

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 621 459**

51 Int. Cl.:

**C09J 5/02** (2006.01)

**C09J 5/06** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **05.03.2010 PCT/EP2010/052839**

87 Fecha y número de publicación internacional: **23.09.2010 WO10105924**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **05.03.2010 E 10707036 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **21.12.2016 EP 2408871**

54 Título: **Procedimiento de encolado desmontable adaptado para materiales porosos**

30 Prioridad:

**17.03.2009 FR 0951692**

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

**04.07.2017**

73 Titular/es:

**AIRBUS SAFRAN LAUNCHERS SAS (100.0%)  
60-62 rue Camille Desmoulins  
92130 Issy-les-Moulineaux, FR**

72 Inventor/es:

**ALCORTA, JOSÉ;  
OLIVE, MAXIME;  
LARNAC, GUY y  
CHATAIGNIER, EVELYNE**

74 Agente/Representante:

**DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto**

ES 2 621 459 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**

Procedimiento de encolado desmontable adaptado para materiales porosos

La presente invención se refiere a un procedimiento de encolado desmontable adaptado para materiales porosos.

5 Se aplica particularmente al campo del encolado estructural y más particularmente al del encolado con despegado controlado, especialmente para permitir el desmontaje o el desmantelamiento de las estructuras a lo largo de su vida o al final de su vida.

Los sectores técnicos afectados son especialmente los sectores consumidores de materiales compuestos, tales como el sector aeroespacial, aeronáutico, automovilístico, eólico u otros sectores para los cuales las estructuras de gran tamaño se realizan con materiales compuestos.

10 En el caso de las lanzaderas espaciales, el procedimiento de la invención es especialmente útil para el diseño de lanzaderas de cuerpos separables.

Los procedimientos de encolado que permiten un despegado controlado son conocidos especialmente por los documentos FR 2837114 A1, WO2004/087829 A2 y WO2006/048585 A1.

15 Un procedimiento particular es conocido además por las publicaciones IN72-AM, N, BT y JC de Techniques de l'Ingénieur.

La técnica descrita en los documentos FR 2837114 A1 y WO2004/087829 A2 consiste en incorporar en un adhesivo o en una imprimación de adhesión, un adyuvante adecuado para generar gases que pueden provocar una expansión por calentamiento.

20 En el documento WO2006/048585 A1, el adyuvante es un producto que, bajo la acción de un calentamiento, migrará a la interfaz para generar una capa de cohesión débil, especialmente por la migración de gas y la creación de tensiones interfaciales.

Un problema es que el procedimiento de desmontaje controlado gracias a un calentamiento que conduce a la migración de un adyuvante hacia la interfaz de sustrato/adhesivo acompañada de una expansión gaseosa en esta interfaz, funciona con una eficacia variable en función de los sustratos pegados.

25 Más particularmente, la desmontabilidad es mejorable cuando estos sustratos son porosos, ya se trate de madera, materiales compuestos o materiales obtenidos por sinterización.

Se ha comprobado que, como en todo encolado estructural, al ser las películas de cola y/o las imprimaciones utilizadas de un espesor muy delgado, durante la desgasificación controlada, los gases se difunden muy fácilmente a través de estas películas, y después hacia el exterior, en particular a través de los sustratos porosos.

30 Por lo tanto, la creación de una bolsa de gas que permita la degradación de la unión de encolado no se puede hacer en la interfaz de adhesivo/sustrato, lo que hace que el procedimiento sea ineficaz.

Aumentar el espesor de las películas de cola y/o la cantidad de aditivo y por lo tanto de los gases generados, no es satisfactorio puesto que es incompatible con un encolado estructural.

35 Para resolver este problema, la presente invención propone una solución que permite conservar en el encolado una resistencia en uso cercana a la que se tiene durante un encolado estructural de los mismos sustratos sin medios de despegado controlados, a la vez que permite después de la acción de despegado una resistencia residual débil del encolado.

40 Para ello, la presente invención propone un procedimiento de encolado desmontable de al menos un sustrato poroso con otro material por medio de al menos una capa de adhesivo desmontable que contiene un adyuvante de despegado adecuado para generar gases que por expansión gaseosa o por migración gaseosa hacia al menos una de las interfaces de la capa de adhesivo desmontable bajo la acción de un calentamiento de activación del desmontaje, debilitan una unión adhesiva, para el cual se procede, previamente al encolado, a una aplicación de un revestimiento metálico de estanqueidad sobre dicho, al menos un sustrato.

45 De manera ventajosa, dicha capa de adhesivo desmontable contiene una capa de una imprimación desmontable y una capa de adhesivo.

Según un primer modo de realización, el revestimiento metálico se realiza por medio de una tira metálica pegada sobre dicho, al menos un sustrato, por medio de un adhesivo de acoplamiento de material compuesto/metal.

Alternativamente, se realiza el revestimiento metálico por medio de una tira metálica pegada sobre dicho al menos un sustrato, por fusión conjunta de los mismos.

50 La tira metálica es, en particular, una tira de aluminio.

De manera ventajosa, la tira metálica se recubre con la capa de adhesivo desmontable previamente a su aplicación sobre dicho, al menos un sustrato.

Según un segundo modo de realización, el revestimiento metálico se realiza mediante depósito metálico.

Según una primera variante, el depósito metálico se realiza por galvanoplastia.

5 En este marco, se deposita preferiblemente una capa de cobre sobre dicho sustrato.

Se termina ventajosamente el revestimiento metálico por el depósito de una capa de níquel sobre la capa de cobre.

Según una segunda variante, se realiza el depósito metálico por una técnica de depósito físico en fase de vapor de un metal.

El metal se selecciona preferiblemente entre aluminio, titanio y una aleación de níquel-cromo.

10 Se realiza ventajosamente el revestimiento metálico por el depósito de una capa de metal de 1 a 10 micras.

Según un modo de realización preferente, se realiza el revestimiento metálico por el depósito de una capa de titanio de 1 a 3 micras.

Según una tercera variante, se realiza el depósito metálico por metalización por proyección de llama.

El metal en este caso se selecciona preferiblemente entre aluminio, titanio y una aleación de níquel-cromo.

15 Según un modo de realización ventajoso de la invención, en el caso de un depósito, se efectúa, previamente al depósito, una operación de decapado del sustrato.

Se realiza ventajosamente la operación de decapado con átomos de argón y preferiblemente con una mezcla de átomos de argón y de oxígeno.

20 Según un modo de realización preferente, se lleva a cabo un pulido de la superficie del revestimiento metálico después del depósito y antes de la aplicación del adhesivo desmontable y del encolado para reducir la rugosidad Ra del revestimiento.

Siempre en el marco de la invención, se adapta de forma ventajosa al menos uno entre el espesor del revestimiento metálico y la rugosidad del revestimiento metálico, para obtener una resistencia a la fractura entre 10 y 20 MPa antes de la acción de desmontaje y una resistencia a la fractura inferior a 1 MPa después de la acción de desmontaje.

25 La presente invención se refiere además a un ensamblaje desmontable de al menos un sustrato poroso con otro material realizado por medio de un procedimiento de encolado desmontable para el cual la resistencia del ensamblaje antes de la acción de despegado es superior a 15 MPa con fractura cohesiva entre el sustrato y el revestimiento y la resistencia residual después de la acción de despegado es inferior a 0,8 MPa.

30 En el caso del procedimiento de la invención que utiliza una tira metálica, el ensamblaje contiene, preferiblemente, lo siguiente: un primer sustrato de material compuesto, un adhesivo de acoplamiento de material compuesto/metal, un revestimiento metálico, una capa de imprimación desmontable, una capa de adhesivo y un segundo sustrato.

35 El ensamblaje según el procedimiento de la invención es ventajosamente tal que el revestimiento metálico crea una zona conductora de la electricidad bajo la imprimación desmontable y constituye una pista conductora resistiva adecuadas para controlar la desmontabilidad de la unión por el paso de una corriente eléctrica en el revestimiento metálico para calentar, por efecto Joule, la zona de unión.

Otras características y ventajas de la invención serán evidentes a partir de la lectura de la descripción que sigue de ejemplos de realización no limitantes.

40 La presente invención se aplica muy particularmente a los ensamblajes estructurales, es decir, a los ensamblajes realizados con uniones de alta resistencia mecánica destinadas a funcionar durante periodos de tiempo que pueden ser importantes.

Son ejemplos de tales uniones la fijación de los parabrisas sobre las carrocerías de los automóviles, las uniones entre los cuerpos de lanzaderas o sondas espaciales o los ensamblajes de estructuras de materiales compuestos, paneles de fuselaje o alas de aviones, aspas de turbinas eólicas.

45 La invención se aplica cuando la separación de los elementos de los ensamblajes debe estar controlada, es decir, activada de manera controlada, y debe llevar a un esfuerzo de cizallamiento mínimo.

En este marco, la presente invención propone un procedimiento de encolado desmontable de al menos un sustrato poroso con otro material, pudiendo ser este otro material, por sí mismo, un sustrato poroso o no poroso.

El documento WO2004/087829 A2 describe en particular los métodos de medida empleados, así como el orden de magnitud de las resistencias mecánicas esperadas. Estas resistencias dependen realmente del sistema que se ensambla, pero con vistas a la desmontabilidad, la resistencia residual no debe exceder de 1 MPa.

5 La presente invención propone por lo tanto un perfeccionamiento del procedimiento tal como se describe en los documentos citados anteriormente con el fin de que este procedimiento conserve su eficacia para la utilización con sustratos porosos.

Este perfeccionamiento debe permitir conservar en el encolado una resistencia en uso cercana a la que se tiene durante un encolado estructural de los mismos sustratos, al tiempo que permite después de la acción una resistencia residual débil.

10 La solución propuesta por la presente invención y ensayada especialmente sobre materiales compuestos de carbono-epoxi, es revestir al menos una de las superficies a encolar por una metalización, adaptando el procedimiento de aplicación de esta metalización de tal forma que esta metalización tenga una adherencia suficiente sobre el sustrato, es decir, una adherencia al menos equivalente a la resistencia de la unión adhesiva.

15 La invención funciona en el caso en que se pegan juntos dos sustratos porosos y, en la medida en que el adyuvante se incorpora en una imprimación, es suficiente revestir uno de los sustratos porosos tal como un material compuesto por el revestimiento metálico del lado en que se encuentra la imprimación con adyuvante, formando el propio adhesivo del lado del segundo sustrato poroso una película sellante.

En el caso en que el adyuvante se incorpora al adhesivo puede ser preferible revestir los dos sustratos porosos con una metalización para mejorar el funcionamiento del procedimiento y para desmontar la unión de los dos lados.

20 Las características esperadas de las uniones adhesivas, y su método de medida se caracterizan especialmente por un ensayo de "tracción-cizallamiento" según la norma ISO 4587.

Para un ensamblaje encolado estructural, se puede esperar en este tipo de ensayo una resistencia comprendida entre 10 y 20 MPa, en función de los adhesivos y de los sustratos.

25 En este tipo de ensayos, la superficie de fractura es un punto importante: se prefiere en general que la fractura tenga lugar en uno de los materiales, se trata en este caso de una fractura cohesiva en el adhesivo o en los sustratos, en vez de una fractura adhesiva en una interfaz.

En efecto, se considera que una fractura cohesiva indica que la resistencia de la unión está limitada por el comportamiento intrínseco de los materiales utilizados, mientras que una fractura adhesiva es indicativa de un procedimiento de encolado imperfecto.

30 Como se ha explicado anteriormente, para la desmontabilidad, se desea que la resistencia residual del ensamblaje sea la más débil posible y en todo caso, inferior a 1 MPa. Se preferirá en este caso una fractura adhesiva que hace más fácil una eventual reutilización posterior de los sustratos.

La activación del desmontaje se hace por un calentamiento de la unión, durante un tiempo más o menos largo y a una temperatura más o menos alta según los adhesivos y aditivos utilizados.

35 Los ensayos se han efectuado metalizando el primero de los elementos de material compuesto que se van a pegar, de un primer lado de la unión y utilizando una imprimación desmontable a base de DGEBA-DETA cargada con pTSH (para Tolueno Sulfonil Hidrazida), siendo el adhesivo utilizado a continuación un adhesivo conocido bajo la marca Hysol de la compañía Henkel y la referencia EA 9395.

40 En esta configuración, el adhesivo forma una barrera a nivel del segundo lado de la unión lo que evita metalizar el segundo de los elementos de material compuesto que se van a pegar.

Otra solución consiste en utilizar una imprimación desmontable a base de DGEBA-Jeffamine cargada con ADA (azodicarbonamida), siendo también el adhesivo utilizado a continuación Hysol EA 9395.

En el primer caso en que el agente de desmontaje es la pTSH, una activación para obtener el desmontaje es, por ejemplo, de 1 a 10 minutos a 120 °C.

45 En el segundo caso en que el agente de desmontaje es la ADA, es adecuada una activación de 1 a 10 min a 200 °C.

En todos los casos, sigue siendo posible, si los sustratos lo soportan, reducir el tiempo de activación aumentando la temperatura de activación.

50 Según un primer modo de realización de la invención, se asegura la estanqueidad de un material compuesto mediante el empleo de una capa metálica fina de tira de aluminio, por ejemplo, que se pega sobre el material compuesto antes del depósito de la imprimación desmontable o del adhesivo desmontable sobre el sustrato así

revestido. Es posible además pegar la tira metálica ya revestida con la imprimación desmontable, lo que permite simplificar la operación.

Se obtiene entonces el siguiente ensamblaje: material compuesto/adhesivo de acoplamiento/tira metálica/imprimación desmontable/adhesivo/material compuesto.

- 5 La imprimación desmontable puede ser especialmente una DGEBA-DETA cargada con pTSH.

La resistencia antes del desmontaje es clásica, de 15 MPa con fractura entre el material compuesto y la tira metálica.

En cambio, después de activación del despegado de un minuto a 120 °C, la resistencia residual es solamente de 0,7 MPa, conforme a lo que se desea.

- 10 Por otro lado, la fractura es una fractura adhesiva entre la tira metálica y la imprimación cargada con pTSH, esta solución es por lo tanto totalmente conforme con los resultados esperados.

El uso de una tira metálica para hacer estanca la interfaz con el material compuesto es por lo tanto compatible con el encolado estructural, es decir:

- compatible con una buena adherencia sobre los sustratos,

- 15 - compatible con sistemas de encolado desmontable,

- que da una resistencia mecánica comprendida entre 10 y 20 MPa.

Otros materiales aparte del aluminio, evidentemente podrían ser adecuados, dependiendo su elección solamente de la utilización de los conjuntos pegados, de los sistemas de encolado y de los sustratos considerados.

- 20 En cambio, el uso de tiras metálicas está limitado por la forma geométrica de las superficies a ensamblar, que deben ser desarrollables, teniendo las tiras metálicas en calidad de materia prima, una forma reglada en el sentido matemático del término.

Según un segundo modo de realización de la invención, se mejora la solución por revestimiento metálico para hacerla compatible con las geometrías complejas que se encuentran en la práctica para las piezas mecánicas.

- 25 Para conseguirlo, se prevé una metalización por deposición utilizable para cualquier geometría, y que satisface los criterios de una buena adherencia inicial y una buena capacidad de desmontaje.

Se han ensayado por lo tanto diferentes tecnologías de metalización, que se describen a continuación.

Según un primer modo de realización se lleva a cabo un depósito metálico por galvanoplastia.

Se revisten las placas de material compuesto con níquel sobre una subcapa de cobre por un procedimiento de galvanoplastia clásico, siendo el espesor total del depósito realizado de una centena de micras.

- 30 Las piezas de ensayo así tratadas se han ensamblado por encolado desmontable con un adhesivo Hysol EA 9395, sobre una imprimación desmontable a base de DGEBA-DETA cargada con pTSH.

En el estado inicial, la resistencia medida ha sido de 8 MPa con fractura en la interfaz de níquel-material compuesto, resistencia que sin embargo permanece débil en el marco de un encolado estructural.

Por el contrario, después de la activación a 120 °C, la resistencia residual era de 0,7 MPa como se desea.

- 35 Se comprueba por tanto que este procedimiento de metalización permite un encolado desmontable bajo control, pero se comprueba también que la adhesión del revestimiento, según este procedimiento, es insuficiente para un encolado estructural de resistencia elevada.

Según un segundo modo de realización se procede a una metalización por depósito físico en fase de vapor, por ejemplo, por pulverización catódica.

- 40 La pulverización catódica es un procedimiento tipo PVD (Physical Vapor Deposition según la terminología inglesa) que utiliza un plasma. Se introduce un gas vector en una cámara a presión reducida, las moléculas de gas se ionizan y llegan a chocar contra una placa del metal a depositar denominada blanco bajo el efecto de un campo eléctrico. Las partículas de metal se arrancan y se depositan sobre el sustrato, se crea por lo tanto una capa de metal sobre la superficie del material compuesto. Esta técnica permite depositar una capa muy fina de metal sobre el sustrato.
- 45

Siguiendo esta tecnología se efectúan diferentes tipos de depósitos: depósitos de aluminio, de titanio y de una aleación de níquel-cromo de 1 a 10 micras.

En todos los casos, se ha obtenido con el mismo sistema de adhesivo una resistencia inicial comprendida entre 12 y 18 MPa y una resistencia después del desmontaje controlado comprendida entre 0,5 y 0,7 MPa.

Los trabajos realizados han puesto en evidencia que el depósito debía ser muy cuidadoso en lo que concierne a la preparación del material compuesto antes de la metalización.

- 5 Por ejemplo, es sabido que antes de la PVD es posible realizar decapados de los sustratos con ayuda de átomos neutros o reactivos.

En el marco de la presente invención, estos decapados permiten aumentar la resistencia de la unión antes de la activación del despegado.

- 10 Se han comparado muestras preparadas sin decapados, con muestras decapadas por una parte con átomos de argón, y por otra decapadas con una mezcla de átomos de argón y de oxígeno; estando todas estas muestras recubiertas con 2 micras de titanio. La siguiente tabla muestra las resistencias antes de la activación del despegado en función de la presencia o no y del tipo de decapado.

Decapado	Fractura MPa
sin decapado	12
Argón solo	14
Argón + O <sub>2</sub>	16

Según un tercer modo de realización se ha procedido a una metalización por proyección de llama.

- 15 La proyección de llama es una técnica sencilla y poco costosa que utiliza la reacción química entre el oxígeno y un gas carburante de combustión (acetileno, hidrógeno) para producir una fuente de calor. Esta fuente de calor crea la llama. El material de carga se presenta en forma de polvo o de película.

En el caso en que el material de carga esté en forma de alambre, la única función de la llama es fundir el material, siendo proyectado este último por aire comprimido.

- 20 En el procedimiento de proyección de llama con polvo, las partículas se inyectan en la antorcha, y después se funden y se proyectan por la llama.

La principal ventaja de esta técnica es la gran variedad de polvos utilizados que ofrecen así un gran abanico de soluciones.

Se han realizado dos depósitos: uno de aluminio y el otro de níquel-cromo, con un espesor alto.

- 25 Los resultados reagrupados en la tabla que sigue, han sido obtenidos siempre con el mismo sistema de encolado y de ensamblajes de aluminio/material compuesto.

Tipo de metalización	Resistencia en cizallamiento, MPa	Desmontabilidad
Aluminio	13,5 ± 0,4 de	Resistencia residual débil
	AF de material compuesto/metal	80 % de AF de metal/imprimación
NiCr	11,5 ± 1,9 de	Resistencia residual débil
	AF de material compuesto/metal	80 % de AF de metal/imprimación

En esta tabla, la abreviatura AF significa fractura adhesiva.

- 30 La resistencia residual obtenida con estos ensayos está cerca de 1 MPa, aunque las muestras ensayadas eran bastante rugosas con un Ra del orden de 6 micras.

Con esta técnica, las resistencias obtenidas son bastante satisfactorias, pero las superficies de fractura son adhesivas en la interfaz de material compuesto-metal. Estos valores se acercan a la resistencia de ensamblajes estructurales, pero el criterio de fractura cohesiva no está completamente asegurado.

En lo que concierne a la desmontabilidad después de activación, existe una resistencia residual un poco elevada y las superficies de fractura son en su mayoría adhesivas en la interfaz de metal/imprimación y cohesivas en la imprimación.

5 La presente invención permite hacer funcionar correctamente el procedimiento de encolado desmontable bajo control sobre materiales porosos, asegurando una estanqueidad superficial eficaz de estos materiales mediante un revestimiento.

10 La metalización de las zonas de encolado tiene además como ventaja que el revestimiento metálico puede crear una zona conductora de la electricidad bajo la imprimación desmontable y constituir una pista conductora resistiva adecuadas para controlar la desmontabilidad de la unión por el paso de una corriente eléctrica en el revestimiento metálico para calentar, por efecto Joule, la zona de unión.

Esta invención se aplica en el marco del desmontaje controlado de estructuras de material compuesto de lanzaderas espaciales, pero un buen número de aplicaciones que implican piezas de material compuesto ensambladas por encolado, se pueden beneficiar de la misma.

15 En el campo de la automoción, el uso de materiales compuestos, especialmente para los elementos de la carrocería, combinado con el interés creciente por el ensamblaje por encolado ha creado un terreno favorable para la explotación de la invención.

Además, el sector eólico, gran consumidor de materiales compuestos y adhesivos estructurales, también puede sacar provecho de esta tecnología para facilitar las operaciones de mantenimiento y de desmantelamiento de las instalaciones.

20

**REIVINDICACIONES**

- 5 1. Procedimiento de encolado desmontable de al menos un sustrato poroso con otro material por medio de al menos una capa de adhesivo desmontable que contiene un adyuvante de despegado adaptado para generar gases que, por expansión gaseosa o por migración gaseosa hacia al menos una de las interfaces de la capa de adhesivo desmontable bajo la acción de un calentamiento de activación del desmontaje, debilitan una unión adhesiva, caracterizado porque, previamente al encolado, se procede a una aplicación de un revestimiento metálico de estanqueidad sobre dicho al menos un sustrato.
- 10 2. Procedimiento de encolado desmontable de al menos un sustrato poroso según la reivindicación 1, para el cual dicha capa de adhesivo desmontable contiene una capa de una imprimación desmontable y una capa de adhesivo.
- 15 3. Procedimiento de encolado desmontable de al menos un sustrato poroso según la reivindicación 1 o la reivindicación 2, para el cual el revestimiento metálico se realiza por medio de una tira metálica pegada sobre dicho al menos un sustrato por medio de un adhesivo de acoplamiento de material compuesto/metal.
4. Procedimiento de encolado desmontable de al menos un sustrato poroso según la reivindicación 1 o la reivindicación 2, para el cual el revestimiento metálico se realiza por medio de una tira metálica pegada sobre dicho al menos un sustrato, por fusión conjunta de los mismos.
5. Procedimiento de encolado desmontable de al menos un sustrato poroso según la reivindicación 3 o la reivindicación 4, para el cual la tira metálica es una tira de aluminio.
- 20 6. Procedimiento de encolado desmontable de al menos un sustrato poroso según una de las reivindicaciones 3 a 5, para el cual la tira metálica se recubre con la capa de adhesivo desmontable previamente a su aplicación sobre dicho al menos un sustrato.
7. Procedimiento de encolado desmontable de al menos un sustrato poroso según la reivindicación 1 o la reivindicación 2, para el cual el revestimiento metálico se realiza por depósito metálico.
8. Procedimiento de encolado desmontable de al menos un sustrato poroso según la reivindicación 7, para el cual el depósito metálico se realiza por galvanoplastia.
- 25 9. Procedimiento de encolado desmontable de al menos un sustrato poroso según la reivindicación 8, para el cual se deposita una capa de cobre sobre el sustrato.
10. Procedimiento de encolado desmontable de al menos un sustrato poroso según la reivindicación 9, para el cual se termina el revestimiento metálico mediante el depósito de una capa de níquel sobre la capa de cobre.
- 30 11. Procedimiento de encolado desmontable de al menos un sustrato poroso según la reivindicación 7, para el cual se realiza el depósito metálico por una técnica de depósito físico en fase de vapor de un metal.
12. Procedimiento de encolado desmontable de al menos un sustrato poroso según la reivindicación 11, para el cual el metal se selecciona entre aluminio, titanio y una aleación de níquel-cromo.
- 35 13. Procedimiento de encolado desmontable de al menos un sustrato poroso según la reivindicación 11 o la reivindicación 12, para el cual se realiza el revestimiento metálico por el depósito de una capa de metal de 1 a 10 micras.
- 40 14. Procedimiento de encolado desmontable de al menos un sustrato poroso según la reivindicación 11 o la reivindicación 12, para el cual se realiza el revestimiento metálico por el depósito de una capa de titanio de 1 a 3 micras.
15. Procedimiento de encolado desmontable de al menos un sustrato poroso según la reivindicación 7, para el cual se realiza el depósito metálico por metalización por proyección de llama.
16. Procedimiento de encolado desmontable de al menos un sustrato poroso según la reivindicación 15, para el cual el metal se selecciona entre aluminio, titanio y una aleación de níquel-cromo.
- 45 17. Procedimiento de encolado desmontable de al menos un sustrato poroso según una cualquiera de las reivindicaciones 7 a 16, para el cual se efectúa, previamente al depósito, una operación de decapado del sustrato.
18. Procedimiento de encolado desmontable de al menos un sustrato poroso según la reivindicación 17, para el cual la operación de decapado se realiza con átomos de argón.
19. Procedimiento de encolado desmontable de al menos un sustrato poroso según la reivindicación 17, para el cual la operación de decapado se realiza con una mezcla de átomos de argón y de oxígeno.
- 50 20. Procedimiento de encolado desmontable de al menos un sustrato poroso según una cualquiera de las reivindicaciones 7 a 19, para el cual se realiza un pulido de la superficie del revestimiento metálico después del

depósito y antes de la aplicación del adhesivo desmontable y del encolado para reducir la rugosidad Ra del revestimiento.

- 5 21. Procedimiento de encolado desmontable de al menos un sustrato poroso según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, para el cual, al menos uno entre el espesor del revestimiento metálico y la rugosidad del revestimiento metálico se adapta para obtener una resistencia a la fractura entre 10 y 20 MPa antes de la acción de despegado y una resistencia a la fractura inferior a 1 MPa después de la acción de desmontaje, medida por un ensayo de tracción-cizallamiento según la norma ISO 458.
- 10 22. Ensamblaje desmontable de al menos un sustrato poroso realizado por medio de un procedimiento de encolado desmontable según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, para el cual la resistencia del ensamblaje antes de la acción de despegado es superior a 15 MPa con fractura cohesiva entre el sustrato y el revestimiento y la resistencia residual después de la acción de despegado es inferior a 0,8 MPa., medida por un ensayo de tracción-cizallamiento según la norma ISO 458.
- 15 23. Ensamblaje desmontable de al menos un sustrato poroso realizado por medio de un procedimiento de encolado desmontable según una cualquiera de las reivindicaciones 3 a 6, caracterizado porque, siendo los sustratos sustratos de material compuesto, contiene lo siguiente: un primer sustrato de material compuesto, un adhesivo de acoplamiento de material compuesto/metal, un revestimiento metálico, una capa de imprimación desmontable, una capa de adhesivo y un segundo sustrato.
- 20 24. Ensamblaje desmontable de al menos un sustrato poroso producido por medio de un procedimiento de encolado desmontable según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 21, caracterizado porque el revestimiento metálico crea una zona conductora de la electricidad bajo la imprimación desmontable y constituye una pista conductora resistiva adecuadas para controlar la desmontabilidad de la unión por el paso de una corriente eléctrica a través del revestimiento metálico para calentar, por efecto Joule, la zona de unión.