

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 457 499**

51 Int. Cl.:

C08L 63/00 (2006.01)

C09D 1/00 (2006.01)

C08J 5/24 (2006.01)

C08K 5/544 (2006.01)

B05D 3/04 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **29.06.2012 E 12174496 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **12.03.2014 EP 2540774**

54 Título: **Estructura de material compuesto con un recubrimiento inorgánico adherido a la misma y método para preparar la misma**

30 Prioridad:

01.07.2011 US 201161503881 P
15.03.2012 US 201213421428

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
28.04.2014

73 Titular/es:

THE BOEING COMPANY (100.0%)
100 North Riverside Plaza
Chicago, IL 60606-2016, US

72 Inventor/es:

CORDARO, JAMES FRANK

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 457 499 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

Estructura de material compuesto con un recubrimiento inorgánico adherido a la misma y método para preparar la misma

5

CAMPO

La presente descripción se refiere en general a estructuras de material compuesto que tienen recubrimientos inorgánicos de control térmico y en particular a métodos para preparar estructuras de material compuesto con un recubrimiento térmico inorgánico.

10

ANTECEDENTES

En estos últimos años, ha habido un creciente deseo de usar materiales compuestos en diversas estructuras. Estos materiales compuestos son en general de peso ligero y, por lo tanto, proporcionan una oportunidad para diseñar estructuras más ligeras que pueden ser útiles en vehículos con un mayor alcance, eficacia del combustible mejorada o una mayor carga útil, dependiendo del criterio de diseño.

15

Los materiales compuestos incluyen en general carga de refuerzo encapsulada en una resina. El material de carga puede ser fibras, materiales en forma de partículas, telas de tejido o puede estar presente en cualquier otra conformación y forma apropiada. El material de carga puede variar y puede incluir por ejemplo fibra de carbono, grafito, fibra de vidrio y otros materiales apropiados. Las resinas pueden incluir, por ejemplo, la familia de resinas termoplásticas o termoestables tales como resinas epoxídicas, fenólicas y otras resinas de ingeniería adecuadas.

20

Dichos materiales compuestos pueden tener, en general, capacidades limitadas para controlar la exposición térmica. Por ejemplo, una nave espacial, tal como satélites y nave de espacio profundo, se exponen a una amplia variedad de condiciones térmicas durante el servicio. Un lado frente al sol se calienta por absorción de radiación solar directa, mientras un lado frente al vacío del espacio se enfría por emisión de radiación térmica. Si la temperatura de la estructura o carga útil llega a estar demasiado caliente o demasiado fría, puede tener lugar deformación estructural dando como resultado una capacidad reducida del sistema. Además, las cargas útiles tales como sistemas electrónicos, baterías y otros sistemas críticos pueden experimentar menor eficacia, no funcionamiento, duraciones de la vida más cortas o fallos. El control térmico de la nave espacial es, por lo tanto, importante. Se han desarrollado diversas técnicas para reducir las variaciones de temperatura en elementos estructurales externos tales como antenas y botafuegos y para mantener el interior de la nave espacial a una temperatura adecuada para equipo sensible, cargas útiles y ocupación por seres humanos.

25

30

35

En una propuesta de control térmico, la superficie externa de la nave espacial se cubre con un material de recubrimiento térmico inorgánico. El recubrimiento está diseñado para absorber muy poca radiación solar, sin embargo irradia de manera eficaz energía térmica en el espectro infrarrojo, predisponiendo así la temperatura total de la estructura del satélite sobre el que se dispone a temperaturas más frías. El recubrimiento es sustancialmente estable a la radiación y entorno gaseoso de baja presión encontrado en el espacio sin perder sus propiedades térmicas por decoloración, oscurecimiento o degradación de otro modo con el tiempo en el duro entorno de la órbita terrestre baja a alta. Para algunas aplicaciones, el recubrimiento también debe ser suficientemente conductor de manera eléctrica para disipar la carga electrostática sobre la superficie de la nave espacial.

40

45

En general, los materiales de recubrimiento inorgánicos presentan deficiente adhesión a materiales compuestos y se han limitado, por lo tanto, a ser aplicados a sustratos de aluminio. De acuerdo con esto, existe una necesidad de desarrollar materiales compuestos mejorados y métodos para preparar los mismos en que el material compuesto presente un recubrimiento inorgánico adherido a un sustrato termoplástico o termoestable.

BREVE SUMARIO

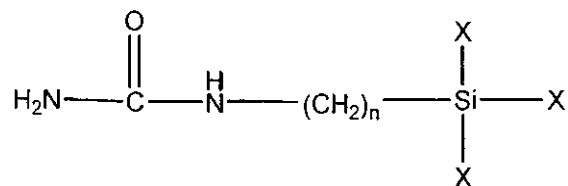
La presente descripción se refiere a una estructura de material compuesto y método asociado para preparar un sustrato de material compuesto que pueda aplicarse a uno o más de los problemas mencionados. Según un aspecto de la presente invención se proporciona, una estructura de material compuesto que comprende un recubrimiento inorgánico que se adhiere a un sustrato con base epoxídica mediante un agente activador de la adhesión que comprende una molécula con un resto urea en un extremo de la molécula y un resto alcóxisilano en el otro extremo de la molécula. El uso de agente activador de la adhesión con un resto urea y un resto alcóxisilano activa la adhesión firme del recubrimiento inorgánico al sustrato.

55

Ventajosamente, el agente activador de la adhesión puede tener la siguiente estructura como se muestra en la fórmula (I) a continuación:

60

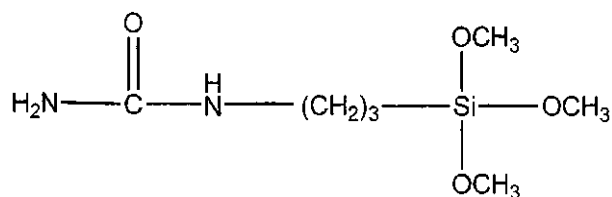
(I)



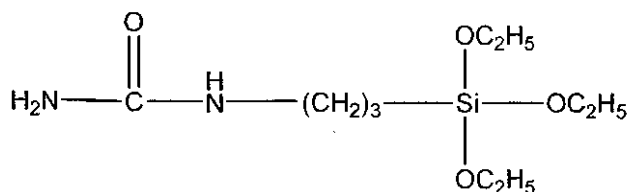
en la que X es un grupo alcoxi que tiene de 1 a 3 átomos de carbono y n es un número de 1 a 5.

- 5 En algunos ejemplos, el agente activador de la adhesión presenta una estructura seleccionada de las fórmulas (II) (1-[3-(trimetoxisilil)propil]urea) y (III) (1-[3-(triethoxisilil)propil]urea) a continuación:

(II)



(III)



10

Además, el agente activador de la adhesión puede estar presente como en las fórmulas (II) y (III), anteriormente, o cualquier combinación en la que X sea un metoxi o etoxi. Por ejemplo, en algunos ejemplos, el agente activador de la adhesión puede comprender una molécula "mixta" que tenga restos tanto metoxi como etoxi.

15

Ventajosamente, la capa de recubrimiento inorgánico puede comprender una resina a base de silicato de potasio.

Ventajosamente, el sustrato puede comprender fibras de vidrio impregnadas con una resina de base epoxídica. Alternativamente, el sustrato puede comprender fibras de carbono impregnadas con una resina de base epoxídica.

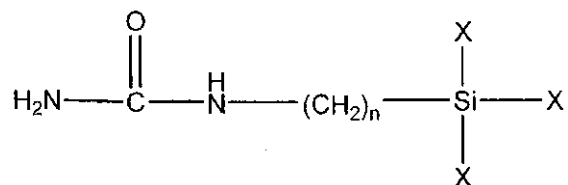
20

Alternativamente, el sustrato puede comprender una matriz de base epoxídica. Alternativamente, el sustrato de base epoxídica puede comprender un material no de base epoxídica que esté recubierto con un material de base epoxídica. La capa de recubrimiento inorgánico comprende un material básico con un pH mayor que 7.

25

Según un aspecto más de la presente invención se proporciona, un método para preparar una estructura de material compuesto que comprende: aplicar una disolución que contiene un agente activador de la adhesión a una superficie sobre un sustrato de base epoxídica, donde el agente activador de la adhesión puede presentar la siguiente fórmula:

(I)



30

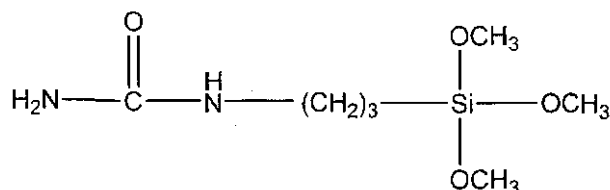
en la que X es un grupo alcoxi que tiene de 1 a 3 átomos de carbono y n es un número de 1 a 5; secar la disolución para formar una capa que contenga el agente activador de la adhesión; aplicar un recubrimiento inorgánico sobre la capa del agente activador de la adhesión y curar el recubrimiento inorgánico para proporcionar un sustrato de material compuesto en que la capa de recubrimiento inorgánico se adhiera de manera firme al sustrato.

35

Ventajosamente, la disolución que contiene el agente activador de la adhesión comprende alcohol isopropílico.

Ventajosamente, el agente activador de la adhesión comprende una molécula que tiene la siguiente fórmula:

(II)



5 Ventajosamente, la etapa de humidificación de la superficie del sustrato de base epoxídica previamente a la etapa de aplicar el agente activador de la adhesión.

10 Ventajosamente, la etapa de aplicar un recubrimiento inorgánico sobre la capa del agente activador de la adhesión comprende aplicar una primera capa de recubrimiento inorgánico como un revestimiento nebulizado. Preferiblemente, la etapa de aplicar una segunda capa de recubrimiento inorgánico, en la que la segunda capa del recubrimiento inorgánico se aplica después de al menos 5 minutos después de la aplicación de la primera capa del recubrimiento inorgánico.

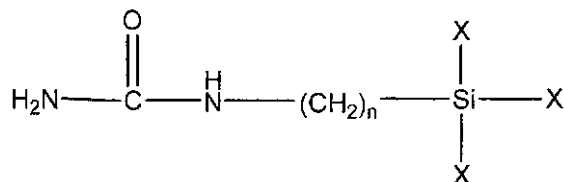
15 Ventajosamente, el recubrimiento inorgánico presenta un pH mayor que 7. Alternativamente, el recubrimiento inorgánico presenta un pH de aproximadamente 11 o mayor.

20 Ventajosamente, el agente activador de la adhesión se aplica al sustrato frotando el agente activador de la adhesión sobre la superficie del sustrato.

25 Ventajosamente, el recubrimiento inorgánico comprende una resina a base de silicato de potasio.

Según un aspecto más de la presente invención se proporciona, un material compuesto de hormigón que comprende una matriz de hormigón, un miembro estructural dispuesto en la matriz de hormigón, comprendiendo el miembro estructural un sustrato que se recubre con una resina de base epoxídica y un agente activador de la adhesión que adhiere la matriz de hormigón a la resina de base epoxídica, en el que el agente activador de la adhesión presenta la siguiente fórmula:

(I)



30 en la que X es un grupo alcoxi que tiene de 1 a 3 átomos de carbono y n es un número de 1 a 5.

Ventajosamente, el miembro estructural está en la forma de una armadura.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS DIVERSAS VISTAS DEL DIBUJO O LOS DIBUJOS

35 Habiéndose descrito así la descripción en términos generales, ahora se hará referencia a los dibujos adjuntos, que no están necesariamente dibujados a escala, y en los que:

La FIGURA 1 es una vista transversal de una primera estructura de material compuesto según la presente descripción;

40 la FIGURA 2 es una vista transversal de una segunda estructura de material compuesto según la presente descripción;

la FIGURA 2 es un diagrama de bloque para un método para preparar un sustrato con una capa de recubrimiento inorgánico adherida al mismo.

DESCRIPCIÓN DETALLADA

45 La presente descripción se describirá ahora más completamente de ahora en adelante con referencia a los dibujos adjuntos. Los números semejantes se refieren a elementos semejantes por toda la descripción.

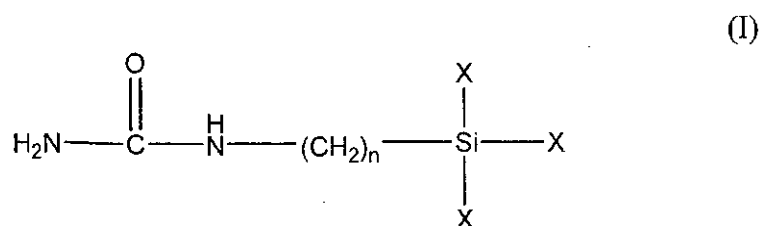
50 Los ejemplos de la presente descripción se dirigen a materiales compuestos con un recubrimiento inorgánico unido a los mismos y métodos para preparar los mismos. Con referencia a la FIGURA 1, se ilustra una estructura de material compuesto según una realización de la descripción y se designa claramente por el número 10 de referencia. La estructura 10 de material compuesto comprende un recubrimiento 14 inorgánico que se adhiere a un sustrato 12 a

base de resina epoxídica. Una capa 16 que comprende un agente activador de la adhesión se dispone entre el recubrimiento 14 inorgánico y el sustrato 12. El agente activador de la adhesión comprende una molécula orgánica con un resto urea en un extremo de la molécula y un resto alcoxisilano en el otro extremo de la molécula. El autor de la presente descripción ha encontrado que el uso de un agente activador de la adhesión con un resto urea y un resto alcoxisilano activa la adherencia firme del recubrimiento inorgánico al sustrato.

La FIGURA 2 ilustra una realización de la descripción en que el sustrato de la estructura de material compuesto puede comprender cualquier material. En esta realización, la estructura 20 de material compuesto comprende un recubrimiento 14 inorgánico que se adhiere a un sustrato 22. Una capa 16 que comprende un agente activador de la adhesión se dispone entre el recubrimiento 14 inorgánico y una capa 24 de resina de base epoxídica que recubre el sustrato 22. En una realización, la capa de resina de base epoxídica puede comprender una pintura o recubrimiento similar que se haya aplicado a la superficie del sustrato 22.

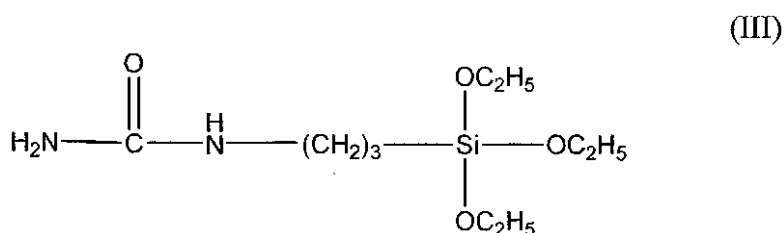
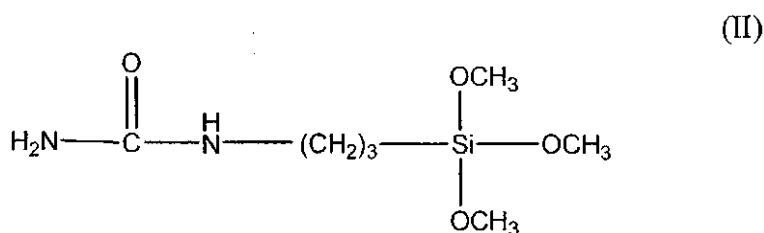
El recubrimiento inorgánico se puede caracterizar como que se adhiere firmemente al sustrato. La resistencia a la adhesión se puede ensayar según el Método A de ASTM D 3359. Una cinta con resistencia mínima al despegue 73 kg por m (60 onzas por pulgada) (cuando se ensaya por el Método A de ASTM D 3359), se pone sobre la marca de puntuación X por el Método A de D 3359, se presiona y se arranca después de golpe. La cantidad de material arrancada con la cinta se compara con un patrón para evaluar la adhesión. En estos ensayos, los recubrimientos inorgánicos ensayados mostraron muy poca eliminación si había y se clasificaron como Clase 5 del Método A de ASTM D 3359; es decir, menos del 5% del recubrimiento inorgánico está presente en la cinta arrancada y más típicamente menos del 1%. En una realización, sustancialmente no está presente recubrimiento inorgánico en la cinta arrancada.

Como se discutió brevemente anteriormente, el agente activador de la adhesión comprende una molécula orgánica con un resto urea (por ej., H₂N-(CO)-) en un extremo de la molécula y un resto alcoxisilano en el otro extremo de la molécula. En una realización, el agente activador de la adhesión comprende una molécula con un resto silano con una pluralidad de grupos alcoxi en un extremo y un resto urea en el otro extremo. Los agentes activadores de la adhesión adecuados según realizaciones de la presente descripción pueden tener la siguiente estructura como se muestra en la fórmula (I) a continuación:



en la que X es un grupo alcoxi que tiene de 1 a 3 átomos de carbono y n es un número de 1 a 5.

En una realización, el agente activador de la adhesión presenta una estructura seleccionada de las fórmulas (II) (1-[3-(trimetoxisilil)propil]urea) y (III) (1-[3-(triethoxisilil)propil]urea) a continuación:

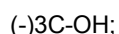


En algunas realizaciones, el agente activador de la adhesión puede estar presente como en las fórmulas (II) y (III),

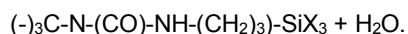
anteriormente, o cualquier combinación en la que X sea un metoxi o etoxi. Por ejemplo, en algunas realizaciones, el agente activador de la adhesión puede comprender una molécula "mixta" con restos tanto metoxi como etoxi. En más realizaciones, el agente activador de la adhesión puede incluir compuestos con un resto silano y más de un resto de tipo urea (por ej., $\text{H}_2\text{N}(\text{CO})$). Por ejemplo, en algunas realizaciones el agente activador de la adhesión puede incluir un resto con dos o más grupos funcionales de tipo urea. Además, el agente activador de la adhesión puede incluir compuestos en que el grupo alquilo esté unido a dos o más restos de tipo urea.

Aunque no se desea estar limitador por la teoría, se cree que los agentes activadores de la adhesión de las fórmulas (I)-(III) son útiles en particular en la unión de recubrimientos inorgánicos que contienen silicato a materiales y sustratos de base epoxídica (referidos colectivamente en la presente memoria como simplemente el sustrato). En algunas realizaciones, se teoriza que los restos alcoxi forman uniones directamente a silicatos en el recubrimiento inorgánico y los restos urea forman uniones a agua quimisorbida en el sustrato de base epoxídica. En particular, se ha observado que puede ser deseable catalizar el agente activador de la adhesión con una base (por ej., pH 7+ a 14) para activar la unión entre el agente activador de la adhesión y el sustrato de base epoxídica. Por ejemplo, se teoriza que la unión del sustrato de base epoxídica al recubrimiento inorgánico puede tener lugar según el siguiente mecanismo:

(1) una matriz de resina epoxídica que tiene agua quimisorbida (-OH) sobre o cerca de la superficie:



(2) un agente activador de la adhesión (por ej., $\text{H}_2\text{N}(\text{CO})\text{-NH}(\text{CH}_2)_3\text{-SiX}_3$ con grupos alcoxi en un extremo y un resto urea ($\text{H}_2\text{N}(\text{CO})$ -) en el otro extremo es aplicado a la superficie de la matriz de resina epoxídica;
 (3) en la presencia de una base química (por ej. OH^-), el resto urea reacciona con el agua quimisorbida en la matriz de resina epoxídica para formar una unión carbono-nitrógeno "C-N" a la superficie de la resina de base epoxídica:



Obsérvese que en el mecanismo ya descrito, también tiene lugar la reacción entre el agente activador de la adhesión y el recubrimiento inorgánico, pero se ha omitido por simplicidad.

Además, el autor también ha descubierto que esa reacción ya descrita entre el sustrato de base epoxídica y el agente activador de la adhesión se puede mejorar en algunas realizaciones por exposición del sustrato/material a agua o entornos húmedos previamente a aplicar el agente activador de la adhesión al sustrato.

Como se discutió previamente, se ha observado que catalizar el agente activador de la adhesión con una base ayuda a activar la unión entre el agente activador de la adhesión y el sustrato de base epoxídica. Ventajosamente, el propio recubrimiento inorgánico puede servir como el catalizador que inicie la unión entre el agente activador de la adhesión y el sustrato de base epoxídica. En general, el recubrimiento inorgánico es material de base con un pH de aproximadamente 11 o mayor. En la aplicación del recubrimiento inorgánico al agente activador de la adhesión, el recubrimiento inorgánico cataliza la reacción de unión química para formar de ese modo una estructura de material compuesto que comprende un recubrimiento inorgánico que se adhiere a un sustrato de base epoxídica mediante el agente activador de la adhesión.

Ventajosamente, los agentes activadores de la adhesión se pueden usar para unir el recubrimiento inorgánico al sustrato en ausencia de tratamiento de la superficie del sustrato con un ácido o base, tal como tratamiento con ácido fluorhídrico, ácido fosfórico, hidróxido de sodio, hidróxido de litio y similares.

Además, también se ha demostrado que la adhesión del recubrimiento térmico inorgánico al sustrato se puede proporcionar en ausencia de rugosidad superficial del sustrato. Como tales, se pueden proporcionar estructuras de material compuesto según la descripción en que no es necesario tratamiento de abrasión adicional del sustrato para adhesión. De hecho, se ha observado que la abrasión del sustrato / material de base epoxídica puede ser en realidad perjudicial para el procedimiento de unión. Aunque no se desea estar limitados por la teoría, se cree que la abrasión (por ejemplo, lijamiento) puede retirar una capa de superficie y exponer los componentes subyacentes del sustrato, tales como un grafito o fibras de carbono, por ejemplo y como resultado, reducir la superficie del sustrato / material de base epoxídica que está disponible para unión. Además, la abrasión también puede dar como resultado la eliminación de una porción de la capa superficial hidratada del sustrato / material de base epoxídica, que daría como resultado disminuir la cantidad de agua quimisorbida que está disponible para unión con el agente activador de la adhesión.

Como se discutió anteriormente, se cree que la presencia de agua quimisorbida en el sustrato/material de base epoxídica mejora la unión entre el agente activador de la adhesión y el sustrato/material de base epoxídica. En algunas realizaciones, puede ser deseable por lo tanto "humidificar" primero la superficie del sustrato/material de base epoxídica previamente a aplicar el agente activador de la adhesión. En algunas realizaciones, la superficie del

sustrato/material de base epoxídica se puede humidificar por exposición de la superficie a agua, nebulizado, una atmósfera húmeda y similares.

5 La selección del recubrimiento inorgánico puede depender del uso deseado de la estructura de material compuesto. Se debería reconocer que se puede usar una amplia variedad de diferentes recubrimientos inorgánicos en diversas realizaciones de la descripción. Por ejemplo, el recubrimiento inorgánico puede incluir uno o más constituyentes metálicos, óxidos metálicos, constituyentes a base de sílice y combinaciones de los mismos. En una realización, el recubrimiento inorgánico es a base de sílice, tal como silicato de potasio, silicatos de sodio y mezclas de los mismos.

10 En algunas realizaciones, el recubrimiento inorgánico se selecciona a fin de que presente un pH mayor que 7. Por ejemplo, en una realización, el recubrimiento inorgánico comprende un pigmento inorgánico (por ejemplo, óxido de metal) dispersado en un aglutinante inorgánico (por ejemplo, silicato de potasio). El silicato de potasio como una disolución en agua es un material básico con un pH que es típicamente mayor o igual a aproximadamente 11. En dicha realización, el recubrimiento inorgánico presenta un pH que puede catalizar la reacción entre el agente activador de la adhesión y el sustrato/material de base epoxídica.

15 En algunas realizaciones, puede ser posible usar recubrimientos inorgánicos con un pH que sea neutro o ácido. En dicha realización, puede ser deseable tratar primero la capa aplicada de agente activador de la adhesión con un material básico, tal como una sustancia alcalina, para catalizar la unión del agente activador de la adhesión al sustrato. Por ejemplo, el agente activador de la adhesión se puede catalizar por soplado de vapor de amoníaco sobre la capa aplicada del agente activador de la adhesión.

20 Los recubrimientos inorgánicos adecuados que se pueden usar en una o más realizaciones de la descripción se describen con mayor detalle en las Patentes de EE.UU. Nos. 5.820.669, 6.099.637, 6.478.259, 6.576.290 y 7.718.227, el contenido de las cuales se incorpora por este medio por referencia.

25 El sustrato/material de base epoxídica puede ser seleccionado de una amplia variedad de sustratos/materiales de base epoxídica. Por ejemplo, el sustrato puede comprender un material compuesto de matriz epoxídica de fibra de carbono; material compuesto de matriz epoxídica de fibra de vidrio; una capa de revestimiento clara epoxídica aplicada a un sustrato (por ejemplo, sustratos termoplásticos, termoestables u otros a base de materiales); pinturas que contienen epoxi, tales como pinturas cargadas de metal con una matriz de resina epoxídica y similares.

30 En una realización, la descripción se refiere a una estructura de material compuesto para uso en una nave espacial. En particular, los sustratos 12, 22 pueden ser cualquier componente de una nave espacial, tal como, por ejemplo, un componente hinchable (por ejemplo, un panel, entramado o disposición), una protección solar (tal como para disposiciones desplegadas, reflectores o reflectores reconfigurables) o un medio térmico. El recubrimiento 14 inorgánico comprende un material inorgánico que se dispone en una superficie exterior del material compuesto. En realizaciones para uso en una nave espacial, el material inorgánico puede presentar una absorptancia (α) de la radiación de menor que aproximadamente 0,2 y una emisividad o emisividades (ϵ) de al menos aproximadamente 0,6 y más típicamente al menos aproximadamente 0,7. Como resultado, el recubrimiento 14 inorgánico es un absorbedor relativamente deficiente de radiación solar, sin embargo irradia energía térmica de manera eficaz en el espectro infrarrojo, desviando así la temperatura total del sustrato 14 hacia temperaturas más frías.

35 En una realización, el agente activador de la adhesión se puede aplicar al sustrato vía frotado. Por ejemplo, el agente activador de la adhesión puede ser dispersado en un disolvente portador adecuado y frotado después sobre la superficie de sustrato usando una tela o toallita adecuada. Los disolventes adecuados pueden incluir metanol, etanol, alcohol isopropílico anhidro y similares. En general, el agente activador está presente en el disolvente portador en un porcentaje en peso que está entre 1 y 10% en peso, basado en el peso total del disolvente cargado y en particular, de aproximadamente 2 a 8% en peso y más en particular a aproximadamente 5% en peso. Otros métodos que se pueden usar para aplicar el agente activador de la adhesión al sustrato/material de base epoxídica pueden incluir técnicas convencionales, tales como, pulverización, barnizado con pincel, recubrimiento con raqueta y similares, aunque no necesariamente con resultados equivalentes.

40 En algunas realizaciones, el recubrimiento inorgánico se aplica como múltiples capas sobre la superficie de la capa del agente activador de la adhesión. En una realización, el recubrimiento inorgánico se aplica primero a la capa del agente activador de la adhesión como un "revestimiento nebulizado" (también conocido como un "revestimiento de niebla") en que el recubrimiento inorgánico se aplica inicialmente como un recubrimiento muy fino. Aplicar un revestimiento nebulizado inicial puede 1) ayudar a catalizar la reacción de unión entre el agente activador de la adhesión y el sustrato, como se discutió anteriormente y 2) puede ayudar a reducir el corrimiento o avance lento del recubrimiento inorgánico cuando se aplican capas adicionales. En general, el revestimiento nebulizado inicial se aplica a la capa del agente activador de la adhesión y se deja endurecer durante aproximadamente 5 a 15 minutos previamente a aplicación de una segunda capa del recubrimiento inorgánico.

45 Un espesor útil del agente activador de la adhesión puede ser de aproximadamente 0,5 micrómetros o mayor. En una realización, el espesor del agente activador de la adhesión puede ser mayor que cualquiera de los siguientes:

0,5 micrómetros, 0,6 micrómetros, 0,7 micrómetros, 0,8 micrómetros, 0,9 micrómetros, 1,0 micrómetros, 1,1 micrómetros, 1,2 micrómetros, 1,3 micrómetros, 1,4 micrómetros, 1,5 micrómetros, 1,6 micrómetros, 1,7 micrómetros, 1,8 micrómetros, 1,9 micrómetros, 2,0 micrómetros, 2,1 micrómetros, 2,2 micrómetros, 2,3 micrómetros, 2,4 micrómetros, 2,5 micrómetros, 2,6 micrómetros, 2,7 micrómetros, 2,8 micrómetros, 2,9 micrómetros y 3,0 micrómetros. En otras realizaciones, el espesor del agente activador de la adhesión puede ser menor que cualquiera de los siguientes: 3,5 micrómetros, 3,4 micrómetros, 3,3 micrómetros, 3,2 micrómetros, 3,1 micrómetros, 3,0 micrómetros, 2,9 micrómetros, 2,8 micrómetros, 2,7 micrómetros, 2,6 micrómetros, 2,5 micrómetros, 2,4 micrómetros, 2,3 micrómetros, 2,2 micrómetros, 2,1 micrómetros, 1,9 micrómetros, 1,8 micrómetros, 1,7 micrómetros, 1,6 micrómetros, 1,5 micrómetros, 1,4 micrómetros, 1,3 micrómetros, 1,2 micrómetros, 1,1 micrómetros y 1,0 micrómetros.

Después de que se aplica el agente activador de la adhesión al sustrato se deja secar. El secado puede tener lugar a temperatura ambiente y en condiciones de humedad ambiental normales. Una vez seco, se aplica el recubrimiento inorgánico sobre la capa del agente activador de la adhesión. El recubrimiento inorgánico se puede aplicar usando una variedad de métodos incluyendo barnizado con pincel, pulverización, recubrimiento por extrusión, estrado y similares. El recubrimiento inorgánico después se deja secar y curar para formar un sustrato de material compuesto en que el recubrimiento inorgánico se adhiere de manera firme al sustrato.

Después de secar y/o curar, la capa de recubrimiento inorgánico puede ser de aproximadamente $2,5 \times 10^{-3}$ cm (0,001 pulgadas) a aproximadamente $2,5 \times 10^{-2}$ cm (0,010 pulgadas) de espesor y en particular, la capa de recubrimiento inorgánico puede ser de aproximadamente $2,5 \times 10^{-3}$ (0,001) a aproximadamente $1 \times 8 \times 10^{-2}$ cm (0,007 pulgadas).

El recubrimiento inorgánico puede ser aplicado como un solo revestimiento o como múltiples revestimientos que se secan entre revestimientos. El espesor total de un solo revestimiento o el espesor total de múltiples revestimientos es como se explicó anteriormente. Incluso en el caso de que se apliquen múltiples revestimientos, el recubrimiento inorgánico es aún un recubrimiento de "una sola capa", debido a que su composición es sustancialmente homogénea por todos los revestimientos y entre los revestimientos.

La estructura de material compuesto con un recubrimiento inorgánico se puede usar en cualquier aplicación de control térmico. En una realización particular, se usa un miembro estructural de una nave espacial, tal como un satélite de telecomunicaciones.

La FIGURA 3 ilustra un ejemplo de una realización de un procedimiento 100 para aplicar un recubrimiento inorgánico sobre un sustrato de base orgánica. En la etapa 110 del procedimiento, se proporciona un sustrato de base epoxídica. En la etapa 120, la superficie del sustrato se prepara para recibir el agente activador de la adhesión sobre ella. Esto puede implicar la eliminación de suciedad suelta, lavando con un detergente suave para desengrasar u otros procedimientos de limpieza. En general, el procedimiento de limpieza particular empleado puede depender de la composición química del sustrato. Después de la preparación de la superficie, la superficie se humidifica en la etapa 130. La superficie humidificada del sustrato se recubre después con una capa del agente activador de la adhesión mediante frotado para un espesor deseado, en el procedimiento 140. La capa del agente activador de la adhesión se seca, típicamente a temperatura y humedad ambiente, en el procedimiento 150. Durante la etapa de secado, se evapora el líquido portador para dejar una capa del agente activador de la adhesión. La capa resultante del agente activador de la adhesión puede tener un aspecto y tacto oleoso, de tipo película. En la etapa 160 del procedimiento, se aplica una capa delgada del recubrimiento inorgánico como un revestimiento nebulizado sobre el sustrato que recubre la capa de agente activador de la adhesión a un espesor deseado. El revestimiento nebulizado así aplicado de la capa de recubrimiento inorgánico se deja después que catalice la reacción de unión durante una cantidad de tiempo deseada en la etapa 170 del procedimiento. Un segundo recubrimiento de la capa de recubrimiento inorgánico se aplica después sobre el revestimiento nebulizado en la etapa 180. La capa de recubrimiento inorgánico se seca después y se cura para formar un recubrimiento adherente de manera firme en la superficie del sustrato en la etapa 190 del procedimiento. Después de que se ha aplicado un recubrimiento de espesor deseado, se puede inspeccionar la superficie del sustrato recubierto por cualquiera de una variedad de técnicas en la etapa 200 del procedimiento. Las técnicas de inspección pueden ensayar espesor del recubrimiento, porosidad, resistencia a la unión, rugosidad superficial, dureza, etc.

Además de los usos ejemplares descritos anteriormente, la presente descripción también se puede usar en aplicaciones de hormigón estructurales. Por ejemplo, un recubrimiento de material compuesto según la presente descripción se podía usar para adherir de manera firme miembros estructurales recubiertos, tales como armadura, pernos, tornillos y similares, a estructuras de hormigón. En estas realizaciones, los miembros estructurales se recubrirían primero con una resina de base epoxídica. Previamente a que se incorpore en una estructura de hormigón, se aplicaría un recubrimiento del agente activador de la adhesión al miembro estructural recubierto de epoxi. Después, el miembro estructural recubierto se añadiría a una estructura de hormigón húmeda. Como el hormigón húmedo es alcalino, se espera que el hormigón húmedo catalice la reacción entre el recubrimiento epoxídico y el agente activador de la adhesión para formar una firme adhesión entre el hormigón y el miembro estructural.

EJEMPLOS

Ejemplo 1:

5 Un sustrato que comprende un material compuesto de matriz epoxídica de fibra de vidrio se seleccionó para ensayo como un sustrato. El sustrato se limpió usando una técnica de limpieza apropiada. El sustrato se enjuagó después con agua seguido por enjuague con agua desionizada. Se aplicó una disolución que contenía 5% en peso de 1-[3-(trimetoxisilil)-propil]urea en 2-propanol de grado reactivo a la superficie del sustrato para formar una capa delgada de la disolución sobre el sustrato. La disolución se dejó secar después a temperatura y humedad ambiente. La superficie del sustrato con una capa de la 1-[3-(trimetoxisilil)-propil]urea se recubrió después con un recubrimiento inorgánico que comprendía un silicato de potasio. El recubrimiento inorgánico se dejó después secar y curar.

10 El recubrimiento inorgánico resultante se adhirió firmemente a la superficie del sustrato. El sustrato recubierto se sometió a ensayo de despegue en que no se detectó ningún recubrimiento inorgánico en la cinta arrancada.

15 Ejemplo comparativo 1:

Se preparó un sustrato y se recubrió con un recubrimiento inorgánico como se describe en el Ejemplo 1 anterior, con la excepción de que no se recubrió el sustrato con un agente activador de la adhesión. Después del curado del recubrimiento inorgánico, se sometió el sustrato al ensayo de despegue. Una porción significativa del recubrimiento estuvo presente en el ensayo de arrancado.

20 El procedimiento descrito en el Ejemplo 1, también se repitió con diversos tratamientos de superficie incluyendo lijamiento / raspado de la superficie y tratamientos químicos, tales como tratamiento con sustancias básicas y ácidas previamente a aplicar el agente activador de la adhesión o el recubrimiento inorgánico. Los resultados del ensayo mostraron que la adhesión del recubrimiento inorgánico al sustrato era independiente de tanto mecánico (por ej., lijamiento/raspado) como químico (por ej., tratamiento con sustancias ácidas/básicas).

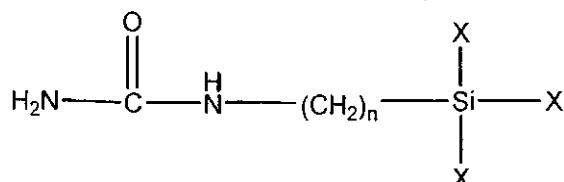
25 Muchas modificaciones y otras realizaciones de la descripción explicadas en la presente memoria le vendrán a la mente a un experto en la materia para lo que se refiere que estas descripciones tienen el beneficio de las explicaciones presentadas en las descripciones anteriores y los dibujos asociados. Por lo tanto, se tiene que comprender que la descripción no se tiene que limitar a las realizaciones específicas desveladas y que las modificaciones y otras realizaciones están destinadas a estar incluidas dentro del alcance de las reivindicaciones adjuntas. Aunque se emplean términos específicos en la presente memoria, se usan en un sentido genérico y descriptivo solamente y no para fines de limitación.

35

REIVINDICACIONES

1. Una estructura de material compuesto que comprende:

- 5 un sustrato de base epoxídica;
una capa de recubrimiento inorgánico dispuesta sobre una superficie del sustrato y
un agente activador de la adhesión que adhiere la capa de recubrimiento inorgánico al sustrato de base epoxídica, teniendo el agente activador de la adhesión la siguiente fórmula:

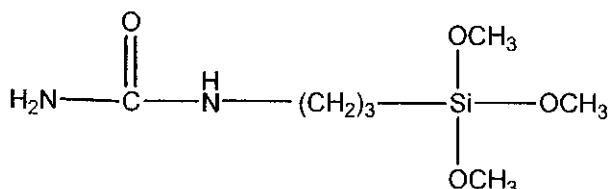


(I)

10

en la que X es un grupo alcoxi que tiene de 1 a 3 átomos de carbono y n es un número de 1 a 5.

- 15 2. La estructura de material compuesto según la reivindicación 1, en la que el agente activador de la adhesión comprende una molécula que tiene la siguiente fórmula:



(II)

- 20 3. La estructura de material compuesto según la reivindicación 1 ó 2, en la que la capa de recubrimiento inorgánico comprende una resina a base de silicato de potasio.

4. La estructura de material compuesto según cualquiera de las reivindicaciones 1-3, en la que el sustrato comprende fibras de vidrio impregnadas con una resina de base epoxídica.

- 25 5. La estructura de material compuesto según cualquiera de las reivindicaciones 1-3, en la que el sustrato comprende fibras de carbono impregnadas con una resina de base epoxídica.

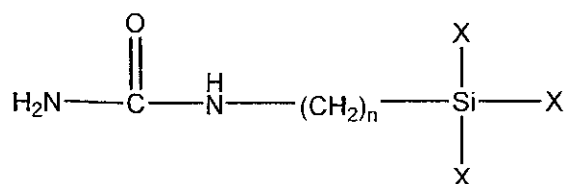
6. La estructura de material compuesto según cualquiera de las reivindicaciones 1-3, en la que el sustrato comprende una matriz de base epoxídica.

- 30 7. La estructura de material compuesto según cualquiera de las reivindicaciones 1-6, en la que el sustrato de base epoxídica comprende un material no de base epoxídica que está recubierto con un material de base epoxídica.

- 35 8. La estructura de material compuesto según cualquiera de las reivindicaciones 1-7, en la que la capa de recubrimiento inorgánico comprende un material básico con un pH mayor que 7.

9. Un método para preparar una estructura de material compuesto que comprende aplicar una disolución que contiene un agente activador de la adhesión a una superficie sobre un sustrato de base epoxídica, teniendo el agente activador de la adhesión la siguiente fórmula:

40



(I)

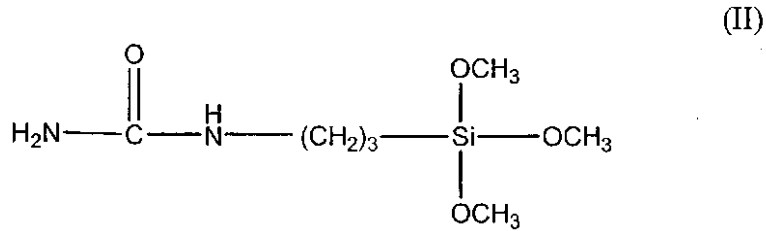
en la que X es un grupo alcoxi que tiene de 1 a 3 átomos de carbono y n es un número de 1 a 5;
secar la disolución para formar una capa que contiene el agente activador de la adhesión;

aplicar un recubrimiento inorgánico sobre la capa del agente activador de la adhesión y curar el recubrimiento inorgánico para proporcionar un sustrato de material compuesto en que la capa de recubrimiento inorgánico se adhiere de manera firme al sustrato.

5 10. El método según la reivindicación 9, en el que la disolución que contiene el agente activador de la adhesión comprende alcohol isopropílico.

11. El método según la reivindicación 9 ó 10, en el que el agente activador de la adhesión comprende una molécula con la siguiente fórmula:

10



12. El método según la reivindicación 9, que comprende además la etapa de humidificar la superficie del sustrato de base epoxídica previamente a la etapa de aplicar el agente activador de la adhesión.

15

13. El método según la reivindicación 9, en el que la etapa de aplicar un recubrimiento inorgánico sobre la capa del agente activador de la adhesión comprende aplicar una primera capa de recubrimiento inorgánico como un revestimiento nebulizado.

20 14. El método según la reivindicación 13, que comprende además la etapa de aplicar una segunda capa de recubrimiento inorgánico, en el que la segunda capa del recubrimiento inorgánico se aplica después de al menos 5 minutos después de la aplicación de la primera capa del recubrimiento inorgánico.

25 15. El método según la reivindicación 9, en el que el recubrimiento inorgánico presenta un pH mayor que 7.

16. El método según la reivindicación 9, en el que el agente activador de la adhesión se aplica al sustrato frotando el agente activador de la adhesión sobre la superficie del sustrato.

30 17. El método según cualquiera de las reivindicaciones 9-16, en el que el recubrimiento inorgánico comprende una resina a base de silicato de potasio.

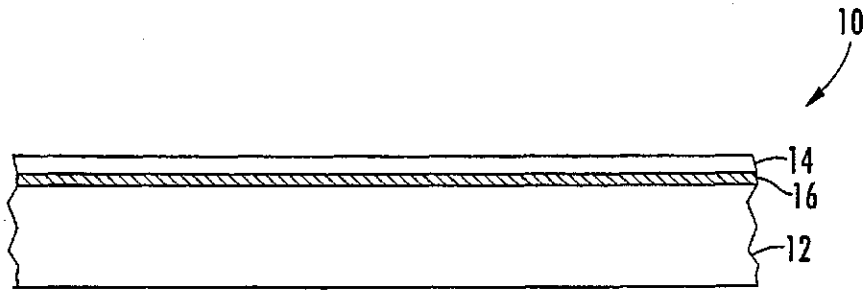


FIG. 1

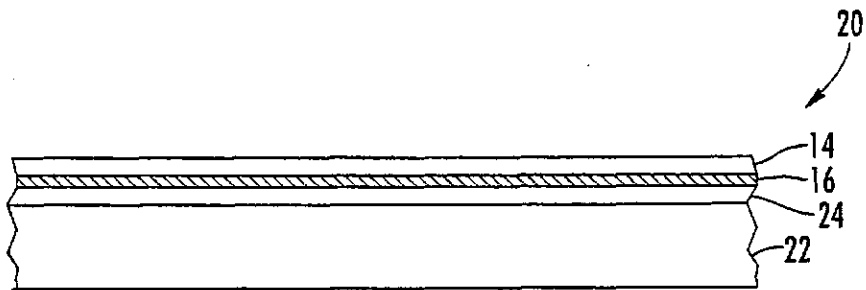


FIG. 2

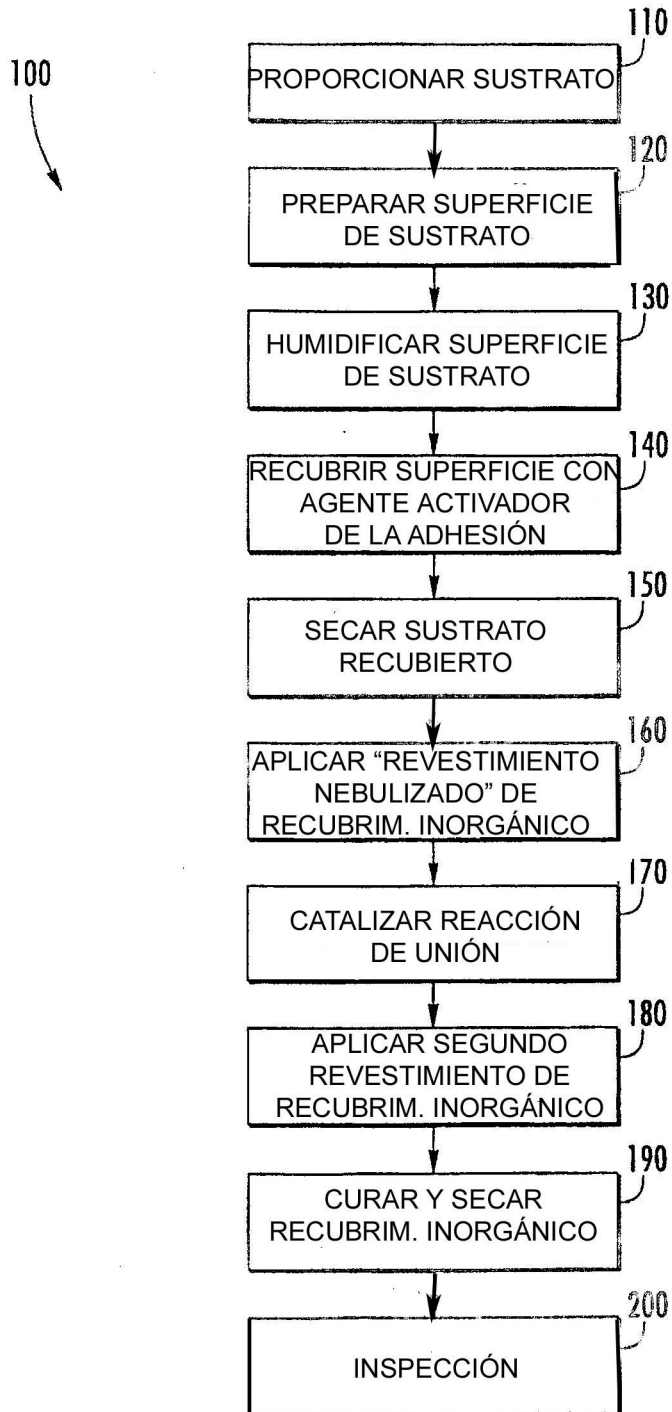


FIG. 3