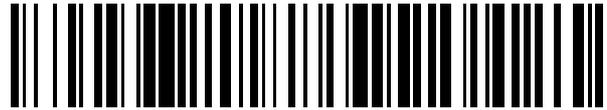


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 604 340**

51 Int. Cl.:

H01L 31/02 (2006.01)

H01L 31/0224 (2006.01)

H01L 31/05 (2006.01)

H01L 31/18 (2006.01)

H01L 31/0687 (2012.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **08.05.2012 PCT/JP2012/003010**

87 Fecha y número de publicación internacional: **29.11.2012 WO12160765**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **08.05.2012 E 12790314 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **14.09.2016 EP 2660874**

54 Título: **Célula solar compuesta multiunión, batería solar compuesta multiunión, y método para fabricar las mismas**

30 Prioridad:

20.05.2011 JP 2011113643

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

06.03.2017

73 Titular/es:

**PANASONIC INTELLECTUAL PROPERTY
MANAGEMENT CO., LTD. (100.0%)
OBP Panasonic Tower, 1-61, Shiromi 2-chome,
Chuo-ku
Osaka-shi, Osaka 540-6207, JP**

72 Inventor/es:

NOBORI, KAZUHIRO

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 604 340 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

Célula solar compuesta multiunión, batería solar compuesta multiunión, y método para fabricar las mismas

Campo técnico

5 La invención reivindicada se refiere a una célula solar compuesta multiunión, una batería solar compuesta multiunión, y un método para fabricar las mismas.

Antecedentes de la técnica

10 Se ha propuesto una batería solar de compuestos de los grupos III-V multiunión como batería solar adecuada para una batería solar concentradora, que tiene la eficacia más alta entre las baterías solares (véase la bibliografía de patentes (abreviada en lo sucesivo como PTL) 1, por ejemplo). Se describirá un ejemplo de una estructura de tal batería solar de compuestos de los grupos III-V multiunión y un método de fabricación de la misma. La FIG. 16 es un diagrama que ilustra esquemáticamente una estructura de sección transversal de una batería solar de compuestos de los grupos III-V multiunión de la técnica relacionada.

15 Para obtener la batería solar de compuestos de los grupos III-V multiunión de la técnica relacionada mostrada en la FIG. 16, se obtiene un laminado de células mostrado en la FIG. 15. Para obtener el laminado de células mostrado en la FIG. 15, primero, se prepara el sustrato 1 de GaAs como sustrato base. Se forma una capa 4 de AIAs (capa de sacrificio) sobre la superficie del sustrato 1 de GaAs por crecimiento epitaxial. La capa 4 de sacrificio es una capa a ser rota internamente en un procedimiento final.

20 Se forma sobre la capa 4 de sacrificio una célula T superior que incluye una unión pn de InGaP. Es necesario formar inicialmente la célula T superior, en lugar de la célula B inferior, para concordar con una rejilla constante del sustrato de GaAs y para impedir que ocurra una dislocación inadecuada o defectos tales como poros. La célula T superior se forma por crecimiento epitaxial de InGaP o similar. La banda prohibida del InGaP que constituye la célula T superior es aproximadamente 1,7 a 2,1 eV.

25 A continuación, se forma sobre la célula T superior una célula M central que incluye una unión pn de GaAs. La célula M central se forma por crecimiento epitaxial de GaAs o similar. La banda prohibida del GaAs que constituye la célula M central es aproximadamente 1,3 a 1,6 eV.

Posteriormente, se forma sobre la célula M central una célula B inferior que incluye una unión pn de InGaAs. La célula B inferior se forma por crecimiento epitaxial de InGaAs o similar. La banda prohibida del InGaAs que constituye la célula B inferior es 1,0 eV o inferior.

30 De esta manera, se obtiene un laminado de células en el que tres uniones pn de InGaP, GaAs e InGaAs están conectadas sobre el sustrato 1 de GaAs en serie. El laminado de células obtenido es una célula C solar de una batería solar de compuestos de los grupos III-V de tres uniones.

35 En un caso donde la célula C solar se usa como batería solar, los rayos de luz solar son incidentes desde la cara de la célula T superior y siguen hacia la célula B inferior (InGaAs). Según esta configuración, la luz de una longitud de onda predeterminada en base a cada banda prohibida de la célula T superior, la célula M central y la célula B inferior es absorbida y convertida en energía eléctrica. Por tanto, es posible realizar una batería solar con alta eficacia.

40 Sin embargo, en el laminado de células en el estado mostrado en la FIG. 15, la célula T superior, la célula M central y la célula B inferior están laminadas secuencialmente sobre el sustrato 1 de GaAs. Por tanto, el sustrato 1 de GaAs bloquea la luz solar, y por tanto, la luz solar no puede ser incidente sobre la célula T superior. Por tanto, es difícil usar el laminado de células en el estado mostrado en la FIG. 15 como batería solar. Por consiguiente, es necesario modificar la estructura descrita anteriormente a una estructura en la que la luz pueda ser incidente desde la célula T superior.

45 Para obtener la estructura en la que la luz pueda ser incidente desde la célula T superior, se forma un electrodo 9 de superficie trasera sobre una superficie global de la célula B inferior por recubrimiento metálico, en un primer procedimiento. En un segundo procedimiento, la célula C solar y el sustrato 1 de GaAs se separan uno del otro. La separación se realiza usando la debilidad de la capa 4 de sacrificio. La capa 4 de sacrificio que permanece en la célula C solar separada se retira por tratamiento con ácido usando ácido fluorhídrico.

50 A continuación, se forma un electrodo 15 de superficie delantera para extraer un potencial eléctrico de la célula T superior (véase la FIG. 16). Se forma un laminado metálico de Au-Ge, Ni y Au sobre una superficie global de una capa de GaAs de tipo n (T1) por recubrimiento, y una porción innecesaria del laminado metálico y la capa de GaAs (T1) se retira por tratamiento con ácido, para formar de este modo el electrodo 15 de superficie delantera.

Mediante estos procedimientos, se obtiene una batería solar compuesta multiunión de una estructura electródica de doble cara en la técnica relacionada en la que la célula T superior, la célula M central y la célula B inferior están laminadas secuencialmente, y están provistos el electrodo 9 de superficie trasera y el electrodo 15 de superficie delantera, como se muestra en la FIG. 16.

Además de la técnica descrita anteriormente, se han propuesto diversas técnicas como técnica en relación con una batería solar compuesta multiunión (por ejemplo, véanse PTLs 2 a 6).

5 Por ejemplo, PTL 2 describe una estructura electródica de extracción de una batería solar fina en la que un primer electrodo y un segundo electrodo están conectados eléctricamente uno al otro mediante una ranura de conexión provista dentro de una banda laminada. Según esta técnica, es posible reducir el área de una sección electródica de extracción. Sin embargo, esta estructura electródica está provista sobre el primer electrodo, que se extiende desde una parte extrema terminal de conexión de una pluralidad de células solares que está conectada en serie, que no aumenta el área receptora de luz solar de cada célula solar.

10 Por ejemplo, PTL 3 describe un módulo de baterías solares que incluye una pluralidad de células solares en la que un electrodo inferior (electrodo de superficie trasera) de cada célula solar (célula de conversión fotoeléctrica tándem) y un electrodo transparente (electrodo de la superficie receptora de luz) de una célula solar adyacente están unidos eléctricamente uno a otro mediante un electrodo de rejilla. Según esta técnica, es posible unir la pluralidad de células solares en serie mediante el electrodo de rejilla. Sin embargo, esta técnica no aumenta el área receptora de luz solar de cada célula solar.

15 **Lista de citaciones**

Bibliografía de patentes

PTL 1: patente japonesa N° 4471584

PTL 2: solicitud de patente japonesa abierta a la inspección pública N° HEI 9-83001

PTL 3: solicitud de patente japonesa abierta a la inspección pública N° 2006-13403

20 PTL 4: solicitud de patente japonesa abierta a la inspección pública N° 2008-34592

PTL 5: solicitud de patente de EE.UU. abierta a la inspección pública N° 2011-0023962

PTL 6: solicitud de patente de EE.UU. abierta a la inspección pública N° 2010-0065115

25 La solicitud de patente internacional WO 2010/140371 A1 describe un sustrato semiconductor, que está provisto de: un sustrato base que contiene silicio; un elemento inhibidor, que está formado sobre el sustrato base, tiene una abertura que tiene la superficie del sustrato base expuesta desde la misma, e inhibe el crecimiento cristalino; y una estructura absorbente de luz, que está formada dentro de la abertura estando en contacto con la superficie del sustrato base expuesta dentro de la abertura.

Problema técnico

30 Como se describió anteriormente, la batería solar compuesta multiunión en la técnica relacionada incluye un electrodo 15 de superficie delantera sobre la superficie de la célula T superior. Dado que el electrodo 15 de superficie delantera está hecho de un material metálico tal como Au, Ni o Ge que no transmite la luz solar, la cantidad de luz solar que es incidente sobre la célula T superior disminuye. Además, otras técnicas en la técnica relacionada no proponen un método para aumentar el área receptora de la luz solar de una célula solar.

35 Debido a la estructura electródica de doble cara de electrodo 15 de superficie delantera y electrodo 9 de superficie trasera, el montaje del electrodo 9 de superficie trasera debe realizarse en un procedimiento de unión por presión ("die bonding"), y el montaje del electrodo 15 de superficie delantera debe realizarse en un procedimiento de unión por alambre ("wire bonding") o un procedimiento de soldadura. Esto es, para conseguir conexión eléctrica con el exterior, son necesarios dos procedimientos de montaje para el montaje del electrodo 9 de superficie trasera y el montaje del electrodo 15 de superficie delantera. Como resultado, el tiempo de elaboración de la producción se prolonga.

40 Además, dado que los grosores de la célula T superior, la célula M central y la célula B inferior que constituyen la célula C solar son sólo 5 µm a 20 µm, si se aplica tensión desde el exterior, la célula C solar se daña fácilmente. Por tanto, la célula C solar puede ser dañada debido a la tensión generada por el procedimiento de separar la célula C solar y el sustrato 1 de GaAs usando la debilidad de la capa 4 de sacrificio, el procedimiento de unión por presión del electrodo 9 de superficie trasera, el procedimiento de unión por alambre o el procedimiento de soldadura del electrodo 15 de superficie delantera, o similares.

45 Para solucionar los problemas anteriores, un objeto de la invención es retirar un electrodo que bloquea la luz solar sobre la célula T superior de una célula solar compuesta multiunión, para proporcionar una célula solar compuesta multiunión que tiene una estructura que no se daña fácilmente en un procedimiento de producción, y para reducir el tiempo de elaboración de la producción de una batería solar compuesta multiunión.

50 La solicitud de patente internacional WO 2010/101030 A1 se refiere a un módulo de células solares de película fina. Se describe un módulo de células solares de película fina que comprende células unitarias conectadas en serie, en

donde cada una de las células unitarias comprende una unidad de conversión fotoeléctrica de silicio de película fina y una unidad de conversión fotoeléctrica que contiene semiconductores compuestos conectadas eléctricamente una a la otra. Cada una de las células unitarias comprende al menos un electrodo transparente, una unidad de conversión fotoeléctrica que contiene silicio amorfo, una capa de electrodo transparente intermedia, una unidad de conversión fotoeléctrica, una unidad de conversión fotoeléctrica que contiene semiconductores compuestos, y un electrodo de metal en este orden desde la cara de la luz incidente. En cada una de las células unitarias, la unidad de conversión fotoeléctrica y la unidad de conversión fotoeléctrica que contiene semiconductores compuestos están conectadas en serie para formar un elemento de paso en serie. El elemento de paso en serie está conectado a una primera unidad de conversión fotoeléctrica en paralelo por medio del electrodo transparente y la capa de electrodo transparente intermedia.

La solicitud de patente europea EP 1 953 828 A1 se refiere a una célula solar metamórfica invertida con vías para contactos en la cara trasera. Un método para formar una célula solar multiunión que incluye una subcélula superior, una subcélula central, y una subcélula inferior proporcionando un primer sustrato para el crecimiento epitaxial de material semiconductor; formar una primera subcélula solar sobre el sustrato que tiene una primera banda prohibida; formar una segunda subcélula solar sobre la primera subcélula que tiene una segunda banda prohibida más pequeña que la primera banda prohibida; formar una intercapa clasificadora sobre la segunda subcélula que tiene una tercera banda prohibida más grande que la segunda banda prohibida; formar una tercera subcélula solar que tiene una cuarta banda prohibida más pequeña que la segunda banda prohibida de tal modo que la tercera subcélula está desparejada en retículo con respecto a la segunda subcélula; y grabar con ácido una vía desde la parte superior de la tercera subcélula hasta el sustrato para permitir colocar contactos tanto de ánodo como de cátodo sobre la cara trasera de la célula solar.

Compendio de la invención

Es un objeto de la presente invención proporcionar una célula solar compuesta multiunión mejorada y útil en la que los problemas mencionados anteriormente son eliminados. Para conseguir el objeto mencionado anteriormente, se proporciona una célula solar compuesta multiunión según la reivindicación 1. Se definen realizaciones ventajosas mediante las reivindicaciones dependientes.

Ventajosamente, se proporciona una célula solar compuesta multiunión que incluye: un laminado de células multiunión que incluye una célula superior y una célula inferior; un electrodo transparente que está dispuesto en una superficie de la luz incidente de la célula superior; un electrodo inferior que tiene un potencial eléctrico de la célula inferior; y un electrodo de superficie lateral que está dispuesto en una superficie lateral del laminado de células mediante una capa aislante y está conducido al electrodo transparente, en donde el electrodo de superficie lateral se extiende hacia el electrodo inferior.

Ventajosamente, un miembro externo que está conectado a cada uno del electrodo inferior y el electrodo de superficie lateral, en donde miembros conductores que conectan respectivamente el electrodo inferior y el electrodo de superficie lateral con el miembro externo incluyen una capa de absorción de la tensión.

Ventajosamente, un miembro externo que está conectado a cada uno del electrodo inferior y el electrodo de superficie lateral, en donde secciones de conexión que conectan respectivamente el electrodo inferior y el electrodo de superficie lateral con el miembro externo no están superpuestas con el laminado de células en una dirección presionante para la conexión de la célula solar compuesta multiunión con el miembro externo.

Ventajosamente, se proporciona un método para fabricar la batería solar compuesta multiunión, que incluye: presionar y unir el electrodo inferior y el electrodo de superficie lateral de la célula solar compuesta multiunión, y el miembro externo mediante un miembro conductor, en donde la forma de una superficie lateral del miembro conductor es una forma estrechada, y la forma estrechada es aplastada y deformada por la unión.

Efectos ventajosos de la invención

Según la célula solar compuesta multiunión de la invención, dado que no se proporciona un electrodo distinto al electrodo transparente sobre una superficie receptora de la luz solar, la eficacia de utilización de la luz solar es potenciada. Además, según la célula solar compuesta multiunión de la invención, dado que los electrodos (un electrodo que tiene un potencial eléctrico de la célula superior y un electrodo que tiene un potencial eléctrico de la célula inferior) conectados al exterior están extendidos en una superficie, un procedimiento de producción para el montaje de un electrodo externo se realiza sólo una vez. Por tanto, el tiempo de elaboración de la producción se reduce.

Además, según la invención, en un procedimiento de montaje de la célula solar compuesta multiunión al miembro externo, deformando positivamente la capa de relajación de la tensión dispuesta entre la célula solar compuesta multiunión y el miembro externo, la tensión aplicada a la célula solar se reduce. Alternativamente, regulando la relación posicional entre la célula solar y el electrodo conectado al exterior, la tensión aplicada a la célula solar se reduce. Por tanto, el daño de la célula solar se suprime.

Además, ajustando la relación entre el grosor de la célula solar y el grosor del electrodo conectado al exterior, es

posible suprimir el daño de la célula solar.

Breve descripción de los dibujos

La FIG. 1 es una vista en sección transversal que ilustra esquemáticamente una configuración global de un ejemplo de una batería solar compuesta multiunión según la invención;

5 La FIG. 2 es una vista en sección transversal que ilustra esquemáticamente un laminado de células en una batería solar compuesta multiunión, y un espectro de la luz solar absorbida por cada célula;

La FIG. 3A es un diagrama que ilustra un procedimiento de preparación de un sustrato en la fabricación de una batería solar compuesta, la FIG. 3B es un diagrama que ilustra un procedimiento de crecimiento epitaxial de una célula solar, la FIG. 3C es un diagrama que ilustra un proceso de formación de un patrón de una capa de contacto inferior, y la FIG. 3D es un diagrama que ilustra un proceso de formación de un patrón de un laminado de células;

10

La FIG. 4A es un diagrama que ilustra un procedimiento de formación de un electrodo en la fabricación de una batería solar compuesta, la FIG. 4B es un diagrama que ilustra un procedimiento de formación de una capa aislante, y la FIG. 4C es un diagrama que ilustra un procedimiento de apertura de una ventana de una capa aislante;

La FIG. 5A es un diagrama que ilustra un procedimiento de formación de una película de Au/Ti de superficie entera para electrorrecubrimiento metálico en la fabricación de una batería solar compuesta, la FIG. 5B es un diagrama que ilustra un procedimiento de formación de una resistencia y un procedimiento de formación de un electrodo de superficie lateral por recubrimiento con Au, y la FIG. 5C es un diagrama que ilustra un procedimiento de formación de una película de Ti para la protección del recubrimiento;

15

La FIG. 6A es un diagrama que ilustra un procedimiento de retirada de una resistencia en la fabricación de una batería solar compuesta, y la FIG. 6B es un diagrama que ilustra un procedimiento de retirada de una película de Au/Ti sobre una capa aislante y un procedimiento de retirada de una película de Ti sobre una película de recubrimiento de Au;

20

La FIG. 7A es una vista en sección transversal que ilustra esquemáticamente un sustrato de interposición en el que está formado un electrodo de protrusión que tiene una capa de absorción de la tensión, y la FIG. 7B es un diagrama que ilustra un procedimiento de unión de un electrodo de una célula solar con un electrodo de protrusión sobre un sustrato de interposición;

25

La FIG. 8A es un diagrama que ilustra un procedimiento de posicionamiento en donde un electrodo de una célula solar compuesta y un electrodo de protrusión sobre un sustrato de interposición están unidos uno al otro, y la FIG. 8B es un diagrama de procedimiento que ilustra un estado donde un electrodo de una célula solar y un electrodo de protrusión sobre un sustrato de interposición están unidos uno al otro;

30

La FIG. 9A es un diagrama que ilustra, en un estado donde un electrodo de una célula solar compuesta y un electrodo de protrusión sobre un sustrato de interposición están unidos uno al otro, la relación posicional entre el electrodo sobre la célula solar y el electrodo de protrusión, y la FIG. 9B es un diagrama que ilustra la relación de dimensión de los miembros respectivos en una célula solar;

La FIG. 10A es una vista en planta que ilustra, en un estado donde un electrodo de una célula solar compuesta y un electrodo de protrusión sobre un sustrato de interposición están unidos uno al otro, la relación posicional entre la célula solar y el electrodo de protrusión, y la FIG. 10B es una vista en sección lateral de lo mismo;

35

La FIG. 11A es un diagrama que ilustra un procedimiento de llenado con una resina sellante en la fabricación de una batería solar compuesta, y la FIG. 11B es un diagrama que ilustra un procedimiento de formación de una porción cóncava en una capa de sacrificio como punto de partida para separar un sustrato de GaAs mediante una capa de sacrificio;

40

La FIG. 12A es un diagrama que ilustra un procedimiento de separación de un sustrato de GaAs de una célula solar compuesta en la fabricación de una batería solar compuesta, y la FIG. 12B es un diagrama que ilustra un procedimiento de retirada por tratamiento con ácido de una capa de sacrificio remanente mediante ácido fluorhídrico;

La FIG. 13A es un diagrama que ilustra un procedimiento de formación de un electrodo transparente en la fabricación de una batería solar compuesta, y la FIG. 13B es un diagrama que ilustra un procedimiento de división de una célula solar y un sustrato de interposición en un tamaño regulado;

45

La FIG. 14A es un diagrama que ilustra un procedimiento para irradiar rayos ultravioleta (UV) sobre una lámina electrónica y extraer baterías solares divididas de la lámina electrónica mediante un cabezal de recogida, en la fabricación de una batería solar compuesta, y la FIG. 14B es un diagrama que ilustra una forma de paquete individualizado;

50

La FIG. 15 es una vista en sección transversal que ilustra esquemáticamente una batería solar compuesta; y

La FIG. 16 es una vista en sección transversal que ilustra esquemáticamente una batería solar compuesta en la técnica relacionada.

Descripción de realizaciones

5 En lo sucesivo, se describirá una batería solar compuesta según una realización de la invención con referencia a los dibujos acompañantes. Se dan los mismos números de referencia para sustancialmente los mismos miembros en los dibujos, y la descripción de los mismos será omitida.

Configuración global de la batería solar compuesta

10 La FIG. 1 es una vista en sección transversal que ilustra esquemáticamente una configuración global de una batería solar compuesta según una realización de la invención. Como se muestra en la FIG. 1, la batería solar compuesta según la realización incluye 1) célula 10 solar compuesta multiunión, 2) sustrato 24 de interposición que es un miembro externo, y 3) un miembro conductor que conecta eléctricamente la célula 10 solar compuesta y el sustrato 24 de interposición.

15 La célula 10 solar de la batería solar compuesta multiunión mostrada en la FIG. 1 incluye un laminado de células que tiene una estructura de tres capas de célula T superior, célula M central y célula B inferior. Una capa de unión PN está presente en cada una de las tres capas del laminado de células. El laminado de células incluye una capa 2a de contacto superior provista sobre una superficie superior de la célula T superior, y una capa 2b de contacto inferior provista sobre una superficie inferior de la célula B inferior.

20 La célula 10 solar incluye un electrodo 12 transparente (ZnO) provisto sobre una superficie superior de la capa 2a de contacto superior del laminado de células. El electrodo 12 transparente extrae un potencial eléctrico de la célula T superior. Está conectado un electrodo 9b superior al electrodo 12 transparente. Está conectado un electrodo 16a de superficie lateral al electrodo 9b superior. Está presente una capa 17 aislante entre el electrodo 16a de superficie lateral y el laminado de células para aislar el electrodo 16a de superficie lateral del laminado de células. La capa 17 aislante está compuesta de una película de nitruro de silicio o similar.

25 Por otra parte, la célula 10 solar incluye un electrodo 9a inferior provisto sobre una superficie inferior de la capa 2b de contacto inferior del laminado de células. Está provisto un electrodo 16b central sobre una superficie inferior del electrodo 9a inferior.

30 Aquí, es preferible que una superficie inferior del electrodo 16a de superficie lateral y una superficie inferior del electrodo 16b central estén alineadas una con otra sobre una línea LL discontinua. Cuando el sustrato 24 de interposición se une con la célula 10 solar, lo que se describirá más tarde haciendo referencia a las FIGS. 9A y 9B, se aplica presión uniformemente a la célula 10 solar, y por tanto, es posible impedir que la célula 10 solar se dañe. De esta manera, el electrodo 16a de superficie lateral que tiene un potencial eléctrico generado por la célula T superior y el electrodo 16b central que tiene un potencial eléctrico generado por la célula B inferior están dispuestos en el mismo plano.

35 La superficie inferior del electrodo 16a de superficie lateral y la superficie inferior del electrodo 16b central que están dispuestos en el mismo plano están conectadas eléctricamente a los electrodos 25a y 25b con elementos laterales del sustrato 24 de interposición que es el miembro externo mediante un miembro conductor, respectivamente. El electrodo 16a de superficie lateral y el electrodo 16b central están dispuestos eléctricamente independientemente uno del otro. De manera similar, el electrodo 25a con elementos laterales y el electrodo 25b con elementos laterales, mediante el electrodo 27a y mediante el electrodo 27b, y el electrodo 26a de extracción externo y el electrodo 26b de extracción externo, están dispuestos eléctricamente independientemente unos de otros.

40 El sustrato 24 de interposición incluye un electrodo 25 con elementos laterales que está dispuesto sobre una superficie superior del mismo (superficie que se enfrenta a la célula 10 solar), un electrodo 26 de extracción externo que está dispuesto sobre una superficie interior del mismo, y a través de un electrodo 27 que pasa a través del interior del sustrato 24 de interposición para conectar el electrodo 25 con elementos laterales con el electrodo 26 de extracción externo.

45 El miembro conductor incluye un electrodo 23 de protrusión que tiene una capa 23a de absorción de la tensión. El electrodo 23 de protrusión está conectado al electrodo 25 con elementos laterales del sustrato 24 de interposición.

50 Un espacio entre el sustrato 24 de interposición y la célula 10 solar está sellado por una resina 22 sellante a fin de reforzar la resistencia mecánica y mejorar la resistencia química. De esta manera, una configuración global de una batería solar compuesta multiunión única se consigue como un paquete.

Laminado de células

La FIG. 2 muestra un laminado de células de la batería solar mostrada en la FIG. 1. Como se describió anteriormente, el laminado de células incluye la capa 2a de contacto superior, la célula T superior, la célula T central, la célula B inferior, y la capa 2b de contacto inferior. El laminado de células se obtiene formando las capas metálicas

respectivas sobre el sustrato 1 de GaAs. Cada capa metálica puede ser formada por un método de crecimiento epitaxial en un aparato MOCVD (Deposición Química Orgánica por Vapor de Metal) longitudinal.

5 El crecimiento epitaxial de cada capa metálica puede realizarse por una técnica normal. Por ejemplo, puede ajustarse una temperatura del entorno a aproximadamente 700°C. Puede usarse TMG (trimetilgalio) y AsH₃ (arsina) como material para el crecimiento de la capa de GaAs. Puede usarse TMI (trimetilindio), TMG y PH₃ (fosfina) como material para el crecimiento de una capa de InGaP. Además, puede usarse SiH₄ (monosilano) como impureza para la formación de una capa de GaAs de tipo n, una capa de InGaP de tipo n y una capa de InGaAs de tipo n. Por otra parte, puede usarse DEZn (dietilcinc) como impureza para la formación de una capa de GaAs de tipo p, una capa de InGaP de tipo p y una capa de InGaAs de tipo p.

10 Primero, una capa de AlAs que tiene un grosor de aproximadamente 100 nm se hace crecer en el sustrato 1 de GaAs como capa 4 de sacrificio. Después, una capa de InGaP de tipo n que tiene un grosor de aproximadamente 0,1 µm se hace crecer como capa 2a de contacto superior.

15 A continuación, se forma la célula T superior. Una capa de InAlP de tipo n que tiene un grosor de aproximadamente 25 nm que es una ventana, una capa de InGaP de tipo n que tiene un grosor de aproximadamente 0,1 µm que es un emisor, una capa de InGaP de tipo p que tiene un grosor de aproximadamente 0,9 µm que es una base, y una capa de InGaP de tipo p que tiene un grosor de aproximadamente 0,1 µm que es un BSF se forman respectivamente por el método del crecimiento epitaxial. Como resultado, se forma la célula T superior que tiene un grosor de aproximadamente 1 µm.

20 Después de que se ha formado la célula T superior, una capa de AlGaAs de tipo p que tiene un grosor de aproximadamente 12 nm y una capa de GaAs de tipo n que tiene un grosor de aproximadamente 20 nm se hacen crecer como capa 19 túnel. Como resultado, se forma la capa 19 túnel que tiene un grosor de aproximadamente 30 nm.

25 Después, se forma la célula M central. Una capa de InGaP de tipo n que tiene un grosor de aproximadamente 0,1 µm que es una ventana, una capa de GaAs de tipo n que tiene un grosor de aproximadamente 0,1 µm que es un emisor, una capa de GaAs de tipo p que tiene un grosor de aproximadamente 2,5 µm que es una base, y una capa de InGaP de tipo p que tiene un grosor de aproximadamente 50 nm que es un BSF se forman respectivamente por el método del crecimiento epitaxial. Como resultado, se forma la célula M central que tiene un grosor de aproximadamente 3 µm.

30 Después de que se ha formado la célula M central, una capa de AlGaAs de tipo p que tiene un grosor de aproximadamente 12 nm y una capa de GaAs de tipo n que tiene un grosor de aproximadamente 20 nm se hacen crecer como capa 19 túnel. Como resultado, se forma la capa 19 túnel que tiene un grosor de aproximadamente 30 nm.

35 A continuación, se forma la capa 20 de rejilla. La capa 20 rejilla suprime la aparición de dislocación, defectos o similares debidos a discordancia de constantes de rejilla. Se proporciona una capa de InGaP de tipo n que tiene un grosor de aproximadamente 0,25 µm para formar ocho capas, y se forma la capa 20 de rejilla que tiene un grosor de aproximadamente 2 µm. Además, se forma una capa de InGaP de tipo n que tiene un grosor de aproximadamente 1 µm como capa 21 amortiguadora.

40 A continuación, se forma la capa B inferior. Una capa de InGaP de tipo n que tiene un grosor de aproximadamente 50 nm que es una película de pasivación, una capa de InGaAs de tipo n que tiene un grosor de aproximadamente 0,1 µm que es un emisor, una capa de InGaAs de tipo p que tiene un grosor de aproximadamente 2,9 µm que es una base, y una capa de InGaP de tipo p que tiene un grosor de aproximadamente 50 nm que es una película de pasivación se forman respectivamente por el método del crecimiento epitaxial. Como resultado, se forma la célula B inferior que tiene un grosor de aproximadamente 3 µm. Finalmente, se forma una capa de InGaAs de tipo p que tiene un grosor de aproximadamente 0,1 µm como capa 2b de contacto inferior.

45 La FIG. 2 muestra longitudes de onda de la luz absorbida por la célula T superior, la célula M central y la célula B inferior. La banda prohibida de la célula T superior es 1,87 eV, en la que una longitud de onda capaz de ser absorbida en un espectro de luz solar está en el intervalo de 650 nm o menos. La banda prohibida de la célula M central es 1,41 eV, en la que una longitud de onda capaz de ser absorbida en el espectro de luz solar está en el intervalo de 650 nm a 900 nm. La banda prohibida de la célula B inferior es 1,0 eV, en la que una longitud de onda capaz de ser absorbida en el espectro de luz solar está en el intervalo de 900 nm a 1.200 nm. De esta manera, configurando el laminado de células de la célula solar como la estructura de tres capas de célula T superior, célula M central y célula B inferior, es posible usar eficazmente el espectro de luz solar. Por tanto, es posible realizar una batería solar con alta eficacia.

Método de fabricación y estructura de la batería solar compuesta

55 El flujo de fabricación de la batería solar compuesta se describirá con referencia a las FIGS. 3A a 3D, las FIGS. 4A a 4C, las FIGS. 5A a 5C, las FIGS. 6A y 6B, y las FIGS. 7A y 7B. En un procedimiento de la FIG. 3A, se prepara el sustrato 1 de GaAs (oblea). El tamaño del sustrato 1 de GaAs es un diámetro de 10,16 centímetros (4 pulgadas) y

un grosor de 500 μm , por ejemplo. Normalmente, se forma una pluralidad de células 10 solares sobre un sustrato 1 de GaAs.

5 En un procedimiento de la FIG. 3B, se forma el laminado de células (véase la FIG. 2) sobre el sustrato 1 de GaAs. El laminado de células se obtiene por el crecimiento epitaxial de la capa 4 de sacrificio, la capa 2a de contacto superior, la célula T superior, la célula M central, la célula B inferior, la capa 2b de contacto inferior, y similares.

En un procedimiento de la FIG. 3C, la capa 2b de contacto inferior que tiene un grosor de aproximadamente 0,1 μm se dota de un patrón de un tamaño predeterminado. Es preferible realizar la dotación del patrón mediante un procedimiento de tratamiento con ácido en seco.

10 En un procedimiento de la FIG. 3D, el laminado de células que tiene un grosor de 10 μm se dota de un patrón de un tamaño predeterminado. Es preferible realizar la dotación del patrón mediante un procedimiento de tratamiento con ácido en seco. Se confirma que, como el laminado de células está dispuesto dentro de los bordes del sustrato 1 de GaAs, la pérdida de portadores generada alrededor de una porción de la batería solar es suprimida y la eficacia de conversión es mejorada. De esta manera, una estructura en la que el laminado de células es tratado con ácido en sus porciones de borde puede denominarse "estructura de salientes". Como se describe en "J. Vac. Sci. Technol. B, Vol. 11, No. 1, Jan/Feb 1993", "IEICE Technical Report ED2007-217, MW2007-148 (2008-1)" o similares, se sabe que se produce fácilmente una pérdida de portadores en una porción terminal de la unión PN. Por otra parte, empleando la "estructura de salientes", los portadores son recogidos dentro del sustrato, para suprimir de este modo la pérdida de portadores en la porción terminal.

20 En un procedimiento de la FIG. 4A, se forma un electrodo recubierto con Au como electrodo 9b superior y un electrodo 9a inferior. Primero, una película de recubrimiento de Au que tiene un grosor de aproximadamente 10 μm o menos se forma sobre una superficie superior global del laminado de células mostrado en la FIG. 3D por un método de recubrimiento metálico por campo eléctrico. La película de recubrimiento de Au se dota de un patrón para formar el electrodo 9b superior y el electrodo 9a inferior. La dotación del patrón puede realizarse por un método de fotolitografía y un procedimiento de tratamiento con ácido en húmedo.

25 En un procedimiento de la FIG. 4B, se forma una película de SiN como capa 17 aislante. Por ejemplo, la película de SiN se forma sobre la superficie superior global del laminado de células usando un método CVD por plasma, por ejemplo.

30 En un procedimiento de la FIG. 4C, se retira una porción innecesaria de la capa 17 aislante para formar las ventanas 17a y 17b de la capa 17 aislante. Las ventanas 17a y 17b de la capa 17 aislante exponen las superficies recubiertas con Au que constituyen el electrodo 9a inferior y el electrodo 9b superior, respectivamente.

En un procedimiento de la FIG. 5A, se forma una película laminada de Au/Ti sobre la superficie superior global del laminado de células obtenido en la FIG. 4C usando un método de pulverización metálica. La película laminada de Au/Ti es para una película de preprocesamiento para realizar un recubrimiento electrolítico con Au en el siguiente procedimiento.

35 En un procedimiento de la FIG. 5B, se forma la resistencia 18 en una porción donde no es necesario formar una película de recubrimiento de Au electrolítico, y después, se forma la película de recubrimiento de Au electrolítico. La resistencia 18 se forma formando un patrón de resistencia predeterminado para tratamiento con ácido mesa y tratando una porción innecesaria mediante una disolución acuosa alcalina o una disolución ácida mediante un procedimiento de exposición.

40 El electrodo 16b central y el electrodo 16a de superficie lateral se forman por recubrimiento con Au electrolítico. Los grosores del electrodo 16b central y el electrodo 16a de superficie lateral hechos de la película de recubrimiento de Au pueden ser mayores que 10 μm , que corresponde a un grosor del laminado de células de la célula solar que es aproximadamente 10 μm a aproximadamente 50 μm .

45 En un procedimiento de la FIG. 5C, se forma una película de Ti para la protección de la película de recubrimiento de Au. La película de Ti puede formarse mediante un procedimiento de pulverización metálica, y se forma sobre la superficie superior global del laminado obtenido en la FIG. 5B.

En un procedimiento de la FIG. 6A, la resistencia 18 se retira. La retirada de la resistencia 18 se realiza por un procedimiento en húmedo. Es posible retirar sólo la resistencia 18 por tratamiento usando una disolución acuosa alcalina o una disolución ácida.

50 En un procedimiento de la FIG. 6B, la película de Au/Ti sobre la capa 17 aislante y la película de Ti sobre el electrodo recubierto con Au se retiran. La retirada se realiza por un procedimiento de bordes en seco. De esta manera, la superficie más exterior del electrodo recubierto con Au se proporciona como una superficie limpia sin contaminación orgánica.

55 Como se muestra en la FIG. 6B, se obtiene una plataforma de una célula solar compuesta multiunión de una unión en una sola cara. Sin embargo, en la célula solar compuesta multiunión de la unión en una sola cara mostrada en la

FIG. 6B, la célula T superior está dispuesta sobre la cara del sustrato 1 de GaAs, y la célula B inferior está dispuesta sobre la cara del electrodo 16b central. Para obtener una batería solar usando esta estructura, debe permitirse que la luz solar se introduzca desde la célula T superior. Por consiguiente, el sustrato 1 de GaAs debe ser separado sin causar daño a la célula 10 solar.

- 5 Una característica de la invención es que el sustrato 1 de GaAs es separado para obtener una batería solar sin causar daño al laminado de células, a pesar de un grosor reducido (por ejemplo, 10 μm o menos) del laminado de células de la célula 10 solar.

Sustrato de interposición

- 10 La FIG. 7A muestra el sustrato 24 de interposición. El tamaño del sustrato 24 de interposición es 20 mm x 20 mm, o un diámetro de 10,16 centímetros (4 pulgadas) (el mismo que en el sustrato 1). Además, el grosor del sustrato 24 de interposición es 100 μm .

- 15 El sustrato 24 de interposición puede estar compuesto de silicio, cerámica, vidrio de epoxi, vidrio o similares, y se incluye a través del electrodo 27 pasando a través del interior del mismo. Además, el sustrato 24 de interposición incluye el electrodo 25 con elementos laterales sobre una superficie del mismo donde la célula 10 solar va a ser dispuesta, y un electrodo 26 de extracción externo sobre una superficie opuesta del mismo. Las superficies más exteriores del electrodo 25 con elementos laterales y el electrodo 26 de extracción externo están cubiertas por una película de Au. La película de Au se forma por recubrimiento con Au instantáneo o recubrimiento con Au electrolítico, y tiene un grosor máximo de 0,5 μm .

- 20 En un procedimiento de la FIG. 7B, el sustrato 24 de interposición (véase la FIG. 7A) y la célula 10 solar (véase la FIG. 6B) a la que el sustrato 1 de GaAs está adherido se unen uno al otro. Específicamente, electrodos 23 de protrusión del sustrato 24 de interposición están unidos al electrodo 16b central y el electrodo 16a de superficie lateral de la célula 10 solar, respectivamente. La tensión generada en esta unión no es para ser aplicada al laminado de células de la célula 10 solar, lo que es otra característica de la invención. Como ejemplos de un método para impedir que la tensión sea aplicada al laminado de células de la célula 10 solar, hay 1) un método para disponer una capa de absorción de la tensión sobre el electrodo 23 de protrusión (véanse las FIGS. 7A y 7B y las FIGS. 8A y 8B), 2) un método para formar un electrodo 23 de protrusión compuesto de pasta conductora o un material flexible, 3) un método para formar un electrodo 16b central y un electrodo 16a de superficie lateral compuesto de un material flexible (véanse las FIGS. 9A y 9B), y 4) un método para desplazar una sección de conexión de los electrodos 23 de protrusión con el electrodo 16b central y el electrodo 16a de superficie lateral de la célula 10 solar del laminado de células de la célula 10 solar (véanse las FIGS. 10A y 10B). En lo sucesivo, se describirán los métodos respectivos.

Capa de absorción de la tensión

- 35 Como se muestra en la FIG. 7A, está dispuesto un electrodo 23 de protrusión sobre un electrodo 25 con elementos laterales del sustrato 24 de interposición. Aquí, el electrodo 23 de protrusión incluye una capa 23a de absorción de la tensión y una porción 23b de columna. La capa 23a de absorción de la tensión se forma en una forma cónica, con lo que su superficie lateral tiene una estructura estrechada. La porción 23b de columna se forma en una forma cilíndrica. Específicamente, la superficie lateral de la capa 23a de absorción de la tensión está inclinada en 30° a 60° con respecto a una dirección vertical en la FIG. 7A. Además, el área de sección transversal de la porción 23b de columna (área de sección transversal de una superficie ortogonal a la dirección vertical en la FIG. 7A) es más pequeña que el área de sección transversal de la capa 23a de absorción de la tensión.

- 40 El material del electrodo 23 de protrusión es generalmente Au, pero puede ser un solo metal tal como Ti, Cu, Al, Sn, Ag, Pd, Bi, Pb, Ni o Cr, o puede ser un metal compuesto de los mismos. El electrodo 23 de protrusión hecho de un material metálico puede formarse por una técnica tal como un método de broche abultado usando un procedimiento de unión por alambre. Por ejemplo, el diámetro de la porción 23b de columna se ajusta a 20 μm a 50 μm , y el grosor de la porción 23b de columna (longitud en una dirección conductora) se ajusta a 6 μm a 10 μm , y el grosor de la capa de absorción de la tensión se ajusta a 20 μm o más.

- 45 De esta manera, el electrodo 23 de protrusión está compuesto por dos miembros conductores (porción 23b de columna y capa 23a de absorción de la tensión) que tienen formas diferentes. Además, la sección transversal de la capa 23a de absorción de la tensión conectada a la célula 10 solar se ajusta para que sea más pequeña que la sección transversal de la porción 23b de columna. La capa 23a de absorción de la tensión se deforma debido a la tensión aplicada cuando la célula 10 solar y el sustrato 24 de interposición se unen el uno al otro para aliviar la tensión (véase la FIG. 8B). Un extremo en punta cónica de la capa 23a de absorción de la tensión después de la deformación está en el estado de ser aplastado hasta quedar plano (véase la FIG. 8B).

- 50 En un procedimiento de la FIG. 8A, los electrodos 23 de protrusión del sustrato 24 de interposición están alineados en posición con el electrodo 16b central y el electrodo 16a de superficie lateral de la célula 10 solar. El grosor del laminado de células de la célula 10 solar es fino (por ejemplo, 10 μm o menos) y débil, y por tanto se daña fácilmente. Por tanto, es preferible que el grosor del electrodo 16b central formado en la célula 10 solar sea ajustado para que sea más grande que el grosor del laminado de células de la célula 10 solar (por ejemplo, ajustado a 10 μm o más). Además, es preferible que el grosor de la capa 23a de absorción de la tensión del electrodo 23 de protrusión

sea ajustado para que sea 20 μm o más.

5 En un procedimiento de la FIG. 8B, el electrodo 16b central y el electrodo 16a de superficie lateral de la célula 10 solar están unidos por metal a las capas 23a de absorción de la tensión de los electrodos 23 de protrusión por medio de una unión Au/Au. La unión por metal puede realizarse mientras se aplica energía ultrasónica bajo la condición de temperatura de 150°C a 250°C. En la unión metálica Au/Au, la capa 23a de absorción de la tensión estrechada se deforma y aplasta. La capa 23a de absorción de la tensión puede ser deformada y aplastada en 10 μm o más, que es un grosor del elemento 10 de batería solar. El grosor de la capa de absorción de la tensión después de la deformación se ajusta a 10 μm o menos. Si la cantidad deformable de la capa de absorción de la tensión es más grande que el grosor del elemento 10 de batería solar, la tensión excesiva aplicada a la célula 10 solar se reduce.

10 Además, la porción 23b de columna y la capa 23a de absorción de la tensión del electrodo 23 de protrusión pueden estar compuestas de metales que tienen diferente módulo de Young. Específicamente, la porción 23b de columna está compuesta de un metal que tiene un módulo de Young alto, y la capa 23a de absorción de la tensión está compuesta de un metal que tiene un módulo de Young bajo. Se seleccionan dos materiales metálicos de Au, Al, Cu, Ag, Sn, Bi o similares, respectivamente.

15 Las uniones del electrodo 16b central y el electrodo 16a de superficie lateral de la célula 10 solar con electrodos 23 de protrusión se realizan por unión metálica ultrasónica usando un cabezal ultrasónico de calentamiento, por ejemplo. En un caso donde se realiza la unión metálica ultrasónica, las superficies del electrodo 16a de superficie lateral y el electrodo 16b central están formadas por Au, Al, Cu, Ag, Sn o similares. La unión metálica ultrasónica es un método de unión para romper películas de óxido de las superficies metálicas con calentamiento y energía
20 ultrasónica para formar una capa de aleación entre metales.

De esta manera, disponiendo la capa 23a de absorción de la tensión que está en contacto con la célula 10 solar compuesta de un metal que tiene un módulo de Young bajo, tras realizar la unión, la capa de absorción de la tensión se deforma fácilmente, y por tanto, la tensión se alivia más fácilmente.

Electrodo de protrusión formado por pasta conductora o similar

25 El electrodo 23 de protrusión que está dispuesto sobre el sustrato 24 de interposición puede estar formado por pasta conductora. La pasta conductora incluye un componente de resina tal como resina epoxi o resina de silicona, y un metal conductor tal como Ag, Pd, Au, Cu, Al, Ni, Cr o Ti. El electrodo 23 de protrusión que está compuesto por la pasta conductora puede estar formado por un método de revestimiento o un método de impresión. El electrodo 23 de protrusión que está compuesto por la pasta conductor puede no incluir la capa 23a de absorción de la tensión, esto es, no tener necesariamente una forma estrechada. La célula 10 solar está en contacto con la pasta conductora que constituye el electrodo 23 de protrusión, y después cura la pasta conductora. Por tanto, no se aplica tensión
30 excesiva a la célula 10 solar.

35 Para unir el electrodo 16b central y el electrodo 16a de superficie lateral de la célula 10 solar con el electrodo de protrusión formado por la pasta conductora, el electrodo 16b central y el electrodo 16a de superficie lateral de la célula 10 solar pueden estar en contacto con el electrodo 23 de protrusión para curar la pasta conductora contenida en el electrodo 23 de protrusión.

40 El electrodo 23 de protrusión puede estar formado por un material flexible (resina conductora o similar). El electrodo 23 de protrusión compuesto por la resina conductora puede formarse por revestimiento por dispensador o impresión por máscara. Es preferible que la viscosidad de la resina conductora sea 2.000 cps a 500.000 cps. La resina conductora es una resina líquida que incluye cargas metálicas hechas de Ag, Pd, Au, Cu o similares.

Si el electrodo 16b central y el electrodo 16a de superficie lateral de la célula 10 solar están unidos al electrodo 23 de protrusión compuesto por el material flexible, la tensión aplicada a la célula 10 solar puede ser absorbida por el 23 de protrusión.

Electrodo central y electrodo de superficie lateral formado por material flexible

45 Las FIGS. 9A y 9B muestran un ejemplo en el que el electrodo 16b central y el electrodo 16a de superficie lateral de la célula 10 solar están formados por un material flexible. Como se muestra en la FIG. 9A, el electrodo 16a de superficie lateral y el electrodo 16b central están dispuestos para ser eléctricamente independientes uno del otro. En este caso, la capa 23a de absorción de la tensión no es necesaria, y el electrodo 23 de protrusión puede estar formado por un material duro. En este caso, los electrodos 23 de protrusión no se deforman y se insertan en el
50 electrodo 16b central y el electrodo 16a de superficie lateral. Por tanto, es preferible aumentar los grosores del electrodo 16b central y el electrodo 16a de superficie lateral de la célula 10 solar para impedir que la célula 10 solar sea dañada. Por ejemplo, en un caso donde el grosor del laminado de células de la célula 10 solar es 10 μm , los grosores del electrodo 16b central y el electrodo 16a de superficie lateral se ajustan a 10 μm o más, y la cantidad de inserción del electrodo de protrusión se ajusta a 10 μm o menos.

55 El electrodo 16b central y el electrodo 16a de superficie lateral mostrados en las FIGS. 8A y 8B y las FIGS. 9A y 9B, y el electrodo 16b central y el electrodo 16a de superficie lateral mostrados en la FIG. 1 o similar tienen diferentes

relaciones o proporciones de dimensión. Como se describió anteriormente, esto muestra que los grosores del electrodo 16b central y el electrodo 16a de superficie lateral se ajustan para que sean gruesos con vista a la prevención del daño a la célula 10 solar. Por consiguiente, los miembros que tienen los mismos números de referencia tienen las mismas funciones básicas.

5 Sección de conexión de los electrodos centrales con el electrodo de superficie lateral y el electrodo de protrusión

Las FIGS. 10A y 10B muestran un ejemplo en el que las posiciones de conexión del electrodo 16b central y el electrodo 16a de superficie lateral de la célula 10 solar con los electrodos 23 de protrusión se desplazan del laminado de células de la célula 10 solar. Esto es, las posiciones de conexión del electrodo 16b central y el electrodo 16a con el electrodo 23 de protrusión no están superpuestas con el laminado de células en una dirección donde se aplica una fuerza para unir la célula 10 solar y el sustrato 24 de interposición.

La célula solar mostrada en la FIG. 10B es diferente de la célula solar mostrada en la FIG. 6B en la estructura del electrodo 16b central. El electrodo 16b central que está conectado a la célula B inferior de la célula solar mostrada en la FIG. 10B se extiende hacia una porción periférica desde la porción central de la célula 10 solar. La porción periférica de la célula solar no está superpuesta con el laminado de células. El electrodo 16b central que se extiende hacia la porción periférica está unido al electrodo 23 de protrusión. Por tanto, tras la unión de la célula 10 solar con el sustrato 24 de interposición, se impide que sea aplicada una tensión al laminado de células de la célula 10 solar.

Refuerzo debido a la resina sellante

Como se describió anteriormente, después de que el sustrato 24 de interposición (véase la FIG. 7A) y la célula 10 solar (véase la FIG. 6B) a la que el sustrato 1 de GaAs está unido se unen el uno al otro, en un procedimiento de la FIG. 11A, un espacio entre el sustrato 24 de interposición y la célula 10 solar se llena con resina. Llenando el espacio mencionado anteriormente con la resina 22 sellante, la resistencia del paquete es conservada, y la resistencia química es mejorada. Normalmente, la resina 22 sellante es una resina epoxi o una resina de silicona.

Como se describió anteriormente, el tamaño del sustrato 1 de GaAs es un diámetro de 10,16 centímetros (4 pulgadas), y el tamaño del sustrato 24 de interposición es 20 mm x 20 mm o un diámetro de 10,16 centímetros (4 pulgadas). En un caso donde el tamaño del sustrato 24 de interposición es un cuadrado de 20 mm x 20 mm, está montada una pluralidad de sustratos de interposición sobre el sustrato 1 de GaAs que es una oblea de 10,16 centímetros (4 pulgadas). La resina 22 sellante fluye desde un espacio entre la pluralidad de sustratos de interposición hasta un espacio entre el sustrato 1 de GaAs y el sustrato 24 de interposición usando el fenómeno de capilaridad. Como resultado los espacios se llenan con la resina 22 sellante.

Por otra parte, en un caso donde el sustrato 24 de interposición es de 10,16 centímetros (4 pulgadas) de diámetro, de manera similar, los espacios se llenan con la resina 22 sellante usando el fenómeno de capilaridad. En este caso, es preferible emplear una resina 22 sellante con una viscosidad baja.

Después de que el espacio entre el sustrato 1 de GaAs y el sustrato 24 de interposición se ha llenado con la resina 22 sellante, la resina 22 sellante se calienta a aproximadamente 150°C a 200°C durante aproximadamente 15 minutos a aproximadamente 1 hora para ser curada.

Formación de la porción cóncava de la capa de sacrificio

En un procedimiento de la FIG. 11B, a fin de separar el sustrato 1 de GaAs, se forma una porción 4a cóncava de la capa de sacrificio sobre una superficie lateral de la capa 4 de sacrificio. Dado que la célula 10 solar es muy débil, la célula 10 solar puede ser dañada por la tensión al separar el sustrato 1 de GaAs. Por tanto, se forma una porción 4a cóncava de la capa de sacrificio como punto de partida para romper internamente de manera fiable la capa 4 de sacrificio. La porción 4a cóncava de la capa de sacrificio puede formarse proporcionando mecánicamente una porción cóncava "de marcado", moliendo mediante una cuchilla o moliendo mediante un chorro de agua, por ejemplo, para proporcionar el punto de partida de rotura a la capa 4 de sacrificio. Llenando el espacio entre la célula 10 solar y el sustrato 24 de interposición con la resina 22 sellante, la célula 10 solar es reforzada mecánicamente, y por tanto, la célula 10 solar no se daña cuando se forma la porción 4a cóncava de la capa de sacrificio.

Separación del sustrato de GaAs

En un procedimiento de la FIG. 12A, la capa 4 de sacrificio se rompe internamente para separar el sustrato 1 de GaAs. Como ejemplo de un método para romper internamente la capa 4 de sacrificio, pueden usarse diversas técnicas relacionadas con SOI (silicio sobre aislante) tales como corte en dados, separación por rodillo, rotura por chorro de agua o por ondas ultrasónicas. De esta manera, el sustrato 1 de GaAs es separado fácilmente.

Además, dado que la constante de rejilla del GaAs que constituye el sustrato 1 es 5.653 ángstroms, y la constante de rejilla del AlAs que constituye la capa 4 de sacrificio es 5.661 ángstroms, ambas concuerdan aproximadamente una con otra. Por tanto, la capa 4 de sacrificio forma una película estable, y puede ser rota internamente de manera estable.

Tratamiento con ácido de la capa de sacrificio

5 En un procedimiento de la FIG. 12B, la capa 4 de sacrificio que permanece en la célula 10 solar se retira por tratamiento ácido en húmedo. El tratamiento ácido en húmedo de la capa 4 de sacrificio puede realizarse llevando la capa 4 de sacrificio al contacto con un ácido fluorhídrico durante dos a tres minutos para ser fundida y retirada. Dado que la célula 10 solar está protegida por la resina 22 sellante, es posible impedir que la célula 10 solar sea dañada por el ácido fluorhídrico.

Formación del electrodo transparente

10 En un procedimiento de la FIG. 13A, se forma un electrodo 12 transparente. El electrodo 12 transparente constituye una superficie incidente de la luz solar. El electrodo 12 transparente puede ser una capa de ZnO, una capa de ITO o similar, y puede formarse mediante un procedimiento de pulverización. El electrodo 12 transparente está dispuesto sobre la superficie superior global de la célula 10 solar, y conecta eléctricamente la capa 2a de contacto superior y el electrodo 9b de contacto inferior. Añadiendo Al o Ga a la capa de ZnO en 0,1% en masa o más, es posible mejorar la conductividad.

15 La célula 10 solar obtenida de esta manera no tiene un electrodo que bloquea la luz solar, sobre la superficie de incidencia de la luz solar. Por consiguiente, la cantidad de luz solar que es incidente sobre la célula 10 solar es aumentada, y la eficacia de generación de energía de la célula 10 solar es mejorada.

Individualización

20 En un procedimiento de la FIG. 13B, se individualiza una batería solar. Se dispone una pluralidad de baterías solares sobre el sustrato 24 de interposición. Primero, el sustrato 24 de interposición sobre el que se dispone la pluralidad se une a la lámina 29 electrónica. A continuación, usando un aparato de corte en dados que incluye la cuchilla 28 cortadora en dados, las baterías solares con el sustrato 24 de interposición son individualizadas. En la presente realización, la batería solar es individualizada al tamaño de 500 µm x 500 µm.

25 En un procedimiento de la FIG. 14A, la batería solar individualizada se separa de la lámina 29 electrónica. Primero, se irradia luz 30 UV sobre la lámina 29 electrónica para disminuir la adherencia de un material adhesivo que está presente sobre la superficie de la lámina 29 electrónica. Cuando la adherencia del material adhesivo se reduce, la batería solar individualizada es extraída de la lámina 29 electrónica por el cabezal 31 de recogida del aparato de unión a presión, y después es transferida a una posición predeterminada.

Dimensión de la batería solar

30 La FIG. 14B es un diagrama que ilustra una dimensión específica de una batería solar compuesta multiunión individualizada. Dado que el laminado de células de la célula 10 solar es muy fino (10 µm o menos), el laminado de células es débil. Por esta razón, es necesario asegurar la resistencia mecánica aumentando el grosor del sustrato 24 de interposición en un cierto grado, y llenando el espacio con la resina 22 sellante. Por tanto, el grosor del sustrato 24 de interposición se ajusta a 100 µm. Como resultado, el grosor total de la batería solar llega a ser 130 µm.

35 El tamaño de apariencia de la batería solar es 500 µm x 500 µm, y el tamaño de apariencia del laminado de células de la célula 10 solar es 470 µm x 470 µm. Además, la longitud de extensión del electrodo 16a de superficie lateral es 1 µm. Esto es, el área ocupada de la célula 10 solar (el tamaño de apariencia del laminado de células de la célula 10 solar con respecto al tamaño de apariencia de la batería solar) es 88%.

Dado que no está provisto un electrodo distinto al electrodo 12 transparente sobre una superficie receptora de luz de la célula 10 solar, es posible usar la luz solar global que es irradiada.

40 En la batería solar mostrada en la FIG. 14B, el tamaño de apariencia del laminado de células de la célula 10 solar se ajusta a 470 µm x 470 µm, pero puede ser aumentado hasta 500 µm x 485 µm. Esto es, en un caso donde el electrodo 16a de superficie lateral está dispuesto sólo en una superficie lateral entre cuatro superficies laterales del laminado de células, es posible aumentar el tamaño de apariencia del laminado de células hasta 500 µm x 485 µm. Aquí, el área ocupada de la batería 10 solar es 97%.

45 La presente solicitud reivindica la prioridad en base a la solicitud de patente japonesa N° 2011-113643, presentada el 20 de mayo de 2011, el contenido de la cual se incorpora en la presente memoria por referencia.

Aplicabilidad industrial

50 La batería solar compuesta multiunión de la invención puede ser aplicada a una batería solar concentradora usada en la Tierra además de la utilización existente en el espacio. Además, es posible potenciar notablemente la eficacia de conversión de la luz solar en comparación con una célula solar de silicio en la técnica relacionada. Por tanto, la batería solar compuesta multiunión de la invención es particularmente adecuada para un sistema de generación de energía a gran escala en un área con una gran cantidad de horas de luz.

Lista de signos de referencia

- 1 Sustrato de GaAs
- 2 Capa de contacto
 - 2a Capa de contacto superior
 - 2b Capa de contacto inferior
- 5 4 Capa de sacrificio
 - 4a Porción cóncava de la capa de sacrificio
- 5 Capa de AlGaAs
- 6 Capa de GaAs
- 7 Capa de InGaAs
- 10 8 Capa de GaAs
 - 9 Electrodo de superficie trasera
 - 9a Electrodo inferior
 - 9b Electrodo superior
 - 10 Célula solar
- 15 12 Electrodo de transporte
 - 15 Electrodo de superficie
 - 16a Electrodo de superficie lateral
 - 16b Electrodo central
 - 17 Capa aislante
- 20 17a Ventana de la capa aislante
- 18 Resistencia
- 19 Capa túnel
- 20 Capa rejilla
- 21 Capa amortiguadora
- 25 22 Resina sellante
 - 23 Electrodo de protrusión
 - 23a Capa de absorción de la tensión
 - 23b Porción de columna
 - 24 Sustrato de interposición
- 30 25 Electrodo con elementos laterales
- 26 Electrodo de extracción externo
- 27 Electrodo atravesado
- 28 Cuchilla de corte en dados
- 29 Lámina electrónica
- 35 30 Luz de irradiación UV
- 31 Cabezal de recogida
- T Célula superior

- M Célula central
- B Célula inferior
- C Cuerpo principal de la célula
- T1 Capa de GaAs
- 5 T2 Capa de AlInP
- T3 capa de InGaP
- T4 Capa de InGaP
- T5 Capa de AlInP
- M1 Capa de AlInP
- 10 M2 Capa de GaAs
- M3 Capa de GaAs
- M4 Capa de InGaP
- B6 Capa de InP
- B7 Capa de InGaAs
- 15 B8 Capa de InGaAs
- B9 Capa de InP
- B10 Capa de GaAs

REIVINDICACIONES

1. Una célula (10) solar compuesta multiunión, que comprende:
un laminado de células multiunión que incluye una célula (T) superior y una célula (B) inferior;
5 un electrodo (12) transparente que está dispuesto sobre una superficie incidente a la luz de la célula (T) superior para cubrir la superficie incidente de luz de la célula superior; y
un electrodo (9a) inferior que tiene un potencial eléctrico de la célula (B) inferior,
en donde
un electrodo (16a) de superficie lateral que está dispuesto sobre una superficie lateral del laminado de células con una capa (17) aislante interpuesta entre los mismos, estando el electrodo de superficie lateral conducido al electrodo
10 (12) transparente,
en donde el electrodo (16a) de superficie lateral está conectado a un electrodo (9b) superior, en donde el electrodo (12) transparente constituye una superficie incidente de la luz solar y conecta eléctricamente una capa (2a) de contacto superior y el electrodo (9b) superior, en donde el electrodo (16a) de superficie lateral se extiende al electrodo (9a) inferior, en donde el electrodo (12) transparente está provisto sobre una superficie superior de la capa (2a) de contacto superior del laminado de células, caracterizada por que el electrodo (12) superior incluye una película de recubrimiento de Au.
15
2. La célula (10) solar compuesta multiunión según una cualquiera de la reivindicación 1, en donde:
un electrodo no transparente distinto al electrodo (12) transparente no está dispuesto sobre la superficie incidente a la luz de la célula superior.
20
3. La célula solar compuesta multiunión según la reivindicación 1 o 2, en donde:
el grosor del laminado de células es 10 μm o menos.
4. La célula solar compuesta multiunión según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en donde:
la capa aislante (17) es una capa de nitruro de silicio, y el electrodo (16a) de superficie lateral está hecho de un material conductor metálico.
25
5. Una batería solar compuesta multiunión que comprende:
la célula solar compuesta multiunión según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4; y
un miembro (24) externo que está conectado a cada uno del electrodo (9a) inferior y el electrodo (16a) de superficie lateral,
en donde miembros conductores que conectan respectivamente el electrodo (9a) inferior y el electrodo (16a) de superficie lateral con el miembro (24) externo incluyen una capa de absorción de la tensión.
30
6. La batería solar compuesta multiunión según la reivindicación 5, en donde:
la capa de absorción de la tensión está hecha de un material metálico.
7. La batería solar compuesta multiunión según la reivindicación 5 o 6, en donde:
la capa de absorción de la tensión está formada por pasta conductora que incluye un componente de resina y un metal conductor.
35
8. Una batería solar compuesta multiunión, que comprende:
la célula solar compuesta multiunión según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4; y
un miembro (24) externo que está conectado a cada uno del electrodo (9a) inferior y el electrodo (16a) de superficie lateral,
40 en donde las secciones de conexión que conectan respectivamente el electrodo (9a) inferior y el electrodo (16a) de superficie lateral con el miembro (24) externo no están superpuestas con el laminado de células en una dirección presionante para la conexión de la célula solar compuesta multiunión con el miembro externo.
9. La batería solar compuesta multiunión según la reivindicación 5 o 8, en donde:
el grosor del laminado de células es más pequeño que el grosor del electrodo (9a) inferior.

10. La batería solar compuesta multiunión según la reivindicación 9, en donde:

el grosor del laminado de células es 10 μm o menos, y el grosor del electrodo (9a) inferior es 10 μm o más.

11. Un método para fabricar la batería solar compuesta multiunión según la reivindicación 5, que comprende:

5 presionar y unir el electrodo inferior y el electrodo de superficie lateral de la célula solar compuesta multiunión, al miembro externo con un miembro conductor interpuesto entre los mismos,

en donde la forma de una superficie lateral del miembro conductor es una forma estrechada, y la forma estrechada es aplastada y deformada por la unión.

12. El método según la reivindicación 11, en donde:

10 la forma de la superficie lateral del miembro conductor es una forma estrechada que está inclinada en 30° a 60° con respecto a una dirección de presión para unir la célula solar compuesta multiunión y el miembro externo.

13. El método según la reivindicación 11 o 12, en donde:

el grosor del laminado de células es 10 μm o menos, y

el grosor del miembro conductor es 20 μm o más, y el grosor de la capa de absorción de la tensión después de la unión es 10 μm o menos.

15 14. El método según una cualquiera de las reivindicaciones 11 a 13, en donde:

el miembro conductor está formado en el miembro externo.

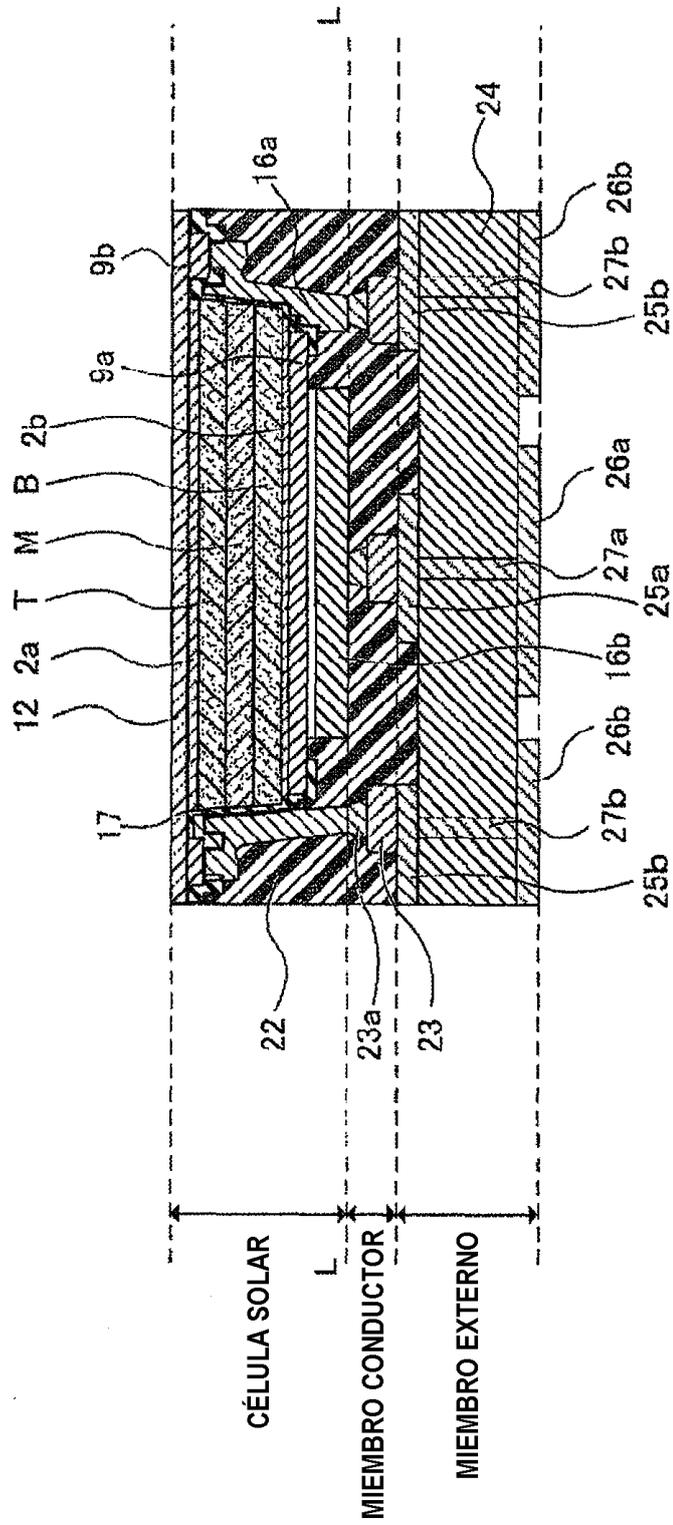


FIG. 1

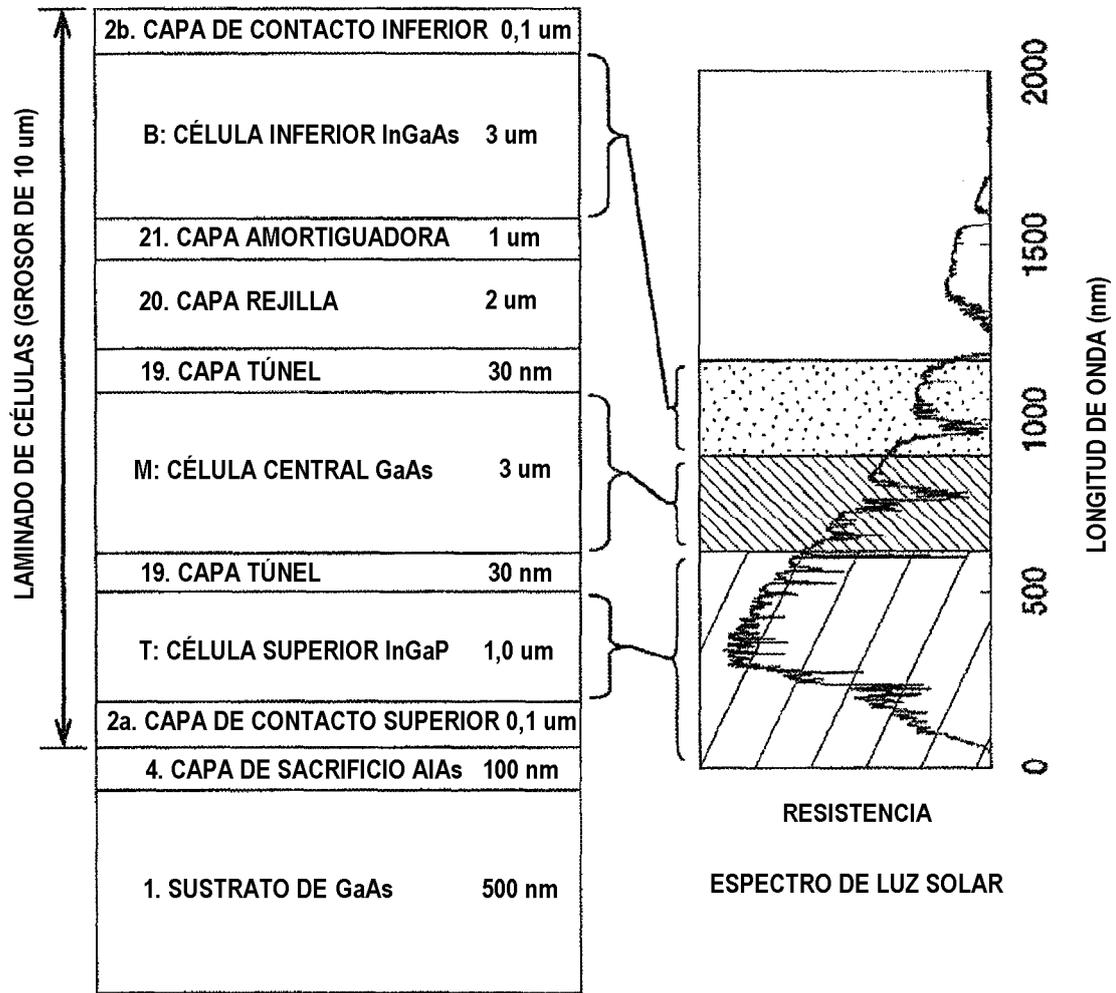


FIG. 2

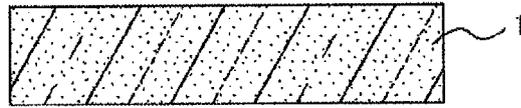


FIG. 3A

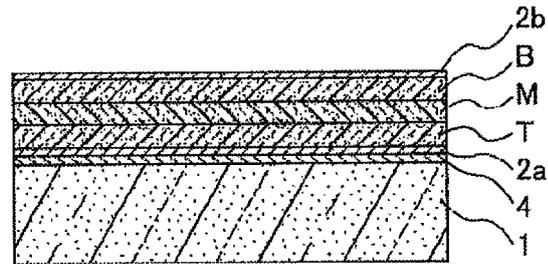


FIG. 3B

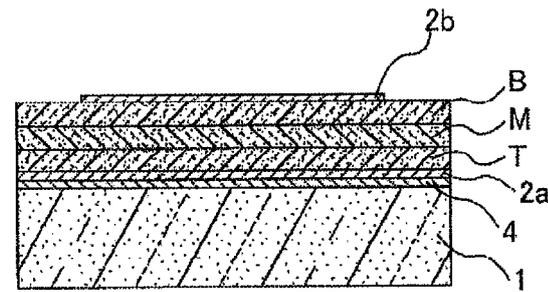


FIG. 3C

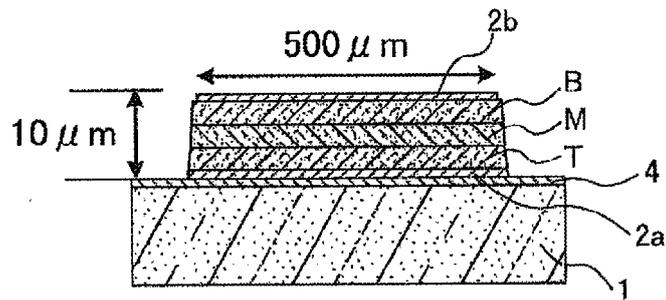


FIG. 3D

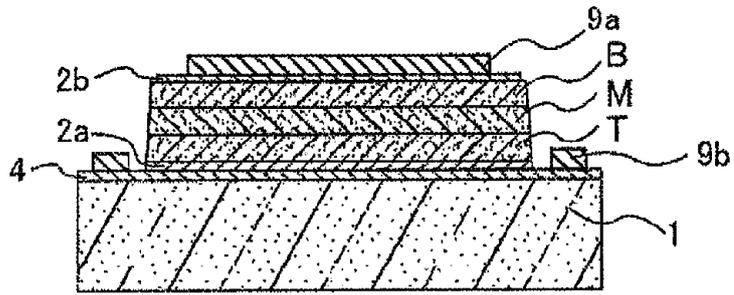


FIG. 4A

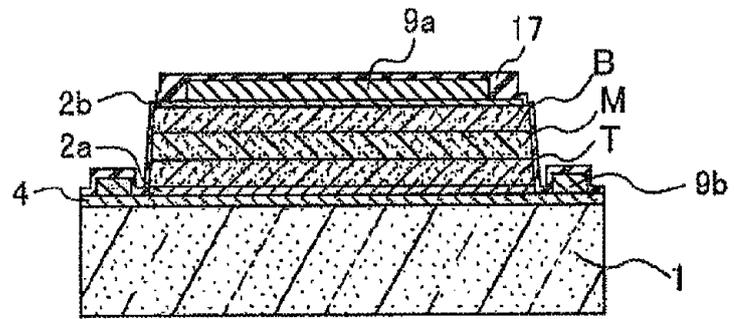


FIG. 4B

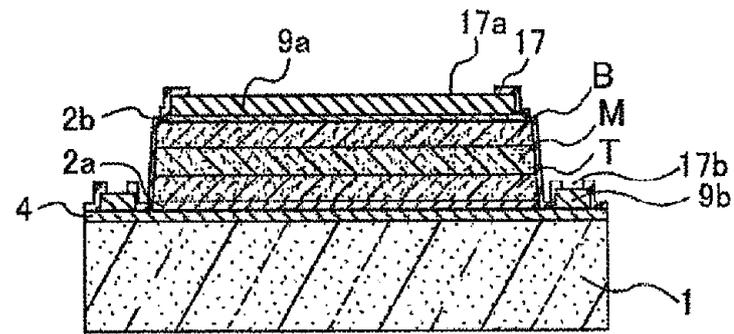


FIG. 4C

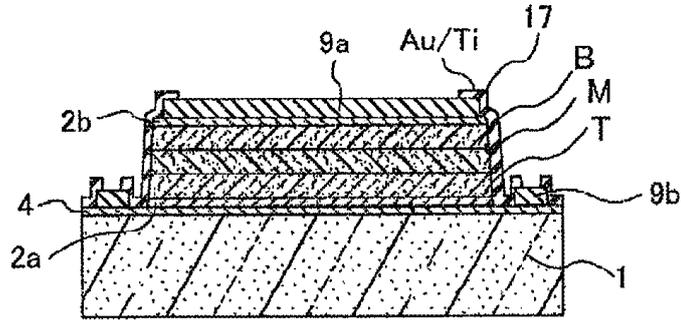


FIG. 5A

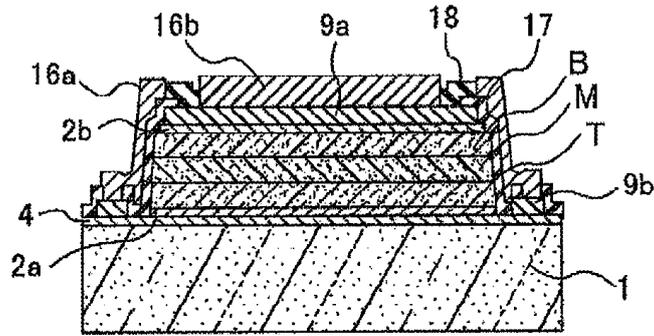


FIG. 5B

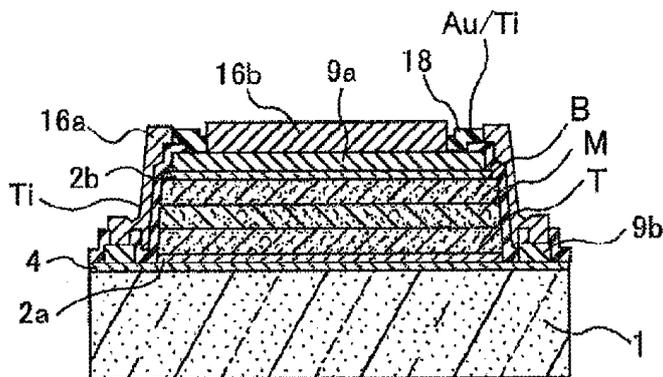


FIG. 5C

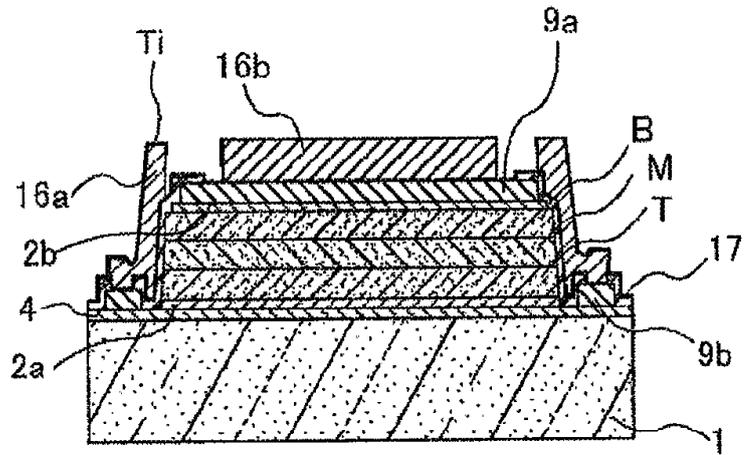


FIG. 6A

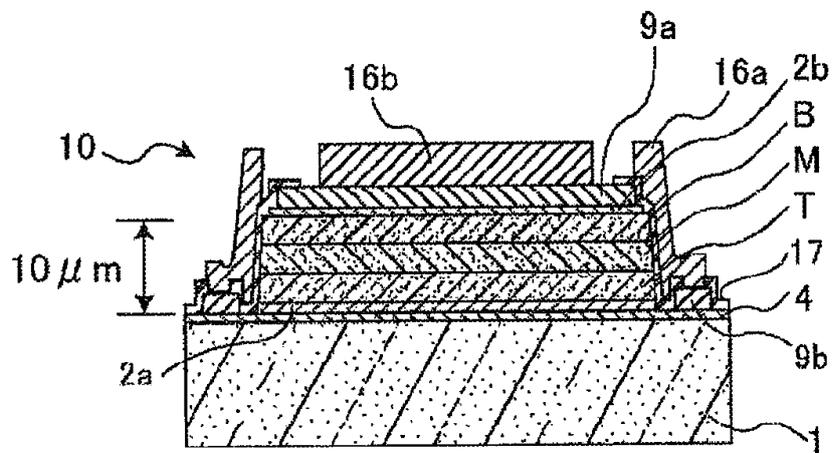


FIG. 6B

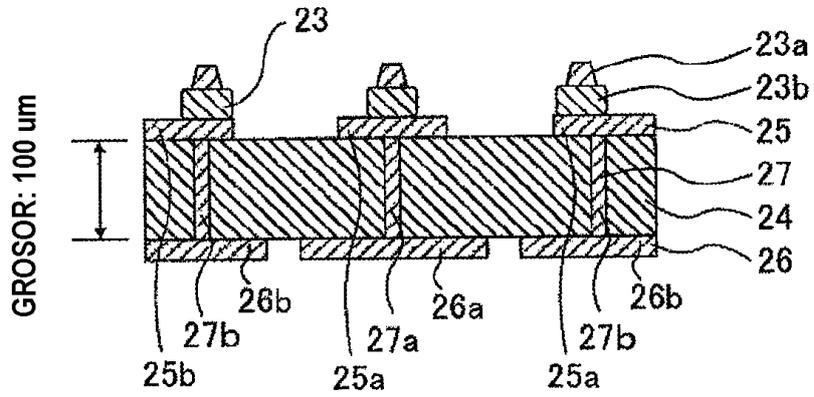


FIG. 7A

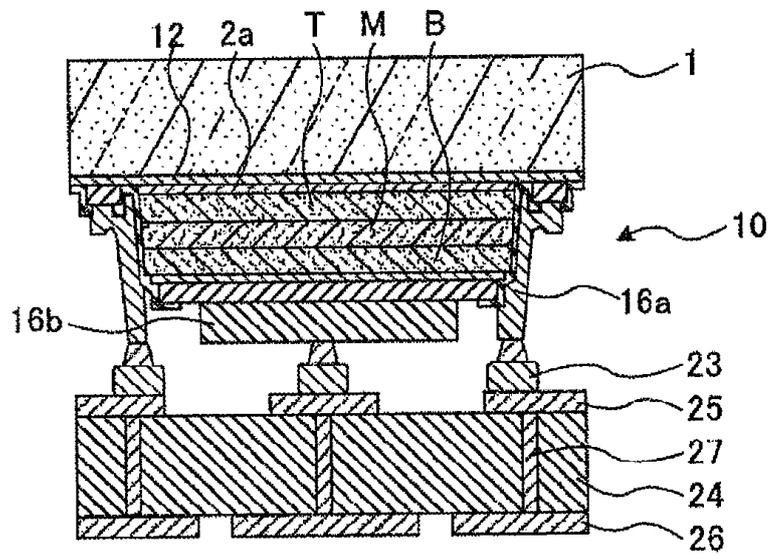


FIG. 7B

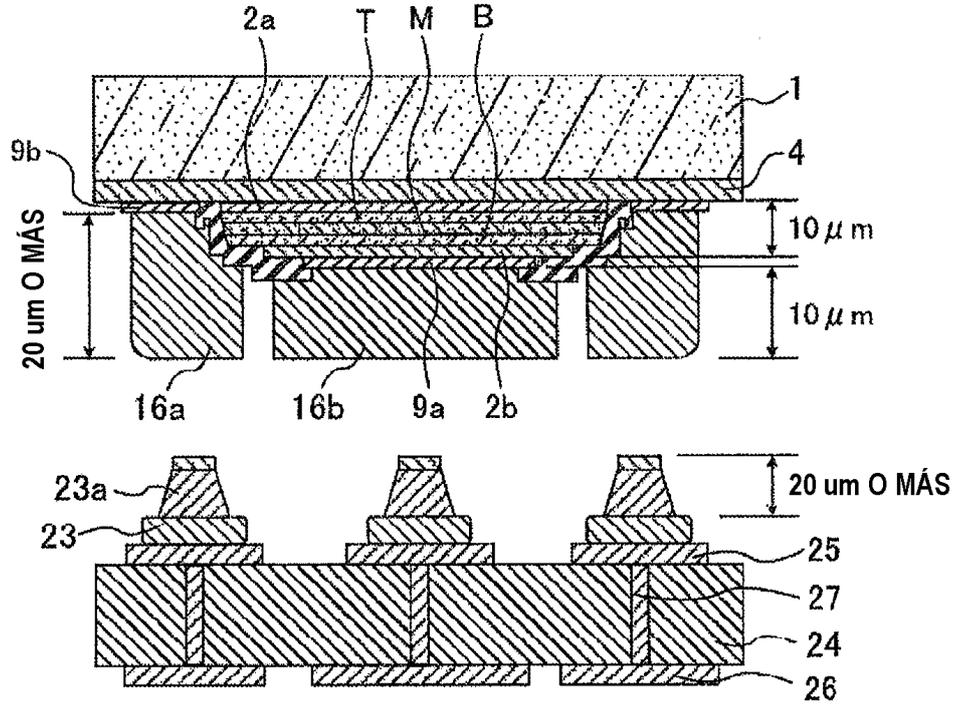


FIG. 8A

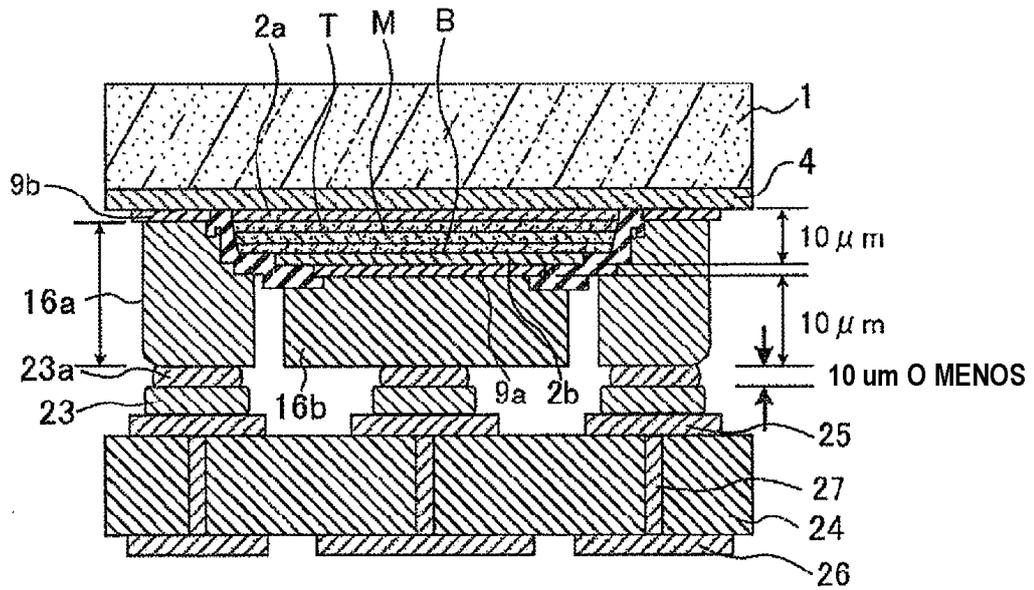


FIG. 8B

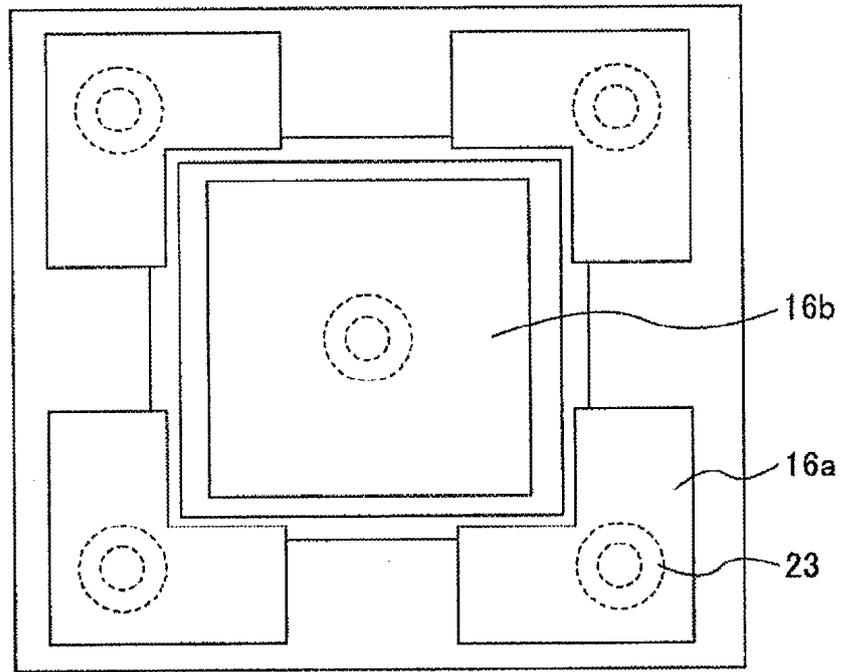


FIG. 9A

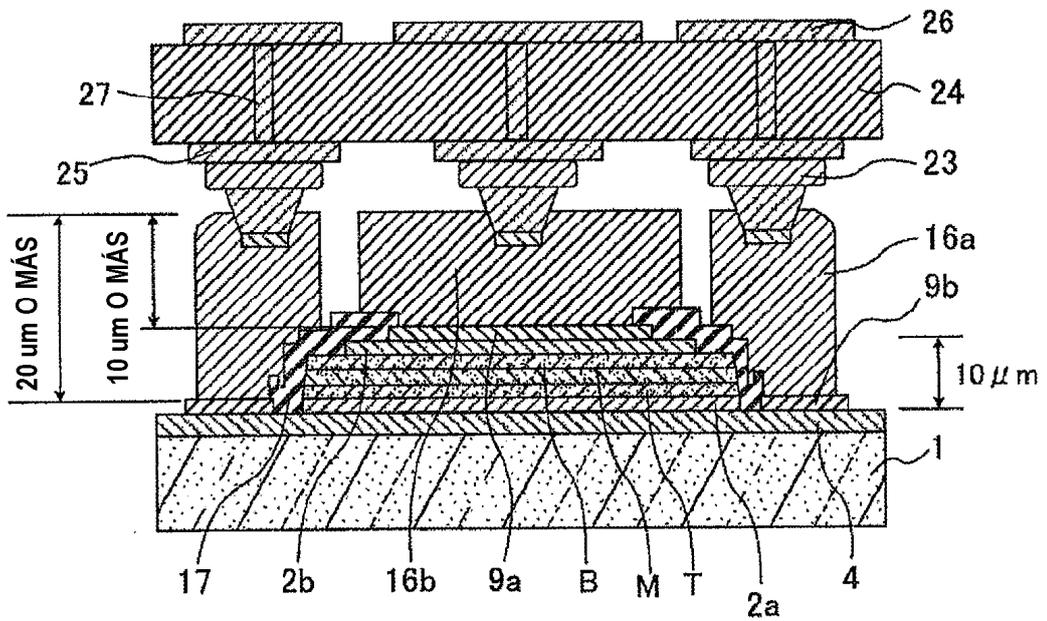


FIG. 9B

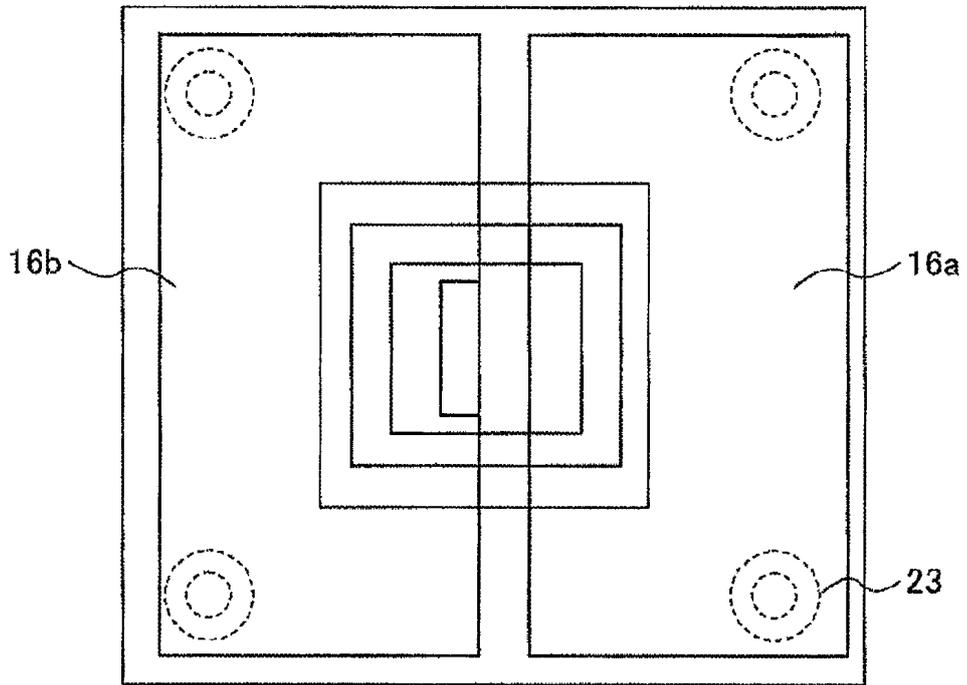


FIG. 10A

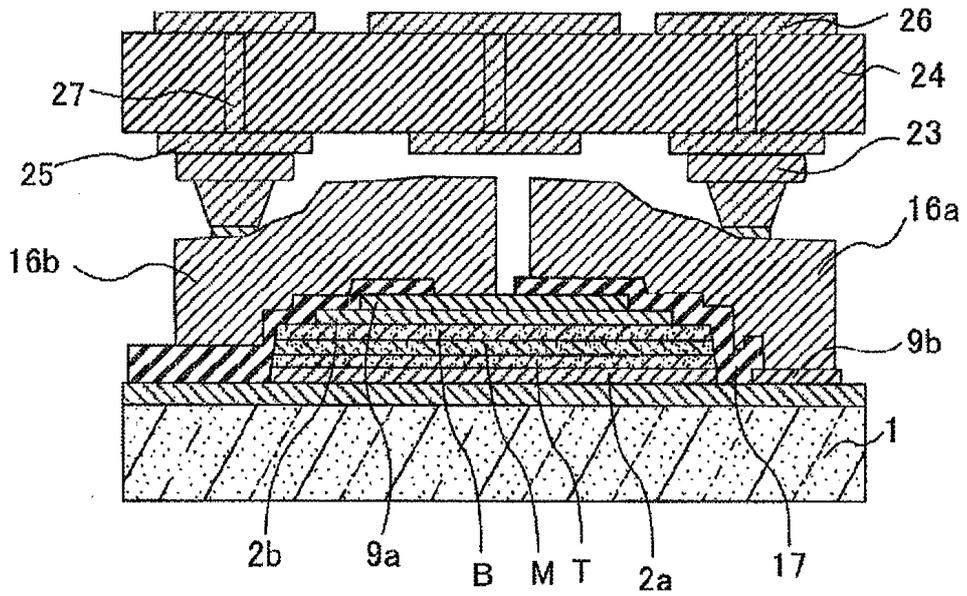


FIG. 10B

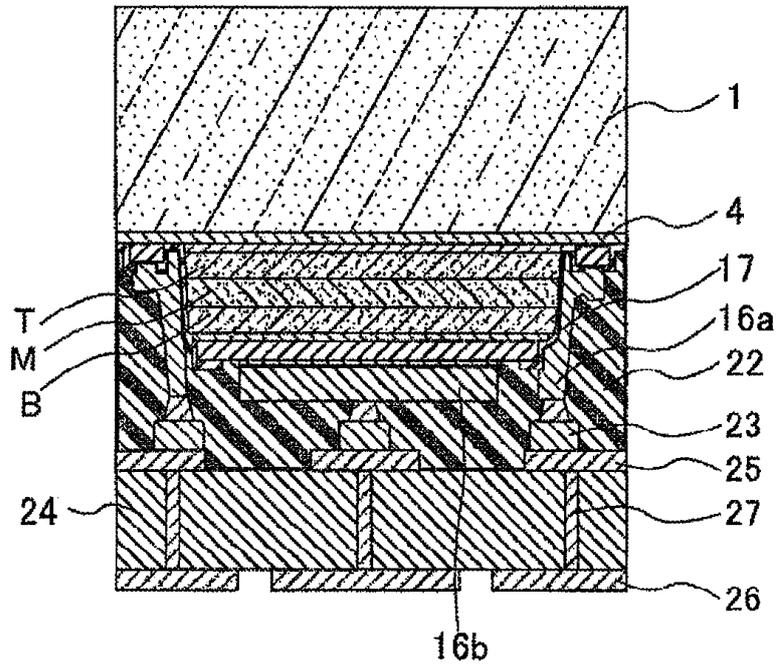


FIG. 11A

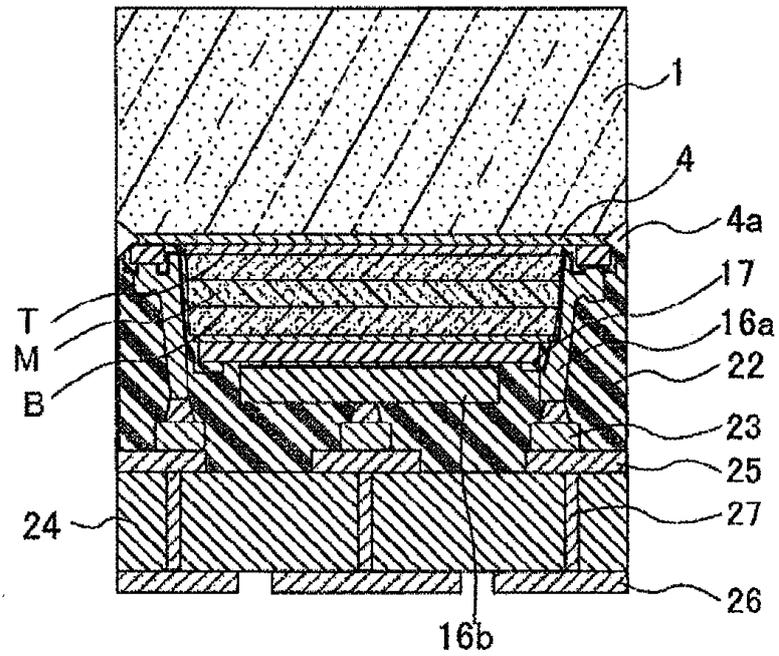


FIG. 11B

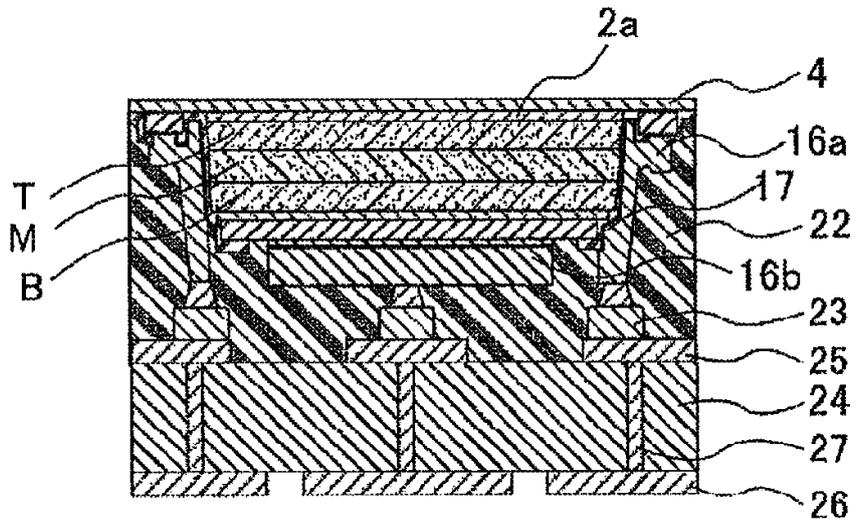


FIG. 12A

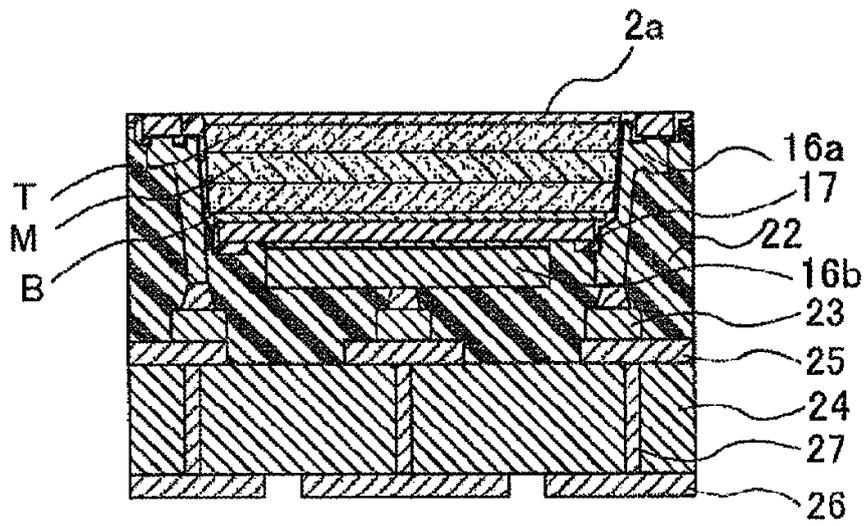


FIG. 12B

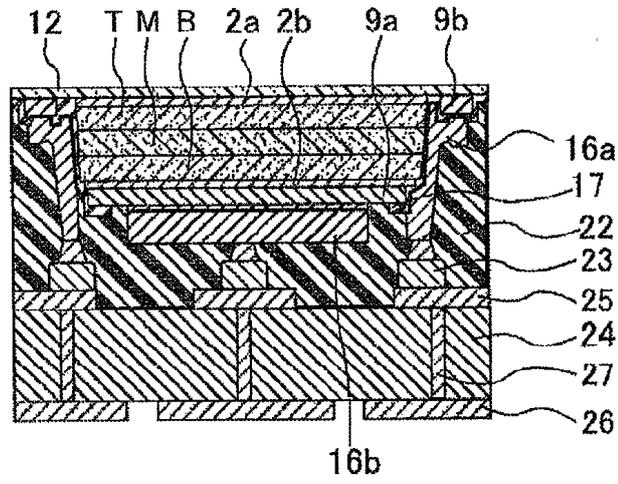


FIG. 13A

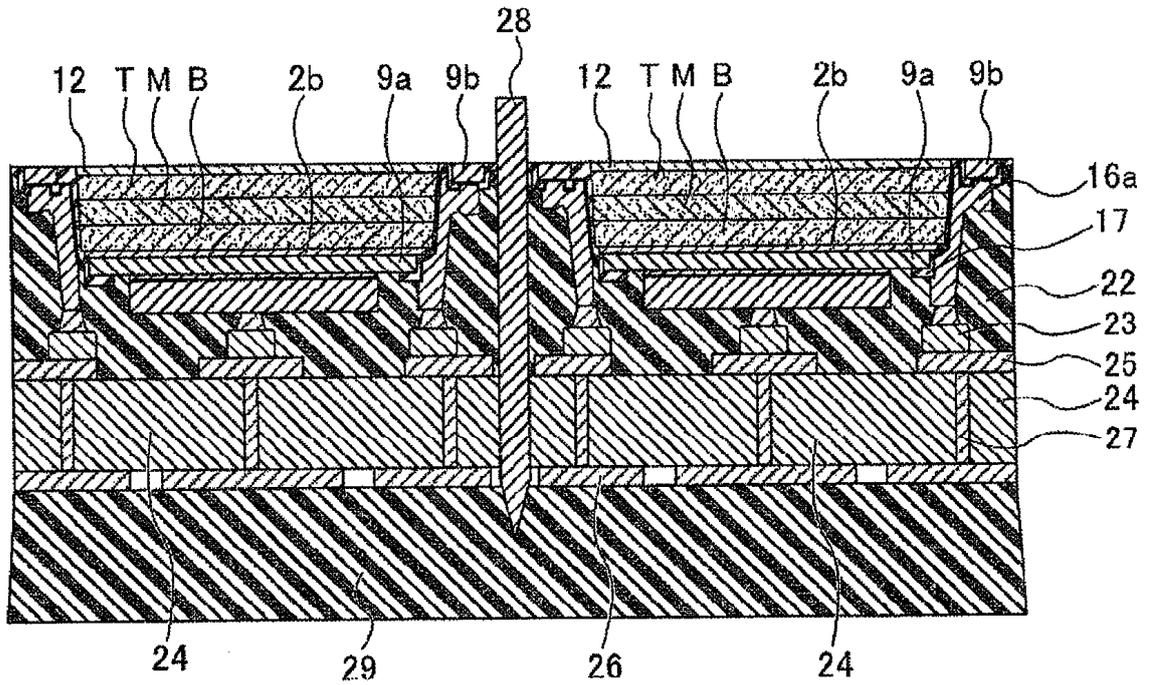


FIG. 13B

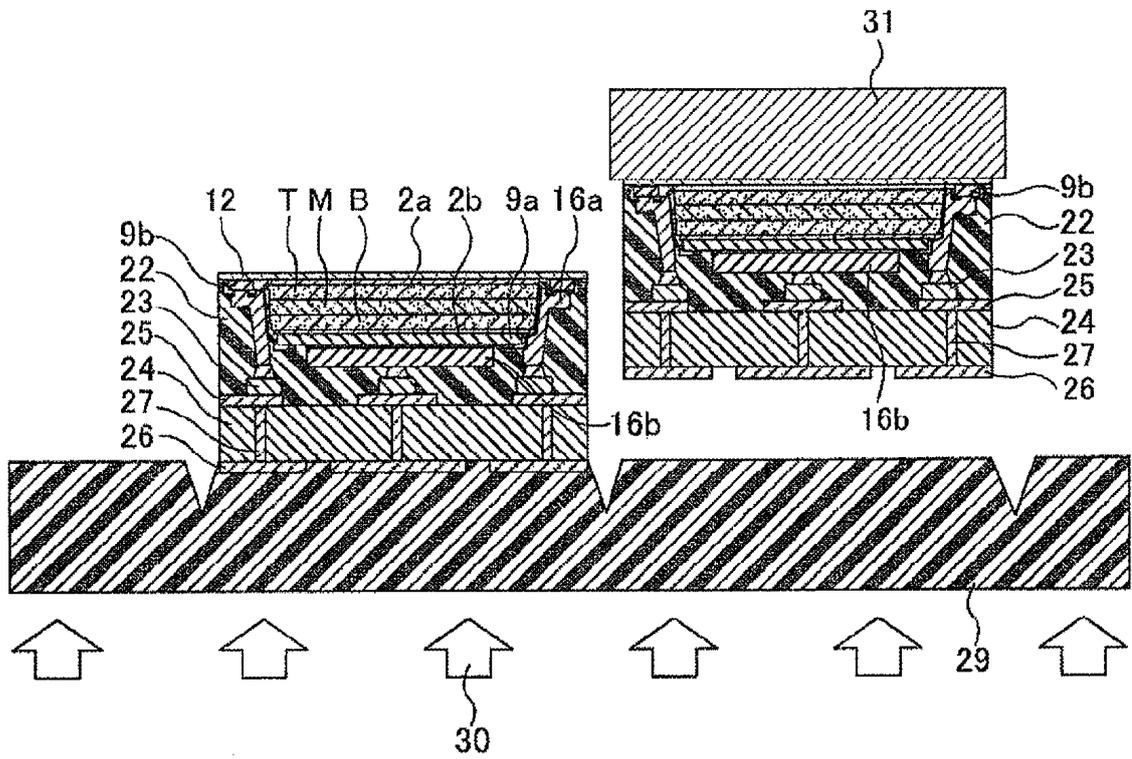


FIG. 14A

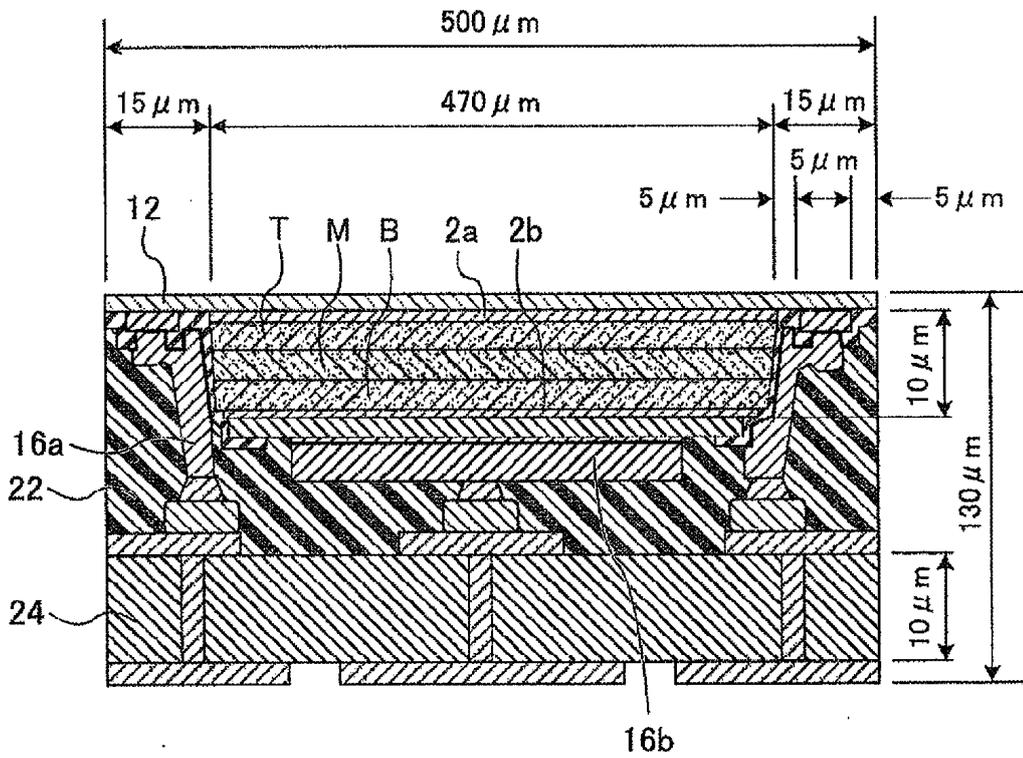


FIG. 14B

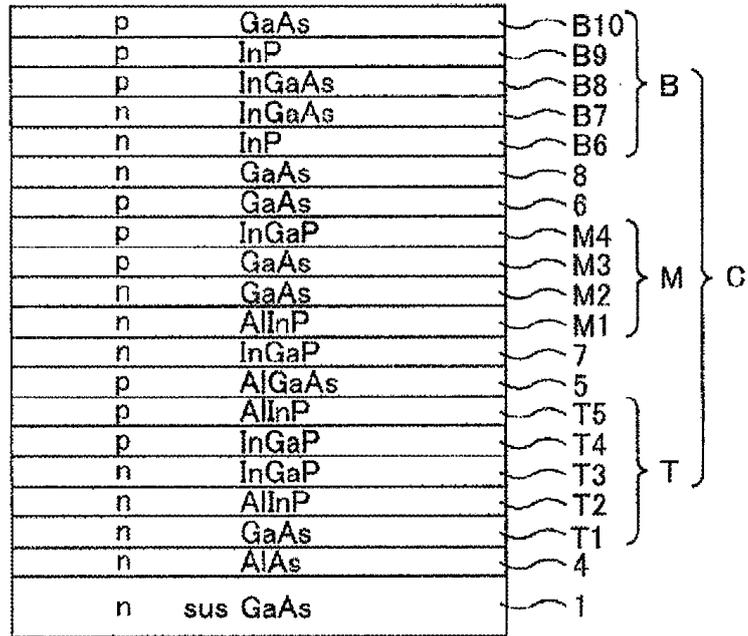


FIG. 15

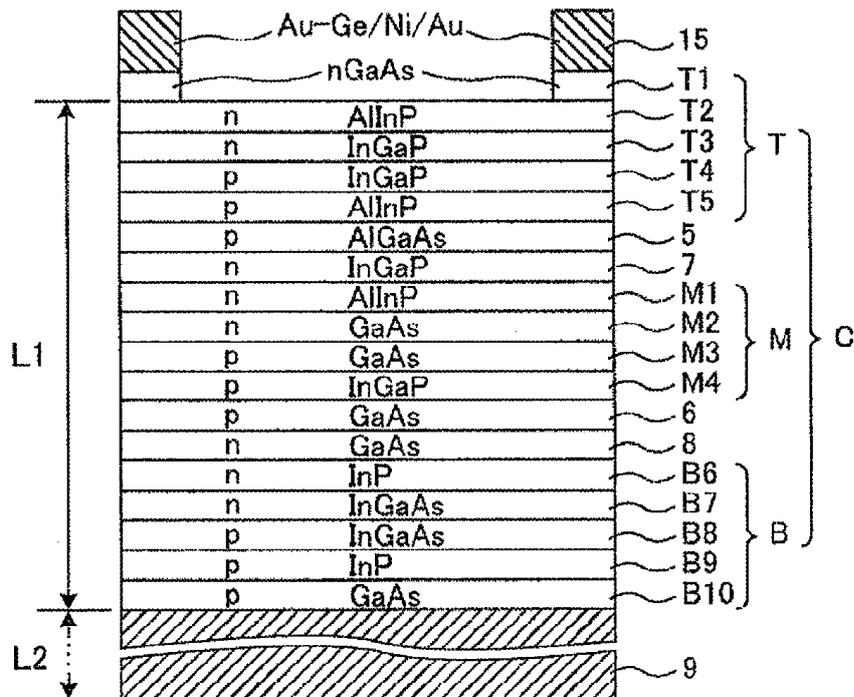


FIG. 16