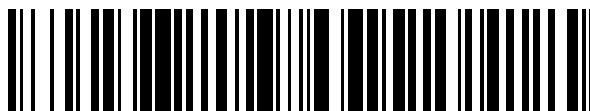


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 686 920**

51 Int. Cl.:

B29C 70/08	(2006.01) B32B 3/18	(2006.01)
B29C 70/20	(2006.01)	
B32B 5/28	(2006.01)	
B32B 5/02	(2006.01)	
B29K 263/00	(2006.01)	
B32B 5/08	(2006.01)	
B32B 5/12	(2006.01)	
B32B 5/26	(2006.01)	
B29K 307/04	(2006.01)	
B32B 3/14	(2006.01)	

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **21.07.2011** **PCT/FR2011/051764**

87 Fecha y número de publicación internacional: **26.01.2012** **WO12010805**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **21.07.2011** **E 11752267 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **27.06.2018** **EP 2595795**

54 Título: **Nuevo material intermedio de refuerzo constituido por un conjunto de hilos de tipo velados separados, procedimiento de fabricación a partir de un material de este tipo y piezas compuestas obtenidas mediante un procedimiento de este tipo**

30 Prioridad:

22.07.2010 FR 1056020

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
22.10.2018

73 Titular/es:

HEXCEL REINFORCEMENTS (100.0%)
45 rue de la Plaine
01120 Dagneux, FR

72 Inventor/es:

BERAUD, JEAN-MARC;
DUCARRE, JACQUES y
THIEL, JEAN-BENOÎT

74 Agente/Representante:

CURELL AGUILÁ, Mireia

ES 2 686 920 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

Nuevo material intermedio de refuerzo constituido por un conjunto de hilos de tipo velados separados, procedimiento de fabricación a partir de un material de este tipo y piezas compuestas obtenidas mediante un procedimiento de este tipo.

La presente invención se refiere al campo técnico de los materiales de refuerzo, adaptados para la constitución de piezas compuestas. Más precisamente, la invención se refiere a un nuevo material intermedio constituido por un conjunto de cintas de fibras unidireccionales para la realización de piezas compuestas, por inyección o infusión posterior de resina termoendurecible, termoplástica, o de una mezcla de las dos, a un procedimiento de fabricación de piezas compuestas a partir de un material intermedio de este tipo, y a las piezas compuestas obtenidas.

La fabricación de piezas o de artículos compuestos, es decir, que comprenden, por un lado, uno o varios refuerzos o mantos fibrosos y, por otro lado, una matriz principalmente de tipo termoendurecible ("resina") y que puede incluir unos termoplásticos, puede, por ejemplo, estar realizada mediante un procedimiento denominado "directo" o "LCM" (del inglés "Liquid Composite Moulding"). Un procedimiento directo se define por el hecho de que se utilizan uno o varios refuerzos fibrosos en estado "seco" (es decir sin la matriz final), utilizándose la resina o matriz por separado, por ejemplo por inyección en el molde que contiene los refuerzos fibrosos (procedimiento "RTM", del inglés Resin Transfer Moulding), por infusión a través del espesor de los refuerzos fibrosos (procedimiento "LRI", del inglés "Liquid Resin Infusion" o procedimiento "RFI" del inglés "Resin Film Infusion), o también por recubrimiento/impregnación manual con rodillo o con pincel, sobre cada una de las capas unitarias de refuerzo fibroso, aplicadas de manera sucesiva sobre la forma.

Para los procedimientos RTM, LRI o RFI, en general es preciso en primer lugar fabricar una preforma fibrosa de la forma del artículo final deseado, y después impregnar esta preforma con una resina. La resina se inyecta o se infunde por diferencial de presiones de temperatura, y después, una vez que toda la cantidad de resina necesaria está contenida en la preforma, se lleva el conjunto a una temperatura más elevada para realizar el ciclo de polimerización/reticulación y provocar así su endurecimiento.

Las piezas compuestas utilizadas en la industria del automóvil, aeronáutica o naval, se someten, en particular, a unas exigencias muy estrictas, en particular en términos de propiedades mecánicas. Ahora bien, las propiedades mecánicas de las piezas están relacionadas principalmente con un parámetro que es la tasa volumétrica de fibras (TVF).

En estos sectores, se realiza un gran número de preformas a base de material de refuerzo, principalmente de fibras de carbono, en particular de tipo unidireccional. Es posible calcular de manera teórica la tasa volumétrica máxima de fibras contenidas en un manto unidireccional suponiendo dos tipos de disposiciones: hexagonal o cuadrada. Suponiendo, respectivamente, una disposición de tipo hexagonal y una disposición de tipo cuadrado, la TVF máxima obtenida es respectivamente del 90,7% y del 78,5% (An Introduction to Composite Materials, D. Hull, T.W. Clyne, Segunda Edición, Cambridge Solid State Science Series, 1996). Sin embargo, en la realidad, parece difícil obtener unas fracciones volumétricas de fibras superiores al 70% para unas piezas compuestas. En la práctica, se admite generalmente, por parte del experto en la materia, que una tasa volumétrica de fibras (TVF) de aproximadamente el 60% es estándar para la realización de piezas compuestas satisfactorias y esto, con una buena reproducibilidad (S. T. Peters, "Introduction, composite basics and road map", en Handbook of Composites, Chapman & Hall, 1998, p. 1- 20 y en particular p. 8).

La resina, que se asocia posteriormente, en particular por inyección o infusión, a los mantos unidireccionales de refuerzo, cuando tiene lugar la realización de la pieza, puede ser una resina termoendurecible, por ejemplo del tipo epoxi. Para permitir un flujo correcto a través de una preforma constituida por un apilamiento de diferentes capas de fibras de carbono, esta resina es, muy frecuentemente, muy fluida, por ejemplo de una viscosidad del orden de 50 a 200 mPa·s. a la temperatura de infusión/inyección. El principal inconveniente de este tipo de resina es su fragilidad, después de la polimerización/reticulación, lo cual provoca una baja resistencia al impacto de las piezas compuestas realizadas.

Con el fin de resolver este problema, se ha propuesto en los documentos de la técnica anterior asociar las capas unidireccionales de fibras de carbono a un velo de fibras termoplásticas. Este tipo de soluciones se describen, en particular, en las solicitudes de patente o en las patentes EP 1 125 728, US nº 628.016, WO 2007/015706, WO 2006/121961 y US nº 6.503.856. La adición de este velo permite mejorar las propiedades mecánicas en el ensayo de compresión después del impacto (CAI), ensayo utilizado de manera habitual para caracterizar la resistencia de las estructuras al impacto.

La solicitante ha propuesto también en las solicitudes de patente anteriores WO 2010/046609 y WO 2010/061114, unos materiales intermedios particulares que comprenden un manto de fibras unidireccionales, en particular de carbono asociadas, por pegado, sobre cada una de sus caras a un velo de fibras termoplásticas (también denominado no-tejido), así como su procedimiento de elaboración. Asegurando

los mantos unidireccionales una cobertura total para algunas aplicaciones, en particular para la realización de piezas de grosor importante, una de las limitaciones de este tipo de material intermedio es su baja permeabilidad transversal a la resina que será inyectada o infundida para la constitución de la pieza final. En este contexto, se ha propuesto una solución en la solicitud de patente WO 2010/046609 que consiste en la realización de orificios que se extienden en el material, permitiéndole tener un factor de apertura dado. Esta solución es, en la práctica, utilizable en unos mantos de anchura superior a aproximadamente 20 mm, y preferentemente superior a 50 mm, pero es más difícil de realizar en el caso de hilos/manto de anchuras inferiores. Ahora bien, se utilizan por ejemplo unas anchuras de 3,17 mm o 6,35 mm en colocación automática sobre máquinas existentes y presentan, por lo tanto, un interés muy particular.

La presente invención tiene por objetivo eliminar y/o limitar los problemas anteriores y/o aportar mejoras en general. Asimismo, uno de los objetivos de la presente invención es proponer un nuevo producto intermedio, adaptado a la realización de piezas compuestas a base de resina termoendurecible o termoplástica, y en particular por inyección o infusión de resina, que presenta una permeabilidad satisfactoria y permite unos tiempos de difusión de la resina bastante bajos, incluso en el caso del diseño de piezas de gran grosor, por ejemplo superior a 20 mm.

Otro objetivo de la invención es satisfacer estas especificaciones, proponiendo al mismo tiempo un producto intermedio que sea fácil de fabricar y adaptado a procedimientos automatizados.

Otro objetivo de la invención es también proponer un producto intermedio que pueda ser confeccionado directamente en forma en un molde de forma adaptada a la pieza compuesta final deseada y, por lo tanto, presentarse en forma de una preforma.

En este contexto, la invención se refiere a los materiales intermedios, procedimientos y piezas compuestas tales como las definidas en las reivindicaciones.

En particular, el material intermedio según la invención comprende, incluso está constituido exclusivamente, por un conjunto de cintas individualizadas, estando cada cinta compuesta por un manto no calado de fibras de refuerzo unidireccionales asociado sobre cada una de sus caras a un velo de fibras termoplásticas, estando la unión entre el manto de fibras unidireccionales y los velos de fibras termoplásticas asegurada por pegado, y en particular por fusión por lo menos parcial de las fibras termoplásticas, caracterizado por que las cintas están dispuestas unas al lado de las otras en capas sucesivas, y en particular en por lo menos cuatro capas, de manera que las cintas de dos capas sucesivas se superpongan con o sin cruzamiento, pero sin entrelazamiento, siendo la unión entre una cinta y la o las cintas con las que está superpuesta asegurada por pegado, y en particular por fusión por lo menos parcial de las fibras termoplásticas, y por que en cada capa, las cintas están dispuestas de manera sustancialmente paralela unas a las otras por lo menos en la mayor parte de la longitud, siendo al mismo tiempo independientes y estando espaciadas unas de las otras, y por que las cintas de por lo menos dos capas se extienden según dos direcciones diferentes.

Otras características diferentes del material según la invención se detallan en las reivindicaciones.

El material según la invención está destinado a la realización de piezas compuestas por procedimiento directo. Asimismo, la masa de no-tejidos, en el seno de cada cinta velada, representa del 0,1 al 10% y, preferentemente, del 3 al 10% de la masa total de cada cinta.

El procedimiento de fabricación de un material intermedio de refuerzo o de una preforma de acuerdo con la invención puede comprender las etapas siguientes:

- a) disponer de por lo menos una cinta individualizada, compuesta por un manto no calado de fibras de refuerzo unidireccionales asociado en cada una de sus caras a un velo de fibras termoplásticas, siendo la unión entre el manto de fibras unidireccionales y los velos asegurada por fusión por lo menos parcial de las fibras termoplásticas,
- b) disponer dichas cintas unas al lado de las otras y en capas sucesivas, en particular en por lo menos cuatro capas, de manera que las cintas de dos capas sucesivas se superpongan con o sin cruzamiento pero sin entrelazamiento, y de manera que, en cada capa, las cintas estén dispuestas de manera sustancialmente paralela unas a las otras en por lo menos la mayor parte de su longitud, siendo al mismo tiempo independientes y estando espaciadas unas de las otras, y que las cintas de por lo menos dos capas se extiendan según dos direcciones diferentes,
- c) asegurar la unión entre una cinta y la o las cintas con la cual están superpuestas por fusión por lo menos parcialmente unas fibras termoplásticas.

La invención tiene asimismo por objeto un procedimiento de fabricación de una pieza compuesta, caracterizado por que comprende las etapas siguientes:

a) disponer de por lo menos un material intermedio de refuerzo o de una preforma de acuerdo con la invención,

5 b) eventualmente apilar diferentes materiales según una de las reivindicaciones anteriores y eventualmente solidarizarlas en forma de una preforma,

c) añadir, por infusión o inyección, una resina termoendurecible y/o termoplástica,

10 d) consolidar la pieza deseada por una etapa de polimerización/reticulación según un ciclo definido en temperatura y bajo presión, seguido de un enfriamiento.

Según un modo de realización particular del procedimiento según la invención, la resina termoendurecible se añade por infusión a una presión inferior a la presión atmosférica, en particular a una presión inferior a 1 bar y comprendida por ejemplo entre 0,1 y 1 bar.

Según otro de sus aspectos, la invención se refiere a las piezas compuestas susceptibles de ser obtenidas según un procedimiento de este tipo, que presentan en particular una tasa volumétrica de fibras (TVF) del 50 al 63%, preferentemente del 53 al 60%.

La invención se puede utilizar para proporcionar un material de moldeo que comprende una multitud de capas, comprendiendo cada capa unas cintas de refuerzo orientadas y espaciadas, difiriendo la orientación de las cintas en una capa de la orientación de las cintas en la capa adyacente, comprendiendo cada cinta un material de refuerzo fibroso.

El material de moldeo puede comprender también un material de unión para mantener la orientación de las cintas. Este material de unión puede comprender un material fibroso termoplástico.

Otras características diversas aparecerán a partir de la descripción realizada a continuación, en referencia a los dibujos adjuntos.

Las figuras 1, 2A y 2B muestran, de manera esquemática, diferentes construcciones que puede presentar un material intermedio según la invención.

La figura 2A es una vista en perspectiva parcial de una capa de cintas en una zona de resalte y la figura 2B es una vista parcial correspondiente por arriba.

Las figuras 3A y 3B son unas vistas esquemáticas en sección que muestran el posicionamiento que pueden tomar, en un material intermedio de acuerdo con la invención, unas cintas de capas sucesivas orientadas en la misma dirección.

Las figuras 4 y 5 son, respectivamente, una representación esquemática, en perspectiva, parcialmente arrancada, y en sección, de una cinta utilizada en el marco de la invención, en la que un manto unidireccional está asociado a dos no-tejidos.

La figura 6 es una vista esquemática de un dispositivo que se puede utilizar para la realización de piezas compuestas.

La figura 7 muestra la evolución de la tasa de llenado de resina cuando se utilizan las configuraciones ilustradas en las figuras 3A y 3B mediante el procedimiento de infusión al vacío.

La figura 8 representa las evoluciones de permeabilidad transversal en función de la TVF obtenidas para unos materiales de acuerdo con la invención y unos materiales comparativos.

La invención propone unos materiales realizados por depósito de cintas, de las cuales algunas por lo menos, y preferentemente todas, son unas cintas denominadas veladas. En el marco de la invención, los hilos o filamentos unidireccionales constitutivos de las cintas están asociados sobre cada una de sus caras a unos no-tejidos (también denominados velos), antes de su utilización para constituir el material intermedio según la invención. Asimismo, en el material según la invención, cada cinta velada está constituida por un manto de fibras de refuerzo unidireccionales asociado a dos no-tejidos en toda su longitud. Como se presenta en la figura 1, en el marco de la invención, diferentes cintas 100, 101, ..., 200, 201, ..., 300, 301, etc. están dispuestas en plano lado a lado y en capas sucesivas 10, 20, 30, etc., estando al mismo tiempo separadas unas de las otras en cada capa por una distancia e1, e2, e3, etc. La primera serie 10 (también denominada capa) de cintas se deposita sobre una superficie plana como se ilustra en la figura 1, o en la forma que se ilustra en las figuras 2A y 2B. Una segunda serie 20 de cintas lado a lado y separadas se deposita entonces en plano o en forma, por ejemplo con una orientación diferente de la de la primera serie 10. Se procede así a un apilado de diferentes series de cintas

paralelas entre sí en cada serie, y preferentemente de por lo menos cuatro series, en función del grosor y de las orientaciones deseadas, por analogía con un material unidireccional clásico. Todas las capas de cintas pueden tener unas direcciones diferentes o solamente algunas de ellas, pudiendo las otras tener unas direcciones idénticas. Las orientaciones preferidas están, muy frecuentemente, orientadas en las direcciones que hacen un ángulo de 0°, +45° o -45° (que corresponde también a +135°), y +90° con el eje principal de la pieza a realizar. El eje principal de la pieza es generalmente el eje más grande de la pieza y el 0° se confunde con este eje. Es posible por ejemplo realizar unos apilados casi-isótropos, simétricos u orientados eligiendo la orientación de las capas. A título de ejemplos de apilamiento casi-isótropo, se puede citar el apilamiento según los ángulos 45°/0°/135°/90°, o 90°/135°/0°/45°. A título de ejemplos de apilamiento simétrico, se puede citar 0°/90°/0°, o 45°/135°/45°. En cada serie, las cintas se extienden sustancialmente de manera paralela unas a las otras, salvo por ejemplo en unas zonas de resalte II, en las que se pueden colocar unos trozos de cintas suplementarios m1, m2, etc. entre las cintas 100, 101, etc., creando unas zonas de no paralelismo, como se ilustra en las figuras 2A y 2B. Estos trozos de cintas se introducen con el fin de respetar la dirección preferida de los hilos, pero compensar las diferencias de longitud debidas al resalte. La inserción de segmentos de cinta se efectúa sólo en casos extremos. Cuando sea posible, se realizará, en unas zonas de curvatura, un espaciamiento entre dos bandas o serie de bandas ligeramente diferentes comparativamente al espacio entre bandas presentes en las zonas planas de la misma pieza. En consecuencia, en cada capa, se posicionan las cintas paralelamente unas a las otras en toda su longitud, con la excepción de las zonas de curvatura o de resalte, en las que se puede introducir un no paralelismo, en particular debido a la diferencia de distancia que deben recorrer dos cintas próximas.

La presencia de los espaciamientos entre dos cintas próximas dentro de una misma serie permite aumentar las permeabilidades planas (es decir paralelamente a los mantos de fibras) y transversales (es decir transversalmente a los mantos de hilos) del material intermedio según la invención, con respecto a un material en el que los mantos unidireccionales asegurarían una cobertura total. En particular, en el marco de la invención, se puede obtener una permeabilidad transversal en régimen saturado de 10^{-14} m^2 y $2 \cdot 10^{-14} \text{ m}^2$. Para que se constate una permeabilidad de este tipo, es preciso, no obstante, que las cintas de dos capas sucesivas estén dispuestas de manera que no haya un recubrimiento total de los espacios entre cintas de una de las capas por las cintas de la otra capa. Es el caso en particular:

- o bien cuando no existe ninguna capa sucesiva en la que las cintas se extienden en unas direcciones idénticas,
- o bien cuando existen unas capas sucesivas 40 y 50 en las que las cintas están orientadas en unas direcciones idénticas, pero hay una perfecta o casi perfecta superposición de las cintas de las capas en las que las cintas están orientadas en unas direcciones idénticas, como se ilustra en la figura 3A. En efecto, las cintas 400 y 401 de la capa 40 se superponen con las cintas 500 y 501 de la capa 50. Las bandas de dos capas sucesivas de orientación idéntica no deben estar desplazadas unas con respecto a las otras, según un desplazamiento que provocaría un total recubrimiento de los espacios entre cintas por las cintas de la capa inferior o superior.

En efecto, en el caso ilustrado en la figura 3B en el que las bandas de dos capas sucesivas están desplazadas por una media anchura de banda de manera que los espacios de una o de la otra de las capas coincidan con las bandas de la otra capa, la permeabilidad no ha mejorado. Sin embargo, un material de este tipo presenta unas facilidades de diseño, en particular para la realización de preformas sobre moldes en forma, siendo el depósito de bandas de anchura reducida más fácil que el depósito de un material en hoja de mayor anchura.

De manera ventajosa, cada capa de cintas presenta un factor de abertura que pertenece al intervalo del 0,5 al 9%, preferentemente del 3 al 6%. Este factor de abertura es el factor de abertura de cada capa tomada individualmente, haciendo abstracción de las demás capas. El factor de abertura se determina, por ejemplo, según el método descrito en la solicitud de patente WO 2010/046609, a la que se podrá hacer referencia para más detalles. Con el fin de realizar esta medición sobre una sola capa, la colocación se podrá efectuar sobre una lona al vacío transparente, efectuándose el pegado de la misma manera que con una capa anterior constituida por cinta de igual material. Dichos factores de abertura permiten obtener unas permeabilidades interesantes comparables o superiores a las obtenidas con los multiaxiales cosidos tradicionales. Por ejemplo, en cada serie (también denominada capa) de cintas paralelas, la relación anchura de cinta/espacio entre dos cintas próximas pertenece al intervalo que va de 7 a 150, preferentemente al intervalo que va de 15 a 40. Lo más frecuentemente, en cada capa, incluso en todas las capas de cintas, todas las cintas tendrán una anchura sustancialmente idéntica y los espacios (e1, e2, e3, e4, e5, etc. como se representan en las figuras 1, 3A y 3B) entre dos cintas próximas serán también sustancialmente idénticos. Por otro lado, es preferible que el espacio entre dos cintas próximas dentro de una capa en las zonas de paralelismo sea como máximo de 0,4 mm, de manera que se evite la creación de masas de resina durante el diseño de la pieza final, que serían en particular unas fuentes de microfisuración después de un ciclo higrotérmico. Este valor de separación corresponde a una media sobre las zonas de paralelismo. Esta separación pertenece, por ejemplo, al intervalo que va de 0,1 a 0,4 mm, preferentemente al intervalo que va de 0,2 a 0,4 mm. Sin embargo, es posible que en las zonas de curvatura o de resalte en las que las cintas son localmente no paralelas (denominadas zonas de no paralelismo),

el espacio entre cintas sea ligeramente más elevado.

Las cintas de una misma serie o capa son individuales e independientes unas de las otras, por oposición en particular a unas cintas de fibras unidireccionales que estarían unidas entre sí por un solo y mismo velo. Las cintas de una misma serie están unidas únicamente por la presencia de cintas de otras capas que las cruzan y que aseguran la unión del conjunto. La unión del conjunto está asegurada por la unión entre una cinta y la o las cintas con las que se superpone, realizándose esta unión por pegado. Para asegurar la cohesión del conjunto, por lo menos dos capas de cintas tienen unas orientaciones diferentes. Esta unión se realiza, lo más frecuentemente, por fusión por lo menos parcial de las fibras termoplásticas que constituyen los velos, seguida de un enfriamiento. Esta fusión puede asegurarse según avanza la colocación de cada cinta velada, por analogía con el procedimiento descrito en la solicitud de patente EP 1 469 113 a nombre de la solicitante, o en una etapa de termo-compresión sobre una o varias capas completas o sobre una parte de su superficie solamente, por ejemplo sobre las partes exteriores de la pieza a realizar, por ejemplo su perímetro, y esto sobre un soporte de forma plana o más compleja. La fusión también puede estar asegurada en plano sobre una parte de la forma a realizar, realizándose esta fusión entre capas particularmente sobre las zonas que no necesitan movimientos entre capas en la termo-compresión, permaneciendo el resto de las capas libres de cualquier movimiento permitiendo así la realización de conjunto de capas en forma por movimiento de los hilos de capas que permanecen no solidarias a las capas inferiores. No se excluye tampoco que los velos estén recubiertos de otro aglutinante polimérico, por ejemplo un polvo termoendurecible, del tipo epoxi en particular, que aseguraría o contribuiría a la unión. Preferentemente, no está presente ninguna unión por costura y/o tricotado entre las diferentes capas de cinta.

Otra ventaja del material según la invención realizado a partir de bandas individuales e independientes constituidas por fibras de refuerzo unidireccionales asociadas en cada una de sus caras a un no-tejido de fibras termoplásticas, se sitúa, en particular, a nivel de la deformabilidad, y de la facilidad de diseño de preformas sobre moldes de forma compleja. En efecto, el hecho de utilizar directamente unas cintas portadoras de no-tejidos que aportarán las propiedades mecánicas deseadas a la pieza final, ofrece numerosas posibilidades de diseño. Por ejemplo, el material según la invención se puede obtener directamente por depósito de cinta velada sobre un soporte plano o en forma según la forma de la pieza deseada. El material según la invención se puede realizar directamente con forma, manteniéndose la forma gracias a la fusión/enfriamiento de las fibras termoplásticas, o bien en hoja plana que podrá entonces ser posicionada y drapeada, después de un ligero calentamiento, sobre un molde de forma compleja, en el diseño de la pieza final.

En el marco de la invención, por cinta o banda, se entiende un material en hoja que presenta una longitud muy superior a su anchura. Dichas cintas pueden presentar en particular unas anchuras de 3 a 25 mm. Las cintas veladas se pueden realizar a partir de uno o varios hilos, estando un hilo constituido por un conjunto de filamentos. Se pueden obtener unas cintas veladas de menor anchura incluso en el caso en el que se utilice un hilo muy fino de 1K o 3K. Como lo muestra la figura 4, las cintas veladas I utilizadas en el marco de la invención presentan una longitud l y una anchura L. Estas cintas veladas están constituidas por un conjunto de filamentos f (caso de un único hilo 1) o por un conjunto de hilos 1 (cada uno constituido por un conjunto de filamentos) que se extienden paralelamente a la anchura de la cinta. Una cinta velada tiene una forma general rectangular y está asociada en cada uno de sus caras mayores 1a y 1b a un no-tejido (respectivamente 2a y 2b), como se muestra en la figura 5.

Por no-tejido, que también se puede denominar "velo", se entiende clásicamente un conjunto de fibras continuas o cortas dispuestas aleatoriamente. Estos no-tejidos o velos se podrán producir, por ejemplo, mediante los procedimientos "Meltblow", "Spunlaid" o "Electrospinning", bien conocidos por el experto en la materia. En particular, las fibras constitutivas del no-tejido pueden presentar unos diámetros medios comprendidos en el intervalo que va de 0,5 a 70 μm , y preferentemente de 0,5 a 30 μm . Los no-tejidos pueden estar constituidos por fibras cortas o, preferentemente, por fibras continuas. En el caso de un no-tejido de fibras cortas, las fibras pueden presentar, por ejemplo, una longitud comprendida entre 1 y 100 mm. La utilización de no-tejidos que presentan una cobertura aleatoria e isotrópica permite conferir a cada cinta velada una cohesión uniforme y en todas las direcciones, contrariamente a la utilización de hilos de unión separados, por ejemplo. Para cada cinta velada, la unión entre los no-tejidos y el manto unidireccional se ha asegurado previamente por calentamiento, utilizando el carácter adhesivo en caliente de los no-tejidos termoplásticos, seguido de un enfriamiento. A título de ejemplo, las fibras constitutivas de los no-tejidos están constituidas ventajosamente por un material termoplástico, en particular seleccionado de entre: las poliamidas (PA, por ejemplo PA6, PA12, PA11, PA6,6, PA 6,10, PA 6,12, etc.), copoliamidas (CoPA), las poliamidas - bloque éter o éster (por ejemplo, PEBAX, PEBA), poliftalamida (PPA), los poliésteres (por ejemplo, los polietilentereftalato -PET-, polibutilentereftalato -PBT- etc.), los copoliésteres (CoPE), los poliuretanos termoplásticos (TPU), los poliacetatos (POM), las poliolefinas de C2-C8 (por ejemplo, los polipropilenos -PP-, los polietilenos de alta densidad -HDPE-, los polietilenos de baja densidad -LDPE-, los polietilenos de baja densidad lineal -LLDPE-, etc.) y/o los copolímeros de estos últimos, polietersulfonas (PES), las polisulfonas (PSU), las polifenilenos sulfonas (PPSU), polieteréter cetonas (PEEK), PoliéterCetonaCetona (PEKK), Poli(Sulfuro de fenileno) (PPS), o polieterimididas (PEI), las poliimididas termoplásticas, los polímeros de cristales líquidos (LCP), los fenoxis, los copolímeros de bloques tales como los copolímeros estireno-butadieno-metilmacrilato (SBM), los copolímeros Metilmacrilato-Acrilato de Butil-

Metilmetacrilato (MAM) y sus mezclas. Los no-tejidos pueden estar constituidos por fibras de igual naturaleza, pero también por una mezcla de fibras constituidas por estos materiales termoplásticos. La materia está, por supuesto, adaptada a los diferentes tipos de sistemas termoendurecibles o termoplásticos utilizados para la constitución de la matriz, en la posterior realización de las piezas compuestas.

Cada cinta velada utilizada para la constitución del material intermedio según la invención presenta, en cada una de sus caras mayores, un no-tejido de fibras termoplásticas que le asegura su cohesión. En particular, a título de no-tejido de fibras termoplásticas, se pueden utilizar los no-tejidos comercializados por ejemplo por las compañías Protechnic (66, rue des Fabriques, 68702 - CERNAY Cedex - France) o Spunfab Ltd. / Keuchel Associates, Inc. (175 Muffin Lane Cuyahoga Falls, OH 44223, USA).

En el marco de la invención, por "manto unidireccional de fibras de refuerzo" se entiende un manto constituido exclusivamente o casi exclusivamente por fibras de refuerzo depositadas paralelamente unas a las otras. En particular, según un modo de realización particular de la invención, el manto unidireccional no comprende ningún hilo de trama que entrelace las fibras de refuerzo, de manera que se evite cualquier ondulación. En particular, el material intermedio según la invención no comprende ni tejido, ni costura, ni tricotado. En el manto unidireccional, los hilos de carbono, preferentemente, no están asociados a un aglutinante polimérico y por lo tanto están calificados de secos, es decir que no están ni impregnados, ni recubiertos, ni asociados a algún aglutinante polimérico antes de su asociación con los velos termoplásticos. Las fibras de carbono están caracterizadas, sin embargo, lo más frecuentemente, por un porcentaje másico de ensimado estándar que puede representar como máximo el 2% de su masa.

Los mantos unidireccionales pueden estar constituidos por uno o varios hilos de refuerzo. A título de ejemplo, los hilos de refuerzo pueden ser de un material seleccionado de entre los materiales siguientes: carbono, vidrio, aramida, sílice, basalto, cerámica y sus mezclas, o cualquier otro material utilizado en el campo de los materiales compuestos, pudiendo las fibras ser naturales o sintéticas. Sin embargo, se prefieren las fibras de carbono.

Dentro de cada cinta, los filamentos o fibras de refuerzo están dispuestos de manera que aseguren una cobertura casi total, y preferentemente total, en toda la superficie de la cinta. En particular, cuando la cinta velada está constituida por un manto unidireccional de varios hilos, éstos estarán dispuestos borde con borde, con un mínimo, incluso ninguna falta de material ("gap" en inglés) o solapamiento ("overlap" en inglés). El manto unidireccional y por lo tanto la cinta velada utilizada puede por lo tanto calificarse de no calada.

Un hilo está constituido generalmente por un conjunto de filamentos y comprende, en general, en el caso de los hilos de carbono, de 1000 a 80000 filamentos, ventajosamente de 12000 a 24000 filamentos. De manera particularmente preferida, en el marco de la invención, se utilizan unos hilos de carbono de 1 a 24 K, por ejemplo de 3K, 6K, 12K o 24K, y preferentemente de 12 a 24 K. Las fibras constitutivas son preferentemente continuas. Los hilos presentes en el seno de las cintas veladas presentan una sección recta transversal sustancialmente paralelepípedica o elíptica y se califican como hilos planos. Estos hilos presentan una cierta anchura y grosor. A título de ejemplo, un hilo plano de carbono de 3K y de un título de 200 tex presenta generalmente una anchura de 1 a 3 mm, un hilo plano de carbono de 12 K y de un título de 446 tex, una anchura de 2 a 5 mm, un hilo plano de 12K de un título de 800 tex, una anchura de entre 3 y 7mm, un hilo plano de carbono de 24K y de un título de 1600 tex, una anchura de 5 a 12 mm y un hilo plano de carbono de 24K y de un título de 1040 tex, una anchura de 5 a 12 mm. Un hilo plano de carbono de 3000 a 24000 filamentos presentará por lo tanto lo más frecuentemente una anchura de 1 a 12 mm. Para algunos modos de realización, los hilos de carbono presentes en el seno de las cintas veladas, presentan un título comprendido entre 60 y 3800 Tex, y preferentemente entre 400 y 900 tex. Antes de la asociación del o de los hilos a los velos para realizar las cintas, es posible extender o no los hilos utilizados clásicamente disponibles en el comercio. A título de ejemplo, el grosor del manto unidireccional de carbono, en el seno de una cinta, puede ser de 90 a 270 µm aproximadamente. Entre los hilos de carbono, se pueden distinguir unos hilos de Alta Resistencia (HR) cuyo módulo de tracción está comprendido entre 220 y 241 GPa y cuya resistencia a la ruptura en tracción está comprendida entre 3450 y 4830 MPa, los hilos de Módulo Intermedio (IM) cuyo módulo en tracción está comprendido entre 290 y 297 GPa y cuya resistencia a la ruptura en tracción está comprendida entre 3450 y 6200 MPa y los Hilos de Alto Módulo (HM) cuyo módulo en tracción está comprendido entre 345 y 448 GPa y cuya resistencia a la ruptura en tracción está comprendida entre 3450 y 5520 Pa (según el "ASM Handbook", ISBN 0-87170-703-9, ASM International 2001).

Las cintas veladas tales como las descritas anteriormente, y de las cuales se darán algunos ejemplos más precisos, en la continuación de la descripción y en los ejemplos, se utilizan en el marco de la invención para fabricar unos materiales intermedios, destinados a estar asociados a una matriz de resina para la realización ulterior de piezas compuestas, para la aeronáutica en particular. La matriz de resina puede ser de naturaleza termoplástica o preferentemente termoendurecible o estar constituida por una mezcla de resinas termoendurecible y termoplástica. En los materiales intermedios según la invención, estas cintas veladas están dispuestas unas al lado de las otras, de manera que dejen un espacio entre dos cintas próximas. Cada conjunto de cintas depositadas de manera sustancialmente paralela unas a las otras, se denomina capa. Para constituir el material intermedio, se superponen, y eventualmente se entrecruzan sin entrelazamiento, diferentes capas, y lo más frecuentemente por lo menos cuatro capas. Los materiales intermedios según la invención están

constituidos, preferentemente, exclusivamente por cintas veladas compuestas por una serie de hilos o filamentos de refuerzo que se extienden según una dirección paralela a la longitud de la cinta para formar un manto unidireccional que está asociado en cada una de sus caras a un no-tejido de fibras termoplásticas, asegurando estos dos no-tejidos la cohesión de dicha cinta velada gracias a su carácter termoplástico. En particular, los materiales intermedios según la invención están constituidos exclusivamente por un conjunto de cintas veladas tales como se describe más precisamente en la presente solicitud de patente. Sin embargo, no se excluye que, en los materiales intermedios según la invención, estas cintas veladas se combinen con otras cintas tales como unos hilos simples u otros. En efecto, estas cintas veladas pueden, por ejemplo, ser utilizadas sólo en algunas orientaciones de un material multiaxial, siendo los hilos de otras orientaciones clásicos y no velados, estar incluso constituidas exclusivamente o no por otros tipos de refuerzos secos, tales como una trenza, un tejido o un multiaxial cosido.

Las solicitudes de patente WO 2010/046609 y WO 2010/061114, a las que se podrá hacer referencia para más detalles, describen unos tipos particulares de cintas veladas de fibras de carbono que permiten obtener unos materiales intermedios según la invención, que permiten en particular realizar, posteriormente, unas piezas compuestas que combinarán al mismo tiempo buenas propiedades mecánicas y una tasa volumétrica de fibras elevada, propiedades buscadas en particular en el campo de la aeronáutica. Según un modo de realización preferido, cada cinta velada constitutiva del material intermedio según la invención está constituida por un manto unidireccional de fibras de carbono que presenta una densidad de superficie de 100 a 280 g/m², asociado, en cada una de sus caras, a un no-tejido de fibras termoplásticas, presentando dichos no-tejidos, cada uno, un grosor de 0,5 a 50 micrones, preferentemente de 3 a 35 micrones. Según un modo de realización particular, cada cinta velada presenta un grosor de 80 a 380 micrones, preferentemente de 90 a 320 micrones, y preferentemente de 93 a 305 micrones. En el marco de la presente invención, los grosores y los gramajes se determinan, por ejemplo, según las técnicas descritas en la solicitud de patente WO 2010/046609.

De manera ventajosa, el grosor de cada cinta velada presente en el seno del producto intermedio según la invención presenta una baja variabilidad, en particular con unas variaciones de grosores que no exceden 20 µm de desviación estándar, preferentemente que no exceden 10 µm en desviación estándar. Esta característica permite mejorar la regularidad de las piezas compuestas que se pueden obtener.

Por otro lado, de manera ventajosa, la densidad de superficie del velo presente en el seno de cada cinta velada está comprendida en el intervalo que va de 0,2 a 20 g/m².

En cada cinta, la asociación entre el manto unidireccional y los velos se puede realizar de manera discontinua, por ejemplo únicamente en algunos puntos o zonas, pero se realiza preferentemente según una unión calificada de continua, que se extiende por la totalidad de la superficie del manto. La asociación del manto unidireccional a los dos velos se puede realizar mediante la intercalación de una capa adhesiva, por ejemplo seleccionada de entre los adhesivos epóxicos, adhesivos poliuretano, los pegamentos termoendurecibles, los adhesivos a base de monómero polimerizables, los adhesivos acrílicos estructurales o acrílicos modificados, los adhesivos hot-melt. Pero, lo más frecuentemente, la asociación se realiza gracias al carácter adhesivo que presentan los velos en caliente, por ejemplo en una etapa de termocompresión durante su diseño que permite asegurar una unión entre el manto unidireccional y los velos. La unión está asegurada, por lo tanto, lo más frecuentemente, por lo menos en parte, por fusión por lo menos parcial de las fibras termoplásticas de los velos, seguida de un enfriamiento. De manera preferida, la cohesión de cada cinta velada está asegurada en ausencia de costura, tejido o tricotado. Ventajosamente, la unión entre el manto unidireccional y los velos está asegurada exclusivamente por los no-tejidos termoplásticos.

Según un modo de realización particular, cada cinta velada presenta una anchura dada sustancialmente constante en toda su longitud, es decir que las cintas veladas poseen una variabilidad muy baja de anchura en toda su longitud. En este caso, debido a la anchura sustancialmente constante de las cintas veladas utilizadas, las cintas veladas según la invención presentan también una variabilidad muy baja en términos de densidad de superficie. En particular, la anchura de cada cinta velada presenta, en toda la longitud de dicha cinta, una desviación estándar en particular inferior a 0,25 mm, preferentemente inferior a 0,22 mm y preferentemente inferior o igual a 0,20 mm. Una baja variabilidad de anchura permite realizar en particular a continuación unas piezas de una gran regularidad, con unas propiedades mecánicas controladas. La anchura de las cintas veladas y la desviación estándar pueden estar determinadas según el método dado en la solicitud de patente WO 2010/061114. Dicha cinta velada de anchura sustancialmente constante se puede obtener según el procedimiento descrito en la solicitud de patente WO 2010/061114, a la que se podrá hacer referencia para más detalles.

Según un modo de realización particular, que se puede combinar con los anteriores, cada cinta velada no presenta fibras cortadas en sus bordes longitudinales. Esto hace que la utilización de estas últimas resulte mucho más fácil en los procedimientos de depósito automático. En efecto, la presencia de fibras o filamentos cortados en el borde de la cinta tiene como inconveniente crear unas zonas de acumulación de las fibras o filamentos en algunos puntos a lo largo de la trayectoria de la cinta en los procedimientos citados, y causar paradas de máquinas a causa de la rotura de hilos o de mala calidad del refuerzo creado. Estos bordes con

presencia de filamentos cortados son también generadores de hilos que se enrollan sobre sí mismos durante el devanado de la bobina en la que se encuentra enrollada la cinta, lo cual tiene como consecuencia también unas roturas de hilos o defectos de calidad (se habla entonces de "anillos" creados sobre la bobina de cinta). Una característica de este tipo resulta posible, en particular gracias al procedimiento descrito anteriormente en la solicitud de patente WO 2010/061114.

Asimismo, según un modo de realización particular, que se puede combinar con los anteriores, cada cinta velada presenta, en algunos puntos solamente de sus bordes longitudinales o en toda la longitud de sus dos bordes longitudinales, una unión directa entre los dos no-tejidos, realizada gracias al carácter termoplástico de estos últimos.

Los materiales intermedios según la invención se pueden utilizar para la realización de piezas aeronáuticas que requieren altas prestaciones mecánicas, y en particular para la realización de piezas de estructura primaria, pero también para el diseño de piezas en el campo del automóvil, de los aerogeneradores, depósito de alta presión u otras aplicaciones industriales en las que las características mecánicas no tienen la misma importancia, pero donde el producto intermedio según la invención presentará un interés en términos de velocidad de difusión de la resina inyectada o infundida posteriormente. Este tipo de piezas se podrán realizar mediante cualquier procedimiento directo conocido, tales como los procedimientos por infusión o inyección de resina termoendurecible, incluso termoplástica. La matriz utilizada es, preferentemente, de tipo termoendurecible. La resina inyectada se seleccionará, por ejemplo, de entre los polímeros termoendurecibles siguientes: los epóxidos, los poliésteres insaturados, los vinilésteres, los fenólicos, las polímidas, las bismaleimidadas. La pieza compuesta se obtiene después de una etapa de tratamiento térmico. En particular, la pieza compuesta se obtiene generalmente mediante un ciclo de consolidación clásico de los polímeros considerados, efectuando un tratamiento térmico, recomendado por los proveedores de estos polímeros, y conocido por el experto en la materia. Esta etapa de consolidación de la pieza deseada se realiza por polimerización/reticulación según un ciclo definido en temperatura y bajo presión, seguida de un enfriamiento. La presión aplicada en el ciclo de tratamiento es débil en el caso de la infusión a vacío y más fuerte en el caso de la inyección en un molde RTM.

El material intermedio y el procedimiento según la invención permiten, en algunos casos, realizar unas piezas compuestas que presentan una TVF del orden del 60%, que corresponde a la tasa estándar para las estructuras primarias de aeronáutica (es decir las piezas vitales para el aparato) y, también, mejorar en gran medida la resistencia al impacto a baja velocidad de las piezas compuestas obtenidas: por ejemplo, la caída de una herramienta en un taller cuando tiene lugar la fabricación de una estructura compuesta, un choque con un cuerpo extraño cuando tiene lugar su utilización en funcionamiento en el suelo.

La presión aplicada en un procedimiento por inyección es superior a la utilizada en un procedimiento por infusión. Además, los procedimientos por inyección utilizan generalmente unos moldes cerrados. Esto da como resultado que sea más fácil realizar piezas con una TVF correcta con un procedimiento de inyección que de infusión. Los materiales según la invención permiten alcanzar la tasa volumétrica de fibras deseada, y en particular del orden del 53 al 60%, incluso cuando la pieza compuesta se realiza con una etapa c) tal como se ha mencionado anteriormente, que utiliza una infusión y no una inyección de resina. Un modo de realización de este tipo constituye de hecho una variante ventajosa, en particular en términos de coste global de realización de una pieza compuesta.

Las piezas compuestas susceptibles de ser obtenidas según el procedimiento de la invención pertenecen también íntegramente a la invención, en particular las piezas que presentan una tasa volumétrica de fibras del 50 al 63% y en particular del 53 al 60%.

Los ejemplos siguientes permiten ilustrar la invención, pero no tienen ningún carácter limitativo.

Ejemplos de realización

Descripción de los materiales de partida:

El material utilizado para estos ensayos es el siguiente:

Manto de 3 hilos carbono IMA 12 K, 446 Tex, de la compañía Hexcel, asociado a un velo termoplástico 128D06 de la compañía Protechnic de cada lado.

El manto se calibra en anchura a 5,97 mm (desviación estándar: 0,16 mm) según el procedimiento descrito en la solicitud de patente FR 2 939 069, utilizando los ajustes siguientes:

Velocidad línea (m/min)	T barra (°C) (9)	T barra (°C) (10)	T precalentamiento velo (°C) (11a y 11b)	T barras (°C) (12a y 12b)
1,3	257	257	160	180

El gramaje final de la cinta obtenida es de 224 g/m².

Procedimiento utilizado para depositar las cintas:

- 5 Se ha efectuado un depósito por contacto, de manera automática, cinta por cinta, gracias a un cabezal que garantiza un mantenimiento del hilo durante el depósito eliminando cualquier movimiento lateral.

El cabezal de aplicación de hilos de refuerzo sobre una superficie de depósito comprende:

- 10 * Una estructura portadora compuesta por una placa de soporte que delimita a uno y otro lado una cara delantera y una cara trasera. Los motores son llevados por la cara trasera que está provista de pasos para los ejes de transmisión de manera que los órganos funcionales se encuentren situados en el lado de la cara delantera de la placa de soporte.
- 15 * Un dispositivo de guiado hasta la zona de aplicación, de por lo menos un hilo de refuerzo que procede de un dispositivo de almacenamiento. Este dispositivo es llevado por la cara delantera.
- * Un órgano aplicador de tipo ruedecilla montada sobre un dispositivo de desplazamiento que permite aplicar una presión sobre el hilo de refuerzo en contacto con la superficie de depósito.
- 20 * Un sistema de calentamiento de los hilos de refuerzo lo más cerca posible de la zona de aplicación.
- * Un mecanismo de corte de los hilos de refuerzo aguas arriba de la zona de aplicación sobre la superficie de depósito, comprendiendo este mecanismo por lo menos un órgano de corte y un órgano motor (de tipo rotativo) que permite desplazar el órgano de corte, por un lado, según un recorrido de ida para permitir el corte de los hilos de refuerzo y, por otro lado, según un recorrido de vuelta para permitir la liberación del órgano de corte con respecto al hilo de refuerzo. El mecanismo de corte comprende un yunque en el que el órgano de corte asegura el corte de los hilos de refuerzo.
- 25 * Un sistema de redireccionamiento de los hilos de refuerzo después de su corte, por lo menos hasta la zona de aplicación, comprendiendo este sistema de redireccionamiento una motorización (de tipo rotativo).
- 30 * Un mecanismo de apriete de los hilos de refuerzo controlado en desplazamiento por un órgano motor rotativo montado en la cara trasera de la placa de soporte.
- 35

Este cabezal está montado en un robot M16ib de la compañía FANUC, teniendo dicho robot las capacidades de precisión y reproducibilidad necesarias para el depósito preciso tal como se ha descrito. Cada cinta se deposita en plano, realizándose el depósito calentando la capa anterior con la ayuda de una pistola de aire caliente de la marca LEICESTER, modelo LE Mini Sensor en versión 800W. El caudal de entrada de aire es de 25 litros por minuto, creándose una fuga de un caudal de 11 litros por minuto después del calentamiento. La presión de entrada es aproximadamente igual a 0,2 bar, y la velocidad de depósito es de 30 mm/s. La distancia entre la boquilla de salida de aire caliente y la capa a calentar es de aproximadamente 5 mm de tal manera que el depósito se hace humo, es decir sin degradar el ensimado de los hilos de carbono del manto y de la capa anterior y con un pegado satisfactorio. El apoyo de la ruedecilla de depósito sobre la superficie, ya esté constituida, por ejemplo, por una película plástica o por bandas de carbono ya depositadas, que constituyen la capa anterior, se traduce por una fuerza situada en el intervalo de 700 cN a 900 cN.

- 50 La primera capa, debido a la ausencia de capa anterior, se ha depositado de la misma manera sin calentamiento, estando los extremos de las cintas pegados por una cinta adhesiva de doble cara en su extremo sobre aproximadamente 20 mm, siendo el depósito siempre automático.

Se han depositado 8 capas para cada preforma según un apilamiento casi isotrópico (45°, 0°, 135°, 90°, 90°, 135°, 0°, 45°).

- 55 Se han realizado cuatro preformas de un tamaño de 305x305 mm. La primera sin espacio entre las cintas depositadas, la segunda con un espacio de 0,2 mm entre dos cintas próximas depositadas, la tercera con un espacio de 0,4 mm entre dos cintas próximas depositadas con superposición exacta de las cintas en las dos capas orientadas a 90° y la cuarta con un espacio de 0,4 mm entre dos cintas próximas depositadas con un desplazamiento de una media anchura de cinta en las dos capas orientadas a 90°.
- 60

Características de las preformas y/o de las piezas obtenidas

Se realizan varias preformas de 8 capas, y se someten a los ensayos siguientes:

- 65 - pesaje de la preforma de 8 capas para determinar su masa por capa y calcular así la Tasa Volumétrica de

Fibras (TVF) antes y después de la infusión y cocción,

- medición del grosor de la preforma bajo 1 mbar de presión residual para medir la TVF,
- 5 - infusión con la resina RTM6 de Hexcel, seguida del ciclo de cocción recomendado por la ficha del producto, y medición en grosor para deducir su TVF,
- registro de la cantidad de resina que entra en la preforma en función del tiempo,
- 10 - medición de la permeabilidad transversal de cada preforma según el método descrito en la solicitud de patente WO 2010/046609. La permeabilidad transversal se puede definir por la aptitud que tiene un fluido para atravesar un material fibroso en el sentido transversal, por lo tanto fuera del plano del refuerzo. Se mide en m^2 . Los valores dados anteriormente, así como los mencionados en los ejemplos siguientes, se miden con el aparato y la técnica de medición descrita en la tesis titulada "Problématique de la mesure de la perméabilité transverse de préformes fibreuses pour la fabrication de structures composites", por Romain Nunez, defendida en el Ecole Nationale Supérieure des Mines de Saint Etienne, el 16 de octubre de 2009, a la que se podrá hacer referencia para más detalles. La medición se realiza en particular con un control del grosor de la muestra durante el ensayo utilizando dos cámaras co-cilíndricas que permiten reducir la influencia del "race-tracking" (paso del fluido al lado o "sobre el lado" del material cuya permeabilidad se debe medir). El fluido utilizado es agua y la presión es de 1 bar +/- 0,01 bar. Este ensayo necesitó la realización de tres preformas de cada tipo.
- 15
- 20

Ejemplo Espacio entre hilo	Tasa volumétrica de fibra preforma bajo presión reducida (4 mBar residuales)	Tasa volumétrica de fibras paneles infundido bajo presión reducida	Densidad de superficie final por capa medida
Ej. comparativo 1	59%	60,70%	226 g/m ²
Ninguno			
Ej. 1 0,2 mm con capas a 90° sucesivas superpuestas sin desplazamiento	58%	59,70%	219 g/m ²
Ej. 2 0,4 mm con capas sucesivas a 90° superpuestas sin desplazamiento	53,50%	58,70%	209 g/m ²
Ej. 3 0,4 mm con capas sucesivas a 90° superpuestas con desplazamiento de 1/2 espacio	56%	59,1%	209 g/m ²

- 25 Cada capa individual presenta un factor de apertura de $0,2 \times 100 / (5,98 + 0,2) = 3,2\%$ (Ej. 1); $0,4 \times 100 / (5,98 + 0,4) = 6,3\%$ (Ej. 2, Ej. 3), y 0% para el Ejemplo comparativo 1.

Técnica de infusión

- 30 Se realiza la infusión de la resina utilizando un dispositivo tal como se representa en la figura 6, en la que se utilizan las referencias siguientes:

I: preforma, 600: placa de fondo metálico, 601: bolsa de vacío, 602: membrana semipermeable, 603: no-tejido, 604: cinta adhesiva, 605: tejido de arranque, 606: material de difusión, 607: entrada de resina, 608: salida de resina salida vacía, 609: toma de vacío.

Procedimiento de infusión:

- Preparar la bolsa de vacío teniendo cuidado de sellar los bordes de la preforma para garantizar una infusión transversal pura,
- 40 - calentar el conjunto a 100°C en un recinto,
- aplicar el vacío máximo (1 mbar residual) en las salidas de vacío y en la bolsa de vacío,
- 45 - abrir la entrada de resina previamente calentada a 80°C,
- cuando la preforma está llena de resina, cerrar la llegada y la salida de la resina dejando el vacío sobre la

toma de vacío por encima de la membrana,

- subir la temperatura a 180°C,
- mantener el vacío máximo (1 mbar residual) en la bolsa de vacío,
- esperar el final de la cocción y desmoldar la pieza.

Ejemplo de llenado de las preformas durante la infusión

El gráfico presentado en la figura 7 muestra que:

- la preforma en la que las cintas superpuestas de los dos capas sucesivas en la misma orientación a 90° están perfectamente alineadas sin desplazamiento deja entrar muy fácilmente la resina en función del tiempo.
- la preforma en la que las cintas superpuestas de los dos capas sucesivas en la misma orientación a 90° están desplazadas en una media anchura de la cinta deja entrar solamente muy poca resina en función del tiempo. Esto se explica por el hecho de que los canales creados por los espacios entre cintas se taponan y ya no permiten, por lo tanto, que la resina fluya entre las capas.

Mediciones de permeabilidad

En la figura 8, cada curva es la media de tres mediciones. Cada medición se ha realizado sobre una preforma una sola vez.

Los resultados presentados en la figura 8 muestran que las preformas realizadas por depósitos sucesivos de cintas separadas con unos espacios entre cintas de 0,4 y 0,2 mm para unos mantos de 5,97 mm de 226 g/m² son más permeables que un tejido sarga 2/2 de 300 g/m² considerado como la referencia en el intervalo 55-60% de TVF (Ejemplo comparativo 2). En este ejemplo, se ha drapeado una preforma de cuatro capas de tejido 48302 (referencia Hexcel) en apilamiento 0/90, 45/135, 0/90, 45/135. Por el contrario, la permeabilidad de una preforma en la que las cintas superpuestas de las dos capas sucesivas en la misma orientación a 90° se desplazan en una media anchura de cinta es idéntica a la permeabilidad de una preforma realizada sin espacio entre cintas veladas.

REIVINDICACIONES

1. Material intermedio que comprende, incluso que está constituido exclusivamente por, un conjunto de cintas individualizadas, estando cada cinta (l, 100, 101, ..., 200, 201, ..., 300, 301, ...) compuesta por un manto de fibras de refuerzo unidireccionales asociado, por pegado, en cada una de sus caras, a un velo (2a, 2b) de fibras termoplásticas, caracterizado por que las cintas (l, 100, 101, ..., 200, 201, ..., 300, 301, ...) están dispuestas en capas sucesivas, (10, 20, 30, ...) de manera que las cintas (l, 100, 101, ..., 200, 201, ..., 300, 301, ...) de dos capas sucesivas se superpongan con o sin cruzamiento, pero sin entrelazamiento, estando la unión entre una cinta y la o las cintas con las que se superpone asegurada por pegado, por que en cada capa (10, 20, 30, ...) las cintas (l, 100, 101, ..., 200, 01, ..., 300, 301, ...) están dispuestas de manera sustancialmente paralela unas a las otras por lo menos en la mayor parte de su longitud, siendo al mismo tiempo independientes y estando separadas unas de las otras, y por que las cintas de por lo menos dos capas se extienden según dos direcciones diferentes.
2. Material intermedio según la reivindicación 1 caracterizado por que las cintas de dos capas sucesivas están dispuestas de manera que no haya total recubrimiento de los espacios entre las cintas de una de las capas por las cintas de la otra capa.
3. Material intermedio según la reivindicación 1 o 2, caracterizado por que cada capa (10, 20, 30) de cintas (l, 100, 101, ..., 200, 201, ..., 300, 301, ...) presenta un factor de apertura que pertenece al intervalo que va del 0,5 al 9%, preferentemente al intervalo que va del 3 al 6%.
4. Material intermedio según la reivindicación anterior, caracterizado por que, en las zonas de paralelismo, el espacio entre dos cintas próximas dentro de una capa es como máximo de 0,4 mm.
5. Material intermedio según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que, en cada capa (10, 20, 30, ...), la relación anchura de cinta/espacio entre dos cintas próximas pertenece al intervalo que va de 7 a 150, preferentemente al intervalo que va de 15 a 40.
6. Material intermedio según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que comprende unas capas sucesivas en las que las cintas están orientadas en unas direcciones idénticas, y por que existe una perfecta o casi perfecta superposición de las cintas de las capas en las que las cintas están orientadas en unas direcciones idénticas.
7. Material intermedio según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que cada cinta (l, 100, 101, ..., 200, 201, ..., 300, 301, ...) presenta una anchura casi-constante, con una desviación estándar en toda su longitud inferior a 0,25 mm, preferentemente inferior a 0,22 mm, y preferentemente a 0,20 mm.
8. Material intermedio según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que la masa total de aglutinante polimérico representa del 0,1 al 10% y, preferentemente, del 3 al 10% de la masa total del material.
9. Material intermedio según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que las fibras de refuerzo son de un material seleccionado de entre los materiales siguientes: carbono, vidrio, aramida, sílice, cerámica, y sus mezclas.
10. Material intermedio según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que la cohesión de cada cinta (l, 100, 101, ..., 200, 201, ..., 300, 301, ...) individualizada está asegurada en ausencia de costura, tejido o tricotado.
11. Material intermedio según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que los velos (2a, 2b), dentro de cada cinta (l, 100, 101, ..., 200, 201, etc., 300, 301, ...), tienen una densidad de superficie comprendida en el intervalo que va de 0,2 a 20 g/m².
12. Material intermedio según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que las fibras termoplásticas están realizadas en un material seleccionado de entre las poliamidas (PA, por ejemplo las PA6, PA12, PA11, PA6,6, PA 6,10, PA 6,12, etc.), copoliamidas (CoPA), las poliamidas - bloque éter o éster (PEBAX, PEBA), polilftalamida (PPA), los poliésteres (por ejemplo, el polietilentereftalato -PET-, el polibutiltereftalato (PBT), los copoliésteres (CoPE), los poliuretanos termoplásticos (TPU), los poliacetales (POM), las poliolefinas de C2-C8 (por ejemplo, los polipropilenos - PP, los polietilenos de alta densidad - HDPE, los polietilenos de baja densidad - LDPE, los polietilenos de baja densidad lineal - LLDPE, etc.) y/o los copolímeros de estos últimos, polietersulfonas (PES), las polisulfonas (PSU), las polifenilensulfonas (PPSU), polieterétercetonas (PEEK), polietercetonacetona (PEKK), poli(sulfuro de fenileno) (PPS), o polieterimidias (PEI), las poliimidias termoplásticas, los polímeros de cristales líquidos (LCP), los fenoxis, los copolímeros de bloques tales como los copolímeros estireno-butadieno-metilmelacrilato (SBM), los copolímeros metilmelacrilato-acrilato de butilo-metilmelacrilato (MAM) y sus mezclas.

13. Material intermedio según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que cada cinta (1, 100, 101, ..., 200, 201, ..., 300, 301, ...) está constituida por un manto unidireccional de fibras de carbono que presenta una densidad de superficie de 100 a 280 g/m², asociado, en cada una de sus caras, a un velo (2a, 2b) de fibras termoplásticas, presentando dichos velos, cada uno, un grosor de 0,5 a 50 micrones, preferentemente de 3 a 35 micrones.

14. Procedimiento de fabricación de una pieza compuesta, caracterizado por que comprende las etapas siguientes:

- a) disponer de por lo menos un material según una de las reivindicaciones 1 a 13,
- b) eventualmente apilar diferentes materiales según una de las reivindicaciones anteriores y eventualmente solidarizarlos en forma de una preforma,
- c) añadir una resina termoendurecible y/o termoplástica, por inyección, o preferentemente por infusión preferentemente bajo presión reducida, en particular bajo una presión inferior a la presión atmosférica, en particular inferior a 1 bar y preferentemente comprendida entre 0,1 y 1 bar,
- d) consolidar la pieza deseada mediante una etapa de polimerización/reticulación según un ciclo definido en temperatura y bajo presión, seguido de un enfriamiento.

15. Pieza compuesta obtenida según el procedimiento de la reivindicación 14 que presenta una tasa volumétrica de fibras del 50 al 63%, preferentemente del 53 al 60%.

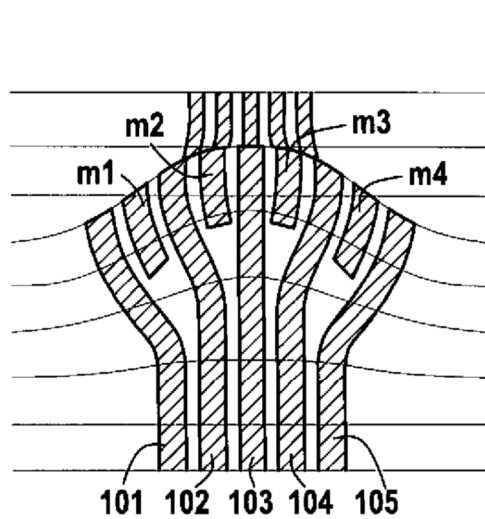
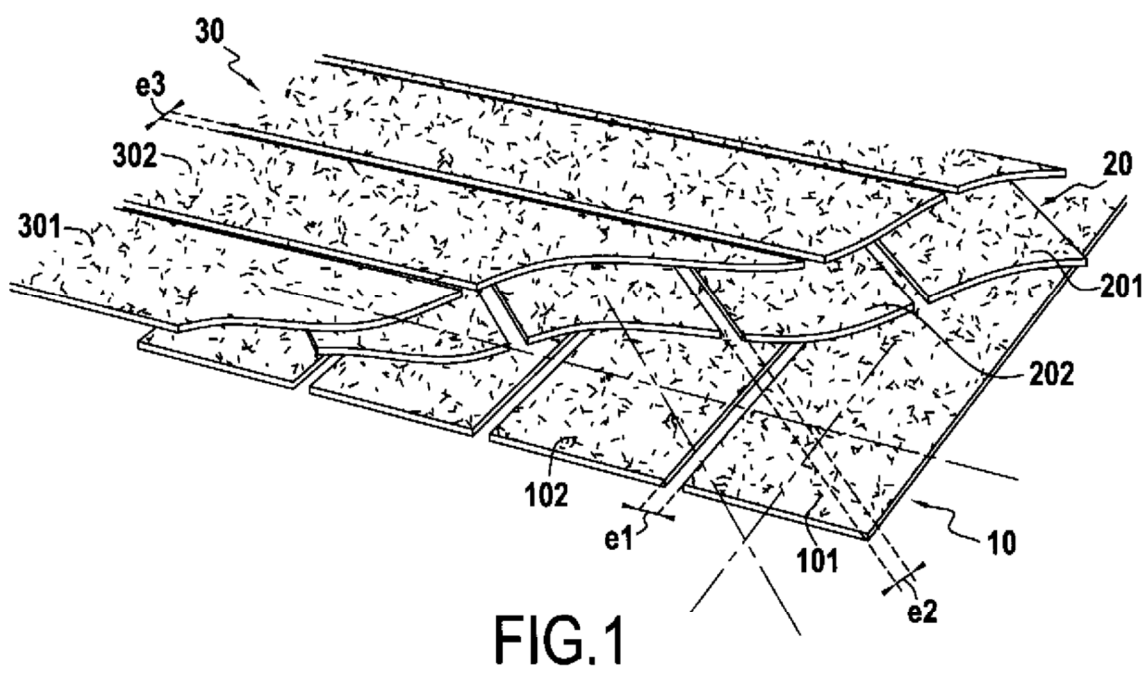


FIG.2A

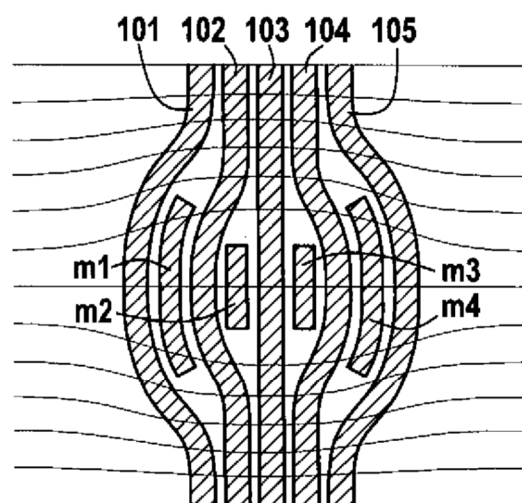
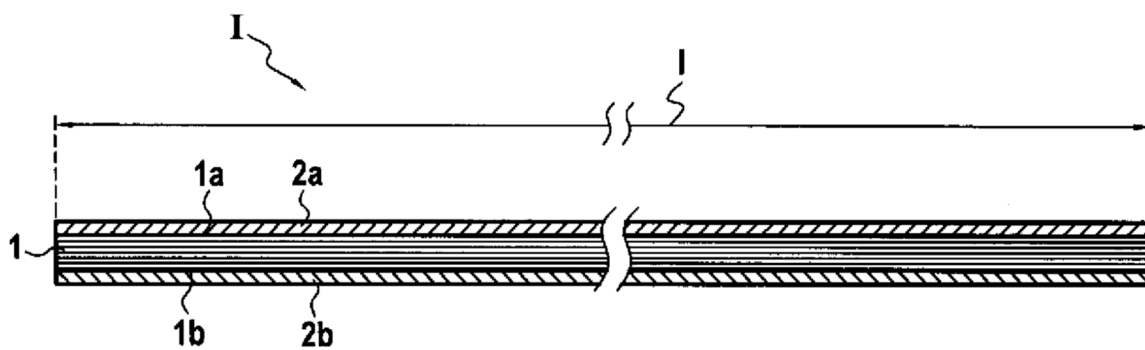
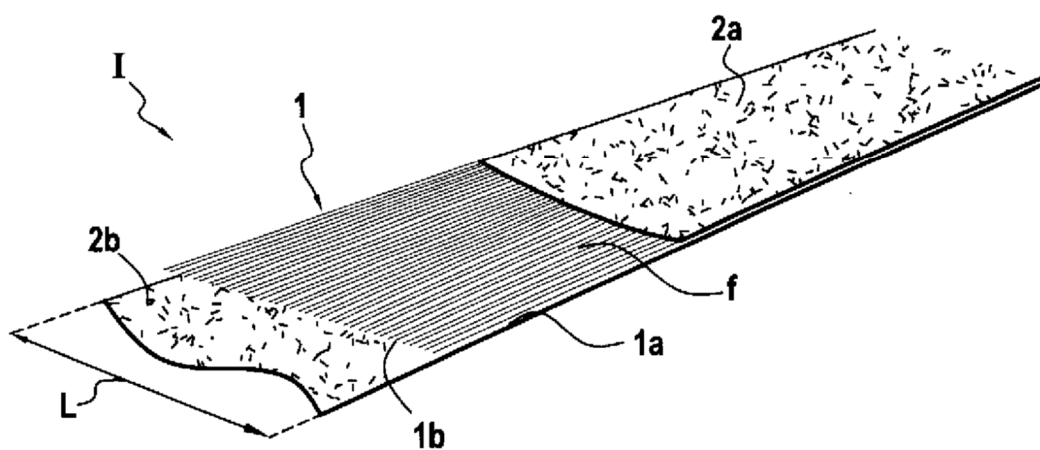
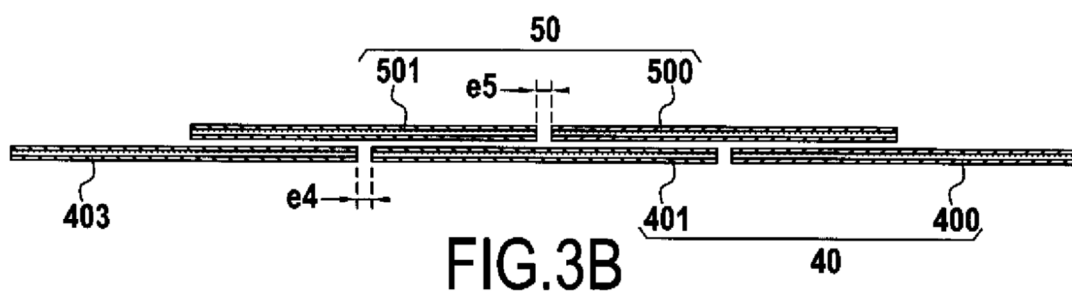
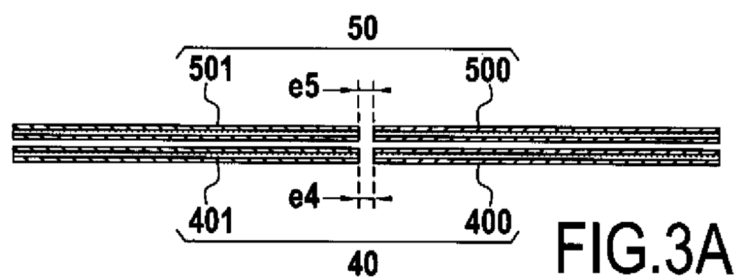


FIG.2B



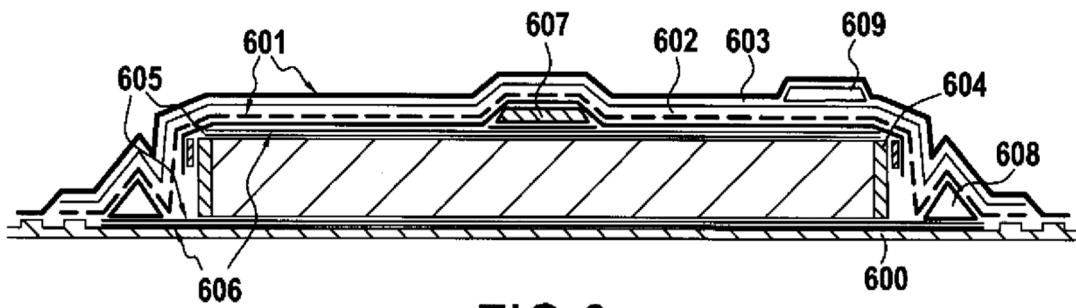


FIG.6

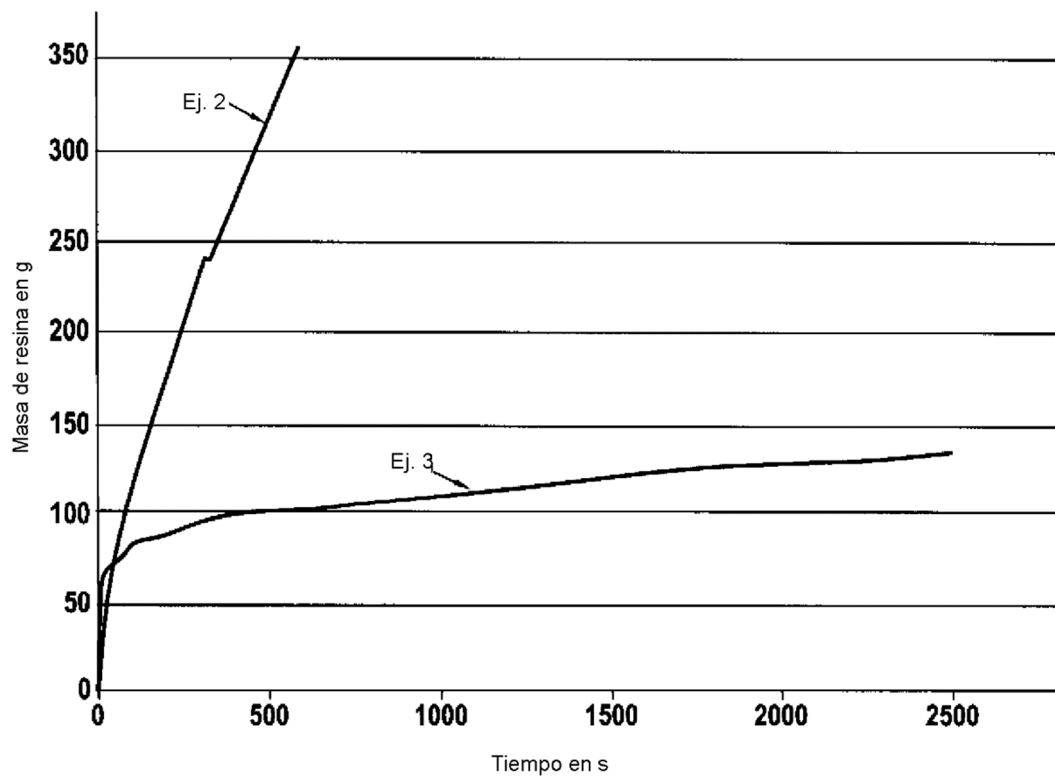


FIG.7

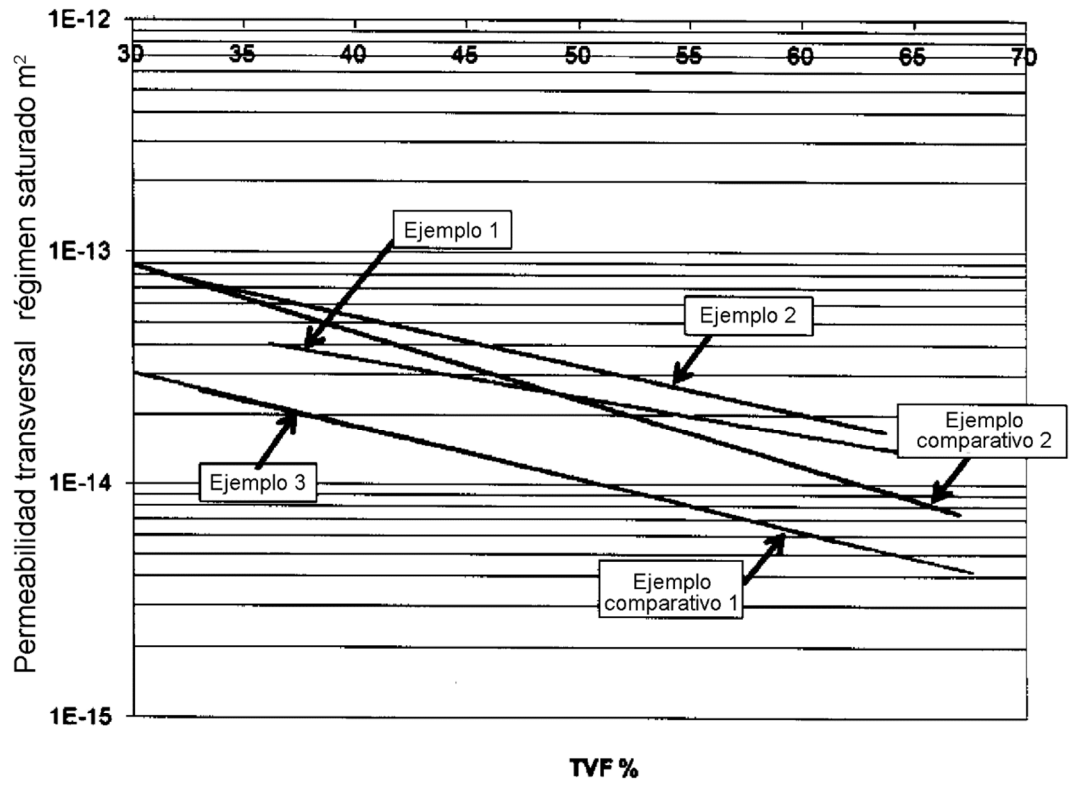


FIG.8