(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 365 755**

(51) Int. Cl.:
H01L 31/042 (2006.01)
H01L 31/20 (2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(96) Número de solicitud europea: **07112029 .9**
(96) Fecha de presentación : **06.03.2000**
(97) Número de publicación de la solicitud: **1868249**
(97) Fecha de publicación de la solicitud: **19.12.2007**

(54) Título: **Método para controlar el proceso de fabricación de un aparato de conversión fotoeléctrica.**

(30) Prioridad: **28.09.1999 JP 11-274907**
06.10.1999 JP 11-285664

(45) Fecha de publicación de la mención BOPI:
10.10.2011

(45) Fecha de la publicación del folleto de la patente:
10.10.2011

(73) Titular/es: **KANEKA CORPORATION**
2-4, Nakanoshima 3-chome Kita-ku
Osaka-shi, Osaka 530-8288, JP

(72) Inventor/es: **Hiraishi, Masafumi y**
Sawai, Kazunori

(74) Agente: **Carvajal y Urquijo, Isabel**

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).

Venta de fascículos: Oficina Española de Patentes y Marcas. Pº de la Castellana, 75 – 28071 Madrid

DESCRIPCIÓN

Método para controlar el proceso de fabricación de un aparato de conversión fotoeléctrica

La presente invención se refiere a un método de control de un proceso de fabricación de un aparato de conversión fotoeléctrica y, en particular, a un método de control de un proceso de fabricación de un aparato de conversión fotoeléctrica, que permite llevar a cabo el control del proceso de forma sencilla e inmediata.

En la fabricación de una célula solar con una capa semiconductora de película delgada como capa semiconductora fotoeléctrica, se fabrican de forma laminada una capa de electrodo transparente, una capa semiconductora y una capa de electrodo inverso, principalmente sobre un sustrato de vidrio. Cada una de estas capas es grabada cuando se fabrica. Cuando se graba la capa superior de electrodo inverso, se forman una serie de células solares. Además, estas células solares se conectan eléctricamente para fabricar un módulo de células solares.

Tal como se ha descrito anteriormente, en el proceso de fabricación de un módulo de células solares están involucrados un gran número de procesos de formación de película, procesos de grabación, procesos de lavado, etc. Es necesario llevar a cabo estos procesos bajo condiciones predeterminadas. Asimismo, estos procesos deben llevarse a cabo bajo condiciones diferentes para fabricar módulos de células solares de especificaciones diferentes, tales como el tamaño y la forma.

Para fabricar un gran número de módulos de células solares de especificaciones diferentes sobre un esquema de fabricación a gran escala, llevando a cabo diversos procesos bajo condiciones diferentes, es necesario controlar de forma consistente cada proceso de fabricación.

Asimismo, debe observarse que para inspeccionar el módulo de células solares se miden las características I-V, las características de la resistencia de aislamiento, las características de la tensión de ruptura, etc., del módulo de células solares fabricado. Es necesario controlar de forma consistente los resultados de la inspección y el módulo de célula solar individual.

Sin embargo, aún no ha sido desarrollando un sistema para controlar de forma consistente el proceso de fabricación de un módulo de célula solar y los resultados de la inspección, lo que hace importante desarrollar un sistema semejante.

Un objetivo de la presente invención es dar a conocer un método para controlar el proceso de fabricación de un aparato de conversión fotoeléctrica, que posibilite controlar de forma consistente el proceso de fabricación de un aparato de conversión fotoeléctrica y los resultados de la inspección.

Como resultado de una investigación extensiva realizada intentando conseguir el objetivo mencionado anteriormente, los presentes inventores han encontrado que es eficaz colocar una marca en una posición predeterminada sobre la superficie de un sustrato, antes de las etapas de formación y grabado de la película, de manera que la marca es leída en las etapas subsiguientes con objeto de controlar todas las etapas subsiguientes.

En particular, es eficaz colocar en una posición predeterminada del sustrato una primera marca resistente a las etapas subsiguientes, de manera que se controlan las etapas subsiguientes leyendo la primera marca y, a continuación, poner una segunda marca económica, de visibilidad excelente, de manera que los valores que indican las características del aparato se controlan en base a la segunda marca. En otras palabras, se ha encontrado que la calidad del aparato de conversión fotoeléctrica puede controlarse de forma consistente utilizando dos marcas diferentes. Por supuesto, la presente invención se ha conseguido en base a estos descubrimientos.

La presente invención se define mediante el sistema de control de la reivindicación 1 y mediante el método de control de la reivindicación 4.

De acuerdo con una realización, se da a conocer un método para controlar el proceso de fabricación de un aparato de conversión fotoeléctrica, comprendiendo el proceso de fabricación la etapa de formar sucesivamente una capa de electrodo transparente, una capa semiconductora y una capa de electrodo inverso, de forma laminada sobre una superficie del sustrato transparente, grabar por láser cada una de estas capas cuando son fabricadas para formar una serie de células solares, conectar eléctricamente estas células solares para formar un módulo de célula solar, grabar por láser la parte periférica del sustrato transparente del módulo de célula solar para separar eléctricamente la zona de generación de potencia del módulo de célula solar respecto de la zona periférica para obtener un aparato de conversión fotoeléctrica, e inspeccionar el aparato de conversión fotoeléctrica resultante, en que el método de control comprende la etapa de colocar una marca para controlar el proceso de fabricación en una zona periférica de la otra superficie del sustrato transparente, o en aquella región de una superficie lateral del sustrato transparente que no es irradiada con el haz de láser utilizado para el grabado por láser de cada una entre la capa de electrodo

transparente, la capa semiconductora y la capa de electrodo inverso, siendo leída la marca en el proceso subsiguiente y siendo controlado el proceso subsiguiente utilizando la marca así leída.

De acuerdo con un aspecto de la presente invención, se da a conocer un sistema de control de calidad que utiliza una marca, que comprende medios para poner una primera marca sobre una superficie de un sustrato transparente en el proceso de fabricación de un aparato de conversión fotoeléctrica, medios para controlar la etapa subsiguiente utilizando la primera marca colocada en el sustrato transparente, medios para poner una segunda marca del sustrato transparente, y medios para controlar la etapa subsiguiente utilizando la segunda marca colocada en el sustrato transparente.

Este resumen de la invención no describe necesariamente todas las características necesarias, de manera que la invención puede ser asimismo una combinación secundaría de estas características descritas.

La invención puede comprenderse mejor a partir de la siguiente descripción detallada, tomada junto con los dibujos adjuntos, en los cuales:

la figura 1 es una vista en planta que muestra un módulo de célula solar acorde con una primera realización de la presente invención;

la figura 2 es una vista en sección transversal que muestra el módulo de célula solar mostrado en la figura 1; y

la figura 3 es una vista en planta que muestra la superficie del sustrato de un módulo de célula solar, de acuerdo con la segunda realización de la presente invención.

En la presente invención, se pone una marca en una posición predeterminada sobre la superficie del sustrato antes de las etapas de formación y grabado de la película, de manera que la marca es leída en la etapa subsiguiente para hacer posible controlar todas las etapas subsiguientes.

En un método para controlar el proceso de fabricación, se pone una marca en una zona periférica, que tiene 5 mm de ancho, sobre aquella superficie de un sustrato transparente que es opuesta a la superficie de formación de la película del sustrato transparente. Alternativamente, la marca puede ponerse en la superficie lateral en lugar de la superficie superior del sustrato transparente. Cuando la marca se pone sobre la superficie lateral, la marca puede leerse fácilmente incluso cuando se superponen entre sí una serie de sustratos transparentes. En algunos casos, la marca puede colocarse asimismo sobre la superficie inversa del sustrato transparente.

Como marca pueden utilizarse un código de barras o un código bidimensional. El código de barras es un código de una dimensión con información solamente en la dirección horizontal (dirección lateral). Por otra parte, el código bidimensional tiene información en las direcciones tanto horizontal como vertical y, por lo tanto, puede almacenar cantidades de datos de cientos de veces los datos almacenados en el código de barras. Se sigue que en la presente invención puede utilizarse, preferentemente, el código bidimensional como marca para controlar el proceso de fabricación en la fabricación de células solares de diversas especificaciones en un esquema de fabricación a gran escala.

Existen diversos tipos de códigos bidimensionales que incluyen uno de tipo apilado en el cual se apilan códigos de barras unos sobre otros en múltiples etapas, y uno de tipo matriz que tiene un patrón de cuadros. En la presente invención, puede seleccionarse un código bidimensional adecuado de entre estos distintos tipos.

El código bidimensional tiene una capacidad enorme de almacenamiento de datos, tal como se ha señalado anteriormente. Además, el código bidimensional tiene diversas virtudes. Por ejemplo, el código bidimensional permite una impresión de alta densidad, permite corrección de errores, permite la lectura de información incluso si el código está parcialmente roto o descolorido, y permite asimismo la lectura de información en todas las direcciones de 360°. En esta situación, el código bidimensional está adaptado particularmente para su utilización en el control del proceso de fabricación de una célula solar que se lleva a cabo bajo diversos entornos.

Además del código de barras y del código bidimensional, como marca pueden utilizarse asimismo un numeral, un carácter o una combinación de los mismos. Por ejemplo, el número de sustrato puede presentarse mediante una combinación de un código bidimensional y un numeral.

La marca puede impartirse mediante tallado con láser o mediante impresión. En caso de utilizarse la impresión, es necesario utilizar un material que no sea eliminado en la etapa de lavado con un detergente después de la etapa de grabado, y que sea resistente a la etapa de calentamiento, tal como un proceso CVD o un proceso de recocido. Los materiales que satisfacen estos requisitos comprenden, por ejemplo, una cinta basada en pigmentos, una cinta basada en tintes y películas metálicas fabricadas de aluminio, plata o cromo.

El método de impresión incluye, por ejemplo, un método de impresión por chorro de tinta, un método de impresión por transferencia que utiliza un rayo láser y un sistema de impresión por transferencia térmica.

La marca puede ser leída, por ejemplo, por un sistema láser o un sistema de detector en línea CCD.

En el método descrito anteriormente para controlar el proceso de fabricación de un aparato de conversión fotoeléctrica, simplemente se pone una pequeña marca en una posición predeterminada sobre la superficie del sustrato transparente antes de las etapas de formación de la película y de grabado. Lo que debe observarse es que es posible controlar todo el subsiguiente proceso de fabricación y la calidad del producto, leyendo simplemente la marca en el proceso subsiguiente. Se sigue que el control del proceso de fabricación y de la calidad del producto, que es indispensable en la fabricación a gran escala de aparatos de conversión fotoeléctrica de diversas especificaciones, puede llevarse a cabo de manera sencilla e inmediata sin adquirir costosas instalaciones.

Además, la superficie frontal o la superficie inversa del sustrato pueden reconocerse fácilmente por la presencia o ausencia de la marca.

En el método de la presente invención para controlar el proceso de fabricación de un aparato de conversión fotoeléctrica, es posible utilizar una marca descrita anteriormente, como una primera marca de resistencia excelente al proceso, para controlar el proceso antes del encapsulamiento, y utilizar una segunda marca económica y de visibilidad excelente, para controlar el proceso después del encapsulamiento. En otras palabras, la presente invención puede aplicarse a un sistema de control de calidad utilizando dos clases de marcas.

Para ser más específicos, en el sistema de control de calidad de la presente invención, se pone una primera marca en aquella región de una zona periférica sobre la otra superficie o en la superficie lateral del sustrato que no es irradiada con el rayo láser utilizado para el grabado por láser, y la primera marca así depositada es leída en el proceso subsiguiente para controlar el proceso subsiguiente. A continuación, se pone una segunda marca para controlar los valores que indican las características del aparato. En resumen, la presente invención posibilita controlar de manera consistente la calidad del aparato de conversión fotoeléctrica utilizando las dos marcas diferentes entre sí.

Es deseable que la primera marca utilizada en el sistema de control de calidad de la presente invención tenga cierta resistencia al proceso subsiguiente. Para ser más específicos, es deseable que la primera marca sea colocada por impresión, de manera que la primera marca no sea eliminada en la etapa de lavado que utiliza un detergente y que se lleva a cabo después de la etapa de grabado.

Tal como se ha descrito previamente, el método de impresión utilizado en la presente invención incluye un método de transferencia de una película metálica fabricada de cromo o de plata utilizando un láser y un método de deposición en vapor de un metal utilizando un láser.

La posición en la que se coloca la primera marca, la clase de la primera marca y el sistema de lectura, son tal como ya se ha descrito en el presente documento. Sin embargo, la posición en la que se coloca la primera marca utilizada en el sistema de control de calidad de la presente invención, no está limitada necesariamente a una zona que no sea irradiada con el rayo láser utilizado para el grabado por láser.

Es deseable que la segunda marca se forme a bajo costo y que tenga una visibilidad excelente. Para ser más específicos, es posible fijar la segunda marca a la superficie inversa del sustrato después de completarse la etapa de tratamiento de la película delgada. Por lo tanto, es deseable que la segunda marca se obtenga fácilmente. Por ejemplo, como segunda marca puede fijarse al sustrato una etiqueta que tiene por lo menos una clase seleccionada entre el grupo que consiste en un código de barras, un carácter y un numeral impreso sobre la misma.

Incidentalmente, es necesario utilizar un material y método de acoplamiento que no afecten de forma adversa al proceso de fabricación, de manera que no se generen impurezas a partir de la segunda marca acoplada, tal como un código bidimensional, en el proceso de vacío, tal como una etapa CVD y etapa de deposición catódica.

En el sistema de control de calidad de la presente invención descrito anteriormente, se coloca una marca en una posición predeterminada sobre la superficie del sustrato antes de las etapas de formación de la película y de grabado, y la marca es leída en el proceso subsiguiente con objeto de controlar todas las etapas en el proceso subsiguiente.

A continuación se describirán algunas realizaciones de la presente invención, haciendo referencia a los dibujos adjuntos.

Específicamente, la figura 1 es una vista en planta que muestra la superficie frontal, que es irradiada con la luz solar, de un módulo de célula solar acorde con la primera realización de la presente invención. Tal como se muestra en el

dibujo, una marca, por ejemplo un código bidimensional 3, es colocada en una zona periférica 2 sobre la superficie frontal de un módulo 1 de célula solar. Debe observarse que se forman sucesivamente una capa semiconductora y una capa de electrodo inverso, sobre la superficie inversa del módulo 1 de célula solar, a lo que sigue el recubrimiento de la capa de electrodo inverso con una resina. Por lo tanto, si se coloca el código bidimensional 3 sobre la superficie inversa del módulo 1 de célula solar, es difícil leer el código bidimensional 3 y, por lo tanto, se coloca el código 3 en aquella zona de la superficie frontal que es irradiada con la luz solar.

La zona periférica 2 es una región situada fuera de una serie de ranuras de separación 5, es decir, generalmente 4 ranuras de separación, aunque en el dibujo se muestran dos ranuras de separación. La zona periférica 2 está separada eléctricamente respecto de una zona 4 de generación de potencia, mediante las ranuras de separación 5. En general, la zona periférica 2 tiene una anchura de 5 mm medida desde la periferia del módulo 1 de célula solar.

La zona periférica 2 en la que es colocado el código bidimensional 3 no contribuye a la generación de potencia y, por lo tanto, no afecta a la generación de potencia. Asimismo, la zona periférica 2 no es irradiada con un rayo láser utilizado para el grabado por láser en el proceso de fabricación del módulo 1 de célula solar descrito a continuación.

El código bidimensional 3 es colocado en la zona que no es irradiada con un rayo láser. Si el código bidimensional 3 es irradiado con un rayo láser, el código bidimensional resulta dañado, lo que tiene como resultado un fallo en la lectura del código bidimensional 3. Se sigue que el control del proceso de fabricación se ve afectado negativamente. Debe observarse asimismo que el rayo láser es interceptado por el código bidimensional 3, lo que tiene el resultado de que el grabado láser se ve afectado negativamente.

En el proceso de fabricación de un módulo de célula solar, el grabado por láser se lleva a cabo en la etapa de grabado de la capa de electrodo transparente, en la etapa de grabado de la capa semiconductora, en la etapa de grabado de la capa de electrodo inverso, y en la etapa de grabado para separar la zona de generación de potencia respecto de la zona periférica. Después de la etapa de grabado, es posible realizar una etapa de lavado utilizando un detergente.

El código bidimensional 3 se utiliza para controlar el proceso de fabricación subsiguiente. Por lo tanto, el código bidimensional 3 es colocado en el sustrato de vidrio antes de que el sustrato de vidrio sea sometido al proceso de fabricación, o en el sustrato de vidrio en la fase del proceso de fabricación inicial, por ejemplo, el sustrato de vidrio sobre el cual se forma la capa de electrodo transparente.

El sustrato de vidrio con el código bidimensional 3 colocado sobre el mismo, se utiliza en las diversas etapas posteriores incluyendo, por ejemplo, la etapa de formación de una capa de electrodo transparente y de grabado de la capa de electrodo transparente así formada, la etapa de formación de una capa semiconductora y de grabado de la capa semiconductora así formada, la etapa de formación de una capa de electrodo inverso y de grabado de la capa de electrodo inverso así formada, la etapa de grabado para separar la zona de generación de potencia respecto de la zona periférica, la etapa de encapsulamiento y la de inspección. Para algunas o la totalidad de estas etapas, se dispone un aparato para leer el código bidimensional. Como resultado, el código bidimensional 3 colocado en el sustrato de vidrio es leído por el aparato para leer el código bidimensional, controlándose de ese modo cada etapa de fabricación.

A continuación, haciendo referencia a la figura 2 se describirá cada etapa del proceso para fabricar una célula solar de película delgada integrada, de acuerdo con la primera realización de la presente invención.

En la primera etapa, se forma una película de un óxido metálico transparente con cierta conductividad eléctrica, tal como óxido de estaño (SNO_2), óxido de zinc y estaño (ITO) u óxido de zinc (ZnO) sobre el sustrato transparente 1 tal como un sustrato de vidrio. En este caso, el código bidimensional 3 es colocado mediante un método predeterminado, por ejemplo, utilizando un marcador de transferencia de metal, en una posición predeterminada sobre la superficie del sustrato de vidrio 1 antes de la formación de la película de óxido metálico, o en una posición predeterminada sobre la superficie de sustrato de vidrio 1 después de la formación de la película de óxido metálico. En el proceso posterior a la colocación del código bidimensional 3, el código bidimensional 3 es leído mediante un método predeterminado con objeto de controlar el proceso subsiguiente. Es posible que el código bidimensional 3 represente, por ejemplo, el número del sustrato.

Cuando el código bidimensional 3 es impreso sobre el sustrato 1, se almacenan datos adicionales tales como la fecha en la que se utilizó el sustrato y el número de lote del sustrato, en un servidor conectado al marcador de transferencia de metal.

En la siguiente etapa, la película de óxido metálico formada sobre el sustrato es sometida a un grabado por láser para formar, sustancialmente sobre toda la superficie del sustrato, una serie de primeras capas 12 de electrodo de tipo tira que se extienden en una dirección del sustrato, y separadas entre sí por una banda de separación interpuesta entre las tiras adyacentes de la primera capa de 12 de electrodo.

En la siguiente etapa, se depositan sucesivamente sobre la primera capa de electrodo tres capas que consisten en una capa de carburo de silicio amorfo hidrogenado de tipo p (a-SiC:H de tipo p), una capa de silicio amorfo hidrogenado de tipo i (a-Si:H de tipo i) y una capa de silicio amorfo hidrogenado de tipo n (a-Si:H de tipo n), mediante un método CVD de plasma para formar una capa semiconductora 13.

A continuación, la capa semiconductora es eliminada parcialmente mediante grabado por láser, para formar una parte abierta para una conexión eléctrica. En esta fase, se construye una sola capa semiconductora 13 para puentear dos primeras capas de electrodo 12 adyacentes. Después de la etapa de grabado por láser, se dispone un lector de código bidimensional para permitir que los dos códigos bidimensionales colocados sobre el sustrato pasante sean leídos por el lector. Al mismo tiempo, se añade al servidor la información sobre la serie de proceso, y los datos de proceso y temporales.

En la siguiente etapa, se forma una segunda capa 14 de electrodo fabricada de un metal tal como aluminio (Al) o plata (Ag), sobre las diversas zonas 13 de la capa semiconductora. Además, se forma una ranura de separación eliminando, por lo menos en parte, la segunda capa de electrodo mediante un grabado por láser a lo largo de la abertura para la conexión eléctrica.

A continuación, son eliminadas mediante grabado por láser la segunda capa de electrodo y la capa semiconductora en la parte del electrodo de salida, en la proximidad del terminal de conexión. Asimismo, la segunda capa de electrodo, la capa semiconductora y la primera capa de electrodo sobre el exterior de la misma, son eliminadas mediante grabado por láser con objeto de formar una serie de ranuras de separación 5 para separar la zona de generación de potencia respecto de la zona periférica.

Asimismo, se dispone un lector de código bidimensional después de la etapa de grabado por láser, para permitir que el código bidimensional colocado en el sustrato pasante, sea leído por el lector. Asimismo, son añadidas al servidor las informaciones sobre la serie de procesamiento y la fecha y hora de procesamiento.

En la siguiente etapa, un conductor 15 tal como una lámina de cobre metalizada por soldadura es montado en la parte de electrodo de salida del primer electrodo, mediante un material de unión tal como una soldadura ultrasónica o un adhesivo tal como una resina conductora, para permitir que la primera capa 12 de electrodo sea conectada eléctricamente al conductor 15. Como resultado, el conductor 15 funciona como un electrodo de salida. La fabricación de una célula solar se finaliza montando el electrodo de salida, aunque es posible que la célula solar se recubra, por ejemplo, con una resina encapsulante, y se monte un elemento de armazón en torno al sustrato, si es necesario.

Finalmente, se miden las características I-V y la resistencia de aislamiento de la célula solar así preparada, para inspeccionar si la célula solar presenta, o no, las características deseadas. En el proceso de inspección, se lee el código bidimensional colocado en el sustrato, y se registra la información de los valores medidos junto con la información sobre el sustrato y la información de cada etapa de fabricación, con objeto de controlar de manera consistente el proceso de fabricación y la calidad del producto. Específicamente, cuando los valores medidos no caen dentro de un rango predeterminado, puede conocerse fácilmente el histórico del producto, y es posible aclarar la causa del fallo para que el valor medido caía dentro del rango predeterminado.

Tal como se ha descrito anteriormente, en la presente invención, simplemente se coloca una marca adecuada en una posición predeterminada sobre la superficie de un sustrato transparente, posibilitando de ese modo controlar todo el subsiguiente proceso de fabricación y la calidad del producto mediante leer simplemente la marca en el proceso subsiguiente. Se sigue que el control del proceso de fabricación y de la calidad del producto, que son absolutamente necesarios en la fabricación a gran escala de aparatos de conversión fotoeléctrica de diversas especificaciones, puede llevarse a cabo de manera sencilla e inmediata sin utilizar una instalación costosa. Además, pueden distinguirse fácilmente la superficie frontal o la superficie inversa del sustrato en función de la presencia o ausencia de la marca.

A continuación se describirá una segunda realización de la presente invención, haciendo referencia a la figura 3.

En concreto, la figura 3 es una vista en planta que muestra la superficie frontal, que es irradiada con la luz solar, de un módulo 1 de célula solar acorde con la segunda realización de la presente invención. Una primera marca, por ejemplo, un código bidimensional 3, es colocada sobre la zona periférica 2 en la superficie frontal del módulo 1 de célula solar, tal como en la primera realización. Tal como se ha descrito previamente junto con la primera realización, se forman sucesivamente una capa semiconductora y una capa de electrodo inverso sobre la superficie posterior del módulo 1 de célula solar, a lo que sigue el recubrimiento de la capa de electrodo inverso con una resina. Por lo tanto, si se coloca el código bidimensional 3 sobre la superficie inversa del módulo 1 de célula solar, es difícil leer el código bidimensional 3 y, por lo tanto, se coloca el código 3 en aquella zona de la superficie frontal que es irradiada con la luz solar.

La zona periférica 2 es una región situada fuera de una serie de ranuras de separación 5, es decir, generalmente 4 ranuras de separación, aunque en el dibujo se muestran dos ranuras de separación. La zona periférica 2 está separada eléctricamente respecto de una zona 4 de generación de potencia, por las ranuras de separación 5. En general, la zona periférica 2 tiene una anchura de 5 mm medida desde la periferia del módulo 1 de célula solar.

La zona periférica 2 en la que es colocado el código bidimensional 3 no contribuye a la generación de potencia y, por lo tanto, no afecta a la generación de potencia. Asimismo, la zona periférica 2 no es irradiada con un rayo láser utilizado para el grabado por láser en el proceso de fabricación del módulo 1 de célula solar descrito a continuación.

El código bidimensional 3 es colocado en la zona que no es irradiada con un rayo láser. Si el código bidimensional 3 es irradiado con un rayo láser, el código bidimensional resulta dañado, lo que tiene como resultado un fallo en la lectura del código bidimensional 3. Se sigue que el control del proceso de fabricación se ve afectado negativamente. Debe observarse asimismo que el rayo láser es interceptado por el código bidimensional 3, lo que tiene el resultado que el grabado láser se ve afectado negativamente. Incidentalmente, en caso de utilizarse una marca que no resulte dañada por la irradiación con un rayo láser, es posible poner la primera marca en la zona irradiada con el rayo láser, en la etapa de grabado por láser durante la fabricación del módulo 1 de célula solar.

En el proceso de fabricación de un módulo de célula solar, el grabado por láser se lleva a cabo en la etapa de grabado de la capa de electrodo transparente, en la etapa de grabado de la capa semiconductora, en la etapa de grabado de la capa de electrodo inverso, y en la etapa de grabado para separar la zona de generación de potencia respecto de la zona periférica. Después de la etapa de grabado, es posible realizar una etapa de lavado utilizando un detergente.

El código bidimensional 3 se utiliza para controlar el proceso de fabricación subsiguiente. Por lo tanto, el código bidimensional 3 es colocado en el sustrato de vidrio antes de que el sustrato de vidrio sea sometido al proceso de fabricación, o en el sustrato de vidrio en la fase del proceso de fabricación inicial, por ejemplo, el sustrato de vidrio sobre el cual se forma la capa de electrodo transparente.

El sustrato de vidrio con el código bidimensional 3 colocado sobre el mismo, se utiliza en las diversas etapas posteriores incluyendo, por ejemplo, la etapa de formación de una capa de electrodo transparente y de grabado de la capa de electrodo transparente así formada, la etapa de formación de una capa semiconductora y de grabado de la capa semiconductora así formada, la etapa de formación de una capa de electrodo inverso y de grabado de la capa de electrodo inverso así formada, la etapa de grabado para separar la zona de generación de potencia respecto de la zona periférica, y la etapa para montar un contacto. Para algunas o la totalidad de estas etapas, se dispone un aparato para leer el código bidimensional. Como resultado, el código bidimensional 3 colocado en el sustrato de vidrio es leído por el aparato para leer el código bidimensional, controlándose de ese modo cada etapa de fabricación.

La información leída por el aparato de lectura es colocada en la superficie inversa del sustrato como una segunda marca 21 en forma de código de barras o de un carácter impreso, por ejemplo, sobre una etiqueta de código de barras. Para ser más específicos, en el proceso de inspección, la información de la segunda marca 22 se imprime de nuevo sobre una etiqueta de código de barras y, a continuación, la etiqueta se fija a la superficie inversa del sustrato para ser transferida a la etapa subsiguiente. Alternativamente, una etiqueta con el número de producto impreso en la misma, se fija a la superficie inversa del sustrato para obtener el producto final y, a continuación, el producto final es almacenado en un almacén.

La segunda marca 21 puede ser colocada en el sustrato simplemente fijando a la superficie inversa del sustrato una etiqueta que tiene, por ejemplo, un código de barras impreso en la misma y, por lo tanto, puede ser una marca económica en comparación con la primera marca, por ejemplo, una marca bidimensional que se imprime directamente sobre la superficie del sustrato. Además, la segunda marca no requiere un costoso aparato de lectura, que es necesario en el caso de utilizar una marca bidimensional. Además, la segunda marca puede hacerse de mayor tamaño que la primera marca y, por lo tanto, tiene una visibilidad excelente.

Tal como se ha descrito anteriormente, en la segunda realización de la presente invención se utilizan opcionalmente dos clases de marcas en función de las fases del proceso de fabricación, para controlar con un ordenador la información que contienen estas marcas y la información tal como la fecha y la hora de procesamiento en cada etapa, el número de serie de los productos, los datos medidos y el grado (fallo). Se sigue que el proceso de fabricación de la célula solar y la calidad del producto pueden controlarse de manera consistente y eficiente.

A continuación, haciendo referencia a la figura 2 se describirá cada etapa del proceso para fabricar una célula solar de película delgada integrada, de acuerdo con la segunda realización de la presente invención.

En la primera etapa, se forma una película de un óxido metálico transparente con cierta conductividad eléctrica, tal como óxido de estaño (SNO_2), óxido de cinc y estaño (ITO) u óxido de zinc (ZnO) sobre el sustrato transparente 1,

tal como un sustrato de vidrio. En este caso, el código bidimensional 3 es colocado mediante un método predeterminado, por ejemplo, utilizando un marcador de transferencia de metal, en una posición predeterminada sobre la superficie del sustrato de vidrio 1 antes de la formación de la película de óxido metálico, o en una posición predeterminada sobre la superficie de sustrato de vidrio 1 después de la formación de la película de óxido metálico. Es posible que el código bidimensional 3 contenga información diversa, tal como el fabricante y la clase del sustrato y el número de lote del sustrato, además del número del sustrato.

En el proceso posterior a la colocación del código bidimensional 3, el código bidimensional 3 es leído mediante un método predeterminado con objeto de controlar el proceso subsiguiente.

En la siguiente etapa, la película de óxido metálico formada sobre el sustrato es sometida a un grabado por láser para formar, sustancialmente sobre toda la superficie del sustrato, una serie de primeras capas 12 de electrodo de tipo tira que se extienden en una dirección del sustrato, y separadas entre sí por una banda de separación interpuesta entre las tiras adyacentes de la primera capa de 12 de electrodo.

En la siguiente etapa, se depositan sucesivamente sobre la primera capa de electrodo tres capas que consisten en una capa de carburo de silicio amorfo hidrogenado de tipo p (a-SiC:H de tipo p), una capa de silicio amorfo hidrogenado de tipo i (a-Si:H de tipo i) y una capa de silicio amorfo hidrogenado de tipo n (a-Si:H de tipo n), para formar una capa semiconductora 13.

A continuación, la capa semiconductora es eliminada parcialmente mediante grabado por láser, para formar una parte abierta para una conexión eléctrica. En esta fase, se construye una sola zona de la capa semiconductora 13 para puentear dos primeras capas de electrodo 12 adyacentes. Después de la etapa de grabado por láser, se dispone un lector de código bidimensional para permitir que el código bidimensional colocado sobre el sustrato pasante sea leído por el lector. Al mismo tiempo, se añade al servidor la información sobre la serie de proceso, y los datos de proceso y temporales.

En la siguiente etapa, se forma una segunda capa 14 de electrodo fabricada de un metal tal como aluminio (Al) o plata (Ag), sobre las diversas zonas 13 de la capa semiconductora. Además, se forma una ranura de separación eliminando, por lo menos en parte, la segunda capa de electrodo mediante un grabado por láser a lo largo de la abertura para la conexión eléctrica.

A continuación, son eliminadas mediante grabado por láser la segunda capa de electrodo y la capa semiconductora en la parte del electrodo de salida en la proximidad del terminal de conexión. Asimismo, son eliminadas mediante grabado por láser la segunda capa de electrodo, la capa semiconductora y la primera capa de electrodo sobre el exterior de la misma, con objeto de formar una serie de ranuras de separación 5 para separar la zona de generación de potencia respecto de la zona periférica.

Asimismo, se dispone un lector de código bidimensional después de la etapa de grabado por láser, para permitir que el código bidimensional colocado en el sustrato pasante sea leído por el lector. Asimismo, son añadidas al servidor las informaciones sobre la serie de procesamiento y la fecha y hora de procesamiento.

En la siguiente etapa, un conductor 15 tal como una lámina de cobre metalizada por soldadora es montado en la parte del electrodo de salida, del primer electrodo, mediante un material de unión tal como una soldadura ultrasónica o un adhesivo tal como una resina conductora, para permitir que la primera capa 12 de electrodo sea conectada eléctricamente al conductor 15. Como resultado, el conductor 15 funciona como un electrodo de salida.

Después de la formación del electrodo de salida, se dispone un lector de código bidimensional para permitir que el código bidimensional colocado en el sustrato pasante sea leído por el lector de código bidimensional. El número de sustrato que ha sido leído se imprime sobre una etiqueta 21 de código de barras, en la forma de un código de barras o de un carácter, junto con el símbolo abreviado de la clase y el grado del sustrato. Después de la impresión, la etiqueta 21 de código de barras se fija a una parte del borde de la superficie inversa del sustrato, tal como se muestra en la figura 3.

A continuación, las célula solar es sellada mediante un recubrimiento, por ejemplo, con una resina encapsulante. Después del sellado, se miden las características I-V y la resistencia de aislamiento de la célula solar para inspeccionar si la célula solar presenta, o no, las características deseadas. En esta etapa, el código de barras se lee desde la etiqueta 21 de código de barras, y los datos medidos son añadidos al servidor.

Después de la etapa de inspección, el número de producto se imprime en forma de un carácter sobre una etiqueta, y la etiqueta se fija a una parte del borde sobre la superficie inversa del sustrato, para finalizar la fabricación del módulo de célula solar. El módulo de célula solar así fabricado se almacena en un almacén.

Tal como se ha descrito anteriormente, en el sistema de control de calidad acorde con la segunda realización de la presente invención, se controla el proceso de fabricación antes del encapsulamiento mediante una marca colocada en una parte del borde sobre la superficie frontal del sustrato, y de una resistencia excelente al proceso subsiguiente, por ejemplo, un código bidimensional. Asimismo, el proceso de fabricación después del encapsulamiento se controla mediante una marca colocada en una parte del borde sobre la superficie inversa del sustrato, que es económica y de visibilidad excelente. Por ejemplo, la marca consiste en un código de barras.

La información contenida en estas dos clases de marcas y leída en cada etapa, es procesada junto con la información introducida en cada etapa, posibilitando controlar de forma consistente el proceso de fabricación y la calidad del producto en el aparato de conversión fotoeléctrica.

Tal como se ha descrito en detalle anteriormente, en la segunda realización de la presente invención se utilizan opcionalmente dos clases de marcas en función de las fases del proceso de fabricación, para controlar con un ordenador la información que contienen estas marcas y la información tal como la fecha y la hora de procesamiento en cada etapa, el número la serie de los productos, los datos medidos y el grado (fallo). Se sigue que pueden controlarse de manera consistente y eficiente el proceso de fabricación de la célula solar y la calidad del producto.

REIVINDICACIONES

1. Un sistema de control de calidad de un aparato de conversión fotoeléctrica, que utiliza marcas, que comprende:

medios para poner una primera marca (3) sobre un sustrato transparente en el proceso de fabricación del aparato de conversión fotoeléctrica que comprende el sustrato transparente;

medios para controlar la subsiguiente etapa de fabricación utilizando datos leídos en la primera marca colocada sobre el sustrato transparente;

medios para colocar una segunda marca (21) sobre el sustrato transparente, en el proceso de fabricación del aparato de conversión fotoeléctrica que comprende el sustrato transparente;

medios para controlar la fabricación subsiguiente utilizando datos leídos en la segunda marca (21) colocada sobre el sustrato transparente;

caracterizado porque dicha segunda marca (21) es, por lo menos, de una clase seleccionada entre el grupo que consiste en un código de barras, un carácter, y un numeral, que son impresos sobre una etiqueta acoplada al sustrato transparente.

2. El sistema de control de calidad de un aparato de conversión fotoeléctrica, que utiliza marcas, de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado porque** dicha segunda marca (21) es mayor que la primera marca (3).

3. El sistema de control de calidad de un aparato de conversión fotoeléctrica, que utiliza marcas, de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 o 2, en el que el proceso de fabricación de un aparato de conversión fotoeléctrica comprende una etapa de grabado de una capa de electrodo transparente, una etapa de grabado de una capa semiconductora, una etapa de grabado de una capa de electrodo inverso, y una etapa de grabado de la parte periférica del sustrato del módulo de célula solar, para separar eléctricamente la zona de generación de potencia del módulo de célula solar respecto de la zona periférica.

4. Un método de control de calidad, que comprende:

colocar una primera marca (3) sobre una superficie de un sustrato transparente en el proceso de fabricación de un aparato de conversión fotoeléctrica;

controlar la etapa de fabricación subsiguiente utilizando la primera marca colocada sobre el sustrato transparente;

colocar una segunda marca (21) sobre el sustrato transparente; y

controlar la etapa de fabricación subsiguiente utilizando la segunda marca (21) colocada sobre el sustrato transparente;

en el que dicha segunda marca (21) es, por lo menos, de una clase seleccionada entre el grupo que consiste en un código de barras, un carácter, y un numeral, que son impresos en una etiqueta unida al sustrato.

5. El método de control de calidad acorde con la reivindicación 4, **caracterizado porque** la primera marca (3) es resistente a la etapa subsiguiente.

6. El método de control de calidad acorde con la reivindicación 4 ó 5, **caracterizado porque** dicha primera marca (3) es, por lo menos, de una clase seleccionada entre el grupo que consiste en un código bidimensional, un código de barras, un carácter, y un numeral, que están formados mediante impresión directa sobre la superficie frontal del sustrato.

7. El método de control de calidad acorde con la reivindicación 4, 5 ó 6, **caracterizado porque** dicha segunda marca (21) es mayor que la primera marca.

8. El método de control de calidad acorde con la reivindicación 7, en el que la etiqueta se fija a la superficie inversa del sustrato.

9. El método de control de calidad acorde con la reivindicación 4, en el que los datos leídos en la primera marca y la segunda marca se utilizan para un control con ordenador.

10. El método acorde con cualquiera de las reivindicaciones 4, 7 ó 9, en el que los datos leídos en la primera marca y la segunda marca son almacenados en un servidor.

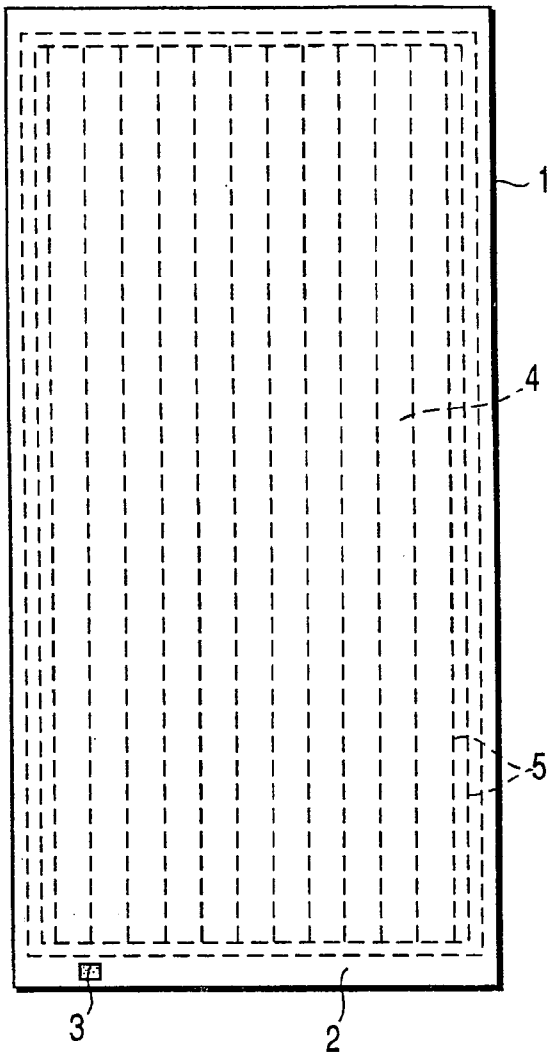

FIG. 1

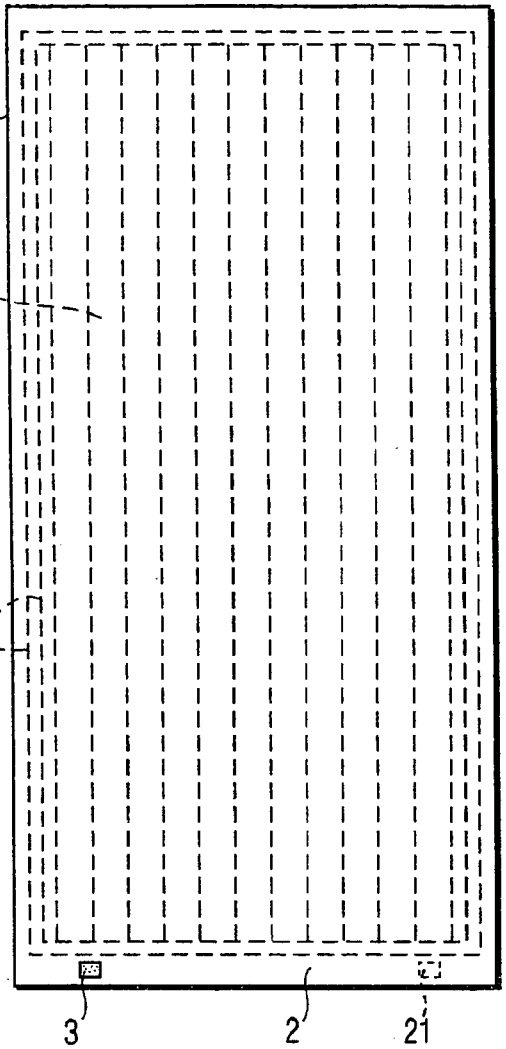

FIG. 3

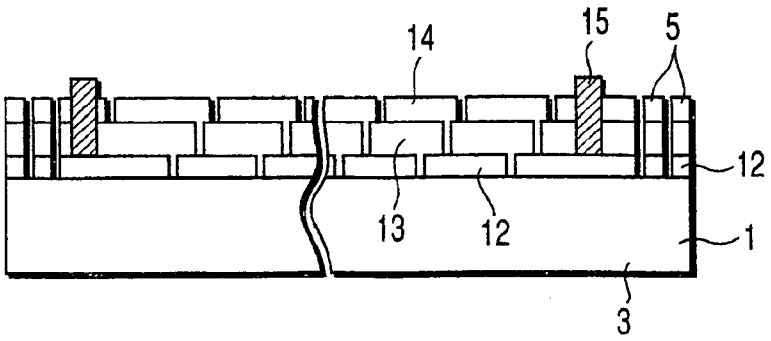

FIG. 2