

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 775 479**

51 Int. Cl.:

G01N 25/72 (2006.01)

H01L 21/66 (2006.01)

H02S 50/10 (2014.01)

H01L 51/00 (2006.01)

H05K 1/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **23.12.2015 PCT/IB2015/059922**

87 Fecha y número de publicación internacional: **30.06.2016 WO16103206**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **23.12.2015 E 15825860 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **12.02.2020 EP 3237894**

54 Título: **Procedimiento de fabricación de un módulo optoelectrónico que tiene un soporte que comprende un sustrato metálico, un recubrimiento dieléctrico y una capa conductora**

30 Prioridad:
24.12.2014 WO PCT/IB2014/067309

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
27.07.2020

73 Titular/es:
**ARCELORMITTAL (100.0%)
24-26 Boulevard d'Avranches
1160 Luxembourg, LU**

72 Inventor/es:
GUAINO, PHILIPPE

74 Agente/Representante:
SALVÀ FERRER, Joan

ES 2 775 479 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 fabricación de un módulo optoelectrónico que tiene un soporte que comprende un sustrato metálico, un recubrimiento dieléctrico y una capa conductora

5

[0001] La presente invención se refiere a un procedimiento de fabricación de un módulo optoelectrónico que incluye un soporte que comprende un sustrato metálico, un recubrimiento dieléctrico y una capa conductora.

[0002] Dicho soporte se usa por ejemplo como soporte de alimentación para dispositivos optoelectrónicos y es especialmente adecuado para una integración en dispositivos orgánicos o inorgánicos.

10

[0003] Los dispositivos optoelectrónicos en cuestión incluyen componentes añadidos en el soporte, tales como, por ejemplo, diodos electroluminiscentes (LED), diodos electroluminiscentes orgánicos (OLED), células fotovoltaicas en capas delgadas o no, transistores para pantallas de visualización tales como pantallas TFT («thin-film transistor») o detectores fotosensibles.

15

[0004] Dichos soportes se describen por ejemplo en el documento WO 2011/135195 de la solicitante.

[0005] La calidad del soporte depende principalmente de la integridad del recubrimiento dieléctrico. Para probar esta integridad, según un primer procedimiento expuesto en la página 11 del documento citado anteriormente, el soporte se somete a ensayo en un estado intermedio de fabricación, en el que solo están implicados el sustrato metálico y el recubrimiento dieléctrico. Se depositan bornes cuadrados conductores de tamaño predefinido en el laboratorio sobre el recubrimiento dieléctrico y se aplica una tensión de diez voltios entre el sustrato metálico y cada borne. A continuación, se mide la corriente de fuga y el aislamiento eléctrico en el borne se considera satisfactorio si la corriente de fuga medida es inferior a un determinado valor en mA/cm². El aislamiento eléctrico del conjunto se considera satisfactorio cuando todos los bornes presentan una corriente de fuga inferior a este valor.

20

25

[0006] Sin embargo, el procedimiento no permite controlar en línea el soporte que comprende el sustrato metálico, el recubrimiento dieléctrico y la capa conductora, en particular cuando esta última es continua en el conjunto del soporte. Además, el procedimiento no permite someter a ensayo el recubrimiento dieléctrico situado entre los bornes y más allá de los bornes. Finalmente, no permite localizar los defectos situados en un mismo borne, ni caracterizarlos.

30

[0007] En la página 12 del documento citado anteriormente, otro procedimiento de control consiste en aplicar una tensión elevada al soporte y en verificar si no se produce una disrupción del recubrimiento dieléctrico midiendo la corriente de fuga. Si la corriente de fuga sigue siendo inferior a un determinado valor, la tensión disruptiva del soporte se considera suficientemente elevada.

35

[0008] Sin embargo, el procedimiento no permite localizar ni caracterizar los posibles defectos del recubrimiento dieléctrico que ha originado la disrupción.

40

[0009] Además, se sabe cómo controlar el dispositivo optoelectrónico obtenido a partir del soporte. Sin embargo, dicho control interviene en un estadio tardío de la fabricación del dispositivo optoelectrónico. Si la prueba revela un defecto del dispositivo optoelectrónico, este defecto puede afectar tanto al soporte como a las capas o a los componentes depositados ulteriormente en el soporte. En cualquier caso, el defecto se descubre en un estadio tardío de la fabricación. Esto conllevará sobrecostos.

45

[0010] Según su resumen, el documento JP-A-2014107053 describe un sustrato para un dispositivo flexible, que presenta una buena resistencia a la humedad y una buena adherencia de una capa aislante.

50

[0011] Según su resumen, el documento WO-A-01/07901 describe una cámara termográfica de infrarrojo usada para detectar defectos de uniformidad en la temperatura de superficie de una composición conductora multicapa que comprende al menos dos capas electroconductoras (separadas por una capa aislante electrónica).

[0012] Según su resumen, el documento WO-A-2014/032781 describe un procedimiento para localizar al menos un defecto en una estructura que comprende una capa aislante.

55

[0013] Por tanto, un objetivo de la invención es suministrar un procedimiento de fabricación de un módulo optoelectrónico que incluye un control del soporte constituido por un conjunto que comprende sucesivamente el sustrato metálico, el recubrimiento dieléctrico y la capa conductora, mientras que el conjunto está desprovisto de propiedades optoelectrónicas, permitiendo el control localizar defectos presentes en su caso en el recubrimiento dieléctrico, y al menos en cierta medida caracterizarlos.

60

[0014] Para este fin la invención tiene como objetivo un procedimiento según la reivindicación 1.

65

[0015] Según realizaciones particulares, el procedimiento de fabricación comprende una o varias de las características correspondientes a las reivindicaciones 2 a 14, tomadas de forma aislada o según todas las combinaciones posibles técnicamente.

5 **[0016]** La invención se entenderá mejor a partir de la lectura de la descripción que se ofrece a continuación, suministrada únicamente a modo de ejemplo y realizada con referencia a los dibujos adjuntos en los que:

- la figura 1 representa esquemáticamente una instalación adaptada para la aplicación de las etapas de suministro del soporte, de excitación eléctrica del soporte y de examen fototérmico del soporte excitado de un procedimiento según
10 la invención,

- la figura 2 es una representación esquemática de una imagen del soporte excitado, habiéndose obtenido la imagen con ayuda de la instalación representada en la figura 1, y

- la figura 3 representa esquemáticamente un módulo optoelectrónico obtenido por un procedimiento de fabricación según la invención, a partir del soporte representado en la figura 1.

15 **[0017]** En referencia a la figura 1, se describe una instalación 1 que incluye un soporte 5, un dispositivo 10 de excitación eléctrica del soporte 5 y un sistema 15 de examen fototérmico del soporte 5 excitado por el dispositivo 10.

20 **[0018]** El soporte 5 está constituido por un conjunto 25 desprovisto de propiedades optoelectrónicas.

[0019] Por «desprovisto de propiedades optoelectrónicas», se entiende que el conjunto 25 no comprende ningún componente optoelectrónico, dicho de otro modo, ningún componente electrónico que emita o interaccione con la luz, tal como, por ejemplo, diodos electroluminiscentes (LED), diodos electroluminiscentes orgánicos (OLED), células fotovoltaicas en capas delgadas o no, transistores para pantallas de visualización o detectores fotosensibles.

25 **[0020]** En el ejemplo representado en la figura 1, el conjunto 25 comprende sucesivamente un sustrato metálico 27, un recubrimiento dieléctrico 29 situado en el sustrato metálico 27 y una capa 31 eléctricamente conductora situada en el recubrimiento dieléctrico 29.

30 **[0021]** Por «capa eléctricamente conductora», se entiende una capa que presenta una resistividad eléctrica inferior o igual a 10^{-3} ohmios·m a temperatura ambiente (20 °C).

[0022] Según variantes no representadas, el conjunto 25 comprende otros elementos, siempre desprovisto de propiedades optoelectrónicas.

35 **[0023]** El sustrato metálico 27 es por ejemplo un cuerpo macizo de forma plana, es decir, de pequeño grosor comparado con sus otras dimensiones. El sustrato puede presentarse en forma de una placa o de una lámina constituida por un material metálico único o de un ensamblaje compuesto. El sustrato metálico 27 es por ejemplo una superposición de varias capas del mismo material o de materiales diferentes, de los que al menos uno es un material
40 metálico, pudiendo obtenerse esta superposición por adhesión, por soldadura, por galvanización en caliente, por electrogalvanización o por deposición al vacío.

[0024] Preferentemente, el material metálico es una aleación metálica tal como acero. En función de la aplicación y de los rendimientos requeridos, se podrá recurrir sin que esta lista sea exhaustiva a acero no recubierto,
45 acero galvanizado, aceros recubiertos de una aleación de zinc que comprende el 5 % en peso de aluminio (Galfan®), aceros recubiertos de una aleación de zinc que comprende el 55 % en peso de aluminio, aproximadamente el 1,5 % en peso de silicio, estando el resto constituido por zinc e impurezas inevitables debidas a la elaboración (Alu-zinc®, Galvalume®), aceros recubiertos por una aleación de aluminio que comprende del 8 al 11 % en peso de silicio y del 2 al 4 % en peso de hierro, estando el resto constituido por aluminio e impurezas inevitables debidas a la elaboración
50 (Alusi®), aceros recubiertos por capa de aluminio (Alupur®) y aceros inoxidables.

[0025] Más preferentemente, el material metálico es una chapa metálica, dicho de otro modo, un producto plano obtenido por laminación de desbastes. En el caso de una chapa de acero, se podrá recurrir a los productos de la lista mostrada anteriormente. Dicha chapa metálica presenta un grosor comprendido generalmente entre 0,1 mm y 3,0 mm,
55 preferentemente entre 0,3 y 1,5 mm. Dicha chapa presenta las ventajas de ser apta para la conformación, principalmente mediante perfilado, y de ser capaz de resistir cargas importantes, principalmente como panel de tejado.

[0026] El recubrimiento dieléctrico 29 tiene como función permitir aislar eléctricamente el sustrato metálico para evitar todo paso de corriente entre la capa conductora y el sustrato.

60 **[0027]** Este recubrimiento dieléctrico 29 puede tener asimismo como función permitir compensar la rugosidad del sustrato metálico y ofrecer una superficie regular para la deposición de la capa conductora superior.

[0028] Además, el recubrimiento dieléctrico 29 puede tener asimismo como función constituir una barrera de
65 protección del dispositivo electrónico frente a las partículas y los elementos de difusión desde el sustrato metálico así

como una barrera de protección del sustrato metálico frente a las contaminaciones exteriores, ya se trate de vapor de agua o de oxígeno que podría oxidar o corroer el sustrato metálico.

[0029] El recubrimiento dieléctrico 29 puede estar formado por capas orgánicas y/o inorgánicas.

5 **[0030]** Una capa dieléctrica inorgánica puede comprender un material elegido entre cerámicas tales como, por ejemplo cordierita, forsterita o esteatita o entre óxidos metálicos no conductores tales como, por ejemplo, TiO_2 , Al_2O_3 , SiO_2 , en su caso dopados con boro o fósforo. Esta capa dieléctrica inorgánica puede aplicarse al menos parcialmente sobre el sustrato, en su caso recubierto, por medio de cualquier procedimiento conocido de deposición de capas delgadas al vacío.

15 **[0031]** Una capa dieléctrica orgánica puede comprender por ejemplo un material polimérico elegido entre polímeros termoplásticos o polímeros termoendurecibles, elastómeros, poliimidas, epóxidos, poliolefinas, poliamidas, materiales celulósicos, materiales estirénicos, materiales poliacrílicos, tales como polimetacrilato de metilo, poliéteres, poliésteres saturados, materiales vinílicos, tales como poliacetato de vinilo, materiales polisulfónicos, polímeros fluorados, lacas híbridas organo-inorgánicas basadas en la tecnología sol-gel. Esta capa dieléctrica orgánica puede aplicarse al menos parcialmente sobre el sustrato, en su caso recubierto, por medio de un procedimiento conocido de deposición de capas delgadas.

20 **[0032]** El recubrimiento dieléctrico de alisado puede formarse ventajosamente por deposición alterna de un número cualquiera de capas dieléctricas orgánicas y de capas dieléctricas inorgánicas.

[0033] Según el número de capas dieléctricas, el recubrimiento dieléctrico de alisado puede presentar un grosor comprendido entre 500 nm y 50 μm .

25 **[0034]** Preferentemente, el recubrimiento dieléctrico 29 posee una permitividad relativa superior o igual a 2. Según realizaciones particulares, la permitividad relativa es superior a 5, 10, 100, e incluso superior a 1000.

30 **[0035]** La capa 31 eléctricamente conductora tiene como función primera permitir la alimentación eléctrica de los dispositivos electrónicos destinados a ponerse en contacto con parte o la totalidad de esta capa.

[0036] Para este fin, la capa 31 presenta una resistencia por cuadrado de menos de 10 Ω , preferentemente de menos de 5 Ω o de menos de 1 Ω ; más preferentemente, presenta una resistencia por cuadrado de como máximo 0,1 Ω . De forma clásica, se entiende por valor de resistencia por cuadrado, el valor de la resistencia entre dos lados opuestos de un cuadrado imaginario formado en la superficie de la capa para la cual se mide la resistencia.

40 **[0037]** La capa 31 comprende por ejemplo uno o varios metales o aleaciones metálicas y/o uno o varios óxidos, nitruros o carburos metálicos conductores naturalmente o convertidos en conductores por adición de elementos conductores tales como el grafito, por ejemplo. Puede comprender, por ejemplo, un elemento elegido entre el grupo constituido por Ag, Al, Al, Mo, Na y Cr, de manera que estos elementos se usan habitualmente como electrodos en los dispositivos optoelectrónicos. A su vez puede estar constituida por varias subcapas. Puede aplicarse por medio de un procedimiento de deposición de capas delgadas al vacío.

45 **[0038]** Sin embargo, estos materiales no son forzosamente los mejores candidatos para aumentar el rendimiento termoeléctrico (variación de la temperatura en función de la corriente que atraviesa el defecto). De hecho, todos estos materiales no presentan coeficientes de temperatura (TCR) positivos y elevados y no son buenos materiales de efecto termoeléctrico.

50 **[0039]** Un buen material termoeléctrico se define con ayuda de su coeficiente Seebeck (en $V \cdot K^{-1}$), su resistividad eléctrica ρ (en $\Omega \cdot cm$), su conductividad térmica (en $W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}$). Se encuentran buenos materiales termoeléctricos entre las aleaciones intermetálicas, por ejemplo $CeCu_6$, $CeSn_3$, las aleaciones SiGe, los semiconductores de tipo Bi_2Te_3 , $PbTe$, $GeTe$, las aleaciones $MgSiSn$, los óxidos ZnO , TiO_2 ..., y sus compuestos derivados.

55 **[0040]** Ventajosamente, la capa 31 es de un material con coeficiente de temperatura positivo (PTC). Dichos materiales tienen la capacidad de presentar una dependencia positiva (aumento de la temperatura) alta de su resistividad con la temperatura. Metales como Pt, RhFe, así como semiconductores tales como óxidos de vanadio, silicio amorfo y óxidos de hierro son buenos ejemplos de materiales con coeficiente de temperatura positivo.

60 **[0041]** El grosor de la capa conductora 31 se sitúa preferentemente en la gama 10 nm-5 μm para permitir dirigir una potencia eléctrica suficiente en función del dispositivo electrónico considerado. Además del hecho de ofrecer una alta conductividad al sustrato recubierto, la capa conductora, cuando no es transparente, puede permitir alcanzar altos valores de reflexividad de al menos el 90 %, preferentemente de al menos el 92 o el 95 %, más preferentemente de al menos el 96 o el 97 %. Esta propiedad es especialmente interesante cuando el soporte se usa para alimentar un
65 dispositivo que incluye una fuente de luz tal como un diodo electroluminiscente, ya que permite optimizar el rendimiento

energético del dispositivo electrónico.

[0042] Preferentemente, la capa 31 eléctricamente conductora recubre sustancialmente de manera integral el recubrimiento dieléctrico 29. Por ello, se entiende que la capa 31 se ha depositado de manera que recubre de forma
5 continua el recubrimiento dieléctrico 29, pero ha podido ser estructurada para preparar la integración futura de las capas optoelectrónicas. Esta estructuración puede haberse realizado durante la deposición de la capa 31, por ejemplo por medio de un juego de máscaras (plantillas), o con posterioridad a la deposición, por ejemplo por ablación láser.

[0043] Como variante, con el fin de aumentar la emisividad del material, se recubre la capa conductora 31 con
10 un recubrimiento negro, de alta emisividad de superficie, por ejemplo superior a 0,97, con el fin de mejorar la medida del contraste en temperatura.

[0044] El dispositivo 10 de excitación eléctrica comprende una fuente de tensión 33, un primer circuito 35
15 destinado a conectar eléctricamente la capa 31 y la fuente de tensión 33, y un segundo circuito 37 destinado a conectar eléctricamente el sustrato metálico 27 y la fuente de tensión 33.

[0045] El primer circuito 35 y el segundo circuito 37 comprenden en su extremo opuesto a la fuente de tensión
20 33 respectivamente conectores 39, 41 destinados a ponerse en contacto eléctrico respectivamente con la capa 31 y el sustrato metálico 27.

[0046] Los conectores 39, 41 están adaptados ventajosamente para deslizarse respectivamente en la capa 31
y el sustrato metálico 27 cuando el soporte 5 se desplaza con respecto al sistema 15 de examen fototérmico.

[0047] La fuente de tensión 33 está adaptada ventajosamente para hacer circular una corriente continua i
25 a través del soporte 5. Por ejemplo, la fuente de tensión 33 suministra una tensión continua comprendida entre 10 mV y 100 V, preferentemente comprendida entre 1 y 20 V.

[0048] El sistema 15 de examen fototérmico comprende una cámara 43 adaptada para producir al menos una
30 imagen 45 (figura 2) de una porción del soporte 5 visto desde el lado de la capa 31 eléctricamente conductora. El sistema 15 comprende ventajosamente medios informáticos 47 adecuados para generar la imagen 45. Ventajosamente, los medios 47 están adaptados asimismo para realizar cálculos a partir de datos contenidos en la imagen 45.

[0049] El sistema 15 de examen fototérmico está colocado sustancialmente encima de la zona del soporte 5
35 puesta en contacto eléctrico con la fuente de tensión 33.

[0050] La cámara 43 es sensible por ejemplo a la luz infrarroja entre 1,5 μm y 14 μm . La cámara 43 posee por
ejemplo un eje óptico Δ sustancialmente perpendicular al soporte 5. La cámara 43 es por ejemplo una cámara CCD.

[0051] La cámara 43 se coloca ventajosamente a una distancia D del soporte 5 según el eje Δ comprendida
40 entre 1 y 100 mm según la elección ventajosa del sistema óptico de enfoque. La cámara 43 está configurada ventajosamente para producir una imagen 45 cuya resolución es inferior o igual a 5 mm/píxel, preferentemente inferior o igual a 15 $\mu\text{m}/\text{píxel}$, 30 $\mu\text{m}/\text{píxel}$.

[0052] La resolución espacial aumenta cuando la distancia D disminuye.

[0053] Opcionalmente, la instalación 1 comprende un sistema de deslizamiento 20 adaptado para hacer
desplazarse el soporte 5 con respecto al sistema 15 de examen fototérmico. Este sistema de deslizamiento puede corresponder al sistema de arrastre preexistente en la línea y/o incluir elementos suplementarios, tales como una tabla
50 de inspección, un riel de traslación de la cámara, por ejemplo en una dirección perpendicular al sentido de deslizamiento del soporte.

[0054] El sistema de deslizamiento 20 está adaptado para hacer desplazarse el soporte 5 según una dirección
55 DD. La dirección DD es ventajosamente sustancialmente perpendicular al eje óptico Δ .

[0055] El sistema de deslizamiento 20 está adaptado para devanar el soporte 5.

[0056] En referencia a las figuras 1 y 2, a continuación se describirá el funcionamiento de la instalación 1 y un
procedimiento según la invención.

[0057] El procedimiento comprende al menos una etapa de suministro del soporte 5, una etapa de excitación
60 eléctrica del soporte suministrado y una etapa de examen fototérmico del soporte excitado para detectar posibles defectos 49, 51 de aislamiento del recubrimiento dieléctrico 29, situados al menos en parte en el recubrimiento dieléctrico 29 y suministrar un resultado de examen fototérmico.

65

[0058] La etapa de suministro del soporte 5 puede comprender el aprovisionamiento de un soporte 5 fabricado previamente. En este caso, el soporte puede ser suministrado en forma de bobina, desenrollarse en la entrada de la instalación 1, desplazarse en la instalación por medio del sistema de deslizamiento y después volverse a bobinar en la salida de la instalación 1.

5

[0059] Alternativamente, el soporte 5 puede fabricarse al menos parcialmente en el curso de la primera etapa del procedimiento según la invención. En este caso, la etapa de suministro del soporte 5 puede comprender una subetapa de deposición de la capa eléctricamente conductora 31 en al menos una parte del recubrimiento dieléctrico 29, en su caso precedida de una subetapa de deposición del recubrimiento dieléctrico 29 en el sustrato metálico 27.

10

[0060] Ventajosamente, la subetapa de deposición de la capa eléctricamente conductora 31 se lleva a cabo mediante una deposición física en fase de vapor, tal como, por ejemplo, pulverización por magnetrón, evaporación al vacío y evaporación por haz de electrones en fase de vapor. En este caso, el sustrato metálico 27 puede suministrarse en forma de bobina, desenrollarse en la entrada de una línea de deposición física en fase de vapor, desplazarse en la línea y después desplazarse en la instalación 1 por medio del sistema de deslizamiento y a continuación bobinarse de nuevo en la salida de la instalación 1.

15

[0061] Esta alternativa presenta la ventaja de permitir la deposición de la capa eléctricamente conductora en todos los poros del recubrimiento dieléctrico, ya sean estos poros de tamaño micrométrico o nanométrico. En consecuencia, la detección de los defectos se efectúa con un nivel muy alto de resolución, nivel que no confieren las otras técnicas de deposición de capa.

20

[0062] Esta alternativa presenta también la ventaja de que integra todas las etapas en una misma línea de producción, tanto las etapas de fabricación de las capas sucesivas como las etapas de control.

25

[0063] El soporte 5 así fabricado se encuentra por ejemplo en una forma enrollada.

[0064] El sistema de deslizamiento 20 devana el soporte 5. A continuación el soporte 5 se desplaza según la dirección DD.

30

[0065] La etapa de excitación eléctrica se lleva a cabo mediante una puesta en contacto eléctrico del sustrato metálico 27 y de la capa 31 con la fuente de tensión 33. En la práctica, los conectores 39, 41 se ponen en contacto eléctrico respectivamente con la capa 31 y el sustrato metálico 27.

35

[0066] La fuente de tensión 33 suministra una tensión U comprendida ventajosamente entre 10 mV y 100 V, preferentemente comprendida entre 1 y 20 V. El experto en la materia sabrá ajustar la tensión U en función de las circunstancias y en particular en función del material usado para el electrodo, el grosor de las capas, el tamaño de los defectos, etc., de manera que se evite la degradación del conjunto 25.

40

[0067] La etapa de excitación eléctrica tiene una duración comprendida por ejemplo entre 0,01 y 10 segundos.

[0068] En caso de presencia de defectos 49, 51, la corriente i circula en el soporte 5 concentrándose en los defectos 49, 51. De hecho, el resto del recubrimiento dieléctrico 29 se comporta como un aislante eléctrico. Se produce un calentamiento localizado en los defectos 49, 51. La capa 31 presenta una temperatura de superficie más elevada a la altura de los defectos 49, 51.

45

[0069] La detección y el análisis de los calentamientos de temperatura permiten así revelar y discernir los defectos.

50

[0070] Según realizaciones particulares, pueden plantearse al menos tres modos de medida: un modo continuo, un modo pulsado y un modo AC (corriente alterna) en detección síncrona.

[0071] En el modo continuo, se aplica una fuente de tensión continua (DC) para hacer circular la corriente continua, determinada por la resistencia del defecto medido. Se mide la variación de temperatura ΔT . La etapa de excitación eléctrica y la etapa de examen fototérmico son entonces simultáneas.

55

[0072] En el modo pulsado, se aplica un impulso de tensión durante un tiempo breve determinado. Se mide la variación de temperatura ΔT después del paso de un pico de corriente a través del defecto. La etapa de examen fototérmico se realiza entonces de forma sucesiva a la etapa de excitación eléctrica.

60

[0073] En el modo AC en detección síncrona se aplica una baja variación alterna de la tensión

alrededor de una señal de tensión continua determinada. Con ayuda de una detección síncrona, se mide la variación de temperatura alternativa ΔT de la señal emitida, y el desfase con respecto a la señal de entrada.

[0074] En la práctica, la medida de la variación de temperatura ΔT se asegura mediante el sistema 15 de examen fototérmico.

5 **[0075]** En la etapa de examen fototérmico, se toma al menos una imagen 45 del soporte 5 excitado en el dominio infrarrojo mediante la cámara 43. Así se detecta la temperatura de superficie más elevada en los defectos 49, 51.

10 **[0076]** Los medios informáticos 47 realizan un cálculo para obtener por ejemplo un gradiente térmico en superficie del soporte 5 excitado, o una magnitud representativa de este gradiente. Los medios 47 permiten revelar los lugares 55, 57 de la imagen 45 (figura 2) en los que se sitúan los defectos 49, 54. Por ejemplo, los lugares 55, 57 se materializan por extremos de la magnitud representativa.

15 **[0077]** En el ejemplo representado, el defecto 49 es una raya del recubrimiento dieléctrico 29 expresada como un trazo largo en la imagen 45 representada en la figura

2. El defecto 51 es una simple inclusión que se traduce en un punto en la imagen 45. Por tanto es posible, al menos en cierta medida, discernir los defectos 49, 51.

20 **[0078]** Un defecto 53 de la capa 31 eléctricamente conductora no se traduce en ningún calentamiento y no aparece en la imagen 45.

[0079] Según una variante, la magnitud representativa es la temperatura, y se busca un extremo de la temperatura para revelar los defectos 49, 51.

25

[0080] Según una variante no representada, se toman dos imágenes del soporte 5 excitado, estando las dos imágenes desfasadas temporalmente y/o espectralmente una con respecto a la otra.

30 **[0081]** En el caso de dos imágenes desfasadas temporalmente, puede tratarse por ejemplo de la misma porción del soporte 5 excitado según el modo pulsado, fotografiada durante dos pulsaciones sucesivas. El análisis de estas imágenes sucesivas permite afinar la detección y la caracterización de los defectos. También puede tratarse de dos imágenes de dos porciones adyacentes del soporte excitado tomadas mientras el soporte está en deslizamiento. Los medios informáticos 47 permiten yuxtaponer las imágenes de manera que se realiza una cartografía del soporte.

35 **[0082]** En el caso de dos imágenes desfasadas espectralmente, puede tratarse por ejemplo de la misma porción del soporte excitado fotografiada en el dominio visible por una parte y en el dominio infrarrojo por otra parte. Entonces es posible hacer aparecer los defectos detectados mediante el análisis de la imagen de infrarrojo en la imagen realizada en el dominio visible. Así es posible establecer una cartografía de los defectos del soporte 5.

40 **[0083]** En el mismo principio, y según otra variante no representada, se toma una pluralidad de imágenes del soporte 5 excitado, estando las imágenes desfasadas temporalmente y/o espectralmente unas con respecto a las otras.

45 **[0084]** La etapa de examen fototérmico suministra un resultado de examen fototérmico que es por ejemplo la imagen 45.

[0085] Como variante, el resultado de examen fototérmico es un dato según el cual la porción del soporte 5 correspondiente a la imagen 45 no presenta defectos considerados como molestos.

50 **[0086]** Como resultado del procedimiento de control del soporte 5, el soporte 5 considerado no satisfactorio, o bien solo la porción correspondiente a la imagen 45, puede rechazarse.

55 **[0087]** El soporte 5 y el resultado de examen fototérmico obtenido por el procedimiento citado anteriormente forman un conjunto en el que el resultado de examen fototérmico constituye ventajosamente un certificado del soporte 5.

[0088] En referencia a la figura 3, se describe un módulo optoelectrónico 100 que es por ejemplo una célula fotovoltaica.

60 **[0089]** Por «célula fotovoltaica» se entiende por ejemplo un componente electrónico que, expuesto a la luz, produce electricidad gracias al efecto fotovoltaico.

[0090] El módulo optoelectrónico 100 comprende un soporte 5 análogo al soporte descrito anteriormente, y una capa suplementaria 107 depositada en la capa 31 eléctricamente conductora del soporte 5.

65

[0091] La capa suplementaria 107 presenta propiedades electrónicas en el sentido definido anteriormente.

[0092] El módulo optoelectrónico 100 presenta propiedades fotovoltaicas de las que está desprovisto el soporte 5 considerado en solitario.

5

[0093] Para fabricar el módulo optoelectrónico 100, se implementa un procedimiento de control tal como describe anteriormente para someter a ensayo el soporte 5.

[0094] Si el soporte 5 se considera satisfactorio en función del resultado de examen fototérmico, la capa 10 suplementaria 107 se deposita en la capa 31 para obtener el módulo optoelectrónico 100.

[0095] Según una variante del procedimiento de fabricación, el procedimiento de control se ha implementado ya cuando se suministra el soporte 5 para la fabricación del módulo optoelectrónico 100. El soporte 5 usado es entonces un soporte ya controlado, por ejemplo en otro lugar de producción. El soporte 5 se asocia entonces 15 ventajosamente a un certificado que establece que el resultado de examen fototérmico es correcto.

[0096] Gracias a las características descritas anteriormente, el procedimiento de control del soporte 5 permite localizar defectos 49, 51 posibles situados al menos en parte en el recubrimiento dieléctrico 29, mientras que el soporte 5 está desprovisto de propiedades optoelectrónicas. Además, el resultado de examen fototérmico permite, al menos 20 en cierta medida, discernir entre defectos tales como, por ejemplo el defecto puntual 51, o la raya profunda 49 del recubrimiento dieléctrico 29.

[0097] Aun cuando la invención se ha descrito para control en línea, es evidente que la invención puede aplicarse también durante controles de calidad fuera de línea, y por tanto sin deslizamiento relativo del soporte con 25 respecto al sistema de examen fototérmico.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de fabricación de un módulo optoelectrónico (100) que comprende un soporte (5) y una capa suplementaria (107) situada en el soporte (5), estando el soporte (5) constituido por un conjunto (25) desprovisto de propiedades optoelectrónicas, comprendiendo el conjunto (25) sucesivamente un sustrato metálico (27), un recubrimiento dieléctrico (29) situado en el sustrato metálico (27) y una capa (31) eléctricamente conductora situada en el recubrimiento dieléctrico (29), incluyendo el procedimiento de fabricación al menos, en este orden:
- una etapa de suministro del soporte (5), por ejemplo en deslizamiento, y de aplicación de un procedimiento de control del soporte (5), o una etapa de suministro del soporte (5), habiendo sido sometido el soporte (5) al procedimiento de control, y
 - una etapa de deposición de al menos la capa suplementaria (107) en la capa (31) eléctricamente conductora del soporte (5) para obtener el módulo optoelectrónico (100),
- 15 incluyendo el procedimiento de control del soporte (5) al menos las etapas siguientes:
- excitación eléctrica del soporte (5) por una puesta en contacto eléctrico del sustrato metálico (27) y de la capa (31) eléctricamente conductora con una fuente de tensión (33), y
 - examen fototérmico del soporte (5) excitado para detectar un posible defecto (49, 51) situado al menos parcialmente en el recubrimiento dieléctrico (29) y suministrar un resultado de examen fototérmico.
2. Procedimiento de fabricación según la reivindicación 1, en el que el recubrimiento dieléctrico (29) posee una permitividad relativa superior o igual a 2.
- 25 3. Procedimiento de fabricación según la reivindicación 1 o 2, en el que la capa (31) eléctricamente conductora recubre sustancialmente de manera integral el recubrimiento dieléctrico (29).
4. Procedimiento de fabricación según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que el suministro del soporte (5) comprende una subetapa de deposición de la capa (31) eléctricamente conductora en al menos una parte del recubrimiento dieléctrico (29).
- 30 5. Procedimiento de fabricación según la reivindicación 4, en el que la subetapa de deposición de la capa (31) eléctricamente conductora comprende una deposición física en fase de vapor de la capa (31) eléctricamente conductora en el recubrimiento dieléctrico (29).
- 35 6. Procedimiento de fabricación según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en el que la capa (31) eléctricamente conductora tiene un grosor comprendido entre 10 nanómetros y 5 μm .
7. Procedimiento de fabricación según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en el que la etapa de excitación eléctrica tiene una duración comprendida entre 0,01 y 10 segundos.
- 40 8. Procedimiento de fabricación según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, en el que, en la etapa de excitación eléctrica, la fuente de tensión (33) está adaptada para hacer circular una corriente continua i a través del soporte (5).
- 45 9. Procedimiento de fabricación según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, en el que la etapa de examen fototérmico comprende la toma, en el dominio infrarrojo, de al menos una imagen (45) del soporte (5) excitado.
10. Procedimiento de fabricación según la reivindicación 9, en el que la etapa de examen fototérmico comprende la toma de dos imágenes desfasadas temporalmente y/o espectralmente una con respecto a la otra, o de más de dos imágenes desfasadas temporalmente y/o espectralmente unas con respecto a las otras.
- 50 11. Procedimiento de fabricación según cualquiera de las reivindicaciones 9 y 10 en el que el examen fototérmico del soporte comprende la medida de la variación de temperatura del soporte (5) excitado, realizándose la detección de un posible defecto (49, 51) preferentemente por la determinación de un extremo de una magnitud representativa de un gradiente térmico observado en la imagen (45).
- 55 12. Procedimiento de fabricación según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la capa (31) está constituida por uno o varios materiales cualesquiera tomados entre: Al, Ag, Au, Mo, Na, Cr, CeCu₆, CeSn₃, las aleaciones SiGe, Bi₂Te₃, PbTe, GeTe, las aleaciones MgSiSn, ZnO, TiO₂, Pt, RhFe, óxidos de vanadio, silicio amorfo y óxidos de hierro.
- 60 13. Procedimiento de fabricación según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 12, en el que el módulo optoelectrónico (100) es una célula fotovoltaica.
- 65

14. Procedimiento de fabricación según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 13, en el que la capa suplementaria (107) posee propiedades optoelectrónicas.

