5 – 10% en peso.

Con frecuencia se emplean hebras de costura de polímeros termoplásticos como por ejemplo poliamida o poliéster, como se publica, por ejemplo, en el documento EP 1 057 605 B1. De acuerdo con las indicaciones del documento US 6 890 476 B1, las hebras empleadas allí presentan una finura de aproximadamente 70 dtex. El documento WO 98/10128 publica tejidos multiaxiales de varias capas de fibras de refuerzo superpuestas depositadas bajo un ángulo, que están cosidas o tricotadas entre sí por medio de hebras de costura. El documento WO 98/10128 publica tejidos multiaxiales, en los que las cadenas de las mallas de las hebras de costura tienen una división de, por ejemplo, 5 series por 25,4 mm de anchura (= 1 pulgada) y una anchura de puntada normalmente en el intervalo de aproximadamente 3,2 a aproximadamente 6,4 m (1/8 -1/4 de pulgada). Las hebras de costura empleadas en este caso tienen una finura de al menos 80 dtex. También en el documento US 4 857 379 B1 se emplean hilos por ejemplo de poliéster para la unión de hilos de refuerzo, por ejemplo, por medio de procesos de tricotado o de tejido, de manera que los hilos tienen allí una finura de 50 a 3300 dtex.

El documento DE 198 02 135 se refiere a tejidos multiaxiales, por ejemplo, para aplicaciones balísticas, en los que capas dispuestas superpuestas de hilos de urdimbre y de hilos de trama dispuestos, respectivamente, paralelos entre sí, están unidos por medio de hebras aglutinantes entre sí. En los tejidos axiales mostrado en el documento DE 198 02 135, las hebras paralelas entre sí presentan una distancia mutua y las mallas configuradas a través de las hebras aglutinantes abrazan en cada caso las hebras de urdimbre y de trama. Para las hebras aglutinantes empleadas se indican finuras en el intervalo entre 140 y 930 dtex. También en los tejidos multiaxiales publicados en el documento WO 2005/028724 se unen varias capas de hilos de refuerzo dispuestos unidireccionales o bien paralelos entre sí con alta resistencia por medio de hebras aglutinantes entretejidas entre estos hilos de refuerzo y que rodean los hilos de refuerzo individuales. Dentro de las capas, los hilos de refuerzo están distanciados entre sí. Como hebras aglutinantes se emplean, por ejemplo, hebras de polivinilalcohol con un título de 75 denier o hebras de elastómero a base de poliuretano con un título de 1120 denier.

En parte, se colocan también esteras o telas no tejidas de fibras enmarañadas o tejidos o esteras de fibras cortas entre las capas de hebras de fibras de refuerzo, para mejorar, por ejemplo, la capacidad de impregnación de los tejidos o para mejorar, por ejemplo, la tenacidad al impacto. Tales tejidos multiaxiales que presentan capas intermedias en forma de esteras se publican, por ejemplo, en el documento DE 35 35 272 C2, el documento EP 0 323 571 A1, o el documento US 2008/0289743 A1.

Como resultado, se muestra que los tejidos multiaxiales actuales pueden presentar, en general, una buena capacidad de caída y que su capacidad de impregnación con resina de la matriz puede ser satisfactoria. También en los componentes, que han sido fabricados con tejidos multiaxiales, se puede conseguir un buen nivel de valor característico con respecto a la resistencia a la flexión o la resistencia a la tracción. Sin embargo, estos componentes muestran con frecuencia un nivel del valor característico poco satisfactorio en el caso de sollicitación a presión y en el caso de sollicitación a impacto.

Los inconvenientes de las resistencias mecánicas poco satisfactorias en el caso de sollicitación a presión y en el caso de sollicitación a impacto son hasta ahora todavía tan graves que a pesar la idoneidad mejorada mencionada de los materiales especialmente para componentes complejos se recurre a la llamada tecnología Prepreg conocida ya desde hace mucho tiempo y, por lo tanto, se tolera un gasto más elevado de tiempo y de fabricación.

Por lo tanto, existe una necesidad de tejidos multiaxiales, que conducen a propiedades mejoradas en componentes o materiales especialmente en el caso de sollicitación a presión y en el caso de sollicitación a impacto.

Por lo tanto, el problema de la presente invención es proporcionar un tejido multiaxial, por medio del cual se pueden fabricar componentes compuestos de fibras con propiedades mejoradas en el caso de sollicitación a presión y en el caso de sollicitación a impacto. El problema se soluciona mediante un tejido multiaxial según la reivindicación 1.

Se ha mostrado que especialmente se mejora claramente la estabilidad frente a sollicitaciones a presión, cuando el título de los hilos de costura en el tejido multiaxial está en la zona requerida de acuerdo con la invención. Tales hilos de costura finos no se han empleado todavía hasta ahora en tejidos multiaxiales. De manera sorprendente se ha mostrado que a través de la utilización de hebras de costura con la finura requerida por la invención en los tejidos multiaxiales se consigue una mejora clara de la estabilidad de materiales compuestos fabricados a partir de ellas. Esto es atribuible a que la imagen de las hebras de las capas de hebras individuales está claramente homogeneizada frente a los tejidos multiaxiales conocidos. En particular, se puede establecer que los filamentos de los hilos de refuerzo muestran un desarrollo más lineal que en el caso de tejidos del estado de la técnica. Con preferencia, las hebras de costura tienen un título en el intervalo de 10 a 30 dtex y de manera especialmente preferida un título en el intervalo de 15 a 25 dtex. Se conoce la utilización de hilos de título bajo en todo caso como hebras de género de punto en la fabricación, por ejemplo, de géneros de punto para aplicaciones textiles como por ejemplo en la fabricación de insertos de fijación bielásticos para prendas superiores, como por ejemplo chaquetas. Tales insertos de fijación se describen, por ejemplo, en el documento DE 93 06 255 U1, en los que, sin embargo, las hebras de género de punto abrazan las hebras de urdimbre y de trama del tejido que sirve de base. Esto afecta también al tejido del documento WO 2006/055785 para sistemas de retención de automóviles (Air-Bags), en los que se unen entre sí una capa de hilos dispuestos en la dirección de urdimbre y una capa de hilos dispuestos en la dirección de trama por medio de hebras de género de punto de título bajo.

Las capas individuales constituidas de hilos de refuerzo de multifilamentos del tejido de acuerdo con la invención se pueden fabricar por medio de métodos y aparatos habituales y se pueden depositar superpuestas en ángulos definidos frente a la dirección de grado cero. Máquinas conocidas en este campo son las máquinas-LIBA o las máquinas Karl Mayer. De esta manera, se pueden posicionar también los hilos de refuerzo de tal manera entre sí dentro de las capas que se apoyan entre sí, es decir, que se encuentran adyacentes entre sí esencialmente sin intersticios.

No obstante, también es posible que las capas del tejido multiaxial de acuerdo con la invención estén constituidas de tejidos unidireccionales prefabricados de los hilos de refuerzo de multifilamentos. En estos tejidos unidireccionales se unen entre sí los hilos de refuerzo dispuestos paralelos entre sí, que forman la capa respectiva, por medio de urdimbre a partir de hebras aglutinantes ahuecadas, que se extienden esencialmente transversales a los hilos de refuerzo. Tales tejidos unidireccionales se describen, por ejemplo, en el documento EP 0 193 479 B1 o el documento EP 0 672 776, a cuya publicación se hace referencia expresamente aquí.

Como fibras de refuerzo o bien hilos de refuerzo se contemplan las fibras o bien hilos empleados normalmente en el campo de la tecnología de materiales compuestos de fibras. Con preferencia, en los hilos de refuerzo de multifilamentos empleados en el tejido multiaxial de acuerdo con la invención se trata de hilos de fibras de carbono, hilos de fibras de vidrio o hilos de aramida o hilos de polietileno-UHMW altamente estirados. De manera especialmente preferida, se trata de hilos de fibras de carbono.

Los tejidos de acuerdo con la invención son simétricos con respecto a su estructura de capas. Esto significa que el número de las capas en el tejido multiaxial de acuerdo con la invención, en las que los hilos de refuerzo configuran un ángulo positivo α con la dirección de grado cero, y el número de las capas, en las que los hilos de refuerzo configuran un ángulo negativo α complementario al mismo con la dirección de grado cero, es igual. De esta manera, el tejido multiaxial de acuerdo con la invención puede presentar, por ejemplo, una estructura con una capa de 45° , una capa de -45° , una capa de $+45^\circ$ y una capa de -45° . Normalmente, en tejidos multiaxiales se pueden encontrar ángulos α en el intervalo desde $\pm 20^\circ$ hasta $\pm 80^\circ$. Ángulos α típicos son $\pm 25^\circ$, $\pm 30^\circ$, $\pm 45^\circ$ y $\pm 60^\circ$. En una forma de realización preferida del tejido de acuerdo con la invención, el valor del ángulo α con respecto a la dirección de grado cero está en el intervalo de 15° a 75° .

Para tener en cuenta, por ejemplo, también otras direcciones de solicitud en el componente posterior, el tejido multiaxial de acuerdo con la invención comprende también capas de hilos de refuerzo de multifilamentos, en las que los hilos de refuerzo configuran frente a la dirección de grado cero un ángulo de 0° y/o capas, en las que los hilos de refuerzo configuran frente a la dirección de grado cero un ángulo de 90° . Estas capas de 0° y 90° , respectivamente, se encuentran con preferencia entre las capas orientadas bajo el ángulo α . No obstante, también es posible una estructura con las siguientes direcciones: 90° , $+30^\circ$, -30° , 0° , -30° , $+30^\circ$, 90° , es decir, una estructura, en la que las capas exteriores están formadas de capas de 90° .

Con respecto a la resistencia frente a sollicitaciones a presión y/o sollicitaciones a impacto de componentes de material compuesto fabricados por medio de los tejidos multiaxiales de acuerdo con la invención, se ha comprobado de manera sorprendente que se consigue un nivel de resistencia especialmente buenos cuando la longitud de la puntada s de las hebras de costura en función de la anchura de la puntada w así como del ángulo α de los hilos de refuerzo en el tejido multiaxial de acuerdo con la invención cumple las siguientes relaciones:

$$2 \text{ mm} \leq s \leq 4 \text{ mm} \quad (I)$$

y

$$s = n \cdot B \cdot \frac{w \cdot |\tan \alpha_1|}{2,3}, \quad (II)$$

En este caso, el multiplicador B puede adoptar valores en el intervalo $0,9 \leq B \leq 1,1$ y n puede adoptar los valores 0,5, 1, 1,5, 2, 3 ó 4, con lo que también para valores pequeños de $w \cdot |\tan \alpha_1| / 2,3$ la longitud de la puntada s se encuentra en la zona requerida de acuerdo con la ecuación (I). La anchura de la puntada w , es decir, la distancia entre las hebras de costura se puede indicar en este caso en mm.

Por el ángulo α_1 se entiende en este caso el ángulo con relación a la dirección de grado cero, bajo el que están dispuestos los hilos de refuerzo de la primera capa en la vista en planta superior sobre el tejido multiaxial, cuyos hilos de refuerzo presentan con relación a la dirección de grado cero un ángulo diferente de 90° y de 0° . En el caso de que los hilos de refuerzo de la capa más alta o de las capas más altas del tejido multiaxial presenten un ángulo de 90° o de 0° con respecto a la dirección del grado 0, entonces debe contemplarse la primera capa dispuesta debajo de esta capa o bien debajo de estas capas, cuyos hilos de refuerzo presentan un ángulo que se desvía de 90° o de 0° .

En la investigación de la imagen de las fibras, es decir, del desarrollo de las fibras o bien de los filamentos de los hilos de refuerzo de multifilamentos en las capas del tejido multiaxial, se ha constatado que manteniendo las condiciones (I) y (II) resulta un desarrollo muy uniforme de las fibras con una ondulación claramente reducida de los intersticios entre haces de hilos. A tal fin es claramente decisivo que a lo largo del desarrollo de un haz de hilos o colada de fibras, las hebras de

costura atraviesen la colada de fibras en posiciones lo más diferentes posible sobre la anchura de la colada de fibra. En los valores ajustados normalmente con respecto a la longitud de la puntada y la anchura de la puntada fuera de las zonas definidas a través de las condiciones (I) y (II), hay que observar que las puntadas de las hebras de costura a lo largo de la extensión de los hilos de refuerzo aparecen esencialmente entre las mismas fibras o bien filamentos o bien las mismas zonas de la colada de fibras o bien del hilo de refuerzo. De esta manera, se obtiene una ondulación marcada en el desarrollo del hilo y la configuración de intersticios entre filamentos.

En general, se ha comprobado que en el caso de utilización de los hebras de costura de título bajo de acuerdo con la invención y el mantenimiento de las condiciones (I) y (II) mencionadas anteriormente en la vista en planta superior sobre las capas de los hilos de refuerzo, se puede reducir la desviación de las fibras provocada por los lugares de puntada de las hebras de costura en el tejido, designada también como ángulo de ondulación, hasta un 25% aproximadamente. Al mismo tiempo, las superficies de ondulación resultantes, es decir, las superficies o bien las zonas, en las que los filamentos o bien las hebras muestran una desviación, se reducen en un 40% aproximadamente y con ello se reducen claramente los espacios libres entre las fibras, que resultan en zonas con elevada porción de resina y reducida resistencia en el componente.

Al mismo tiempo, con la ayuda de micrografías de laminados compuestos sobre la base de los tejidos multiaxiales de acuerdo con la invención se puede establecer que a través de la utilización de las hebras de costura de título bajo de acuerdo con la invención se ha conseguido de manera sorprendente una homogeneización clara del desarrollo de las hebras de refuerzo en una dirección de observación paralelamente a la extensión de las capas de los hilos de refuerzo y perpendicularmente a la extensión de los hilos de refuerzo. De esta manera, en el caso de utilización de una hebra de costura con un título de 23 dtex, se obtiene un desarrollo esencialmente lineal de los filamentos de los hilos de refuerzo. En el caso de utilización de una hebra de costura con un título fuera de la zona requerida de acuerdo con la invención, ya con un título de 48 dtex, visto sobre dicha sección transversal del laminado compuesto, todos los filamentos mostraron un desarrollo ondulado, muy inestable, con amplitudes de la oscilación en el orden de magnitud del espesor de una capa de hebras de refuerzo.

En este caso, la longitud de la puntada puede estar en el intervalo de 2 mm a 4 mm. Con longitudes de la puntada por encima de 4 mm no se garantiza ya una estabilidad suficiente del tejido multiaxial de acuerdo con la invención. Por debajo de 2 mm, en cambio, se produce un número demasiado alto de puntos erróneos en el tejido. Además, se reduce también la rentabilidad de la fabricación del tejido multiaxial en una gran medida.

Como hebras de costura se contemplan los hilos empleados habitualmente para la fabricación de tejidos de hilos, con tal que presenten la finura requerida de acuerdo con la invención. Con preferencia, las hebras de costura con hilos de multifilamentos. Con preferencia, las hebras de costura están constituidas de poliamida, poliaramida, poliéster, poliacrilo, polihidroxiéter o por copolímeros de estos polímeros. De manera especialmente preferida, las hebras de costura son hilos de multifilamentos de poliéster, poliamida o polihidroxiéter o de copolímeros de estos polímeros. En este caso, se emplean aquellos hilos de costura que se funden durante la inyección posterior de la resina, por ejemplo por encima de la temperatura de inyección de la resina, pero por debajo de la temperatura de endurecimiento de la resina empleada. Los hilos se pueden fundir también a la temperatura de endurecimiento propiamente dicha. Los hilos de costura pueden ser también aquéllos que se pueden disolver en la resina de la matriz, por ejemplo durante la inyección o también durante su endurecimiento. Tales hebras de costura se describen en los documentos DE 199 25 588, EP 1 057 605 o US 6 890 476, a cuya publicación se hace referencia expresamente.

Es ventajoso que las hebras de costura presenten a temperatura ambiente una dilatación a rotura de $\geq 50\%$. A través de la dilatación a rotura alta se puede conseguir una capacidad de caída mejorada de los tejidos multiaxiales de acuerdo con la invención, con lo que se pueden realizar también estructura o bien componentes más complejos. En el marco de la presente invención se entienden en este caso como hebras de costura también aquellos hilos, que no están introducidos por medio de costuras en el tejido multiaxial de acuerdo con la invención, sino a través de otros procesos textiles de formación de mallas, como especialmente a través de procesos de tricotado. Las mallas, sobre las que las hebras de costura conectan entre sí las capas de un tejido multiaxial, pueden presentar los tipos de unión habituales en tejidos multiaxiales, como por ejemplo unión tricotada o unión de flocadura. Se prefiere una unión de flocadura.

En el tejido multiaxial de acuerdo con la invención, sobre y/o entre las al menos dos capas de los hilos de refuerzo, es decir, las capas de refuerzo, está dispuesta una tela no tejida y está conectada con las capas de los hilos de refuerzo por medio de hebras de costura. En la tela no tejida se puede tratar de una estructura superficial textil de fibras cortadas cortas no alineadas o de fibras cortas o de una tela no tejida de capas enmarañadas de filamentos sin fin, que debe solidificarse, por ejemplo bajo impulsión de temperatura y bajo presión, de manera que los filamentos se funden en los puntos de contacto y de esta manera configuran la tela no tejida. Una ventaja de la utilización de una tela no tejida entre las capas de refuerzo está, entre otras cosas, en una capacidad de caída mejorada y/o una capacidad de infiltración mejorada del tejido multiaxial con resina de la matriz. En este caso, en la tela no tejida se puede tratar de una tela no tejida de vidrio o de una tela no tejida de fibras de carbono.

Con preferencia, la tela no tejida está constituida de un material polímero termoplástico. Tales telas no tejidas se publican, como ya se ha indicado, por ejemplo, en las publicaciones DE 35 35 272 C2, EP 0 323 571 A1, US 2007/0202762 A1 o US 2008/0289743 A1. Con una selección adecuada del material polímero termoplástico, la tela no tejida puede actuar como agente para la elevación de la tenacidad al impacto y no deben añadirse ya otros medios

que eleva la tenacidad al impacto al material de la matriz propiamente dicho. La tela no tejida debería presentar en este caso durante la infiltración del tejido multiaxial con material de la matriz todavía una estabilidad suficiente, pero debe fundirse durante el prensado siguiente y/o a temperaturas de endurecimiento. Por lo tanto, con preferencia, el material de polímero termoplástico que constituye la tela no tejida posee una temperatura de fusión, que está en el intervalo de 80 a 250°C. En aplicaciones, en las que se emplean resinas epóxido como materiales de la matriz, han dado buen resultado las telas no tejidas de poliamida.

En este caso, es ventajoso que la tela no tejida comprenda dos componentes de polímero termoplástico, que presenta diferentes temperaturas de fusión, es decir, un primer componente de polímero con temperatura de fusión más baja y un segundo componente de polímero con temperatura de fusión más alta. En este caso, la tela no tejida puede estar constituida por una mezcla de fibras mono componentes con diferentes temperaturas de fusión, es decir, una tela o tejida híbrida. No obstante, la tela no tejida puede estar constituida también de fibras bicomponentes, por ejemplo de fibras de núcleo y funda, estando constituido el núcleo de las fibras de un polímero de temperatura de fusión más alta y estando constituida la funda de un polímero de temperatura de fusión más baja. Durante el procesamiento de los tejidos multiaxiales de acuerdo con la invención con tales telas no tejidas híbridas o telas no tejidas bicomponentes para obtener pre-formas, es decir, durante la conformación de los tejidos multiaxiales, con una impulsión térmica adecuada durante la conformación a temperaturas por encima del punto de fusión del componente de tela no tejida que se funde a baja temperatura, pero por debajo del punto de fusión del componente de tela no tejida que se funde a temperatura más alta, se puede conseguir una buena capacidad de deformación y después de la refrigeración una buena estabilización y fijación del tejido conformado. De manera similar a una tela no tejida de fibras bicomponentes, la tela no tejida puede estar constituida también, por ejemplo, de una capa enmarañada de fibras del segundo componente polímero, siendo aplicado el primer componente polímero, por ejemplo, a través de pulverización o a través de recubrimiento sobre las fibras del segundo componente polímero. El recubrimiento se puede realizar, por ejemplo, a través de una impregnación con una dispersión o solución del primer componente polímero, de manera que después de la impregnación se ha eliminado la porción de líquido de la dispersión o bien el disolvente. De la misma manera es posible que una tela no tejida constituida a partir de fibras del segundo componente polímero contenga el primer componente polímero en forma de partículas finas, insertadas entre las fibras del segundo componente polímero.

En una forma de realización preferida del tejido multiaxial de acuerdo con la invención, el primer componente polímero, que constituye la tela no tejida con temperatura de fusión más elevada, presenta una temperatura de fusión en el intervalo entre 140 y 250°C. De la misma manera se prefiere que el segundo componente polímero con temperatura de fusión más baja, presente una temperatura de fusión en el intervalo entre 80 y 135°C.

En otra forma de realización preferida, el velo está constituido de un material polímero, que es soluble al menos parcialmente en el material de la matriz. De manera especialmente preferida, el material polímero es soluble en resinas epóxido, resinas de éster de cianato o resinas de bezoxacina. Tales telas no tejidas se describen, por ejemplo, en el documento US 2006/0252334 o en el documento EP 1 705 269. Muy especialmente preferida es una tela no tejida de polihidroxieté, puesto que se disuelve en la resina de la matriz y se reticular con la resina de la matriz durante su endurecimiento para obtener una matriz homogénea.

En una forma de realización igualmente preferida, la tela no tejida está constituida de un primer componente polímero termoplástico con temperatura de fusión más elevada y de un segundo componente polímero termoplástico con temperatura de fusión más baja, y el segundo componente polímero es soluble, al menos en parte, en el material de la matriz. De manera especialmente preferida, el segundo componente polímero que se funde a temperatura más baja es soluble en resina epóxido. Con preferencia, en esta tela no tejida se trata de una tela no tejida híbrida, es decir, de una tela no tejida de una mezcla de fibras de mono componentes con diferentes temperaturas de fusión. Con preferencia, en este caso, el primer componente polímero con temperatura de fusión más alta tiene una temperatura de fusión en el intervalo entre 140 y 250°C. A tales temperaturas, la parte de la tela no tejida, que está constituida del primer componente polímero, se funde ya por encima de las temperaturas, que predominan, en general, durante la inyección de la resina de la matriz. Puesto que de esta manera el primer componente polímero no se funde todavía a la temperatura de inyección de la resina. Se garantiza una buena constancia de forma del tejido multiaxial en este estadio.

De manera especialmente preferida, el primer componente polímero es un homopolímero de poliamida o copolímero de poliamida o una mezcla de homopolímeros de poliamida y/o copolímeros de poliamida. En particular, el homopolímero de poliamida 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.

De la misma manera se prefiere que el segundo componente polímero presente en esta tela no tejida una temperatura de fusión en el intervalo entre 80 y 135°C. No obstante, al mismo tiempo, como se ha indicado, debe ser soluble en el material de la matriz. Por lo tanto, en el segundo componente polímero se trata de manera especialmente preferida de un polihidroxieté, que se disuelve totalmente en el sistema de resina, especialmente en resinas epóxido, resinas de éster de cianato o resinas de benzoxacina ya durante la infiltración del tejido multiaxial de acuerdo con la invención en estas resinas de la matriz, es decir, por ejemplo, durante el proceso de infusión de la resina, y entonces configura junto con la resina de la matriz el sistema de resina de la matriz. El primer componente polímero no se disuelve, sin embargo, en el sistema de la matriz y permanece como fase propia tanto durante como también después del proceso de infusión de la

resina y también después del endurecimiento del sistema de la matriz.

En este caso, con respecto a las propiedades de los componentes compuestos fabricados con los tejidos multiaxiales de acuerdo con la invención, especialmente con respecto a su tenacidad al impacto y a sus contenidos de la matriz, es ventajoso que la tela no tejida contenga el primer componente polímero en una porción de 20 a 40% en peso y el segundo componente de la matriz en una porción de 60 a 80% en peso. En general, se prefiere que la tela no tejida presente en el tejido multiaxial de acuerdo con la invención presente un peso específico en el intervalo de 5 a 25 g/m² y de manera especialmente preferida un peso específico en el intervalo de 6 a 20 g/m².

Los tejidos multiaxiales de acuerdo con la invención se caracterizan por una buena capacidad de caída y por una buena permeabilidad a la resina. Además, posibilitan la fabricación de componentes con alta estabilidad frente a las sollicitaciones a presión y alta tolerancia frente a las sollicitaciones a impacto. Por lo tanto, son adecuados de manera especial para la fabricación de las llamadas pre-formas, a partir de las cuales se fabrican componentes compuestos de fibras más complejos. Por lo tanto, la presente invención se refiere especialmente también a pre-formas para la fabricación de componentes compuestos de fibras, que contienen los tejidos multiaxiales de acuerdo con la invención.

La invención se explica en detalle con la ayuda de las figuras y ejemplos siguientes, de manera que el alcance de la invención no se limita por los ejemplos. En éstos:

La figura 1 muestra una toma de un segmento de un tejido multiaxial cosido en la vista en planta superior en representación ampliada.

La figura 2 muestra una representación esquemática del segmento mostrado en la figura 1 de un tejido multiaxial cosido en la vista en planta superior (en representación negativa).

La figura 1 y la figura 2 muestran una toma de un segmento de un tejido multiaxial en la vista en planta superior, en la que se puede ver la capa más alta del tejido multiaxial. En este caso, la figura 2 representa el segmento mostrado en la figura 1 como negativo debido a la mejor capacidad de representación, es decir, que las zonas que aparecen blancas en la figura 1 aparecen negras en la figura 2 y las zonas negras en la figura 1 aparecen blancas en la figura 2. Desde la capa más alta se pueden reconocer los hilos de filamentos de fibras de carbono 1 que se extienden en las figuras desde la izquierda hacia la derecha, dispuestos adyacentes paralelos y que se apoyan entre sí, los cuales están unidos entre sí por medio de hebras de costura 2 y con la capa que se encuentra debajo que no se puede reconocer en las figuras. En las figuras 1 y 2, el segmento representado del tejido multiaxial está girado 45° en el plano, de manera que las hebras de costura no se extienden en la dirección de 0°, sino bajo un ángulo de 45°.

De esta manera, los hilos de fibras de carbono, dispuestos frente a las hebras de costura bajo un ángulo α_1 de 45° se extienden en las figuras 1 y 2 de izquierda a derecha. A través de la formación de mallas (unión de flocadura), las hebras de costura 2 atraviesan los hilos de filamentos de fibras de carbono 1 a una distancia definida, que corresponde a la longitud de la puntada s , de manera que las hebras de costura 2 presentan entre sí una distancia w , designada como anchura de puntada.

Como consecuencia de las pasadas de las hebras de cosido 2 a través de la capa respectiva del tejido multiaxial aparecen intersticios 3 entre los filamentos de los hilos de fibras de carbono 1 y se produce una desviación de las fibras, a partir de la cual se puede calcular un ángulo de apertura δ . A través de la desviación de las fibras entre los filamentos de los hilos de fibras de carbono aparecen espacios libres entre los filamentos, cuya extensión bidimensional en el plano de observación se designa en el marco de la presente invención como superficie de ondulación A . En estos espacios libres aparece en el componente posterior la porción más elevada de resina y la resistencia reducida del componente.

Ejemplos 1 y 2

Se fabricó un tejido multiaxial a base de fibras de carbono en una instalación multiaxial (Typ "Cut&Lay" Carbon, Fa. Karl Mayer Textilmaschinenfabrik GmbH). A tal fin, se fabricaron en primer lugar capas individuales con un peso específico de 134 g/m² de hilos de fibra de carbono (Tenax ®-E IMS65 E23 24k 830tex; Fa. Toho Tenax Europe GmbH) depositados paralelos adyacentes entre sí y en contacto mutuo. Dos de estas capas individuales se depositaron superpuestas, de tal forma que la capa inferior presentaba con relación a la dirección de producción del tejido multiaxial un ángulo α de +45° y la capa superior un ángulo α de -45°. Las capas individuales dispuestas de esta manera superpuestas se tejieron por medio de hebras de costura entre sí en unión de flocadura. Las hebras de costura empleadas estaban constituidas en el ejemplo 1 de una co-poliámidas y tenían una finura de 23 dtex. En el ejemplo 2 se emplearon hebras de costura de poliéster con una finura de 35 dtex. La longitud de la puntada s era 2,6 mm, la anchura de la puntada w era 5 mm.

Para la evaluación de la calidad del tejido fabricado de esta manera se realizaron por medio de un escáner de luz incidente calibrado con una resolución de 720 dpi unas tomas de la superficie del tejido, y se evaluaron por medio de evaluación de imágenes ópticas utilizando el Software Análisis Auto5 (Fa, Olympus). La evaluación se realizó con respecto a la desviación de las fibras provocada por las puntadas de las hebras de costura, identificada por el ángulo de apertura δ y con respecto a las superficies de ondulación A resultantes de ello de acuerdo con la representación esquemática mostrada en la figura 2. Los resultados obtenidos se indican en la Tabla 1.

Ejemplos comparativos 1 y 2

Se procedió como en el ejemplo 1. Sin embargo, en el ejemplo comparativo 1 se emplearon hilos de costura de poliéster con un título de 48 dtex y en el ejemplo comparativo 2 se emplearon hilos de costura de poliéster con un título de 75 dtex. Los resultados con respecto a la desviación de las fibras provocada por las puntadas de las hebras de costura, caracterizadas por el ángulo de apertura δ , y con respecto a las superficies de ondulación A que resultan de ello, se indican de la misma manera en la Tabla 1.

Tabla 1:

Tejido de:	Finura del hilo de costura [dtex]	Longitud de la puntada [mm]	Desviación de las fibras Ángulo de apertura δ [°]	Superficie de ondulación A [mm ²]
Ejemplo 1	23	2,6	5,30	1,10
Ejemplo 2	35	2,6	6,01	1,40
Ejemplo comp. 1	48	2,6	6,09	1,68
Ejemplo comp. 2	76	2,6	6,34	1,94

Ejemplos 3 y 4

La determinar la influencia de las diferentes unidades de hilos de costura sobre las propiedades mecánicas de un laminado, se fabricaron, como se ha descrito en el ejemplo 1, tejidos (Tipo 1) de dos capas individuales orientadas en +45° y -45° de hebras de fibras de carbono (Tenax®-E IMS65 E23 24k 830tex; Fa. Toho Tenax Europe GmbH) depositadas paralelas adyacentes entre sí y en contacto mutuo con un peso específico de 134 g/m². De la misma manera se fabricaron tejidos, cuyas capas individuales estaban orientadas en -45° y +45° (Tipo 2). Las capas individuales del tejido del Tipo 1 y del Tipo 2 estaban cosidas entre sí por medio de hebras de costura con una finura de 23 dtex (ejemplo 3) o bien 35 dtex (ejemplo 4), como en el ejemplo 1.

Para la fabricación de un laminado combinó, respectivamente, una capa de un tejido con orientación 45°/-45° (Tipo 1) con una capa de un tejido simétrico al mismo con -45°/+45° (Tipo 2) a través de superposición para formar una pila de cuatro capas individuales. Este modo de proceder se repitió y de esta manera se formó una pila de un total de ocho de estas capas individuales superpuestas de cuatro en cuatro, respectivamente, de manera que la pila total comprendía, en total, 32 capas. A través de este modo de proceder se fabricó una pila, cuyas capas estaban cosidas entre sí por medio de la hebra de costura de 23 dtex de espesor (ejemplo 3) y una pila, cuyas capas estaban cosidas entre sí por medio de la hebra de costura de 35 dtex de espesor (ejemplo 4).

Las pilas fabricadas de esta manera se procesaron posteriormente por medio de un procedimiento de infusión de resina para formar laminados. Como sistema de resina se utilizó el sistema de epóxido que se endurece a 180°C Hexflor RTM6 de la Firma Excel. Se fabricó un laminado con el espesor total después de la infusión y endurecimiento de 4,0 mm y un contenido de volumen de resina de 60% en volumen.

El laminado fue girado alrededor de 45°, de manera que las fibras de carbono estaban orientadas en 0° y 90°. A partir del laminado presentado de esta manera se fabricaron cuerpos de ensayo según DIN EN 6036-II, cuyos cantos se extienden en la dirección de las fibras de carbono en el laminado, es decir, que la orientación de las fibras en los cuerpos de ensayo era 90°/0°. Para los cuerpos de ensayo fabricados de esta manera se calculó la resistencia a la presión por medio de una máquina de ensayo del tipo Zwick Z250 según DIN EN 6036. Los resultados se resumen en la Tabla 2.

Para los laminados se realizaron, por lo demás, micrografías de superficies de sección perpendicularmente a la extensión superficial de las capas individuales y paralelamente a la orientación de 0° de las fibras de carbono en los cuerpos de ensayo. Las micrografías se agrupan en la Tabla 3. Se muestra que en el caso de utilización de hebras de costura con 23 dtex y con 35 dtex se obtiene una buena linealidad de las fibras de carbono en orientación de 0° (se pueden reconocer en las micrografías como líneas blancas), es decir, que las fibras de carbono no muestran ninguna o sólo una desviación reducida desde una recta.

Ejemplo comparativo 3

Se procedió como en el ejemplo 3. Para la fabricación del tejido con orientación +45° / -45° (Tipo 1) del tejido simétrico a él con -45°/+45° (Tipo 2) se emplearon en el ejemplo comparativo 3, sin embargo, hebras de costura con un título de 48 dtex. Los resultados se muestran en la Tabla 2.

También para el laminado del ejemplo comparativo 3 se realizó una micrografía de una superficie en sección perpendicularmente a la extensión superficial de las capas individuales y paralelamente a la orientación de 0° de las fibras de carbono. La micrografía del ejemplo comparativo 3 se puede deducir de la misma manera de la Tabla 3. Para el laminado del ejemplo comparativo 3 en el caso de utilización de hebras de costura con 48 dtex resultó una imagen


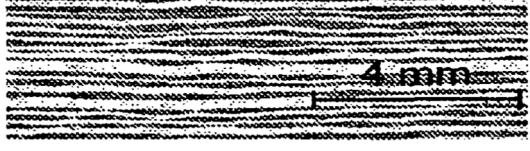

comparativamente inestable: las fibras de carbono en orientación de 0° (que se pueden reconocer en las micrografías como líneas claras) muestran un desarrollo ondulado marcado, es decir, desviaciones, en parte, claras desde un desarrollo recto.

5 Debido a las hebras de costura más gruesas se producen ondulaciones de las fibras de carbono perpendicularmente a la extensión de las capas individuales. Tales desviaciones de un desarrollo lineal de las fibras de carbono pueden ser la causa de una resistencia reducida a la presión.

Tabla 2

Laminado de:	Finura del hilo de costura [dtex]	Peso específico de las fibras por capa individual [g/m ²]	Resistencia a la presión [MPa] (normalizada a 60% de la porción del volumen de fibras)
Ejemplo 3	23	134	641,8
Ejemplo 4	35	134	598,1
Ejemplo comp. 3	48	134	372,6

Tabla 3

Laminado de:	Finura del hilo de costura [dtex]	Micrografía perpendicular a orientación 0°
Ejemplo 3	23	
Ejemplo 4	35	
Ejemplo com. 3	48	

10

Ejemplos 5 a 7

Se procedió como en el ejemplo 1 o bien como en el ejemplo 3, empleando hebras de costura de una finura de 23 dtex. Manteniendo una anchura de puntada w de 5 mm se varió la longitud de la puntada y se ajustaron longitudes de la puntada s de 3,1 mm (ejemplo 5), 2,5 mm (ejemplo 6) y 2,2 mm (ejemplo 7).

15 Se muestra que los valores obtenidos para la resistencia a la presión, debido a la utilización de la hebra de costura de título bajo con un título de 23 dtex, están, en general, en nivel alto. Sin embargo, el laminado del ejemplo 6, en el que se ajustó en la fabricación del tejido una anchura de la puntada de 2,5 mm, presenta la resistencia mínima a la presión. Aquí se puede constatar que la anchura de la puntada de 5 mm corresponde exactamente al doble de la anchura de la puntada de 2,5 mm, por lo tanto la anchura de la puntada es un múltiplo de número entero de la longitud de la puntada. Esto tiene como consecuencia, con una orientación de las fibras de carbono bajo un ángulo de +45° o -45°, que existe un riesgo alto de que las puntadas de las hebras de costura muestren uno y el mismo hilo de fibra de carbono a lo largo de su longitud siempre en el mismo lugar sobre su anchura. De esta manera se puede producir un

20 desdoblamiento del hilo de fibra de carbono sobre toda su longitud y una reducción del flujo de fuerza en el caso de una sollicitación a presión en la dirección de la orientación de las fibras.

25

Tabla 4

Tejido / laminado de:	Finura del hilo de costura (dtex)	Longitud de la puntada [mm]	Peso específico de la fibra por capa individual [gm ²]	Resistencia a la presión [MPa] (normalizada a 60% de la porción del volumen de fibras)
Ejemplo 5	23	3,1	134	668,5
Ejemplo 6	23	2,5	134	610,8
Ejemplo 7	23	2,2	134	676,6

REIVINDICACIONES

1.- Tejido multiaxial de al menos dos capas dispuestas superpuestas de hilos de refuerzo de multifilamentos (1) dispuestos paralelos entre sí dentro de las capas y que se apoyan adyacentes entre sí, en el que los hilos de refuerzo (1) están unidos entre sí dentro de una capa así como de capas vecinas por medio de hebras de costura (2) que se extienden paralelas entre sí y distanciadas entre sí con una anchura de puntada w y están fijados entre sí, en el que las hebras de costura (2) configuran mallas con una longitud de puntada s y en el que a través de las hebras de costura (2) se define la dirección de grado cero del tejido, y en el que los hilos de refuerzo (1) de las capas están dispuestos simétricos con relación a la dirección de grado cero del tejido y, con respecto a su dirección de extensión, configuran un ángulo α con relación a la dirección de grado cero, que no es igual a 90° ni es igual a 0° , y en el que en y/o entre las al menos dos capas se encuentra una tela no tejida, caracterizado por que las hebras de costura (2) presentan un título en el intervalo de 10 a 35 dtex.

2.- Tejido multiaxial de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado por que el valor del ángulo α con respecto a la dirección de grado cero está en el intervalo de 15° a 75° .

3.- Tejido multiaxial de acuerdo con la reivindicación 1 ó 2, caracterizado por que el tejido comprende además, capas de hilos de refuerzo de multifilamentos (1), en las que los hilos de refuerzo (1) configuran respecto a la dirección de grado cero un ángulo de 0° y/o capas, en las que los hilos de refuerzo (1) configuran respecto a la dirección de grado cero un ángulo de 90° .

4.- Tejido multiaxial de acuerdo con una o varias de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado por que la longitud de puntada s de las hebras de costura (2) cumple, en función de la anchura de puntada w así como del ángulo α_1 de los hilos de refuerzo (1) las relaciones (I) y (II):

$$2 \text{ mm} \leq s \leq 4 \text{ mm} \quad (\text{I})$$

y

$$s = n \cdot B \cdot \frac{w \cdot |\tan \alpha_1|}{2,3}, \quad (\text{II})$$

con

w = anchura de puntada [mm]

$0,9 \leq B \leq 1,1$ y

$n = 0,5; 1; 1,5; 2; 3$ ó 4 ,

y en la que por el ángulo α_1 se entiende aquel ángulo α con respecto a la dirección de grado cero, bajo el que están dispuestos los hilos de refuerzo (1) de la primera capa en la vista en planta superior sobre el tejido multiaxial, cuyos hilos de refuerzo (1) presentan con respecto a la dirección de grado cero un ángulo diferente de 90° y 0° .

5.- Tejido multiaxial de acuerdo con una o varias de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado por que las hebras de costura (2) presentan, a temperatura ambiente, una dilatación a rotura de $\geq 50\%$.

6.- Tejido multiaxial de acuerdo con una o varias de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizado por que las hebras de costura (2) presentan un título en el intervalo de 10 a 30 dtex.

7.- Tejido multiaxial de acuerdo con una o varias de las reivindicaciones 1 a 6, caracterizado por que las hebras de costura (2) son hilos de multifilamentos de poliéster, poliamida o polihidroxietéer o de copolímeros de estos polímeros.

8.- Tejido multiaxial de acuerdo con una o varias de las reivindicaciones 1 a 7, caracterizado por que los hilos de refuerzo (1) de multifilamentos son hilos de fibras de carbono, hilos de fibras de vidrio o hilos de aramida o hilos de polietileno-UHMW altamente estirados.

9. Tejido multiaxial de acuerdo con una o varias de las reivindicaciones 1 a 8, caracterizado por que la tela no tejida presenta un peso específico en el intervalo de 5 a 25 g/m².

10.- Tejido multiaxial de acuerdo con una o varias de las reivindicaciones 1 a 9, caracterizado por que la tela no tejida está constituida de componentes de polímero termoplástico con diferentes temperaturas de fusión.

11.- Tejido multiaxial de acuerdo con la reivindicación 10, caracterizado por que el componente de polímero con temperatura de fusión más baja presenta una temperatura de fusión en el intervalo entre 80 y 135°C.

12.- Tejido multiaxial de acuerdo con la reivindicación 10 u 11, caracterizado por que el componente de polímero con temperatura de fusión más alta presenta una temperatura de fusión en el intervalo entre 140 y 250°C.

ES 2 910 651 T3

- 13.- Tejido multiaxial de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado por que la longitud de la puntada s está en el intervalo de 2 mm a 4 mm.
- 14.- Tejido multiaxial de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado por que la tela no tejida es una tela no tejida de capas enmarañadas de filamentos sin fin.
- 5 15.- Pre-forma para la fabricación de componentes de materiales compuestos, caracterizada por que comprende un tejido multiaxial de acuerdo con una o varias de las reivindicaciones 1 a 14.

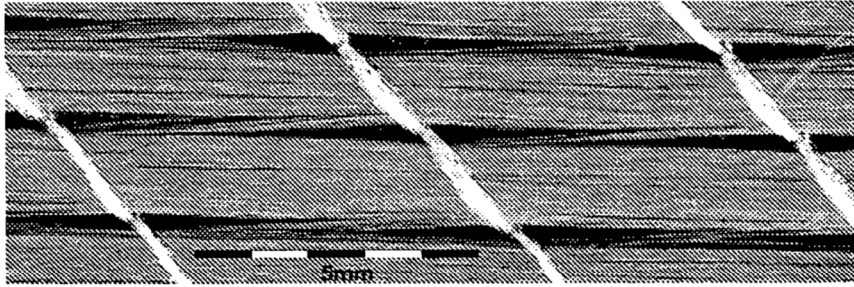


Fig. 1

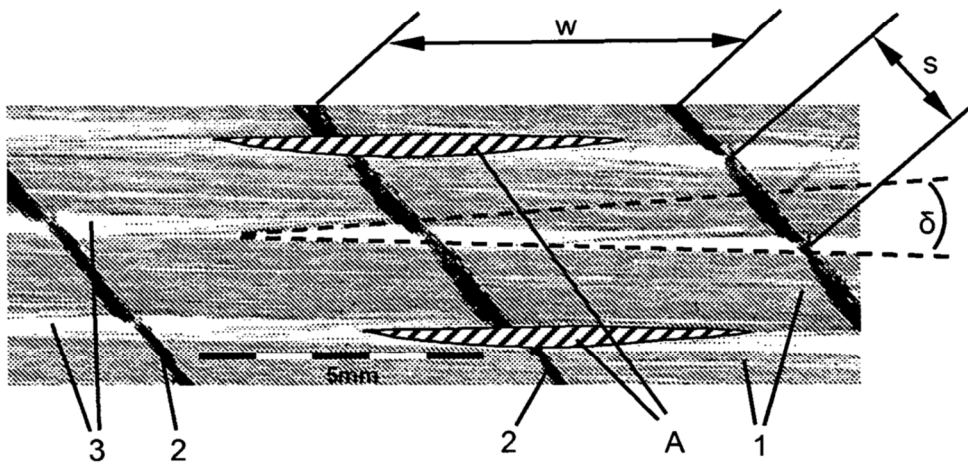


Fig. 2