



19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 361 636**

51 Int. Cl.:  
**B29C 70/20** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **07867141 .9**  
96 Fecha de presentación : **05.06.2007**  
97 Número de publicación de la solicitud: **2035213**  
97 Fecha de publicación de la solicitud: **18.03.2009**

54 Título: **Método y aparato para producir material prepreg compuesto descentrado.**

30 Prioridad: **19.06.2006 US 455609**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**20.06.2011**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**20.06.2011**

73 Titular/es: **The Boeing Company**  
**100 North Riverside Plaza**  
**Chicago, Illinois 60606-2016, US**

72 Inventor/es: **Nelson, Paul E.**

74 Agente: **Ungría López, Javier**

ES 2 361 636 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

Método y aparato para producir material prepreg compuesto descentrado

5 **1) Campo de la invención**

La invención se refiere a material compuesto, y más específicamente a un método y aparato para producir material prepreg compuesto descentrado para fabricar piezas compuestas para avión.

10 **2) Descripción de la técnica relacionada**

Existen métodos y aparatos conocidos para producir cinta multicapa y fabricar material estructural de capas cruzadas. Tales métodos conocidos incluyen usar muchas capas de cinta de carbono con orientaciones de fibra en ángulos de capa estándar, tal como 0 grados, 45 grados positivos y negativos y 90 grados. Investigaciones más recientes indican que puede haber ahorros de peso muy significativos usando orientación de fibra en ángulo no estándar, tal como orientaciones angulares de capa de 5 grados positivos y negativos, y 65 grados positivos y negativos para piezas compuestas de avión. Las orientaciones angulares de capa de 65 grados se pueden poner fácilmente con el equipo existente. Sin embargo, la orientación angular de capa de 5 grados positivos y negativos crea dificultades con procesos de colocación corrientes, especialmente para piezas compuestas de avión estrechas, tal como los trancañiles. Hacer cortes en ángulo muy poco profundos en cinta prepreg es inviable o imposible con todas las máquinas de laminar prepreg corrientes. Es posible evitar cortes angulares poco profundos sacando las capas del borde de la pieza, pero esto hace que se desperdicien grandes cantidades de material. Actualmente, para lograr la ventaja del peso de estas disposiciones angulares poco profundas, se requiere corte y colocación manuales. Incluso con el corte manual, esto puede ser difícil a causa de la longitud de los cortes (es decir, aproximadamente 175 cm (69 pulgadas) de largo para una cinta de 15 cm (6 pulgada) de ancho) y las largas colas en penacho resultantes que son difíciles de manejar. El acercamiento preferido es obtener un rollo de material prepreg que ya está dispuesto en una capa de cinta de 5 grados positivos y una segunda capa de cinta de 5 grados negativos. Sin embargo, tal configuración del producto no es conocida o está disponible.

US 2.723.705 describe un método y aparato para hacer laminados de plástico reforzados. El aparato incluye un mandril incluyendo un tubo alargado con una cubierta protectora para evitar que se adhiera resina al mandril. Las fibras individuales de material de refuerzo se agrupan alrededor del mandril, extendiéndose las fibras longitudinalmente mientras que simultáneamente una serie de fibras se enrolla en espiral alrededor del material de refuerzo, fijándose conjuntamente todas las fibras con un agente de unión resinoso para producir un tubo o hoja de plástico reforzado. Dado que el mandril se puede formar de un material deformable, y está protegido de la resina por la envoltura de celofán, es posible quitar el laminado del mandril.

WO 99/55519 describe un método y aparato para hacer un tejido a partir una o más fibras de refuerzo. El aparato incluye una forma no plana aproximadamente de la que se enrolla la única o varias fibras de refuerzo. El aparato también incluye un aparato de transporte, un aparato dispensador de fibra, un aparato de accionamiento, y un aparato de separación. El aparato de transporte incluye al menos un elemento transportador que avanza a lo largo de la forma y también alrededor del que se enrollan las fibras con el fin de mover las fibras enrolladas a lo largo de la forma. El aparato de accionamiento está acoplado al aparato de transporte para efectuar el movimiento del al menos único elemento transportador. El aparato dispensador de fibra soporta uno o más fuentes de fibras de tal manera que la única o más fuentes de fibras sean móviles con el aparato dispensador alrededor de la forma, permitiendo por ello enrollar las fibras de la única o más fuentes de fibras alrededor de la forma y el al menos único elemento transportador como el aparato dispensador se mueve alrededor de la forma. El aparato de separación se coloca en una estación de separación para separar el tejido del único o más elementos transportadores.

JP 57169319 describe una correa formada a una longitud preestablecida de forma cilíndrica proporcionando una guía circular, la forma cilíndrica es soportada por un mandril cilíndrico. Se ha dispuesto una pluralidad de pequeños agujeros alrededor de la circunferencia de la guía circular y se introduce una pluralidad de urdimbres a través de estos agujeros y disponen a lo largo de la cara exterior de la correa cilíndrica.

Hay investigaciones que indican que el uso de orientaciones angulares de capa no estándar pueden dar lugar a significativos ahorros de peso. Pero los métodos de implementación son limitados. La colocación manual es cara, y la colocación con las máquinas existentes produce un desperdicio de material significativo, especialmente para partes estrechas. Si se produce eficientemente el material de 5 grados positivos y negativos, se puede colocar con máquinas de colocación de cinta convencionales. De hecho, puede aumentar la productividad porque se pueden colocar dos capas a la vez.

Consiguientemente, se necesita un método y aparato mejorados para producir material prepreg compuesto descentrado que no tenga los problemas asociados con los métodos y dispositivos conocidos,

## Resumen de la invención

Según la presente invención se facilita un aparato y método para producir un material prepreg compuesto descentrado de dos capas en forma de cinta como los reivindicados en las reivindicaciones anexas.

5 La invención satisface esta necesidad de un método y aparato mejorados para producir material prepreg compuesto descentrado, además de proporcionar un método y aparato únicos, no obvios, y ventajosos para producir material prepreg compuesto descentrado. Ninguno de los métodos y dispositivos conocidos proporciona las numerosas ventajas de la invención. A diferencia de los métodos y dispositivos conocidos, el método y aparato para producir material prepreg compuesto descentrado proporciona las ventajas siguientes: proporciona un método y aparato para producir un material prepreg compuesto descentrado unidireccional de dos capas en forma de cinta estrecha que tiene la dirección de fibra a ángulos bajos, es decir, aproximadamente 5 grados positivos o negativos a la dirección longitudinal del papel de refuerzo; proporciona un método y aparato que producen rollos de material prepreg compuesto que tienen varias capas de varias orientaciones de fibra; proporciona un método y aparato que pueden mejorar la productividad de colocar las partes porque se pueden colocar varias capas a la vez más bien que individualmente; proporciona un método y aparato que simplifica la maquinaria de colocación requerida porque pueden no requerirse laminados de capas transversales, dado que las capas transversales se incorporan al material colocado; y proporciona un método y aparato que producen eficientemente y de forma menos cara cinta descentrada primariamente para fabricar partes de alta relación de longitud a anchura, tal como trancañiles de ala compuestos o largueros para aviones. Dado que la cinta descentrada puede ser aplicada a lo largo de la longitud de la parte, evita que se produzcan grandes cantidades de residuos prepreg triangulares saliendo cinta prepreg unidireccional fuera de los límites de la parte. Además del desperdicio de material, la salida del borde de la parte aumenta el tiempo de funcionamiento de la máquina.

En una primera versión de la invención, se facilita un aparato para producir un material prepreg compuesto descentrado de dos capas en forma de cinta incluyendo: un rollo de papel de refuerzo montado en un primer soporte de rollo; al menos una guía de papel adaptada para desenrollar el papel de refuerzo y enrollar el papel de refuerzo alrededor de un mandril cilíndrico soportado en al menos dos soportes de mandril; al menos dos ruedas de aplicación soportadas independientemente del mandril y diseñadas para girar coaxialmente alrededor del mandril en direcciones opuestas una a otra, donde dentro de cada rueda está montado un rollo de descarga de papel y al menos un rollo de suministro de prepreg compuesto que tiene material prepreg, donde el rollo de descarga de papel y el rollo de suministro de prepreg están en ejes respectivos que están descentrados con relación a un vector normal de una línea central del mandril, y además donde cada rueda está diseñada para colocar sincrónicamente a partir del rollo de suministro de prepreg una capa de cinta sobre el papel de refuerzo en una orientación en hélice alrededor del mandril; un componente de compactación para compactar y prensar el material prepreg sobre el papel de refuerzo para formar un tubo prepreg enrollado alrededor del mandril; un componente de corte para cortar el tubo prepreg; y un componente de apertura para abrir y colocar plano el tubo prepreg cortado para formar un material de salida prepreg compuesto descentrado de dos capas sustancialmente plano en forma de cinta formado del papel de refuerzo y el prepreg compuesto, donde la cinta se enrolla alrededor para formar un rollo de salida montado en un segundo soporte de rollo. En otra versión de la invención, se facilita un aparato como el expuesto anteriormente, a excepción de que el aparato forma un material prepreg compuesto descentrado de tres o más capas en forma de cinta, y tiene tres o más ruedas de aplicación con un rollo de suministro de prepreg por rueda.

En otra versión de la invención, se facilita un método para producir un material prepreg compuesto descentrado de dos capas en forma de cinta incluyendo los pasos de: desenrollar un rollo de papel de refuerzo montado en un primer soporte de rollo y enrollar el papel de refuerzo alrededor de un mandril cilíndrico soportado en al menos dos soportes de mandril; girar al menos dos ruedas de aplicación coaxialmente alrededor del mandril en direcciones opuestas una a otra, donde dentro de cada rueda está montado un rollo de descarga de papel y al menos un rollo de suministro de prepreg compuesto que tiene material prepreg, donde el rollo de descarga de papel y el rollo de suministro están en ejes respectivos que están descentrados con relación a un vector normal de una línea central del mandril, y además donde cada rueda coloca sincrónicamente a partir del rollo de suministro de prepreg una capa de cinta sobre el papel de refuerzo en una orientación en hélice alrededor del mandril; compactar y prensar con un componente de compactación el material prepreg sobre el papel de refuerzo para formar un tubo prepreg enrollado alrededor del mandril; cortar con un componente de corte el tubo prepreg; abrir y colocar plano con un componente de apertura el tubo prepreg cortado para formar un material prepreg compuesto descentrado de dos capas sustancialmente plano en forma de cinta formado del papel de refuerzo y el prepreg compuesto; y enrollar la cinta prepreg compuesta alrededor para formar un rollo de salida montado en un segundo soporte de rollo. En otra versión de la invención, se facilita un método como el expuesto anteriormente, a excepción de que el método forma un material prepreg compuesto descentrado de tres o más capas en forma de cinta, y tiene tres o más ruedas de aplicación con un rollo de suministro de prepreg por rueda.

## Breve descripción de los dibujos

Las anteriores y otras ventajas y características de la invención, y la manera en que se obtienen, serán más fácilmente evidentes después de la consideración de la descripción detallada siguiente de la invención tomada en unión con los dibujos acompañantes que ilustran realizaciones preferidas y ejemplares, pero que no se representan

necesariamente a escala, donde:

La figura 1 es una vista en perspectiva que ilustra el aparato para producir material prepreg compuesto descentrado según una realización de la invención.

La figura 2 es una vista en perspectiva que ilustra la porción de rueda del aparato de la invención que incorpora un componente de calentamiento.

La figura 3 es una ilustración de un ángulo de orientación de los rollos de suministro prepreg al eje del mandril para 5 grados positivos y 5 grados negativos.

La figura 4 es una ilustración del ángulo de orientación de los rollos de suministro prepreg al eje del mandril cuando una capa de 5 grados se coloca plana.

La figura 5 es una ilustración del ángulo de orientación de los rollos de suministro prepreg al eje del mandril cuando se coloca plana una capa de 65 grados.

Y la figura 6 es una ilustración de cuatro rollos de suministro prepreg dentro de una rueda de aplicación, aplicando una capa completa alrededor del mandril.

### Descripción detallada de la invención

La invención se describirá ahora más plenamente a continuación con referencia a los dibujos acompañantes, en los que se representan algunas, pero no todas las realizaciones de la invención. De hecho, esta invención puede ser realizada de varias formas diferentes y no se deberá interpretar limitada a las realizaciones aquí expuestas. Más bien, estas realizaciones se ofrecen de modo que esta descripción sea exhaustiva y completa y exponga plenamente el alcance de la invención a los expertos en la técnica. Los números análogos se refieren a elementos análogos en todos ellos.

Con referencia ahora a los dibujos, y en particular a la figura 1, se representa un aparato y sistema 10 para producir un material prepreg compuesto descentrado de dos capas en forma de cinta según una realización de la invención. La invención se dirige a un método y aparato para convertir rollos de prepreg compuesto de cero grados (la configuración del material de consumo) preferiblemente en rollos de material con dos capas de orientación de 5 grados positivos y negativos. Este producto resultante puede ser cargado en máquinas de colocación existentes, tales como una máquina de laminación de cinta compuesta convencional, y dispensado como si fuese material convencional de cero grados. La configuración de la máquina de conversión puede ser la misma tanto si es usada por un vendedor de materiales como por fabricantes de piezas. El término "prepreg" en el sentido en que se usa aquí es una versión abreviada del término "preimpregnado". El material prepreg es una combinación de esterilla, tejido, o material no tejido con resina típicamente curada. El prepreg estándar contiene más resina de la deseada en la pieza acabada, y la resina excedente se quita durante la curación. El prepreg de resina neto contiene el mismo contenido de resina que el deseado en la pieza acabada, y no se quita resina durante la curación. El prepreg conteniendo un agente químico espesante se denomina una esterilla-molde y los que tienen forma de lámina se denominan compuestos de moldeo de hoja.

La figura 1 ilustra el aparato 10 de la invención. El aparato incluye un rollo de papel de refuerzo 12 montado y soportado por un primer soporte de rollo 14. Preferiblemente, el papel de refuerzo es un material de papel con un recubrimiento no adherente que está dispuesto en un tubo o núcleo de cartón. El aparato 10 incluye además al menos una guía de papel 16 adaptada para desenrollar o desarrollar el papel de refuerzo 12 y enrollar el papel de refuerzo alrededor de un mandril cilíndrico 18 soportado en al menos dos soportes de mandril 20. El aparato 10 incluye además al menos dos ruedas de aplicación 22 soportadas independientemente del mandril 18 y diseñadas para girar coaxialmente alrededor del mandril, preferiblemente en direcciones opuestas una a otra. Cada rueda 22 es soportada y movida por un rodillo de accionamiento 24. Cada rueda 22 lleva un rollo de descarga de papel 26 y al menos un rollo de suministro de prepreg 28 que tiene material prepreg. El rollo de descarga de papel 26 está montado en el eje 30. El rollo de suministro de prepreg está montado en el eje 32. Los ejes 30, 32 están ligeramente inclinados con relación a un vector normal de una línea central de mandril. Las ruedas 22 giran en direcciones opuestas, colocando cada una de ellas una cinta prepreg en una orientación en hélice alrededor del mandril. Cada rueda 22 está diseñada para colocar sincrónicamente a partir del rollo de suministro de prepreg una capa de cinta orientada en hélice sobre el papel de refuerzo cuando se mueve a lo largo del mandril. La rotación de las ruedas está sincronizada, mecánicamente o electrónicamente, al movimiento lineal del papel de refuerzo cuando se mueve a lo largo del mandril. Esto asegura que cada capa de hélice proporcione 100% de cobertura del mandril. Cada rueda de aplicación puede incluir uno, dos, tres, cuatro o más rollos de suministro prepreg, dependiendo de las anchuras disponibles del material de suministro. En otra versión, se pueden usar tres o más ruedas de aplicación en el aparato para proporcionar un material prepreg compuesto descentrado o cinta prepreg de tres o más capas. En otra versión del aparato, se puede usar solamente una rueda de aplicación en el aparato para proporcionar un material prepreg compuesto o cinta prepreg de una sola capa. El aparato se puede construir solamente con una rueda de aplicación. Alternativamente, el aparato se puede construir con dos ruedas de aplicación y una de las ruedas se desengancha y

no se usa. Alternativamente, el aparato se puede construir con tres o más ruedas de aplicación. La anchura requerida de los rollos de suministro depende del ángulo de capa, donde un pequeño ángulo de capa con relación al eje requiere una cinta más ancha que una capa de ángulo mayor. La anchura de suministro requerida se puede obtener a partir de más de un rollo de suministro dentro de la rueda de aplicación. Preferiblemente, el material prepreg en el rollo de suministro tiene un grosor de aproximadamente 0-01778 cm (0,007 pulgadas) a aproximadamente 0,0216 cm (0,0085 pulgadas), y más preferiblemente, el material prepreg tiene un grosor de 0,0203 cm (0,008 pulgadas). Preferiblemente, el papel de refuerzo tiene una anchura de 60,96 cm (24 pulgadas) y un grosor de aproximadamente 0,0127 cm (0,005 pulgadas). Sin embargo, también se pueden usar otras anchuras adecuadas del papel de refuerzo. En todos los casos, el diámetro del mandril debe ser igual o menor que la anchura del papel de refuerzo dividida por pi (pi es igual a 3,14159265) para asegurar que el papel de refuerzo cubra completamente el mandril.

El aparato 10 incluye además un primer componente de compactación 34 para compactar y prensar el material prepreg sobre el papel de refuerzo 12 para formar un tubo prepreg 36 enrollado alrededor del mandril 18. El componente de compactación 34 tiene preferiblemente forma de rodillos de compactación orbitantes que están situados más hacia abajo de las ruedas de aplicación 22. Opcionalmente, se puede usar una fuente de calor radiante o de convección (no representada) para ablandar la cinta prepreg hacia arriba del componente de compactación para ayudar al proceso de compactación. El aparato incluye además un componente de corte 38 para cortar el tubo prepreg 36. Preferiblemente, el componente de corte 38 tiene forma de una rueda de corte que se usa para cortar el tubo prepreg 36 donde se juntan los bordes del papel de refuerzo. El aparato 10 incluye además un componente de apertura (no representado) para abrir y colocar plano el tubo prepreg cortado 36 para formar un producto o rollo de salida 40, que, cuando se desenrolla, es un material prepreg compuesto descentrado en dos capas sustancialmente plano, con papel de refuerzo. El tubo prepreg 36 se abre progresivamente a una hoja plana y se bobina o enrolla alrededor del rollo de salida 40 que está montado en un segundo soporte de rollo 42. Preferiblemente, el rollo de salida tiene una anchura de 60,96 cm (24 pulgadas) y un grosor de prepreg doble típico de 0,38 cm (0,15 pulgadas). Sin embargo, también se pueden usar otras anchuras adecuadas. Puede ser deseable incorporar otro componente de corte (no representado) justo antes del rollo de salida y usar múltiples rollos para enrollar el material de salida. Por ejemplo, la anchura de 60,96 cm (24 pulgadas) se puede cortar de manera que vaya a cuatro rollos de salida de 15,24 cm (6 pulgadas) de ancho. Tal proceso de corte y devanado se usa comúnmente en la industria, el aparato 10 puede incluir además un segundo componente de compactación 44 para compactar y prensar el material prepreg compuesto o cinta antes de que sea enrollada alrededor del rollo de salida. Además, se puede aplicar varios rodillos y fuentes de calor (no representados) para facilitar la transición de tubo prepreg a hoja plana.

La figura 2 es una vista en perspectiva que ilustra la rueda 22 del aparato de la invención que incorpora un componente de calentamiento 46. Preferiblemente, el componente de calentamiento es un calentador radiante, tal como una lámpara de cuarzo, que puede ser usado para calentar el rollo de suministro de prepreg con el fin de mejorar la adhesión de la resina. Preferiblemente, el componente de calentamiento se coloca junto al rollo de suministro de prepreg con el fin de calentar el rollo de suministro de prepreg para ablandarlo. Preferiblemente, la temperatura usada para calentar el rollo de suministro de prepreg es aproximadamente menos de 65,56°C (150 grados Fahrenheit), y más preferiblemente, la temperatura es de 32,22°C (90 grados Fahrenheit). Dependiendo de la extensión del mandril entre soportes de mandril, puede ser necesario un rodillo de soporte de mandril 48 para evitar el pandeo del mandril.

Dado que el rodillo 48 contactará el material prepreg, tiene una superficie no adherente, tal como un material plástico de fluorocarbono. Preferiblemente, el material prepreg compuesto descentrado de dos capas resultante incluye fibras de carbono unidireccionales en una matriz de resina no curada donde las fibras de carbono están orientadas en un ángulo de aproximadamente cinco grados positivos para una primera capa prepreg y cinco grados negativos para una segunda capa prepreg de un eje central del papel de refuerzo. Además, el compuesto resultante puede incluir un material prepreg compuesto descentrado de dos capas incluyendo fibras de carbono unidireccionales en una matriz de resina no curada, donde las fibras de carbono están orientadas en cualquier ángulo de aproximadamente 5 grados a aproximadamente 85 grados para una primera capa prepreg, y un ángulo negativo correspondiente de aproximadamente 5 grados a aproximadamente 85 grados para una segunda capa prepreg desde un eje central del papel de refuerzo. Más preferiblemente, las fibras de carbono están orientadas en un ángulo de menos de 30 grados para una primera capa prepreg, y un ángulo negativo correspondiente de menos de 30 grados para una segunda capa prepreg desde un eje central del papel de refuerzo.

La figura 3 es una ilustración de un ángulo de orientación 50 de los rollos de suministro prepreg al eje del mandril para 5 grados positivos y 5 grados negativos. Sin embargo, se pueden hacer otros varios ángulos, de 5 grados a 85 grados, con una preparación diferente de la máquina. El número de capas puede variar de una a seis o más, con realizaciones que tienen un número correspondiente de ruedas en serie.

La figura 4 es una ilustración del ángulo de orientación de los rollos de suministro prepreg al eje del mandril cuando se coloca plana una capa de 5 grados 52. Cada orientación de capa requiere una anchura diferente de los rollos de suministro prepreg. Un ángulo de capa poco profundo, tal como 5 grados, requiere un rollo de suministro de prepreg casi tan ancho como la anchura del rollo de salida, como se representa en la figura 4. Se representa una anchura de rollo de suministro 54, así como un mandril 18.

Un ángulo de capa grande, tal como 65 grados, requiere un rollo más estrecho de suministro de prepreg como se representa en la figura 5. La figura 5 es una ilustración del ángulo de orientación de los rollos de suministro prepreg al eje del mandril cuando se coloca plana una capa de 65 grados 56. También se representa la anchura de rollo de suministro 54. Si los rollos de suministro prepreg son relativamente anchos, se pueden usar dos o más rollos de suministro prepreg más estrechos en lugar de un solo rollo para obtener la anchura necesaria.

La figura 6 es una ilustración de cuatro rollos de suministro prepreg 28 dentro de una rueda de aplicación (no representada), aplicando una capa completa alrededor del mandril 18. El aparato de la invención puede incluir así cuatro ruedas de aplicación separadas.

En otra versión de la invención se facilita un aparato para producir un material prepreg compuesto descentrado en forma de cinta de tres o más capas. Este aparato incluye un rollo de papel de refuerzo montado en un primer soporte de rollo, y al menos una guía de papel adaptada para desenrollar el papel de refuerzo y enrollar el papel de refuerzo alrededor de un mandril cilíndrico soportado en al menos dos soportes de mandril. Este aparato incluye además una pluralidad de ruedas de aplicación en número igual al número de capas de material prepreg compuesto a formar, donde cada rueda de aplicación es soportada independientemente del mandril y está diseñada para girar alrededor del mandril. Dentro de cada rueda está montado un rollo de descarga de papel y un rollo de suministro de prepreg compuesto que tiene material prepreg, donde el rollo de descarga de papel y el rollo de suministro están en ejes respectivos que están descentrados con relación a un vector normal de una línea central del mandril. Además, cada rueda está diseñada para colocar a partir del rollo de suministro de prepreg una capa de cinta sobre el papel de refuerzo en una orientación en hélice alrededor del mandril. El aparato incluye además un componente de compactación para compactar y prensar el material prepreg sobre el papel de refuerzo para formar un tubo prepreg enrollado alrededor del mandril. El aparato incluye además un componente de corte para cortar el tubo prepreg. El aparato incluye además un componente de apertura para abrir y colocar plano el tubo prepreg cortado para formar un material prepreg compuesto descentrado en forma de cinta sustancialmente plano de tres o más capas formado del papel de refuerzo y el prepreg compuesto, donde la cinta se enrolla alrededor para formar un rollo de salida montado en un segundo soporte de rollo. El material prepreg compuesto descentrado de tres o más capas incluye fibras de carbono unidireccionales en una matriz de resina no curada, donde las fibras de carbono están orientadas en un ángulo de aproximadamente entre 5 grados y ochenta y cinco grados positivos para una primera capa prepreg y entre 5 grados y ochenta y cinco grados negativos para una segunda capa prepreg de un eje central del papel de refuerzo.

En otra versión de la invención se facilita un método para producir un material prepreg compuesto descentrado de dos capas en forma de rollo de salida o cinta. El método es similar a los métodos existentes que usan máquinas convencionales de laminación de cinta compuesta que tejen de forma continua un tubo de material que después se corta y enrolla como una cinta continua. La diferencia es que el método de la invención produce un producto no tejido con un ángulo de fibra mucho más agudo que el producido por el proceso de tejer. El método de la invención incluye los pasos de desenrollar primero un rollo de papel de refuerzo 12 montado en un primer soporte de rollo 14 y enrollar el papel de refuerzo alrededor de un mandril cilíndrico 18 soportado en al menos dos soportes de mandril 20. El método incluye además el paso de girar al menos dos ruedas de aplicación 22 coaxialmente alrededor del mandril en direcciones opuestas una a otra, donde dentro de cada rueda está montado un rollo de descarga de papel 26 y al menos un rollo de suministro de prepreg compuesto 28 que tiene material prepreg, donde el rollo de descarga de papel y el rollo de suministro están en ejes respectivos 30, 32 que están descentrados con relación a un vector normal de una línea central del mandril. Cada rueda coloca sincrónicamente a partir del rollo de suministro de prepreg una cinta prepreg en una orientación en hélice alrededor del mandril. Cada rueda de aplicación puede incluir uno, dos, tres, cuatro o más rollos de suministro prepreg dentro de la rueda. Como se ha explicado anteriormente, preferiblemente la cinta prepreg compuesta es de 6 pulgadas de ancho. Además, el método puede incluir una, dos, cuatro o más ruedas de aplicación. El método incluye además el paso de compactar y prensar con un primer componente de compactación 34 el rollo de suministro de prepreg sobre el papel de refuerzo para formar un tubo prepreg 36 enrollado alrededor del mandril. El método incluye además el paso de cortar el tubo prepreg con un componente de corte 38. El método incluye además el paso de abrir y colocar plano con un componente de apertura (no representado) el tubo prepreg cortado para formar un material prepreg compuesto descentrado de dos capas en forma de cinta sustancialmente plano formado del papel de refuerzo y el prepreg compuesto. El método incluye además el paso de enrollar la cinta prepreg compuesta alrededor para formar un producto o rollo de salida 40 montado en un segundo soporte de rollo 42. El método puede incluir además el paso, anterior al paso de compactación, de calentar con un primer componente de calentamiento el rollo de suministro de prepreg con el fin de ablandarlo. El método puede incluir además el paso, anterior al paso de corte, de calentar con un segundo componente de calentamiento el rollo de suministro de prepreg con el fin de ablandarlo. Preferiblemente, la temperatura usada para calentar el rollo de suministro de prepreg es aproximadamente menos de 65,56°C (150 grados Fahrenheit), y más preferiblemente, la temperatura es de 32,22°C (90 grados Fahrenheit). El método puede incluir además el paso, antes de enrollar la cinta prepreg compuesta, el paso de compactar y prensar el prepreg compuesto con un segundo componente de compactación 44.

Preferiblemente, el método de la invención da lugar a un material prepreg compuesto descentrado de dos capas incluyendo fibras de carbono unidireccionales en una matriz de resina, donde las fibras de carbono están orientadas

5 en un ángulo de aproximadamente cinco grados positivos para una primera capa prepreg y cinco grados negativos para una segunda capa prepreg de un eje central del papel de refuerzo. Además, el método de la invención puede dar lugar a un material prepreg compuesto descentrado de dos capas incluyendo fibras de carbono unidireccionales en una matriz de resina, donde las fibras de carbono están orientadas en un ángulo de aproximadamente menos de treinta grados positivos para una primera capa prepreg y menos de treinta grados negativos para una segunda capa prepreg de un eje central del papel de refuerzo. Además, el método de la invención puede dar lugar a un material prepreg compuesto descentrado de una capa incluyendo fibras de carbono unidireccionales en una matriz de resina cuando en el método se usa solamente un rollo de suministro de prepreg dentro de una rueda de aplicación. La tasa media de formación del producto de salida de material prepreg compuesto es aproximadamente 5080-12700 cm por minuto (2000-5000 pulgadas por minuto).

15 La invención proporciona un método y aparato que produce rollos de material con una sola capa de orientación de fibra no cero o un rollo con múltiples capas de cinta con múltiples orientaciones, tal como un producto con capas de 5 grados positivos, 5 grados negativos, 65 grados positivos, y 65 grados negativos, todos combinados en un rollo de material. Cada capa de dicho rollo tendría resistencia en múltiples direcciones. El método y aparato de la invención también puede producir rollos de material con una sola capa de material orientado a 5 grados positivos o negativos. El uso de dicha cinta de material prepreg compuesto descentrada es primariamente para fabricar piezas de alta relación de longitud a altura tales como travesaños de ala o largueros compuestos para avión.

20 Los expertos en la técnica que entiendan las ideas presentadas en las descripciones anteriores y los dibujos asociados pensarán en muchas modificaciones y otras realizaciones de la invención a la que pertenece esta invención. Por lo tanto, se ha de entender que la invención no se ha de limitar a las realizaciones específicas descritas, cuyas modificaciones y otras realizaciones se ha previsto que queden incluidas dentro del alcance de las reivindicaciones anexas. Aunque aquí se emplean términos específicos, se usan en un sentido genérico y descriptivo solamente y no a efectos de limitación.

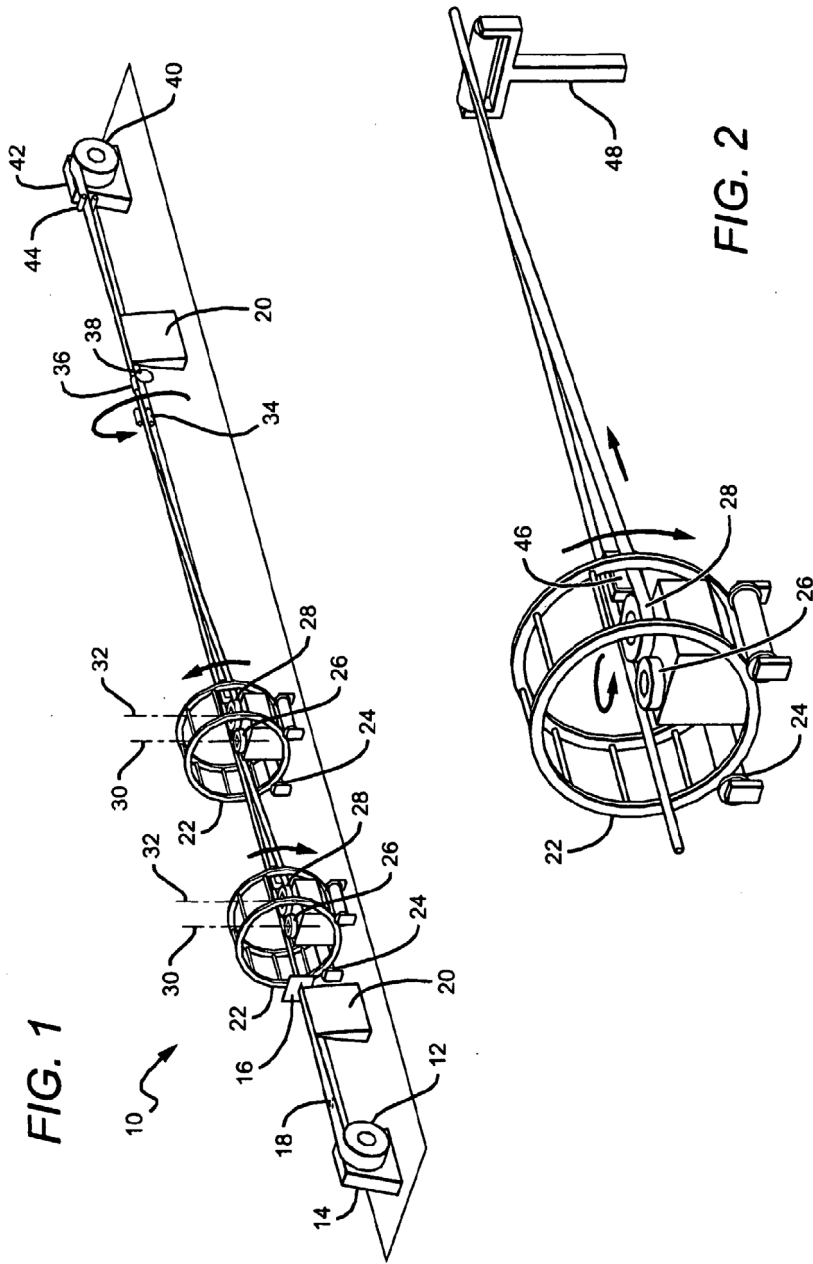
25

## REIVINDICACIONES

1. Un aparato (10) para producir un material prepreg compuesto descentrado de dos capas en forma de cinta incluyendo;
- 5 un rollo de papel de refuerzo (12) montado en un primer soporte de rollo (14);
- al menos una guía de papel (16) adaptada para desenrollar el papel de refuerzo (12) y enrollar el papel de refuerzo alrededor de un mandril cilíndrico (18) soportado en al menos dos soportes de mandril (20), enrollándose el papel de refuerzo (12) alrededor del mandril de manera longitudinal;
- 10 al menos dos ruedas de aplicación (22) soportadas independientemente del mandril y diseñadas para girar coaxialmente alrededor del mandril en direcciones opuestas una a otra, donde dentro de cada rueda (22) está montado un rollo de descarga de papel (26) y al menos un rollo de suministro de prepreg compuesto (28) que tiene material prepreg, donde el rollo de descarga de papel y el rollo de suministro de prepreg están en ejes respectivos
- 15 (30, 32) que están descentrados con relación a un vector normal de una línea central del mandril, y además donde cada rueda (22) está diseñada para poner sincrónicamente a partir del rollo de suministro de prepreg una capa de cinta sobre el papel de refuerzo en una orientación en hélice alrededor del mandril;
- un componente de compactación (34) configurado para compactar y prensar el material prepreg sobre el papel de refuerzo para formar un tubo prepreg (36) enrollado alrededor del mandril (18);
- 20 un componente de corte (38) configurado para cortar el tubo prepreg (36); y,
- un componente de apertura configurado para abrir y poner plano el tubo prepreg cortado para formar un material de salida prepreg compuesto descentrado de dos capas sustancialmente plano en forma de cinta, formándose la cinta a partir del papel de refuerzo y el prepreg compuesto, donde la cinta se enrolla alrededor para formar un rollo de salida (40) montado en un segundo soporte de rollo (42).
- 25
2. El aparato de la reivindicación 1 incluyendo además un componente de calentamiento adyacente al rollo de suministro de prepreg para calentar el rollo de suministro de prepreg (28) con el fin de ablandarlo.
- 30
3. El aparato de la reivindicación 1, donde el material prepreg compuesto descentrado en dos capas incluye fibras de carbono unidireccionales en una matriz de resina no curada, donde las fibras de carbono están orientadas en un ángulo de aproximadamente cinco grados positivos para una primera capa prepreg y cinco grados negativos para una segunda capa prepreg de un eje central del papel de refuerzo.
- 35
4. El aparato de la reivindicación 1, donde el material prepreg compuesto descentrado en dos capas incluye fibras de carbono unidireccionales en una matriz de resina no curada, donde las fibras de carbono están orientadas en un ángulo de aproximadamente menos de treinta grados positivos para una primera capa prepreg y menos de treinta grados negativos para una segunda capa prepreg de un eje central del papel de refuerzo.
- 40
5. El aparato de la reivindicación 1, donde el material prepreg compuesto descentrado en dos capas incluye fibras de carbono unidireccionales en una matriz de resina no curada, donde las fibras de carbono están orientadas en un ángulo de aproximadamente menos de ochenta y cinco grados positivos para una primera capa prepreg y menos de ochenta y cinco grados negativos para una segunda capa prepreg de un eje central del papel de refuerzo.
- 45
6. El aparato de la reivindicación 1, donde solamente se usa un rollo de suministro de prepreg dentro de una rueda de aplicación en el aparato.
7. El aparato de la reivindicación 1, donde cada rueda de aplicación incluye cuatro rollos de suministro prepreg (28).
- 50
8. El aparato de la reivindicación 1 donde el número de ruedas de aplicación es tres o más.
9. El aparato de la reivindicación 1, incluyendo además un segundo componente de compactación (44) configurado para compactar y prensar la cinta prepreg compuesta antes de que sea enrollada alrededor del rollo de salida (40).
- 55
10. Un método para producir un material prepreg compuesto descentrado de dos capas en forma de cinta incluyendo los pasos de:
- 60 desenrollar un rollo de papel de refuerzo (12) montado en un primer soporte de rollo (41) y enrollar el papel de refuerzo alrededor de un mandril cilíndrico (18) en forma longitudinal, el mandril soportado en al menos dos soportes de mandril (20);
- 65 girar al menos dos ruedas de aplicación (22) coaxialmente alrededor del mandril en direcciones opuestas una a otra, donde dentro de cada rueda está montado un rollo de descarga de papel (26) y al menos un rollo de suministro de



- 5 prepeg compuesto (28) que tiene material prepeg, donde el rollo de descarga de papel y el rollo de suministro están en ejes respectivos que están descentrados con relación a un vector normal de una línea central del mandril, y además donde cada rueda (22) pone sincrónicamente a partir del rollo de suministro de prepeg una capa de cinta sobre el papel de refuerzo en una orientación en hélice alrededor del mandril;
- 5 compactar y prensar con un componente de compactación el material prepeg sobre el papel de refuerzo (12) para formar un tubo prepeg (36) enrollado alrededor del mandril (18);
- 10 cortar con un componente de corte (38) el tubo prepeg;
- 10 abrir y colocar plano con un componente de apertura el tubo prepeg cortado para formar un material prepeg compuesto descentrado de dos capas en forma de cinta sustancialmente plano, formándose la cinta del papel de refuerzo y el prepeg compuesto; y
- 15 enrollar la cinta prepeg compuesta alrededor para formar un rollo de salida (40) montado en un segundo soporte de rollo (42).
- 20 11. El método de la reivindicación 10 incluyendo además el paso, anterior al paso de compactación, de calentar con un primer componente de calentamiento el rollo de suministro de prepeg con el fin de ablandarlo.
- 20 12. El método de la reivindicación 10 incluyendo además el paso, antes del paso de corte, de calentar con un segundo componente de calentamiento el rollo de suministro de prepeg con el fin de ablandarlo.
- 25 13. El método de la reivindicación 10 incluyendo además el paso, anterior al enrollamiento de la cinta prepeg compuesta, el paso de compactar y prensar el prepeg compuesto.
- 30 14. El método de la reivindicación 10, donde el material prepeg compuesto descentrado en dos capas incluye fibras de carbono unidireccionales en una matriz de resina no curada, donde las fibras de carbono están orientadas en un ángulo de aproximadamente cinco grados positivos para una primera capa prepeg y cinco grados negativos para una segunda capa prepeg de un eje central del papel de refuerzo.
- 35 15. El método de la reivindicación 10, donde el material prepeg compuesto descentrado en dos capas incluye fibras de carbono unidireccionales en una matriz de resina no curada, donde las fibras de carbono están orientadas en un ángulo de aproximadamente menos de treinta grados positivos para una primera capa prepeg y menos de treinta grados negativos para una segunda capa prepeg de un eje central del papel de refuerzo.



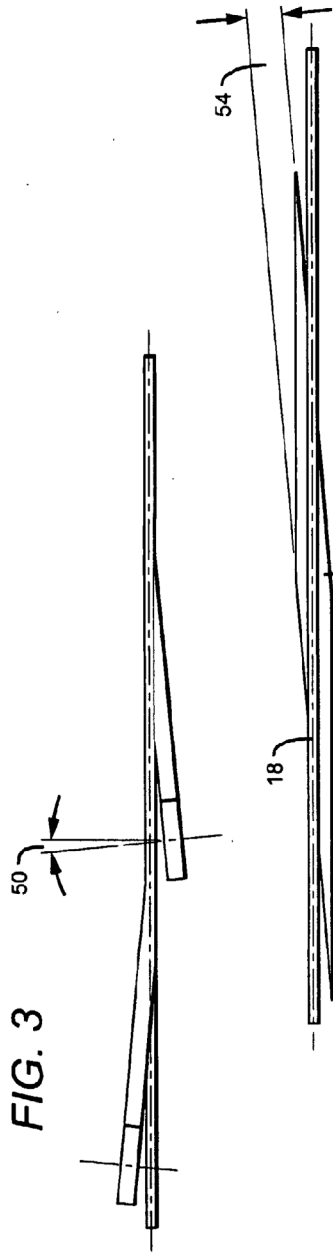


FIG. 4

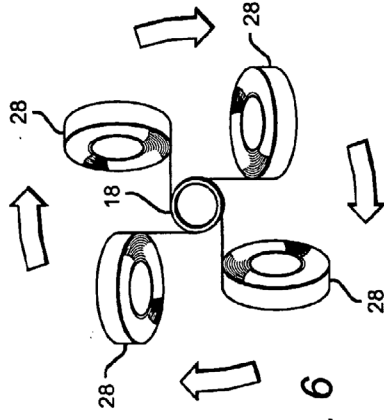


FIG. 6

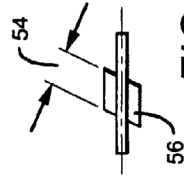


FIG. 5