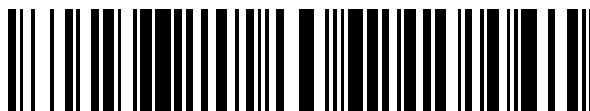


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 663 623**

51 Int. Cl.:

H01B 1/22 (2006.01)

H01L 31/0224 (2006.01)

H01L 31/05 (2014.01)

C09J 9/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **12.01.2015** **E 15150720 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **03.01.2018** **EP 3043354**

54 Título: **Uso de una composición eléctricamente conductora como adhesivo eléctricamente conductor para conectar mecánica y eléctricamente conductores eléctricos con los contactos eléctricos de células solares**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
16.04.2018

73 Titular/es:
HERAEUS DEUTSCHLAND GMBH & CO. KG
(100.0%)
Heraeusstr. 12-14
63450 Hanau, DE

72 Inventor/es:
HANSELMANN, DANIEL;
DICKEL, TANJA;
BRAND, ALEXANDER;
FRITZSCHE, SEBASTIAN y
KOENIG, MARKUS

74 Agente/Representante:
ELZABURU, S.L.P

ES 2 663 623 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

Uso de una composición eléctricamente conductora como adhesivo eléctricamente conductor para conectar mecánica y eléctricamente conductores eléctricos con los contactos eléctricos de células solares

5 La invención se refiere al uso de una composición eléctricamente conductora como adhesivo eléctricamente conductor para conectar mecánica y eléctricamente conductores eléctricos con los contactos eléctricos de células solares.

10 Las células solares pueden convertir la luz, tal como la luz solar, en energía eléctrica. Es posible recoger la energía eléctrica de una sola célula solar. Con el fin de aumentar la tensión suministrada por las células solares individuales a un nivel adecuado, convencionalmente se conectan eléctricamente entre sí, en serie, una pluralidad de células solares para formar una matriz de células solares que se puede incorporar a un módulo fotovoltaico. La recogida de la energía eléctrica y la conexión eléctrica de las células solares típicamente se realiza por medio de conductores eléctricos que se conectan mecánicamente, y a la vez eléctricamente, con los contactos del emisor y del colector de las células solares. La conexión mecánica, y a la vez eléctrica, de los conductores eléctricos con los contactos de la célula típicamente se realiza mediante soldadura o mediante unión adhesiva, haciendo uso en este último caso de un adhesivo eléctricamente conductor.

15 El término "conductor eléctrico" usado en la presente memoria significa conductores eléctricos convencionales como, por ejemplo, cable, cinta, banda o lámina conductora de la placa posterior (lámina de contacto posterior) convencionales.

20 El término "contacto del emisor" usado en la presente memoria significa un contacto eléctrico que conecta el emisor de una célula solar con un conductor eléctrico, mientras que el término "contacto del colector" usado en la presente memoria significa un contacto eléctrico que conecta el colector de una célula solar con un conductor eléctrico. Los contactos eléctricos toman la forma de metalizaciones.

25 En la mayoría de los módulos fotovoltaicos actuales, las células solares tienen los contactos del emisor y los contactos del colector situados en lados opuestos de las células. Los contactos del emisor están situados en la superficie frontal, es decir, la superficie expuesta a la luz solar, mientras que los contactos del colector están en la parte posterior. Un ejemplo de ello son las células del tipo H, que típicamente tienen dos contactos del emisor, conocidos como barras colectoras del emisor, en su cara frontal y dos contactos del colector, también conocidos como barras colectoras del colector, en su cara posterior. Los expertos comprenderán que los contactos del emisor y los contactos del colector son de polaridad opuesta.

30 Se han desarrollado nuevos tipos de células en los que los contactos del emisor se han desplazado desde la cara frontal a la cara posterior de la célula solar, con el fin de liberar una parte adicional de la superficie frontal y aumentar la cantidad de energía eléctrica que se puede producir mediante la célula. Tales células solares, en las que tanto los contactos del emisor como los del colector están situados en la parte posterior de la célula, se conocen bajo la denominación común de "células de contacto posterior", designación que incluye las células metallization wrap-through (MWT), las células back-junction (BJ), las células integrated back-contact (IBC) y las células emitter wrap-through (EWT). En el caso de estas células de contacto posterior, los contactos del emisor son los llamados "vías", o "contactos del emisor posteriores", situados en la cara posterior de las células, mientras que los contactos del colector también se sitúan allí.

La mayoría de las células solares actuales son células solares de silicio.

40 La patente EP-2058868 A1 describe una película adhesiva conductora para la conexión eléctrica entre los electrodos de superficie de células fotovoltaicas y los componentes de cableado, que comprende un adhesivo aislante y unas partículas conductoras.

45 La patente de EE.UU. 2010/209690 A1 describe unas composiciones termoendurecibles eléctricamente conductoras para uso en películas y adhesivos de superficie. En ella se describen películas adhesivas y adhesivos de fusión en caliente.

50 La patente de EE.UU. 5057245 A describe unas composiciones de película gruesa de polímero curable térmicamente que comprenden, en peso: (a) aproximadamente 3-15 partes de al menos una resina de poli(hidroxiestireno); (b) una resina de reticulación seleccionada del grupo que consiste en: (i) aproximadamente 5-25 partes de al menos una resina de isocianato bloqueada; o (ii) aproximadamente 2-10 partes de al menos una resina de melamina-formaldehído; (c) una cantidad eficaz de al menos un solvente orgánico capaz de disolver sustancialmente los ingredientes (a) y (b); (d) un material conductor en forma de partículas seleccionado del grupo que consiste en: (i) aproximadamente 50-80 partes de escamas de plata; (ii) una mezcla de grafito/negro de carbón que consiste en: (aa) aproximadamente 15-45 partes de grafito, y (bb) aproximadamente 1-10 partes de negro de carbón; o (iii) una mezcla de (i) y (ii).

55 La patente de EE.UU. 2014/374671 A1 describe una tinta conductora que incluye un material conductor, un aglutinante termoplástico, que incluye un terpolímero de polivinilbutiral y una polivinilpirrolidona, y un solvente. El

material conductor puede ser un material conductor en forma de partículas que tienen un tamaño medio de aproximadamente 0,5 a aproximadamente 10 micrómetros y una relación de aspecto de al menos aproximadamente 3 a 1, tal como escamas de plata.

5 Los adhesivos eléctricamente conductores convencionales comprenden una gran parte de partículas de plata con un orden de magnitud de aproximadamente 80% en peso (% en peso). Debido al alto precio de la plata, se han desarrollado alternativas llamadas de bajo contenido en plata a causa de que remplazan una parte considerable de las partículas de plata por partículas revestidas de plata, por ejemplo, partículas de cobre revestidas de plata. Sin embargo, existen problemas en el uso de tal tipo de adhesivo eléctricamente conductor que contiene cobre para la unión adhesiva de conductores eléctricos con los contactos de células solares, en particular en el caso de las células
10 solares de silicio. La razón de ello es que las células solares se diseñan para un uso de larga duración, lo que acrecienta el riesgo de que, durante la vida útil de la célula solar, el cobre se difunda en el interior del material a granel de la célula solar y dé lugar por ello a una eficacia no deseada, reduciendo los centros de recombinación, o que, incluso, destruya la transición p-n o n-p de la célula solar. Esto es, en particular, un problema en el caso de las células solares de silicio. Sin embargo, dichos problemas no solo se presentan en el caso del cobre sino también en
15 el caso de otros elementos que tengan un efecto similar al del cobre. Los ejemplos de tales elementos incluyen fósforo, titanio, vanadio, cromo, manganeso, hierro, cobalto, níquel, circonio, niobio, molibdeno, tántalo y wolframio; véase "Centro de investigación de la Energía de los Países Bajos, Gianluca Coletti, Sensitivity of crystalline silicon solar cells to metal impurities, 14 de septiembre de 2011" o "J.R. Davis en IEEE Trans El. Dev. ED-27, 677 (1980)".

20 La invención evita dicho riesgo al usar un adhesivo específico del tipo de bajo contenido en plata, eléctricamente conductor, para conectar mecánicamente, y a la vez eléctricamente, los contactos de una célula solar con los conductores eléctricos. En una realización, en el adhesivo eléctricamente conductor se evitan esencial o completamente los elementos cobre, fósforo, titanio, vanadio, cromo, manganeso, hierro, cobalto, níquel, circonio, niobio, molibdeno, tántalo, aluminio y wolframio, en forma elemental o metálica o en forma de aleación.

25 Por tanto, la invención se refiere al uso de una composición eléctricamente conductora como adhesivo eléctricamente conductor para conectar mecánicamente y a la vez eléctricamente, con un conductor eléctrico, al menos un contacto de una célula solar, preferiblemente una célula solar de silicio, en donde dicho al menos un contacto se selecciona del grupo que consiste en los contactos del emisor y los contactos del colector, caracterizado por que la composición eléctricamente conductora comprende:

30 (A) 2 a 35% en volumen (% en volumen) de unas partículas de plata que tienen un tamaño medio de partículas en el intervalo de 1 a 25 μm y que presentan una relación de aspecto en el intervalo de 5 a 30:1,

(B) 10 a 63% en volumen de unas partículas no metálicas que tienen un tamaño medio de partículas en el intervalo de 1 a 25 μm y que presentan una relación de aspecto en el intervalo de 1 a 3:1,

(C) 30 a 80% en volumen de un sistema de resina curable (endurecible, reticulable), y

(D) 0 a 10% en volumen de al menos un aditivo,

35 en donde la suma del % en volumen de las partículas (A) y (B) asciende a 25 a 65% en volumen.

en donde la viscosidad de la composición eléctricamente conductora está en el intervalo de 4 a 45 Pa·s, medida de acuerdo con la norma DIN 53018 (a 23°C, medición con CSR, sistema de cono-placa, velocidad de cizallamiento de 50 s^{-1} (revoluciones por segundo)),

40 en donde la composición eléctricamente conductora se aplica en la superficie de contacto del al menos un contacto de la célula solar y/o en la superficie de contacto del conductor eléctrico a ser unido adhesivamente con el al menos un contacto de la célula solar,

en donde la aplicación de la composición eléctricamente conductora se realiza mediante impresión, inyección o distribución, y

45 en donde el tamaño medio de partículas significa el diámetro medio de partículas primarias (d_{50}) determinado por medio de difracción de láser.

En la descripción y las reivindicaciones, se usa el término "célula solar". Ello no debe significar ninguna limitación en cuanto a un cierto tipo de célula solar. Este término incluye cualquier tipo de célula solar, incluidas, en particular, las células solares de silicio. Las células pueden ser, por ejemplo, células del tipo H o de contacto posterior mencionadas anteriormente.

50 En una realización, la suma del % en volumen de (A), (B), (C) y, si está presente, (D) puede ascender a 100% en volumen de la composición eléctricamente conductora.

El % en volumen descrito en la descripción y las reivindicaciones se refiere a la composición eléctricamente conductora, es decir, aún sin curar, o, para ser aún más precisos, a la composición eléctricamente conductora antes de su aplicación o uso de acuerdo con la invención.

En la descripción y las reivindicaciones, se usa el término "tamaño medio de partículas". Ello significa el diámetro medio de partículas primarias (d_{50}) determinado por medio de difracción de láser. Las mediciones de difracción de láser se pueden llevar a cabo haciendo uso de un analizador del tamaño de partículas, por ejemplo, un Mastersizer 3000 de Malvern Instruments.

5 En la descripción y las reivindicaciones se usa el término "relación de aspecto", con respecto a la forma de las partículas (A) y (B) incluidas en la composición eléctricamente conductora. La relación de aspecto significa la relación entre la dimensión más grande y la dimensión más pequeña de una partícula, y se determina mediante SEM (microscopía electrónica de barrido) y evaluación de las imágenes microscópicas electrónicas midiendo las dimensiones de un número estadísticamente significativo de partículas individuales.

10 La composición eléctricamente conductora comprende 2 a 35% en volumen, preferiblemente 2 a 30% en volumen y lo más preferiblemente 2 a 20% en volumen de unas partículas de plata (A) que tienen un tamaño medio de partículas en el intervalo de 1 a 25 μm , preferiblemente 1 a 20 μm , lo más preferiblemente 1 a 15 μm , y que presentan una relación de aspecto en el intervalo de 5 a 30:1, preferiblemente 6 a 20:1, lo más preferiblemente 7 a 15:1. Las partículas de plata (A) pueden tener un revestimiento que comprende al menos un compuesto orgánico, en particular un ácido graso de C8 a C22 o un derivado del mismo, tal como sus sales o sus ésteres. Los valores del % en volumen incluyen la contribución en volumen de dichos revestimientos de las partículas de plata (A).

15 Las partículas de plata (A) incluyen partículas de plata y aleaciones de plata; es decir, el término "partículas de plata" usado en la presente memoria significa partículas de plata pura y/o de una aleación de plata. En el caso de una aleación de plata, la proporción total de metales de aleación es, por ejemplo, >0 a 5% en peso, preferiblemente >0 a 1% en peso. Las aleaciones de plata pueden comprender aleaciones binarias de plata y otro metal o aleaciones de plata con más de un metal que no sea plata. Los ejemplos de metales que se pueden usar como metales de aleación para la plata incluyen, en particular, el cinc, rodio, paladio, indio, estaño, antimonio, renio, osmio, iridio, platino, oro, plomo y bismuto. En una realización, como elementos de aleación se excluyen el cobre, fósforo, titanio, vanadio, cromo, manganeso, hierro, cobalto, níquel, circonio, niobio, molibdeno, tántalo, aluminio y wolframio.

25 Las partículas de plata (A) presentan una relación de aspecto en el intervalo de 5 a 30:1, preferiblemente 6 a 20:1, lo más preferiblemente 7 a 15:1. Dicha relación de aspecto expresa que las partículas de plata (A) son, por ejemplo, partículas aciculares (agujas) o escamas (laminillas), en oposición a, por ejemplo, partículas que tienen una forma esférica, esencialmente esférica, elíptica u ovoide.

30 La composición eléctricamente conductora puede comprender un tipo de partículas de plata (A) o una combinación de dos o más tipos diferentes de partículas de plata (A). En cualquier caso, todos los tipos de partículas de plata (A) contenidos en la composición eléctricamente conductora satisfacen las condiciones de tamaño medio de partículas y de relación de aspecto antes mencionadas. Para ilustrar esto, se puede considerar el ejemplo teórico siguiente: Una composición eléctricamente conductora puede comprender dos tipos diferentes de partículas de plata como las únicas partículas (A), a saber, X% en volumen de unas partículas de plata que tienen un valor de d_{50} de $x \mu\text{m}$ y una relación de aspecto de $y:1$, e Y% en volumen de unas partículas de plata que tienen un valor de d_{50} de $v \mu\text{m}$ y una relación de aspecto de $w:1$, encontrándose X+Y dentro de dicho intervalo de 2 a 35% en volumen, x y v independientemente dentro de dicho intervalo de 1 a 25 μm , e y y w independientemente dentro de dicho intervalo de 5 a 30:1.

40 Las partículas de plata del tipo (A) están disponibles comercialmente. Los ejemplos de tales partículas de plata incluyen SF-3 y SF-3J de Ames Goldsmith; Silver Flake #80 de Ferro; RA-0101, AA-192N de Metalor.

En una realización, la composición eléctricamente conductora puede comprender una parte, por ejemplo 10 a 30% en volumen, de partículas de plata distintas de las del tipo (A), en particular, unas partículas de plata que tienen una relación de aspecto en el intervalo de, por ejemplo, 1 a $<5:1$ ó 1 a 3:1. Un ejemplo disponible comercialmente de tales partículas de plata es FA-3162 de Metalor.

45 La composición eléctricamente conductora comprende 10 a 63% en volumen, preferiblemente 15 a 63% en volumen y lo más preferiblemente 15 a 60% en volumen de unas partículas no metálicas (B) que tienen un tamaño medio de partículas en el intervalo de 1 a 25 μm , preferiblemente 1 a 20 μm , lo más preferiblemente 1 a 15 μm , y que presentan una relación de aspecto en el intervalo de 1 a 3:1, preferiblemente 1 a 2:1, lo más preferiblemente 1 a 1,5:1. Los ejemplos de partículas útiles del tipo (B) incluyen partículas de grafito y partículas no metálicas eléctricamente no conductoras, que satisfacen en cada caso dichas condiciones de tamaño medio de partículas y de relación de aspecto. El término "partículas no metálicas eléctricamente no conductoras", utilizado en la presente memoria, significa partículas no metálicas de un material que tiene una conductividad eléctrica de $<10^{-5}$ S/m. Los ejemplos de tales materiales incluyen vidrio, productos cerámicos, plásticos, diamante, nitruro de boro, dióxido de silicio, nitruro de silicio, carburo de silicio, aluminosilicato, óxido de aluminio, nitruro de aluminio, óxido de circonio y dióxido de titanio.

Las partículas no metálicas (B) presentan una relación de aspecto en el intervalo de 1 a 3:1, preferiblemente 1 a 2:1, lo más preferiblemente 1 a 1,5:1. Dicha relación de aspecto expresa que las partículas (B) tienen una forma esférica exacta o esencialmente esférica, en oposición a partículas como, por ejemplo, las partículas aciculares o las

escamas. Cuando se observan con un microscopio electrónico, las partículas individuales (B) tienen forma esférica o casi esférica, es decir, pueden ser perfectamente redondas o casi redondas, elípticas o pueden tener forma ovoide.

5 La composición eléctricamente conductora puede comprender un tipo de partículas (B) o una combinación de dos o más tipos diferentes de partículas (B). En cualquier caso, todos los tipos de partículas (B) contenidos en la composición eléctricamente conductora satisfacen las condiciones de tamaño medio de partículas y de relación de aspecto mencionadas anteriormente.

Las partículas del tipo (B) están disponibles comercialmente. Los ejemplos incluyen AE9104 de Admatechs; EDM99,5 de AMG Mining; CL4400, CL3000SG de Almatix; Glass Spheres de Sigma Aldrich; Spheromers® CA6, CA10, CA15 de Microbeads®.

10 En una realización preferida, las partículas de plata (A) tienen un tamaño medio de partículas en el intervalo de 0,2 a 2 veces el tamaño medio de partículas de las partículas no metálicas (B).

La suma del % en volumen de las partículas de plata (A) y las partículas no metálicas (B) asciende a 25 a 65% en volumen.

15 La composición eléctricamente conductora comprende 30 a 80% en volumen, preferiblemente 30 a 75% en volumen y lo más preferiblemente 30 a 70% en volumen de un sistema de resina curable (C).

El sistema de resina curable (C) comprende los constituyentes de la composición eléctricamente conductora que, después de la aplicación y el curado de la misma, forman una matriz polímera covalentemente reticulada en la que están incrustadas las partículas (A) y (B).

20 "Sistema de resina curable" significa un sistema de resina que comprende al menos una resina autorreticulable, típicamente en combinación con un arrancador o iniciador, y/o una o más resinas reticulables en combinación con uno o más endurecedores (reticulantes, agentes de curado) para la una o más resinas reticulables. Sin embargo, dentro de tal sistema de resina curable también es posible la presencia de resinas no reactivas. Para evitar malentendidos, el término "sistema de resina", aunque generalmente se entiende que se refiere a materiales polímeros, no se debe entender que excluye la presencia opcional de materiales oligómeros. Los materiales oligómeros pueden incluir adelgazadores reactivos (diluyentes reactivos). El límite entre los materiales oligómeros y polímeros se define mediante la masa molar promedio en peso determinada mediante cromatografía de permeación en gel (GPC, por sus siglas en inglés; poliestireno reticulado con divinilbenceno como fase inmóvil, tetrahidrofurano como fase líquida, estándares de poliestireno). Los materiales oligómeros tienen una masa molar promedio en peso de ≤ 500 , mientras que la masa molar promedio en peso de los materiales polímeros es > 500 .

30 Típicamente, los constituyentes del sistema de resina curable (C) no son volátiles; sin embargo, también pueden estar presentes compuestos volátiles que pueden estar implicados en el mecanismo de curado del sistema de resina curable.

35 El sistema de resina curable (C) es curable mediante la formación de enlaces covalentes. Las reacciones de curado que forman enlaces covalentes pueden ser reacciones de polimerización, condensación y/o adición de radicales libres, en donde las reacciones de condensación son las menos preferidas.

40 Como ya se ha mencionado anteriormente, el sistema de resina curable (C) comprende los constituyentes de la composición eléctricamente conductora que, después de la aplicación y el curado de la misma, forman una matriz polímera covalentemente reticulada o una red polímera. Esta matriz polímera puede ser de cualquier tipo, es decir, puede comprender uno o más polímeros o uno o más híbridos de dos o más polímeros diferentes. Los ejemplos de polímeros posibles pueden incluir copolímeros (met)acrílicos, poliésteres, poliuretanos, polisiloxanos, poliéteres, poliaductos de epoxi-amina y cualquiera de sus combinaciones. Los polímeros que forman dicha matriz polímera se pueden derivar de los componentes polímeros del sistema de resina curable (C) y/o se pueden formar durante las reacciones de curado de formación del polímero del sistema de resina curable (C), después de la aplicación y durante el curado de la composición eléctricamente conductora.

45 Por ello, la una o más resinas que pueden ser constituyentes del sistema de resina curable (C) se pueden seleccionar de, por ejemplo, resinas de copolímero (met)acrílico, resinas de poliéster, resinas de poliuretano, resinas de polisiloxano, resinas de poliéter, incluidas las resinas de poliéter del tipo de resina epoxídica, poliaductos de epoxi-amina e híbridos de los mismos.

50 Las resinas autorreticulables del sistema de resina curable (C) pueden ser resinas que portan grupos funcionales capaces de reaccionar entre sí bajo la formación de enlaces covalentes en el sentido de la formación de una red reticulada. Como alternativa, las resinas autorreticulables son resinas que portan diferentes grupos funcionales (F1) y (F2) en la misma molécula, en donde los grupos funcionales (F2) presentan una funcionalidad reactiva complementaria a la funcionalidad de los grupos funcionales (F1). La combinación de una resina reticulable con un endurecedor indica que la resina reticulable porta grupos funcionales (F1), mientras que el endurecedor porta otros grupos funcionales (F2) que presentan una funcionalidad reactiva complementaria a la funcionalidad de los grupos funcionales (F1). Los ejemplos de tales funcionalidades complementarias (F1)/(F2) son: carboxilo/epoxi,

hidroxilo/isocianato, epoxi/amina, doble enlace olefínico polimerizable por radicales libres/doble enlace olefínico polimerizable por radicales libres y similares. La reacción de las funcionalidades complementarias (F1)/(F2) conduce, en cualquier caso, a la formación de enlaces covalentes con la consecuencia de la formación de una red polímera covalentemente reticulada.

5 En una realización preferida, el sistema de resina curable (C) comprende una resina epoxídica autorreticulable o un sistema de resina epoxídica y un endurecedor para la resina epoxídica seleccionado entre endurecedores de poliamina, endurecedores de ácido policarboxílico y endurecedores de anhídrido de ácido policarboxílico. El sistema de resina epoxídica y un endurecedor de poliamina para la resina epoxídica puede comprender, opcionalmente, lactona.

10 El sistema de resina curable (C) que comprende una resina epoxi autorreticulable puede comprender un arrancador o un iniciador. Éste puede ser un sistema catiónicamente curable. Para iniciar el curado catiónico se requiere un iniciador catiónico, que puede ser inestable con el calor o con la radiación UV. Por ello, un sistema de resina catiónicamente curable (C) que comprende una resina epoxídica autorreticulable puede ser un sistema de resina curable térmicamente o curable por radiación UV.

15 Los ejemplos de resinas epoxídicas útiles son las resinas epoxídicas de bisfenol A y/o bisfenol F, las resinas epoxídicas de novolaca, las resinas epoxídicas alifáticas y las resinas epoxídicas cicloalifáticas. Los ejemplos de tales resinas epoxídicas disponibles comercialmente incluyen Araldite® GY 279, Araldite® GY 891, Araldite® PY 302-2, Araldite® PY 3483, Araldite® GY 281 y Quatrex® 1010 de Huntsman; D.E.R.™ 331, D.E.R.™ 732, D.E.R.™ 354 y D.E.N.™ 431 de Dow Chemical; JER YX8000 de Mitsubishi Chemical; y EPONEX™ Resin 1510 de Momentive Specialty Chemicals.

20 Los ejemplos de endurecedores de poliamina útiles son los compuestos que comprenden más de un grupo amino primario o secundario por molécula. Los ejemplos típicos son las diaminas, las triaminas y otras poliaminas con al menos dos grupos amino en la molécula, en donde los grupos amino se seleccionan entre grupos amino primarios y secundarios. Los grupos amino secundarios pueden estar presentes como grupos funcionales laterales o terminales o como componentes de un anillo heterocíclico. Los ejemplos de endurecedores de poliamina preferidos incluyen dietilentriamina, etilendiamina, trietilentetramina, aminoetilpiperazina y Jeffamine® D230 de Huntsman.

25 Los ejemplos de endurecedores de ácido policarboxílico útiles incluyen el ácido metilhexahidroftálico y sus posibles anhídridos.

Un ejemplo de un iniciador catiónico útil es el hexafluoroantimonato de 1-(p-metoxibencil) tetrahidrotiofenio.

30 Los ejemplos de lactonas útiles son delta-valerolactona, delta-hexalactona, delta-nonolactona, delta-decalactona, delta-undecalactona, gamma-butirolactona, gamma-hexalactona, gamma-heptalactona, gamma-octalactona, épsilon-caprolactona, épsilon-octalactona, epsilon-nonolactona y las mezclas de las mismas.

La composición eléctricamente conductora comprende 0 a 10% en volumen de al menos un aditivo (D).

35 Los ejemplos de aditivos incluyen el 4-ciclohexanodimetanol diviniléter; solventes orgánicos, por ejemplo, el isopropanol, el n-propanol y el terpineol; agentes humectantes, por ejemplo, el ácido oleico; modificadores reológicos, por ejemplo, la sílice nanométrica y la etilcelulosa.

40 Hasta ahora, la composición de la composición eléctricamente conductora ha sido considerada en % en volumen. En una realización, la composición eléctricamente conductora comprende 15 a 60% en peso de las partículas de plata (A), 10 a 75% en peso de las partículas no metálicas (B), 7 a 35% en peso del sistema de resina curable (C) y (D) 0 a 5% en peso del al menos un aditivo, en donde la suma del % en peso de (A) y (B) asciende a 60 a 93% en peso y en donde la suma del % en peso de (A), (B), (C) y, si está presente, (D) puede ascender a 100% en peso de la composición eléctricamente conductora. El % en peso descrito en la descripción y las reivindicaciones se refiere a la composición eléctricamente conductora, es decir, aún si curar o, para ser aún más precisos, a la composición eléctricamente conductora antes de su uso de acuerdo con la invención.

45 La viscosidad de la composición eléctricamente conductora está en el intervalo de 4 a 45 Pa·s, más preferiblemente 8 a 35 Pa·s, medida de acuerdo con la norma DIN 53018 (a 23°C, medición con CSR, sistema de cono-placa, velocidad de cizallamiento de 50 s⁻¹ (revoluciones por segundo)).

50 La composición eléctricamente conductora se puede fabricar mezclando los componentes (A), (B), (C) y, opcionalmente, (D), en donde se prefiere introducir primero el componente (C) antes de añadir los componentes (A) y (B). Después de la terminación de la mezcla, la composición eléctricamente conductora producida de este modo se puede almacenar hasta su uso de acuerdo con la invención. Puede ser ventajoso almacenar la composición eléctricamente conductora a bajas temperaturas de, por ejemplo, -78 a +8°C.

55 Dependiendo de la naturaleza química del componente (C), y si se desea o es conveniente, también es posible dividir el componente (C) en subcomponentes, por ejemplo, en un subcomponente de resina curable (C1) y un subcomponente de endurecedor (C2), y mezclar (A), (B), (C1) y, opcionalmente, (D) y almacenar esa mezcla por

separado de (C2). Al hacer esto, se obtiene una composición eléctricamente conductora del tipo de dos componentes. Sus dos componentes se almacenan por separado uno del otro hasta que la composición eléctricamente conductora se use de acuerdo con la invención. Luego, los dos componentes se mezclan en el momento, o inmediatamente antes, de la aplicación.

- 5 La composición eléctricamente conductora se usa de acuerdo con la invención, es decir, se usa como adhesivo eléctricamente conductor para conectar mecánicamente y –a la vez– eléctricamente al menos un contacto de una célula solar con un conductor eléctrico, en donde el al menos un contacto se selecciona del grupo que consiste en los contactos del emisor de la célula solar y los contactos del colector de la célula solar.

- 10 Con este fin, la composición eléctricamente conductora se aplica en la superficie de contacto del al menos un contacto de la célula solar y/o en la superficie de contacto del conductor eléctrico a ser unido adhesivamente con el al menos un contacto de la célula solar. Típicamente, la superficie de contacto del contacto de una célula solar es una metalización, como ya se ha mencionado anteriormente en el párrafo que explica los contactos del emisor y del colector. La superficie de contacto del conductor eléctrico puede ser un terminal y/u otro sitio adecuado de un cable, cinta o banda. En el caso de un conductor eléctrico en forma de lámina conductora posterior, la superficie de
15 contacto de la misma está típicamente en forma de un modelo diseñado para ajustarse con el al menos un contacto de la célula solar.

La aplicación de la composición eléctricamente conductora se realiza mediante impresión, por ejemplo, impresión serigráfica o impresión con plantilla, mediante inyección o mediante distribución. El espesor típico de la composición eléctricamente conductora aplicada y sin curar se encuentra en el intervalo de, por ejemplo, 20 a 500 µm.

- 20 Después de la aplicación de la composición eléctricamente conductora, el uno o más contactos de la célula solar y el(los) conductor(es) eléctrico(s) a ser unido(s) adhesivamente a ellos se ponen juntos con sus superficies de contacto, que tienen la composición eléctricamente conductora, entremedias.

- 25 Antes del curado, es decir, después de la aplicación y antes o después de juntar el uno o más contactos de la célula solar y el(los) conductor(es) eléctrico(s), se puede realizar una etapa de secado opcional con el fin de eliminar de la composición eléctricamente conductora los compuestos volátiles eventualmente presentes, como, por ejemplo, el solvente orgánico. Si se realiza una etapa de secado tal, los parámetros de secado son, por ejemplo, 1 a 120 minutos a una temperatura del objeto de, por ejemplo, 60 a 160°C.

- 30 Luego, se cura el conjunto formado de este modo, que comprende la composición eléctricamente conductora, es decir, se cura la composición eléctricamente conductora. El curado se puede iniciar mediante radiación UV, si al menos una de las superficies de contacto a ser unidas adhesivamente es suficientemente transparente a la luz UV y/o permite un acceso suficiente a la luz UV, y si la química de curado del sistema (C) permite el curado por radiación UV. Los ejemplos de sistemas curables por radiación UV (C) son el sistema de resina curable (C), ya mencionado, que comprende una resina epoxídica autorreticulable y un iniciador catiónico inestable a la radiación UV, o un sistema de resina curable (C) que comprende unos componentes polimerizables por radicales libres y un
35 iniciador por radicales libres inestable a la radiación UV. En la alternativa más común de termocurado, se aplica calor y se calienta el conjunto que incluye la composición eléctricamente conductora, por ejemplo, durante 5 a 30 minutos a una temperatura del objeto de, por ejemplo, 80 a 160°C. El curado térmico se puede realizar en una etapa separada o puede tener lugar en el curso del montaje y consolidación del módulo fotovoltaico o la pila fotovoltaica, como se describe a continuación con más detalle.

- 40 En el estado endurecido, la composición eléctricamente conductora es sólida.

- Después de la terminación del curado, la célula solar con los conductores eléctricos fijados a sus contactos o la matriz de células solares conectadas entre sí mediante conductores eléctricos, se pueden usar para la producción de energía eléctrica, o, en particular, se pueden incorporar a un módulo fotovoltaico convencional. Con este fin, se puede montar una pila fotovoltaica o un módulo fotovoltaico, por ejemplo, poniendo una capa encapsulante posterior
45 convencional sobre una lámina posterior convencional, poniendo la célula solar o la matriz de células solares encima de la capa encapsulante posterior, poniendo una capa encapsulante frontal convencional encima de la una o más células solares y luego poniendo una lámina frontal convencional encima de la capa encapsulante frontal. Típicamente, la pila fotovoltaica montada de este modo se consolida luego en un dispositivo de laminación, calentando la pila y sometiendo la pila fotovoltaica calentada a presión mecánica en una dirección perpendicular al plano de la pila y disminuyendo la presión ambiental en el dispositivo de laminación. El calentamiento permite que los encapsulantes frontal y posterior se ablanden, fluyan por todos lados y se adhieran a la una o más células solares y, si aún no se ha realizado, se cure térmicamente la composición eléctricamente conductora; es decir, en el último caso, el curado térmico tiene lugar durante la consolidación de la pila fotovoltaica. Finalmente, la pila
50 fotovoltaica se enfría a temperatura ambiente y se libera la presión mecánica y se restablece la presión atmosférica en el dispositivo de laminación.

Ejemplos

Ejemplo 1a (Preparación de una composición eléctricamente conductora):

Se fabricó una mezcla de los componentes del tipo (C) y (D) mezclando 69 pp (partes en peso) de Araldite® PY 302-2 de Huntsman, 4 pp de hexafluoroantimoniato de 1-(p-metoxibencil) tetrahidrotiofenio, 21 pp de Araldite® DY-E (diluyente reactivo) de Huntsman y 6 pp de ácido oleico.

- 5 Se mezclaron 13% en volumen (40% en peso) de AA-192N de Metalor (partículas del tipo (A)), 31% en volumen (40% en peso) de AE9104 de Admatechs (partículas del tipo (B)) y 56% en volumen (20% en peso) de la mezcla de componentes del tipo (C) y (D). La mezclado se realizó introduciendo la mezcla de componentes (C) y (D) en un vaso de precipitados y luego mezclándola con los componentes adicionales por medio de una espátula, seguido de una mezclado con un mezclador de paletas de 300 a 400 min⁻¹ (U/min) durante 5 minutos. Después de eso, las mezclas se molieron dos veces en un molino de triple rodillo a 21°C, seguido de la realización de un vacío a menos de 10 mbar bajo agitación con un mezclador de paletas durante 20 minutos.

Ejemplo 1b (Preparación de una composición eléctricamente conductora):

Se fabricó una mezcla de los componentes del tipo (C) y (D) mezclando 63 pp de D.E.R.™ 732 de Dow Chemical, 8 pp de endurecedor Curezol® C2E4MZ de Shikoku, 23 pp Araldite® DY-E de Huntsman, 4 pp de 4-ciclohexanodimetanol diviniléter y 2 pp de ácido oleico.

- 15 Se mezclaron 17% en volumen (50% en peso) de SF-3J de Ames Goldsmith (partículas del tipo (A)), 24% en volumen (30% en peso) de CL3000SG de Almatís (partículas del tipo (B)) y 59% en volumen (20% en peso) de la mezcla de componentes del tipo (C) y (D). La mezclado se realizó introduciendo la mezcla de componentes (C) y (D) en un vaso de precipitados y luego mezclándola con los componentes adicionales por medio de una espátula, seguido de una mezclado con un mezclador de paletas de 300 a 400 min⁻¹ (U/min) durante 5 minutos. Después de eso, las mezclas se molieron dos veces en un molino de triple rodillo a 21°C, seguido de la realización de un vacío a menos de 10 mbar bajo agitación con un mezclador de paletas durante 20 minutos.

Ejemplo 1c (Preparación de una composición eléctricamente conductora):

- 25 Se fabricó una mezcla de los componentes del tipo (C) y (D) mezclando 69 pp de D.E.R.™ 732 de Dow Chemical, 4 pp de hexafluoroantimoniato de 1-(p-metoxibencil) tetrahidrotiofenio, 21 pp de Araldite® DY-E de Huntsman, y 6 pp de ácido oleico. Se mezclaron 17% en volumen (50% en peso) de SF-3J de Ames Goldsmith (partículas del tipo (A)), 24% en volumen (30% en peso) de CL3000SG de Almatís (partículas del tipo (B)) y 59% en volumen (20% en peso) de la mezcla de componentes del tipo (C) y (D). La mezclado se realizó introduciendo la mezcla de componentes (C) y (D) en un vaso de precipitados y luego mezclándola con los componentes adicionales por medio de una espátula, seguido de una mezclado con un mezclador de paletas de 300 a 400 min⁻¹ (U/min) durante 5 minutos. Después de eso, las mezclas se molieron dos veces en un molino de triple rodillo a 21°C, seguido de la realización de un vacío a menos de 10 mbar bajo agitación con un mezclador de paletas durante 20 minutos.

Ejemplo 1d (Preparación de una composición eléctricamente conductora):

- 35 Se fabricó una mezcla de los componentes del tipo (C) y (D) mezclando 63 pp de Araldite® PY 302-2 de Huntsman, 8 pp de Curezol® C2E4MZ de Shikoku, 23 pp de Araldite® DY-E de Huntsman, 4 pp de 4-ciclohexanodimetanol diviniléter y 2 pp de ácido oleico.

- 40 Se mezclaron 13% en volumen (40% en peso) de AA-192N de Metalor (partículas del tipo (A)), 31% en volumen (40% en peso) de AE9104 de Admatechs (partículas del tipo (B)) y 56% en volumen (20% en peso) de la mezcla de componentes del tipo (C) y (D). La mezclado se realizó introduciendo la mezcla de componentes (C) y (D) en un vaso de precipitados y luego mezclándola con los componentes adicionales por medio de una espátula, seguido de una mezclado con un mezclador de paletas de 300 a 400 min⁻¹ (U/min) durante 5 minutos. Después de eso, las mezclas se molieron dos veces en un molino de triple rodillo a 21°C, seguido de la realización de un vacío a menos de 10 mbar bajo agitación con un mezclador de paletas durante 20 minutos.

Ejemplo 2 (Producción de una pila fotovoltaica):

- 45 La composición eléctricamente conductora del Ejemplo 1 se aplicó en el emisor de la parte posterior y en los contactos del colector de una célula solar MWT (JACP6WR-0 de JA Solar), por medio de impresión serigráfica con un espesor de 400 µm.

- 50 Mientras tanto, se colocó una capa de dieléctrico Ebfoil® perforado de Coveme sobre una lámina conductora posterior (Ebfoil® Backsheet Back-contact de Coveme) para formar una pila. Después de eso, la célula solar, con su parte posterior provista de la composición eléctricamente conductora, se puso frente a la capa de dieléctrico Ebfoil® perforado de la pila. Encima de la parte frontal de las células solares se puso una lámina de una película encapsulante solar EVA9100 de 3M™. Encima de la película encapsulante se puso una lámina de vidrio (vsol de vetro solar™).

Luego, la pila entera se laminó bajo la aplicación de calor y presión mecánica. Primeramente, la temperatura se aumentó a 150°C a una velocidad de 13°C/min. A 80°C, sobre la cara superior e inferior de la pila se aplicó, suave y

ES 2 663 623 T3

homogéneamente, una presión mecánica de 1 bar. Después de 9 minutos a 150°C, la pila se enfrió a una velocidad de 25°C/min hasta que la pila alcanzó 20°C. Después de alcanzar los 80°C, la presión mecánica se redujo a cero.

REIVINDICACIONES

- 1.- El uso de una composición eléctricamente conductora como adhesivo eléctricamente conductor para conectar mecánica y eléctricamente al menos un contacto de una célula solar con un conductor eléctrico, en donde dicho al menos un contacto se selecciona del grupo que consiste en contactos del emisor y contactos del colector,
- 5 caracterizado en
- que la composición eléctricamente conductora comprende:
- (A) 2 a 35% en volumen de unas partículas de plata que tienen un tamaño medio de partículas en el intervalo de 1 a 25 μm y que presentan una relación de aspecto en el intervalo de 5 a 30:1,
- 10 (B) 10 a 63% en volumen de unas partículas no metálicas que tienen un tamaño medio de partículas en el intervalo de 1 a 25 μm y que presentan una relación de aspecto en el intervalo de 1 a 3:1,
- (C) 30 a 80% en volumen de un sistema de resina curable, y
- (D) 0 a 10% en volumen de al menos un aditivo,
- en donde la suma del % en volumen de las partículas (A) y (B) asciende a 25 a 65% en volumen.
- 15 en donde la viscosidad de la composición eléctricamente conductora está en el intervalo de 4 a 45 Pa·s, medida de acuerdo con la norma DIN 53018 (a 23°C, medición con CSR (siglas en inglés de "velocidad de cizallamiento controlada"), sistema de cono-placa, velocidad de cizallamiento de 50 s^{-1} (revoluciones por segundo)),
- en donde la composición eléctricamente conductora se aplica en la superficie de contacto del al menos un contacto de la célula solar y/o en la superficie de contacto del conductor eléctrico a ser unido adhesivamente con el al menos un contacto de la célula solar,
- 20 en donde la aplicación de la composición eléctricamente conductora se realiza mediante impresión, inyección o distribución, y
- en donde el tamaño medio de partículas significa el diámetro medio de partículas primarias (d50) determinado por medio de difracción de láser.
- 2.- El uso de la reivindicación 1,
- 25 en donde la suma del % en volumen de (A), (B), (C) y, si está presente, (D) asciende a 100% en volumen de la composición eléctricamente conductora.
- 3.- El uso de la reivindicación 1 ó 2,
- en donde las partículas de plata (A) son partículas de plata pura y/o de una aleación de plata.
- 4.- El uso de una cualquiera de las reivindicaciones precedentes,
- 30 en donde las partículas no metálicas (B) se seleccionan del grupo que consiste en partículas de grafito, partículas de vidrio, partículas cerámicas, partículas de plástico, partículas de diamante, partículas de nitruro de boro, partículas de dióxido de silicio, partículas de nitruro de silicio, partículas de carburo de silicio, partículas de aluminosilicato, partículas de óxido de aluminio, partículas de nitruro de aluminio, partículas de óxido de circonio y partículas de dióxido de titanio.
- 35 5.- El uso de una cualquiera de las reivindicaciones precedentes,
- en donde las partículas de plata (A) tienen un tamaño medio de partículas en el intervalo de 0,2 a 2 veces el tamaño medio de partículas de las partículas no metálicas (B).
- 6.- El uso de una cualquiera de las reivindicaciones precedentes,
- 40 en donde el sistema de resina curable (C) comprende los constituyentes de la composición eléctricamente conductora que, después de la aplicación y el curado de la misma, forman una matriz polímera covalentemente reticulada en la que están incrustadas las partículas (A) y (B).
- 7.- El uso de una cualquiera de las reivindicaciones precedentes,
- 45 en donde el sistema de resina curable (C) comprende una resina epoxídica autorreticulable o un sistema de resina epoxídica y un endurecedor para la resina epoxídica seleccionado entre endurecedores de poliamina, endurecedores de ácido policarboxílico y endurecedores de anhídrido de ácido policarboxílico.

8.- El uso de la reivindicación 7,

en donde el sistema de resina curable (C) comprende un sistema de resina epoxídica, un endurecedor de poliamina para la resina epoxídica y, opcionalmente, lactona.

9.- El uso de una cualquiera de las reivindicaciones precedentes,

5 en donde, después de la aplicación de la composición eléctricamente conductora, el uno o más contactos de la célula solar y el(los) conductor(es) eléctrico(s) a ser unido(s) adhesivamente a ellos se ponen juntos con sus superficies de contacto, que tienen la composición eléctricamente conductora, entremedias para formar un conjunto.

10.- El uso de la reivindicación 9,

en donde se cura la composición eléctricamente conductora comprendida en el conjunto.

10 11.- El uso de la reivindicación 10,

en donde el curado es un curado térmico.

12.- El uso de la reivindicación 11,

en donde el curado térmico se realiza en una etapa separada o tiene lugar en el curso del montaje y consolidación de la pila fotovoltaica.