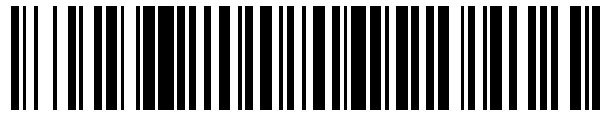


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 525 170**

51 Int. Cl.:

C08J 5/04 (2006.01)
B32B 7/10 (2006.01)
D04H 11/04 (2006.01)
B29B 11/16 (2006.01)
C08J 5/24 (2006.01)
D04H 1/4382 (2012.01)
D04H 1/558 (2012.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **18.11.2011 E 11794584 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **03.09.2014 EP 2646500**

54 Título: **Velos solubles en resina para la fabricación de artículos de material compuesto y métodos para fabricar los mismos**

30 Prioridad:

01.12.2010 US 418473 P

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

18.12.2014

73 Titular/es:

**CYTEC TECHNOLOGY CORP. (100.0%)
300 Delaware Avenue
Wilmington, DE 19801, US**

72 Inventor/es:

**PONSOLLE, DOMINIQUE;
BLACKBURN, ROBERT;
HARMON, BILLY;
PRICE, RICHARD y
DOYLE, MARC**

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 525 170 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

Velos solubles en resina para la fabricación de artículos de material compuesto y métodos para fabricar los mismos

Referencia a solicitudes relacionadas

5 La presente solicitud reivindica el beneficio de la solicitud de patente provisional de EE.UU. Nº 61/418.473 presentada el 1 de diciembre de 2010, cuya descripción se incorpora por referencia en su totalidad.

Campo de la invención

Métodos de fabricación de velos solubles en resina para la fabricación de artículos de materiales compuestos.

Antecedentes de la invención

10 La infusión de resina líquida (LRI, de sus siglas en inglés) es un proceso usado para fabricar artículos y componentes de material compuesto reforzado con fibra para su uso en diferentes industrias, incluyendo las industrias aeroespacial, de transporte, electrónica, de construcción y de ocio. El concepto general en la tecnología de LRI implica fundir resina en un refuerzo de fibra, material textil o un refuerzo fibroso preformado ("preforma") introduciendo el material o preforma en un molde (molde de dos componentes o en un molde de un solo lado) y después inyectar resina a presión elevada (o a presión ambiente) en la cavidad del molde o molde de un solo lado sellado con bolsa de vacío. La resina se infunde en el material o preforma, lo que da como resultado un artículo de material compuesto reforzado con fibra. La tecnología LRI es especialmente útil en la fabricación de estructuras de formas complejas que, de otro modo, son difíciles de fabricar usando tecnologías convencionales. La variación de los procesos de infusión de resina líquida incluyen, entre otros, pero no se limitan a, infusión de resina con instrumentación flexible (RIFT, de sus siglas en inglés), infusión a presión constante (CPI, de sus siglas en inglés), infusión de resina a granel (BRI, de sus siglas en inglés), infusión de resina a presión atmosférica controlada (CAPRI, de sus siglas en inglés), moldeado por transferencia de resina (RTM, de sus siglas en inglés), proceso de moldeado por infusión de resinas compuestas de Seemann (SCRIMP, de sus siglas en inglés), infusión de resina con ayuda de vacío (VARI, de sus siglas en inglés) y moldeado por transferencia de resinas con ayuda de vacío (VARTM, de sus siglas en inglés).

25 Dado que la mayoría de los sistemas de infusión de resina son frágiles de forma inherente, los niveles de viscosidad necesarios para conseguir el proceso de inyección descartan el uso de agentes de tenacidad. Dicho de otro modo, las propiedades de tenacidad y viscosidad baja son mutuamente excluyentes en los sistemas convencionales de infusión de resina. La adición de dichos agentes de tenacidad a los sistemas de LRI generalmente tiene como resultado un incremento inaceptable de la viscosidad de la resina y/o reducción de la resistencia del material curado a los disolventes. Estas limitaciones hacen que la adición de agentes de tenacidad añadidos convencionalmente en preimpregnados sea generalmente inadecuada en las aplicaciones de LRI.

35 Un método para incrementar la tenacidad en artículos de material compuesto fabricados mediante procesos de infusión de resina líquida implica el uso de velos no tejidos de material termoplástico soluble en resina interpuestos entre hilos de fibra de refuerzo estructural seca, tal como se describe en el documento US 2006/0252334 A1. El velo puede estar comprendido de un lecho aleatorio de fibras poliméricas continuas o trituradas. Las fibras pueden ser hojas o monofilamentos de hebras hiladas. Cuando están intercaladas unas con otras, las capas de hojas y de velos forman una preforma. Cuando la preforma se posiciona en un molde y se inyecta con una resina curable, el velo termoplástico soluble en resina disuelve al menos parcialmente y da lugar a un artículo de material compuesto endurecido.

40 Se sabe que los velos termoplásticos solubles en resina de la técnica anterior sufren diversos inconvenientes, incluyendo voluminosidad, resistencia baja, peso por área de la tela (FAW, de sus siglas en inglés) no uniforme y disolución prematura. La uniformidad variable del FAW y determinadas características de las fibras que comprenden el velo, por ejemplo, la finura, afectan directamente a la velocidad de la disolución de las fibras, así como a la uniformidad de la distribución del agente de tenacidad en el material compuesto. La voluminosidad afecta a la fabricación del material compuesto, así como al espesor de la hoja curada de material compuesto (CPT, de sus siglas en inglés).

SUMARIO DE LA INVENCION

50 En el presente documento se describe un velo no tejido modificado por ingeniería que comprende una pluralidad de fibras que tienen un diámetro medio de entre 10 µm y 16 µm en el que menos del 20 % de las fibras tienen un diámetro inferior a 8 µm, teniendo el velo una variación del peso del área del material tejido inferior al 10 % a través de la anchura del material textil, teniendo el velo un espesor conseguido mediante un proceso de calandrado. El velo puede tener un peso por área de la tela de entre 5 gramos por metro cuadrado y 80 gramos por metro cuadrado y un espesor de entre 20 µm y 90 µm.

55 Un material que comprende la pluralidad de fibras puede ser un polímero que tiene una fase sólida nativa y adaptada para sufrir una transición de fase al menos parcial a una fase fluida al contacto con un componente de una

composición curable en la que el polímero es soluble a una temperatura que es inferior a la temperatura para el inicio sustancial del curado de la composición curable y en la que la temperatura es inferior a la temperatura de fusión inherente del material textil modificado por ingeniería no tejido. El polímero puede tener un índice de flujo en fusión de entre 18 y 38. En una realización, el velo no tejido modificado por ingeniería además comprende una pluralidad de perforaciones a través del velo.

El velo se puede fabricar mediante un proceso de extrusión en estado fundido, tal como soplado o hilvanado en estado fundido. Cuando el proceso es un proceso de soplado en estado fundido, se puede fijar al menos un parámetro de procesamiento del proceso para que esté en un intervalo previamente determinado, por encima de un umbral previamente determinado o por debajo de un umbral previamente determinado, en el que al menos un parámetro de procesamiento incluye uno de velocidad de la bomba del material fundido, velocidad del colector, velocidad del flujo de aire y temperatura del flujo del aire.

En la presente memoria se describe un método de fabricación de un velo no tejido modificado por ingeniería usando un proceso de soplado en estado fundido, que comprende: (a) incrementar una velocidad de la bomba del material fundido disminuyendo simultáneamente una velocidad del flujo del aire, (b) cargar un material en un extrusor en el que el material es un polímero que tiene una fase sólida nativa y adaptado para sufrir una transición de fase al menos parcial a una fase de fluido tras el contacto con un componente de una composición curable en la que el polímero es soluble a una temperatura que es inferior a la temperatura para el inicio sustancial del curado de la composición curable y en la que la temperatura es inferior a la temperatura de infusión inherente de un velo no tejido modificado por ingeniería resultante; y (c) hacer que el polímero sea extruído desde un cabezal del molde en forma de fibras y sobre un colector móvil, formando las fibras un velo no tejido modificado por ingeniería en el que el incremento de la velocidad del flujo de aire proporciona fibras que tienen un diámetro medio de entre 10 μm y 16 μm , en las que menos del 20 % de las fibras tienen un diámetro inferior a 8 μm , teniendo el velo una variación del peso del área del material tejido inferior al 10 % a través de la anchura del velo.

El método puede comprender además (d) someter el velo no tejido modificado por ingeniería a un proceso de calandrado. El velo puede tener un peso por área de la tela de entre 5 gramos por metro cuadrado y 80 gramos por metro cuadrado y un espesor de entre 20 μm y 90 μm . En una realización, el método comprende además (e) someter el velo a un proceso de perforación fuera de línea, efectuándose el proceso de perforación fuera de línea mediante una aguja o un láser.

Una preforma para la fabricación del artículo de material compuesto, que comprende: (a) al menos un componente estructural que comprende fibras de refuerzo; (b) al menos un velo modificado por ingeniería no tejido en contacto con el componente estructural, estando comprendido el velo por una pluralidad de fibras que tienen un diámetro medio de entre 10 μm y 16 μm , en las que menos del 20 % de las fibras tienen un diámetro inferior a 8 μm , teniendo el velo una variación del peso del área de la tela inferior al 10 % a través de la anchura del velo, teniendo la pluralidad de fibras comprendidas por polímero una fase sólida nativa y adaptada para sufrir a una transición de fase al menos parcial a una fase fluida al contacto con un componente de una composición curable en la que el polímero es soluble a una temperatura que es inferior a la temperatura para el inicio sustancial del curado de la composición curable y en la que la temperatura es inferior a la temperatura de fusión inherente del material textil modificado por ingeniería no tejido. El polímero puede tener un índice de flujo en fusión de entre 18 y 38.

El componente estructural puede estar en forma de una pluralidad de capas de fibras de refuerzo adyacentes y el velo modificado por ingeniería no tejido puede estar en forma de una pluralidad de velos termoplásticos solubles en resina interpuestos entre pares de capas de fibras de refuerzo adyacentes. En una realización, la preforma se puede adaptar para la infusión de resina. El velo puede tener un peso por área de la tela de entre 5 gramos por metro cuadrado y 80 gramos por metro cuadrado y un espesor de entre 20 μm y 90 μm como resultado de un proceso de calandrado. En una realización, la preforma comprende además una pluralidad de perforaciones a lo largo del velo.

En la presente memoria se describe un método de fabricación de un artículo de material compuesto usando un proceso de infusión de resina líquida, que comprende: (a) disponer una pluralidad de componentes estructurales que comprenden fibras de refuerzo dentro de un molde; (b) intercalar una pluralidad de velos modificados por ingeniería no tejidos con la pluralidad de componentes estructurales, teniendo la pluralidad de velos comprendidos de una pluralidad de fibras un diámetro medio de entre 10 μm y 16 μm en la que menos del 20% de las fibras tienen un diámetro inferior a 8 μm y una variación por área del materia textil inferior al 10% a través de la anchura del material textil, formando la disposición intercalada una preforma; (c) poner en contacto la preforma con una resina en la que la resina está a una temperatura inicial inferior a 75°C; (d) calentar la preforma hasta un umbral de temperatura predeterminada en la que una mayoría de las fibras se disuelve antes de alcanzar el umbral de temperatura predeterminada; y (e) permitir que la preforma cure cuando mientras la preforma se mantiene al umbral de temperatura predeterminada durante un periodo de tiempo predeterminado.

En una realización, el umbral de temperatura predeterminada puede ser de aproximadamente 180 °C. La pluralidad de fibras puede comprender un polímero que tiene una fase sólida nativa y adaptada para sufrir una transición de fase al menos parcial a una fase fluida al contacto con un comprende de una composición curable en la que el polímero es soluble a una temperatura que es inferior a la temperatura para el inicio sustancial del curado de la

composición curable y en la que la temperatura es inferior a la temperatura de fusión inherente del material textil modificado por ingeniería no tejido. El polímero puede tener un índice de flujo en fusión de entre 18 y 38. El material textil puede tener un peso por área de la tela de entre 5 gramos por metro cuadrado y 80 gramos por metro cuadrado y un espesor de entre 20 μm y 90 μm .

5 BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS

La FIG. 1 es un esquema de un proceso de fabricación por soplado en fusión de acuerdo con una realización de la invención.

La FIG. 2 es un gráfico que compara el diámetro de la fibra del velo antes y después de la optimización del proceso de fabricación de acuerdo con realizaciones de la invención.

10 La FIG. 3 es un gráfico que compara los perfiles de FAW de red cruzada a través de velos de 20 g/m^2 y 40 g/m^2 antes y después de la optimización del proceso de fabricación de acuerdo con realizaciones de la invención

La FIG. 4 es un esquema de un proceso de calandrado de acuerdo con una realización de la invención.

La FIG. 5 es un gráfico que compara un perfil de espesor a través de un velo de 40 g/m^2 antes y después del calandrado.

15 La FIG. 6 es un gráfico que compara un perfil de porosidad al aire de un velo de 40 g/m^2 antes y después del calandrado.

La FIG. 7 son fotografías que comparan un laminado compuesto de un velo no calandrado, un laminado compuesto del velo calandrado de acuerdo con realizaciones de la invención y un laminado compuesto sin velo.

20 La FIG. 8 es un gráfico que compara un ciclo de inyección de resina de un hilo soluble en resina termoplástica y una soluble en resina termoplástico de acuerdo con realizaciones de la invención.

La FIG. 9 son fotografías de la disolución de fibras de un velo de acuerdo con realizaciones de la invención.

La FIG. 10 ilustra una disposición de los componentes estructurales y velos termoplásticos solubles en resina de acuerdo con una realización de la invención.

DESCRIPCIÓN DETALLADA

25 La siguiente descripción detallada es de los modos mejor contemplados en la actualidad de llevar a cabo la invención. La descripción no se debe considerar en un sentido limitante, pero se realiza simplemente con el fin de ilustrar los principios generales de la invención.

30 Las realizaciones de la invención están dirigidas a velos modificados por ingeniería no tejidos que incluyen velos termoplásticos solubles en resina no tejidos para su uso en procesos de infusión de resina líquida, métodos de fabricación de velos modificados por ingeniería no tejidos para su uso en procesos de infusión de resina líquida y métodos de fabricación de artículos de materiales compuestos usando velos modificados por ingeniería no tejidos para su uso en aplicaciones de infusión de resina líquida. Además de funcionar como un agente de tenacidad en compuestos cuando se incorpora en los mismos, los velos modificados por ingeniería no tejidos de acuerdo con realizaciones de la invención tienen características mejoradas, incluyendo, entre otras, una uniformidad aumentada y menor espesor respecto a los velos de la técnica anterior. Estas características se traducen en mejoras en el procesamiento de un artículo de material compuesto incluyendo, entre otras, una eliminación sustancial o completa en la disolución prematura del velo durante el curado. El artículo de material compuesto resultante también realiza mejoras que incluyen, entre otras, uniformidad de la distribución del agente de tenacidad a lo largo del material compuesto y un menor espesor del hilo del material compuesto.

40 En una realización, el velo modificado por ingeniería no tejido incluye una pluralidad de fibras termoplásticos solubles en resina que tiene al menos una de las características siguientes: (a) uniformidad sustancial como resultado de (i) fibras que tienen un diámetro medio dentro de un intervalo predeterminado, teniendo el 20% de las fibras un diámetro inferior a un umbral predeterminado; y (ii) teniendo el velo una variación del peso por área de la fibra dentro de un intervalo predeterminado; (b) teniendo el velo un espesor dentro de un intervalo predeterminado; 45 y/o (c) teniendo el velo una permeabilidad característica resultante de la perforación fuera de línea del velo.

50 En una realización, un método de fabricación del velo modificado por ingeniería no tejido se realiza mediante un proceso de soplado en fusión en el que al menos una condición de procesamiento y/o una condición del equipo incluyendo, entre otras, la velocidad de la bomba en fusión, la velocidad del flujo de aire, la velocidad en el colector, la temperatura del flujo de aire, la temperatura del cabezal del molde, la distancia del transportador al cabezal del molde y el diámetro del orificio del molde se controla y/o manipula dentro de parámetros predeterminados. En algunas realizaciones, el método se mejora adicionalmente sometiendo el velo modificado por ingeniería no tejido resultante a un proceso de calandrado que tiene como resultado una porosidad controlada y mejor resistencia del

velo, así como una reducción del factor de volumen de la preforma que es esencial en las aplicaciones de LRI. En algunas realizaciones, el método se mejora adicionalmente sometiendo el velo calandrado a perforación fuera de línea que tiene como resultado un aumento de la permeabilidad para una mayor difusión de la resina en aplicaciones de LRI.

5 En una realización, un método de fabricación de artículos de materiales compuestos usando el velo modificado por ingeniería no tejido se realiza mediante un proceso de infusión de resina en el que la disolución del velo se controla como resultado de una o más características del velo fabricado dando como resultado una eliminación sustancial o completa de la disolución prematura y una distribución uniforme sustancial o completa del endurecimiento a lo largo del compuesto.

10 En el contexto de la presente solicitud, un "velo" es un lecho no tejido ultrafino compuesto por fibras orgánicas y combinado con uno o más hilos para crear artículos de materiales compuestos. Los velos se pueden usar para endurecer cuando se intercalan entre hilos de una disposición textil. En general, un "lecho" es un material textil no tejido formado por material de refuerzo fibrosos, tal como filamentos triturados (para producir un lecho de hebras trituradas) o filamentos enrollados (para producir un lecho de hebras continuas) con un aglutinante aplicado para
15 mantener la forma.

En el contexto de la presente solicitud, un "polímero soluble en resina" es un polímero en una fase sólida dentro de un intervalo de temperaturas predeterminado y adaptado para sufrir una transición de fase al menos parcial a una fase fluida tras el contacto con un componente de una composición curable en la que el polímero es soluble a una temperatura que es inferior a la temperatura para el inicio sustancial de la gelificación y/o el curado de la
20 composición curable y en la que la temperatura es inferior a la temperatura de fusión inherente del velo termoplástico soluble en resina. Ejemplos de polímeros solubles en resina incluyen los identificados en la publicación de EE.UU. n° 2006/0252334 de LoFaro et al.

Métodos de fabricación del velo modificado por ingeniería no tejido de acuerdo con realizaciones de la invención incluyen, entre otros, en seco, al aire, soplado en fusión, hilado, en húmedo y cardado. En una realización, el velo de
25 acuerdo con las realizaciones de la invención se fabrica mediante soplado en fusión.

En general, un proceso de fabricación mediante soplado en fusión comienza con un polímero de fase sólida en polvo o en forma granular. El polímero se puede fundir a entre aproximadamente 200 °C y 400 °C y extruir a través de una pluralidad de espineretes. El tamaño del orificio del espinerete puede estar entre aproximadamente 0,1 μm y
30 aproximadamente 1000 μm. El aire que tiene una temperatura en el intervalo de aproximadamente 250°C a 500 ° se puede soplar a lo largo de las fibras extruidas sobre un transportador desde los espineretes para adelgazar las fibras en fibras superfinas y para aleatorizar las fibras en un velo.

La FIG. 1 es un esquema de un proceso de fabricación por soplado en fusión de acuerdo con una realización de la invención. En una realización, el material polimérico (p. ej., pastillas o gránulos) se introduce en un extrusor 102 a través de una tolva extrusora 104. El extrusor 102 comprende un cilindro y un tornillo (no mostrados) dentro del
35 extrusor 102 para rotar el material polimérico a lo largo de las paredes del cilindro. En general, el cilindro del extrusor 102 se calienta. A medida que el material polimérico se desplaza a lo largo de las paredes del cilindro, se funde debido al calor y a la fricción del flujo viscoso y la acción mecánica entre el tornillo y el cilindro. Después, el material polimérico fundido a presión se introduce en la bomba de engranajes 106.

La bomba de engranajes 106 es un dispositivo de desplazamiento positivo y volumen constante para la liberación de la fusión uniforme en el montaje del molde 108. En general, la bomba de engranajes 106 garantiza el flujo consistente del material polimérico fundido y proporciona la medición y la presión en el material polimérico fundido. Normalmente, la bomba de engranajes 106 incluye dos engranajes dentados engranados y de contrarrotación 106a,
40 106b. El desplazamiento positivo es el resultado de llenar cada diente del engranaje con material polimérico en la entrada de succión de la bomba (es decir, corriente arriba desde el extrusor 102) y de llevar el material polimérico alrededor de la salida de descarga de la bomba (es decir, corriente abajo hacia un montaje del molde 108).

El montaje del molde 108 generalmente incluye una distribución de la alimentación (p. ej., un tipo T y un tipo percha de abrigo), un cabezal del molde y colectores de aire. La distribución de la alimentación equilibra el flujo y el tiempo de residencia del material polimérico a través de la anchura del molde; el cabezal del molde generalmente es una
45 pieza amplia hueca y ahusada de metal que tiene varios cientos de orificios para extruir el material polimérico fundido; los colectores de aire suministran aire a alta velocidad al material polimérico fundido a medida que se extruye a través del cabezal del molde. Un compresor de aire 112 suministra el aire a velocidad alta, que generalmente atraviesa un calentador 114 antes de alimentar el ensamblaje del molde 108.

Un material polimérico fundido se fuerza a través del cabezal del molde del montaje del molde 108, una pantalla colectora móvil 116 recoge el material refrigerante. Un soplador de succión/caja para succión 118 localizado debajo
50 de la pantalla colectora 116 absorbe el aire a alta velocidad que aumenta la velocidad de formación de la red de las fibras poliméricas extruidas resultantes.

De acuerdo con las realizaciones de la invención, al menos una condición de procesamiento y/o condición del

equipamiento, incluyendo, entre otros, la velocidad de la bomba en fusión, la velocidad del colector, la velocidad del flujo de aire, la temperatura del flujo de aire, la temperatura del cabezal del molde, el diámetro del orificio del molde y la distancia del transportador al cabezal del molde se puede controlar y/o manipular dentro de parámetros predeterminados para producir un velo modificado por ingeniería no tejido para usar en aplicaciones de moldeo de transferencia de resina. Los solicitantes descubrieron inesperadamente que la manipulación de un parámetro para producir características ventajosas del velo termoplástico soluble en resina resultante a menudo era interdependiente de la manipulación de otro parámetro. En el contexto de la presente solicitud, "características ventajosas" incluyen, entre otras, fibras más gruesas, un porcentaje bajo de fibras finas (es decir, menos del 20% de las fibras tienen un diámetro inferior a 8 μm), una mayor uniformidad de las fibras (Es decir, una distribución más estrecha del diámetro de las fibras medidas), una variación del FAW baja (es decir, el cambio en el peso del velo a través del cilindro o un lote en el que el peso se mide en diferentes lugares del velo, incluyendo, entre otros, la red transversal y la red descendente), una elevada resistencia a la tensión del velo (es decir, la capacidad del velo para cumplir determinados requisitos, incluyendo, entre otros, manipulación u fabricación) y una elevada calidad del velo.

Los solicitantes descubrieron que una o más de estas características ventajosas tuvo como resultado determinados beneficios para el velo resultante que se traduce en un mejor procesamiento de los laminados y compuestos que tienen los velos incorporados en los mismos y fabricados mediante procesos de LRI. Por ejemplo, las fibras más gruesas, un porcentaje bajo de fibras finas, una mayor uniformidad de las fibras y una variación del FAW baja en el velo resultante tuvo como resultado una eliminación controlada y sustancial o completa de la disolución prematura del velo durante un proceso de infusión de resina. Estas características también contribuyeron a la distribución uniforme sustancial o completa de la tenacidad al compuesto resultante. Adicionalmente, una uniformidad alta y una resistencia elevada del velo tuvo como resultado un velo de alta calidad (es decir, sustancialmente o completamente libre de defectos) que es una característica altamente deseable de los velos en términos de procesabilidad para los procesos de LRI. Además, un velo uniforme y un velo de alta calidad tiene como resultado una preforma más uniforme y de calidad más alta, por ejemplo poco o nada de desgarramiento del velo durante la fabricación de la preforma, espesor uniforme del hilo etc., lo que tiene como resultado directamente una infusión de resina más uniforme, es decir la difusión de la resina en la parte y un frontal de la resina más liso y más controlado.

Los solicitantes observaron que, para un sistema dado de procesamiento (soplado en fusión) usado para fabricar el velo, la fijación, el control y/o la manipulación de determinados parámetros de procesamiento son cruciales para alcanzar las características ventajosas objetivo, en particular, una variación baja del FAW, una elevada calidad del velo, una elevada resistencia del velo y uniformidad del diámetro de la fibra. Por ejemplo, la manipulación y/o el control de determinados parámetros de acuerdo con realizaciones de la invención tuvo como resultado un intervalo del diámetro medio de las fibras de entre 10 μm y 16 μm en comparación con los diámetros medios convencionales de las fibras en un intervalo de entre 1 μm y 8 μm . Los solicitantes también descubrieron que manipulando una condición de procesamiento y/o un parámetro del equipamiento, era necesario considerar y/o tener en cuenta una o más de otras condiciones de procesamiento para conseguir un velo termoplástico soluble en resina con características ventajosas de acuerdo con realizaciones de la invención.

En una realización, la velocidad de la bomba en fusión se aumentó respecto a las velocidades de la bomba en fusión convencionales. Los solicitantes descubrieron que una velocidad de la bomba en fusión entre aproximadamente catorce (14) rpm y aproximadamente dieciséis (16) rpm proporcionaba características ventajosas, incluyendo, entre otras, fibras más gruesas, un porcentaje bajo de fibras finas (es decir, menos del 20% de las fibras tienen un diámetro inferior a 8 μm), un FAW elevado, resistencia elevada del velo y una calidad elevada del velo. La variación del FAW (bajo) también se realizó como una mejora, aunque no en la misma medida que las características enumeradas anteriormente. Los solicitantes también descubrieron que un incremento o disminución de la velocidad de la bomba en fusión tenía una influencia limitada sobre la mayor uniformidad del diámetro de la fibra. En general, el incremento de la velocidad de la bomba en fusión tuvo como resultado un mayor rendimiento del material polimérico fundido a través del cabezal del molde y menor estiramiento, que se correlaciona con fibras más gruesas.

En una realización, la velocidad del flujo de aire se ajustó respecto a las velocidades convencionales del flujo de aire. Los solicitantes descubrieron que disminuyendo la velocidad del flujo de aire a ente aproximadamente cuarenta (40) por ciento (%) y cincuenta (50) por ciento (%) se proporcionaban características ventajosas, incluyendo, entre otras, fibras más gruesas y un porcentaje bajo de fibras finas (es decir, menos del 20% % de las fibras tienen un diámetro inferior a 8 μm). La variación del FAW (bajo) y la calidad del velo (alta) también se realizaron como mejoras, aunque no en la misma medida que las características enumeradas anteriormente. Los solicitantes también descubrieron que aumentando la velocidad del aire a por encima del cincuenta (50) por ciento (%) se proporcionaban mejoras limitadas, incluyendo, entre otras, mayor uniformidad del diámetro de la fibra (influencia limitada) y una elevada resistencia del velo. Los solicitantes también descubrieron que un aumento o disminución de la velocidad del flujo de aire tenía una influencia limitada o ninguna influencia sobre el FAW.

En una realización, la velocidad del colector se ajustó como una función de la velocidad de la bomba en fusión. Los solicitantes observaron que disminuyendo la velocidad del colector a entre aproximadamente treinta y cinco (35) pies por minuto (FPM) (10,7 m/min) y cuarenta (40) FPM (12,2 m/min) respecto a una velocidad de la bomba en fusión entre aproximadamente 12 y 16 rpm se proporcionaban características ventajosas, incluyendo, entre otras, fibras más gruesas, uniformidad del diámetro de la fibra y una variación baja del FAW. Por el contrario, los solicitantes

descubrieron que aumentando la velocidad del colector a entre aproximadamente setenta (70) FPM (21,3 m/min) y ochenta (80) FPM (24,4 m/min) respecto a una velocidad de la bomba en fusión entre aproximadamente 12 y 16 rpm se proporcionaban mejoras limitadas, incluyendo, entre otras, un porcentaje bajo de fibras finas (es decir, menos del 20 % de las fibras tienen un diámetro inferior a 8 μm) y una resistencia alta del velo. En algunas realizaciones, la velocidad del colector y la velocidad de la bomba en fusión se pueden ajustar en tándem para optimizar el rendimiento. Debe apreciarse que se observaron características para velos objetivo entre aproximadamente veinte (20) y cuarenta (40) g/m^2 de FAW.

En una realización, la temperatura del flujo del aire se ajustó respecto a las temperaturas convencionales del flujo de aire. Los solicitantes también descubrieron que aumentando la temperatura del flujo del aire a aproximadamente 680°F (360°C) se proporcionaban características ventajosas, incluyendo, entre otras, mayor uniformidad del diámetro de la fibra y una variación baja del FAW. La resistencia elevada del velo también se realizó como una mejora, aunque no en la misma medida que las características enumeradas anteriormente. Por el contrario, los solicitantes descubrieron que disminuyendo la temperatura del flujo de aire a aproximadamente 650°F (343,3°C) se proporcionaban mejoras limitadas, incluyendo, entre otras, fibras más gruesas y un porcentaje bajo de fibras finas (es decir, menos del 20% % de las fibras tienen un diámetro inferior a 8 μm).

De acuerdo con una realización de la invención, una mayor velocidad de la bomba en fusión combinada con una mejor velocidad del flujo del aire (y, en algunos casos, un incremento de la temperatura del aire) para los velos basados en polímeros que tienen un MFI de entre veinte (20) veintiocho (28) (explicado con mayor detalle más adelante) tienen el mayor efecto en el suministro de velos modificados por ingeniería no tejidos que tienen características superiores con respecto a los velos convencionales. Más específicamente, una velocidad de la bomba en fusión de entre 12 y 16 rpm, más estrechamente entre 14 y 16 rpm, y una velocidad del flujo de aire de entre cuarenta (40) % cincuenta (50) % proporcionan velos que tienen características superiores respecto a los velos convencionales.

En un aspecto, estos parámetros de procesamiento proporcionan velos modificados por ingeniería no tejidos que tienen fibras más gruesas que tienen un diámetro medio de la fibra en promedio superior a diez (10) μm (en comparación con menos de 8 μm de las fibras convencionales) con un porcentaje bajo de fibras finas (es decir, menos del 20% de las fibras tienen un diámetro de 8 μm), más particularmente, las fibras que tienen un diámetro medio de entre 10 μm y 16 μm en las que menos del 20 % de las fibras tienen un diámetro inferior a 8 μm (véase la FIG. 2). Adicionalmente, la distribución de las fibras más gruesas fue más uniforme al aumentar con eficacia la uniformidad del velo.

En otro aspecto, estos parámetros de procesamiento proporcionan velos modificados por ingeniería no tejidos que tienen mejor uniformidad, que se mide mediante la variación del peso por área de la tela (FAW). El FAW se mide midiendo el peso del velo en varios puntos a lo largo de la anchura del mismo (red transversal) o la longitud del mismo (red descendente). Cuanto más próximos estén los valores en cada punto, más uniforme será el velo. El FAW de los velos modificados por ingeniería no tejidos sometidos a al menos estos parámetros de procesamiento dieron una reducción del cuarenta (40) % en la variación del FAW respecto a los velos convencionales. Más particularmente, la variación del peso por área de la tela inferior a diez (10) % a través de la anchura del velo (red transversal) (véase la FIG. 3). Los velos fabricados de acuerdo con realizaciones de la invención tenían un FAW de entre aproximadamente cinco (5) gramos por metro cuadrado (g/m^2) y ochenta (80) gramos por metro cuadrado, más estrechamente, entre aproximadamente quince (15) g/m^2 y sesenta (60) g/m^2 , más estrechamente, entre aproximadamente veinte (20) g/m^2 y cuarenta (40) g/m^2 .

También se debe apreciar que las condiciones de procesamiento optimizadas pueden ser interdependientes de las características del equipamiento y otros parámetros, incluyendo, entre otros: Las características del molde, tales como el diámetro del orificio del molde, el número de orificios del molde por pulgada, la temperatura del cabezal del molde (borde), la temperatura del cabezal del molde (centro), el tamaño de malla de la pantalla del cabezal del molde, la presión en la pantalla del cabezal del molde; el hueco de aire; el retroceso; las características del extrusor, tales como la velocidad del extrusor y la temperatura del extrusor; la temperatura de la bomba en fusión; las características del colector, tales como el vacío del colector; la distancia del cabezal del molde al colector; el diseño de la percha para abrigos y del molde.

También debe apreciarse que estos parámetros de procesamiento optimizados pueden depender también del tipo de polímero usado en la fabricación del velo modificado por ingeniería no tejido. En una realización, el polímero es un polímero que tiene una características de estar en fase sólida y adaptado para sufrir una transición de fase al menos parcial a una fase fluida al contacto con un comprende de una composición curable en la que el polímero es soluble a una temperatura que es inferior a la temperatura para el inicio sustancial de la gelificación y/o curado de la composición curable y en la que la temperatura es inferior a la temperatura de fusión inherente del velo modificado por ingeniería no tejido.

El MFI del polímero también puede afectar a la velocidad de disolución. EN algunas realizaciones, el polímero tiene un índice de flujo en fusión de entre aproximadamente dieciocho (18) MFI y aproximadamente treinta y ocho (38) MFI, preferentemente aproximadamente veinte (20) MFI y veintiocho (28) MFI. Es decir, el polímero tiene una

viscosidad elevada (η) y, en algunas realizaciones, una estrecha distribución molecular en el mismo. Un MFI menor, es decir entre aproximadamente veinte (20) MFI y veintiocho (28) MFI, representa un polímero con un peso molecular más alto. El efecto de esta característica tuvo como resultado una disminución de la tasa de disolución de las fibras y una disminución de la degradación del polímero.

- 5 Ejemplos representativos de un polímero que se puede usar para fabricar velos modificados por ingeniería no tejidos de acuerdo con realizaciones de la invención incluyen polímeros termoplásticos poliaromáticos tales como poliétersulfona y, más preferentemente, una combinación de poliétersulfona-étercetona y de poliéterétersulfona.

En la Tabla 1 se resumen los parámetros de procesamiento en lo que respecta a cómo afecta a los velos modificados por ingeniería no tejidos fabricados de acuerdo con realizaciones de la invención:

Requisitos de parámetros	Ø de la fibra gruesa	Bajo % de fibras finas	Uniformidad del Ø de la fibra	FAW alto	Baja variación del FAW CD	Alta resistencia del velo	Calidad alta del velo
Velocidad del colector	-	+	-	--	-	+	-
Bomba en fusión	++	++	0	++	+	++	++
Flujo de aire	--	--	0 / +	0	-	+	-
Temperatura del aire	-	-	++	0	++	+	0 / +

10

Tabla 1.

++ Gran influencia; se debe fijar hacia arriba para alcanzar la característica deseada, por ejemplo, la bomba en fusión se debe fijar en un valor alto para conseguir diámetros de fibra más gruesos

+ Influencia moderada, se debe fijar en parámetros altos para alcanzar las características deseadas

15 0 Ausencia de influencia

0/+ Ligera influencia y se debe fijar hacia el parámetro alto para alcanzar la característica deseada

- Influencia moderada, se debe bajar para alcanzar la característica deseada

-- Influencia grande, se debe bajar para alcanzar la característica deseada

20 La FIG. 4 es un esquema de un proceso de calandrado de acuerdo con una realización de la invención. En una realización, un rollo de velo modificado por ingeniería no tejido se pasa por una calandra 400. La calandra 400 incluye dos rodillos adyacentes 402, 404 a los que atraviesa el material textil modificado por ingeniería. El rodillo 402 puede estar hecho de acero, mientras que el rodillo 404 puede estar hecho de acero o de un material sintético. La calandra 400 puede incluir al menos un rodillo de presión calentado. La combinación de la presión aplicada con la temperatura al velo modificado después de pasar por una calandra 400 puede tener como resultado un velo modificado más fino con respecto al velo modificado antes del calandrado.

25 Los velos se pueden intercalar con telas no rizadas o NCF para formar una preforma en los procesos de infusión de resina. Las telas no rizadas (NCF) son hilos de fibras unidireccionales consolidadas juntas mediante un proceso de respunte. Las capas resultantes deberían ser tan finas como sea practicable, denominado "voluminosidad de la preforma". El espesor bajo del velo es crucial, ya que dicho espesor es una función directa de la voluminosidad de la preforma. En aplicaciones de RTM en molde cerrado, las dimensiones de la preforma no deberían superar entre cinco (5) % y diez (10) % de las dimensiones del molde. Los velos convencionales se añaden a veinte (20) % más a la voluminosidad de la preforma.

30 De acuerdo con realizaciones de la invención, el velo modificado por ingeniería no tejido se puede someter a una etapa de calandrado antes de la fabricación del artículo de material compuesto usando un proceso de moldado de transferencia de resina. En una realización, el velo modificado por ingeniería no tejido se somete a una calandra que tiene dos rodillos de acero. Los solicitantes descubrieron que los dos rodillos de acero (Además de otras características específicas del velo) tuvieron como resultado un velo con una disminución de cuarenta (40) % a cincuenta (50) % del espesor respecto a los velos sometidos a calandrado experimental usando un aparato de calandrado convencional que tiene un rodillo de acero y un rodillo sintético.

35

Los parámetros del proceso de calandrado también tuvieron un efecto sobre los velos calandrados resultantes como han descubierto los solicitantes. Dichos parámetros del proceso de calandrado incluyen, entre otros: presión de calandrado; temperatura del calandrado; velocidad del calandrado etc. Por ejemplo, los solicitantes han descubierto que un incremento de la presión a entre 3,45 MPa y 5,93 MPa, preferentemente entre 4,83 MPa y 5,17 MPa, respecto a presiones más bajas (es decir, aproximadamente 2,07 Mpa) tenían un efecto positivo sobre el velo calandrado resultante. Otros parámetros del proceso de calandrado que tienen un efecto positivo sobre el velo calandrado resultante incluirán una temperatura de entre 93,3 °C y 204,4 °C, más estrechamente entre 93,3 °C y 148,9 °C (dependiendo de la velocidad del calandrado) y una velocidad del calandrado de cinco (5) (1,52 m/min) y treinta (30) pies por minuto (9,14 m/min).

Los velos sometidos al proceso de calandrado como se ha descrito anteriormente se fabricaron de acuerdo con realizaciones de la invención, es decir velos modificados por ingeniería no tejidos que tienen fibras con un diámetro medio en un intervalo de entre diez (10) μm y dieciséis (16) μm con un porcentaje bajo de fibras finas (es decir, el 20 % o menos de las fibras tienen un diámetro de 8 μm), una resistencia alta a la tracción y una uniformidad del FAW sustancial (es decir, una variación del peso por área de la tela inferior al 10 % a través de la anchura del material textil). Estos velos tenían un FAW medio de entre veinte (20) g/m^2 y cuarenta (40) g/m^2 y se redujo el espesor de entre 250 μm y 500 μm (no calandrados) a entre veinte (20) μm y noventa (90) μm (calandrados) sometiendo el velo a la etapa de calandrado como se ha descrito anteriormente (véase la FIG. 4).

En general, los velos convencionales para usar en aplicaciones de LRI no se sometieron a calandrado porque dicho proceso se creía que afectaba negativamente a la permeabilidad al aire mediante la porosidad del velo (es decir, porosidad disminuida) y flexibilidad de un velo (es decir, menor flexibilidad). La porosidad de un velo en aplicaciones de RTM es importante porque se refiere a la capacidad de la resina para difundirse uniformemente a través de los velos en capas entre materiales textiles en la preforma. La flexibilidad es importante porque se refiere a la facilidad para formar la preforma (es decir, la caída). Los solicitantes descubrieron inesperadamente que sometiendo el velo modificado por ingeniería no tejido fabricado de acuerdo con las realizaciones de la invención a un proceso de calandrado no afectaron de forma negativa significativamente a la porosidad o a la flexibilidad. Por ejemplo, para un velo calandrado de 40 g/m^2 se midió la permeabilidad al aire en aproximadamente 175 cfm. Para un velo calandrado de 20 g/m^2 , se midió la permeabilidad al aire en aproximadamente 500 cfm (véase la FIG. 6). En general, la permeabilidad mínima al aire debería ser mayor de 25 cfm y, preferentemente, mayor de 50 cfm.

Adicionalmente, los solicitantes han descubierto que el velo calandrado de acuerdo con realizaciones de la invención tuvo como resultado un menor volumen del velo, que se traduce en un factor reducido del volumen de la preforma. Esto es particularmente importante en aplicaciones en molde cerrado tal como RTM, en las que la preforma debe caber adecuadamente en el molde con el fin de que el molde se cierre (tratado anteriormente) Además, este menor volumen de la preforma se traduce en un espesor del hilo del compuesto (para un compuesto que incluye un velo por capa de hilos) equivalente al espesor del hilo del compuesto (CPT) de un compuesto fabricado sin un velo (véase la FIG. 7). En referencia a la FIG. 7, la imagen de la izquierda muestra una sección transversal laminada compuesta de capas de velo no calandrado; la imagen del centro muestra un laminado compuesto formado por velo calandrado de acuerdo con realizaciones de la invención; la imagen de la derecha es un laminado compuesto hecho sin ningún velo. La comparación de los laminados revela que hay capas de interfaz mucho más reducidas en el caso del velo calandrado que para el velo no calandrado. Esta menor voluminosidad tiene como resultado compuestos con una fracción en volumen de la fibra mayor.

Otras mejoras del velo calandrado de acuerdo con realizaciones de la invención incluyen, entre otros: Un incremento de la resistencia a la tensión del velo que facilita la manipulación durante la construcción de la preforma; una superficie del velo más fina que reduce la fricción y permite una disposición mejor de las filas de carbono durante la construcción de NCF (tratado con más detalle más adelante) y/o un efecto insignificante sobre el diámetro optimizado de la fibra; y un efecto insignificante sobre la caída. Por ejemplo, el valor mínimo de la resistencia a la tensión en un velo no calandrado de 20 g/m^2 es de aproximadamente 0,1 libras por pulgada (1,79 kg/m), mientras que el valor mínimo de la resistencia a la tensión en un velo calandrado de 20 g/m^2 de acuerdo con realizaciones de la invención es de aproximadamente 0,3 libras por pulgada (5,36 kg/m), o un incremento por un factor de tres (3).

En algunas realizaciones, los velos modificados por ingeniería no tejidos de acuerdo con las realizaciones de la invención se pueden someter a una técnica de perforación fuera de línea antes de la fabricación de un artículo de material compuesto (p. ej., mediante la incorporación de un material textil no rizado (NCF) o un producto de un velo) para aumentar la permeabilidad y permitir que la resina se difunda mejor a través de la preforma durante el proceso de inyección de resina que a su vez aumenta la difusión de la resina por todo el espesor. Esto es específicamente importante en el caso de los velos superfinos que tienen una permeabilidad baja y no serían adecuados para determinadas aplicaciones de LRI (p. ej., VaRTM), ya que la resina no fluye a través del medio de la preforma.

En una realización, la perforación se puede realizar en el momento de la fabricación de NCF cuando el velo se añade a las capas de carbono del NCF. En otra realización, la perforación del velo se puede realizar en una operación separada con agujas muy pequeñas que perforan el velo para crear orificios pequeños. La perforación puede tener un diámetro del orificio de entre 0,1 mm y 2,0 mm, y una densidad de orificios de entre 1 y 100 por cm^2 dependiendo de la permeabilidad deseada. Ejemplos de técnicas de perforación fuera de línea incluyen, entre otras,

punzado con aguja, perforación con rodillo y perforación con láser. En otra realización, se usa un haz láser para vaporizar o quemar el material para crear orificios diminutos. La geometría y la densidad de los orificios pueden manipularse fácilmente con esta técnica láser.

5 Los velos modificados por ingeniería no tejidos fabricados como se ha descrito anteriormente se pueden usar en la fabricación de una composición curable resultante en un artículo de material compuesto. En general, dicha fabricación comprende poner en contacto un velo con una matriz de resina curable, por ejemplo mediante intercalado, impregnado, inyección o infusión, o mezclado. En una realización, el velo se pone en contacto con una resina (es decir, una epoxi) mediante inyección tal como se usa en aplicaciones de LRI. Las fibras que comprenden el velo normalmente se disuelven durante un ciclo de curado.

10 La disolución prematura durante una fase de incremento de un ciclo de curado es una limitación conocida de los velos convencionales. En el contexto de la presente solicitud, "disolución" se refiere a la disolución de las fibras en el velo modificado por ingeniería no tejido durante el ciclo de curado, es decir, después de poner el velo en contacto con la resina y se aplica calor. La disolución prematura se produce cuando la disolución se produce por debajo de la temperatura de la inyección de resina.

15 En un proceso de LRI que incluye fibras de hilo solubles en resina termoplástico intercaladas con hilos, el ciclo de curado normalmente incluye un periodo de tiempo de incremento de la temperatura, seguido de un periodo de tiempo de permanencia de la temperatura, seguido de un periodo de tiempo de descenso de la temperatura tras la inyección de la resina (véase la FIG. 8). Se sabe que se produce una cantidad sustancial de disolución de las fibras de hilo durante el periodo de tiempo de permanencia. Las fibras de hilo disueltas se convierten en el agente de tenacidad en el artículo de material compuesto resultante.

20 Durante un experimento de inyección de resina y curado, se observó que los velos modificados por ingeniería no tejidos fabricados de acuerdo con realizaciones de la invención y puestos en contacto con la resina disuelta durante un periodo de tiempo de aumento (p. ej., 2°F (1,1 K/min), 8°F (4,4 K/min, etc.) de un ciclo de curado en contraste con durante un periodo de tiempo de permanencia de una fijación comparable, es decir fibras de hilo intercaladas solubles en resina termoplástica (véase la FIG. 8). La FIG. 9 muestra fotografías del microscopio óptico de la disolución de las fibras del velo durante el aumento de la temperatura del ciclo de curado de acuerdo con realizaciones de la invención. A 80°C, la temperatura de la resina se ha indicado y el velo está sin disolver. A medida que la temperatura aumenta, las fibras del velo se disuelven lentamente. Todas las fibras se disuelven completamente a 110°C. Como resultado, el curado por inyección de resina más corta aumentó la producción (es decir, menor tiempo de fabricación) que tiene como resultado menores costes de fabricación.

30 Los solicitantes también determinaron que la disolución de las fibras se producía en un margen adecuado por encima de la temperatura de inyección (p. ej., entre 60°C y 75°C) en comparación con los velos convencionales. La disolución prematura puede comprometer la integridad del artículo de material compuesto resultante y, por tanto, una eliminación sustancial o completa de la disolución prematura del velo durante el curado es altamente beneficiosa.

35 La FIG. 10 ilustra una disposición de los componentes estructurales y velos modificados por ingeniería no tejidos de acuerdo con una realización de la invención. En el contexto de la presente solicitud, un "componente estructural" es un material textil modificado por ingeniería formado por fibras de refuerzo, tal como polímeros orgánicos e inorgánicos, carbono, vidrio, Aramid™. Ejemplos de tipos de material textil adecuado o configuraciones incluyen, entre otros: Los materiales textiles tejidos tales como tejidos polares, materiales textiles tejidos simples, tejidos espirales y un tejido; materiales textiles multiaxiales tales como materiales textiles tejidos de urdimbre múltiple, materiales textiles no rizados (NCF) y materiales textiles multidireccionales; materiales textiles tejidos trenzados; materiales textiles con colocación de fibras adaptadas, tal como colocación de fibras y materiales textiles bordados; materiales textiles no tejidos tales como materiales textiles en lecho, fieltros, velos y lechos de hebras trituradas y materiales textiles que están compuestos por combinaciones de los mismos. Como se muestra en la FIG. 10, una pluralidad de materiales textiles de carbono se puede intercalar con una pluralidad de velos termoplásticos solubles en resina de acuerdo con una realización de la invención en una herramienta RTM para crear una preforma. Un artículo de material compuesto resultante es el resultado cuando se somete a un proceso de infusión de resina líquida como se ha descrito anteriormente.

40 Los velos modificados por ingeniería no tejidos fabricados de acuerdo con realizaciones de la invención como se ha descrito anteriormente tuvieron como resultado numerosas ventajas respecto a los velos convencionales. Por ejemplo, se ha observado que el diámetro y la distribución de la fibra del velo controlados, que se alcanzan a través de la optimización del proceso proporcionaban al menos los beneficios siguientes: Un ciclo de curado por inyección de resina de velos termoplásticos fabricados de acuerdo con realizaciones de la invención respecto a material termoplástico basado en hilos más corto; un proceso de disolución controlado (es decir, la disolución prematura se elimina mediante una cuidadosa selección del diámetro medio de la fibra en un intervalo de 10 µm a 16 µm y la temperatura de la inyección de la resina de 60°C a 75°C); una uniformidad mayor del FAW del velo, que se traduce en mejores características del artículo de material compuesto y funcionamiento a través de una disolución más uniforme de las fibras y, por tanto, la difusión del agente de tenacidad.

5 Adicionalmente, se observó que el menor espesor del velo, conseguido mediante una etapa de calandrado, proporciona al menos los beneficios siguientes: Los velos con un espesor que varía entre 20 μm y 90 μm , en comparación con velos no calandrados con un espesor que varía entre 250 μm y 500 μm ; los velos que conservan características no tejidas, tales como porosidad y flexibilidad (es decir, no como una película); un factor de volumen menor de la (particularmente importante en aplicaciones con molde cerrado tales como RTM); y CPT equivalente aun compuesto formado sin un velo.

10 Adicionalmente, se observó que los pesos controlados del área de la fibra (FAW) tanto en la red descendente como en la red transversal, se alcanzaron mediante la optimización del proceso, proporcionaron al menos los beneficios siguientes: mayor uniformidad del velo no tejido (p. ej., resistencia, espesor, permeabilidad al aire), lo que se traduce en mejores características y funcionamiento del velo; una distribución más uniforme de las fibras de endurecimiento a lo largo del artículo de material compuesto resultante y mejor rendimiento del compuesto.

15 Adicionalmente, los solicitantes han descubierto que la combinación del diámetro controlado de las fibras con un velo fino tenía como resultado: ningún efecto sobre la difusión de la resina y la disolución del velo (Crucial en el caso de partes grandes o complejas); ningún efecto (Significativo) sobre la caída de la preforma (crucial en el caso de las partes complejas); la capacidad para controlar mejor la permeabilidad del velo.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Un velo modificado por ingeniería no tejido compuesto por una pluralidad de fibras que tienen un diámetro de entre 10 µm y 16 µm en el que menos del 20 % de las fibras tienen un diámetro inferior a 8 µm, teniendo el material textil una variación del peso por área de la tela inferior al 10 % a través de la anchura del material textil, teniendo el material textil un espesor conseguido mediante un proceso de calandrado.
2. El velo modificado por ingeniería no tejido de la reivindicación 1, en el que el material textil tiene un peso por área de la tela de entre 5 gramos por metro cuadrado y 80 gramos por metro cuadrado y un espesor de entre 20 µm y 90 µm.
- 10 3. El velo modificado por ingeniería no tejido de la reivindicación 1, en el que un material que comprende la pluralidad de fibras es un polímero que tiene una fase sólida nativa y adaptada para sufrir una transición de fase al menos parcial a una fase fluida al contacto con un componente de una composición curable en la que el polímero es soluble a una temperatura que es inferior a la temperatura para el inicio sustancial del curado de la composición curable y en la que la temperatura es inferior a la temperatura de fusión inherente del velo modificado por ingeniería no tejido.
- 15 4. El velo modificado por ingeniería no tejido de la reivindicación 3, en el que el polímero tiene un índice de flujo en fusión de entre 18 y 38.
5. El material textil modificado por ingeniería no tejido de la reivindicación 1, en la que dicha pluralidad de fibras están formadas por polímero termoplástico.
- 20 6. El velo modificado no tejida de la reivindicación 1, que además comprende una pluralidad de perforaciones a lo largo de la tela.
7. El velo modificado no tejida de la reivindicación 1, en el que la tela se fabrica mediante un proceso de extrusión en fusión seleccionado de soplado en fusión o hilado.
- 25 8. El velo modificado por ingeniería no tejido de la reivindicación 7, en el que el proceso es un proceso de soplado en fusión, al menos un parámetro de procesamiento del proceso se puede fijar para que esté en un intervalo previamente determinado, por encima de un umbral previamente determinado o por debajo de un umbral previamente determinado, en el que al menos un parámetro de procesamiento que comprende uno de velocidad de la bomba en fusión, velocidad de la tasa del colector, velocidad del flujo de aire y temperatura del flujo del aire.
- 30 9. Un método de fabricación de un velo modificado por ingeniería no tejido usando un proceso de soplado en fusión, que comprende:
 incrementar una velocidad de la bomba en fusión disminuyendo simultáneamente una velocidad del flujo de aire;
 cargar un material en un extrusor, en el que el material es un polímero que tiene una fase sólida nativa y adaptada para sufrir una transición de fase al menos parcial a una fase fluida al contacto con un componente de una composición curable en la que el polímero es soluble a una temperatura que es inferior a la temperatura para el inicio sustancial del curado de la composición curable y en la que la temperatura es inferior a la temperatura de fusión inherente de un velo modificado por ingeniería no tejido resultante; y
 hacer que el polímero extruya de un cabezal del molde en forma de fibras y sobre un colector móvil, formando las fibras un velo modificado por ingeniería no tejido en el que el incremento de la velocidad de la bomba en fusión al tiempo que se disminuye la velocidad del flujo de aire proporciona fibras que tienen un diámetro medio de entre 10 µm y 16 µm en las que menos del 20 % de las fibras tienen un diámetro inferior a 8 µm, teniendo el velo una variación del peso por área de la tela inferior al 10 % a través de la anchura del material textil.
- 40 10. El método de fabricación del velo modificado por ingeniería no tejido de la reivindicación 9, que además comprende someter el velo modificado por ingeniería no tejido a un proceso de calandrado.
- 45 11. El método de fabricación del velo modificado por ingeniería no tejido de la reivindicación 9, en el que el velo tiene un peso por área de la tela de entre 5 gramos por metro cuadrado y 80 gramos por metro cuadrado y un espesor de entre 20 µm y 90 µm.
- 50 12. El método de fabricación del velo modificado por ingeniería no tejido de la reivindicación 9, en el que un material que comprende la pluralidad de fibras es un polímero que tiene una fase sólida nativa y adaptada para sufrir una transición de fase al menos parcial a una fase fluida al contacto con un componente de una composición curable en la que el polímero es soluble a una temperatura que es inferior a la temperatura para el inicio sustancial del curado de la composición curable y en la que la temperatura es inferior a la temperatura de fusión inherente del velo modificado por ingeniería no tejido.
13. El método de fabricación del velo modificado por ingeniería no tejido de la reivindicación 9, en el que el

polímero tiene un índice de flujo en fusión de entre 18 y 38.

14. El método de fabricación del velo modificado por ingeniería no tejido de la reivindicación 9, que además comprende someter el material textil a un proceso de perforación fuera de línea, efectuado el proceso de perforación fuera de línea mediante una aguja o un láser.
- 5 15. El método de fabricación del velo modificado por ingeniería no tejido de la reivindicación 9, en el que se puede fijar al menos un parámetro de procesamiento del proceso para que esté en un intervalo previamente determinado, por encima de un umbral previamente determinado o por debajo de un umbral previamente determinado, comprendiendo el al menos un parámetro de procesamiento uno de velocidad de la bomba en fusión, velocidad de la tasa del colector, velocidad del flujo de aire y temperatura del flujo del aire.
- 10 16. Una preforma para la fabricación de artículos de material compuesto, que comprende:
al menos un componente estructural que comprende fibras de refuerzo; y
al menos un velo modificado por ingeniería no tejido en contacto con el componente estructural, estando comprendido el velo por una pluralidad de fibras que tienen un diámetro de entre 10 μm y 16 μm , en las que menos del 20 % de las fibras tienen un diámetro inferior a 8 μm , teniendo el velo una variación del peso del área de la tela inferior al 10 % a través de la anchura del velo, teniendo la pluralidad de fibras comprendidas por polímero una fase sólida nativa y adaptada para someter a una transición de fase al menos parcial a una fase fluida al contacto con un componente de una composición curable en la que el polímero es soluble a una temperatura que es inferior a la temperatura para el inicio sustancial del curado de la composición curable y en la que la temperatura es inferior a la temperatura de fusión inherente del velo modificado por ingeniería no tejido.
- 15
- 20 17. La preforma para la fabricación de artículos de material compuesto de la reivindicación 16, en el que el componente estructural está en forma de una pluralidad de capas de fibras de refuerzo adyacentes y en el que dicha pluralidad de fibras en los velos modificados por ingeniería no tejidos están hechas de polímero termoplástico.
18. La preforma para la fabricación de artículos de material compuesto de la reivindicación 16, en la que el velo tiene un peso por área de la tela de entre 5 gramos por metro cuadrado y 80 gramos por metro cuadrado y un espesor de entre 20 μm y 90 μm como resultado de un proceso de calandrado, y en la que el polímero tiene un índice de flujo en fusión de entre 18 y 38.
- 25
19. La preforma para la fabricación de artículos de material compuesto de la reivindicación 16, que además comprende una pluralidad de perforaciones a lo largo del velo.
- 30 20. Un método de fabricación de un artículo de material compuesto usando un proceso de infusión de resina líquida, que comprende:
disponer una pluralidad de componentes estructurales que comprenden fibras de refuerzo dentro de un molde;
Intercalar una pluralidad de velos modificados por ingeniería no tejidos con la pluralidad de componentes estructurales, estando comprendida la pluralidad de velos por una pluralidad de fibras que tienen un diámetro medio de 10 μm y 16 μm , en la que menos del 20 % de las fibras tiene un diámetro inferior a 8 μm , y una variación del peso por área de la tela inferior al 10 % respecto a la anchura de cada velo, formando la disposición intercalada que forma una preforma;
poner en contacto la preforma con una resina, en donde la resina está a una temperatura inicial no inferior a 75°C.
calentar la preforma hasta un umbral de temperatura predeterminada, en el que una mayoría de las fibras se disuelven antes de alcanzar el umbral predeterminado de la temperatura; y
- 35
- 40 dejar que la preforma cure al tiempo que la preforma se conserva a un umbral de temperatura predeterminado durante un periodo de tiempo predeterminado.
21. El método de fabricación de un artículo de material compuesto usando un proceso de infusión de resina líquida de la reivindicación 20, en el que el umbral de temperatura predeterminada es 180°C y el polímero tiene un índice de flujo en fusión entre 18 y 38.
- 45 22. El método de fabricación de un artículo de material compuesto usando el proceso de infusión de resina líquida de la reivindicación 20, en el que la pluralidad de fibras comprende un polímero que tiene una fase sólida nativa y adaptada para sufrir una transición de fase al menos parcial a una fase fluida al contacto con un componente de una composición curable en la que el polímero es soluble a una temperatura que es inferior a la temperatura para el inicio sustancial del curado de la composición curable y en la que la temperatura es inferior a la temperatura de fusión inherente del velo modificado por ingeniería no tejido.
- 50

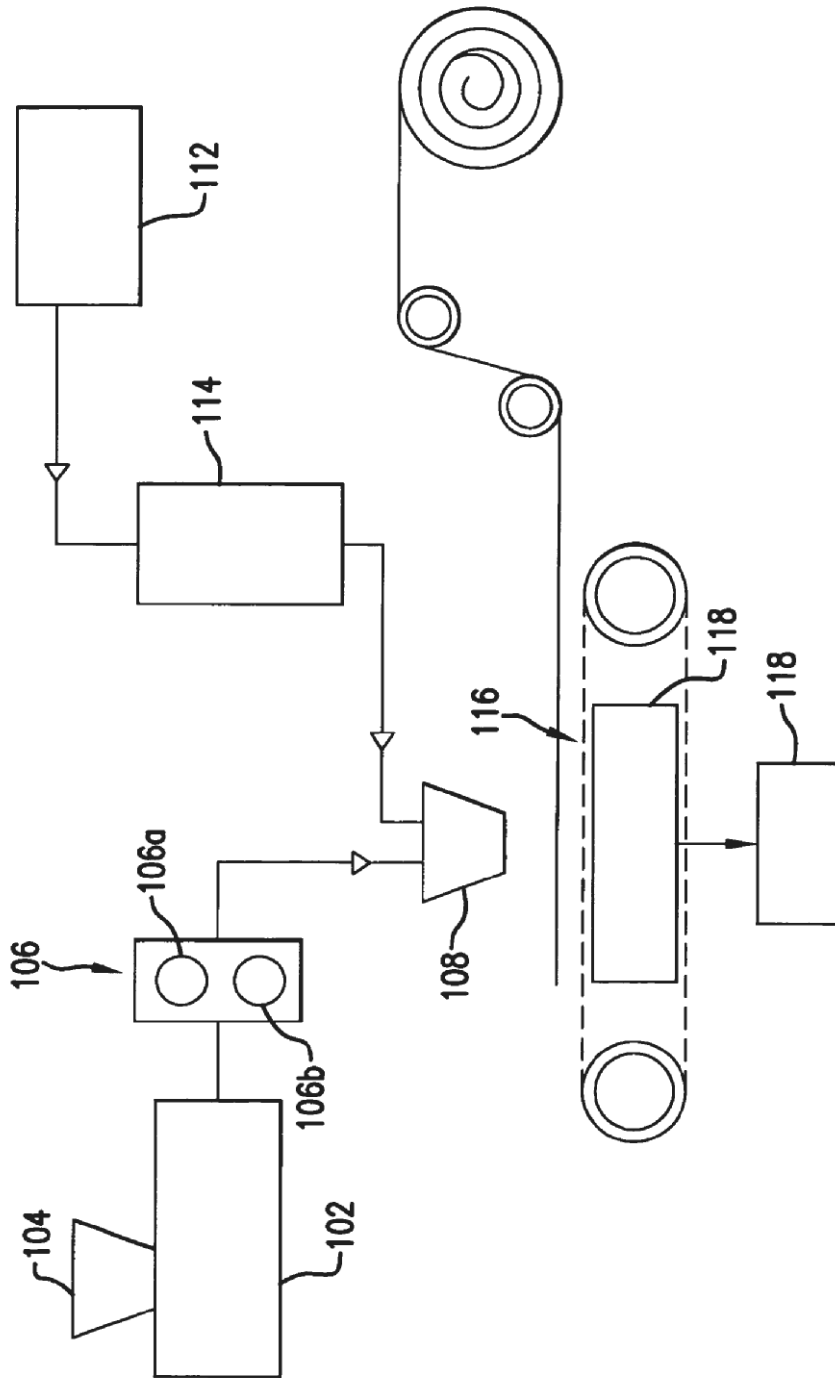


FIG.1

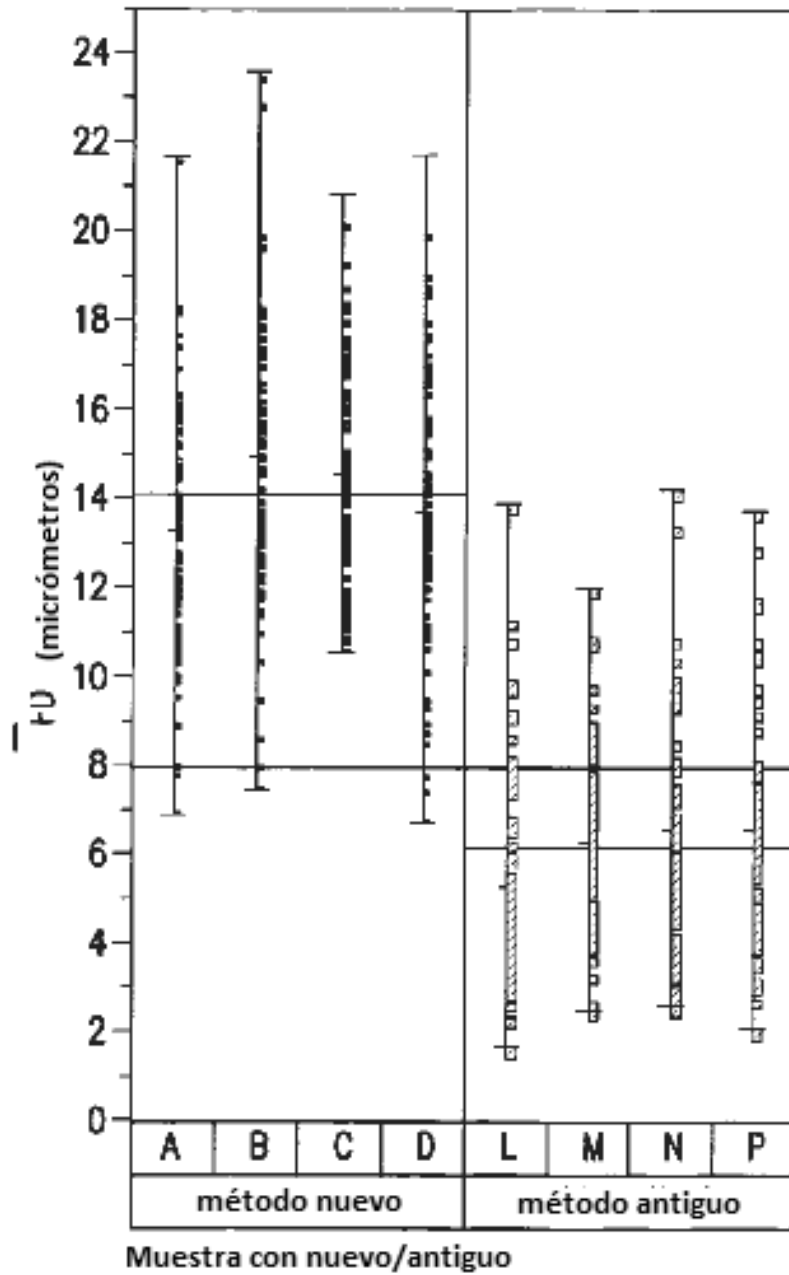


FIG. 2

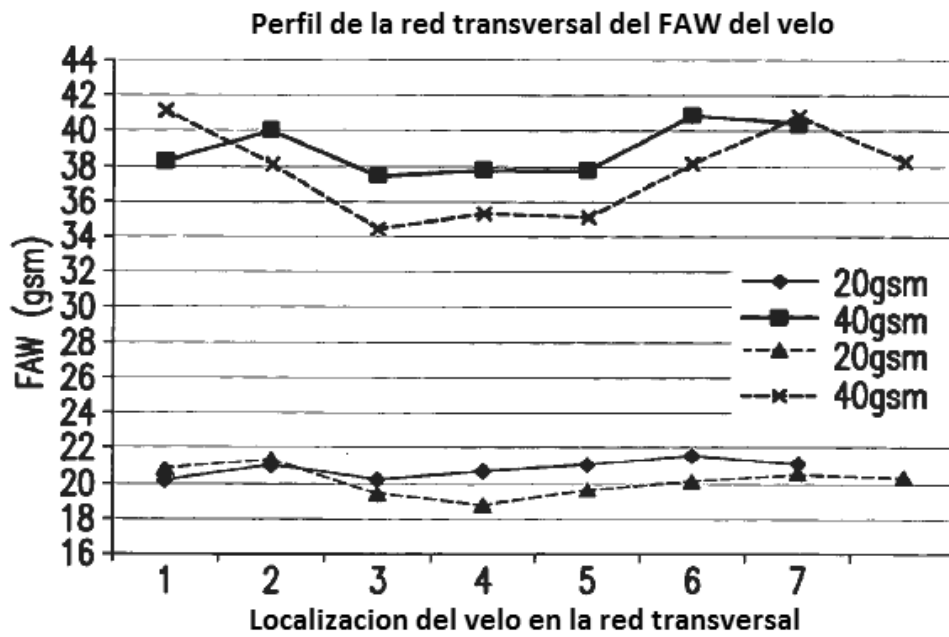


FIG.3

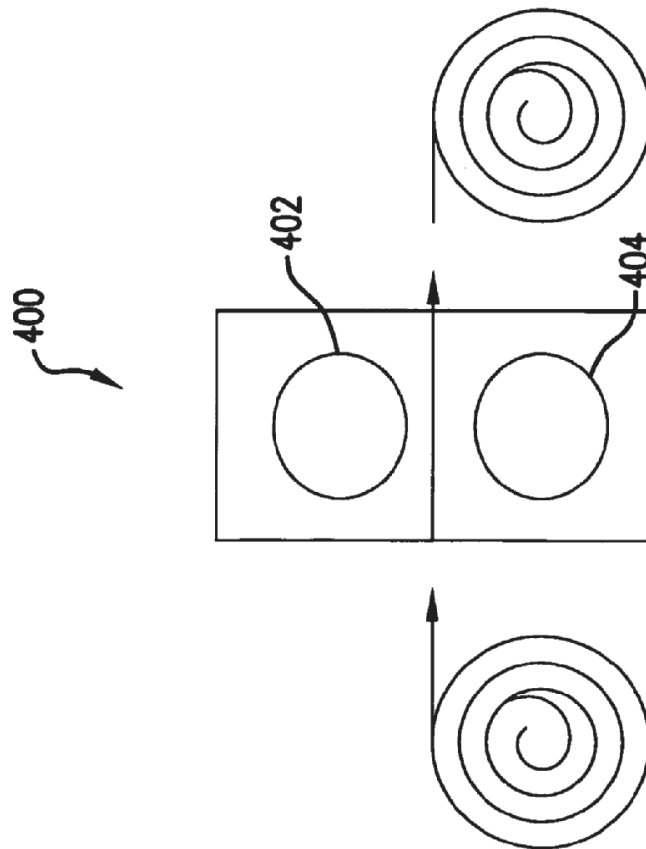


FIG. 4

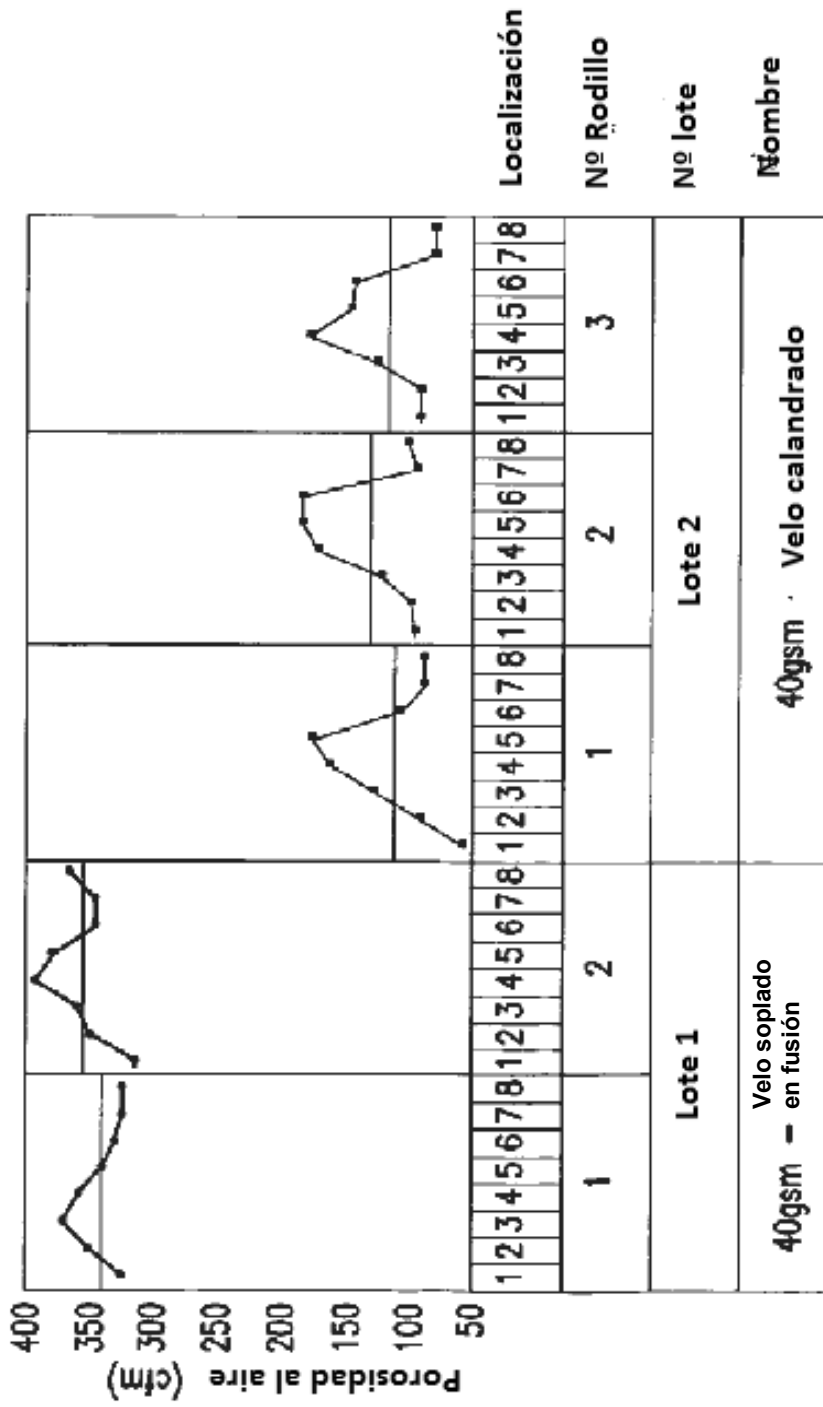


FIG.6

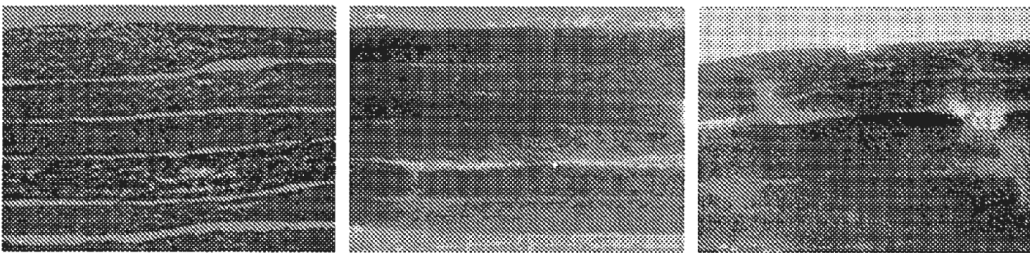


FIG.7

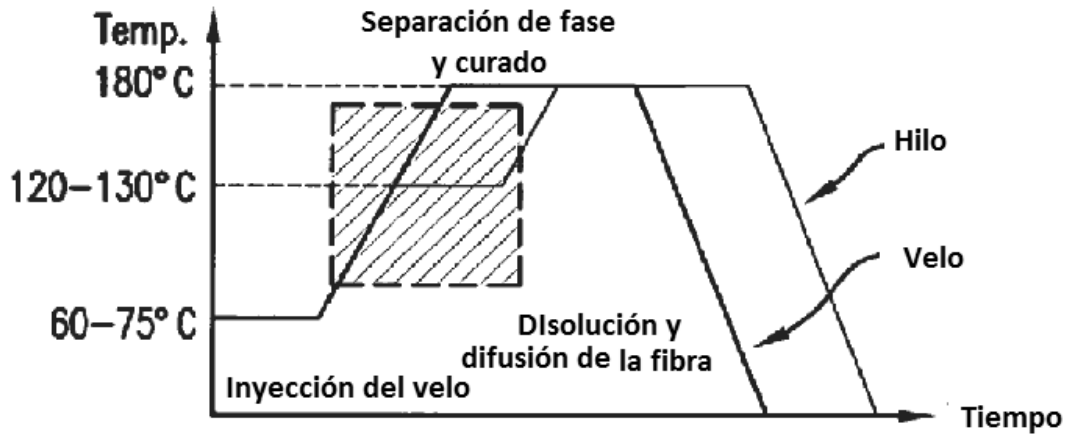
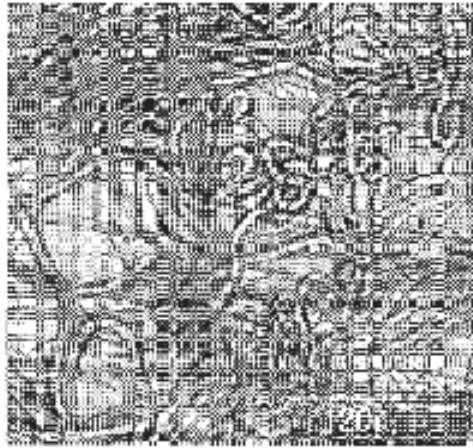
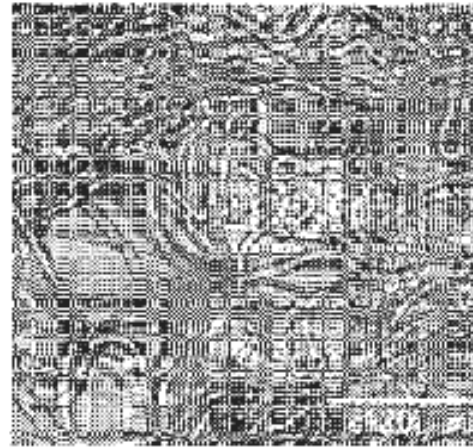


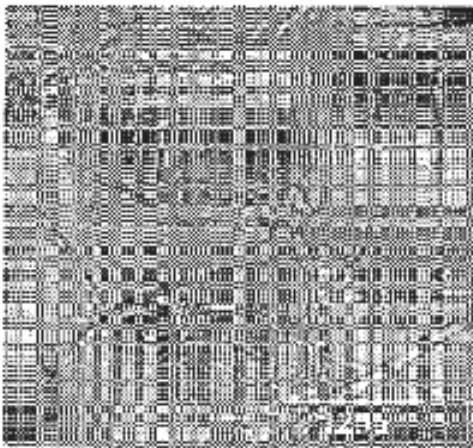
FIG.8



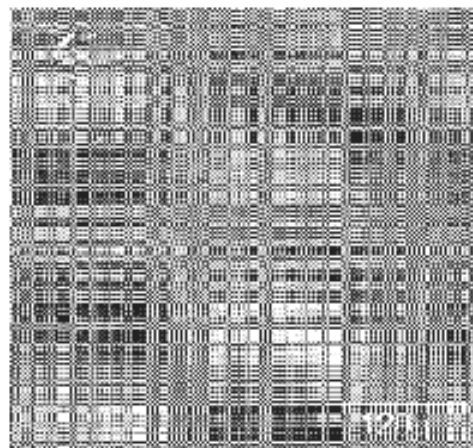
80 °C, como tal



90 °C, Disolución de la fibra iniciada



100 °C, la disolución de la fibra avanza



110 °C, Fibras disueltas

FIG.9

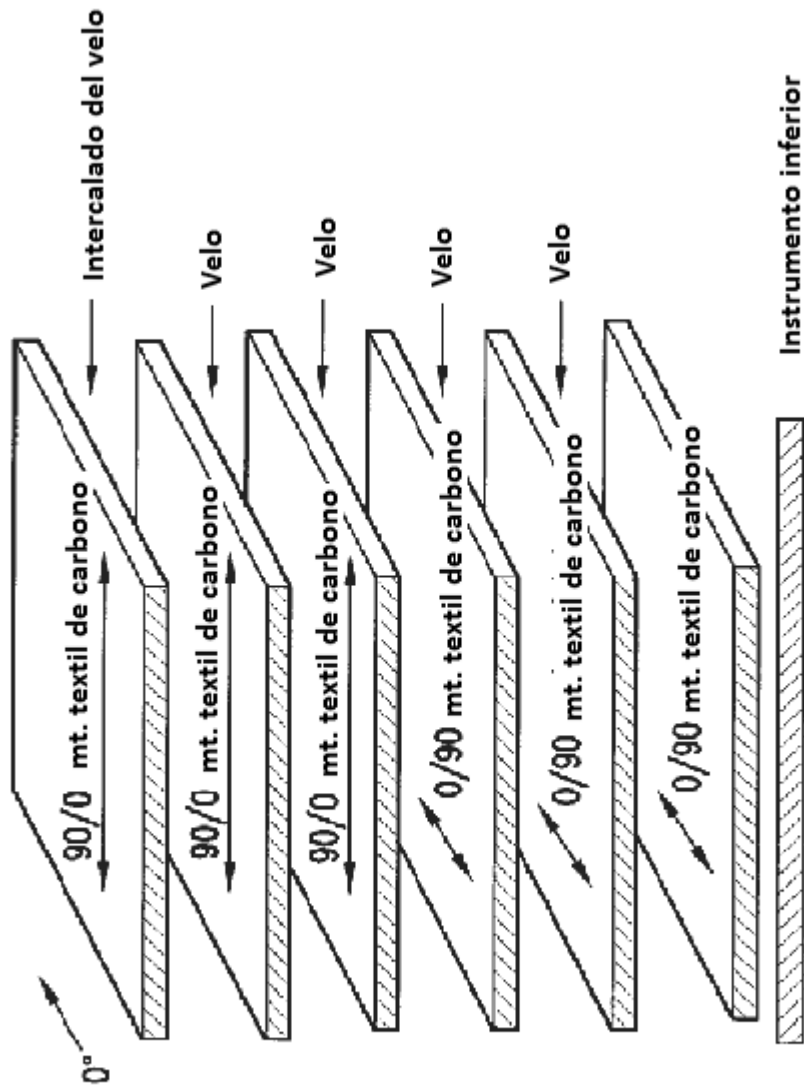


FIG.10