

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 585 378**

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: **11.02.2011** **E 11154145 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **29.06.2016** **EP 2363864**

54 Título: **Pasta de aluminio conductora y procedimiento de fabricación de la misma, célula solar y módulo correspondiente**

30 Prioridad:

12.02.2010 TW 099104663

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

05.10.2016

73 Titular/es:

**GIGA SOLAR MATERIALS CORPORATION
(100.0%)
1F, No.3, Kung Yeh First Rd
Hsinchu Industrial Park , Hsinchu, TW**

72 Inventor/es:

**WU, CHUN-MIN;
CHAO, CHU-LUNG;
LU, YING-CHIH y
HUANG, WEN-JUI**

74 Agente/Representante:

DURÁN MOYA, Carlos

ES 2 585 378 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

Pasta de aluminio conductora y procedimiento de fabricación de la misma, célula solar y módulo correspondiente

5 ANTECEDENTES

1. Sector técnico

10 La presente invención se refiere a una pasta conductora, en particular, a la pasta de aluminio conductora aplicada en un dispositivo electroóptico.

2. Descripción de la técnica relacionada

15 En los últimos años, debido a la escasez de energía y a la importancia de la protección medioambiental percibida por la población, la demanda de energía limpia por parte de la población está aumentando y haciéndose más urgente. Actualmente, las energías limpias que tienen mayor potencial comprenden la energía eólica, la energía hidráulica, la energía mareomotriz, la energía biológica, la energía de las pilas de combustible, la energía solar, y similares. La más importante de las energías limpias indicadas anteriormente es la energía solar. La energía solar tiene la propiedad de ser inagotable, pero no contamina el medioambiente terrestre, siendo por lo tanto la dominante de las energías limpias.

20 El material de sustrato semiconductor de la célula solar de silicio es silicio monocristalino o silicio policristalino. En los últimos años, se han desarrollado semiconductores compuestos o materiales de sustrato de vidrio para ser el material de sustrato semiconductor de la célula solar de silicio. La estructura de la célula solar de silicio convencional se muestra de la siguiente forma. Se forman secuencialmente una capa difundida de tipo P y una capa difundida de tipo N en el sustrato semiconductor, y se forma por lo tanto la unión P/N entre la capa difundida de tipo P y la capa difundida de tipo N. La energía de la luz incidente puede separar el electrón y el hueco del par electrón-hueco en la unión P/N. Se forman respectivamente contactos óhmicos (es decir, láminas metálicas conductoras) en la capa difundida de tipo P y en las capas difundidas de tipo N, donde los contactos óhmicos sirven como electrodos de la célula solar de silicio. Los electrodos se utilizan para conducir los electrones y los huecos de los pares electrón-hueco que están separados al exterior del sustrato semiconductor, y finaliza de ese modo el proceso de conversión mediante la transformación de energía de la luz en corriente eléctrica.

35 En relación con la fabricación general de la célula solar de silicio, se utiliza la difusión de átomos de fósforo y de átomos de boro para fabricar la capa difundida de tipo N y la capa difundida de tipo P, de tal modo que se forma la unión P/N. Además, se utiliza un proceso superficial específico para formar una capa antirreflejante con la estructura de la textura, de tal modo que se reduce la reflexión de la luz incidente, y aumenta asimismo la intensidad de la luz incidente.

40 Los electrodos de la célula solar de silicio convencional se conforman habitualmente en los dos lados del sustrato semiconductor utilizando el método de serigrafado, el método de frotamiento o el método de recubrimiento en vacío, y de este modo, los dos electrodos son respectivamente un electrodo del lado incidente de la luz y un electrodo del lado posterior, donde el electrodo del lado incidente de la luz comprende un electrodo de bus y un electrodo de dedo. El electrodo de bus y el electrodo de dedo (es decir, el electrodo de la luz incidente) están fabricados habitualmente de pasta de plata. El área incidente de la luz se aumenta para fomentar la eficiencia de la conversión electroóptica, y debido a la necesidad de incrementar el área incidente de la luz, es necesario reducir el área superficial del electrodo del lado incidente de la luz. En otras palabras, para aumentar el área incidente de la luz, el área superficial del electrodo del lado incidente de la luz se diseña lo más pequeña posible. El electrodo del lado posterior puede estar situado en todo el lado posterior del sustrato semiconductor dado que la luz no incide en el lado posterior (o el electrodo del lado posterior) del sustrato semiconductor. Dado que la luz no incide en el lado posterior del sustrato semiconductor, el electrodo del lado posterior está fabricado habitualmente de pasta de plata-aluminio y de pasta de aluminio. Después del frotamiento del electrodo del lado incidente de la luz y el electrodo del lado posterior en los dos lados del sustrato semiconductor, se lleva a cabo el proceso de sinterización. En el proceso de sinterización, se utilizan altas temperaturas (habitualmente, en el intervalo de 600 grados centígrados a 50 1000 grados centígrados) para sinterizar el sustrato semiconductor que el electrodo del lado donde incide la luz y el electrodo del lado posterior están en contacto por los dos lados, de tal modo que los átomos de aluminio de la pasta de aluminio se difunden al semiconductor de tipo P (capa difundida de tipo P) para formar la capa P+. Por lo tanto, se aumenta el valor de la tensión en circuito abierto Voc en el circuito, y se genera asimismo un campo superficial del lado posterior (BSF) para incrementar la eficiencia de conversión electroóptica de la célula solar de silicio. Se debe observar que es necesario mantener en condiciones el contacto óhmico entre cada electrodo y el sustrato semiconductor, y que es necesario asimismo mantener a un valor reducido la resistencia del contacto óhmico, de tal modo que se pueda incrementar la eficiencia de conversión electroóptica de la célula solar de silicio.

65 El electrodo afecta sensiblemente a la estabilidad de la eficiencia de conversión electroóptica de la célula solar de silicio. La magnitud estándar usual para evaluar el rendimiento del electrodo es el factor de llenado (FF, fill factor) de la célula solar de silicio. Si el valor de resistencia de las resistencias conectadas en serie aumenta, el factor de

llenado de la célula solar de silicio disminuirá. Las resistencias conectadas en serie están formadas por la resistencia del contacto óhmico entre la capa difundida de tipo P y el electrodo, la resistencia entre la capa difundida de tipo P y el electrodo (es decir, el contacto óhmico), la resistencia entre la capa difundida de tipo N y el otro electrodo, y las resistencias de los electrodos.

De este modo, para obtener una mayor eficiencia de conversión electroóptica y una mayor estabilidad, algunas personas se han dedicado a mejorar el material de fabricación de los electrodos.

RESUMEN

Una realización a modo de ejemplo de la presente invención da a conocer una pasta de aluminio conductora, en la que la composición de la pasta de aluminio conductora comprende un soporte orgánico, un polvo de aluminio, una soldadura de vidrio y partículas metálicas a escala nanométrica. El soporte orgánico, el polvo de aluminio, la soldadura de vidrio y las partículas metálicas a escala nanométrica se mezclan para formar la pasta de aluminio conductora, y la adición de las partículas metálicas a escala nanométrica se utiliza para reducir el valor de la resistencia laminar de la pasta de aluminio conductora, y para aumentar la adherencia de la pasta de aluminio conductora. El soporte orgánico se compone de un solvente orgánico, resina y un agente tixotrópico. El metal a escala nanométrica está basado en un metal seleccionado del grupo compuesto por oro, plata, cobre, zinc o un material metálico de plomo.

Un ejemplo de la presente invención da a conocer un procedimiento para la fabricación de pasta de aluminio conductora. Se mezcla solvente orgánico, resina y agente tixotrópico para formar un soporte orgánico. Se mezcla polvo de aluminio, partículas metálicas a escala nanométrica basadas en un metal seleccionado del grupo compuesto por oro, plata, cobre, zinc o un material metálico de plomo, soldadura de vidrio y el soporte orgánico para formar la pasta de aluminio conductora.

Una realización a modo de ejemplo de la presente invención da a conocer un módulo de célula solar de silicio. El módulo de célula solar de silicio comprende un sustrato, una película de recubrimiento y una célula solar de silicio. La película de recubrimiento está situada sobre el sustrato. La célula solar de silicio está cubierta con material de etilvinilacetato (EVA, ethylene vinyl acetate), y situada entre el sustrato y la película de recubrimiento. La célula solar de silicio tiene un electrodo del lado incidente de la luz y un electrodo del lado posterior, y el electrodo del lado posterior está fabricado de pasta de aluminio conductora, y la pasta de aluminio conductora tiene partículas metálicas a escala nanométrica que están basadas en un metal seleccionado del grupo compuesto por oro, plata, cobre, zinc o material metálico de plomo mezclados en el mismo.

En resumen, la pasta de aluminio conductora proporcionada dada a conocer por la realización a modo de ejemplo de la presente invención tiene partículas metálicas a escala nanométrica basadas en un metal seleccionado del grupo compuesto por oro, plata, cobre, zinc o un material metálico de plomo añadido a las mismas, y la pasta de aluminio conductora se utiliza para conformar la célula solar de silicio, con el fin de aumentar la eficiencia de conversión electroóptica de la célula solar de silicio.

Para comprender mejor las técnicas, los medios y los resultados de la presente invención, se hace referencia de este modo a las siguientes descripciones detalladas y a los dibujos adjuntos, de tal modo que a través de estos se puedan apreciar de manera exhaustiva y concreta los propósitos, las características y los aspectos de la presente invención; sin embargo, los dibujos adjuntos se proporcionan tan sólo como referencia e ilustración, sin pretender que se utilicen para limitar la presente invención.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

La figura 1 es una vista, en sección, de la estructura de la célula solar de silicio, según una realización a modo de ejemplo de la presente invención.

La figura 2 es un diagrama de flujo que muestra un procedimiento para la fabricación de pasta de aluminio conductora, según una realización a modo de ejemplo de la presente invención.

La figura 3A es un diagrama expandido del módulo de embalaje de la célula solar de silicio, según una realización a modo de ejemplo de la presente invención.

La figura 3B es una vista, en sección, de la estructura del módulo de embalaje de la célula solar de silicio, según una realización a modo de ejemplo de la presente invención.

DESCRIPCIÓN DE LAS REALIZACIONES A MODO DE EJEMPLO

[Realización a modo de ejemplo de célula solar de silicio]

- 5 Haciendo referencia la figura 1, la figura 1 es una vista, es sección, de la estructura de la célula solar de silicio, según una realización a modo de ejemplo de la presente invención.

10 La célula solar de silicio -1- es un sustrato semiconductor que tiene una capa difundida de tipo N -13- y una capa difundida de tipo P -14- formadas en el mismo, donde la capa difundida de tipo N -13- está situada sobre la capa difundida de tipo P -14-. La capa difundida de tipo N -13- y la capa difundida de tipo P -14- están en contacto entre sí, y por lo tanto se genera de manera natural la unión P/N en el límite entre la capa difundida de tipo N -13- y la capa difundida de tipo P -14-.

15 El lado incidente de la luz de la célula solar de silicio -1- en la realización a modo de ejemplo es la superficie de la capa difundida de tipo N -13-. Además, una capa antirreflectante -12- situada sobre la capa difundida de tipo N -13- en contacto con la misma está fabricada habitualmente de nitruro de silicio (SiN). La capa antirreflectante -12- puede reducir la reflexión de la luz incidente. La capa antirreflectante -12- puede tener además las funciones de protección y desactivación superficial, de manera que la célula solar de silicio -1- puede resistir la abrasión y la humedad. Se lleva a cabo además un proceso de texturización en la superficie de la capa antirreflectante -12-, de tal modo que se forman una serie de estructuras piramidales grandes y pequeñas sobre la superficie de la capa antirreflectante -12-. Por consiguiente, la luz incidente que debe ser reflejada fuera de la superficie del chip de la célula solar de silicio -1- puede ser reflejada por lo menos dos veces, y se reduce la posibilidad de que la luz incidente que se debe reflejar fuera de la superficie de la célula solar de silicio -1- sea reflejada solamente una vez. Dado que se reduce la reflexión de la luz incidente desde la superficie de la luz incidente, se incrementa la eficiencia de conversión electroóptica de la célula solar de silicio -1-.

20 Después de la finalización de los procesos para implementar la capa difundida de tipo N -13-, la capa difundida de tipo P -14- y la capa antirreflexión -12- en el sustrato semiconductor, es necesario fabricar en la célula solar de silicio -1- los electrodos utilizados para conectar la célula solar de silicio -1- y el circuito externo. Los electrodos de la célula solar de silicio -1- pueden conducir los electrones y los huecos de los pares electrón-hueco separados por el efecto de conversión electroóptica debido a la luz incidente en el exterior de la célula solar de silicio -1-. En términos generales, la célula solar de silicio -1- tiene dos electrodos de banda paralelos, respectivamente en las superficies del lado opaco y del lado incidente de la luz del sustrato semiconductor, donde los dos electrodos de banda paralelos son posiciones de soldadura dispuestas para conectar al exterior de la célula solar de silicio -1-.

30 Habitualmente está formada una capa de un electrodo del lado posterior -15- en el lado opaco del sustrato semiconductor. Habitualmente el electrodo del lado posterior -15- cubre además todo el lado opaco del sustrato semiconductor, de tal modo que genera la denominada capa de electrodo del campo superficial posterior (BSF, back surface field). Por el contrario, está formada una capa de un electrodo -11- del lado incidente de la luz sobre la superficie del lado incidente de la luz del sustrato semiconductor. El electrodo -11- del lado incidente de la luz comprende un electrodo de bus y un electrodo de dedo, donde el electrodo de bus y el electrodo de dedo tienen una anchura lineal extremadamente pequeña entre ambos, de tal modo que se evita la reducción del área incidente de la luz incidente debido al apantallamiento del electrodo -11- del lado incidente de la luz.

45 La capa del electrodo del lado posterior -15- puede aumentar la recogida de soportes, y puede reciclar en mayor medida los fotones que no son absorbidos. Dado que el electrodo -11- del lado incidente de la luz apantalla habitualmente del 3 al 5 % de la luz incidente, el electrodo -11- del lado incidente de la luz está diseñado para comprender el electrodo de bus y el electrodo de dedo. El electrodo -11- del lado incidente de la luz está diseñado no sólo para recoger eficientemente el soporte, sino asimismo para reducir el porcentaje de apantallamiento de la luz incidente debido al electrodo -11- del lado incidente de la luz. El electrodo -11- del lado incidente de la luz está fabricado habitualmente de pasta de plata o de pasta de aluminio conductora, y el electrodo del lado posterior -15- está fabricado habitualmente de pasta de plata de la pasta de aluminio, de pasta de aluminio de la pasta de aluminio conductora, o tanto de pasta de plata como de pasta conductora de la pasta de aluminio conductora. El método de serigrafado se utiliza para fabricar el electrodo de bus y el electrodo de dedo en el lado incidente de la luz de la célula solar de silicio -1-, donde el electrodo de bus y el electrodo de dedo tienen una anchura de línea extremadamente pequeña entre ambos, de tal modo que se evita la reducción del área incidente de la luz incidente debida al apantallamiento del electrodo -11- del lado incidente de la luz.

60 Después de que se han formado respectivamente el electrodo -11- del lado incidente de la luz y el electrodo del lado posterior -15- en el lado incidente de la luz y en el lado opaco (es decir, el lado posterior) del sustrato semiconductor, se puede llevar a cabo entonces el proceso de sinterización, donde en el proceso de sinterización, la temperatura de sinterización es de 680 a 850 grados centígrados. En la realización a modo de ejemplo, se utiliza una transmisión de cinta transportadora para llevar a cabo el proceso de sinterización, en el que la velocidad de la cinta transportadora es de 4 a 6 metros por minuto, y el grosor de los electrodos formados es de 30 a 50 micras. Una vez se ha llevado a cabo el proceso de sinterización, se evapora entonces el solvente orgánico en la pasta de aluminio conductora del electrodo -11- del lado incidente de la luz y del electrodo del lado posterior -15-, y los átomos de aluminio en el polvo de aluminio del electrodo del lado posterior -15- se difunden al sustrato

semiconductor, de tal modo que el campo generado de la superficie del lado posterior (BSF) tiene una mejor eficiencia para aumentar la eficiencia de conversión electroóptica de la célula solar de silicio -1-.

Debido a la baja eficiencia de conversión electroóptica de la célula solar de silicio -1- simple, el proceso y las características materiales del electrodo -11- del lado incidente de la luz y del electrodo del lado posterior -15- adquieren importancia, donde el electrodo -11- del lado incidente de la luz y el electrodo del lado posterior -15- sirven como electrodos de la célula solar de silicio -1-. La diferencia pequeña de los parámetros tales como el valor de resistencia laminar, el valor de la corriente, el valor de la tensión, el valor de la resistencia del contacto óhmico y similares, del electrodo -11- del lado incidente de la luz y el electrodo del lado posterior -15-, afecta mucho a la eficiencia de conversión electroóptica de la célula solar de silicio simple -1-. Por consiguiente, la realización a modo de ejemplo da a conocer una pasta de aluminio conductora para aumentar de manera eficiente la eficiencia de conversión electroóptica de la célula solar de silicio simple. El electrodo -11- del lado incidente de la luz indicado anteriormente y electrodo del lado posterior -15- indicado anteriormente están fabricados de la pasta de aluminio conductora dada a conocer por la realización a modo de ejemplo.

[Realización a modo de ejemplo de un procedimiento para la fabricación de pasta de aluminio conductora]

Haciendo referencia a la figura 2, la figura 2 es un diagrama de flujo demuestra un procedimiento para la fabricación de una pasta de aluminio conductora, según una realización a modo de ejemplo de la presente invención. La pasta de aluminio conductora puede ser utilizada para fabricar la célula solar de silicio y el módulo de la misma, pero la aplicación de la pasta de aluminio conductora no se limita a esto. La pasta de aluminio conductora se utiliza para fabricar dispositivos electroópticos de otras clases, tal como para aumentar la eficiencia de conversión electroóptica de dichos dispositivos electroópticos.

La pasta de aluminio conductora dada a conocer mediante la realización a modo de ejemplo está mezclada con, y compuesta del solvente orgánico, de la resina (o celulosa), del agente tixotrópico, del polvo de aluminio, de las partículas metálicas a escala nanométrica basadas en un metal seleccionado del grupo compuesto por oro, plata, cobre, zinc y plomo, y de la soldadura de vidrio. Haciendo referencia a la tabla 1, el porcentaje en peso del solvente orgánico asociado con la pasta de aluminio conductora está comprendido entre el 15 y el 25 %p. El porcentaje en peso de la resina (o de la celulosa) asociada con la pasta de aluminio conductora está comprendido entre el 1 y 3 %p. El porcentaje en peso del agente tixotrópico con la pasta de aluminio conductora está comprendido entre el 0,2 y 0,5 %p. El porcentaje en peso del polvo de aluminio asociado con la pasta de aluminio conductora está comprendido entre el 65 y 85 %p. El porcentaje en peso de las partículas metálicas a escala nanométrica asociadas con la pasta de aluminio conductora está comprendido entre el 0,1 y el 10 %p. El porcentaje en peso de la soldadura de vidrio asociada con la pasta de aluminio conductora está comprendido entre el 0,1 y 6 %p. El porcentaje en peso de las partículas metálicas a escala nanométrica basadas en un metal seleccionado del grupo compuesto por oro, plata, cobre, zinc y plomo, asociadas con la pasta de aluminio conductora es menor del 10 %p, y el porcentaje en peso preferido de las partículas metálicas a escala nanométrica asociadas con la pasta de aluminio conductora es del 2 %p. En la realización a modo de ejemplo, las partículas metálicas a escala nanométrica son partículas de plata a escala nanométrica. Además, se utiliza polvo de plata para sustituir el polvo de aluminio con el fin de formar la pasta de plata indicada anteriormente de la pasta de aluminio conductora.

La tabla 1 muestra el porcentaje en peso de cada ingrediente de la pasta de aluminio conductora, según un ejemplo de la presente invención.

Ingrediente	Porcentaje en peso (%p)
resina (o celulosa)	1 - 3
solvente orgánico	15 - 25
agente tixotrópico	0,2 - 0,5
polvo de aluminio	65 - 85
partículas metálicas a escala nanométrica que están basadas en un metal seleccionado del grupo compuesto por oro, plata, cobre, zinc y plomo	0,1 - 10
soldadura de vidrio	0,1 - 6

En la realización a modo de ejemplo, el solvente orgánico es el solvente orgánico del tipo de éter de alcohol u otro solvente orgánico. El solvente orgánico del tipo de éter de alcohol es éter monobutílico de dietilenglicol. La resina (o la celulosa) es etilcelulosa u otro material de resina o celulosa. El agente tixotrópico es un aceite de ricino hidrogenado u otro material de agente tixotrópico. Las partículas metálicas a escala nanométrica son oro, plata, cobre, zinc y plomo. Haciendo referencia a la tabla 2, la soldadura de vidrio se puede seleccionar de una soldadura de vidrio de compuesto de plomo, tal como PbO-B₂O₃-SiO₂, y de otra soldadura de vidrio. El material de cada ingrediente se utiliza para mostrar aluminio conductor, según el ejemplo de la presente invención, y el material de cada ingrediente no se utiliza para limitar la presente invención. Las partículas metálicas a escala nanométrica tienen una distribución del tamaño de partículas D₅₀ comprendida en el intervalo de 10 nanómetros a 1000 nanómetros (es decir, el 50 % de las partículas metálicas a escala nanométrica tienen un tamaño de partícula mayor que el valor específico, y el valor específico está comprendido en el intervalo de 10 nanómetros a 1000 nanómetros),

y la distribución preferida del tamaño de partículas D50 de las partículas metálicas a escala nanométrica es de 30 nanómetros (es decir, el 50 % de las partículas metálicas a escala nanométrica tienen un tamaño de partícula mayor que el valor específico, y el valor específico es de 30 nanómetros).

- 5 La tabla 2 muestra las composiciones del tipo de soldadura de vidrio de diferentes clases en la pasta de aluminio conductora.

composición
PbO-SiO ₂ -B ₂ O ₃ -Al ₂ O ₃
SiO ₂ -PbO-B ₂ O ₃ -Al ₂ O ₃ -ZrO ₂
Bi ₂ O ₃ -ZnO-SiO ₂ -B ₂ O ₃ -Al ₂ O ₃
SiO ₂ -SrO-Bi ₂ O ₃ -B ₂ O ₃ -Al ₂ O ₃
SiO ₂ -PbO-ZnO-B ₂ O ₃ -Al ₂ O ₃ -TiO ₂
SiO ₂ -PbO-ZnO-B ₂ O ₃ -Al ₂ O ₃
SiO ₂ -Bi ₂ O ₃ -B ₂ O ₃ -Al ₂ O ₃ -Tl-ZnO
PbO-B ₂ O ₃ -SiO ₂

10 En la etapa -S21-, en primer lugar se mezcla, se agita y se disuelve el solvente orgánico, la resina (o celulosa) y el agente tixotrópico de la pasta de aluminio conductora, de tal modo que los materiales indicados anteriormente se mezclan uniformemente. En la etapa -S22-, se ajustan adecuadamente los porcentajes en peso de los materiales indicados anteriormente asociados con la pasta de aluminio conductora, para formar soportes orgánicos. A continuación, en la etapa -S23-, se mide la viscosidad del soporte orgánico para asegurarse de que la pasta de aluminio conductora según la realización a modo de ejemplo tiene una viscosidad mejor, de tal modo que los otros procesos relacionados con la pasta de aluminio conductora se llevan a cabo con la coordinación adecuada, y se ajusta en consecuencia el efecto de adherencia. A continuación, en la etapa -S24-, las partículas metálicas a escala nanométrica, tal como el polvo de aluminio, y la soldadura de vidrio se mezclan en el soporte orgánico. En la etapa -S25-, después de agitar y mezclar cuidadosamente los ingredientes de la pasta de aluminio conductora, se genera la pulpa conductora de la pasta de aluminio conductora, según la realización a modo de ejemplo.

20 En relación con la célula solar de silicio mostrada en la figura 1, el electrodo del lado posterior -15- está fabricado de la pasta de aluminio conductora, según la realización a modo de ejemplo, y se puede utilizar el método de impresión o el método de frotamiento para formar el electrodo del lado posterior -15- en el lado opaco (es decir, el lado posterior en la realización a modo de ejemplo) de la célula solar de silicio -1-. A continuación, se utiliza una temperatura de sinterización comprendida entre 680 y 850 grados centígrados en el proceso de sinterización para hacer que los átomos de aluminio del electrodo del lado posterior -15- se difundan al sustrato semiconductor, de manera que se genera el campo de la superficie del lado posterior, y se aumenta la eficiencia de conversión electroóptica de la célula solar de silicio.

30 [Realización a modo de ejemplo del módulo de célula solar de silicio]

Haciendo referencia a la figura 3A y a la figura 3B, la figura 3A es un diagrama expandido del módulo de embalaje de la célula solar de silicio, según una realización a modo de ejemplo de la presente invención, y la figura 3B es una vista, en sección, de la estructura del módulo de embalaje de la célula solar de silicio, según una realización a modo de ejemplo de la presente invención.

40 En el proceso de embalaje del módulo de célula solar de silicio -2-, debido a la reducida corriente eléctrica de salida de la célula solar de silicio -1- simple, se conectan en serie o en paralelo varias decenas de células solares de silicio -1-, de tal modo que emitan la suficiente corriente eléctrica. El módulo de célula solar de silicio -2- está situado habitualmente en el entorno exterior, y para proteger la célula solar de silicio -1- de la tensión mecánica, la exposición solar y la humedad, dichas varias decenas de células solares de silicio -1- conectadas en serie o en paralelo están integradas en un material transparente de embalaje. El material transparente de embalaje puede aislar la célula solar de silicio -1-, y puede tener además funciones para resistir la radiación ultravioleta, la humedad y las colisiones mecánicas.

50 En relación con la estabilidad y la fiabilidad de la estructura, la célula solar de silicio -1- se cubre con una película de recubrimiento -31- para llevar a cabo el embalaje del módulo de célula solar de silicio -2-. La película de recubrimiento -31- es de vidrio común o de vidrio temperado, o la película de recubrimiento -31- es un panel de tejido acrílico, una chapa metálica o una placa delgada de plástico. En la realización a modo de ejemplo, la película de recubrimiento -31- es de vidrio. Es importante que el objeto de recubrimiento situado en el lado incidente de la luz de la célula solar de silicio -1- se fabrique en material transparente. Cuando el objeto de recubrimiento está fabricado de material más transparente, se proyecta más luz incidente sobre la célula solar de silicio -1-. En base a esto, se utiliza habitualmente vidrio de bajo contenido en hierro para fabricar la película de recubrimiento -31-, debido a que el 91 % de la luz incidente puede pasar a través del vidrio de bajo contenido en hierro. Este vidrio se procesa mediante el proceso de temperado, de tal modo que se mejoran las propiedades del vidrio para resistir las altas temperaturas. Además, un nuevo vidrio antirreflectante procesado mediante un proceso de fusión o mediante un proceso de

inmersión tiene la capa de frotamiento antirreflectante, de tal modo que el 96 % de la luz incidente puede pasar a través de éste vidrio antirreflectante. Por lo tanto, el vidrio antirreflectante puede ser utilizado además para fabricar la película de recubrimiento -31- del módulo de célula solar de silicio -2-. El módulo de célula solar de silicio que utiliza este vidrio antirreflectante puede tener un 3,5 % de absorción de energía más que el que utiliza el vidrio común.

A continuación, se forman dos capas de material EVA -32- bajo la película de recubrimiento -31-, y dichas dos capas de material EVA -32- están respectivamente sobre los lados superior e inferior de la célula solar de silicio -1-. El material EVA -32- es el material plástico con propiedades de termoplasticidad y transparencia, y se puede fundir en un líquido con la viscosidad específica en condiciones de mayor temperatura. El líquido del material EVA -32- se puede restablecer al estado sólido a temperatura normal, y el material EVA -32- del estado sólido tiene la propiedad de resistir la radiación ultravioleta, de tal modo que el material EVA -32- es adecuado para el embalaje de la célula solar de silicio -1-. Además, el sustrato no transparente -33- se coloca en el lado inferior del, y por consiguiente todo el módulo de célula solar de silicio -2- está montado. El sustrato no transparente -33- es un sustrato metálico, un sustrato de vidrio, un sustrato de plástico o un sustrato de otra clase. El sustrato no transparente -33- es además una combinación de un sustrato transparente y un sustrato no transparente. El sustrato no transparente -33- se utiliza para soportar la célula solar de silicio -1-.

Finalmente, después de que la película de recubrimiento -31-, el material EVA -32-, la célula solar de silicio -1- y el sustrato no transparente -33- estén alineados y apilados, el material EVA -32- se funde en un proceso de alta temperatura y alta presión en un entorno de vacío, de tal modo que se empaqueta toda la célula solar de silicio -1-, y se completa el embalaje del módulo de célula solar de silicio -2-. Después de la completación del embalaje, el módulo de célula solar de silicio -2- puede tener propiedades para resistir las tensiones mecánicas, la exposición solar y la humedad. Por consiguiente, el módulo de célula solar de silicio -2- tiene buena estabilidad y fiabilidad, y es adecuado para la aplicación y configuración del entorno exterior.

El rendimiento de la célula solar de silicio -1- depende de la eficiencia de conversión electroóptica, y los factores que afectan a la eficiencia de conversión electroóptica comprenden la intensidad de la luz incidente, el ángulo de incidencia de la luz incidente, la temperatura ambiente, los valores de la resistencia laminar del electrodo -11- del lado incidente de la luz y del electrodo del lado posterior -15-, las anchuras de las líneas, las alturas de las líneas, los valores de resistencia de los contactos óhmicos, la calidad del sustrato semiconductor de la célula solar de silicio, las concentraciones de la capa difundida de tipo P y de la capa difundida de tipo N, la relación antirreflectante de la superficie de la capa antirreflectante -12-, y similares. Cada uno de los factores indicados anteriormente afecta severamente a la eficiencia de conversión electroóptica. En relación con el efecto debido al valor de la resistencia laminar de la célula solar de silicio -1-, a la adherencia del sustrato semiconductor y al grado de deformación, la realización a modo de ejemplo da a conocer una pasta de aluminio conductora que tiene los nuevos ingredientes para formar el electrodo del lado posterior -15-.

La pasta de aluminio conductora generada según las etapas y los ingredientes de fabricación indicados anteriormente, está agrupada en el ejemplo de referencia, y en el primer y segundo ejemplos comparativos para medir. La relación de composición y los ingredientes del aluminio conductor se muestran en la tabla 3. La diferencia entre el primer y el segundo ejemplos comparativos es que los porcentajes en peso del polvo de aluminio y de las partículas metálicas a escala nanométrica que están basadas en un metal seleccionado del grupo compuesto por oro, plata, cobre, zinc o material metálico de plomo asociado con la pasta de aluminio conductora no son idénticos. El ejemplo de referencia es la pasta de aluminio conductora compuesta de los ingredientes convencionales, y no están añadidas en la misma las partículas metálicas a escala nanométrica. En el primer ejemplo comparativo, las partículas metálicas a escala nanométrica al 1 %p que están basadas en un metal seleccionado del grupo compuesto por oro, plata, cobre, zinc o material metálico de plomo se añaden a la pasta de aluminio conductora, y la pasta de aluminio conductora tiene un 1 %p menos de polvo de aluminio que la pasta de aluminio conductora del ejemplo de referencia. En el segundo ejemplo comparativo, las partículas metálicas a escala nanométrica al 2 %p que están basadas en un metal seleccionado del grupo compuesto por oro, plata, cobre, zinc o material metálico de plomo se añaden a la pasta de aluminio conductora, y la pasta de aluminio conductora tiene un 2 %p menos de polvo de aluminio que la pasta de aluminio conductora del ejemplo de referencia. En la realización a modo de ejemplo, se utilizan las pastas de aluminio conductoras que tienen diferentes porcentajes en peso de las partículas metálicas a escala nanométrica en el primer y el segundo ejemplos, para comparar la pasta de aluminio conductora convencional del ejemplo de referencia. Se muestra claramente la diferencia de los datos medidos entre la pasta de aluminio conductora convencional y la pasta de aluminio conductora que tiene las partículas metálicas a escala nanométrica añadidas en la misma, según la realización a modo de ejemplo.

La tabla 3 muestra la composición de los ingredientes de la pasta de aluminio conductora en el primer y el segundo ejemplo comparativo y en el ejemplo de referencia.

composición de ingrediente de pasta de aluminio conductora	ejemplo de referencia	primer ejemplo comparativo	segundo ejemplo comparativo
soporte orgánico (%p)	24	24	24
polvo de aluminio (%p)	72	71	70
soldadura de vidrio (%p)	4	4	4
partículas metálicas a escala nanométrica (%p) basadas en un metal seleccionado del grupo compuesto por oro, plata, cobre, zinc y plomo	0	1	2

5 Los datos medidos del ejemplo de referencia, del primer y del segundo ejemplos comparativos se muestran en la tabla 4. Las eficiencias electroópticas de la célula solar de silicio en el ejemplo de referencia, en el primer y en el segundo ejemplos comparativos son respectivamente 16,4343 %, 16,5142 % y 16,4465 %. Por consiguiente, la pasta de aluminio conductora dada a conocer por la realización a modo de ejemplo puede ser utilizada para fabricar la célula solar de silicio, de tal modo que aumente la eficiencia de conversión electroóptica de la célula solar de silicio. Los valores de resistencia laminar en el ejemplo de referencia, en el primer y en el segundo ejemplos comparativos son respectivamente 1,58 a 2,22 ohm, 1,33 a 1,63 ohm y 1,15 a 1,52 ohm. Se sabe que la pasta de aluminio conductora dada a conocer por la realización a modo de ejemplo tiene un valor de resistencia laminar menor que la pasta de aluminio conductora con los ingredientes convencionales, y por lo tanto se reduce notablemente la atenuación de la energía de la corriente durante la transmisión.

15 Debido a la reducida corriente eléctrica de la célula solar de silicio -1- simple, se conectan en serie o en paralelo varias células solares de silicio para formar el módulo de célula solar de silicio -2-. Las células solares de silicio -1- se conectan por soldadura, y por lo tanto adquiere importancia la adherencia del electrodo del lado posterior -15- fabricado de la pasta de aluminio conductora y el sustrato de la célula solar de silicio -1-. Si la adherencia del electrodo del lado posterior -15- fabricado de pasta de aluminio conductora y el sustrato de la célula solar de silicio -1- no es buena, la tensión o corriente generadas en el electrodo del lado posterior -15- no será estable. En el peor caso posible, el electrodo se suelta, y el módulo de célula solar de silicio -2- se abre y se rompe. Tal como se muestra en la tabla 4, la adherencia en el ejemplo de referencia, en el primer y en el segundo ejemplos comparativos son respectivamente fuerzas de tensión de por lo menos 3 N/cm, 3 N/cm y 5 N/cm. Se sabe que la pasta de aluminio conductora que tiene el 2 %p de partículas metálicas a escala nanométrica tiene mejor adherencia que la pasta de aluminio conductora que utiliza los ingredientes convencionales.

30 Dado que el electrodo del lado posterior -15- está conformado en el lado opaco de la célula solar de silicio -1-, y que los coeficientes de expansión de la pasta de aluminio conductora y del sustrato semiconductor no son iguales, se produce la deformación del sustrato semiconductor después de la realización del proceso de sinterización. Si el electrodo del lado posterior -15- fabricado de pasta de aluminio conductora provoca la deformación de la célula solar de silicio -1-, después de la realización del proceso de embalaje del módulo de célula solar de silicio -2-, se produce un problema de fallo del módulo de célula solar de silicio -2- según la deformación de la célula solar de silicio -1-, y se ve afectada la tasa de rendimiento. A partir de la tabla 4, se muestra que la deformación correspondiente a la pasta de aluminio conductora que tiene el 1 %p de partículas metálicas a escala nanométrica o el 2 %p de partículas metálicas a escala nanométrica es similar a la deformación correspondiente a la pasta de aluminio conductora que tiene los ingredientes convencionales. Por consiguiente, la pasta de aluminio conductora según la realización a modo de ejemplo no produce la deformación severa de la célula solar de silicio -1-, y mantiene por lo menos la misma deformación correspondiente a la pasta de aluminio conductora que tiene los ingredientes convencionales, de tal modo que la tasa de rendimiento del proceso de embalaje del módulo de célula solar de silicio -2- no se ve afectada.

La tabla 4 muestra los datos medidos del ejemplo de referencia, del primer y del segundo ejemplos comparativos.

ejemplo	eficiencia de conversión η (%)	tensión en circuito abierto Voc(V)	valor de resistencia laminar (m Ω)	adherencia (N/cm)	deformación (mm)
ejemplo de referencia	16,4343	0,621487	1,58-2,22	3-5	<1
primer ejemplo comparativo	16,5142	0,62203	1,33-1,63	3-5	<1
segundo ejemplo comparativo	16,4465	0,62098	1,15-1,52	>5	<1

45 [Posible resultado de la realización a modo de ejemplo]

Por consiguiente, la pasta de aluminio conductora, según la realización a modo de ejemplo, tiene las partículas metálicas a escala nanométrica que están basadas en un metal seleccionado del grupo compuesto por oro, plata,

5 cobre, zinc y plomo de la proporción específica añadida en la misma, y la pasta de aluminio conductora, según la realización a modo de ejemplo, tiene el valor de resistencia laminar reducido, la adherencia elevada y la deformación reducida del sustrato semiconductor. Se incrementa la eficiencia de conversión electroóptica de la célula solar de silicio -1- fabricada mediante la pasta de aluminio conductora, según la realización a modo de ejemplo, y se incrementa asimismo la estabilidad del embalaje y la tasa de rendimiento del módulo de célula solar de silicio -2-.

10 Las descripciones mencionadas anteriormente representan tan sólo la realización a modo de ejemplo de la presente invención, sin ninguna intención de limitar a la misma el alcance de la presente invención. Por consiguiente, se considera que los diversos cambios equivalentes, alteraciones o modificaciones basadas en las reivindicaciones de la presente invención están todos abarcados por el alcance de la presente invención.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Pasta de aluminio conductora, cuya composición comprende un soporte orgánico, un polvo de aluminio; una soldadura de vidrio y partículas metálicas a escala nanométrica; en la que el soporte orgánico, el polvo de aluminio, la soldadura de vidrio y las partículas metálicas a escala nanométrica se mezclan en el soporte orgánico para formar la pasta de aluminio conductora; en la que el soporte orgánico se compone de un solvente orgánico, resina, y un agente tixotrópico; y en la que las partículas metálicas a escala nanométrica están basadas en un metal seleccionado del grupo compuesto por oro, plata, cobre, zinc y plomo.
- 10 2. Pasta de aluminio conductora, según la reivindicación 1, en la que el porcentaje en peso de las partículas metálicas a escala nanométrica asociadas con la pasta de aluminio conductora está comprendido entre 0,1 y el 10 %p, y las partículas metálicas a escala nanométrica tienen una distribución del tamaño de partículas D50 comprendidas en el intervalo de 10 nanómetros a 1000 nanómetros.
- 15 3. Pasta de aluminio conductora, según la reivindicación 1, en la que el porcentaje en peso del polvo de aluminio asociado con la pasta de aluminio conductora está comprendido entre el 65 y el 85 %p, y el polvo de aluminio es sustituido además por polvo de plata.
- 20 4. Pasta de aluminio conductora, según la reivindicación 1, en la que el solvente orgánico es un solvente orgánico de tipo éter de alcohol, en la que el solvente orgánico de tipo éter de alcohol es éter monobutílico de dietilenglicol, y el porcentaje en peso del solvente orgánico asociado con la pasta de aluminio conductora está comprendido entre el 15 y el 25 %p.
- 25 5. Pasta de aluminio conductora, según la reivindicación 1, en la que la soldadura de vidrio está seleccionada a partir de soldadura de vidrio de compuesto de plomo, y el porcentaje en peso de la soldadura de vidrio asociada con la pasta de aluminio conductora está comprendido entre el 0,1 y el 6 %p.
- 30 6. Procedimiento para fabricación de pasta de aluminio conductora, según la reivindicación 1, que comprende:
mezclar el solvente orgánico, la resina y el agente tixotrópico para formar el soporte orgánico, y
mezclar el polvo de aluminio, las partículas metálicas a escala nanométrica, la soldadura de vidrio y el soporte orgánico para formar la pasta de aluminio conductora.
- 35 7. Procedimiento para la fabricación de pasta de aluminio conductora, según la reivindicación 6, en el que el porcentaje en peso de las partículas metálicas a escala nanométrica asociadas con la pasta de aluminio conductora está comprendido entre 0,1 y el 10 %p; en el que las partículas metálicas a escala nanométrica tienen una distribución del tamaño de partículas D50 comprendida en el intervalo de 10 nanómetros a 1000 nanómetros; en el que el porcentaje en peso del polvo de aluminio asociado con la pasta de aluminio conductora está comprendido
40 entre el 65 y el 85 %p, y el polvo de aluminio se sustituye además por polvo de plata; en el que el solvente orgánico pertenece al tipo de éter de alcohol, en el que el solvente orgánico del tipo de éter de alcohol es éter monobutílico de dietilenglicol, y el porcentaje en peso del solvente orgánico asociado con la pasta de aluminio conductora está
45 comprendido entre el 15 y el 25 %p; y en el que la soldadura de vidrio se selecciona a partir de la soldadura de vidrio de compuesto de plomo, y el porcentaje en peso de la soldadura de vidrio asociada con la pasta de aluminio conductora está comprendido entre el 0,1 y el 6 %p.
- 50 8. Módulo de célula solar de silicio con una pasta de aluminio conductora, según la reivindicación 1, que comprende:
un sustrato;
una película de recubrimiento, situada sobre el sustrato; y
una célula solar de silicio, cubierta con material EVA, y situada entre el sustrato y la película de recubrimiento;
- 55 en el que la célula solar de silicio tiene un electrodo del lado incidente de la luz y un electrodo del lado posterior, y el electrodo del lado posterior está fabricado de la pasta de aluminio conductora, según la reivindicación 1.
- 60 9. Módulo de célula solar de silicio, según la reivindicación 8, en el que el porcentaje en peso de las partículas metálicas a escala nanométrica asociadas con la pasta de aluminio conductora está comprendido entre 0,1 y el 10 %p, y las partículas metálicas a escala nanométrica tienen una distribución del tamaño de partículas D50 comprendida en el intervalo de 10 nanómetros a 1000 nanómetros.
- 65 10. Módulo de célula solar de silicio, según la reivindicación 8, en el que el porcentaje en peso del polvo de aluminio asociado con la pasta de aluminio conductora está comprendido entre el 65 y el 85 %p, y el polvo de aluminio se sustituye además por polvo de plata.

11. Módulo de célula solar de silicio, según la reivindicación 8, en el que el solvente orgánico es el solvente orgánico del tipo de éter de alcohol, en el que el solvente orgánico del tipo de éter de alcohol es éter monobutílico de dietilenglicol, y el porcentaje en peso del solvente orgánico asociado con la pasta de aluminio conductora está comprendido entre el 15 y el 25 %p.
- 5
12. Módulo de célula solar de silicio, según la reivindicación 8, en el que la soldadura de vidrio está seleccionada de la soldadura de vidrio de compuesto de plomo, y el porcentaje en peso de la soldadura de vidrio asociada con la pasta de aluminio conductora está comprendido entre el 0, 1 y el 6 %p
- 10
13. Módulo de célula solar de silicio, según la reivindicación 8, en el que el sustrato es un sustrato opaco o una combinación de un sustrato transparente y de una capa no transparente, el sustrato es un sustrato metálico, un sustrato de vidrio o un sustrato de plástico, y la película de recubrimiento es vidrio común, vidrio templado, un panel de tejido acrílico, una chapa metálica o una placa de plástico delgada.
- 15
14. Módulo de célula solar de silicio, según la reivindicación 8, en el que la célula solar de silicio comprende además:
un sustrato semiconductor, que tiene una capa difundida de tipo N y una capa difundida de tipo P situadas sobre el mismo; y
- 20
- una capa antirreflectante, formada sobre la superficie de la capa difundida de tipo N;
en el que el electrodo del lado incidente de la luz y el electrodo del lado posterior están conformados respectivamente sobre las superficies de la capa difundida de tipo N y de la capa difundida de tipo P.

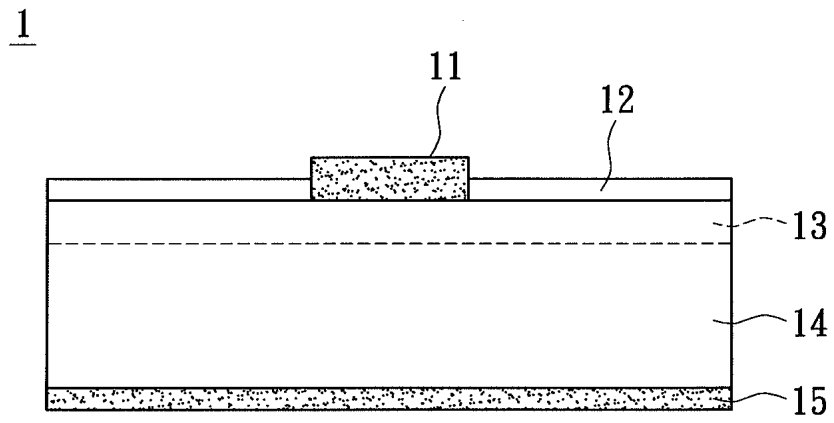


FIG. 1

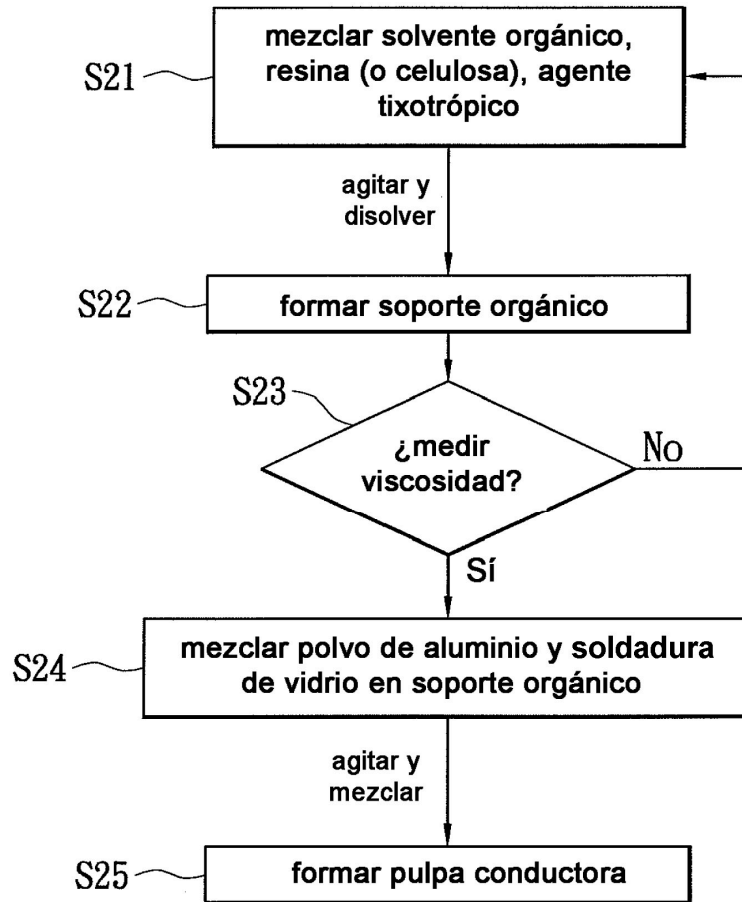


FIG. 2

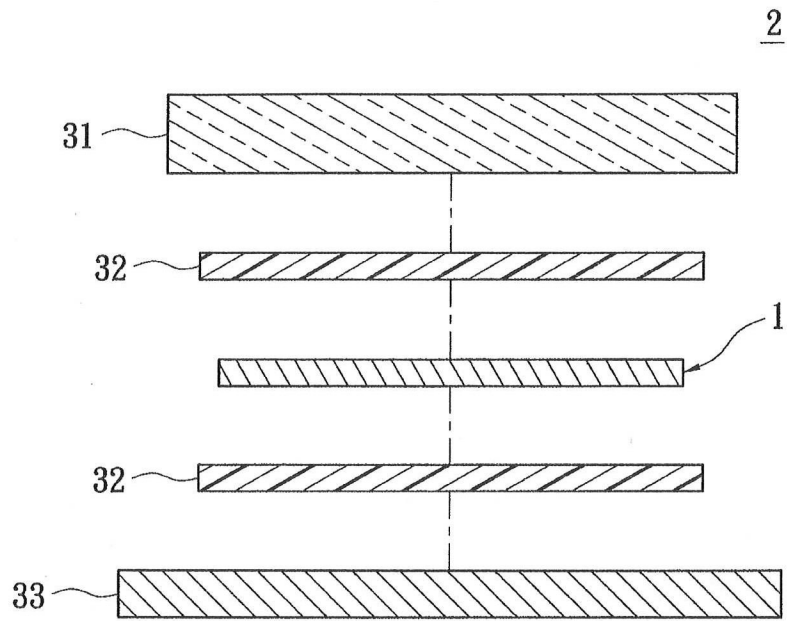


FIG. 3A

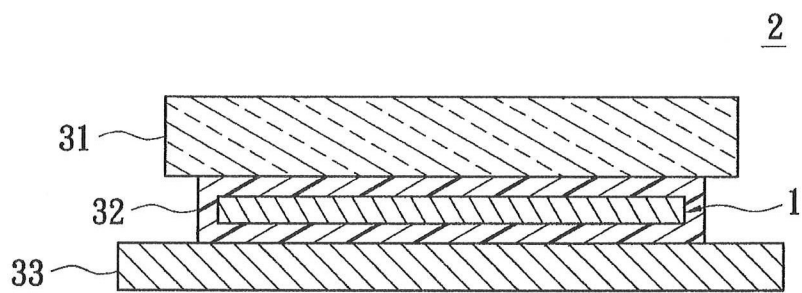


FIG. 3B