



(19)



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 267 003**

(51) Int. Cl.:
B05D 1/08 (2006.01)
B32B 33/00 (2006.01)

(12)

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

(86) Número de solicitud europea: **04251624 .5**
(86) Fecha de presentación : **22.03.2004**
(87) Número de publicación de la solicitud: **1479452**
(87) Fecha de publicación de la solicitud: **24.11.2004**

(54) Título: **Método para recubrir estructuras de material compuesto con un recubrimiento termoplástico.**

(30) Prioridad: **23.05.2003 US 444784**

(45) Fecha de publicación de la mención BOPI:
01.03.2007

(45) Fecha de la publicación del folleto de la patente:
01.03.2007

(73) Titular/es: **NORTHROP GRUMMAN CORPORATION**
1840 Century Park East
Los Angeles, California 90067-2199, US

(72) Inventor/es: **DiMarzio, Don;**
Weizenecker, Charles;
Chu, Steve y
Anton, Dom

(74) Agente: **Arias Sanz, Juan**

ES 2 267 003 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 para recubrir estructuras de material compuesto con un recubrimiento termoplástico.

Campo técnico de la invención

Esta invención se refiere en general al campo de la construcción de materiales y, de forma más específica, a un procedimiento para recubrimiento termoplástico de estructuras de material compuesto.

Antecedentes de la invención

En muchas industrias son deseables estructuras de material compuesto para muchas aplicaciones. La industria aeroespacial, por ejemplo, usa de forma extensiva estructuras de material compuesto debido a que, entre otras propiedades deseables, los materiales compuestos tienen elevadas relaciones resistencia-a-peso. Debido al uso cada vez más creciente de estructuras de materiales compuestos en toda la industria, los fabricantes están buscando de forma continua modos mejores y más económicos de fabricación de estructuras de material compuesto.

Las estructuras de material compuesto aplicadas al exterior de barcos y aeronaves pueden experimentar degradación y daño significativo debido a su exposición a la erosión y ataque ambiental. A este respecto, tales estructuras son sometidas de forma constante a oxidación, humedad, incrustaciones, niebla salina, radiación UV, productos químicos, y altas y bajas temperaturas, entre otras cosas, que pueden provocar que tales estructuras experimenten degradación y daño significativos con el tiempo. En consecuencia tales componentes estructurales son reparados o sustituidos con frecuencia de forma constante para evitar la posibilidad de que un buque o aeronave determinado llegue a dañarse de forma permanente o sea destruido.

Para intentar evitar el daño provocado por la fatiga y exposición al ambiente en tales componentes de material compuesto, se han desarrollado una variedad de agentes de recubrimiento y procedimientos de aplicación del mismo a tales componentes para mejorar su durabilidad. La pulverización térmica es un procedimiento para aplicación de polímeros termoplásticos a una superficie. La pulverización térmica comprende la inserción de partículas a granel, de forma típica de un material tipo polímero, en una fuente de calor de alta energía que impulsa las partículas, en tanto se encuentran en un estado líquido o semi-sólido, sobre la superficie que se pretende proteger. Una vez que las partículas han sido impulsadas sobre la superficie que se pretende proteger, las partículas se fusionan en conjunto y forman un recubrimiento sobre la superficie.

Los termoplásticos de gran rendimiento ofrecen el potencial de un material barrera de mayor resistencia al desgaste y de menor permeabilidad en comparación con los recubrimientos convencionales. Los recubrimientos termoplásticos se han probado sobre una variedad de sustratos usando técnicas de pulverización térmica. Sin embargo, cuando un termoplástico de elevada temperatura de fusión y gran rendimiento, tal como polímero de cristal líquido (LCP) se pulveriza térmicamente sobre un material compuesto con resistencia a la temperatura moderada, puede tener lugar el desprendimiento gaseoso de humedad y compuestos volátiles del sustrato de material compuesto, lo que puede degradar la morfología estructural del recubrimiento. Una solución a este problema, descrita en la patente de Estados Unidos nº 6.174.405 concedida a Clarke y col., incluye la pulverización térmica de un

termoplástico tal como LCP sobre un molde de metal, denominado comúnmente una herramienta. En tanto el recubrimiento está aún sobre la herramienta, se aplica una hoja pre-impregnada o estrato húmedo del material compuesto directamente sobre la herramienta recubierta de termoplástico. El ensamblaje material compuesto/recubrimiento/herramienta se cura luego en estufa/autoclave, y, cuando se completa el curado, la estructura de material compuesto recubierto de termoplástico se retira de la herramienta.

Resumen de la invención

Se establece un aspecto de la invención en la reivindicación 1 de las reivindicaciones adjuntas.

Una ventaja técnica de ciertas realizaciones de la presente invención es que el calentamiento de la herramienta puede fundir más completamente y fusionarse las partículas en conjunto de termoplástico durante la deposición, dando lugar a un recubrimiento que puede ser de un espesor y morfología más uniforme y ser menos poroso y/o permeable. En realizaciones particulares, se puede reducir la aparición de termoplástico parcialmente no fundido o dañado por calor.

Otra ventaja técnica de ciertas realizaciones de la presente invención es una reducción en sobrecalentamiento local de la herramienta provocada por la pistola de pulverización térmica. Esta reducción puede dar lugar a evitar el daño o deformación de la herramienta durante la deposición de termoplástico. Tal reducción puede conservar la integridad de cualquier recubrimiento para liberación aplicado en la herramienta, aumentando la facilidad con la que el material compuesto recubierto con termoplástico se retira de la herramienta después de la etapa de curado.

Otras ventajas técnicas son fácilmente evidentes para un experto en la técnica a partir de las siguientes figuras, descripciones y reivindicaciones.

Breve descripción de los dibujos

Para un entendimiento más completo de la invención y para características y ventajas adicionales, se hace referencia ahora a la siguiente descripción, tomada junto con los dibujos adjuntos, en los que:

Las Figuras 1A - 1D son diagramas de bloques que ilustran un procedimiento para el recubrimiento termoplástico de una estructura de material compuesto de acuerdo con una realización de la presente invención; y

La Figura 2 es un diagrama de flujo que ilustra un procedimiento para el recubrimiento termoplástico de una estructura de material compuesto de acuerdo con una realización de la presente invención.

Descripción detallada de la invención

Las Figuras 1A a 1D son diagramas de bloques que ilustran un procedimiento para el recubrimiento termoplástico de una estructura de material compuesto de acuerdo con una realización de la presente invención. La Figura 1A ilustra la deposición de un termoplástico 9 sobre una superficie de trabajo 11 de una herramienta 10 de acuerdo con una realización de la presente invención. La herramienta 10 refleja la forma deseada de la superficie exterior de la estructura de material compuesto final y puede estar formada a partir de un material metálico tal como aluminio o acero. En una realización determinada la herramienta 10 se recubre con Frekote™, Teflon™, u otro recubrimiento de liberación adecuada antes de la deposición del termoplástico 9. Se entenderá que la herramienta 10 puede estar formada por otros materiales adecua-

dos, tales como cerámica. En la realización ilustrada, la herramienta 10 se calienta antes de la deposición de termoplástico mediante calentadores internos montados dentro de la herramienta 10 accionados por electricidad u otros procedimientos 12 adecuados para llevar la herramienta 10 hasta una temperatura suficiente para contribuir al procedimiento de fusión del termoplástico y recubrimiento. Se entenderá que la herramienta 10 se puede calentar por otros procedimientos adecuados, tal como calentadores no internos acoplados con o próximos a la herramienta 10, cubriendo la herramienta 10 con mantas calefactoras antes de depositar la capa termoplástica, o haciendo pasar fluidos calentados a través de la herramienta 10.

Un termoplástico es un polímero que se endurece y ablanda de forma reversible cuando su temperatura alterna en torno a su temperatura de fusión o de transición vítrea. En una realización particular el termoplástico 9 puede tener una temperatura de fusión mayor de 300°C, y el calentamiento de la herramienta 10 da lugar a una diferencia de temperatura inferior a aproximadamente 200°C entre la temperatura de la herramienta calentada 10 y la temperatura del termoplástico pulverizado. Algunos termoplásticos de gran rendimiento, tales como polímeros de cristal líquido (LCP), descritos con mayor detalle a continuación, presentan una temperatura de fusión de aproximadamente 288°C. Las enseñanzas de la invención reconocen un intervalo particularmente ventajoso de temperatura de la herramienta para deposición en LCP de aproximadamente 177 a 204°C. Sin embargo, se pueden usar otros intervalos de temperatura de la herramienta 10 y del termoplástico 9 sin desviarse del alcance de la presente invención.

En una realización particular, la superficie de trabajo 11 de la herramienta 10 se calienta hasta una temperatura sustancialmente uniforme. De este modo se puede aumentar adicionalmente la uniformidad del cubrimiento de termoplástico 9. "Temperatura sustancialmente uniforme" significa una diferencia de temperatura inferior a aproximadamente 21°C entre cualquiera de dos puntos sobre la superficie de trabajo. Se pueden usar uno o más termopares y/o pirómetros por infrarrojos para seguir la temperatura y variaciones de temperatura de la superficie de trabajo 11.

En la realización ilustrada el termoplástico se deposita usando una pistola de pulverización térmica 8. En una realización particular de la presente invención un termoplástico 9 depositado sobre la herramienta 10 puede comprender un polímero de cristal líquido (LCP). El LCP se caracteriza por un punto de fusión elevado respecto a otros termoplásticos usados habitualmente, del orden de aproximadamente 288°C. LCP puede comprender co-poliésteres, co-poliésteramidas, o poliésteres de monómeros múltiples completamente aromáticos. Entre los productos de LCP representativos actualmente disponibles para uso en la práctica de la presente invención se incluyen XYDAR-RT-300, XYDAR-SRT-700 y XYDARSRT-900, producidos por Amoco; VECTRA A950, VECTRA L950 y VECTRA E950L, producidos por Hoechst Celanese, y Zenite 100, Zenite 600, Zenite 700 y Zenite 800, fabricados por Dupont.

En la realización ilustrada, la deposición del termoplástico se hace mediante una pistola de pulverización térmica 8; sin embargo, la pistola de pulverización térmica 8 puede comprender un Teradyne 2000

que presenta una boquilla de tipo GP fijada a la misma, de otra pistola de pulverización térmica adecuada tal como una pistola de pulverización por combustión. La pistola de pulverización térmica puede sostener un arco eléctrico estable, no transferido entre un cátodo de tungsteno toriado y un ánodo de cobre enfriado con agua anular. Se puede introducir un gas, tal como argón u otro gas inerte, complementado por una pequeña porción de un gas de mejora de la entalpía, tal como hidrógeno, en el fondo del interior de la pistola tal que el gas se arremolina en un vértice y fuera del extremo frontal de la boquilla del ánodo. El arco eléctrico desde el cátodo al ánodo completa el circuito, formando así una llama que rota axialmente debido al momento de vértice del gas. La temperatura de la llama justo fuera de la salida de la boquilla es suficientemente alta para fundir el termoplástico. La temperatura de la llama cae rápidamente desde la salida del ánodo y, por tanto, provoca que el termoplástico, que está típicamente en forma de polvo y otra forma de partículas sólidas, se introduzca en la parte más cálida de la llama generada por la pulverización térmica. La pulverización térmica se puede realizar con un pulverizador manual o mediante un procedimiento automatizado (por ejemplo, robótico).

La Figura 1B ilustra una capa de termoplástico 14 depositada como se describió anteriormente sobre la herramienta 10. Mediante calentamiento de la superficie de trabajo 11 de la herramienta 10, el diferencial de temperatura entre la herramienta y el termoplástico térmicamente pulverizado se reduce y las partículas de termoplástico pueden fundir más completamente y fusionar conjuntamente durante la pulverización térmica, dando lugar a un recubrimiento que puede ser de un espesor y morfología más uniformes y ser menos poroso y/o permeable que con procedimientos anteriores. En realizaciones particulares se puede reducir la aparición de termoplástico parcialmente no fundido o dañado por calor.

Además, se puede reducir el sobrecalentamiento local de la herramienta desde la pistola de pulverización térmica, dando lugar a evitar el daño o deformación de la herramienta durante la deposición de termoplástico. Tal reducción puede conservar la integridad de cualquier recubrimiento para liberación aplicado a la herramienta, aumentando la facilidad con la que el material compuesto recubierto con termoplástico se retira de la herramienta tras la etapa de curado (descrito anteriormente).

En una realización particular, la capa 14 puede tener un espesor de aproximadamente 0,0127 cm (0,005 pulgadas). Sin embargo, el espesor de la capa 14 puede variar de forma adecuada de acuerdo con varias realizaciones de la presente invención.

Como se ilustra en la Figura 1C, una capa 16 del material compuesto se aplica como una hoja pre-impregnada, estrato húmedo u otro procedimiento adecuado sobre la capa de termoplástico 14. El material compuesto puede comprender polímeros reforzados con fibra u otros materiales adecuados. El ensamblaje material compuesto/recubrimiento/herramienta se cura luego en horno/autoclave usando condiciones de procedimiento convencionales. Cuando el curado se completa, la estructura de material compuesto recubierta con termoplástico se puede retirar de la herramienta 10.

Como se ilustra en la figura 1D, la capa 16 del material compuesto y la capa de termoplástico 14 se

retiran de la herramienta 10. La capa de termoplástico 14 puede formar luego una superficie exterior protectora de la capa de material compuesto 16, y la capa de material compuesto 16 junto con la capa de termoplástico 14 puede adherirse luego de forma adecuada a la superficie exterior de un buque o aeronave o usarse adecuadamente para otro fin. En realizaciones particulares, se puede aplicar un adhesivo (no mostrado explícitamente) sobre la capa de termoplástico 14 antes de aplicar la capa 16 del material compuesto. El adhesivo puede aumentar una unión entre la capa de termoplástico 14 y el material compuesto, con lo que, en realizaciones particulares, aumentando la resistencia de la estructura que comprende las capas 14 y 16 y aumentando además la facilidad con la que el material compuesto cubierto con termoplástico y curado se puede retirar de la herramienta 10.

La Figura 2 es un diagrama de flujo que ilustra un procedimiento para el recubrimiento termoplástico de una estructura de material compuesto de acuerdo con una realización de la presente invención. Comenzando con la etapa 100, se aplica un agente de liberación tal como TeflonTM a la superficie de trabajo

11 de la herramienta 10. En la etapa 102 se calienta la herramienta 10. En una realización particular en la que el termoplástico que se va a depositar sobre la herramienta 10 comprende LPC, la herramienta 10 se puede calentar hasta una temperatura de aproximadamente 190°C.

Prosiguiendo con la etapa 104, el LCP u otro termoplástico adecuado se pulveriza térmicamente para depositar una capa de termoplástico 14 sobre la herramienta calentada 10. En la etapa 106, se aplica una capa 16 de material compuesto sobre la capa de termoplástico 14. La capa de termoplástico 14 y la capa de material compuesto 16 se curan luego en la etapa 108. Finalmente, en la etapa 110, la capa de termoplástico 14 y la capa de material compuesto 16 se retiran de la herramienta 10, dando lugar a una estructura de material compuesto recubierta con termoplástico.

Aunque se describen una realización de la invención y sus ventajas con detalle, un experto en la técnica podría hacer distintas alteraciones, adiciones, y omisiones sin apartarse del espíritu y alcance de la presente invención que se define en las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento para el recubrimiento termoplástico de estructuras de material compuesto, que comprende:

calentamiento de una herramienta (10), en el que el calentamiento de la herramienta (10) comprende el calentamiento de la herramienta (10) hasta una primera temperatura;

calentamiento de un termoplástico (9) hasta una segunda temperatura para pulverización térmica del termoplástico (9), donde la segunda temperatura es mayor que la primera temperatura en menos de aproximadamente 100°C;

deposición de una capa de termoplástico (14) sobre la herramienta calentada (10) mediante pulverización térmica [(a)] del termoplástico (9) sobre la herramienta calentada (10);

aplicación de una capa de material compuesto (16) sobre la capa de termoplástico (14); y

curado de la capa de termoplástico (14) y la capa de material compuesto (16).

2. El procedimiento de la reivindicación 1, que comprende además la retirada de la capa de termoplástico (14) y de la capa de material compuesto (16) de la herramienta (10).

3. El procedimiento de cualquier reivindicación precedente, en el que el termoplástico (9) comprende un polímero de cristal líquido.

4. El procedimiento de cualquier reivindicación precedente, que comprende además la aplicación de un agente de liberación sobre la herramienta (10) antes de la pulverización térmica del termoplástico (9).

5. El procedimiento de cualquier reivindicación precedente, que comprende además la aplicación de un adhesivo sobre la capa de termoplástico (14) antes de aplicar la capa de material compuesto (16).

6. El procedimiento de cualquier reivindicación

precedente, en el que el calentamiento de la herramienta (10) comprende la aplicación de una manta calefactora sobre la herramienta (10).

7. El procedimiento de cualquier reivindicación precedente, en el que el calentamiento de la herramienta (10) comprende el acoplamiento de un elemento de calentamiento a la herramienta (10).

8. El procedimiento de cualquier reivindicación precedente, en el que la herramienta (10) comprende un elemento de calentamiento interno, y el calentamiento comprende enviar energía al elemento de calentamiento interno.

9. El procedimiento de cualquier reivindicación precedente, en el que la pulverización térmica de un termoplástico (9) comprende la pulverización térmica de un termoplástico (9) que tiene una temperatura de fusión de aproximadamente 288°C.

10. El procedimiento de la reivindicación 3 o cualquier reivindicación dependiente directa o indirectamente de la reivindicación 3, en el que el calentamiento de la herramienta (10) comprende el calentamiento de la herramienta (10) a una temperatura entre aproximadamente 177°C y aproximadamente 205°C.

11. El procedimiento de cualquier reivindicación precedente, en el que el calentamiento de la herramienta (10) comprende el calentamiento de una superficie de trabajo (11) de la herramienta (10) a una temperatura sustancialmente uniforme.

12. El procedimiento de cualquier reivindicación precedente, en el que el calentamiento de la herramienta (10) comprende el calentamiento de la herramienta (10) a una temperatura superior a aproximadamente 177°C.

13. El procedimiento de cualquier reivindicación precedente, en el que el calentamiento de la herramienta (10) comprende el calentamiento de la herramienta (10) hasta una temperatura de aproximadamente 190°C.

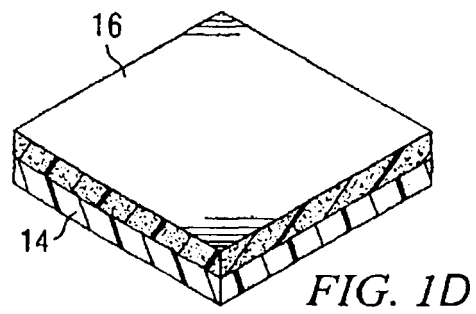
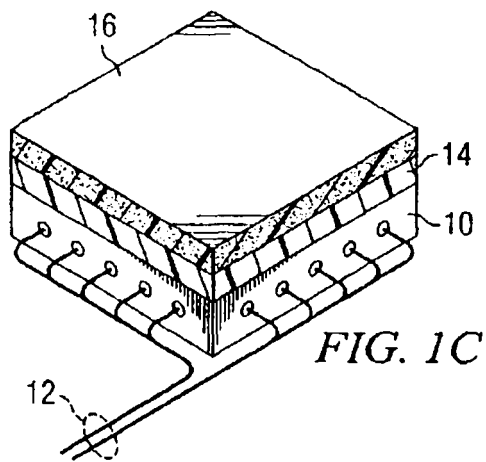
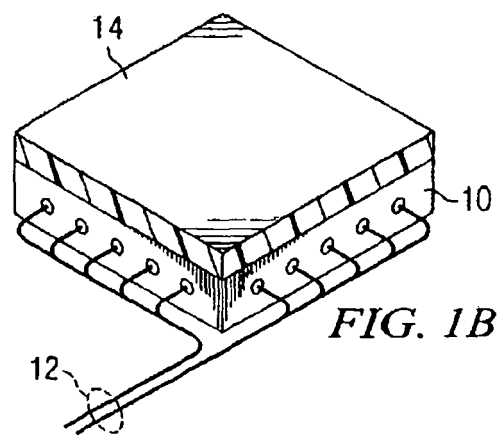
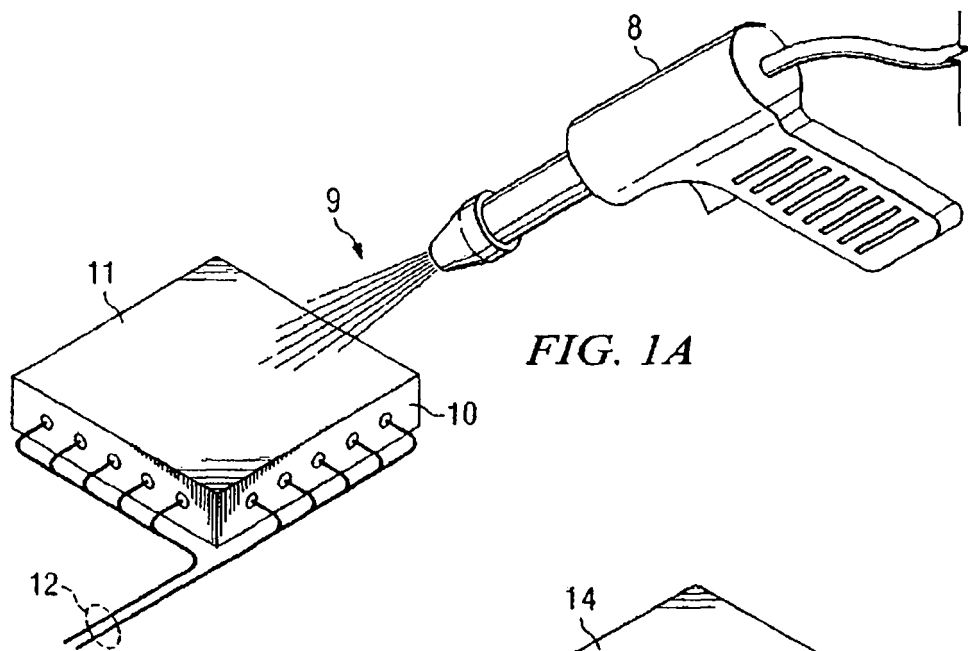


FIG. 2

