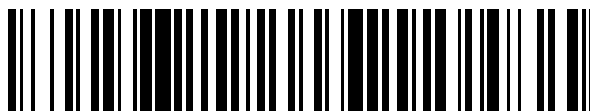


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 731 376**

51 Int. Cl.:

D04H 3/04 (2012.01)

B29C 70/48 (2006.01)

B29C 70/54 (2006.01)

C08J 5/24 (2006.01)

D04H 3/08 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **24.06.2015** **PCT/EP2015/064299**

87 Fecha y número de publicación internacional: **07.01.2016** **WO16001040**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **24.06.2015** **E 15739528 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **03.04.2019** **EP 3161199**

54 Título: **Telas no tejidas**

30 Prioridad:

30.06.2014 AT 504512014

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la
traducción de la patente:
15.11.2019

73 Titular/es:

HEXCEL HOLDING GMBH (100.0%)
Schärdinger Straße 1
4061 Pasching, AT

72 Inventor/es:

MOSER, JOHANNES;
WIELAENDER, STEPHANIE y
GARAY, DANIEL

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 731 376 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

Telas no tejidas

5 La presente invención se refiere a telas no tejidas, en particular a telas no tejidas que pueden ser utilizadas como capas intermedias en materiales compuestos producidos a partir de capas de resinas reforzadas con fibras y especialmente como capas en materiales compuestos que son utilizadas en la producción de artículos grandes y/o de forma compleja tales como por ejemplo paletas de turbina eólica, componentes de aeronaves tales como componentes de fuselaje o paneles internos.

10 Se han utilizado materiales reforzados con fibras en la fabricación de una amplia gama de artículos. Pueden ser utilizados como lo que se conoce como preimpregnados que son materiales fibrosos dentro de una matriz de una resina curable tal como una resina epoxi o una resina de poliéster termoendurecible provista de un agente de curado. Los materiales fibrosos pueden ser cables de fibra de carbono, de fibra de vidrio o aramida por ejemplo, siendo un cable una hebra formada por una pluralidad de hilos. Los preimpregnados pueden ser depositados y conformados en un molde donde pueden ser curados por la aplicación de calor para producir el artículo acabado con forma deseado. Alternativamente los artículos pueden ser hechos colocando el material fibroso en un estado seco en un molde e infundiéndolo con una resina termoendurecible y luego curando.

20 Los artículos acabados son formados típicamente a partir de varias capas del refuerzo de fibra seca o preimpregnados o de ambos. Estos son apilados en un molde y cuando sea necesario se infunden antes de curar calentándolos para producir el artículo acabado. Se plantea una dificultad porque hay diferencias en la expansión térmica entre la matriz de resina y el material de refuerzo fibroso. Esto puede causar ondulaciones y otras imperfecciones en el refuerzo de fibras lo que a su vez puede conducir a una reducción en las propiedades mecánicas del artículo y en algunos casos a la necesidad de desechar el artículo. Además pueden presentarse arrugas y otras imperfecciones que afectan a la alineación de la fibra durante la colocación de los preimpregnados o material de refuerzo de fibra seca. El flujo de resina durante la infusión o curado puede también afectar a la alineación de las fibras. Se ha propuesto por ello incluir estratificados curados previamente como capas intermedias en colocaciones para mejorar y mantener la alineación de las capas reforzadas con fibras y además para reducir las imperfecciones tales como arrugas en el artículo curado.

30 La patente europea EP-A-1925436 está relacionada con la producción de estratificados reforzados con fibras tales como palas de turbinas eólicas en las que el problema de la formación de arrugas en el artículo curado es superado. En el documento EP-A-1925436 una capa curada previamente de material que tiene una rigidez mayor que la capa del estratificado sin curar es colocada dentro del apilamiento de las capas sin curar antes del curado. El proceso puede ser repetido hasta que se obtenga un apilamiento del grosor requerido. La capa previamente curada es una capa de material tejido que ha sido impregnada con una resina curable y curada. El documento EP-A-2217748 emplea una manta estructural previamente curada que comprende grupos de haces de fibras paralelas que son cosidas juntas, la manta puede comprender capas de fibras paralelas que pueden ser alineadas transversalmente entre sí. Aunque el uso de tal manta ayuda con la alineación de las fibras a lo largo de todo el apilamiento de materiales, padece la desventaja de que inhiere el flujo de resina a lo largo de todo el apilamiento de materiales y es también demasiado voluminosa para muchas aplicaciones. Estas dificultades pueden dar como resultado huecos en el producto curado debido a burbujas de aire dentro de él o pueden causar arrugas que como se ha tratado previamente pueden impactar de manera adversa en las propiedades mecánicas del artículo acabado.

El documento US2001/0006866 describe una tela no tejida multiaxial de cable, y un método para fabricar la misma.

40 El documento EP 2 711 170 A describe mejoras en compuestos reforzados con fibras o relacionadas con ellos.

El documento EP 1 041 192 A describe telas o lienzos reforzados con miembros metálicos.

El documento GB 1 519 468 describe productos en lámina fibrosos no tejidos.

El documento WO 2013/127460 describe un tejido para utilizar en materiales compuestos y un método para producir dicho tejido y un cuerpo de material compuesto.

45 Las capas de estratificado previamente curadas son rígidas por naturaleza y por ello no se adaptan fácilmente a las formas de los moldes muy curvados. Cuando son colocadas en un molde curvado, su rigidez inherente las impide adaptarse correctamente a los contornos del molde; en lugar de ello empujan ligeramente el apilamiento fuera del molde creando huecos por debajo del estratificado. Así es deseable un estratificado capaz de adaptarse a un molde al tiempo que mantiene la alineación de las fibras en capas cercanas.

50 La invención proporciona por ello un tejido que supera estos problemas.

De acuerdo con la presente invención se ha proporcionado un tejido, un uso, un apilamiento y un artículo según se ha definido en cualquiera de las reivindicaciones adjuntas.

En una realización, la presente invención proporciona por ello una tela no tejida que comprende cables espaciados en una dirección de la trama y cables espaciados en una dirección de la urdimbre, en donde los cables de la trama y los cables de la urdimbre son reunidos, y en donde el tejido comprende un aglutinante para reunir los cables.

5 Un cable de material fibroso es una pequeña colección dimensional de delgadas fibras continuas, conocidas como filamentos, que se extienden axialmente a lo largo de la longitud del cable. El cable puede comprender varios cientos, usualmente muchos millares, o más fibras continuas y los cables típicamente tienen una dimensión máxima de 6 mm y son preferiblemente menores de 4 mm. Los cables empleados en la presente invención pueden ser de cualesquiera materiales adecuados, prefiriéndose fibra de vidrio, fibra de carbono y fibra de aramida.

10 En una realización preferida los cables de trama y de urdimbre empleados en las capas de la tela no tejida de esta invención están separados para proporcionar una rejilla que comprende una tela no tejida que comprende una primera capa de cables de fibras separados en una dirección de trama y en contacto con una segunda capa de cables de fibras separadas en una dirección de urdimbre en donde las capas son reunidas juntas donde los cables de fibras de la trama están en contacto con los cables de fibras de la urdimbre. La separación proporciona preferiblemente un espacio de desde 1 mm a 25 mm, preferiblemente desde 2 mm a 15 mm, o más preferiblemente, desde 5 mm a 10 mm, entre los cables. La separación de los cables puede ser utilizada para modificar el flujo de la resina e infundirla. Puede utilizarse una gran separación para ayudar a mover la resina infundida a través del tejido de la presente invención para ayudar a distribuirla a lo largo de todo el molde. Puede utilizarse una separación estrecha para retrasar el flujo de resina redirigiendo por ello la resina a regiones que de otro modo quedarían sub-impregnadas. Las separaciones resultan también llenadas con la resina infundida que rodea los cables del tejido, esto mejora la integración del tejido en el artículo curado final.

20 Los cables de trama y de urdimbre de las telas no tejidas de esta invención pueden ser unidos de cualquier manera adecuada. Por ejemplo pueden ser unidos juntos por medio de un adhesivo al como una resina termoendurecible. Alternativamente pueden ser unidos mecánicamente tal como mediante cosido. En otra realización, las fibras adhesivas pueden ser incluidas dentro de los cables que pueden ser fundidos y utilizados para unir los cables de trama y de urdimbre juntos típicamente bajo presión. En un proceso preferido la unión es conseguida incluyendo un hilo tal como un hilo de poliéster que es soluble en la resina utilizada en la estructura compuesta. El hilo une los cables de trama y de urdimbre y es a continuación disuelto en la resina que después de curar une adicionalmente los cables de trama y de urdimbre.

30 En una realización preferida el tejido de la presente invención comprende cables impregnados con una resina curada bien en la dirección de la trama o bien de la urdimbre (pero preferiblemente no en ambas direcciones de trama y urdimbre), los cables en la otra dirección comprenden una resina sin curar, una resina en polvo o no están impregnados. Esto hace que el tejido sea rígido en la dirección impregnada con resina curada y flexible en la otra dirección. Esto permite que el tejido se adapte al perfil de una superficie de un molde mientras que proporciona aún suficiente rigidez para impedir la formación de arrugas.

35 La presente invención es particularmente adecuada para utilizar en un molde para una pala de turbina eólica, estos moldes tienen un contorno más suave a lo largo de la dirección longitudinal que en la dirección transversal. Así el eje flexible del tejido de la actual dirección puede ser alineado en la dirección transversal del molde permitiéndole adaptarse a los contornos en sentido transversal estrechamente mientras que impide aún la formación de arrugas en la dirección longitudinal.

40 En una realización alternativa de la presente invención, el tejido comprende resina curada en el punto de intersección de los cables de trama y urdimbre. La resina curada puede ser utilizada para unir juntos los cables de trama y urdimbre. La resina curada en los puntos de intersección puede proporcionar suficiente rigidez para mantener la alineación de las fibras en capas de fibras cercanas al tiempo que permiten también la flexión tanto en las direcciones de trama como de urdimbre. La flexión en dos ejes permite que el tejido se adapte a moldes con variación significativa a lo largo de dos ejes. Lejos del punto de intersección los cables de trama y/o de urdimbre pueden comprender resina sin curar o estar libres de resina. Un método para formar un tejido de acuerdo con esta realización es proporcionar una resina que comprende una resina epoxi reactiva sobre los cables de trama, y una resina rica en endurecedor reactiva sobre los cables de urdimbre, o viceversa. Cuando los cables son llevados a contacto, el endurecedor iniciará el curado de la resina en el punto de intersección solamente, uniendo los cables juntos con resina curada.

50 En otra realización la invención proporciona el uso de la tela no tejida de esta invención como una capa intermedia en un apilamiento de capas de resina curable reforzadas con fibras para mejorar la alineación y retención de la alineación de las capas de resina reforzadas con fibra dentro del apilamiento. Adicionalmente este uso de la tela no tejida reduce las arrugas en el producto curado final. Las capas de resina reforzadas con fibras pueden ser preimpregnadas o pueden ser formadas proporcionando el material fibroso en seco y proporcionando la resina como una matriz para el material fibroso por impregnación dentro del molde. En este caso el uso de la rejilla preferida como capa intermedia no tejida de esta invención es particularmente ventajoso ya que mantiene la alineación del refuerzo de fibras dentro de las capas curables pero permite el flujo de la resina a través del apilamiento para obtener una buena distribución de la resina a lo largo de todo el apilamiento.

Los cables de trama y urdimbre de la tela no tejida de la presente invención pueden ser los mismos o diferentes y pueden ser de cualquier material adecuado. Los materiales preferidos incluyen fibra de vidrio, fibra de carbono y fibra de aramida así como fibras sintéticas tales como fibra de poliéster. Los haces de fibras de fibra de vidrio o fibra de carbono son particularmente preferidos. Los cables están formados de muchas fibras o filamentos paralelos y cada cable puede comprender tantos como 20.000, preferiblemente tantos como 50.000 fibras o filamentos. Preferimos que los mismos filamentos sean utilizados para los cables de trama y de urdimbre y que los cables sean de un tamaño de desde 0,5 mm a 5 mm.

La tela no tejida de esta invención puede ser producida de cualquier modo conveniente. Los cables de trama y/o de urdimbre pueden ser revestidos con un adhesivo de modo que cuando hacen contacto entre sí se unan. En tal sistema preferido el adhesivo es una resina termoendurecible tal como una resina que contiene una resina epoxi curativa o una resina de poliéster. De este modo una vez que los cables de trama y de urdimbre son llevados a contacto entre sí pueden ser unidos entre sí calentando para curar el adhesivo termoendurecible. Alternativamente aunque no de forma preferida los cables de trama y de urdimbre pueden ser llevados a contacto entre sí y luego se aplica el adhesivo. Es importante sin embargo que el adhesivo sea curado antes de que la tela no tejida sea utilizada como una capa intermedia en apilamientos para la formación de materiales compuestos ya que de otro modo carecería de la rigidez necesaria para mantener la alineación de fibras en las otras capas dentro del apilamiento.

Los cables en la tela no tejida de esta invención comprenden fibras o filamentos, tales como fibras de carbono, fibras de vidrio, fibras de aramida, fibras naturales, tales como fibras a base de celulosa como fibras de madera, fibras orgánicas u otras fibras, que pueden ser utilizadas con propósitos de refuerzo. Se prefieren las fibras de vidrio y de carbono, siendo preferida la fibra de carbono particularmente en la fabricación de envolventes de turbina eólica de longitud superior a 40 m tal como desde 50 a 60 m. Los cables están hechos de una multiplicidad de fibras individuales y son unidireccionales. Típicamente los cables tendrán una sección transversal circular o casi circular con un diámetro del orden de desde 3 a 20 μm , preferiblemente desde 5 a 12 μm . Pueden utilizarse fibras diferentes en diferentes preimpregnados utilizados para producir un estratificado curado.

Haces de fibras ejemplares son las fibra de carbono HexTow®, que están disponibles en Hexcel Corporation. Las fibras de carbono HexTow® adecuadas incluyen: fibras de carbono IM7, que están disponibles como fibras que contienen 6000 o 12.000 filamentos y que pesan 0,223 g/m y 0,446 g/m respectivamente; fibras de carbono IM8-IM10, que están disponibles como fibras que contienen 12.000 filamentos y pesan desde 0,446 g/m a 0,324 g/m; y fibras de carbono AS7, que están disponibles en fibras que contienen 12.000 filamentos y pesan 0,800 g/m. Otros materiales útiles incluyen Panex 35 o Mitsubishi TRH50.

La presente invención es particularmente útil en la producción de palas de turbina eólica. Como las palas de turbina eólica aumentan de tamaño, su fabricación requiere apilamientos de múltiples capas de fibra compuestas y refuerzo de resina. Convencionalmente el refuerzo fibroso preimpregnado ("prepreg") con resina es depositado en un molde para formar estos apilamientos. Alternativamente, las capas de fibras secas son colocadas en un molde y éstas son posteriormente infundidas con una matriz de resina curable utilizando un proceso de moldeo de transferencia de resina asistido por vacío (VARTM).

Es conocido en la técnica que fibras dobladas, distorsión lineal, arrugas o abultamientos de fibras en un material compuesto reforzado con fibras degradan en gran medida las propiedades mecánicas, particularmente la resistencia mecánica y el módulo E de un material compuesto. La fabricación de materiales compuestos con fibras muy alineadas es por ello muy deseable. Particularmente en colocaciones de VARTM que contienen capas de fibras secas, mantener la alineación de las fibras tanto durante su colocación como su tratamiento es un problema.

La tela no tejida de la presente invención se ha encontrado útil en las capas intermedias para obviar o al menos mitigar este problema y/o para proporcionar ventajas generalmente en el uso de la tela no tejida como una capa intermedia que permite que la alineación sea mantenida en la colocación y se impida la distorsión lineal de las fibras. Partes estratificadas pueden ser formadas a partir de cualquier combinación de una o más capas de preimpregnado, material fibroso en seco, y material en lámina reforzado con fibra y una tela no tejida de la presente invención.

Cuando se utiliza un material de resina como el adhesivo para unir los cables de trama y de urdimbre de la tela no tejida de esta invención se prefiere una resina epoxi. Una resina termoendurecible, tal como una resina a base de epoxi, a resina a base de éster vinílico, una resina a base de poliuretano u otra resina termoendurecible adecuada son también adecuadas para utilizar con la presente invención como resina sin curar o curada, adhesiva. El material en láminas reforzado con fibras curado puede comprender más de un tipo de resina y más de un tipo de fibras. En una realización preferida, el material en lámina reforzado con fibras comprende fibras de carbono y/o de vidrio unidireccionales y una resina a base de epoxi, resina a base de poliuretano o una resina a base de éster vinílico, preferiblemente el material en lámina reforzado con fibras curado consiste sustancialmente de fibras de carbono y/o de vidrio unidireccionales y de una resina a base de epoxi.

La reactividad de una resina epoxi está indicada por su peso equivalente en epoxi (EEW) cuanto menor es el EEW mayor es la reactividad. El peso equivalente en epoxi puede ser calculado como sigue: (Peso molecular resina epoxi) / (Número de grupos epoxi por molécula). Otro modo es calcular con el número de epoxi que puede ser definido como

sigue: Número de epoxi = $100 / \text{peso equivalente de epoxi}$. Para calcular los grupos epoxi por molécula: $(\text{Número de epoxi} \times \text{peso molecular}) / 100$. Para calcular el peso molecular: $(100 \times \text{grupos epoxi por molécula}) / \text{número de epoxi}$. Para calcular el peso molecular: $\text{peso equivalente de epoxi} \times \text{grupos epoxi por molécula}$.

5 La resina epoxi cuando es utilizada en esta invención tiene preferiblemente una reactividad como la indicada por un EEW del orden de 150 a 1500 preferiblemente una elevada reactividad tal como un EEW del orden de 200 a 500 y la composición de resina comprende la resina y un acelerador o agente de curado. Resinas epoxi adecuadas pueden comprender mezclas de dos o más resinas epoxi seleccionadas a partir de resinas epoxi monofuncionales, bifuncionales, trifuncionales, y/o tetrafuncionales.

10 Resinas epoxi bifuncionales adecuadas, a modo de ejemplo, incluyen las basadas en: éter diglicidílico de bisfenol F, éter diglicidílico de bisfenol A opcionalmente bromurado), novolacas de epoxi fenol y cresol, éteres glicidílicos de aductos fenol-aldehído, éteres glicidílicos de dioles alifáticos, éter diglicidílico, éter diglicidílico de dietilén glicol, resinas epoxi aromáticas, éteres poliglicidílicos alifáticos, olefinas epoxidadas, resinas bromuradas, aminas glicidil aromáticas, imidinas y amidas glicidil heterocíclicas, éteres glicidílicos, resinas epoxi fluoradas, ésteres glicidílicos o cualesquiera combinaciones de las mismas.

15 Resinas epoxi bifuncionales pueden ser seleccionadas a partir de éter diglicidílico de bisfenol F, éter diglicidílico de bisfenol A, diglicidil dihidroxi naftaleno o cualesquiera combinaciones de las mismas.

20 Resinas epoxi trifuncionales adecuadas, a modo de ejemplo, pueden incluir las basadas epoxi de fenol y cresol novolacas, éteres glicidílicos de aductos de fenol-aldehído, resinas epoxi aromáticas, éteres triglicidílicos alifáticos, éteres triglicidílicos dialifáticos, aminas poliglicidílicas alifáticas, imidinas y amidas glicidil heterocíclicas, éteres glicidílicos, resinas epoxi fluoradas, o cualquier combinación de las mismas. Resinas epoxi trifuncionales adecuadas están disponibles en Huntsman Advanced Materials (Monthey, Suiza) bajo los nombres registrados MY0500 y MY0510 (triglicidil para- aminofenol) y MY0600 y MY0610 (triglicidil meta-aminofenol). Triglicidil meta-aminofenol está también disponible en Sumitomo Chemical Co. (Osaka, Japón) bajo el nombre registrado ELM-120.

25 Resinas epoxi tetrafuncionales adecuadas incluyen N,N, N',N'- tetraglicidil-m-xilendiamina (disponible comercialmente en Mitsubishi Gas Chemical Company bajo el nombre Tetrad-X, y como Erysis GA-240 de CVC Chemicals), y N,N,N',N'-tetraglicidilmetilendianilina (por ejemplo, MY0720 y MY0721 de Huntsman Advanced Materials). Otras resinas epoxi multifuncionales adecuadas incluyen DEN438 de Dow Chemicals, Midland, Mi) DEN439 (de Dow Chemicals), Araldite ECN 1273 (de Huntsman Advanced Materials), y Araldite ECN 1299 (de Huntsman Advanced Materials).

30 La tela no tejida curada de esta invención es un miembro relativamente plano que tiene típicamente una longitud, que es al menos diez veces la anchura, y una anchura que es al menos 5 veces el grosor del material en lámina. Típicamente, la longitud es de 20 - 50 veces la anchura o más y la anchura es de 20 a 100 veces el grosor o más. En una realización preferida, la forma del material en lámina es a modo de banda.

35 Se prefiere que la tela no tejida curada de esta invención esté dimensionada de tal manera que pueda ser enrollable. Por enrollable se quiere significar que la tela puede ser enrollada en un rollo que tiene un diámetro que permite el transporte en contenedores de tamaño estándar. Esto reduce mucho el coste de fabricación del miembro compuesto, ya que las bobinas sin fin del tejido pueden ser fabricadas en una instalación centralizada y transportadas a la zona de montaje de la pala, donde puede ser dividida en elementos de tamaño adecuado. Para mejorar adicionalmente el transporte, se prefiere que el grosor de la tela no tejida sea elegido de modo que el material en lámina reforzado con fibras pueda ser enrollado en un rollo con un diámetro de menos de 2 m basado en la flexibilidad, rigidez, tipo de fibra y contenido de fibra
40 utilizados. Típicamente, esto corresponde a un grosor de hasta 3,0 mm, sin embargo, para contenidos de fibra y rigidez elevados, un grosor inferior a 2,5 mm es usualmente más adecuado. Por otro lado, los materiales de lámina gruesa proporcionan escalones bastante grandes en la superficie exterior lo que favorece a los materiales en lámina más delgados. Sin embargo, los materiales en lámina deberían típicamente no ser más delgados de 0,5 mm debido a que carecerían de la rigidez necesaria para impedir la formación de arrugas, por el contrario necesitarían el uso de múltiples
45 láminas para obtener la rigidez requerida, lo que aumenta el tiempo de fabricación. En una realización preferida, el grosor del material en láminas curado reforzado con fibras es de aproximadamente 1,5 a 2 mm.

La anchura de la tela no tejida puede variar a lo largo de su longitud. Típicamente, la anchura máxima no debería ser mayor de aproximadamente 100 mm y para reducir el número de láminas, es deseable una anchura de más de aproximadamente 150 mm. El trabajo experimental ha mostrado que en muchos casos, la anchura puede ser mayor de
50 aproximadamente 200 mm en la zona más ancha. Por otro lado, la resina debe desplazarse entre láminas adyacentes sobre una distancia correspondiente a la anchura de la lámina y por tanto la anchura máxima del material en láminas es preferiblemente menor de aproximadamente 500 mm. Esto también permite un control adecuado de introducción de resina. En una realización preferida, la anchura máxima es menor de aproximadamente 400 mm y por ejemplo si la resina es seleccionada de modo que inicie el curado antes de completar la infusión, se prefiere que la anchura máxima
55 de la lámina sea menor de aproximadamente 300 mm.

Las telas no tejidas de esta invención son particularmente útiles como capas intermedias en apilamientos de capas de fibras en una matriz de resina termoendurecible. Las capas de fibras en la resina termoendurecible pueden ser un

preimpregnado o pueden ser fibras secas que son sustancialmente infundidas con una matriz de resina termoendurecible. Preimpregnado es el término utilizado para describir fibras y tejido impregnado o en combinación con una resina en el estado sin curar y lista para curar. Las fibras pueden tener la forma de cables o tejidos y un cable comprende generalmente una pluralidad de fibras finas llamadas filamentos. Los materiales fibrosos y las resinas empleados en los preimpregnados dependerán de las propiedades requeridas del material curado reforzado con fibras y también del uso al que se destine el estratificado curado. El material fibroso está descrito en este documento como fibra estructural. La resina puede ser combinada con fibras o tejido de distintas formas. La resina puede ser pegada a la superficie del material fibroso. La resina puede impregnar parcial o completamente el material fibroso. La resina puede impregnar el material fibroso de modo que proporcione un trayecto para facilitar la retirada de aire o gas durante el procesamiento del material preimpregnado.

Una familia de resinas preferidas para utilizar en dichas aplicaciones son resinas epoxi curables y agentes de curado. Los aceleradores y agentes de curado son usualmente incluidos en la resina para acortar el tiempo del ciclo de curado.

Los ciclos de curado empleados para curar preimpregnados y apilamientos de preimpregnados son un equilibrio de temperatura y tiempo teniendo en cuenta la reactividad de la resina y la cantidad de resina y fibra empleadas. Lo mismo se aplica a la infusión de capas fibrosas secas.

Desde un punto de vista económico es deseable que el ciclo de tiempo sea tan corto como sea posible y así los agentes de curado y los aceleradores son incluidos usualmente en la resina epoxi. Así como se requiere calor para iniciar el curado de la resina, la propia reacción de curado puede ser muy exotérmica y eso necesita ser tenido en cuenta en el ciclo de curado de tiempo/temperatura para el curado de apilamientos grandes y gruesos de preimpregnados como resulta de manera creciente el caso con la producción de estratificados para aplicación industrial donde se emplean grandes cantidades de resina epoxi y pueden generarse elevadas temperaturas dentro del pido a la exotermia de la reacción de curado de la resina. Han de evitarse excesivas temperaturas ya que pueden dañar el refuerzo del molde o provocar alguna descomposición de la resina. Las temperaturas excesivas pueden también causar pérdidas de control sobre el curado de la resina lo que conduce a la interrupción del curado. El calor generado puede también causar una expansión térmica diferencial de los materiales dando como resultado defectos y fallos en el artículo curado acabado y el uso de telas no tejidas de esta invención se ha encontrado que reduce o elimina esta ocurrencia.

La generación de temperaturas excesivas puede ser un problema mayor cuando han de curarse secciones gruesas que comprenden muchas capas de preimpregnados como está resultando con mayor frecuencia en la producción de estratificados reforzados con fibras para uso industrial pesado tal como en la producción de estructuras de turbina eólica popularmente largueros y envolventes de turbina eólica a partir de los que son ensamblados las palas. Para compensar el calor generado durante el curado ha sido necesario emplear un tiempo de permanencia durante el ciclo de curado en el que el molde es mantenido a una temperatura constante durante un período de tiempo para controlar la temperatura del molde y es enfriado para impedir el sobrecalentamiento que aumenta el tiempo de ciclo a tiempos de ciclo indeseablemente largos de varias horas en algunos casos más de ocho horas.

Por ejemplo un apilamiento grueso de preimpregnados a base de epoxi tal como 60 o más capas puede requerir temperaturas de curado superiores a 100 °C durante varias horas, lo mismo se aplica también para resinas de infusión.

Sin embargo, el curado puede tener una entalpía de reacción de 150 julios por gramo de resina epoxi o más y esta entalpía de reacción acarrea la necesidad de un tiempo de permanencia durante el ciclo de curado a por debajo de 100 °C para evitar el sobrecalentamiento y la descomposición de la resina. Además, después del tiempo de permanencia es necesario calentar el apilamiento adicionalmente por encima de 100 °C (por ejemplo por encima de 125 °C) para completar el curado de la resina. Esto conduce a ciclos de curado indeseablemente largos y antieconómicos. Además, las altas temperaturas generadas pueden causar daños en el molde o en los materiales de la bolsa o requerir el uso de materiales especiales y costosos para los moldes o bolsas.

Hay también un deseo de producir estructuras laminares a partir de preimpregnados en los que la resina curada tiene una temperatura de transición vítrea (Tg) elevada tal como por encima de 80 °C para extender la utilidad de las estructuras mejorando su resistencia a la exposición a altas temperaturas y/o elevada humedad durante períodos prolongados de tiempo lo que puede causar una indeseable disminución de Tg. Para estructuras de energía eólica se prefiere una Tg superior a 90 °C. El aumento en la Tg puede ser conseguido utilizando una resina más reactiva. Sin embargo cuanto mayor es la reactividad de la resina mayor es el calor liberado durante el curado de la resina en presencia de endurecedores y aceleradores lo que aumenta los problemas esperados como se ha descrito previamente.

Los preimpregnados comprenden típicamente una mezcla de un refuerzo fibroso y una resina epoxi que contiene desde 20% a 85% en peso de una resina epoxi de EEW desde 150 a 1500 siendo dicha resina curable mediante una temperatura aplicada externamente del orden de 70 °C a 110 °C.

Hemos encontrado que tales preimpregnados y apilamientos de preimpregnados deseables pueden ser obtenidos utilizando resinas epoxi disponibles de manera convencional si la resina epoxi es curada en ausencia de un endurecedor tradicional tal como dicianidamida y en particular hemos encontrado que estos preimpregnados deseables pueden ser obtenidos mediante el uso de un agente de curado a base de urea en ausencia de un endurecedor tal como

diciandiamida. La cantidad relativa del agente de curado y la resina epoxi que deberían ser utilizadas dependerá de la reactividad de la resina y de la naturaleza y cantidad del refuerzo de fibra en el preimpregnado. Típicamente se utiliza desde 0,5 a 10% en peso del agente de curado a base de urea basado en el peso de resina epoxi.

5 La resina epoxi utilizada como la matriz en el compuesto reforzado con fibras previamente descrito como siendo útil como adhesivo para los cables de trama y de urdimbre de la tela no tejida de esta invención puede ser seleccionada a partir de las mismas resinas y en una realización preferida el mismo sistema de resina es utilizado tanto en la tela no tejida como en la matriz.

10 La composición de resina epoxi también comprende uno o más agentes de curado a base de urea y se prefiere utilizar desde 0,5 a 10% en peso basado en el peso de la resina epoxi de un agente de curado, más preferiblemente de 1 a 8% en peso, más preferiblemente de 2 a 8% en peso, más preferiblemente de 0,5 a 5% en peso, más preferiblemente de 0,5 a 4% en peso inclusive o lo más preferiblemente de 1,3 a 4% en peso inclusive.

15 Los preimpregnados son utilizados típicamente en una ubicación diferente de donde son fabricados y por ello requieren facilidad de manejo. Se prefiere por ello que estén secos o tan secos como sea posible y tengan una pegajosidad superficial baja. Se prefiere por ello utilizar resinas de elevada viscosidad. Esto también tiene el beneficio de que la impregnación de la capa fibrosa es lenta permitiendo que el aire minimice la formación de huecos.

Cuando se utiliza el agente de curado de urea puede comprender un agente de curado de urea bis, tal como 2,4 tolueno bis dimetil urea o 2,6 tolueno bis dimetil urea y/o combinaciones de los agentes de curado antes mencionados. Los agentes de curado a base de urea pueden también ser denominados como "uronas".

20 Materiales a base de urea preferidos son la gama de materiales disponibles bajo el nombre comercial DYHARD® la marca registrada de Alzchem, derivados de la urea, que incluyen ureas bis tales como UR500 y UR505.

25 El preimpregnado puede comprender un sistema de resina que comprende una resina epoxi que contiene desde 20% a 85% en peso de una epoxi de EEW de desde 150 a 1500, y 0,5 a 10% en peso de un agente de curado, comprendiendo el sistema de resinas una temperatura de comienzo del orden de desde 115 a 125 °C, y/o una temperatura de pico del orden de desde 140 a 150 °C, y/o una entalpía del orden de desde 80 a 120 J/g (Tcomienzo, Tpico, entalpía medida por DSC (= calorimetría de exploración diferencial) de acuerdo con ISO 11357, sobre temperaturas de desde -40 a 270 °C a 10 °C/min). Tcomienzo es definida como la temperatura de comienzo a la que ocurre el curado de la resina durante la exploración por DSC, mientras que Tpico es definida como la temperatura de pico durante el curado de la resina durante la exploración.

30 El sistema de resinas es particularmente adecuado para aplicaciones de preimpregnado en las que una temperatura de curado deseada está por debajo de 100 °C. El sistema de resinas puede ser procesado para curar sobre un intervalo de temperatura de procesamiento amplio, que oscila desde 75 °C hasta 120 °C. Debido a sus bajas propiedades exotérmicas esta resina puede ser utilizada para grandes componentes industriales, adecuada para el curado de secciones delgadas y gruesas. Demuestra un buen rendimiento mecánico estático y dinámico después de temperaturas de curado <100 °C.

35 Las fibras estructurales empleadas en colocar tanto en los preimpregnados como en el refuerzo de fibra seca pueden tener la forma de un patrón aleatorio, de tejido de punto, tejido, no tejido, multiaxial o cualquier otro patrón adecuado. Para aplicaciones estructurales, se prefiere generalmente que las fibras sean unidireccionales en orientación. Cuando se utilizan capas de fibras unidireccionales, la orientación de la fibra puede variar a lo largo de todo el apilamiento del preimpregnado. Sin embargo, ésta es solamente una de muchas posibles orientaciones para apilamientos de capas de fibras unidireccionales. Por ejemplo, las fibras unidireccionales en capas contiguas pueden estar dispuestas ortogonales entre sí en una disposición denominada 0/90, lo que significa los ángulos entre capas de fibra contiguas. Son posibles desde luego otras disposiciones, tales como 0/+45/-45/90, entre muchas otras disposiciones.

45 Las fibras estructurales pueden comprender fibras agrietadas (es decir rotas por estiramiento) selectivamente discontinuas o continuas. Las fibras estructurales pueden estar hechas a partir de una variedad de materiales, tales como carbono, grafito, vidrio, polímeros metalizados, aramida y mezclas de los mismos. Las fibras de vidrio y carbono son preferidas, siendo preferida la fibra de carbono para envoltentes de turbina eólica de longitud superior a 40 m tal como desde 50 a 60 m. Las fibras estructurales, pueden ser cables individuales constituidos por una multiplicidad de fibras individuales y pueden ser telas tejidas o no tejidas. Las fibras pueden ser unidireccionales, bidireccionales o multidireccionales de acuerdo con las propiedades requeridas en el estratificado final. Típicamente las fibras tendrán una sección transversal circular o casi circular con un diámetro del orden de desde 3 a 20 µm, preferiblemente desde 5 a 12 µm. Pueden utilizarse diferentes fibras en diferentes preimpregnados para producir un estratificado curado.

55 Capas ejemplares de fibras estructurales unidireccionales utilizadas en los preimpregnados o colocaciones en seco pueden ser seleccionadas a partir de los mismos cables ya que pueden ser utilizados en la tela no tejida de esta invención. Por ejemplo pueden ser fibras de carbono HexTow®, que están disponibles en Hexcel Corporation. Fibras de carbono de HexTow® adecuadas para utilizar en la formación de capas de fibras unidireccionales incluyen: fibras de carbono IM7, que están disponibles como fibras que contienen 6000 o 12.000 filamentos y que pesan 0,223 g/m y 0,446 g/m respectivamente; fibras de carbono IM8-IM10, que están disponibles como fibras que contienen 12.000 filamentos y

pesan desde 0,446 g/m a 0,324 g/m; y fibras de carbono AS7, que están disponibles en fibras que contienen 12.000 filamentos y pesan 0,800 g/m.

Las fibras estructurales de los preimpregnados serán impregnadas sustancialmente con la resina epoxi y se prefieren los preimpregnados con un contenido en resina de desde 20 a 85% en peso del peso total de preimpregnados.

5 Los apilamientos de preimpregnados y capas de fibras secas de esta invención pueden contener más de 40 capas, típicamente más de 60 capas y a veces más de 80 capas. Típicamente el apilamiento tendrá un grosor de desde 35 a 100 mm. Se prefiere utilizar una capa intermedia que comprende una tela no tejida de esta invención para cada 6 a 20 capas de material reforzado con fibras preferiblemente una capa para cada 10 a 15 capas de material reforzado con fibras.

10 En la producción de artículos acabados curados que emplean la tela no tejida de esta invención los materiales son colocados en un molde en una secuencia deseada. El material puede comprender combinaciones de una o más capas de preimpregnado, materiales de lámina con refuerzo en seco y/o reforzados con una o más capas de la tela no tejida de esta invención.

15 El curado a una presión próxima a la presión atmosférica puede ser conseguido mediante una técnica denominada de bolsa de vacío. Esto implica colocar el apilamiento colocado en una bolsa hermética y crear un vacío en el interior de la bolsa. La bolsa puede ser colocada en o sobre un molde antes de o después de crear el vacío. Alternativamente los apilamientos pueden ser infundidos y curados en un molde cerrado.

20 Donde se utilizan las capas de fibra seca la resina de infusión puede ser suministrada a través de conductos adecuados. La resina de infusión o segunda resina de infusión es extraída a través de las fibras secas por la presión reducida dentro de la bolsa.

25 El apilamiento puede contener por ello una resina de matriz dentro del preimpregnado o una segunda resina de infusión con depósito de fibra seca o ambas. Cualquier resina que esté presente es curada a continuación aplicando externamente calor para producir el estratificado moldeado o parte. El uso de la bolsa de vacío tiene el efecto de que el apilamiento experimenta una presión de consolidación de hasta la presión atmosférica, dependiendo del grado de vacío aplicado. La presencia de una o más capas intermedias de tela no tejida de esta invención ayuda a preservar la alineación deseada del preimpregnado o de las capas de infusión dentro del apilamiento.

30 Después de curar, el apilamiento resulta un estratificado compuesto, adecuado para utilizar en una aplicación estructural, tal como por ejemplo un automóvil, vehículo marino o una estructura aeroespacial o una estructura de turbina eólica tal como una envolvente para una pala o un larguero. Tales estratificados compuestos pueden comprender fibras estructurales a un nivel de desde 80% a 15% en volumen, preferiblemente desde 58% a 65% en volumen.

35 La invención tiene aplicabilidad en la producción de una amplia variedad de materiales. Un uso particular es en la producción de palas de turbina eólica. Las palas de turbina eólica típicas comprenden dos largas envolventes que se juntan para formar la superficie exterior de la pala y un larguero de soporte dentro de la pala y que se extiende al menos parcialmente a lo largo de la longitud de la pala. Las envolventes y el larguero pueden ser producidos curando los apilamientos de preimpregnado/fibra seca que contienen la tela no tejida de esta invención.

40 La longitud y forma de las envolventes varían pero la tendencia es a utilizar palas más largas (que requieren envolventes más largas) lo que a su vez puede requerir envolventes más gruesas y una secuencia especial de materiales dentro del apilamiento que ha de ser curado. Esto impone exigencias especiales sobre los materiales a partir de los cuales son preparados. Los preimpregnados a base de fibra de carbono son preferidos para palas de una longitud de 30 m o más particularmente las de longitud de 40 m o más tales como de 45 a 65 m mientras que la fibra seca es preferiblemente una fibra de vidrio. La longitud y forma de las envolventes puede también conducir al uso de preimpregnados/materiales de fibra seca diferentes dentro del apilamiento a partir de los cuales se producen las envolventes y puede también conducir al uso de diferentes combinaciones de preimpregnados/fibra seca a lo largo de la longitud de la envolvente.

45 Durante el procesamiento y curado asistidos por vacío, puede ser difícil introducir resina entre láminas de material de fibra seca si las láminas están posicionadas muy juntas. Esto es particularmente el caso si el espacio entre las láminas está también sometido a vacío.

50 En una realización preferida de la invención, el preimpregnado y/o el material en lámina curado reforzado con fibra está provisto de una textura superficial para facilitar la introducción de resina entre elementos adyacentes de preimpregnado y/o material en lámina curado reforzado con fibra. La textura superficial puede comprender protuberancias de resina de una altura por encima de una superficie principal del material en lámina curado reforzado con fibra, preferiblemente del orden de aproximadamente 0,1 mm a 0,5 mm, preferiblemente desde 0,5 a 3 mm, pero mayores protuberancias pueden en algunos casos, tales como cuando la distancia de introducción de resina es relativamente grande, ser mayores. Las protuberancias de resina pueden ser sin curar, curadas o parcialmente curadas.

55 La textura superficial puede además de esto o como alternativa comprender rebajes, tales como canales en la superficie principal del material en lámina curado reforzado con fibra, preferiblemente los rebajes son del orden de 0,1 mm a 0,5

mm por debajo de la superficie principal, pero en algunos casos pueden ser adecuados mayores rebajes. Típicamente, las protuberancias y/o rebajes están separados por 1 cm a 2 cm y/o por 0,5 a 4 cm, pero la separación puede ser mayor o menor dependiendo del tamaño real de las protuberancias y/o rebajes correspondientes.

La textura superficial de los tipos descritos anteriormente puede ser proporcionada después de la fabricación del material en láminas curado reforzado con fibra, por ejemplo por chorreado con arena, molienda o goteo de resina semisólida sobre la superficie, pero se prefiere que la textura superficial para facilitar la introducción de resina entre elementos adyacentes de material de lámina curado reforzado con fibra al menos parcialmente sea proporcionada durante la fabricación del material en lámina curado reforzado con fibra. Esto se consigue de manera particularmente fácil cuando el material en lámina curado reforzado con fibra es fabricado por prensado de cinta, ya que la textura superficial puede ser derivada mediante una plantilla negativa o por textura superficial de la cinta de la prensa de cinta. En otra realización, hay prevista una lámina entre la cinta y el material en lámina reforzado con fibra se forma en la prensa de cinta. Tal lámina puede también actuar como un revestimiento y debería ser retirada antes de la introducción del material en lámina curado reforzado con fibras en el molde.

En una realización preferida, el efecto propiciador de la textura superficial sobre la distribución de resina durante la introducción de resina es conseguido previendo una pluralidad de elementos separadores interiores entre elementos adyacentes del material en lámina curado reforzado con fibras. Los elementos separadores interiores pueden ser seleccionados ventajosamente a partir de uno o más miembros del grupo que consiste de una colección de fibras, tales como fibras de vidrio y/o fibras de carbono, un material sólido, tal como partículas de arena, y un polímero de elevado punto de fusión, por ejemplo como puntos o líneas de resina. Se prefiere que los elementos separadores interiores sean inertes durante la introducción de la resina, y por ejemplo no cambien de forma o reaccionen con la resina introducida. Utilizar elementos separadores interiores puede ser ventajoso en muchos casos, ya que no requiere ningún método particular de fabricación del material en lámina curado reforzado con fibras o un tratamiento previo especial del material en lámina curado reforzado con fibras. Los elementos separadores interiores son preferiblemente del tamaño que oscila desde 0,1 mm a 0,5 mm y separados típicamente por 1 cm a 2 cm, pero tanto los tamaños como los espacios pueden ser adecuados en algunos casos. Típicamente cuanto mayor es el elemento separador interior, mayor puede permitirse la separación.

Alternativamente, pueden utilizarse uno o más separadores adecuados para separar las capas de material de fibra seca. Un espaciador adecuado puede comprender papel de silicio. Esta capa puede ser retirada después del procesamiento y curado del apilamiento.

Las palas de turbina eólica pueden ser fabricadas ventajosamente conectando dos envoltentes de pala de turbina eólica mediante adhesivo y/o medios mecánicos, tal como mediante sujetadores. Tanto la envoltente de la pala de la turbina eólica como la pala de la turbina eólica combinada pueden comprender opcionalmente elementos adicionales, tales como elementos de control, conductores para rayos, etc. En una realización preferida particular, cada envoltente de pala consiste de un miembro compuesto de acuerdo con la invención. En otra realización preferida, el miembro de envoltente de pala de turbina eólica forma sustancialmente la envoltente exterior completa de una pala de turbina eólica, es decir un lado de presión y un lado de succión que son formados integralmente durante la fabricación del miembro de envoltente de pala de turbina eólica.

Un aspecto de la invención concierne a una pala de turbina eólica que comprende preimpregnado, material de fibra seca infundido con resina y tela no tejida curada de esta invención. La pala de turbina eólica puede tener una longitud de al menos 40 m. La relación de grosor, t , a cuerda, C , (t / C) es sustancialmente constante para secciones aerodinámicas del orden de entre $75\% < r / R < 95\%$, donde r es la distancia desde la raíz de la pala y R es la longitud total de la pala. Preferiblemente la relación de grosor a cuerda constante es realizada en el intervalo de $70\% < r / R < 95\%$, y más preferiblemente para el intervalo de $66\% < r / R < 95\%$.

La presente invención está ilustrada por referencia a las figuras adjuntas en las que:

La fig. 1 muestra una tela no tejida de acuerdo con una realización de la invención;

La fig. 2 muestra una tela no tejida de acuerdo con otra realización de la invención, y;

La fig. 3 muestra una tela no tejida de acuerdo con otra realización de la invención.

En la fig. 1, la tela no tejida 10 está formada a partir de cables espaciados en una dirección 12 de trama y cables espaciados en una dirección 14 de urdimbre, en donde los cables de trama y los cables de urdimbre están reunidos en las ubicaciones 16 en las que los cables 12, 14 están en contacto entre sí. Los cables 12, 14 son reunidos por medio de un aglutinante en forma de una resina 18.

La resina aglutinante es preferiblemente en forma de una resina aglutinante que es soluble en una resina de refuerzo. Preferiblemente, la resina aglutinante es polietersulfona (PES) y la resina de refuerzo es una resina epoxi. La resina aglutinante tiene preferiblemente la forma de un hilo como se ha mostrado en la fig. 1.

En uso, el tejido 10 es impregnado con una resina de refuerzo de fusión en caliente que puede ser aplicada mediante una inmersión o baño de resina en caliente. La resina aglutinante se disuelve en la resina de refuerzo y el tejido está listo para usar en colocaciones que contienen refuerzo en seco o capas de refuerzo de preimpregnado para impedir que cualesquiera imperfecciones se perpetúen en sí mismas a todo lo largo de una colocación.

- 5 Alternativamente, los cables pueden ser unidos por adhesión mediante resina. Esto se describirá a continuación con referencia a la fig. 2.

10 En esta figura, la tela no tejida 20 está formada a partir de cables espaciados en una dirección 22 de trama y cables espaciados en una dirección 24 de urdimbre, en donde los cables de trama y los cables de urdimbre son reunidos en las ubicaciones 26 en las que los cables 22, 24 están en contacto entre sí. Los cables 22 de trama están impregnados con una resina de refuerzo mientras que los cables 24 de urdimbre están sin impregnar. Los cables son mantenidos en su sitio relativamente entre sí debido a la pegajosidad de la resina de refuerzo. Opcionalmente, los cables impregnados pueden también ser curados. Esto da como resultado un tejido que es relativamente rígido en una dirección (dirección de trama) mientras que es adaptable al molde en una dirección de urdimbre.

- 15 Este tejido puede ser utilizado del mismo modo que el tejido 10 en colocaciones que contienen refuerzo en seco o capas de refuerzo de preimpregnado para impedir que cualesquiera imperfecciones se perpetúen en sí mismas a lo largo de toda una colocación.

20 La tela no tejida 10 puede también ser curada después de impregnación con una resina de refuerzo. Esto da como resultado la tela no tejida 30 de la fig. 3 en la que los cables 32, 34 en la dirección de trama y de urdimbre son curados. De nuevo este tejido 30 puede ser utilizado en colocaciones que contienen refuerzo en seco o capas de refuerzo de preimpregnado para impedir que cualesquiera imperfecciones se perpetúen por sí mismas a lo largo de toda una colocación.

REIVINDICACIONES

1. Una tela no tejida que comprende cables separados en una dirección de trama y cables separados en una dirección de urdimbre, en la que los cables de trama y los cables de urdimbre son reunidos, y en la que la tela comprende un aglutinante para reunir los cables.
- 5 2. Una tela según la reivindicación 1, en donde el aglutinante es un material soluble en resina; preferiblemente en la que el material soluble en resina tiene la forma de un hilo.
3. Una tela según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde los cables son reunidos por medio de una resina; preferiblemente en la que donde o bien los cables de trama o bien los cables de urdimbre son impregnados con resina.
- 10 4. Una tela no tejida según cualquiera de las reivindicaciones precedentes en la que los cables son impregnados con resina y opcionalmente curados posteriormente.
5. Una tela no tejida según la reivindicación 4 en la que o bien los cables de trama o bien los cables de urdimbre, pero no ambos, son impregnados con resina y opcionalmente curados posteriormente.
- 15 6. Una tela no tejida según la reivindicación 5, en la que los cables bien en la dirección de trama o bien en la de urdimbre son impregnados con resina curada y los cables en la otra dirección comprenden una resina sin curar o una resina en polvo o no están impregnados.
7. Una tela no tejida según la reivindicación 3, en la que la tela comprende resina en los puntos de intersección de los cables de trama y de urdimbre para reunir los cables de trama y de urdimbre.
- 20 8. Una tela no tejida según la reivindicación 7, en la que lejos de los puntos de intersección, los cables de trama y/o de urdimbre comprenden resina sin curar o están libres de resina.
9. Una tela no tejida según cualquiera de las reivindicaciones precedentes en la que los cables empleados son de fibra de vidrio, fibra de carbono o fibra de aramida.
10. Una tela no tejida según cualquiera de las reivindicaciones precedentes en la que los cables de trama y de urdimbre son empleados en capas adyacentes de la tela no tejida y están separados para proporcionar una rejilla; opcionalmente en la cual la separación proporciona un espacio de desde 2 mm a 15 mm, preferiblemente de desde 5 mm a 10 mm, entre los cables.
- 25 11. El uso de tela no tejida según cualquiera de las reivindicaciones precedentes como capa intermedia en un apilamiento de capas de resina curable reforzadas con fibra para mejorar la alineación y retención de la alineación de las capas de resina reforzadas con fibras.
- 30 12. El uso según la reivindicación 11 en el que las capas de resina reforzadas con fibra son preimpregnadas o están formadas proporcionando el material fibroso en seco y proporcionando la resina como una matriz para el material fibroso por impregnación dentro del molde.
13. Un apilamiento que comprende varias capas que comprenden un refuerzo fibroso dentro de una matriz de una resina curable termoendurecible que contiene una o más capas de una tela no tejida según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11.
- 35 14. Un apilamiento según la reivindicación 13 que contiene una capa de la tela no tejida para desde 6 a 20 capas del refuerzo fibroso.
15. Un apilamiento según la reivindicación 13 o la reivindicación 14 en el que la resina curable termoendurecible es una resina epoxi.
- 40 16. Un artículo compuesto que comprende un apilamiento según cualquiera de las reivindicaciones 13 a 15 en el que la resina curable termoendurecible es curada.
17. Un artículo según la reivindicación 16 que comprende una pala de turbina eólica.

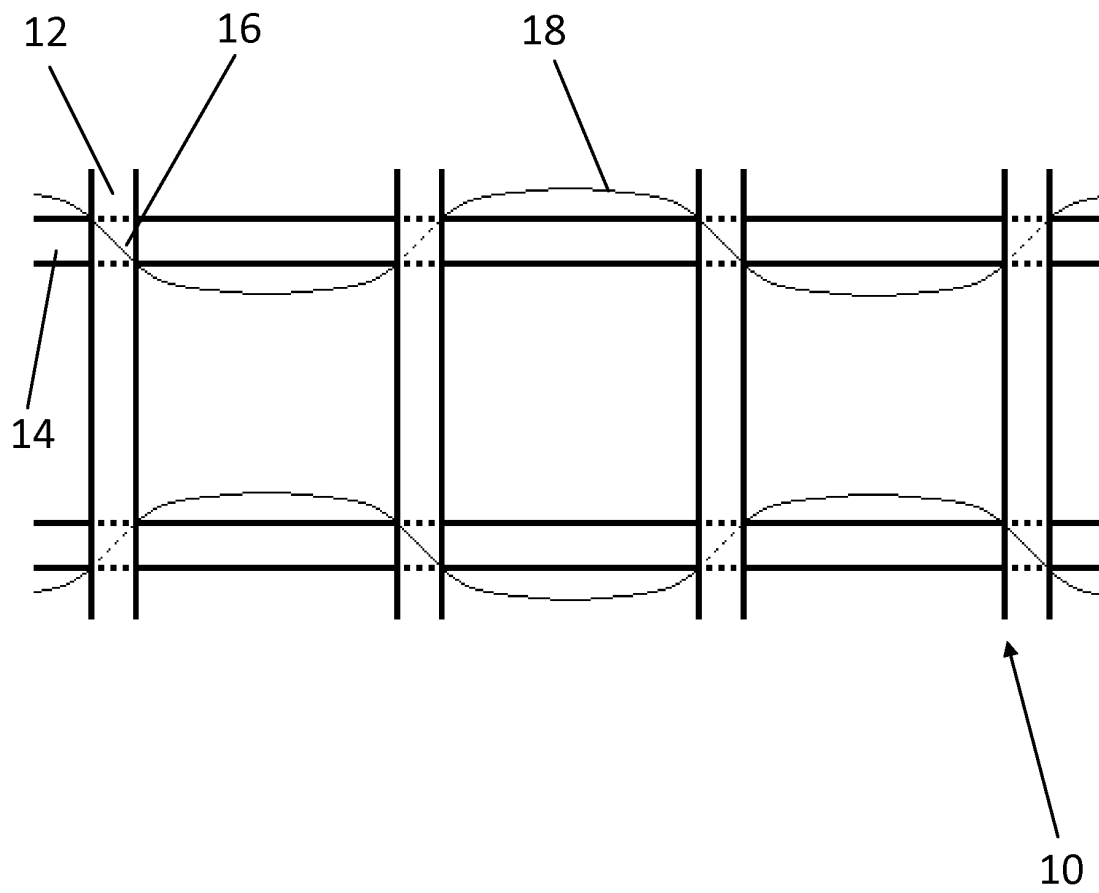


Fig. 1

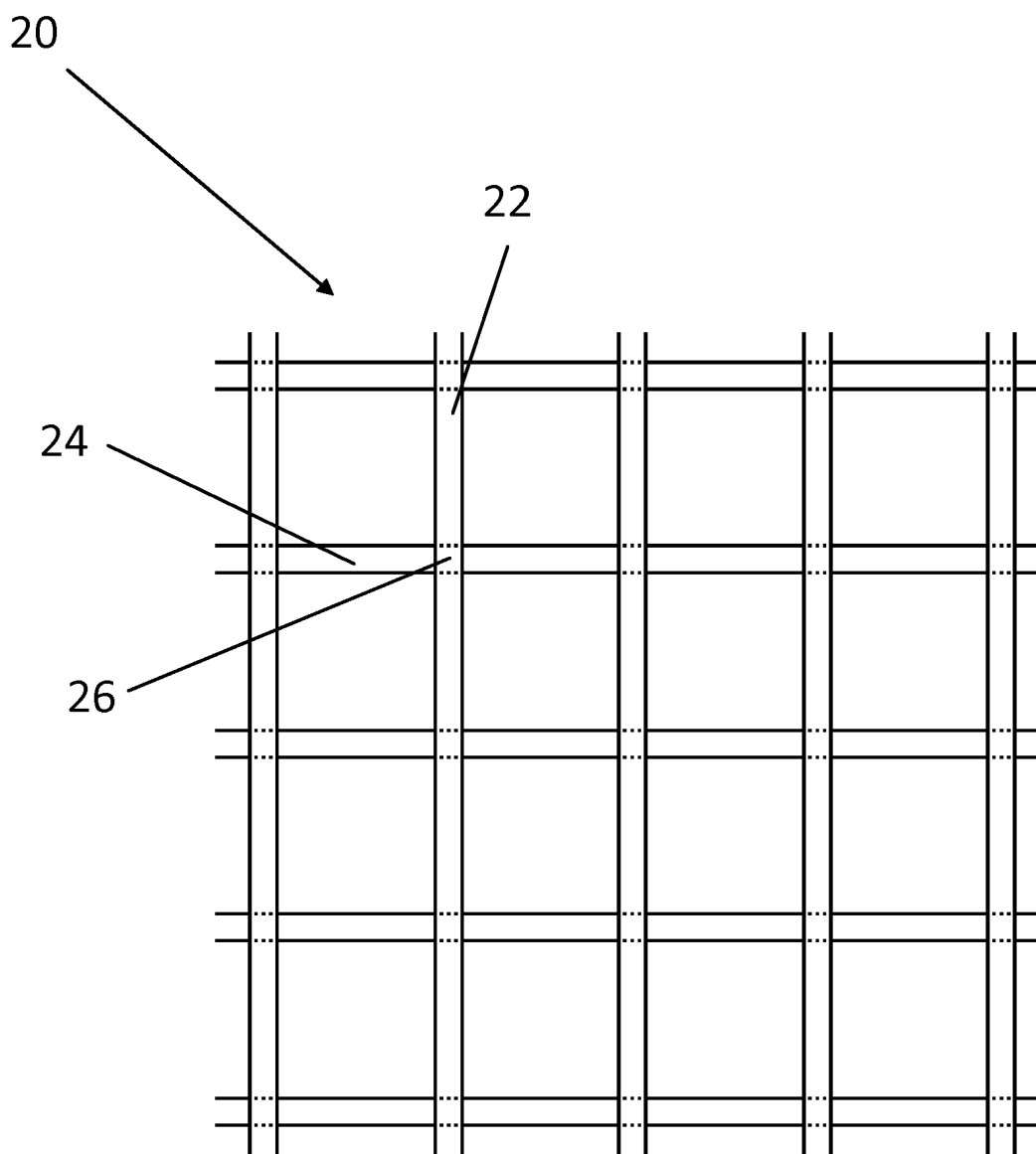


Fig. 2

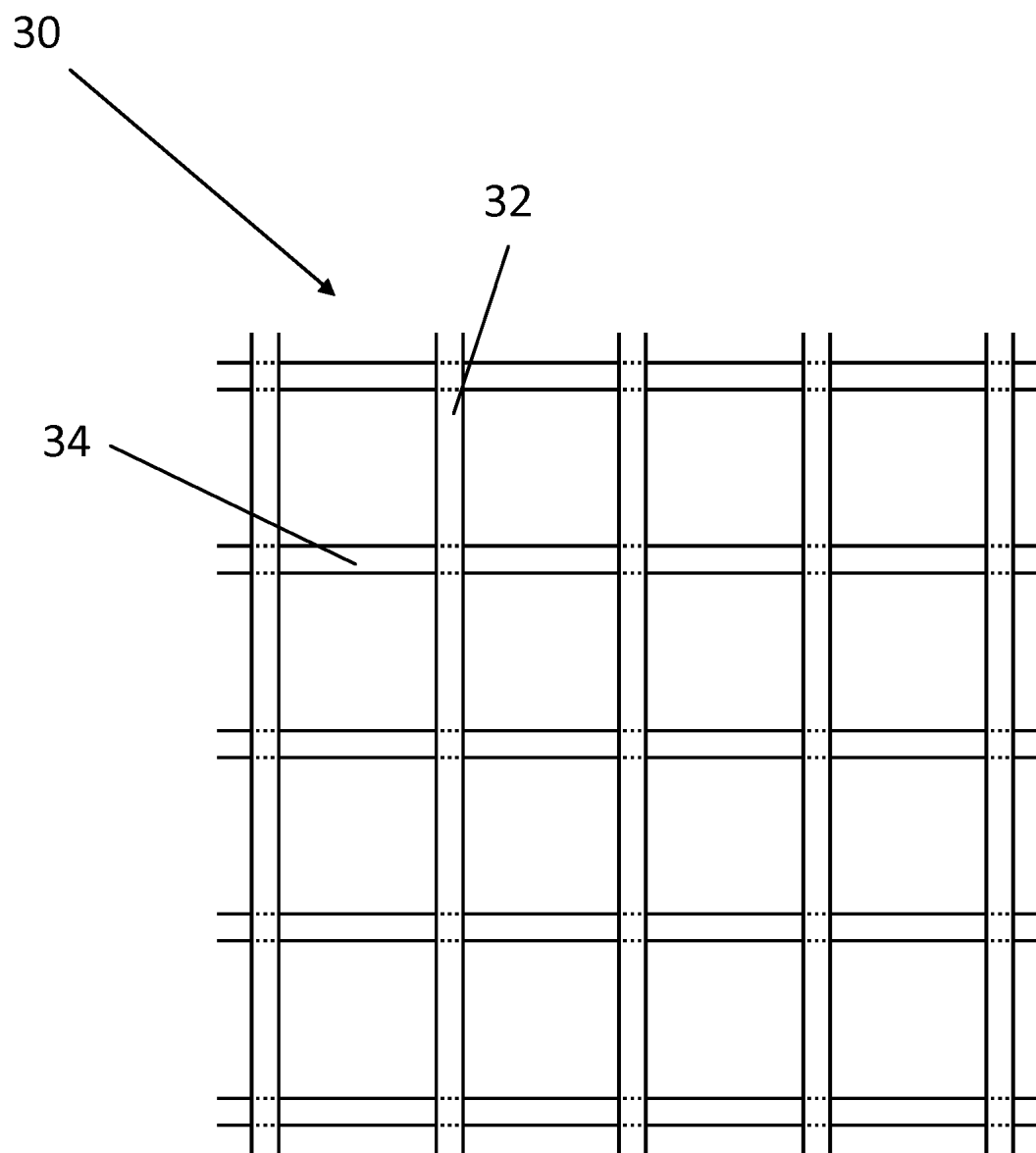


Fig. 3