

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 378 262**

51 Int. Cl.:  
**H01L 31/20** (2006.01)  
**C23C 14/56** (2006.01)  
**H01L 31/18** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **08837228 .9**  
96 Fecha de presentación: **09.10.2008**  
97 Número de publicación de la solicitud: **2200098**  
97 Fecha de publicación de la solicitud: **23.06.2010**

54 Título: **Sistema de producción de batería solar de película delgada**

30 Prioridad:  
**11.10.2007 JP 2007265537**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**10.04.2012**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**10.04.2012**

73 Titular/es:  
**Fuji Electric Co., Ltd.**  
**1-1, Tanabeshinden, Kawasaki-ku Kawasaki-shi**  
**Kanagawa, JP**

72 Inventor/es:  
**SAKAI, Ryohei**

74 Agente/Representante:  
**de Elzaburu Márquez, Alberto**

ES 2 378 262 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

Sistema de producción de batería solar de película delgada.

5 CAMPO TÉCNICO

La presente invención se refiere a un aparato para la fabricación de células solares de película delgada, en el que una película delgada de metal, que se convierte en un electrodo, es formada sobre la superficie de un sustrato de película, flexible, con forma de tira, más específicamente, la presente invención se refiere a un aparato para la fabricación de células solares de película delgada, en el que se mejoran los medios para transportar el sustrato de película, y se previene la aparición de arrugas de transporte en el sustrato de película, debidas a los rodillos.

10 ANTECEDENTES DE LA TÉCNICA

En la actualidad, se persigue la investigación y el desarrollo de energías limpias, en aras de la protección medioambiental. Entre estas investigaciones y desarrollos, las células solares resultan atractivas, en virtud de los recursos ilimitados (luz solar) implicados y del hecho de que están libres de contaminación.

Las células solares de película delgada son delgadas, ligeras, tienen bajos costes de fabricación y pueden ser fabricadas fácilmente con grandes áreas y, por lo tanto, son consideradas como la corriente principal del futuro de las células solares.

Las células solares de película delgada convencionales han usado sustratos de vidrio, pero se persigue la investigación y el desarrollo de células solares de tipo flexible, que usan película de plástico o película de metal, ligera, funcional, producible en masa. Mediante la explotación de esta flexibilidad, es posible la producción en masa usando procedimientos rollo a rollo o enrollado por etapas.

En las células solares de película delgada indicadas anteriormente, una pluralidad de elementos (o células) de conversión fotoeléctrica, en las que se superponen una capa de electrodo de metal, una capa de conversión fotoeléctrica, que comprende una capa semiconductor de película delgada y una capa de electrodo transparente, se forman sobre una película flexible, eléctricamente aislante. Mediante la repetición de las conexiones eléctricas entre el electrodo de metal de un determinado elemento de conversión fotoeléctrica y el electrodo transparente de un elemento de conversión fotoeléctrica adyacente, puede hacerse que el voltaje requerido sea extraído a través del electrodo de metal del primer elemento de conversión fotoeléctrica y el electrodo transparente del último elemento de conversión fotoeléctrica.

Dichos elementos de conversión fotoeléctrica y sus conexiones en serie son formados usando deposición de película de capas de electrodo y capas de conversión fotoeléctrica, así como el modelado de cada capa, y un procedimiento para combinar estos. La configuración y el procedimiento de fabricación de las células solares indicadas anteriormente se describen, por ejemplo, en las patentes de referencia 1 y 2.

La Fig. 3 es un diagrama conceptual de la configuración de una célula solar de película delgada descrita en la patente de referencia 2. La Fig. 3 muestra una vista en perspectiva de una célula solar de película delgada, flexible, que emplea una película de plástico como sustrato. Los elementos 62 de conversión fotoeléctrica formados sobre la superficie del sustrato 61 y la capa 63 de electrodo de conexión formada sobre la superficie posterior del sustrato 61 están, cada uno, completamente separados en una pluralidad de unidades, y las posiciones de separación están desplazadas respectivamente.

Consiguientemente, hay dos elementos conectados en serie, de manera que la corriente generada en la capa 65 de conversión fotoeléctrica, que es una porción semiconductor amorfa del elemento 62, es recogida, en primer lugar, en la capa 66 de electrodo transparente y, a continuación, a través de los orificios 67 de recogida de corriente formados en la región de la capa de electrodo transparente, pasa a la capa 63 de electrodo de conexión de la superficie de refuerzo y, a continuación, a través de los orificios 68 de conexión para una conexión en serie formada sobre la parte exterior de la región de capa de electrodo transparente del elemento en la región de capa de electrodo de conexión, llega a la capa 64 de electrodo inferior que se extiende a la parte exterior de la región de capa de electrodo transparente del elemento adyacente al elemento.

Los procedimientos simplificados de fabricación para las células solares de película delgada indicadas anteriormente se muestran en (a) a (g) de la Fig. 4. Usando una película 71 de plástico como sustrato (procedimiento (a)), se forman orificios 78 de conexión en ella (procedimiento (b)) y, a continuación, se forman una primera capa 74 de electrodo (electrodo inferior) y una tercera capa 73 de electrodo (una parte del electrodo de conexión) sobre las dos caras del sustrato (procedimiento (c)), después de lo cual se forman los orificios 77 de recogida de corriente, en posiciones alejadas una determinada distancia de los orificios 78 de conexión (procedimiento (d)). La formación de la primera capa 74 de electrodo y la tercera capa 73 de electrodo en el procedimiento (c) anterior es realizada en un aparato de deposición de

película, descrito más adelante, en la presente memoria, con el sustrato 71 invertido y dividido en dos etapas, y la parte de los orificios 78 de conexión formada haciendo crecer las dos capas 74 y 73 de electrodo. Con estos medios, se obtiene una conexión eléctrica de las dos capas de electrodo.

5 A continuación, la capa 75 semiconductor, que se convierte en la capa de conversión fotoeléctrica, y la capa 76 de electrodo transparente, que es la segunda capa de electrodo, son formadas en orden sobre la primera capa 74 de electrodo (procedimiento (e) y procedimiento (f)) y, además, se forma una cuarta capa 79 de electrodo (capa de electrodo de conexión) sobre la tercera capa 73 de electrodo (procedimiento (g)). A continuación, se usa un haz láser para separar la película delgada en ambos lados del sustrato 71 y formar una estructura conectada en serie, tal como se muestra en la Fig. 3.

10 En los procedimientos de la Fig. 4, el procesamiento del sustrato es realizado al aire en los procedimientos (a), (b) y (d), pero los otros procedimientos son realizados en un aparato de deposición de película al vacío, descrito más adelante, en la presente memoria. De esta manera, en el caso de los procedimientos indicados anteriormente, después de procesar el sustrato al aire en los procedimientos (b) y (d), el sustrato es introducido en el contenedor al vacío del aparato de deposición de película al vacío. La formación de la primera capa 74 de electrodo y la tercera capa 73 de electrodo en el procedimiento (c) anterior es realizada con el sustrato 71 invertido y dividido en dos etapas, de manera que después de la inversión, el sustrato es expuesto, en primer lugar, al aire y, a continuación, es introducido de nuevo en el contenedor al vacío.

20 En relación al procedimiento de fabricación de la película delgada de las células solares de película delgada, tal como se ha explicado anteriormente, pueden usarse procedimientos rollo a rollo y enrollado por etapas. Ambos procedimientos comprenden medios de transporte de sustrato que usan una pluralidad de rodillos; en el primer procedimiento, la película es depositada, de manera continua, sobre el sustrato que se mueve, de manera continua, en el interior de cada una de las cámaras de deposición de película, y en el segundo procedimiento, la deposición de película sobre el sustrato detenido es realizada simultáneamente en cada una de las cámaras de deposición de película y, después del final de la deposición de la película, las partes de sustrato son alimentadas a las cámaras de deposición de la película siguientes.

25 Un aparato de deposición de película, de tipo enrollado por etapas, es superior en el sentido de que, debido a que puede prevenirse la interdifusión de gas entre las cámaras de deposición de película adyacentes, pueden obtenerse características de estabilidad para cada una de las películas delgadas; la configuración de un aparato semejante se describe, por ejemplo, en las patentes de referencia 3 y 4.

30 La Fig. 5 muestra un ejemplo de un aparato de deposición de película en vacío, de tipo deposición de película, de tipo enrollado por etapas, que tiene una pluralidad de cámaras de deposición de película en el interior de una cámara de vacío común. El aparato mostrado en la Fig. 5 comprende una cámara 90 de desbobinado para alimentar el sustrato flexible, una pluralidad de cámaras 80 de deposición de película, como espacios de procesamiento independientes, para formar la capa de electrodo de metal, una capa de conversión fotoeléctrica, la capa de electrodo transparente, etc., y una cámara 91 de bobinado para la recogida. Después de ser alimentadas desde la bobina 82 y antes de ser recogidas por la bobina 83, las películas son depositadas sobre el sustrato 92 en la pluralidad de las cámaras 80 de deposición de película. La cámara 81 común aloja la pluralidad de cámaras 80 de deposición de película en su interior.

35 En las cámaras de deposición de película, la deposición de película se realiza mediante un procedimiento de deposición química por vapor aumentada por plasma (en adelante, en la presente memoria, "procedimiento CVD-plasma") o similar. Por ejemplo, en un procedimiento de enrollado por etapas, en el que las películas son depositadas por un procedimiento CVD-plasma, se repiten operaciones que comprenden la apertura de la cámara de deposición de película, el movimiento del soporte de sustrato, el sellado de la cámara de deposición de película, la introducción de gas de materia prima, el control de la presión, la iniciación de descarga, la terminación de descarga, la suspensión de gas de materia prima, la evacuación de gas y la apertura de la cámara de deposición de película.

40 La Fig. 6 muestra un ejemplo de la estructura resumida de una cámara de deposición de película según se describe en la patente de referencia 4. En la Fig. 6, (a) y (b) muestran, respectivamente, diagramas resumidos de la sección transversal cuando la cámara de deposición de película está abierta y está sellada. Un alojamiento 121 de cámara de deposición de película inferior, con forma de caja, y un alojamiento 122 de cámara de deposición de película superior están posicionados opuestos debajo y sobre el sustrato 100 flexible, que es transportado, de manera intermitente, configurado de manera que cuando la cámara de deposición de película está sellada, la cámara de deposición de película inferior y la cámara de deposición de película superior forman un espacio de procesamiento independiente. En este ejemplo, la cámara de deposición de película inferior comprende un electrodo 131 de alto voltaje conectado a una fuente de alimentación 140, y la cámara de deposición de película superior comprende un electrodo 132 de masa incorporado en el interior de un calentador 133.

Tal como se muestra en (b) de la Fig. 6, durante la deposición de película el alojamiento 122 de cámara de deposición de película superior es bajado, y el electrodo 132 de masa presiona contra el sustrato 100 y hace que el electrodo 100 haga contacto con los miembros 141 de sellado montados en las caras del borde lateral de la abertura del alojamiento 121 de cámara de deposición de película inferior. De esta manera, se fuerza un espacio 143 de deposición de película, unido al tubo 142 de escape y sellado herméticamente, del alojamiento 121 de cámara de deposición de película inferior y el sustrato 100. En la cámara de deposición de película, descrita anteriormente, mediante la aplicación de un voltaje de alta frecuencia al electrodo 131 de alto voltaje, se genera plasma en el espacio 143 de deposición de película, y el gas de materia prima introducido desde un tubo de introducción, no mostrado, es descompuesto de manera que, por ejemplo, puede formarse una película de una capa de conversión fotoeléctrica sobre el sustrato 100.

Por otro lado, el procedimiento rollo a rollo es superior con respecto a la productividad, ya que el sustrato es desplazado, de manera continua, entre los rodillos provistos en la dirección horizontal o entre los rodillos provistos en la dirección vertical en diferentes niveles, y una pluralidad de tareas de deposición de película son realizadas de manera continua. Una configuración de aparato semejante, en la que el sustrato es desplazado, de manera continua, a un rodillo provisto en un nivel diferente en la dirección vertical, se describe, por ejemplo, en la patente de referencia 5.

La Fig. 7 muestra la configuración resumida de un aparato de deposición de película por pulverización catódica en una configuración de un aparato rollo a rollo en la que el sustrato es desplazado, de manera continua, entre los rodillos provistos en una dirección horizontal. Se omiten la cámara de reacción, como una cámara de vacío, el sistema de evacuación de vacío, el sistema de suministro de gas de pulverización catódica, etc.

El aparato de formación de electrodo mostrado en la Fig. 7 es también del tipo en el que el sustrato de película es transportado horizontalmente, y el rodillo 151 de alimentación del sustrato de película y el rodillo 152 de recogida están posicionados también horizontalmente. En el aparato mostrado en la Fig. 7, el sustrato 153 de película es transportado entre los calentadores 154, que sirven también como electrodos de masa y electrodos 155 de aplicación, que tienen dianas. El sustrato 153 de película es calentado, sin contacto, por los calentadores desde el lado de la superficie posterior, mientras se realiza la formación de electrodo mediante pulverización catódica.

En los aparatos de formación de electrodo mostrados en la Fig. 7, se muestra un ejemplo en el que se proporcionan una pluralidad de (tres) dianas; este es un ejemplo en el que una capa de electrodo es formada como una película estratificada con una pluralidad de capas, y cuando, por ejemplo, la formación emplea plata u otro metal único, sólo se necesita una diana.

Por medio del aparato mostrado en la Fig. 7, la formación de un electrodo sobre una superficie del sustrato de película es posible en una única operación de transporte de sustrato de película. Cuando se forma un electrodo en ambas superficies, después del final de la formación de electrodo sobre una superficie, el aparato es expuesto al aire, el sustrato de película es invertido y fijado, se realiza de nuevo una evacuación de vacío y, a continuación, después de desgasificar el sustrato de película, se realiza la formación de electrodo.

Sin embargo, cuando se transporta un sustrato de película semejante, debido a que la anchura del sustrato de película es considerable, debido a la aparición de flacidez, arrugas, etc., durante el transporte, se adopta un procedimiento en el que los ejes del rodillo de alimentación y del rodillo de recogida del sustrato de película se hacen verticales, y el sustrato de película es transportado en un estado vertical. En este caso, el sustrato de película es transportado entre calentadores que sirven también como electrodos de masa y electrodos de aplicación que tienen dianas, y se realiza la formación de electrodo.

En dichas cámaras de deposición de película para depositar capas de electrodo, en un estado de vacío inducido por medio de una bomba de vacío, y en un estado calentado a aproximadamente 300°C por los calentadores, se realiza la deposición de película (patente de referencia 6).

Patente de referencia 1: Solicitud de patente japonesa abierta No. H10-233517

Patente de referencia 2: Solicitud de patente japonesa abierta No. 2000-223727

Patente de referencia 3: Solicitud de patente japonesa Abierta No. H6-291349

Patente de referencia 4: Solicitud de patente japonesa abierta No. H8-250431

Patente de referencia 5: La publicación de patente japonesa examinada No. H7-38378

Patente de referencia 6: Solicitud de patente japonesa abierta No. 2000-301139

La cámara de deposición de película para formar esta capa de electrodo está dividida en una pluralidad de cámaras de deposición de película y el sustrato de película es transportado a una tensión y una velocidad constantes y es recogido por el rodillo de recogida por medio de un rodillo de alimentación y de un rodillo de presión provistos en la cámara de recogida. Debido a que la película es depositada sobre el sustrato de película a una alta temperatura de aproximadamente 300° C por medio de un calentador en la cámara de deposición de película de la etapa anterior, la temperatura del sustrato de película es siempre de aproximadamente 177° C, y cuando el sustrato de película es transportado por medio de un rodillo de alimentación y un rodillo de presión con la superficie del sustrato de película en este estado calentado, aparecen arrugas de transporte.

En particular, cuando un electrodo, que se convierte en el lado de la capa generadora de corriente (denominada también superficie posterior) es proporcionado sobre una superficie del sustrato de película, durante la fabricación de película para formar un electrodo sobre el lado opuesto (denominado también superficie de refuerzo), debido a que la tasa de radiación de la superficie del electrodo sobre la que se proporciona el electrodo es baja en comparación con la superficie de película, la histéresis de temperatura de la película durante la fabricación de la película de la superficie de refuerzo difiere sustancialmente en comparación con la fabricación de la película sobre la superficie posterior, y la temperatura de la película no es reducida fácilmente. Y en el estado de una película a alta temperatura, la tensión en la superficie del sustrato de película debida al rodillo de alimentación y al rodillo de presión hace que la distribución de la tensión en la dirección de la anchura no sea uniforme, de manera que exista el problema de aparición de arrugas de transporte.

El documento JP 2003 258280 A divulga un dispositivo para la fabricación de una batería solar de película delgada que está equipada con unos medios de reducción de fluctuación de temperatura de sustrato, para reducir una fluctuación ascendente o descendente en la temperatura de un sustrato de película calentado en un procedimiento de procesamiento aguas arriba, en una o más porciones de un procedimiento de transferencia de rollo entre una cámara de desbobinado de un sustrato de película y una cámara de bobinado.

El documento JP 2001/072291 A divulga un dispositivo de rodillo guía capaz de mejorar la calidad de un cuerpo de soporte, con forma de lámina, en el que se usan láminas de caucho sobre partes que se mantienen en contacto con ambas partes laterales del cuerpo de soporte, con forma de lámina.

En particular, en el transporte vertical en el que el transporte es realizado en una actitud en la dirección de la anchura del sustrato de película está dirigida en la dirección vertical, también existe una deformación debida el peso del propio sustrato de película, de manera que las arrugas de transporte se hacen todavía más grandes.

La presente invención tiene como objeto la resolución del problema indicado anteriormente, mediante la provisión de un aparato de fabricación de células solares de película delgada que previene la aparición de arrugas de transporte debido a los rodillos accionadores que transportan la película delgada, mientras permite una trabajabilidad mejorada.

#### EXPOSICIÓN DE LA INVENCION

Este objeto de la invención se consigue mediante el tema principal según la reivindicación independiente 1. La reivindicación dependiente se refiere a una realización preferente de la invención.

Con el fin de resolver los problemas indicados anteriormente, en un aparato de fabricación de células solares de capa delgada de la presente invención, un sustrato de película flexible, con forma de tira, enrollado alrededor de un rodillo de alimentación es suministrado a una cámara de deposición de película mantenida sustancialmente en un estado de vacío, se induce una descarga eléctrica a través de electrodos de masa posicionados opuestos entre sí y electrodos de aplicación que tienen un material dieléctrico en la cámara de deposición de película, se forma una película delgada de metal, que se convierte en un electrodo, sobre la superficie del sustrato de película mediante un calentamiento constante, y el sustrato de película con la película delgada de metal formada es recogido por un rodillo de recogida provisto en una cámara de recogida; en la cámara de recogida hay provistos un par de rodillos accionadores que transportan, a una tensión constante, el sustrato de película formado con una película delgada de metal, y capas de miembro elástico son formadas en ambas caras periféricas de la parte extremo de al menos uno de los rodillos accionadores, correspondiendo las caras periféricas de la parte extremo con ambas partes extremo en la dirección de la anchura del sustrato de película.

Además, en la presente invención, la distancia entre los miembros elásticos y la anchura de cada una de las capas de miembro elástico provistas en ambas caras periféricas de la parte extremo de al menos uno de los rodillos accionadores se establecen con el fin de soportar la parte exterior de una parte del sustrato de película sobre la que se ha formado la película delgada de metal.

Según la reivindicación 1, las capas de miembro elástico se forman en ambas caras periféricas de la parte extremo de un rodillo accionador, de manera que durante el transporte por medio del par de rodillos accionadores, el sustrato de película

es transportado con las capas de miembro elástico en contacto con ambas partes extremo del sustrato de película; y puede prevenirse la aparición de arrugas de transporte en el sustrato de película. Durante el transporte, las partes de presión-contacto del rodillo accionador del sustrato de película están limitadas a áreas específicas de ambas partes extremo de la película, de manera que la región de capa generadora de corriente no se raya y, además, puede prevenirse la aparición de arrugas de transporte.

**BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS**

La Fig. 1 es un diagrama de configuración que muestra el aparato de formación de capa de electrodo de película delgada de una realización de un aparato de fabricación de células solares de película delgada de la invención;

La Fig. 2 muestra la estructura de rodillo de presión en una realización de un aparato de fabricación de células solares de película delgada de la invención, en el que (a) es un diagrama conceptual que muestra la configuración de la sección transversal del rodillo de presión, y (b) es un diagrama conceptual que muestra las dimensiones y la posición de contacto del rodillo de presión y el sustrato de película;

La Fig. 2A es un diagrama conceptual que muestra un ejemplo modificado en relación con las dimensiones y la posición de contacto del rodillo de presión y el sustrato de película en la Fig. 2 (b);

La Fig. 3 es una vista en perspectiva que muestra, de manera conceptual, la configuración de una célula solar de película delgada de la técnica anterior;

La Fig. 4 muestra procedimientos simplificados de fabricación de células solares de película delgada de la técnica anterior, en la que (a) a (g) son diagramas conceptuales, en sección transversal, que muestran cada procedimiento;

La Fig. 5 es una vista conceptual, en sección transversal, que muestra la configuración de un aparato de deposición de película al vacío, del tipo deposición de película mediante enrollado por etapas, de la técnica anterior;

La Fig. 6 muestra un ejemplo de la estructura resumida de una cámara de deposición de película de la técnica anterior, en la que (a) y (b) son vistas resumidas, en sección transversal, cuando la cámara de deposición de película está abierta y sellada, respectivamente;

La Fig. 7 es un diagrama conceptual que muestra un aparato de deposición de película por pulverización catódica de la técnica anterior.

**EXPLICACIÓN DE LOS NÚMEROS DE REFERENCIA**

- 1: Sustrato de película
- 2: Rodillo de alimentación
- 3: Cámara de alimentación
- 4: Rodillo de recogida
- 5: Cámara de recogida
- 6: Cámara de deposición de película
- 7: Rodillo guía
- 8: Cámara intermedia
- 9, 10: Rodillo auxiliar para el accionamiento
- 11: Calentador
- 12: Electrodo de masa
- 13: Electrodo de alto voltaje
- 14: Rodillo de alimentación (rodillo accionador)
- 15: Rodillo de presión (rodillo accionador)
- 16: Rodillo accionador
- 18: Miembro giratorio
- 21: Capa de miembro elástico
- 22: Región generadora de corriente
- 23: Parte de película delgada de metal

**MEJOR MODO DE REALIZAR LA INVENCION**

A continuación, se explican, en detalle, las realizaciones mostradas, con referencia a los dibujos.

La Fig. 1 muestra, de manera conceptual, sólo las partes constituyentes básicas para la formación de la capa de electrodo de película delgada en un aparato de fabricación de células solares. La cámara de reacción, el sistema de suministro de gas para la pulverización catódica, el sistema de evacuación, los medios de transporte de sustrato de película, etc., se omiten en la explicación.

En la Fig. 1, el aparato de formación de capa de electrodo de película delgada emplea el procedimiento denominado rollo a rollo, que comprende una cámara 3 de alimentación en la que hay alojado un rodillo 2 de alimentación, alrededor del cual está enrollado, en forma de rollo, el sustrato 1 de película delgada, flexible, con forma de tira, una cámara 5 de

recogida en la que hay alojado un rodillo 4 de recogida que recoge el sustrato 1 de película sobre el cual se ha formado la película delgada de metal que se convierte en la capa de electrodo; una pluralidad de cámaras 6 de deposición de película, dispuestas en una fila entre las cámaras 3 de alimentación y la cámara 5 de recogida, que forman una película delgada de metal sobre el sustrato 1 de película; y, una cámara 8 intermedia, posicionada sustancialmente en la posición intermedia entre la pluralidad de cámaras 6 de deposición de película, en la que hay provisto un rodillo 7 guía, que transporta el sustrato 1 de película.

El rodillo 2 de alimentación y el rodillo 4 de recogida están posicionados en la dirección vertical, y transportan el sustrato 1 de película, en un estado erecto, a través de la pluralidad de cámaras 6 de deposición de película y la cámara 8 intermedia, de manera que hay aberturas formadas en cada una de las cámaras 6 de deposición de película, para permitir el paso del sustrato 1 de película. Un mecanismo de accionamiento (no mostrado), que realiza la alimentación y la recogida del sustrato 1 de película a una velocidad constante, ha sido incorporado en el interior de la cámara 3 de alimentación y la cámara 5 de recogida. Los mecanismos accionadores, por ejemplo, incorporan un motor y un acelerador en la cámara 5 de recogida, de manera que el accionamiento puede ser realizado haciendo que el rodillo 4 de recogida gire a velocidad constante. Un mecanismo, que aplica una fuerza de frenado constante, de manera que se tira del sustrato 1 de película en un estado en el que se mantiene una tensión constante, puede estar comprendido en la cámara 3 de alimentación. Una pluralidad de rodillos auxiliares, para accionar 9, 10, están provistos en la cámara 3 de alimentación y la cámara 5 de recogida, respectivamente, y son controlados de manera que el transporte del sustrato 1 de película es mantenido en el estado óptimo. El control de la cámara 3 de alimentación y la cámara 5 de recogida es realizado por medio de un mecanismo de control, no mostrado, de manera se mantiene una velocidad constante.

Un aparato de vacío, no mostrado, está conectado a la pluralidad de cámaras 6 de deposición de película y a la cámara 8 intermedia, y evacua el vacío, para mantener un vacío constante, que es al menos igual o inferior a la presión atmosférica. En cada una de entre la pluralidad de cámaras 6 de deposición de película hay posicionados, por un lado, un electrodo 12 de masa que incorpora un calentador 11 y, por otro lado, un electrodo 13 de alto voltaje conectado a una fuente de alimentación v de CC, para incluir el sustrato 1 de película transportado. Los calentadores 11 calientan constantemente el sustrato 1 de película a una temperatura de aproximadamente 300°C. La fuente de alimentación V de CC está conectada a los electrodos 12 de masa y a los electrodos 13 de alto voltaje en cada una de las cámaras 6 de deposición de película, y aplica un alto voltaje a través de los electrodos 12 de masa y los electrodos 13 de alto voltaje.

Como electrodos 13 de alto voltaje, se usan metales, tales como, por ejemplo, plata, aluminio, óxido de zinc, etc., denominados diana; una descarga con los electrodos 12 de masa es acompañada por la generación de iones metálicos y, por medio de un procedimiento de evaporación al vacío, denominado pulverización catódica, se forma una película delgada de metal, que se convierte en un electrodo, sobre la superficie del sustrato 1 de película.

La cámara 8 intermedia está posicionada a mitad de camino entre la pluralidad de cámaras 6 de deposición de película, y el rodillo 7 guía para transportar, de manera estable, el sustrato 1 de película está posicionado a una distancia L constante desde la salida de la cámara 6 de deposición de película precedente. El rodillo 7 guía comprende una pluralidad de rodillos 7a, 7b, 7c, 7d, (cuatro en el ejemplo mostrado), y transporta el sustrato 1 de película en un estado de tensión mantenida. El rodillo 7b aplica una tensión constante al sustrato 1 de película.

El rodillo auxiliar para accionar 9, provisto en la cámara 3 de alimentación, mantiene una tensión constante, de manera que no hay holgura en el sustrato 1 de película; en este caso, el sustrato 1 de película pasa entre el par de rodillos 9<sub>1</sub> y 9<sub>2</sub>, de manera que se previene la ocurrencia de holguras.

Además, en la cámara 5 de recogida hay provistos una pluralidad de rodillos auxiliares para accionar 10; rodillos 16 accionadores, que comprenden un rodillo 14 de alimentación, que mantiene una tensión constante y transporta el sustrato 1 de película y un rodillo 15 de presión; y un rodillo 17 guía, similar al rodillo 7 guía. El rodillo 14 de alimentación es accionado giratoriamente por un motor u otros medios accionadores, no mostrados, y con el rodillo 15 de presión en contacto de presión, transporta el sustrato 1 de película para mantener una tensión constante.

La Fig. 2 es un diagrama conceptual que muestra la estructura del rodillo de presión de un aparato de fabricación de células solares de película delgada de la presente invención, en la que (a) muestra la configuración de la sección transversal del rodillo 15 de presión, y (b) muestra las dimensiones y la posición de contacto del rodillo 15 de presión y el sustrato 1 de película. En (b) de la Fig. 2, el sustrato 1 de película tiene una película 23 de lámina de metal formada sobre la superficie por el aparato de formación de capa de electrodo de película delgada mostrado en la Fig. 1 y, entonces, tiene una región 22 generadora de corriente, en la que se forma, por medio de un aparato de CVD-plasma, no mostrado, una capa de conversión fotoeléctrica que comprende una capa semiconductor.

Tal como se muestra en (a) de la Fig. 2, el rodillo 15 de presión comprende un miembro 18 giratorio, con forma de cilindro, un eje 19 que penetra en el miembro 18 giratorio a lo largo de la línea axial, y cojinetes 20 provistos entre el eje 19

y ambas caras periféricas interiores de la parte extremo del miembro 18 giratorio; en ambas caras periféricas exteriores de la parte extremo del miembro 18 giratorio hay provistas capas 21 de miembro elástico, con una anchura constante. Las capas 21 de miembro elástico se forman a partir de un material, tal como caucho que tiene elasticidad, y la longitud  $M_1$  a las capas 21 de miembro elástico en ambos lados se forma para que sea mayor que la anchura  $N_1$  de la región 22 generadora de corriente, que se convierte en el electrodo del sustrato 1 de película ( $M_1 \geq N_1$ ), tal como se muestra en (a) y (b) de la Fig. 2. Además, la longitud  $M_2$  a la parte extremo de las capas 2 de miembro elástico en ambos lados es establecida a  $\geq$  que la anchura  $N_2$  del sustrato 1 de película. Por lo tanto,  $M_1$  es menor que  $N_2$ , y  $M_1$  es mayor que  $N_1$ , con los valores establecidos de manera que  $N_1 \leq M_1 \leq N_2$ . La anchura  $(M_2 - M_1)/2$  del miembro 21 elástico es establecida para ser mayor que la anchura  $(N_2 - N_1)/2$  de la parte 23 de película delgada de metal, sobre la que no se ha formado la región 22 generadora de corriente del sustrato 1 de película.

Según la realización indicada anteriormente, en primer lugar, el aparato de vacío es operado y la pluralidad de las cámaras 6 de deposición de película y la cámara 8 intermedia son mantenidos en un estado de vacío. Las cámaras 6 de deposición de película son calentadas a una temperatura predeterminada de aproximadamente 300°C por medio de los electrodos 12 de masa que incorporan calentadores 11, y se mantiene el estado de vacío de alta temperatura. Y, mediante la operación del aparato accionador, se hace que el rodillo 2 de alimentación y el rodillo 4 de recogida giren para transportar el sustrato 1 de película a la velocidad de transporte de película de aproximadamente 1 m/min. El sustrato 1 de película es sacado del rodillo 2 de alimentación, pasa a través de la pluralidad de cámaras 6 de deposición de película y la cámara 8 intermedia, y es recogido por el rodillo 4 de recogida. El sustrato 1 de película, que pasa a través de la pluralidad de cámaras 6 de deposición de película, pasa entre los electrodos 12 de masa y los electrodos 13 de alto voltaje, en un estado erecto, y se realiza una deposición al vacío sobre una superficie del sustrato 1 de película, a través de una descarga a través de los electrodos 12 de masa y los electrodos 13 de alto voltaje, para formar una película delgada de metal.

El sustrato 1 de película, sobre el que se ha formado la película delgada de metal en las cámaras 6 de deposición de película, es soportado por los rodillos 16 accionadores, que comprenden el rodillo 14 de alimentación y el rodillo 15 de presión, para mantener una tensión constante, y es transportado a la cámara 5 de recogida y es recogido por el rodillo 4 de recogida. En este momento, por medio de las capas 21 de miembro elástico en ambos lados, el rodillo 15 de presión hace un contacto de presión con la parte 23 de película delgada de metal, sobre la que no se ha formado la región 22 conductora de corriente, contra el rodillo 14 de alimentación para transportar el sustrato 1 de película, de manera que no hay preocupación de que la parte rodillo del rodillo 15 de presión pueda contactar directamente con la región 22 generadora de corriente. Por lo tanto, no hay preocupación de que aparezcan arrugas de transporte en el sustrato 1 de película.

En particular, incluso durante la fabricación de película sobre la superficie opuesta (superficie de refuerzo) del sustrato 1 de película sobre una superficie (la superficie posterior) en la que ya se ha formado una película delgada de metal, no hay preocupación de que el rodillo 15 de presión contacte directamente con la región 22 generadora de corriente, de manera que puede prevenirse la aparición de arrugas de transporte. De esta manera, el sustrato 1 de película sobre el que se ha formado la película delgada de metal puede proseguir al siguiente procedimiento de formación de la capa semiconductor.

Según la realización indicada anteriormente, por medio de las capas 21 de elemento elástico en ambos lados del rodillo 15 de presión, la parte 23 delgada de metal sobre la que no se ha formado la región 22 generadora de corriente, está en contacto de presión con el rodillo 14 de alimentación y el sustrato 1 de película es transportado, de manera que no hay preocupación de que el rodillo 15 de presión esté en contacto directo con la región 22 generadora de corriente, y la distribución de la tensión en la dirección de la anchura no se hace no uniforme, de manera que no hay preocupación de que puedan causarse arrugas de transporte en el sustrato 1 de película.

La presente invención no está limitada a la realización indicada anteriormente, y por ejemplo, en la Fig. 2, si se hace que la anchura  $(M_2 - M_1)/2$  de las capas 21 de miembro elástico mostradas en la Fig. 2A esté incluida en el intervalo de la anchura  $(N_2 - N_1)/2$  de la parte 23 de película delgada de metal del sustrato 1 de película sobre la que no se ha formado la región 22 generadora de corriente, entonces se obtienen resultados ventajosos adicionales en la prevención de arrugas. Además de los rodillos 16 accionadores provistos en la cámara 5 de recogida que comprende el rodillo 14 de alimentación y el rodillo 15 de presión, la presente invención se ha aplicado al rodillo 15 de presión, pero también es posible su aplicación a otras partes de rodillo.

Además, en la realización indicada anteriormente, se aplicó a un aparato de formación de capa de electrodo de película delgada que forma una película delgada de metal sobre una superficie; pero también es posible su aplicación a un aparato de formación de capa de electrodo de película delgada que forma películas delgadas de metal sobre ambas superficies. Además, también es posible su aplicación a un aparato de formación de capa de electrodo de película delgada que transporta el sustrato 1 de película en un estado horizontal. Y también es posible su aplicación a un aparato

de formación de capa de conversión fotoeléctrica que forma una capa semiconductor sobre un sustrato de película sobre el que se ha formado una película delgada de metal y, además, son posibles también, por supuesto, diversas modificaciones pertinentes, sin desviarse de la invención.

## REIVINDICACIONES

- 5 1. Aparato de fabricación de células solares de película delgada, en el que un sustrato (1) de película flexible, con forma de tira, enrollado alrededor de un rodillo (2) de alimentación, es suministrado a una cámara (6) de deposición de película mantenida sustancialmente en un estado de vacío, se induce una descarga eléctrica a través de los electrodos (12) de masa, posicionados para oponerse entre sí, y electrodos de aplicación que tienen un material diana en la cámara (6) de deposición de película, se forma una película (23) delgada de metal, de anchura N2, que se convierte en un electrodo, sobre la superficie del sustrato (1) de película mediante un calentamiento constante y, después, se forma una región (22) generadora de corriente, de anchura N1, sobre la superficie de la película (23) delgada de metal, en la que  $N1 < N2$  y el sustrato (1) de película formado con la película delgada de metal es recogido por un rodillo de recogida provisto en una cámara (5) de recogida, estando el aparato **caracterizado porque**
- 10 en la cámara (5) de recogida hay provistos un par de rodillos (16) accionadores que transportan, a una tensión constante, el sustrato (1) de película formado con una película (23) delgada de metal, y las capas (21) de miembro elástico se forman sobre ambas caras periféricas de la parte extremo de al menos uno de los rodillos (16) accionadores, correspondiendo las caras periféricas de la parte extremo a ambas partes extremo en la dirección de la anchura del sustrato (1) de película, en el que una distancia M1 entre los miembros (21) elásticos es mayor que la anchura N1 y menor que la anchura N2, para soportar una parte del sustrato (1) de película sobre la que no se ha formado la región generadora de corriente.
- 15 20
- 25 2. Aparato de fabricación de células solares de película delgada según la reivindicación 1, **caracterizado porque** una anchura  $(M2-M1)/2$  de las capas (21) de miembro elástico provistas en ambas caras periféricas de la parte extremo de al menos uno de los rodillos (16) accionadores es establecida para ser menor que la anchura  $(N2-N1)/2$  de la parte de película delgada de metal sobre la que no se ha formado la región (22) generadora de corriente.

FIG. 1

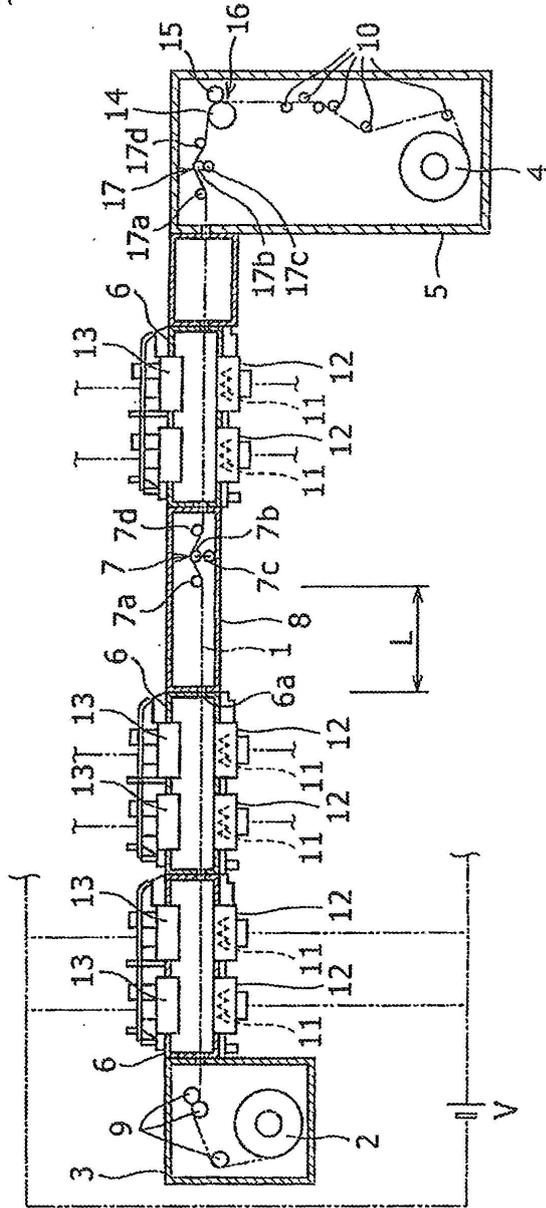


FIG. 2

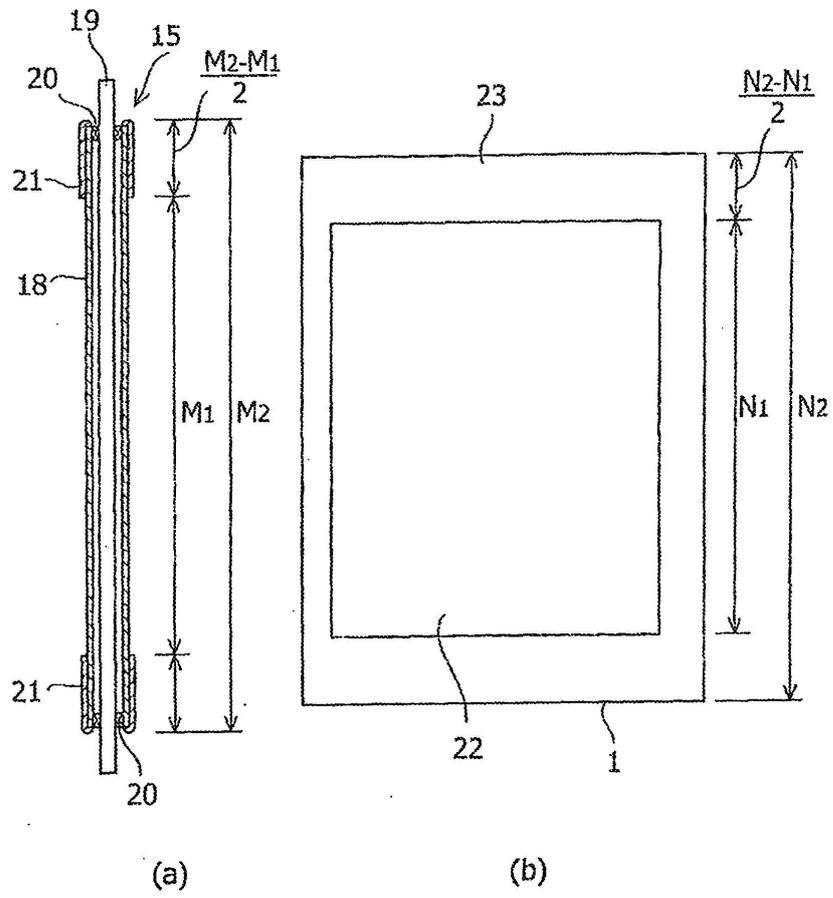


FIG. 2A

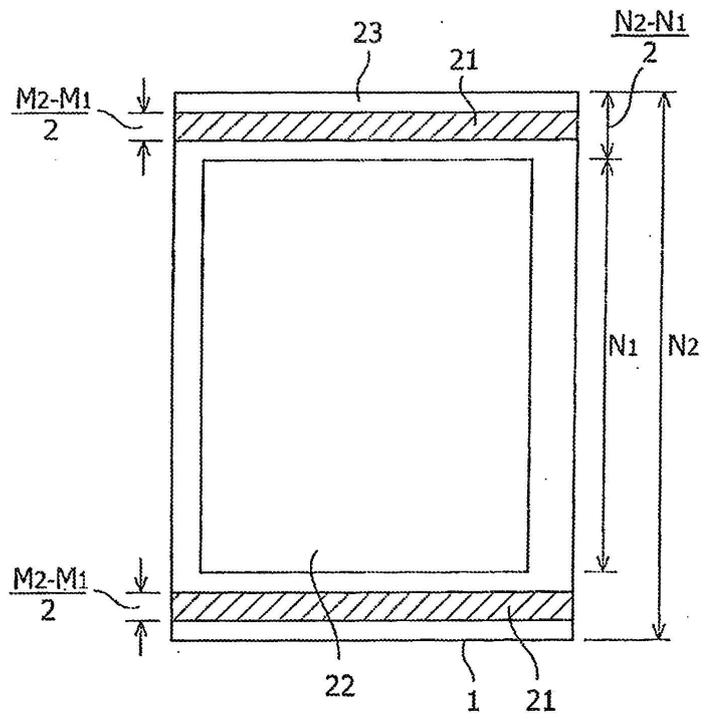


FIG. 3

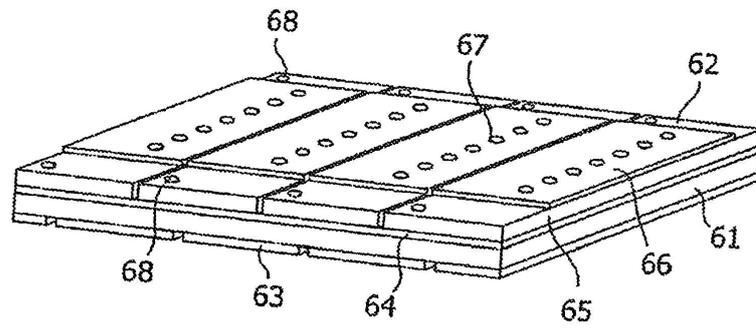


Fig.4

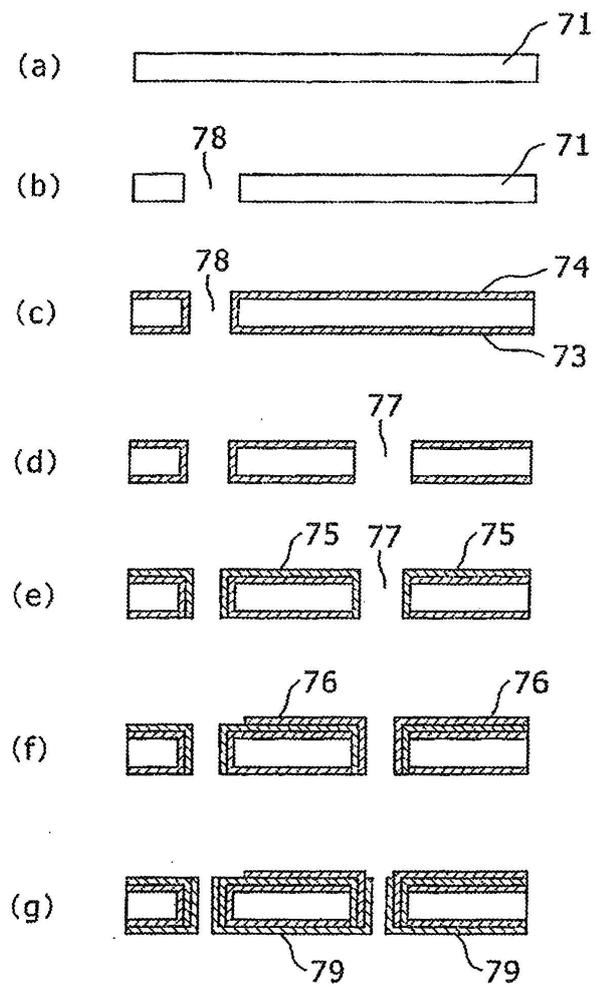


FIG. 5

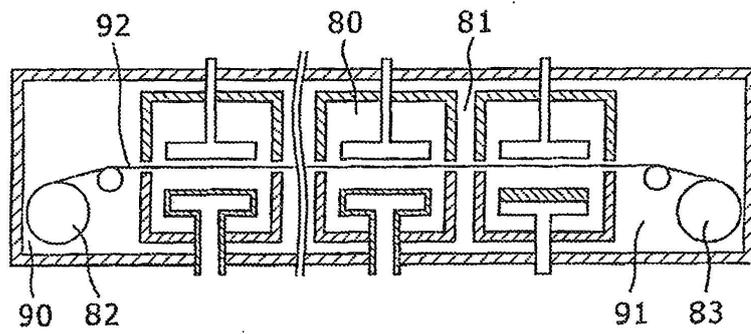


FIG.6

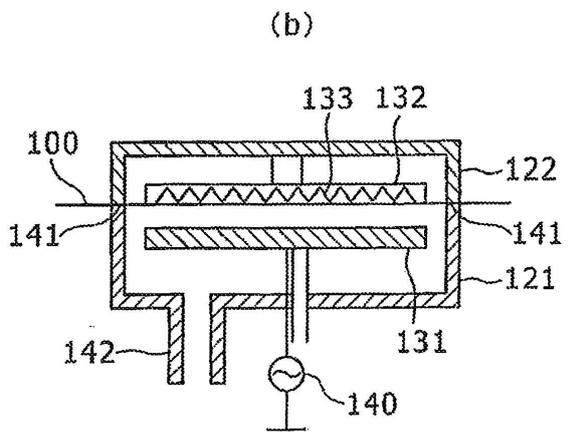
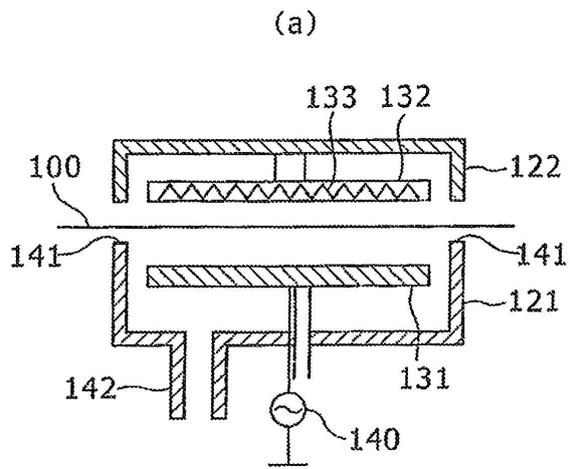


FIG. 7

