

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 574 443**

21 Número de solicitud: 201431858

51 Int. Cl.:

G01N 27/20

(2006.01)

12

SOLICITUD DE PATENTE

A1

22 Fecha de presentación:

17.12.2014

43 Fecha de publicación de la solicitud:

17.06.2016

71 Solicitantes:

**UNIVERSIDAD REY JUAN CARLOS (100.0%)
C/ Tulipán s/n
28933 Móstoles (Madrid) ES**

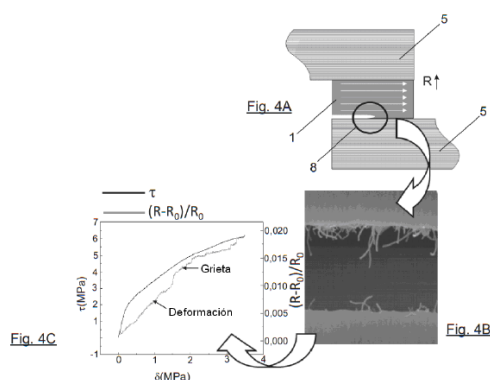
72 Inventor/es:

**UREÑA FERNÁNDEZ, Alejandro;
SÁNCHEZ MARTÍNEZ, María;
RAMS RAMOS, Joaquín y
GARCÍA NIETO, Carlos**

54 Título: **Adhesivo de película, dispositivo y método para evaluar la integridad estructural de juntas unidas, y método para fabricar el adhesivo de película**

57 Resumen:

Adhesivo de película, dispositivo y método para evaluar la integridad estructural de juntas unidas, y método para fabricar el adhesivo de película. El dispositivo comprende un adhesivo de película (1) que contiene un 0,1-8% en peso de nanopartículas de carbono con respecto al adhesivo de película; dos contactos eléctricos (2) en conexión eléctrica con el adhesivo de película (1), medios (3) para medir la resistencia eléctrica entre los contactos eléctricos y una unidad de control (4) configurada para recibir y analizar la variación de las mediciones de resistencia eléctrica y, basándose en dicha variación, evaluar la integridad estructural del adhesivo de película. El método para fabricar el adhesivo de película (1) comprende incorporar en un adhesivo de película, usando una técnica de máscara o de impresión por inyección de tinta, un 0,1-8% en peso de nanopartículas de carbono con respecto al adhesivo de película.



ADHESIVO DE PELÍCULA, DISPOSITIVO Y MÉTODO PARA EVALUAR LA INTEGRIDAD ESTRUCTURAL DE JUNTAS UNIDAS, Y MÉTODO PARA FABRICAR EL ADHESIVO DE PELÍCULA

DESCRIPCIÓN

5 Campo de la invención

La presente invención está comprendida dentro del campo de los adhesivos de película, usados, por ejemplo, en la industria aeronáutica para unir componentes estructurales. Más particularmente, la invención se refiere a un adhesivo de película, a un dispositivo y a un método para evaluar la integridad estructural de las juntas unidas con los adhesivos de película.

Antecedentes de la invención

Hoy en día, en la industria aeronáutica, los componentes estructurales altamente integrados se consideran oportunidades relevantes en términos de peso y coste. No obstante, estas estructuras altamente integradas, donde pueden aparecer un número considerable de interfases unidas conjuntamente o unidas secundariamente, presentan incertidumbres acerca de su integridad y fiabilidad estructural. El comienzo y la propagación del despegado pueden implicar el colapso final o el fallo catastrófico de una estructura unida. Por lo tanto, es absolutamente necesario ser capaz de entender, identificar y evaluar los diferentes procesos de comienzo y propagación de grietas en estas juntas unidas. Este será el único modo de aceptar ampliamente su aplicabilidad en las estructuras reales de aviación. Si se puede conocer y evaluar el comienzo y la propagación de grietas en tiempo real, se pueden determinar conclusiones precisas en lo que respecta a la forma en que trabajan las juntas unidas, lo que conduce a mitigar las incertidumbres acerca de las mismas y aumentar su fiabilidad.

Hay dos tipos principales de adhesivos usados para unir componentes estructurales, adhesivos de pasta y adhesivos de película, usándose los últimos ampliamente en la industria aeronáutica.

La aparición de la nanotecnología ha permitido la adaptación de una diversidad de propiedades funcionales a través de la modificación a nanoescala. Debido al tamaño a nanoescala, a la alta relación de aspecto (longitud/diámetro), las altas rigidez y resistencia específica, y las conductividades eléctricas y térmicas excepcionalmente altas, los

nanotubos de carbono (CNT) han encontrado un uso en numerosas aplicaciones, incluyendo cañones de electrones de alta de intensidad, nanosondas, y materiales compuestos resistentes a la fractura y al rayado. Además de esto, la capacidad demostrada de hacer crecer selectivamente nanotubos de carbono mediante deposición impresa ha permitido su uso en detectores y accionadores. Como resultado de sus altas relación de aspecto y conductividad eléctrica, se ha establecido que los nanotubos de carbono pueden formar redes conductoras eléctricamente en materiales de matriz de polímero en fracciones de volumen excepcionalmente bajas.

Los adhesivos de pasta dopados con nanotubos y nanofibras (CNF) de carbono se han estudiado ampliamente en la referencia [1]. El objetivo de esta investigación fue desarrollar un adhesivo epoxi reforzado con nanofibras de carbono o nanotubos de carbono con el fin de aumentar la energía de fractura adhesiva de juntas laminadas de fibra de carbono/epoxi sin reducir la resistencia de la junta y permitir la disipación de cargas electrostáticas. Con el fin de conseguir este objetivo, se desarrollaron procesos de caracterización de adherentes y adhesivos, se aplicó un análisis de la influencia de diferentes tratamientos superficiales y se realizó una evaluación de los efectos de la adición de nanofibras de carbono y nanotubos de carbono en las diferentes propiedades de una resina epoxi.

Los autores observaron que se podía modificar el adhesivo epoxi por adición de nanofibras o nanotubos de carbono de una forma tal que la resistividad eléctrica disminuía, permitiendo la disipación de cargas electrostáticas, y la energía de fractura de las juntas adhesivas de los laminados de fibra de carbono/epoxi aumentó (hasta un 40 %). Estas mejoras se obtuvieron sin reducir la resistencia a la cizalladura de las juntas adhesivas y manteniendo las propiedades de tracción de los adhesivos nanorreforzados con respecto a la formulación de epoxi básica pura.

Thostenson y Chou [2] estudiaron el efecto del procesamiento de nanomateriales compuestos y la concentración de nanotubos en las propiedades eléctricas de epoxi y establecieron que se podían formar redes de percolación a concentraciones inferiores a un 0,1 % en peso. Estos materiales basados en nanotubos se pueden usar como detectores de daño por deformación. Los CNT forman una red de percolación conductora a través de la matriz de polímero y la propagación de deformaciones o grietas dio como resultado la fractura y/o la extracción de los nanotubos de carbono y el posible corte de la ruta de conducción.

Varios autores han estudiado la capacidad de detección de adhesivos de pasta dopados con

CNT para detectar el inicio y la propagación de grietas y para distinguir el mecanismo de fallo [3, 4]. En [3] se evaluó la vida de fatiga de aluminio adhesivo en juntas compuestas. Los CNT se dispersaron en la resina epoxi por calandrado usando un molino de tres rodillos y se aplicaron a la especie compuesta de aluminio para fabricar juntas con solape individual. Se evaluó el inicio y la propagación de grietas midiendo la variación de resistencia equivalente con aplicación de cargas cíclicas en ensayos de fatiga. Lim *et al.* [4] analizaron la capacidad de adhesivos de pasta dopados con CNT para detectar y distinguir diferentes tipos de daños en juntas híbridas de material compuesto con metal unidas adhesivamente. La dispersión de los CNT en la resina epoxi se realizó por calandrado y el tejido de carbono externo del material compuesto se revistió con CNT que contenían encolado. Variando el tratamiento superficial del sustrato de acero, se consiguieron diferentes modos de fallo y cada mecanismo de fallo poseía una respuesta a la resistencia distinta. Por lo tanto, también fue posible distinguir la extensión y la naturaleza del daño que se produce, además de detectar el fallo *in situ*.

Estos estudios, en los que la integridad estructural de las juntas unidas se basa en la medida de la resistencia eléctrica, solo se aplica a adhesivos de pasta dopados con nanopartículas de carbono. Sin embargo, no se ha desarrollado nada hasta la fecha para adhesivos de película.

Otra técnica, no relacionada con la nanotecnología, para evaluar la integridad estructural de juntas unidas realiza un análisis de ultrasonidos en las juntas unidas. Sin embargo, la interpretación de los resultados es compleja, a menudo errónea y no caracteriza en tiempo real el desarrollo consiguiente del daño en la junta unida.

Referencias bibliográficas

[1] M. Rodríguez Gude, "Adhesivos nanorreforzados de base epoxy para la unión de laminados de fibra de carbono", Universidad Rey Juan Carlos (2011).

[2] E.T. Thostenson, T.W. Chou. Processing-structure-multi-functional property relationship in carbon nanotube/epoxy composites. *Carbon* 44 (2006) 3022-3029.

[3] E.T. Thostenson, T.-W. Chou. Carbon Nanotube Networks: Sensing of Distributed Strain and Damage for Life Prediction and Self Healing. *Advanced Materials* 18 (2006) 2837-2841.

[4] A.S. Lim, Z.R. Melrose, E.T. Thostenson, T.W. Chou. Damage sensing of adhesively-bonded hybrid composite/steel joints using carbon nanotubes. *Composite Science and*

Technology 71 (2011) 1183-1189.

[5] P. Chen, H. Chen, J. Qiu, C. Zhou. Inkjet printing of single-walled carbon nanotube/RuO₂ nanowire supercapacitors on cloth fabrics and flexible substrates. *Nano Research* 3 (2010) 594-603.

5 Descripción de la invención

La presente invención se refiere a un adhesivo de película, a un dispositivo y a un método para evaluar la integridad estructural de juntas unidas de material compuesto que incluyen adhesivos de película.

La presente invención presenta ciertas tecnologías para proporcionar conductividad eléctrica a adhesivos de película con el fin de evaluar su estado de integridad estructural. Las tecnologías se basan en la adición de nanopartículas de carbono (nanotubos de carbono, nanofibras de carbono, nanopartículas de grafeno) a este tipo de adhesivos con el fin de conseguir más fiabilidad estructural en las interfases cuando aparecen. La alta conductividad y la relación de aspecto relativamente alta de los nanotubos de carbono da como resultado umbrales de percolación de aproximadamente un 0,1 % de CNT en peso en los adhesivos. La red de nanopartículas de carbono formada en el adhesivo ofrece un potencial significativo para desarrollar enfoques de detección jerárquicos para la detección de daños y la monitorización de la salud usando medidas de corriente continua. Las cargas aplicadas sobre los adhesivos nanodopados producen la aparición o el desarrollo de daños (es decir, deformaciones, grietas, deslaminaciones, etc.) en el material, que modifica la integridad de las redes de carbono y aumenta la resistividad eléctrica del adhesivo. A través de ensayos diseñados para promover diferentes modos de fallo (tales como cizalladura de solape individual, cizalladura de solape doble, GIC, GIIC o modo mixto, entre otros), es posible identificar el comienzo de daños, la naturaleza del fallo (adhesivo, cohesivo, etc.), su desarrollo y otros aspectos relevantes.

Centrándose en los adhesivos de película, se usan métodos de impresión por inyección de tinta y/o métodos de máscara innovadores para incorporar el nanorrefuerzo en geometrías controladas de redes sobre las películas, proporcionando sensibilidad local y controlada a las juntas unidas y dando información de la localización de los daños, sus características y sus propagaciones de una forma precisa. Este adhesivo de película reforzado es aplicable para la monitorización de la salud estructural como alternativa de instrumentación de medidores de tensión/rosetas, para ensayos donde se usan interfases unidas conjuntamente

o unidades secundariamente con adhesivos de película.

Un primer aspecto de la presente invención se refiere a un adhesivo de película para evaluar la integridad estructural de juntas unidas, en el que el adhesivo de película contiene al menos un 0,1 % en peso (preferentemente entre 0,1-8 % en peso) de nanopartículas de carbono con respecto al adhesivo de película. Las nanopartículas de carbono pueden ser nanotubos de carbono (al menos un 0,1 % en peso de nanotubos de carbono para hacer conductor el adhesivo de película), nanofibras de carbono (al menos un 2,5 % en peso de nanofibras de carbono para hacer conductor el adhesivo de película) o nanopartículas de grafeno (al menos un 3 % en peso de nanopartículas de grafeno para hacer conductor el adhesivo de película).

Otro aspecto de la presente invención se refiere a un método para fabricar un adhesivo de película para evaluar la integridad estructural de juntas unidas. El método comprende incorporar, en un adhesivo de película, al menos un 0,1 % en peso (y preferentemente entre un 0,1-8 % en peso) de nanopartículas de carbono con respecto al adhesivo de película. En una realización preferente la incorporación se lleva a cabo usando una técnica de impresión por inyección de tinta. En otra realización la incorporación se lleva a cabo usando una técnica de máscara. El método puede comprender un proceso de curado después de la deposición de las nanopartículas de carbono en el adhesivo de película.

Un aspecto adicional de la presente invención se refiere un dispositivo para evaluar la integridad estructural de juntas unidas con adhesivos de película. El dispositivo comprende:

un adhesivo de película que contiene al menos un 0,1 % en peso (y preferentemente entre un 0,1-8 % en peso) de nanopartículas de carbono con respecto al adhesivo de película;

al menos dos contactos eléctricos en conexión eléctrica con el adhesivo de película;

medios para medir la resistencia eléctrica entre los contactos eléctricos;

una unidad de control configurada para recibir y analizar la variación de las mediciones de resistencia eléctrica y, basándose en dicha variación, evaluar la integridad estructural del adhesivo de película.

Los contactos eléctricos del dispositivo pueden estar unidos a los adherentes o al adhesivo de película. El adhesivo de película se puede diseñar preferentemente para cualquiera de las siguientes aplicaciones:

- unión material compuesto a material compuesto,
- unión metal a metal,
- unión material compuesto a metal.

5 En otro aspecto adicional la presente invención se refiere a un método para evaluar la integridad estructural de juntas unidas con adhesivos de película, comprendiendo el método:

medir la resistencia eléctrica entre dos contactos eléctricos en conexión eléctrica con un adhesivo de película que contiene al menos un 0,1 % en peso (y preferentemente entre un 0,1-8 % en peso) de nanopartículas de carbono con respecto al adhesivo de película;

10 analizar la variación de las mediciones de resistencia eléctrica y, basándose en dicha variación, evaluar la integridad estructural del adhesivo de película. En esta etapa, los cambios lineales en las medidas de resistencia se asocian con deformación en el adhesivo mientras que los cambios bruscos se asocian con propagación de grietas.

Breve descripción de las figuras

15 A continuación se describe muy brevemente una serie de figuras que ayudan a una mejor comprensión de la invención y que está relacionada expresamente con una realización de dicha invención.

La Figura 1 muestra un esquema de un dispositivo para evaluar la integridad estructural de juntas unidas con adhesivos de película de acuerdo con la presente invención.

20 La Figura 2 muestra diferentes ubicaciones de los contactos eléctricos para: adherentes de (a) metal y (b) material compuesto.

La Figura 3 muestra las curvas de cambio de resistencia y de tensión-deformación para el adhesivo de película nanorreforzado con nanotubos de carbono.

Las Figuras 4A-4C muestran el proceso de detección de una grieta en el adhesivo de película.

25 La Figura 5 muestra un dispositivo de extracción a velocidad constante para aplicar una técnica de máscara y obtener una mezcla nanodopada uniforme en el adhesivo.

La Figura 6 muestra medidas de resistencia para un adhesivo de película FM300 K0,05

dopado con Nanocyl™ NC3152.

Descripción de una realización preferente de la invención

La Figura 1 muestra un dispositivo para evaluar la integridad estructural de juntas unidas con los adhesivos de película de acuerdo con la presente invención. El adhesivo de película 1 se ha dopado con un 0,1-8 % en peso de nanopartículas de carbono con respecto al adhesivo de película. El dispositivo también comprende al menos dos contactos eléctricos 2 en conexión eléctrica con el adhesivo de película 1 y medios 3 para medir la resistencia eléctrica R entre los contactos eléctricos, por ejemplo un multímetro. Finalmente, una unidad de control 4 (tal como un microcontrolador) recibe y analiza la variación de las mediciones de resistencia eléctrica y, basándose en dicha variación, evalúa la integridad estructural del adhesivo de película.

Las Figuras 2A y 2B muestran diferentes ubicaciones de los contactos eléctricos 2. Los contactos eléctricos 2 se pueden fijar a los adherentes 5 (piezas unidas por el adhesivo) o al adhesivo de película 1. En la Figura 2A, los adherentes 5 son metálicos y los electrodos o los contactos eléctricos 2 se fijan al sustrato de aluminio, mientras que en la Figura 2B los adherentes 5 son polímeros reforzados con fibra de carbono (CFRP) y los contactos eléctricos 2 se aplican directamente a la película adhesiva 1.

Los adhesivos de película de las Figuras 2A y 2B se someten a ensayos de cizalladura mediante una fuerza de tracción F aplicada a los adherentes 5. La Figura 3 muestra las curvas de tensión-deformación (τ - δ) y de cambio de resistencia (R) para el adhesivo de película 1 reforzado con nanotubos de carbono. Ambas curvas siguen la misma tendencia indicando que los cambios de resistencia se pueden usar para considerar la deformación δ sufrida por el adhesivo de película 1.

Las Figuras 4A-4C muestran el proceso de detección de una grieta en el adhesivo de película 1, que se ha reforzado con nanotubos de carbono para hacer eléctricamente conductor al adhesivo de película. En la Figura 4A, el adhesivo de película se usa para unir dos piezas de fibra de carbono 5. Debido a las condiciones de carga externa, el adhesivo de película 1 sufre una grieta o inicio de despegado 8, que conduce a una resistencia eléctrica aumentada R del adhesivo de película. La Figura 4B muestra una imagen de microscopía de barrido electrónico de los nanotubos extraídos del adhesivo de película durante la propagación de la grieta. La Figura 4C representa la curva de tensión-deformación y la curva de cambio de resistencia eléctrica para el adhesivo de película reforzado con nanotubos de

carbono, cuando se somete a fuerzas externas. Los cambios lineales en la resistencia se asocian con deformación en el adhesivo mientras que los cambios bruscos (un cambio repentino en la resistencia, en lugar de un cambio continuo) se asocian con propagación de grietas.

- 5 Con respecto al proceso de fabricación del adhesivo de película 1 reforzado con nanopartículas de carbono, se emplea un método innovador de impresión por inyección de tinta y/o un método de máscara:

-Técnica de impresión: la técnica de impresión por inyección de tinta ya se ha desarrollado para otras aplicaciones en [5], en particular para fabricar supercondensadores sobre tejidos de tela y sustratos flexibles. Esta técnica se ha usado para la deposición de nanopartículas de carbono en adhesivos de película. En una realización ejemplar, se llevan a cabo las siguientes etapas:

- Se usa una impresora piezoeléctrica comercial con una resolución de 1440 x 1440 puntos por pulgada (ppp). También se adquirieron cartuchos vacíos.
- 15 • Se dispersan tintas de CNT funcionalizados con SDS (dodecilsulfato sódico) por sonicación y centrifugación y a continuación se cargan en los cartuchos de tinta vacíos.

-Técnica de máscara: se colocan CNT funcionalizados con SDS en el adhesivo de película por medio de un dispositivo de extracción de velocidad constante 10 para obtener una mezcla nanodopada uniforme en el adhesivo. La Figura 5 muestra el dispositivo de inmersión 10 con una polea 11, un motor 12, un eje 13, un controlador de velocidad 14, un receptáculo 15 para la suspensión, y un dispositivo 16 donde se coloca el sustrato. Se podrían usar dispositivos similares a "pulverizadores" con el fin de "dibujar" un diseño o red específicos sobre el adhesivo de película.

La Figura 6 representa un diseño en "U" de nanotubos de carbono depositados sobre un adhesivo de película, usando la técnica de impresión (imágenes en la parte superior) y la técnica de máscara (imágenes en la parte inferior), y las medidas de resistencia eléctrica. Las imágenes de la izquierda representan una deposición inmediatamente después de centrifugación ($T = 0$, donde T es el tiempo entre el proceso de centrifugación y la deposición), mientras que las imágenes de la derecha representan una deposición 24 horas después de la centrifugación ($T = 24$). En todos los casos se muestran las medidas de resistencia eléctrica antes del curado y después de un proceso de curado.

A partir de estos ensayos se obtienen los siguientes resultados:

- La resistencia eléctrica aumenta dependiendo de la distancia entre los puntos de medida, lo que corresponde con el enfoque teórico.

5 - Dependiendo de las características hidrofílicas del adhesivo de película, se pueden usar solo una o ambas caras para la deposición de nanotubos de carbono.

- Se tendrán que colocar diferentes películas de adhesivo 1 una sobre otra entre los dos adherentes con el fin de considerar fallos de tipo "cohesivo", "adhesivo", etc.

10 - Se considera suficiente un 0,1 % en peso de nanotubos de carbono para medidas de resistencia precisas aunque, sin embargo, las concentraciones más elevadas pueden ser de interés dependiendo de la aplicación.

- El proceso de curado reduce las medidas de resistencia pero los valores son suficientes para ser útiles para aplicaciones de monitorización de salud estructural.

Se pueden extraer las siguientes conclusiones:

15 - Las tecnologías basadas en la adición de nanopartículas de carbono, tales como nanotubos de carbono o nanofibras de carbono, se pueden usar para proporcionar conductividad eléctrica a los adhesivos de película con el fin de evaluar su estado de integridad estructural y conseguir una mayor fiabilidad estructural en las interfases donde aparecen.

20 - La alta conductividad y la relación de aspecto relativamente alta de las nanopartículas de carbono dan como resultado umbrales de percolación de aproximadamente un 0,1 % en peso de nanocargas/nanotubos de carbono en los adhesivos de película.

25 - La red de nanocargas de carbono formada en el adhesivo ofrece un potencial significativo para desarrollar enfoques de detección jerárquicos para la detección de daño y la monitorización de la salud usando medidas de corriente continua. Las cargas aplicadas sobre los adhesivos nanocompuestos/nanodopados producen la aparición o el desarrollo de daños (es decir, grietas, deslaminaciones...) en el material, lo que modifica la integridad de las redes de carbono y aumenta la resistividad eléctrica del adhesivo.

Se pueden usar diferentes ensayos (tales como cizalladura de solape individual, cizalladura de solape doble, GIC, GIIC o modo mixto, entre otros) para promover diferentes modos de

fallo en las juntas unidas con los adhesivos de película e identificar el comienzo de daños, la naturaleza del fallo (adhesivo, cohesivo...), y su desarrollo y otros aspectos relevantes.

- Se pueden usar un método de impresión por inyección de tinta y/o métodos de máscara para incorporar el nanorrefuerzo en geometrías de redes controladas sobre las películas, proporcionando sensibilidad local y controlada a las juntas unidas y dando información de la ubicación de los daños, sus características y sus propagaciones de una forma precisa.
- 5

REIVINDICACIONES

- 1.- Adhesivo de película para evaluar la integridad estructural de juntas unidas, caracterizado por que el adhesivo de película contiene al menos un 0,1 % en peso de nanopartículas de carbono con respecto al adhesivo de película.
- 5 2.- El adhesivo de película de la reivindicación 1, caracterizado por que el adhesivo de película contiene de un 0,1 a un 8 % en peso de nanopartículas de carbono con respecto al adhesivo de película.
- 3.- El adhesivo de película de cualquiera de las reivindicaciones previas, caracterizado por que las nanopartículas de carbono son nanotubos de carbono.
- 10 4.- El adhesivo de película de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 2, caracterizado por que las nanopartículas de carbono son nanofibras de carbono y el adhesivo de película contiene al menos un 2,5 % en peso de nanofibras de carbono con respecto al adhesivo de película.
- 5.- El adhesivo de película de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 2, caracterizado por que las nanopartículas de carbono son nanopartículas de grafeno y el adhesivo de película
15 contiene al menos un 3 % de nanopartículas de grafeno con respecto al adhesivo de película.
- 6.- Método para fabricar un adhesivo de película para evaluar la integridad estructural de juntas unidas, caracterizado por que comprende incorporar, en un adhesivo de película, al menos un 0,1 % en peso de nanopartículas de carbono con respecto al adhesivo de
20 película.
- 7.- Método según la reivindicación 6, caracterizado por que comprende incorporar en el adhesivo de película de un 0,1 a un 8 % en peso de nanopartículas de carbono con respecto al adhesivo de película.
- 8.- Método según cualquiera de las reivindicaciones 6 a 7, caracterizado por que la
25 incorporación se lleva a cabo usando una técnica de impresión por inyección de tinta.
- 9.- Método según cualquiera de las reivindicaciones 6 a 7, caracterizado por que la incorporación se lleva a cabo usando una técnica de máscara.
- 10.- Método según cualquiera de las reivindicaciones 6 a 9, caracterizado por que el método comprende además un proceso de curado después de la deposición de las nanopartículas

de carbono en el adhesivo de película.

11.- Dispositivo para evaluar la integridad estructural de juntas unidas con adhesivos de película, caracterizado por que el dispositivo comprende:

un adhesivo de película (1) que contiene al menos un 0,1 % en peso de nanopartículas de carbono con respecto al adhesivo de película;

al menos dos contactos eléctricos (2) en conexión eléctrica con el adhesivo de película (1);

medios (3) para medir la resistencia eléctrica entre los contactos eléctricos;

una unidad de control (4) configurada para recibir y analizar la variación de las mediciones de resistencia eléctrica y, basándose en dicha variación, evaluar la integridad estructural del adhesivo de película.

12.- Dispositivo según la reivindicación 11, caracterizado por que los contactos eléctricos (2) se unen a los adherentes (5).

13.- Dispositivo según la reivindicación 11, caracterizado por que los contactos eléctricos se unen al adhesivo de película (1).

14.- Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones 11 a 13, caracterizado por que el adhesivo de película (1) se diseña para cualquiera de las siguientes aplicaciones:

- unión de material compuesto a material compuesto,

- unión de metal a metal,

- unión de material compuesto a metal.

15.- Método para evaluar la integridad estructural de juntas unidas con adhesivos de película, caracterizado por que comprende:

medir la resistencia eléctrica entre dos contactos eléctricos (2) en conexión eléctrica con un adhesivo de película (1) que contiene al menos un 0,1 % en peso de nanopartículas de carbono con respecto al adhesivo de película;

analizar la variación de las mediciones de resistencia eléctrica y, basándose en dicha variación, evaluar la integridad estructural del adhesivo de película (1).

- 16.- Método según la reivindicación 15, caracterizado por que en la etapa de analizar la variación de las mediciones de resistencia eléctrica y evaluar la integridad estructural del adhesivo de película (1), los cambios lineales en las medidas de resistencia se asocian con deformación en el adhesivo mientras que los cambios repentinos se asocian con propagación de grietas.
- 5

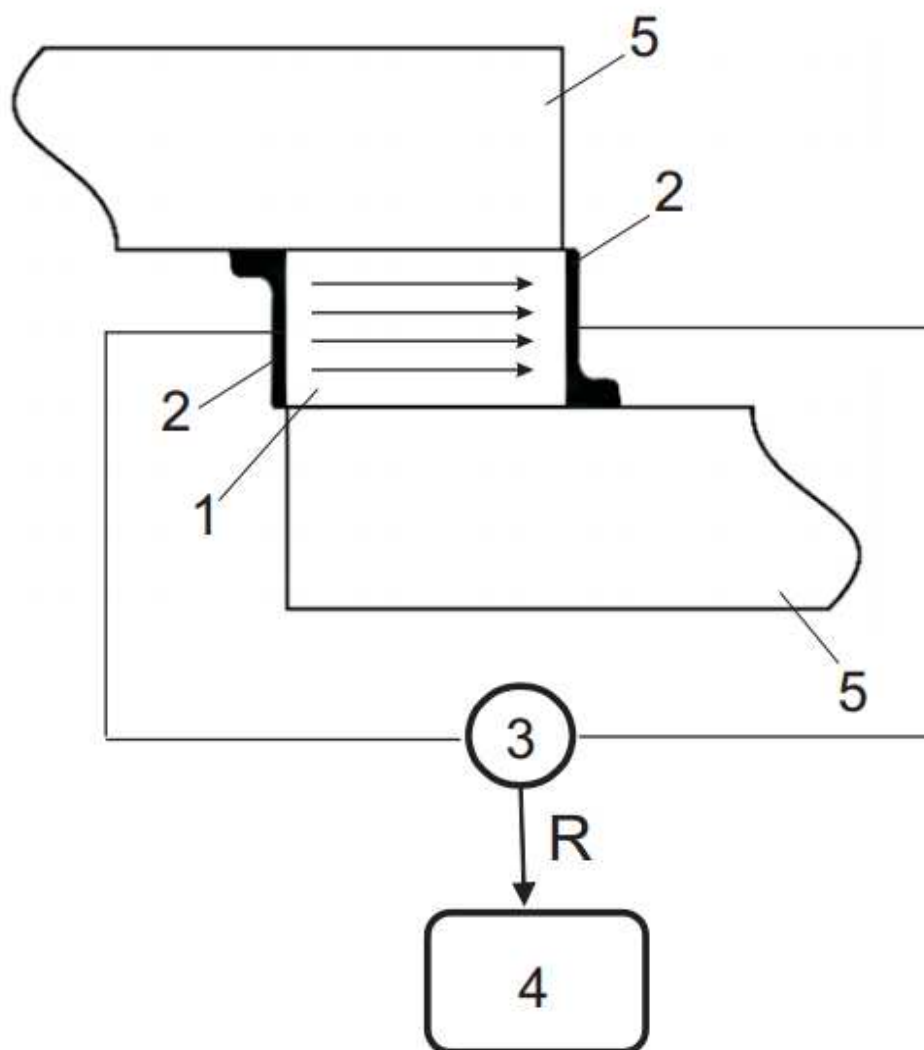


Fig. 1

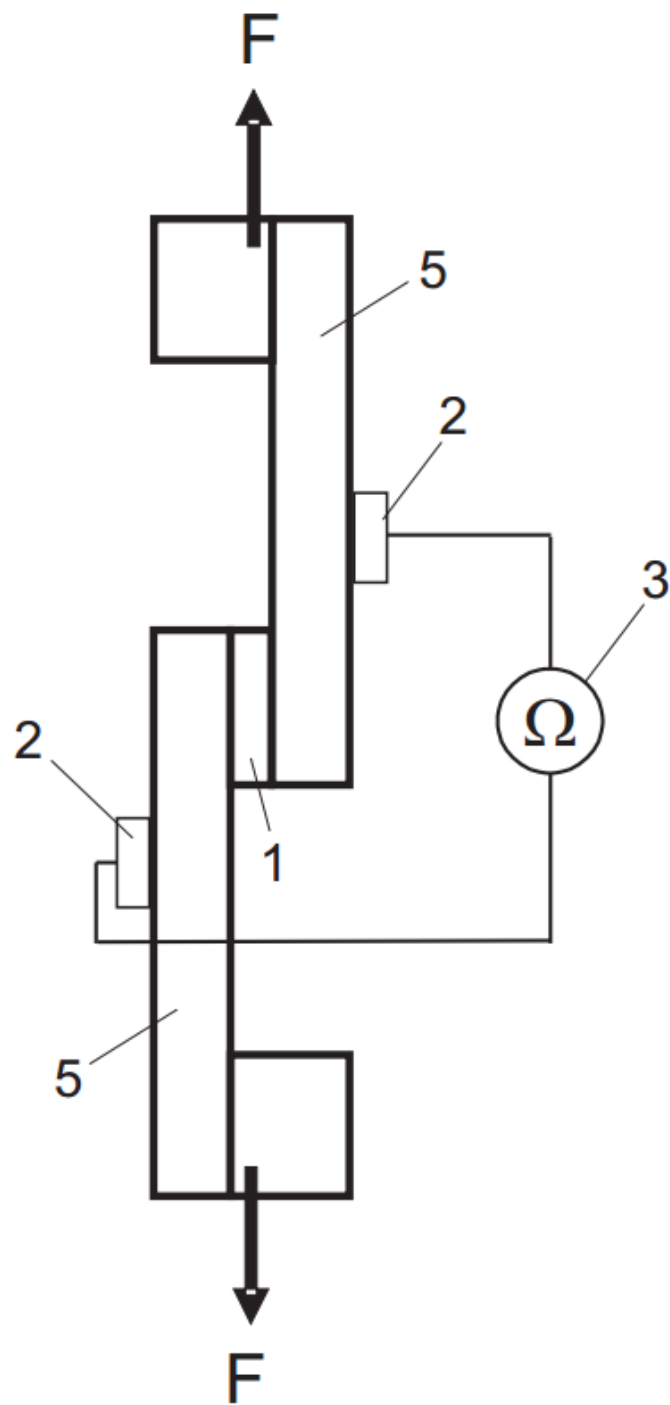


Fig. 2A

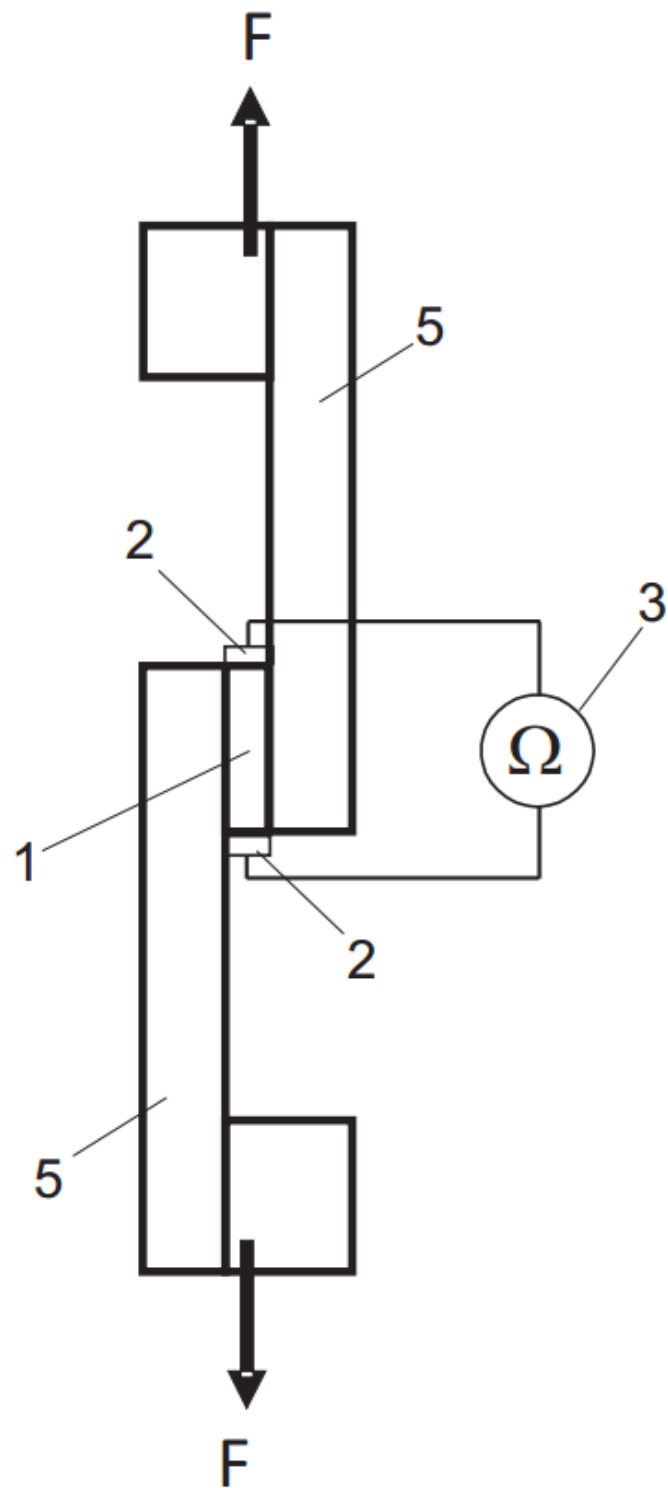
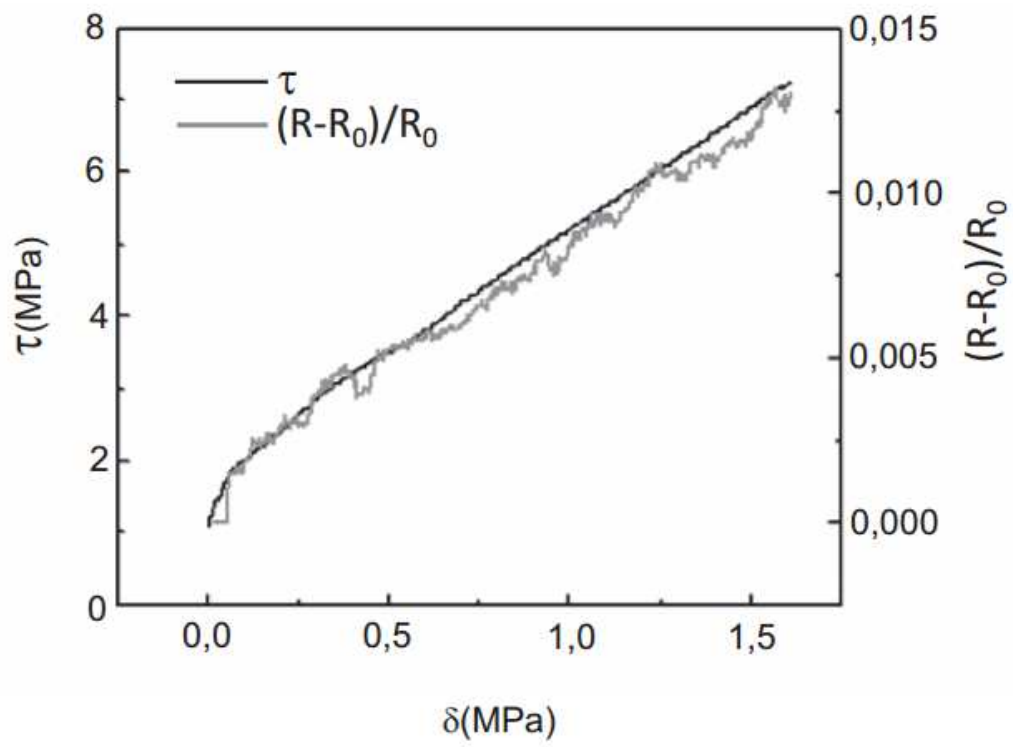
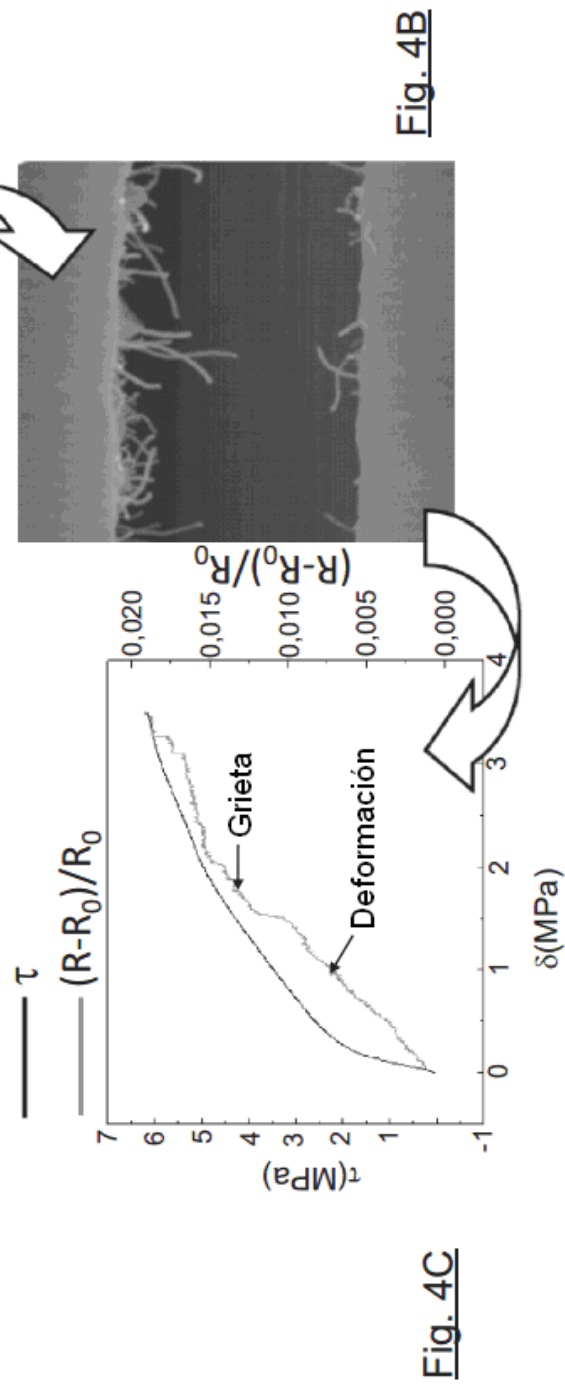
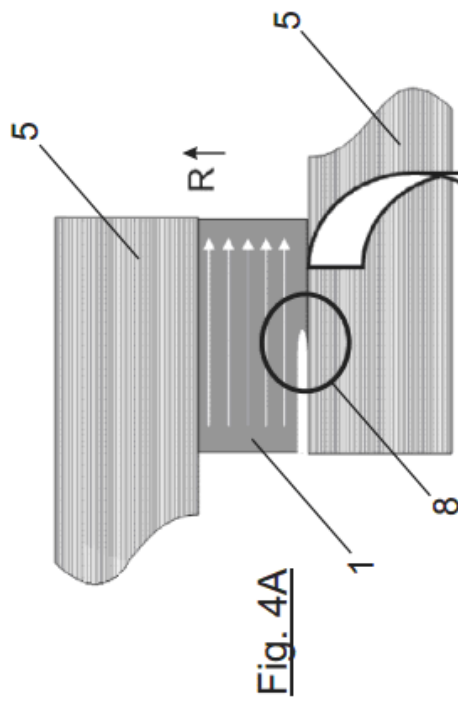


Fig. 2B

Fig. 3



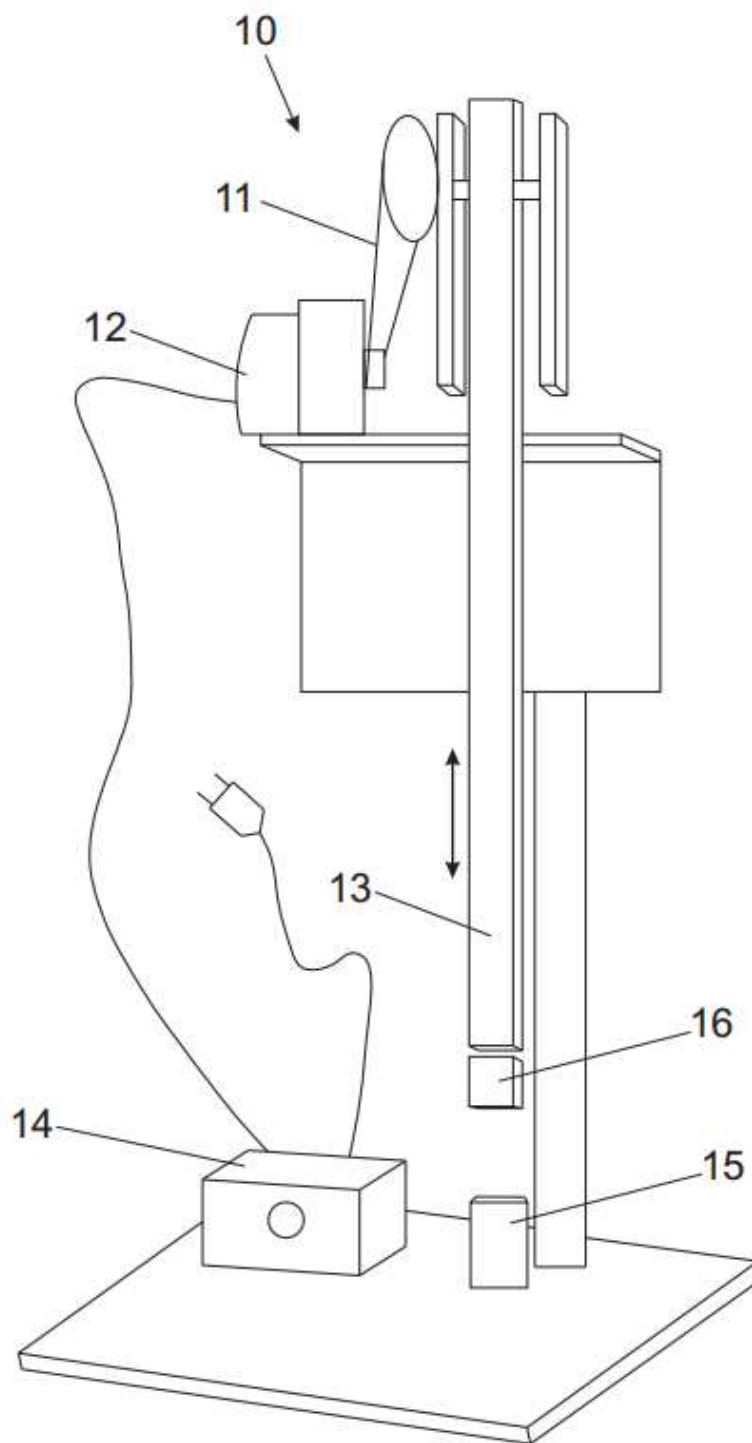
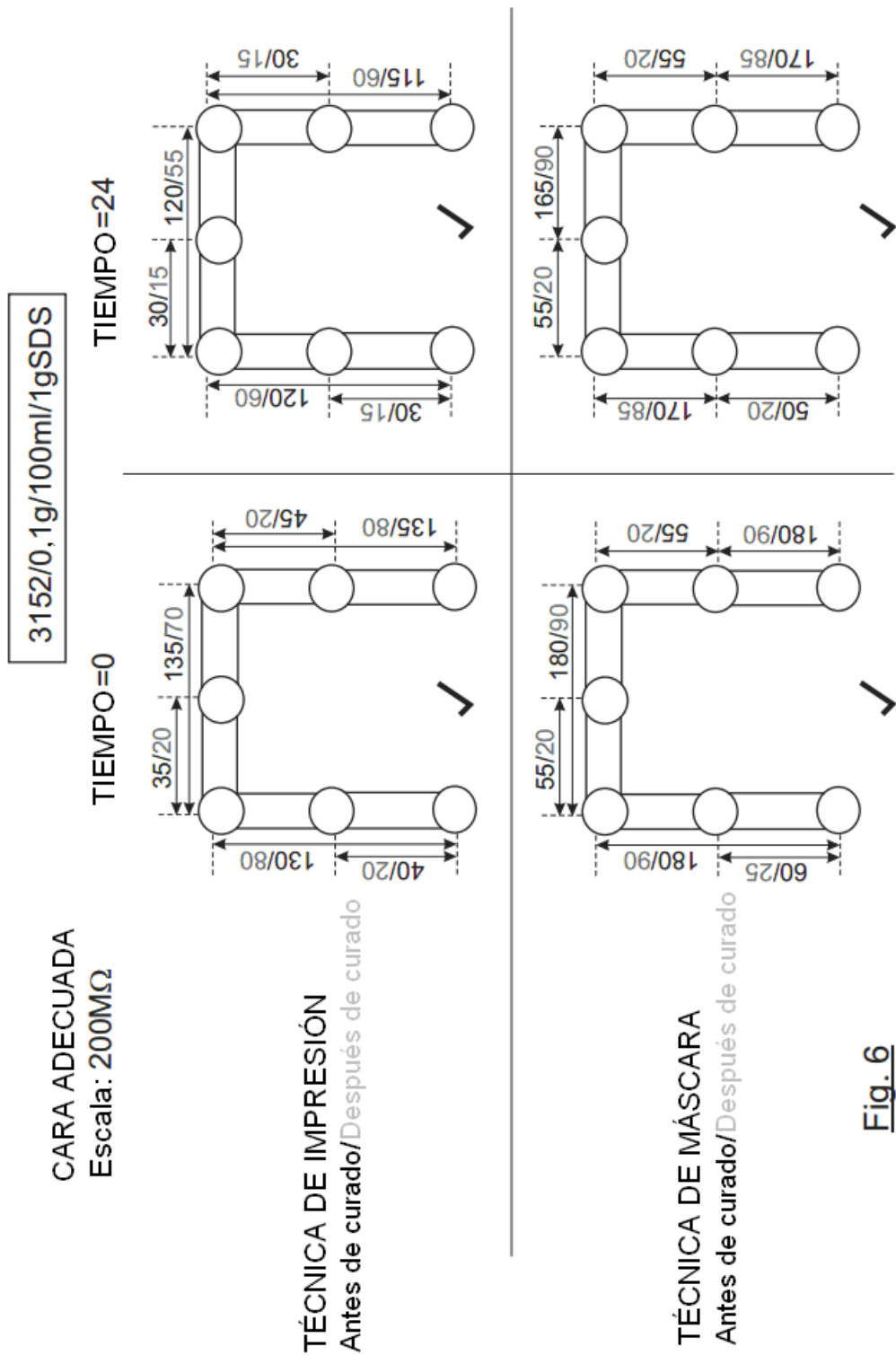


Fig. 5





- ②① N.º solicitud: 201431858
②② Fecha de presentación de la solicitud: 17.12.2014
③② Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TÉCNICA

⑤① Int. Cl.: **G01N27/20** (2006.01)

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	⑤⑥ Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
X	DE 10029347 A1 (UNIV BAYREUTH) 03.01.2002, todo el documento.	1-10
X	EP 2568280 A1 (HOCHSCHULE FUER NACHHALTIGE ENTWICKLUNG EBERSWALDE) 13.03.2013, todo el documento.	1-16
X	US 2005284232 A1 (RICE BRIAN P) 29.12.2005, párrafos [0021-0038]; reivindicaciones; resumen.	1-16
X	US 2014184249 A1 (SAAFI MOHAMED et al.) 03.07.2014, párrafos [0026-0039]; reivindicaciones; resumen.	1-16
A	US 5245293 A (RUNNER JACK A) 14.09.1993, todo el documento.	1-16
A	WO 2006057482 A1 (KOREA ADVANCED INST SCI & TECH et al.) 01.06.2006, reivindicaciones; resumen; figuras.	1-16
A	EP 0757238 A1 (BRITISH AEROSPACE BAE SYSTEMS PLC) 05.02.1997, todo el documento.	1-16

Categoría de los documentos citados

X: de particular relevancia

Y: de particular relevancia combinado con otro/s de la misma categoría

A: refleja el estado de la técnica

O: referido a divulgación no escrita

P: publicado entre la fecha de prioridad y la de presentación de la solicitud

E: documento anterior, pero publicado después de la fecha de presentación de la solicitud

El presente informe ha sido realizado

☒ para todas las reivindicaciones

☐ para las reivindicaciones nº:

Fecha de realización del informe
02.07.2015

Examinador
R. E. Reyes Lizcano

Página
1/5

Documentación mínima buscada (sistema de clasificación seguido de los símbolos de clasificación)

G01N, G01R, C09J, B32B

Bases de datos electrónicas consultadas durante la búsqueda (nombre de la base de datos y, si es posible, términos de búsqueda utilizados)

INVENES, EPODOC, WPI

Fecha de Realización de la Opinión Escrita: 02.07.2015

Declaración

Novedad (Art. 6.1 LP 11/1986)	Reivindicaciones 8-10, 12-14, 16	SI
	Reivindicaciones 1-7, 11, 15	NO
Actividad inventiva (Art. 8.1 LP11/1986)	Reivindicaciones	SI
	Reivindicaciones 1-16	NO

Se considera que la solicitud cumple con el requisito de aplicación industrial. Este requisito fue evaluado durante la fase de examen formal y técnico de la solicitud (Artículo 31.2 Ley 11/1986).

Base de la Opinión.-

La presente opinión se ha realizado sobre la base de la solicitud de patente tal y como se publica.

1. Documentos considerados.-

A continuación se relacionan los documentos pertenecientes al estado de la técnica tomados en consideración para la realización de esta opinión.

Documento	Número Publicación o Identificación	Fecha Publicación
D01	DE 10029347 A1 (UNIV BAYREUTH)	03.01.2002
D02	EP 2568280 A1 (HOCHSCHULE FUER NACHHALTIGE ENTWICKLUNG EBERSWALDE)	13.03.2013
D03	US 2005284232 A1 (RICE BRIAN P)	29.12.2005
D04	US 2014184249 A1 (SAAFI MOHAMED et al.)	03.07.2014

2. Declaración motivada según los artículos 29.6 y 29.7 del Reglamento de ejecución de la Ley 11/1986, de 20 de marzo, de Patentes sobre la novedad y la actividad inventiva; citas y explicaciones en apoyo de esta declaración

El objeto de la invención es un adhesivo de película para evaluar la integridad estructural de juntas unidas, un método para fabricar dicho adhesivo de película, un dispositivo para evaluar la integridad estructural de juntas unidas con los adhesivos de película y un método para evaluar la integridad estructural de juntas unidas con los adhesivos de película.

En relación a la reivindicación independiente 1, que hace referencia al adhesivo de película, el documento D01 (todo el documento) divulga un adhesivo de película adecuado para evaluar la integridad estructural de juntas unidas, donde el adhesivo de película contiene entre el 5% y el 50% en peso de nanopartículas de carbono con respecto al adhesivo de película.

Los documento D02 (todo el documento), D03 (párrafos [0021] a [0038]; reivindicaciones; resumen) y D04 (párrafos [0026 - 0039]; reivindicaciones; resumen) también divulga las características técnicas de la reivindicación 1.

Las características técnicas de la reivindicación 1 ya son conocidas de los documentos D01, D02, D03 y D04. Por lo tanto, la reivindicación 1 no es nueva a la vista del estado de la técnica conocido según el art. 6.1 LP.

En relación a la reivindicación independiente 6, que hace referencia al método para fabricar dicho adhesivo de película, el documento D01 (todo el documento) divulga un método para fabricar un adhesivo de película adecuado para evaluar la integridad estructural de juntas unidas que comprende incorporar, en un adhesivo de película, entre el 5% y el 50% en peso de nanopartículas de carbono con respecto al adhesivo de película.

El documento D04 (párrafos [0026 - 0039]; reivindicaciones; resumen) también divulga las características técnicas de la reivindicación 6.

Las características técnicas de la reivindicación 6 ya son conocidas de los documentos D01 y D04. Por lo tanto, la reivindicación 6 no es nueva a la vista del estado de la técnica conocido según el art. 6.1 LP.

En relación a la reivindicación independiente 11, que hace referencia al dispositivo para evaluar la integridad estructural de juntas unidas con los adhesivos de película, el documento D02 (todo el documento) divulga un dispositivo adecuado para evaluar la integridad estructural de juntas unidas con adhesivos de película, que comprende:

- un adhesivo de película que contiene al menos un 0,1% en peso de nanopartículas de carbono con respecto al adhesivo de película;
- una pluralidad de contactos eléctricos en conexión eléctrica con el adhesivo de película;
- medios para medir la resistencia eléctrica entre los contactos eléctricos;
- una unidad de control configurada para recibir y analizar la variación de las mediciones de resistencia eléctrica y, basándose en dicha variación, evaluar la integridad estructural del adhesivo de película.

Los documentos D03 (párrafos [0021] a [0038]; reivindicaciones; resumen) y D04 (párrafos [0026 - 0039]; reivindicaciones; resumen) también divulgan las características técnicas de la reivindicación 11.

Las características técnicas de la reivindicación 11 ya son conocidas de los documentos D02, D03 y D04. Por lo tanto, la reivindicación 11 no es nueva a la vista del estado de la técnica conocido según el art. 6.1 LP.

En relación a la reivindicación independiente 15, que hace referencia al método para evaluar la integridad estructural de juntas unidas con los adhesivos de película, el documento D02 (todo el documento) divulga un método para evaluar la integridad estructural de juntas unidas con adhesivos de película, que comprende:

- medir la resistencia eléctrica entre dos contactos eléctricos en conexión eléctrica con un adhesivo de película que contiene al menos un 0,1% en peso de nanopartículas de carbono con respecto al adhesivo de película;
- analizar la variación de las mediciones de resistencia eléctrica y, basándose en dicha variación, evaluar la integridad estructural del adhesivo de película.

Las características técnicas de la reivindicación 15 ya son conocidas del documento D02. Por lo tanto, la reivindicación 15 no es nueva a la vista del estado de la técnica conocido según el art. 6.1 LP.

En relación a las reivindicaciones 2 a 5, dependientes de la reivindicación 1, los documentos D01 y D04 divulgan que las nanopartículas de carbono son nanotubos de carbono, nanofibras de carbono o nanopartículas de grafeno.

Las características técnicas de las reivindicaciones 2 a 5 ya son conocidas de los documentos D01 y D04. Por lo tanto, las reivindicaciones 2 a 5 no son nuevas a la vista del estado de la técnica conocido según el art. 6.1 LP.

En relación a la reivindicación 7, dependiente de la reivindicación 6, los documentos D01 y D04 divulgan que el método para fabricar el adhesivo de película comprende incorporar en el adhesivo de película de un 0,1 a un 8% en peso de nanopartículas de carbono con respecto al adhesivo de película.

Las características técnicas de la reivindicación 7 ya son conocidas de los documentos D01 y D04. Por lo tanto, la reivindicación 7 no es nueva a la vista del estado de la técnica conocido según el art. 6.1 LP.

En relación a las reivindicaciones 8 a 10, dependientes de la reivindicación 6, a la vista del estado de la técnica conocido, se considera que no aportan ninguna característica técnica que implique actividad inventiva según el art. 8.1 LP ya que las características técnicas definidas en ellas serían conocimiento común para un experto en la materia.

En relación a las reivindicaciones 12 a 14, dependientes de la reivindicación 11, a la vista del estado de la técnica conocido, se considera que no aportan ninguna característica técnica que implique actividad inventiva según el art. 8.1 LP ya que las características técnicas definidas en ellas serían conocimiento común para un experto en la materia.

En relación a la reivindicación 16, dependiente de la reivindicación 15, a la vista del estado de la técnica conocido, se considera que no aportan ninguna característica técnica que implique actividad inventiva según el art. 8.1 LP ya que las características técnicas definidas en ella serían conocimiento común para un experto en la materia.