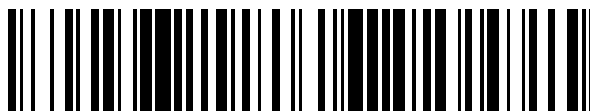


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 438 745**

51 Int. Cl.:

H01B 1/16

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **25.08.2010** **E 10745252 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **16.10.2013** **EP 2474003**

54 Título: **Composición para la impresión de circuitos impresos así como un procedimiento para la fabricación de células solares**

30 Prioridad:

04.09.2009 EP 09169549

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
20.01.2014

73 Titular/es:

BASF SE (100.0%)
67056 Ludwigshafen, DE

72 Inventor/es:

KLEINE JÄGER, FRANK y
HERMES, STEPHAN

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 438 745 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

Composición para la impresión de circuitos impresos así como un procedimiento para la fabricación de células solares

- 5 La invención se refiere a una composición para la impresión de circuitos impresos sobre un sustrato, en particular para células solares, usando un procedimiento de impresión por láser, conteniendo la composición del 30 % al 90 % en peso de partículas eléctricamente conductoras, del 0 % al 7 % en peso de fritas de vidrio, del 0 % al 8 % en peso al menos de un material de matriz, del 0 % al 8 % en peso al menos de un compuesto organometálico, del 0 % al 5 % en peso al menos de un aditivo y del 3 % al 50 % en peso de disolvente. La invención se refiere adicionalmente a un procedimiento para la fabricación de células solares, en el que una correspondiente composición se imprime sobre un sustrato semiconductor, transfiriéndose la composición desde un soporte mediante irradiación con un láser al sustrato semiconductor.

Para poder imprimir la composición mediante un procedimiento de impresión por láser sobre el sustrato la composición debe contener un agente de absorción para la radiación láser que absorba la energía de la radiación láser y la transforme en calor.

- 15 Los agentes de absorción que se usan actualmente en tintas para la impresión láser son por ejemplo hollines o nanotubos de carbono. Estos tienen sin embargo el inconveniente de que reaccionan en la combustión de las células solares dando dióxido de carbono que permanece en forma de gas en los circuitos impresos, de manera que se producen poros en los circuitos impresos que pueden reducir la conductividad. Para evitar esto actualmente se usan composiciones habitualmente sin hollín que se procesan mediante procedimientos de impresión por chorro de tinta o mediante procedimientos de serigrafía.

Una composición en forma de pasta que puede usarse para la fabricación de un electrodo de superficie que recibe luz de una célula solar se describe por ejemplo en el documento WO 2007/089273. La pasta contiene partículas de plata con una superficie específica de 0,2 m²/g a 0,6 m²/g, fritas de vidrio, aglutinantes de resina y diluyentes.

- 25 Una composición que contiene polvo de plata con dos diámetros promedio distintos se describe en el documento EP-A 1 775 759. Además del polvo de plata, la composición contiene igualmente fritas de vidrio y un soporte orgánico. La proporción de plata en el material de electrodo asciende a del 75 % al 95 % en peso.

Otra pasta para la fabricación de electrodos para células solares que contiene del 85 % al 99 % en peso de un componente metálico conductor y del 1 % al 15 % en peso de un componente de vidrio respectivamente con respecto a la masa sólida así como una proporción orgánica se describe en el documento WO2006/132766.

- 30 Las composiciones descritas respectivamente no pueden usarse para la impresión mediante impresión por láser. El uso de un procedimiento de impresión por láser tiene sin embargo en comparación con los procedimientos de impresión por chorro de tinta y procedimientos de serigrafía la ventaja de que pueden imprimirse líneas más finas y con ello electrodos más finos sobre la célula solar.

- 35 Es objetivo de la presente invención proporcionar una composición para la impresión de electrodos para células solares que pueda imprimirse mediante impresión por láser y con la que no se realice en comparación con las composiciones conocidas ninguna reducción de la conductividad por la combustión.

- 40 El objetivo se consigue mediante una composición para la impresión de circuitos impresos sobre un sustrato, en particular para células solares, usando un procedimiento de impresión por láser, conteniendo la composición del 30 % al 90 % en peso partículas eléctricamente conductoras, del 0 % al 7 % en peso de fritas de vidrio, del 0 % al 8 % en peso al menos de un material de matriz, del 0 % al 8 % en peso al menos de un compuesto organometálico, del 0 % al 5 % en peso al menos de un aditivo y del 3 % al 69 % en peso de disolvente, conteniendo la composición adicionalmente del 0,5 % al 15 % en peso de nanopartículas como agente de absorción para la radiación láser, siendo las nanopartículas partículas de plata, oro, platino, paladio, wolframio, níquel, estaño, bismuto, hierro, óxido de indio-estaño (ITO), óxido de wolframio, carburo de titanio o nitruro de titanio y la composición contiene como máximo el 1 % en peso de carbono elemental.

Como nanopartículas en el sentido de la presente invención ha de entenderse partículas con un tamaño de partícula en el intervalo de 1 nm a 800 nm. Las nanopartículas usadas como agente de absorción presentan habitualmente un tamaño de partícula en el intervalo de 3 nm a 800 nm.

- 50 La proporción de carbono elemental en la composición asciende como máximo al 1 % en peso, preferentemente como máximo al 0,5 % en peso, más preferentemente como máximo al 0,3 % en peso y en particular como máximo al 0,1 % en peso. En una forma de realización no está contenido carbono elemental en la composición.

- 55 Sorprendentemente se ha mostrado que pueden usarse también nanopartículas de plata, oro, platino, paladio, wolframio, níquel, estaño, bismuto, hierro, óxido de indio-estaño, óxido de wolframio, carburo de titanio o nitruro de titanio como agente de absorción para la radiación láser. De esta manera es posible prescindir de carbono elemental, por ejemplo en forma de hollín, nanotubos de carbono, grafeno o grafito, como agente de absorción para

la radiación láser o reducir la cantidad necesaria claramente en comparación con las composiciones conocidas.

Otra ventaja del uso de plata, oro, platino, paladio, wolframio, níquel, estaño, hierro, bismuto, óxido de indio-estaño o carburo de titanio es que estos materiales son eléctricamente conductores. Por este motivo, mediante el uso de las nanopartículas se reduce en medida mucho más baja o preferentemente no se reduce la conductividad eléctrica de los circuitos impresos. Además estos materiales no se oxidan con la combustión, en particular no dan como resultado compuestos gaseosos que pueden conducir a una porosidad de los circuitos impresos y debido a ello a una reducción de la conductividad. El carburo de titanio puede quemarse como agente de absorción, sin embargo la cantidad liberada a este respecto de carbono es mucho más baja que la cantidad liberada con el uso de carbono elemental como agente de absorción.

Se prefiere especialmente plata como material para las nanopartículas.

En una forma de realización, las nanopartículas son partículas esféricas. Las partículas esféricas en el contexto de la presente invención significa que las partículas tienen esencialmente forma de esfera, sin embargo las partículas reales pueden presentar también desviaciones de la forma de esfera ideal. Así, las partículas reales por ejemplo también pueden estar aplanadas o pueden presentar una forma de gota. También son posibles otras desviaciones de la forma de esfera ideal que pueden producirse de manera condicionada por la fabricación.

Cuando las nanopartículas son partículas esféricas, entonces presentan éstas preferentemente un diámetro en el intervalo de 2 nm a 50 nm. En particular con el uso de láseres infrarrojos, en particular aquéllos con una longitud de onda de 1050 nm se ha mostrado que las nanopartículas esféricas con un diámetro de partículas en el intervalo de 2 nm a 50 nm son especialmente adecuadas. De manera especialmente preferente, el diámetro de las partículas esféricas se encuentra en el intervalo de 6 nm.

Cuando las nanopartículas se usan en forma de partículas esféricas, entonces la proporción de las nanopartículas en la composición se encuentra en particular en el intervalo del 0,5 % al 12 % en peso.

En una forma de realización alternativa, las nanopartículas son primas con una longitud de arista en el intervalo de 15 nm a 1000 nm y una altura de 3 nm a 100 nm. La forma de los prismas es variable a este respecto. Así, la forma depende entre otras cosas también de la radiación láser usada. La superficie base de los prismas puede estar configurada así por ejemplo en forma de un polígono discrecional, por ejemplo de un triángulo o un pentágono. Los prismas usados como nanopartículas son en general resonadores de plasmón cuyo comportamiento de absorción está adaptado a la longitud de onda del láser usado. La adaptación a la longitud de onda del láser usado se realiza por ejemplo mediante la longitud de arista de los prismas y mediante la superficie de sección transversal. Así presentan por ejemplo distintas superficies de sección transversal y distintas longitudes de arista respectivamente un comportamiento de absorción distinto. También la altura de los prismas ejerce una influencia sobre el comportamiento de absorción.

Cuando se usan prismas como nanopartículas, entonces la proporción de las nanopartículas que se encuentran como prismas se encuentra en la composición preferentemente en el intervalo del 3 % al 10 % en peso.

Además del uso de partículas esféricas o prismas como agente de absorción para la radiación láser es posible como alternativa también que se usen tanto partículas esféricas como prismas. A este respecto es posible cualquier proporción discrecional de partículas esféricas con respecto a prismas. Cuanto más grande sea la proporción de nanopartículas en forma de prismas, más baja puede ser la proporción de nanopartículas en la composición.

Las nanopartículas se estabilizan en general en la preparación, en particular para el transporte, mediante aditivos adecuados. En la preparación de la composición para la impresión de circuitos impresos no se separan los aditivos habitualmente, de modo que éstos están contenidos entonces también en la composición. La proporción de aditivos para la estabilización se encuentra en general en como máximo el 15 % en peso con respecto a la masa de nanopartículas. Como aditivos para la estabilización de las nanopartículas pueden usarse por ejemplo aminas de cadena larga, por ejemplo dodecilamina. Otros aditivos que son adecuados para la estabilización de las nanopartículas son por ejemplo octilamina, decilamina, ácido oleico y polietileniminas.

Las partículas eléctricamente conductoras contenidas en la composición pueden ser partículas de cualquier geometría de un material eléctricamente conductor discrecional. Preferentemente, las partículas eléctricamente conductoras que están contenidas en la composición contienen plata, oro, aluminio, platino, paladio, estaño, níquel, cadmio, galio, indio, cobre, zinc, hierro, bismuto, cobalto, manganeso, cromo, vanadio, titanio o mezclas o aleaciones de los mismos.

El tamaño de partícula promedio de las partículas usadas se encuentra preferentemente en el intervalo de 100 nm a 100 µm. Más preferentemente, el tamaño de partícula promedio se encuentra en el intervalo de 500 nm bis 50 µm y en particular en el intervalo de 500 nm a 10 µm. Las partículas usadas pueden presentar a este respecto cualquier forma discrecional conocida por el experto. Así, las partículas pueden ser por ejemplo en forma de plaquita o en forma de esfera. Por "en forma de esfera" se entiende a este respecto también partículas cuya forma real se desvía de la forma de esfera ideal. Así, las partículas en forma de esfera pueden presentar también por ejemplo de manera condicionada por la preparación una configuración en forma de gota o pueden estar aplanadas. Las partículas

adecuadas que pueden usarse para la preparación de la composición se conocen por el experto y pueden obtenerse en el comercio. En particular se usan preferentemente partículas de plata esféricas. Es ventajoso de las partículas esféricas su comportamiento reológico mejorado en comparación con las partículas en forma de plaquita. Así, una composición que contiene partículas esféricas presenta una viscosidad más baja que una composición con partículas en forma de plaquita. Además, una composición que contiene partículas esféricas presenta una fuerte reducción de la viscosidad en caso de cizallamiento. Mediante esto pueden realizarse también altos coeficientes de relleno de hasta aproximadamente el 90 %, en los que la composición adicionalmente sigue siendo imprimible.

Si deben usarse dos o más clases distintas de partículas eléctricamente conductoras, entonces puede realizarse esto mediante mezclado de las clases. Las partículas de las distintas clases pueden diferenciarse a este respecto en el material, en la forma y/o en el tamaño.

La proporción de partículas eléctricamente conductoras en la composición se encuentra en el intervalo del 50 % al 90 % en peso. Preferentemente, la proporción se encuentra en el intervalo del 70 % al 87 % en peso y en particular en el intervalo del 75 % al 85 % en peso.

Además del uso de partículas eléctricamente conductoras que presentan un tamaño en el intervalo de 100 nm a 100 μm , es posible también usar nanopartículas como partículas eléctricamente conductoras. Cuando se usan nanopartículas como partículas eléctricamente conductoras, entonces éstas presentan preferentemente un diámetro promedio en el intervalo de 1 nm a 500 nm. A este respecto, las nanopartículas pueden presentar cualquier forma discrecional. Así, las nanopartículas pueden ser por ejemplo igualmente partículas esféricas o pueden encontrarse en forma de prismas. En particular, con el uso de nanopartículas como partículas eléctricamente conductoras, las nanopartículas sirven al mismo tiempo también como agente de absorción para la radiación láser.

Para obtener una composición imprimible es necesario adicionalmente que la composición contenga un disolvente. La proporción de disolvente en la composición se encuentra en general en el intervalo del 3 % al 69 % en peso. Preferentemente se encuentra la proporción de disolvente en el intervalo del 5 % al 20 % en peso y en particular en el intervalo del 8 % al 15 % en peso.

Como disolvente pueden usarse por ejemplo disolventes orgánicos. Ciertos disolventes orgánicos adecuados son todos los disolventes conocidos por el experto. Preferentemente son terpineol, texanol, etilenglicol, propilenglicol y dipropilenglicol.

Además del uso de disolventes orgánicos es posible también usar agua como disolventes. Cuando se usa agua como disolvente, entonces la proporción de agua se encuentra preferentemente en el intervalo del 3 % al 40 % en peso, más preferentemente en el intervalo del 5 % al 15 % en peso y en particular en el intervalo del 6 % al 12 % en peso.

Dado que el agua en general evapora de manera relativamente rápida es necesario en caso del uso de agua como disolvente la adición de un agente de retención, un denominado retardador, para ralentizar la evaporación. El agente de retención se encuentra en la composición en una proporción del 0,5 % al 50 % en peso, preferentemente en una proporción del 5 % al 40 % en peso y en particular en una proporción en el intervalo del 10 % al 30% en peso.

Como agente de retención son adecuados disolventes polares, que se unen al agua. Ciertos disolventes polares, que se unen al agua son por ejemplo glicerina, glicoles, por ejemplo etilenglicol, propilenglicol, poliglicoles tales como dietilenglicoles, polietilenglicoles (por ejemplo PEG200), polipropilenglicol, alcanolaminas, por ejemplo metildietanolamina, etildietanolamina, n-metilpirrolidona o polietileniminas, polivinilamina o polivinilformamida. Como agente de retención se prefiere especialmente glicerina o polietilenglicoles. Éstos presentan una alta tensión superficial, de manera que se reduce una dispersión de la composición sobre la superficie del sustrato que va a imprimirse. De este modo pueden imprimirse estructuras más transparentes.

Para obtener en la fabricación de células solares una buena unión de estructuras de electrodos impresas con la composición en el sustrato semiconductor, se quema el sustrato semiconductor designado también como oblea con las estructuras impresas sobre el mismo. Para que la composición se adhiera a la oblea antes de la combustión, preferentemente está contenido adicionalmente un material de matriz. Cuando en la composición está contenido un material de matriz, entonces la proporción de material de matriz se encuentra preferentemente en el intervalo del 0,1 % al 8 % en peso, más preferentemente en el intervalo del 0,5 % al 5 % en peso y en particular en el intervalo del 1 % al 3 % en peso.

Cuando se usa agua como disolvente, entonces se usan como material de matriz preferentemente polímeros solubles en agua o dispersables en agua o mezclas de polímero.

Se prefieren polímeros solubles en agua o dispersables en agua o mezclas de polímeros que forman disoluciones de baja viscosidad en agua. De este modo es posible un alto coeficiente de llenado de partículas eléctricamente conductoras con baja viscosidad. Adicionalmente, los polímeros usados deberían presentar una buena adherencia a la superficie de sustrato que va a imprimirse, por ejemplo en la fabricación de células solares a la superficie de la oblea solar usada. También, los polímeros deberían conducir a una integridad suficiente de los circuitos impresos.

Son polímeros adecuados que pueden usarse como material de matriz por ejemplo dispersiones de acrilato y copolímeros de acrilato, por ejemplo acrilatos de estireno, resinas de acrilato solubles en álcali y sus copolímeros, copolímeros de anhídrido de ácido maleico, por ejemplo dispersiones de estireno-ácido maleico, dispersiones de resina alquídica, dispersiones de estireno-butadieno, derivados de celulosa, en particular hidroxialquilcelulosas, carboxialquilcelulosas, dispersiones de poliésteres, poli(alcoholes vinílicos), en particular poli(alcoholes vinílicos) parcial o completamente saponificados, copolímeros hidrolizados de acetato de vinilo, por ejemplo copolímeros de polietilenglicol-acetato de vinilo injertados, polivinilpirrolidona y copolímeros de vinilpirrolidona, polietileniminas, polivinilamina, polivinilformamida, policarbonatos hiper-ramificados, poliglicoles, dispersiones de poliuretano, proteínas, por ejemplo caseína. También mezclas de dos o más polímeros pueden formar el material de matriz.

Cuando se usan como disolvente únicamente disolventes orgánicos, entonces son adecuados como material de matriz por ejemplo ABS (acrilonitrilo-butadieno-estireno); ASA (acrilonitrilo-estireno-acrilato); acrilatos acrilados; resinas alquídicas; acetatos de alquilvinilo; copolímeros de acetato de alquilevinilo, en particular acetato de metilvinilo, acetato de etilvinilo, acetato de butilvinilo; copolímeros de cloruro de alquilevinilo; resinas amínicas; resinas aldehídicas y cetónicas; celulosa y derivados de celulosa, en particular hidroxialquilcelulosa, ésteres de celulosa, tales como acetatos, propionatos, butiratos, carboxialquilcelulosas, nitrato de celulosa; acrilatos de epoxi; resinas epoxídicas; resinas epoxídicas modificadas, por ejemplo bisfenol A bifuncional o polifuncional o resinas de bisfenol F, resinas epoxi-novolaca polifuncionales, resinas epoxídicas bromadas, resinas epoxídicas cicloalifáticas; resinas epoxídicas alifáticas, éter glicídico, éter vinílico, copolímeros de etileno-ácido acrílico; resinas de hidrocarburos; MABS (que contiene ABS transparente con unidades de acrilato); resinas de melamina, copolímeros de anhídridos de ácido maleico; metacrilatos; caucho natural; caucho sintético; clorocaucho; resinas naturales; resinas de colofonia; goma laca; resinas fenólicas; resinas fenoxi, poliésteres; resinas de poliéster, tales como resinas de feniléster; polisulfonas; poliétersulfonas; poliamidas; poliimidas; polianilinas; polipirroles; poli(tereftalato de butileno) (PBT); policarbonato (por ejemplo Makrolon® de Bayer AG); poliesteracrilatos; polieteracrilatos; polietileno; polietilentiofenos; poli(naftalatos de etileno); poli(tereftalato de etileno) (PET); poli(tereftalato de etileno)-glicol (PETG); polipropileno; poli(metacrilato de metilo) (PMMA); poli(óxido de fenilo) (PPO); poliestirenos (PS), politetrafluoroetileno (PTFE); politetrahidrofurano; poliéteres (por ejemplo polietilenglicol, polipropilenglicol), compuestos polivinílicos, en particular poli(cloruro de vinilo) (PVC), copolímeros de PVC, PVdC, poli(acetato de vinilo) así como sus copolímeros, eventualmente poli(alcohol vinílico) parcialmente hidrolizado, poli(acetales de vinilo), poli(acetatos de vinilo), polivinilpirrolidona, poliviniléteres, poli(acrilatos y metacrilatos de vinilo) en disolución y como dispersión así como sus copolímeros, poliésteres de ácido acrílico y copolímeros de poliestireno, por ejemplo copolímeros de anhídrido de ácido maleico-poliestireno; poliestireno (modificado de manera resistente a choques o no modificado de manera resistente a choques); poliuretanos, no reticulados o reticulados con isocianatos; acrilatos de poliuretano; copolímeros de estireno-acrilato; copolímeros de bloque de estireno-butadieno (por ejemplo Styroflex® o Styrolux® de BASF AG, K-Resin™ de CPC); proteínas, tales como por ejemplo caseína; copolímeros de bloque de estireno-isopreno; resinas de triazina, resinas de bismaleimida-triazina (BT), resina de cianatoéster (CE), polifeniléter alilado (APPE). Adicionalmente mezclas de dos o más polímeros pueden formar el material de matriz.

Para obtener una buena adherencia de la composición al material semiconductor usado como sustrato en la fabricación de células solares está contenida en la composición una frita de vidrio con una proporción en el intervalo del 0,5 % al 6 % en peso. Preferentemente, la proporción de frita de vidrio se encuentra en el intervalo del 1,5 % al 4 % en peso y en particular en el intervalo del 2 % al 3,5 % en peso.

Se usan preferentemente fritas de vidrio esencialmente sin plomo. Las fritas de vidrio de este tipo son por ejemplo vidrios a base de óxido de bismuto. Las fritas de vidrio adecuadas para la composición contienen en particular óxido de bismuto, óxido de silicio y/u óxido de telurio.

La proporción de óxido de telurio se encuentra preferentemente en el intervalo del 0,01 % al 10 % en peso. La proporción de óxido de bismuto se encuentra preferentemente en el intervalo del 40 % al 95 % en peso. Más preferentemente, la proporción de óxido de bismuto se encuentra en el intervalo del 50 % al 80 % en peso y en particular en el intervalo del 60 % al 75 % en peso. La proporción de óxido de silicio se encuentra preferentemente en el intervalo del 0 % al 30 % en peso, en particular en el intervalo del 1 % al 4 % en peso.

Además de óxido de bismuto, óxido de silicio y óxido de telurio, la frita de vidrio puede contener adicionalmente óxido de boro. La proporción de óxido de boro se encuentra a este respecto preferentemente en el intervalo del 0,1 % al 10 % en peso, en particular en el intervalo del 0,5 % al 8 % en peso y en una forma de realización especialmente preferente en el intervalo del 1 % al 4 % en peso.

Adicionalmente a los óxidos mencionados, la frita de vidrio puede contener óxido de zinc y/u óxido de aluminio. La proporción de óxido de zinc se encuentra a este respecto en el intervalo del 0 % al 15 % en peso y la proporción de óxido de aluminio en el intervalo del 0 % al 3 % en peso.

Otros óxidos metálicos que pueden estar contenidos en la frita de vidrio son por ejemplo óxido de plata (Ag_2O), óxido de antimonio (Sb_2O_3), óxido de germanio (GeO_2), óxido de indio (In_2O_3), pentóxido de fósforo (P_2O_5), pentóxido de vanadio (V_2O_5), pentóxido de niobio (Nb_2O_5) y pentóxido de tántalo (Ta_2O_5). La proporción de Ag_2O , P_2O_5 , V_2O_5 , Nb_2O_5 y/o Ta_2O_5 que puede estar contenido en la frita de vidrio se encuentra respectivamente en el intervalo de

- aproximadamente el 0 % al 8 % en peso. La proporción de In_2O_3 y/o Sb_2O_3 en la frita de vidrio se encuentra preferentemente respectivamente en el intervalo del 0 % al 5 % en peso. Adicionalmente pueden estar contenidos en la frita de vidrio uno o varios óxidos alcalinos, habitualmente Na_2O , Li_2O y/o K_2O . La proporción de óxidos de metal alcalino en la frita de vidrio se encuentra a este respecto respectivamente en el intervalo del 0 % al 3 % en peso. Adicionalmente pueden estar contenidos también óxidos de metal alcalinotérreo en la frita de vidrio. Los óxidos alcalinotérreos habitualmente contenidos son BaO , CaO , MgO y/o SrO . La proporción de óxidos alcalinotérreos en la frita de vidrio se encuentra a este respecto respectivamente en el intervalo del 0 % al 8 % en peso.
- Esencialmente sin plomo en el sentido de la presente invención significa que a la frita de vidrio no se le añade plomo y la proporción de plomo en la frita de vidrio es inferior a 1000 ppm.
- En una forma de realización preferente al menos una parte de las nanopartículas está incluida en el vidrio de la frita de vidrio. En este caso se prefiere que el material de las nanopartículas sea bismuto. Cuando únicamente una parte de las nanopartículas está incluida en el vidrio de la frita de vidrio, el material de las nanopartículas incluidas puede ser el mismo que el de las nanopartículas no incluidas. Sin embargo es también posible usar nanopartículas de materiales distintos, estando compuestas por ejemplo las nanopartículas incluidas en el vidrio de la frita de vidrio de otro material distinto a las nanopartículas no incluidas. Adicionalmente pueden estar incluidas sin embargo también en el vidrio de la frita de vidrio ya nanopartículas de distintos materiales.
- La composición de acuerdo con la invención contiene adicionalmente al menos un compuesto organometálico. La proporción del compuesto organometálico en la composición se encuentra en el intervalo del 0 % al 5 % en peso, preferentemente en el intervalo del 1 % al 3 % en peso y en particular en el intervalo del 1,5 % al 2,5 % en peso.
- En la combustión del sustrato con la composición impresa sobre el mismo se descompone el componente orgánico del compuesto organometálico y se elimina de la composición. El metal contenido permanece en la composición.
- Son compuestos organometálicos adecuados que pueden usarse carboxilatos metálicos, propionatos metálicos, alcóxidos metálicos, compuestos de complejo de un metal o una mezcla de los mismos. Adicionalmente pueden contener los compuestos organometálicos también grupos aromáticos o alifáticos.
- Son carboxilatos adecuados por ejemplo formiatos, acetatos o propionatos. Como alcóxidos son adecuados por ejemplo metanolato, etanolato, propanolato, butanolato, pentanolato, hexanolato, heptanolato, octanolato, nonanolato, decanolato, undecanolato y dodecanolato.
- El metal del compuesto organometálico se selecciona preferentemente del grupo constituido por aluminio, bismuto, zinc y vanadio.
- Adicionalmente, el compuesto organometálico puede contener boro o silicio.
- Son compuestos organometálicos adecuados que pueden usarse por ejemplo acetato de bismuto (III), trifenilbismuto, hexafluoropentanodionato de bismuto (III), tetrametilheptanodionato de bismuto (III), neodecanoato de bismuto, 2-etilhexanoato de bismuto (III), óxido de carbonato de bismuto, subgalato de bismuto hidratado, base de galato de bismuto (III) hidratada, subsalicilato de bismuto (III), tris(2,2,6,6-tetrametil-3,5-heptanodionato) de bismuto (III), carbonato de trifenilbismuto (III), tris(2-metoxifenil)bismutina.
- Son compuestos organometálicos adecuados en particular preferentes acetato de bismuto (III), 2-etilhexanoato de bismuto (III), óxido de carbonato de bismuto, subgalato de bismuto hidratado, base de galato de bismuto (III) hidratada, subsalicilato de bismuto (III).
- Adicionalmente, la composición puede contener también otros aditivos. Son aditivos que pueden estar contenidos en la composición por ejemplo dispersantes, agentes tixotrópicos, plastificantes, antiespumantes, sustancias secantes, reticuladores, formadores de complejo y/o partículas poliméricas conductoras. Los aditivos pueden usarse a este respecto respectivamente de manera individual o como mezcla de dos o varios de los aditivos.
- La proporción de aditivos en la composición se encuentra en general en el intervalo del 0 % al 5 % en peso, preferentemente en el intervalo del 0,1 % al 3 % en peso y en particular en el intervalo del 0,1 % al 2 % en peso.
- Cuando como aditivo se use un dispersante, entonces es posible usar únicamente un dispersante o varios dispersantes.
- Básicamente son adecuados todos los dispersantes conocidos por el experto para la aplicación en dispersiones y descritos en el estado de la técnica. Los dispersantes preferentes son tensioactivos o mezclas de tensioactivos, por ejemplo tensioactivos aniónicos, catiónicos, anfóteros o no iónicos. Los tensioactivos catiónicos y aniónicos adecuados se describen por ejemplo en "Encyclopedia of Polymer Science and Technology", J. Wiley & Sons (1966), volumen 5, páginas 816 a 818 y en "Emulsion Polymerisation and Emulsion Polymers", editor P. Lovell und M. El-Asser, Verlag Wiley & Sons (1997), páginas 224 a 226. Sin embargo también es posible el uso de polímeros conocidos por el experto con grupos de anclaje afines a pigmentos como dispersantes.

Cuando se añaden agentes tixotrópicos como aditivo, entonces pueden usarse por ejemplo agentes tixotrópicos orgánicos. Ciertos espesantes que pueden usarse son por ejemplo poli(ácido acrílico), poliuretanos o aceite de ricino hidrogenado.

5 Los plastificantes, humectantes, antiespumantes, sustancias secantes, reticuladores, formadores de complejos y partículas poliméricas conductoras que pueden usarse son aquéllos que se usan habitualmente en dispersiones y conocidos por el experto.

10 La preparación de la composición de acuerdo con la invención se realiza por ejemplo mediante mezclado y dispersión intensivos en unidades conocidas por el experto. Esto implica por ejemplo el mezclado de los componentes en un disolventor o una unidad de dispersión comparativamente intensa, la dispersión en un molino de bolas-agitador o un fluidizador de polvo en la preparación de grandes cantidades.

La composición de acuerdo con la invención es adecuada en particular para su aplicación sobre un sustrato mediante un procedimiento de impresión por láser.

En particular, la composición es adecuada para la fabricación de células solares.

15 Para ello se imprime la composición sobre un sustrato semiconductor, transfiriéndose la composición desde un soporte mediante irradiación con un láser al sustrato semiconductor, absorbiéndose energía del láser por las nanopartículas y transformándose en calor, de manera que se evapora el disolvente y una gota de la composición se lanza desde el soporte al sustrato semiconductor.

20 Este procedimiento permite una fabricación precisa de circuitos impresos sobre el sustrato semiconductor. En la fabricación de células solares, en el caso del sustrato semiconductor se trata generalmente de un semiconductor de silicio. Éste se designa también como oblea solar.

El láser usado para imprimir la composición sobre el sustrato semiconductor es preferentemente un láser infrarrojo. En particular, el láser es un láser infrarrojo con una longitud de onda de 1050 nm. A este respecto puede usarse cualquier láser infrarrojo discrecional que el experto conoce.

REIVINDICACIONES

1. Composición para la impresión de circuitos impresos sobre un sustrato, en particular para células solares, usando un procedimiento de impresión por láser, conteniendo la composición del 30 % al 90 % en peso de partículas eléctricamente conductoras con un tamaño de partícula en el intervalo de 100 nm a 100 µm, del 0 % al 7 % en peso de frita de vidrio, del 0 % al 8 % en peso al menos de un material de matriz, del 0 % al 8 % en peso al menos de un compuesto organometálico, del 0 % al 5 % en peso al menos de un aditivo y del 3 % al 69 % en peso de disolvente, **caracterizada porque** la composición contiene adicionalmente del 0,5 % al 15 % en peso de nanopartículas como agente de absorción para la radiación láser, siendo las nanopartículas partículas de plata, oro, platino, paladio, wolframio, níquel, estaño, bismuto, hierro, óxido de indio-estaño, carburo de titanio, óxido de wolframio o nitruro de titanio y la composición contiene como máximo el 1 % en peso de carbono elemental y las nanopartículas son partículas esféricas que presentan un diámetro en el intervalo de 2 nm a 50 nm, o son primas con una longitud de arista en el intervalo de 15 nm a 1000 nm y una altura de 3 nm a 100 nm.
2. Composición de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizada porque** la proporción de las nanopartículas se encuentra en forma de partículas esféricas en el intervalo del 0,5 % al 12 % en peso.
3. Composición de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizada porque** los prismas usados como nanopartículas son resonadores de plasmón cuyo comportamiento de absorción está adaptado a la longitud de onda del láser usado.
4. Composición de acuerdo con la reivindicación 1 o 3, **caracterizada porque** la proporción de las nanopartículas que se encuentran como prismas se encuentra en el intervalo del 3 % al 10 % en peso.
5. Composición de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizada porque** las nanopartículas están estabilizadas mediante una amina de cadena larga.
6. Composición de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 5, **caracterizada porque** la al menos una parte de las nanopartículas está incluida en el vidrio de la frita de vidrio.
7. Composición de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 6, **caracterizada porque** las partículas eléctricamente conductoras contienen plata, oro, aluminio, platino, paladio, estaño, níquel, cadmio, galio, indio, cobre, estaño, hierro, bismuto, cobalto, manganeso, cromo, vanadio, titanio o mezclas o aleaciones de los mismos y preferentemente presentan un tamaño de partícula promedio en el intervalo de 100 nm a 100 µm.
8. Composición de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 7, **caracterizada porque** como frita de vidrio se usa un vidrio sin plomo, a base de óxido de bismuto que contiene preferentemente del 0,01 % al 10 % en peso de óxido de telurio.
9. Procedimiento para la fabricación de células solares, en el que una composición de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 8 se imprime sobre un sustrato semiconductor, transfiriéndose la composición desde un soporte mediante irradiación con un láser al sustrato semiconductor, en el que se absorbe energía del láser por las nanopartículas y se convierte en calor, de manera que se evapora el disolvente y una gota de la composición se lanza desde el soporte al sustrato semiconductor.
10. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 9, **caracterizado porque** el láser es un láser infrarrojo.
11. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 9 o 10, **caracterizado porque** el sustrato semiconductor es un semiconductor de silicio.