

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 641 145**

51 Int. Cl.:

H01B 1/22 (2006.01)

H01L 31/0224 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **12.11.2015** **E 15194273 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **28.06.2017** **EP 3032547**

54 Título: **Una pasta conductora que contiene una frita de vidrio sin plomo**

30 Prioridad:

08.12.2014 TW 103142667

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

07.11.2017

73 Titular/es:

**GIGA SOLAR MATERIALS CORP. (100.0%)
First Floor, No. 3 Kung Yeh First Road
Hsinchu, TW**

72 Inventor/es:

**YEH, CHIH-HSIEN;
SHIH, PO-YANG y
HSIN, PI-YU**

74 Agente/Representante:

LLAGOSTERA SOTO, María Del Carmen

ES 2 641 145 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

Una pasta conductora que contiene una frita de vidrio sin plomo

5 ANTECEDENTES DE LA INVENCION

Campo de la Invención

10 La presente invención se refiere a una pasta conductora que comprende un metal conductor, una frita de vidrio sin plomo y un vehículo orgánico, y artículos que tienen dicha pasta conductora aplicada al mismo.

Descripción de la Técnica Relacionada

15 Las células solares o células fotovoltaicas convencionales comprenden un sustrato semiconductor, una capa de difusión, un recubrimiento antirreflectante, un electrodo posterior y un electrodo anterior. El recubrimiento antirreflectante se utiliza para promover la absorción de la luz, aumentando de esta manera la eficiencia de la célula; y habitualmente comprende silicio (por ejemplo, nitruro de silicio o dióxido de silicio). Sin embargo, dichos recubrimientos antirreflectantes aumentarían la resistencia eléctrica entre el sustrato semiconductor y el electrodo anterior, y darían como resultado un aislamiento que perjudicaría el flujo de electrones de estado excitado.

20 A la vista de lo anterior, al formar el electrodo anterior, se emplea generalmente una pasta conductora preparada mezclando un metal conductor o su derivado (como por ejemplo partículas de plata), vidrio (como por ejemplo vidrio que contiene óxido de plomo) y un vehículo orgánico, etc. dado que el vidrio tiene un bajo punto de fusión, una baja viscosidad de fusión y estabilidad frente a la des-vitrificación incontrolable. La pasta conductora se puede imprimir como líneas de rejilla u otros patrones en el sustrato semiconductor por impresión serigráfica, impresión de plantillas o similar, seguido por cocción. Durante la cocción, la pasta conductora penetra a través del recubrimiento antirreflectante y forma contacto eléctrico entre el sustrato semiconductor y la línea de rejilla u otros patrones a través del contacto metálico. De este modo se produce el electrodo anterior.

25 Para conseguir una cocción adecuada, se utilizan preferiblemente vidrios que tienen buena solubilidad para el recubrimiento antirreflectante como frita de vidrio en pastas conductoras. En las pastas conductoras convencionales para formar electrodos anteriores, las fritas de vidrio comprenden a menudo vidrio que contiene óxido de plomo porque el vidrio facilita el ajuste del punto de reblandecimiento y proporciona una adherencia relativamente buena para sustratos, permite una cocción relativamente buena y tiene como resultado unas características superiores de células solares.

30 Sin embargo, el aumento de la conciencia ambiental en los últimos años ha llevado a un deseo de una conversión a los materiales sin plomo para la industria automotriz, electrónica y de células solares, etc. Por otro lado, después de la cocción, la capacidad de penetrar en el recubrimiento antirreflectante y formar un buen enlace con el sustrato así como la excelente eficiencia de conversión de las células solares deberían tener en consideración los factores que incluyen la composición de la pasta conductora y la calidad del contacto eléctrico realizado entre la pasta conductora encendida y el sustrato semiconductor. El documento US 2013/167923 describe células solares con películas antirreflexión y pastas conductoras sin plomo. Por consiguiente, existe la necesidad de proporcionar una pasta conductora que comprenda frita de vidrio sin plomo que pueda ser cocida a una temperatura más baja y tenga las propiedades de los materiales convencionales que contienen plomo anteriormente mencionados.

35 Por consiguiente, existe una necesidad de proporcionar una pasta conductora que comprende materiales frita de vidrio sin plomo que puede ser sometido a fuego a una temperatura inferior y tiene las propiedades de los materiales convencionales que contienen plomo anteriormente mencionados.

55 BREVE RESUMEN DE LA INVENCION

La presente invención es para proporcionar una pasta conductora que contiene una frita de vidrio sin plomo capaz de ser cocida a una temperatura más baja y proporcionar un artículo sin plomo que comprende dicha pasta conductora y que tiene una buena adhesividad de sustrato y una excelente eficiencia de conversión después de la cocción, consiguiendo de esta forma el objetivo de proporcionar materiales respetuosos con el medio ambiente para pastas conductoras.

60 Para conseguir el objetivo anterior, un aspecto de la presente invención es proporcionar una pasta conductora que comprende:

65 (a) aproximadamente 85% a aproximadamente 99,5% en peso de un metal conductor o sus derivados, basado en el peso de sólidos;

(b) aproximadamente 0.5% a aproximadamente 15% en peso de una frita de vidrio sin plomo que contiene óxido de telurio-bismuto-cinc-tungsteno, basado en el peso de sólidos; y
 (c) un vehículo orgánico; en el que el peso de sólidos es el peso total del metal conductor (a) y la frita de vidrio sin plomo (b) de acuerdo con las reivindicaciones 1-3.

5

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION

En una forma de realización preferente de la presente invención, el metal conductor de sus derivados incluye polvo de plata.

10

En una forma de realización preferente de la presente invención, el óxido de telurio, el óxido de bismuto, el óxido de cinc y el óxido de tungsteno están presentes en una cantidad de aproximadamente 55% en peso a aproximadamente 90% en peso, aproximadamente 0.1% en peso a aproximadamente 15% en peso, aproximadamente 0.1% en peso a aproximadamente 15% en peso y aproximadamente 0.1% en peso a aproximadamente 15% en peso en la frita de vidrio sin plomo, respectivamente.

15

En una forma de realización de la presente invención, el vehículo orgánico es una solución que comprende un polímero y un disolvente.

20

En otra forma de realización preferente de la presente invención, la frita de vidrio sin plomo comprende uno o más elementos seleccionados del grupo que consiste en fósforo (P), bario (Ba), sodio (Na), magnesio (Mg), calcio (Ca), estroncio (Sr), aluminio (Al), litio (Li), potasio (K), zirconio (Zr), vanadio (V), selenio (Se), hierro (Fe), indio (In), manganeso (Mn), estaño (Sn), níquel (Ni), antimonio (Sb), plata (Ag), silicio (Si), erbio (Er), germanio (Ge), titanio (Ti), galio (Ga), cerio (Ce), niobio (Nb), samario (Sm) y lantano (La) o su óxido en una cantidad de aproximadamente 0.1% a aproximadamente 10% en peso de la frita de vidrio sin plomo. En otra forma de realización de la presente invención, el vehículo orgánico comprende uno o más aditivos funcionales, tales como modificadores de la viscosidad, agentes dispersantes, agentes tixotrópicos, agentes humectantes, etc.

25

30

Otro aspecto de la presente invención es proporcionar un artículo que comprende un sustrato semiconductor y una pasta conductora anteriormente mencionada aplicada sobre el sustrato semiconductor. En una forma de realización de la presente invención, el artículo es un dispositivo semiconductor. En otra forma de realización de la presente invención, el dispositivo semiconductor es una célula solar.

35

Hasta el momento se han esbozado las características técnicas y los efectos técnicos de la presente invención. Debe apreciarse por parte de un experto en la técnica que las formas de realización específicas descritas pueden combinarse, modificarse, sustituirse y/o invertirse fácilmente a otros artículos, procesos o usos dentro del espíritu de la presente invención. Dicho alcance equivalente no se aparta del alcance de protección de la presente invención tal como se expone en las reivindicaciones adjuntas.

40

Sin pretender limitar la presente invención, se describen a continuación formas de realización ilustrativas para permitir la comprensión completa de la presente invención. La presente invención también se puede poner en práctica mediante formas de realización en otras formas.

45

La pasta conductora de la presente invención que comprende una frita de vidrio sin plomo puede aplicarse en diversas industrias, preferentemente en una industria de semiconductores, más preferentemente en una industria de células solares. La pasta conductora mencionada anteriormente comprende: (a) un metal conductor o su derivado, (b) una frita de vidrio sin plomo que contiene óxido de telurio-bismuto-cinc-tungsteno y (c) un vehículo orgánico; en que los componentes inorgánicos que incluyen el metal conductor (a) y la frita de vidrio sin plomo (b) se dispersan uniformemente en el vehículo orgánico (c).

50

En la presente invención, el vehículo orgánico no es una parte de componentes sólidos. Por lo tanto, el peso de sólidos se refiere al peso total de los componentes sólidos incluyendo el metal conductor (a) y la frita de vidrio sin plomo (b), etc.

55

El metal conductor de la presente invención no está sujeto a ninguna limitación especial siempre y cuando no tenga un efecto adverso sobre el efecto técnico de la presente invención. El metal conductor puede ser un solo elemento seleccionado del grupo que consiste en plata, aluminio y cobre; y también pueden ser aleaciones o mezclas de metales, tales como oro, platino, paladio, níquel y similares. Desde el punto de vista de la conductividad, es preferible la plata pura.

60

En el caso de utilizar plata como metal conductor, puede estar en forma de metal de plata, derivados de plata y/o la mezcla de los mismos. Ejemplos de derivados de plata incluyen óxido de plata (Ag_2O), sales de plata (tales como cloruro de plata ($AgCl$), nitrato de plata ($AgNO_3$), acetato de plata ($AgOOCCH_3$), trifluoroacetato de plata ($AgOOCF_3$) o fosfato de plata (Ag_3PO_4) que tiene una capa de plata revestida sobre la superficie o aleaciones basadas en plata o similares.

65

El metal conductor puede estar en forma de polvo (por ejemplo, forma esférica, copos, forma irregular y/o la mezcla de los mismos) o suspensión coloidal o similar. El tamaño medio de partícula del metal conductor no está sujeto a ninguna limitación particular, aunque es preferible 0.1 a 10 micrómetros. También pueden emplearse mezclas de metales conductores que tienen diferentes tamaños promedio de partícula, distribuciones o formas de tamaño de partícula, etc.

En una forma de realización preferente de la presente invención, el metal conductor o su derivado comprende de aproximadamente 85% a aproximadamente 99.5% en peso de los componentes sólidos de la pasta conductora.

La frita de vidrio sin plomo de la presente invención sustancialmente no contiene el componente de plomo. Específicamente, la frita de vidrio está sustancialmente libre de cualquier plomo y sus derivados (por ejemplo, óxidos de plomo, tales como monóxido de plomo (PbO), dióxido de plomo (PbO₂) o tetróxido de plomo (Pb₃O₄). En una forma de realización de la presente invención, la frita de vidrio sin plomo contiene óxido de telurio, óxido de bismuto, óxido de zinc y óxido de tungsteno como componentes principales. En un ejemplo preferente de la presente invención, el óxido de telurio, el óxido de bismuto, el óxido de zinc y el óxido de tungsteno están presentes en una cantidad de aproximadamente 55% en peso a aproximadamente 90% en peso, aproximadamente 0.1% en peso a aproximadamente 15% en peso, aproximadamente 0.1% en peso a aproximadamente 15% en peso y aproximadamente 0.1% en peso a aproximadamente 15% en peso, respectivamente, basado en el peso total de los cuatro.

En otro ejemplo preferente de la presente invención, la mezcla de óxido de telurio, óxido de bismuto, óxido de cinc y óxido de tungsteno comprende uno o más óxidos metálicos, tales como óxido de zirconio (ZrO₂), pentóxido de vanadio (V₂O₅), óxido de plata (Ag₂O), óxido de erbio (Er₂O₃), óxido de estaño (SnO), óxido de magnesio (MgO), óxido de neodimio (Nd₂O₃), óxido de aluminio (Al₂O₃), dióxido de selenio (SeO₂), dióxido de titanio (TiO₂), óxido de sodio (Na₂O), óxido de potasio (K₂O), pentaóxido de fósforo (P₂O₅), dióxido de molibdeno (MoO₂), dióxido de manganeso (MnO₂), óxido de níquel (NiO), óxido de litio (Li₂O), óxido de samario (Sm₂O₃), dióxido de germanio (GeO₂), óxido de indio (In₂O₃), óxido de galio (Ga₂O₃), dióxido de silicio (SiO₂) y óxido férrico (Fe₂O₃), etc. Por lo tanto, el "óxido de telurio-bismuto-zinc-tungsteno" que se describe en la presente invención también puede incluir uno o más elementos metálicos o sus óxidos, tales como fósforo (P), bario (Ba), sodio (Na), magnesio (Mg), calcio (Ca), estroncio (Sr), aluminio (Al), litio (Li), potasio (K), zirconio (Zr), vanadio (V), selenio (Se), hierro (Fe), indio (In), manganeso (Mn), estaño (Sn), níquel (Ni), antimonio (Sb), plata (Ag), silicio (Si), erbio (Er), germanio (Ge), titanio (Ga), galio (Ga), cerio (Ce), niobio (Nb), samario (Sm) y lantano (La), etc. en una cantidad de aproximadamente 0.1% en peso a aproximadamente 10% en peso. El % está basado en la frita de vidrio sin plomo.

En la presente invención, los componentes inorgánicos que comprenden los sólidos del metal conductor (a) y la frita de vidrio sin plomo (b) se mezclan con el vehículo orgánico (c) para formar una pasta conductora, en la que el vehículo orgánico (c) podría estar en forma líquida. Vehículos orgánicos adecuados pueden permitir que dichos componentes inorgánicos se dispersen uniformemente en su interior y tengan una viscosidad apropiada para suministrar dichos componentes inorgánicos a la superficie del recubrimiento antirreflectante mediante impresión por serigrafía, impresión de plantillas o similares. La pasta conductora también debe tener una buena velocidad de secado y excelentes propiedades de cocción.

El vehículo orgánico es un disolvente que no está sujeto a una limitación particular y que puede seleccionarse adecuadamente a partir de disolventes convencionales para pastas conductoras. Ejemplos de disolventes incluyen alcoholes (por ejemplo, alcohol isopropílico), ésteres (por ejemplo, propionato, ftalato de dibutilo) y éteres (por ejemplo, butilcarbitol) o similares o sus mezclas. Preferiblemente, el disolvente es un éter que tiene un punto de ebullición de aproximadamente 120°C a aproximadamente 300°C. Lo más preferiblemente, el disolvente es butilcarbitol. El vehículo orgánico puede comprender además líquidos volátiles para promover el endurecimiento rápido después de la aplicación de la pasta conductora sobre el sustrato semiconductor.

En un ejemplo preferente de la presente invención, el vehículo orgánico es una solución que comprende un polímero y un disolvente. Debido a que el vehículo orgánico compuesto de un disolvente y un polímero disuelto dispersa los componentes inorgánicos que comprenden un metal conductor y una frita de vidrio sin plomo, puede prepararse fácilmente una pasta conductora que tiene una viscosidad adecuada. Después de la impresión sobre la superficie del recubrimiento antirreflectante y el secado, el polímero aumenta la adhesividad y la resistencia original de la pasta conductora.

Los ejemplos de polímeros incluyen celulosa (por ejemplo, etilcelulosa), nitrocelulosa, etil hidroxietilcelulosa, carboximetilcelulosa, hidroxipropilcelulosa u otros derivados de celulosa), resinas de poli (met) acrilato de alcoholes inferiores, resinas fenólicas (por ejemplo resina fenólica), resinas alquídicas (por ejemplo, etilenglicol monoacetato) o similares o sus mezclas. Preferiblemente, el polímero es celulosa. Más preferiblemente, el polímero es etil celulosa.

En un ejemplo preferente de la presente invención, el vehículo orgánico comprende etil celulosa disuelta en etilenglicol butil éter.

5 En otro ejemplo preferente de la presente invención, el vehículo orgánico comprende uno o más aditivos funcionales. Ejemplos de aditivos funcionales incluyen modificadores de viscosidad, agentes dispersantes, agentes tixotrópicos, agentes humectantes y / u opcionalmente otros aditivos convencionales (por ejemplo, colorantes, conservantes u oxidantes), etc. Los aditivos funcionales no están sujetos a una limitación particular siempre que no afecten negativamente al efecto técnico de la presente invención.

10 En la pasta conductora de la presente invención, la proporción de los compuestos inorgánicos (incluyendo el metal conductor (a) y la frita de vidrio sin plomo (b) por el vehículo orgánico depende de la viscosidad deseada de la pasta conductora impresa sobre el recubrimiento antirreflectante. Generalmente, la pasta conductora comprende componentes inorgánicos en una cantidad de aproximadamente 70% en peso a
15 aproximadamente 95% en peso y vehículo orgánico en una cantidad de aproximadamente 5% en peso a aproximadamente 30% en peso.

20 La pasta conductora de la presente invención se imprime en primer lugar sobre el recubrimiento antirreflectante como líneas de rejilla u otros patrones en los que la etapa de impresión podría llevarse a cabo por métodos convencionales, tales como impresión por serigrafía o impresión por estratificación, etc. A continuación, la fase de cocción se lleva a cabo en una atmósfera que contiene oxígeno (tal como aire ambiente) calentando a una temperatura de aproximadamente 850°C a aproximadamente 950°C durante aproximadamente 0.05 a aproximadamente 5 minutos para eliminar el vehículo orgánico y llevar a cabo la cocción del metal conductor, en que la pasta conductora después de la cocción está sustancialmente libre de cualquier sustancia orgánica y la pasta conductora después de la cocción penetra a través del recubrimiento antirreflectante para formar contacto con el sustrato semiconductor y uno o más recubrimientos antirreflectantes por debajo. Esta fase de cocción forma el contacto eléctrico entre el sustrato semiconductor y las líneas de rejilla (o en otros patrones) a través de contactos metálicos y por lo tanto se forman electrodos anteriores.

30 Otro aspecto de la presente invención se refiere a un artículo, preferiblemente para la fabricación de un dispositivo semiconductor, más preferiblemente para la fabricación de una célula solar. En un ejemplo de la presente invención, se proporciona un sustrato semiconductor, en el que dicho sustrato semiconductor incluye sustratos adecuados para un chip integrado semiconductor, un sustrato de vidrio adecuado para formar una célula solar u otros sustratos. Uno o más recubrimientos antirreflectantes pueden aplicarse sobre el sustrato semiconductor por métodos convencionales, tales como deposición química de vapor, deposición de vapor mejorada por plasma, etc. La pasta conductora de la presente invención que comprende una frita de vidrio sin plomo se aplica sobre el sustrato semiconductor con recubrimiento antirreflectante. Posteriormente, se realizan las etapas de ignición anteriormente mencionadas para obtener los artículos.

45 En un ejemplo preferente de la presente invención, el sustrato semiconductor comprende silicio amorfo, polimorfo o monocristalino. En otro ejemplo preferente de la presente invención, el recubrimiento antirreflectante comprende dióxido de silicio, dióxido de titanio, nitruro de silicio u otros recubrimientos convencionales.

Sin pretender limitar la presente invención, la presente invención se ilustra mediante los siguientes ejemplos.

50 EJEMPLOS

Preparación de Pastas Conductoras que Contienen Frita de Vidrio sin Plomo

55 Se prepara un vehículo orgánico para pastas conductoras disolviendo 5 a 25 gramos de etilcelulosa en 5 a 75 gramos de éter de etilenglicol butilo y añadiendo una pequeña cantidad de un modificador de viscosidad, un agente dispersante, un agente tixotrópico, un agente humectante. A continuación, se prepara una pasta conductora mezclando y dispersando 80 a 99.5 gramos de polvo de plata de calidad industrial, 0.1 a 10 gramos de una frita de vidrio sin plomo (Tabla 1, Ejemplos G1 a G15) y 10 a 30 gramos de un vehículo orgánico en un molino de tres rodillos. Las pastas conductoras que comprenden fritas de vidrio que
60 contienen plomo (Tabla 2, Ejemplos Comparativos PG1 a PG5) se prepararon de la misma manera.

ES 2 641 145 T3

Tabla 1: Componentes de la frita de vidrio sin plomo ($\text{TeO}_2\text{-Bi}_2\text{O}_3\text{-ZnO-WO}_3$) y sus porcentajes de peso (Ejemplos)

% en peso	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	G8	G9	G10	G11	G12	G13	G14	G15
TeO_2	58.5	65	62.5	71	75	69	75.5	79.5	85	88.5	81	77.5	57.5	83.5	76.5
Bi_2O_3	12	10	8	13	5	14	10	9.5	5	4.5	5	10	13.5	8	5
ZnO	10	11	14	5	13	7	6	5.5	5	4	4	6	10	5	5
WO_3	9.5	7	14	3	3	7	6	5.0	5	3	10	2	9	0.5	3
CaO	1						1					0.5			
SiO_2	0.5	1											2		
Na_2O		0.5		2		1						1	3		
Li_2O	5	3		3	0.5	1						2	1	2.5	10
Al_2O_3		1.5	0.5	2		1						0.5			
MgO	1		0.5		3									0.5	
SeO_2	2	0.5			0.5							0.5			
P_2O_5			0.5	1			0.5						2		0.5
Fe_2O_3	0.5	0.5					1						2		
total(g)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Tabla 2: Componentes de la frita de vidrio que contiene plomo (PbO) y sus porcentajes de peso (Ejemplos Comparativos)

% en peso	PG1	PG2	PG3	PG4	PG5
SiO_2	8	0.5			
PbO	20	35	35	20	10
TeO_2	56.5	60	60	70	89.5
ZnO	3	3	5	3	
Bi_2O_3	10	1		4	
Na_2O	0.5			3	
Li_2O	1	0.5			0.5
Fe_2O_3	0.5				
WO_3	0.5				
total (g)	100	100	100	100	100

Preparación de un Electrodo Anterior de la Célula Solar

- 5 Una pasta conductora que comprende una frita de vidrio sin plomo (Ejemplos G1 a G15) se aplicó sobre el lado anterior de un sustrato de célula solar por impresión serigráfica. Las superficies del sustrato de célula solar habían sido previamente tratadas con un recubrimiento antirreflectante (monóxido de silicio) y el electrodo posterior de la célula solar había sido tratado previamente con una pasta de aluminio (empresa GSMC, artículo N° A136). Se llevó a cabo una fase de serigrafía por secado a una temperatura de aproximadamente 100°C a aproximadamente 250°C durante aproximadamente 5 a aproximadamente 30 minutos después de la serigrafía (el estado varía según el tipo de vehículo orgánico y el peso en cantidad de los materiales impresos).
- 10
- 15 Se llevó a cabo una fase de paso de fuego para la pasta conductora seca que contenía una frita de vidrio sin plomo a una temperatura de cocción de aproximadamente 850°C a aproximadamente 950°C por medio de un horno de tipo transportador IR. Después del fuego, tanto el lado anterior como el lado posterior del sustrato de célula solar están formados con electrodos sólidos.
- 20 Se prepararon células solares con electrodos anteriores que comprendían una frita de vidrio que contenía plomo (Ejemplos Comparativos PG1 a PG5) de la misma manera.

Prueba de Rendimiento de Células Solares

5 La célula solar resultante se sometió a mediciones de características eléctricas utilizando un dispositivo de prueba de rendimiento solar (Berger, carga solar pulsada PSL-SCD) bajo luz solar AM 1.5G para determinar la tensión de circuito abierto (Uoc), unidad: V), la corriente de cortocircuito (Isc, unidad: A), la resistencia en serie (Rs, unidad: Ω), factor de relleno (FF, unidad: %) y la eficiencia de conversión (Ncell, unidad: %), etc. Los resultados de la prueba se muestran en las Tablas 3 y 4 a continuación.

Tabla 3: Células Solares a las que se han Aplicado Pastas Conductoras que Comprenden Fritas de Vidrio sin plomo (Ejemplos)

Vidrios	Uoc	Isc	Rs	FF	Ncell (%)
G1	0.6283	8.588	0.00310	78.0	17.68
G2	0.6278	8.603	0.00288	78.3	17.78
G3	0.6284	8.581	0.00302	78.0	17.66
G4	0.6281	8.598	0.00321	77.9	17.67
G5	0.6283	8.614	0.00294	78.2	17.79
G6	0.6279	8.621	0.00306	77.8	17.70
G7	0.6278	8.618	0.00324	77.9	17.70
G8	0.6231	8.725	0.00320	77.7	17.37
G9	0.6236	8.707	0.00297	77.9	17.39
G10	0.6282	8.609	0.02980	78.0	17.73
G11	0.6287	8.595	0.00308	78.0	17,72
G12	0.6280	8.608	0.00301	77.8	17.67
G13	0.6292	8.617	0.00300	78.1	17.80
G14	0.6281	8.613	0.00289	78.1	17.76
G15	0.6270	8.629	0.00309	77.8	17.70

10 Tabla 4: Células Solares a las que se han Aplicado Pastas Conductoras que Comprenden Fritas de Vidrio que Contienen Plomo (Ejemplos Comparativos)

Vidrio	Uoc	Isc	Rs	FF	Ncell (%)
PG1	0.6273	8.625	0.00308	77.8	17.69
PG2	0.6218	8.670	0.01658	62.6	13.86
PG3	0.6205	8.660	0.01805	61.4	13.56
PG4	0.6209	8.450	0.00313	78.1	17.44
PG5	0.6194	8.640	0.02950	46.9	10.30

15 A partir de los datos de la prueba de rendimiento de las Tablas 3 y 4, se puede observar que todas las pastas conductoras de la presente invención que comprenden fritas de vidrio sin plomo que contienen óxido de telurio bismuto-zinc-tungsteno (Ejemplos G1 a G15) comparable a parte de las pastas conductoras que comprenden fritas de vidrio que contienen plomo (Ejemplos Comparativos PG1, PG4). Todas las pastas conductoras de la presente invención que comprenden fritas de vidrio sin plomo que contienen óxido de telurio-bismuto-zinc-tungsteno (Ejemplos G1 a G15) tienen incluso un rendimiento de conversión inesperado en comparación con parte de las pastas conductoras que comprenden fritas de vidrio que contienen plomo (Ejemplos Comparativos PG2, PG3, PG5).

20 Por lo tanto, la presente invención proporciona una pasta conductora libre de plomo y respetuosa con el medio ambiente que puede ser cocida a una temperatura más baja y tiene una eficacia excelente comparable a la pasta conductora que contiene plomo convencional.

25 Los ejemplos preferentes anteriores se utilizan únicamente para ilustrar las características técnicas de la presente invención y sus efectos técnicos. El contenido técnico de dichos ejemplos se puede todavía practicar mediante combinaciones, modificaciones, sustituciones y/o conversiones sustancialmente

equivalentes. Por consiguiente, el alcance de protección de la presente invención se basa en el alcance de las invenciones definidas por las reivindicaciones adjuntas.

Reivindicaciones

1. Una pasta conductora que comprende:

5 (a) aproximadamente 85% a aproximadamente 99.5% en peso de un metal conductor o su derivado, basado en el peso de sólidos;
 (b) aproximadamente 0.5% a aproximadamente 15% en peso de una fritada de vidrio sin plomo que contiene óxido de telurio-bismuto-cinc-tungsteno, basado en el peso de sólidos;
 10 y
 (c) un vehículo orgánico;

en que el peso de sólidos es el peso total del metal conductor (a) y la fritada de vidrio sin plomo (b); en que el óxido de telurio está presente en una cantidad de aproximadamente 55% en peso a aproximadamente 90% en peso, el óxido de bismuto está presente en una cantidad de aproximadamente 0.1% en peso a aproximadamente 15% en peso, el óxido de zinc está presente en una cantidad de aproximadamente 0.1% en peso a aproximadamente 15% en peso y el óxido de tungsteno está presente en una cantidad de aproximadamente 0.1% en peso a aproximadamente 15% en peso en la fritada de vidrio sin plomo.

- 20 2. Una pasta conductora que comprende:

(a) aproximadamente 85% a aproximadamente 99.5% en peso de un metal conductor o su derivado, basado en el peso de sólidos;
 25 (b) aproximadamente 0.5% a aproximadamente 15% en peso de una fritada de vidrio sin plomo que contiene óxido de telurio-bismuto-cinc-tungsteno, basado en el peso de sólidos;
 y
 (c) un vehículo orgánico;

30 en que el peso de sólidos es el peso total del metal conductor (a) y la fritada de vidrio sin plomo (b); en que la proporción en peso de óxido de cinc por óxido de telurio en el óxido telurio-bismuto-zinc-tungsteno está dentro del intervalo de 0.05 a 0.22.

3. Una pasta conductora que comprende:

35 (a) aproximadamente 85% a aproximadamente 99,5% en peso de un metal conductor o su derivado, basado en el peso de sólidos;
 (b) aproximadamente 0,5% a aproximadamente 15% en peso de una fritada de vidrio sin plomo que contiene óxido de telurio-bismuto-cinc-tungsteno, basado en el peso de sólidos;
 40 y
 (c) un vehículo orgánico;

45 en que el peso de sólidos es el peso total del metal conductor (a) y la fritada de vidrio sin plomo (b); en el que la proporción en peso de óxido de tungsteno por óxido de telurio en el óxido telurium-bismuto-zinc-tungsteno está dentro del intervalo de 0,01 a 0,22.

4. La pasta conductora de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 - 3, en que la pasta conductora o el derivado comprenden polvo de plata.

5. La pasta conductora de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 - 3, que comprende además uno o más óxidos metálicos seleccionados entre el grupo constituido por óxido de zirconio (ZrO_2), pentóxido de vanadio (V_2O_5), óxido de plata (Ag_2O), óxido de erbio (Er_2O_3), óxido de estaño (SnO), óxido de magnesio (MgO), óxido de neodimio (Nd_2O_3), óxido de aluminio (Al_2O_3), dióxido de selenio (SeO_2), dióxido de titanio (TiO_2), óxido de sodio (Na_2O), óxido de potasio (K_2O), pentóxido de fósforo (P_2O_5), dióxido de molibdeno (MoO_2), dióxido de manganeso (MnO_2), óxido de níquel (NiO), óxido de litio (Li_2O), óxido de samario (Sm_2O_3), dióxido de germanio (GeO_2), óxido de indio (In_2O_3), óxido de galio (Ga_2O_3), dióxido de silicio (SiO_2) y óxido férrico (Fe_2O_3).

6. La pasta conductora de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 - 3, en que la fritada de vidrio sin plomo comprende además uno o más metales seleccionados del siguiente grupo o su óxido: fósforo (P), bario (Ba), sodio (Na), magnesio (Mg), calcio (Ca), estroncio (Sr), aluminio (Al), litio (Li), potasio (K), zirconio (Zr), vanadio (V), selenio (Se), hierro (Fe), indio (In), manganeso (Mn), estaño (Sn), níquel (Ni), antimonio (Sb), plata (Ag), silicio (Si), erbio (Er), germanio (Ge), titanio (Ti), galio (Ga), cerio (Ce), niobio (Nb), samario (Sm) y lantano (La) en una cantidad de aproximadamente 0.1% en peso a aproximadamente 10% en peso. % basado en la fritada de vidrio sin plomo.

7. La pasta conductora de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 - 3, en que el vehículo orgánico es una solución que comprende un polímero y un disolvente.
- 5 8. La pasta conductora de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 - 3, en que el vehículo orgánico comprende además uno o más aditivos funcionales seleccionados del grupo que consiste en un modificador de la viscosidad, un agente dispersante, un agente tixotrópico y un agente humectante.
- 10 9. Un artículo que comprende un sustrato semiconductor y una pasta conductora de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 - 8 aplicadas sobre el sustrato semiconductor.
- 15 10. El artículo de acuerdo con la reivindicación 9, que comprende además uno o más recubrimientos antirreflectantes aplicados sobre el sustrato semiconductor; y en que la pasta conductora contacta con el/los recubrimiento(s) antirreflectante(s) y tiene contacto eléctrico con el sustrato semiconductor.
- 20 11. El artículo de acuerdo con la reivindicación 10, que es un dispositivo semiconductor.
12. El artículo de acuerdo con la reivindicación 11, en que el dispositivo semiconductor es una célula solar.