

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 554 504**

51 Int. Cl.:

H01L 31/042

(2014.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **08.11.2002** **E 02806885 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **30.09.2015** **EP 1480277**

54 Título: **Módulo de célula solar y procedimiento de fabricación del mismo**

30 Prioridad:

28.02.2002 JP 2002053882

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

21.12.2015

73 Titular/es:

SHIN-ETSU CHEMICAL CO., LTD. (100.0%)
6-1, Ohtemachi 2-chome Chiyoda-ku
Tokyo 100-0004, JP

72 Inventor/es:

ABE, TAKAO y
OHTSUKA, HIROYUKI

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 554 504 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

Módulo de célula solar y procedimiento de fabricación del mismo

Antecedentes de la invención**Campo de la invención**

- 5 La presente invención se refiere a un módulo de batería solar configurado disponiendo una pluralidad de células de batería solar producidas utilizando sustratos de monocristal semiconductor, y un procedimiento de fabricación del mismo.

Descripción de la técnica relacionada

- 10 Las células de batería solar que utilizan obleas de monocristal semiconductor son el fundamento de la batería solar actualmente diseminada, debido a que tienen una eficiencia de conversión de energía más alta en comparación con la de las células que utilizan obleas de policristal o amorfas, y también porque las obleas de monocristal semiconductor son relativamente baratas.

- 15 Las obleas de monocristal, son obtenidas típicamente cortando un monocristal semiconductor fabricado por el procedimiento Czochralski (simplemente denominado procedimiento CZ, en lo sucesivo) o por el procedimiento de área flotante (simplemente denominado procedimiento FZ, en lo sucesivo), tienen generalmente una forma de disco. Suponiendo ahora que una relación entre el área ocupada por las células de batería solar y el área total del módulo como la relación de módulo - empaquetado, un alto nivel de la relación de módulo - empaquetado no se puede lograr simplemente disponiendo en dos dimensiones las células solares en forma de disco mientras se mantiene su forma de oblea, o en sus forma de disco intactas.

- 20 Con el fin de mejorar una eficiencia sustancial de conversión de energía sobre la base del área del módulo, es necesario elevar la relación de módulo - empaquetado. Un procedimiento general y bien conocido de aumentar la relación de módulo - empaquetado es tal como procesar las baterías de células solares en una forma cuadrada. Sin embargo, el procedimiento es desventajoso puesto que el corte de una oblea de monocristal semiconductor en forma de disco con el fin de obtener una célula de forma cuadrada produce como resultado pérdidas de cristal.

- 25 Para resolver estos problemas en la relación de módulo - empaquetado y pérdida de cristal, se ha hecho una propuesta para producir células de batería solar hexagonales (véase la patente de Estados Unidos número 4.089.705). Este procedimiento podría reducir la pérdida de cristal, en comparación con el caso que se ha mencionado más arriba de las células de forma cuadrada, pero todavía no está exento de producir pérdidas de cristal, y plantea, además, los problemas de que el procesamiento hexagonal es laborioso, y que la forma hexagonal impide que los aparatos automatizados que se usan generalmente para el proceso de dispositivo de LSI sean adoptados directamente.

La patente de Estados Unidos número 4.313.023 y la publicación japonesa número JP 11298023 desvelan módulos de células solares en los que una pluralidad de células solares de la misma forma están dispuestas linealmente.

- 35 Por lo tanto, un objeto de esta invención es proporcionar módulos de células solares y un procedimiento de fabricación de los mismos, que pueda evitar pérdidas de obleas de monocristal que van a ser utilizadas, adoptar aparatos generalmente usados para el proceso de un dispositivo de LSI, y elevar la relación de módulo - empaquetado en comparación con el caso en el que las células en forma de disco están dispuestas sin modificación.

Revelación de la invención

- 40 Como una solución al objeto que se ha mencionado más arriba, un procedimiento de fabricación de módulos de batería solar comprende las etapas de producir por división dos o más tipos de segmentos que difieren en forma unos de los otros en cada uno de los sustratos de batería solar con forma de disco, recoger, respectivamente, los mismos tipos de segmentos, y disponer los segmentos en dos dimensiones, por tipos, para obtener de esta manera módulos de batería solar respectivos, en los que los segmentos son producidos sometiendo obleas de monocristal semiconductor, como sustratos de batería solar, en el estado en el que tienen forma de disco al proceso de formación de células para formar células de batería solar, respectivamente, en las áreas planificadas para ser incluidas más adelante en los segmentos, y dividir las obleas después de la finalización del proceso de formación de células, y en el que el procedimiento de fabricación de módulos de batería solar comprende, además, las etapas de ajustar como líneas de corte planificadas, solamente un par de líneas paralelas (que se denominan, en lo sucesivo, líneas de corte planificadas paralelas) dispuestas simétricamente con relación al centro de la oblea sobre una superficie principal de las obleas de monocristal semiconductor; someter las obleas de monocristal semiconductor al proceso de formación de células, respectivamente, para una primera área de formación de segmentos que incluye el centro de la oblea y para las segundas áreas de formación de segmentos en forma de arco, que son las áreas residuales, además de la primera área de formación de segmentos, para formar de este manera las células de batería solar; y

cortar la célula de batería solar a lo largo de las líneas de corte planificadas en la dirección del grosor de la misma, en la que el único par de líneas de corte planificadas paralelas se encuentra en la primera superficie principal de la oblea de monocristal semiconductor, en el que los segmentos que tienen una forma de disco permanecen después de cortar la célula de batería solar en forma de disco a lo largo de sólo un par de líneas de corte planificadas paralelas dispuestas simétricamente con respecto al centro (O) de la superficie principal de la célula de batería solar, con el fin de retirar sólo un par de segmentos en forma de arco desde las porciones periferia exteriores que están dispuestos en forma paralela y escalonada de manera que los bordes de corte paralelos de los mismos son adyacentes unos a los otros

Más específicamente, todas las porciones de cada sustrato de batería solar pueden ser producidas por división con el fin de hacer que pertenezcan a uno cualquiera de los tipos de segmentos. En otras palabras, las obleas de monocristal semiconductor antes del proceso de formación de células pueden ser consumidas por completo sin producir porciones residuales, y no producen pérdidas de cristal (excluyendo una porción que se consume como un ancho de corte durante la segmentación utilizando una cuchilla de corte o similar).

Cualquier procesamiento para la formación de las células de batería solar (proceso de formación de células) por supuesto puede ser llevado a cabo después de que las obleas de monocristal semiconductor se dividan, pero está dirigido más preferiblemente al monocristal semiconductor antes de ser dividido.

Sin embargo, de acuerdo con la invención, el proceso de formación de células se lleva a cabo, respectivamente, en las áreas planificadas para ser incluidas más tarde en los segmentos, y las obleas se dividen después de la finalización del proceso de formación de células. Este proceso necesita un patrón separado para la formación de células para cada área planificada que va a ser dividida, pero el proceso de formación de células *per se* puede realizarse en toda el área de la oblea a la vez, de manera que los módulos de batería solar se pueden fabricar mediante la aplicación de aparatos similares a los convencionales sin ninguna modificación. En este caso, las obleas de monocristal semiconductor que van a ser sometidas al proceso de formación de células son preferiblemente tales como las que están achaflanadas en la circunferencia exterior de las mismas, de manera similar a las obleas utilizadas para el proceso de dispositivo de LSI. Esto hace que sea posible reducir la fracción defectuosa tales como aquellas con agrietamiento, astillado y así sucesivamente en el proceso de formación de células, en comparación con las obleas convencionales típicamente cuadradas sometidas al proceso de formación de células que no son achaflanadas.

De acuerdo con la invención, el procedimiento de obtención de los segmentos producidos por división a partir del sustrato de la batería solar en forma de disco comprende establecer, como líneas de corte planificadas, solamente un par de líneas paralelas (que son denominadas como líneas de corte planificadas paralelas en la presente memoria descriptiva y en lo que sigue) dispuestas simétricamente con respecto al centro de la oblea sobre una superficie principal de las obleas de monocristal semiconductor; someter las obleas de monocristal semiconductor al proceso de formación de células, respectivamente, para una primera área de formación de segmentos incluyendo el centro de la oblea y para las segundas áreas de formación de segmentos con forma de arco, que son el área residual, además de la primera área de formación de segmentos, para formar de esta manera las células de batería solar; y cortar la célula de batería solar a lo largo de las líneas de corte planificadas en la dirección relativa al grosor de la misma. Los primeros segmentos, que son los segmentos principales que tienen un área más grande, por supuesto son utilizados para la fabricación del módulo de batería solar, pero una característica más esencial de esta invención reside en que también los segundos segmentos, que han sido comprendidos meramente como un fragmento que tiene un área más pequeña, y simplemente se han pensado que no tienen ningún uso distinto del de ser desechados (o más bien, no tienen intrínsecamente ningún interés después de que los primeros segmentos hayan sido recogidos). El corte de la oblea en las posiciones de corte paralelas espaciadas en una distancia predeterminada es ventajoso también puesto que no hay necesidad de utilizar ningún aparato ni programas especiales, y porque cualquier aparato automatizado utilizado para el proceso de dispositivo convencional puede ser adoptado sin modificación.

Cuando la célula de batería solar es dividida en el primer segmento y en el segundo segmento, el área demasiado pequeña de los segundos segmentos resulta en un número extremadamente grande de segmentos para componer un único módulo de batería solar, y por consiguiente en un mayor número de etapas de proceso y costes. Por tanto, es preferible limitar el tamaño de los segundos segmentos en un rango relativo apropiado para el tamaño de la célula de batería solar en forma de disco que va ser utilizada, que es típicamente del 10% al 30% del tamaño del primer segmento.

En vista de la reducción del número de etapas del proceso, sólo un par de líneas de corte planificadas paralelas se establece en la primera superficie principal de la oblea de monocristal semiconductor. En este caso, es conveniente, como se muestra en la figura 4, determinar la distancia entre cada una de las líneas de corte paralelo y el centro de la oblea como $R/2$, en el que R es el radio de la primera superficie principal con forma de disco, puesto que esto hace que sea posible hacer que el área total de dos segundos segmentos sea más próxima al área del primer segmento, para manejar los segundos segmentos que van a ser conectados en paralelo como un par que tiene diferentes constantes de células equivalentes a las del primer segmento, y para manejar el primer segmento y el segundo segmento con una base de diseño común.

Por medio del uso de los primeros segmentos obtenidos por el procedimiento de fabricación que se ha mencionado más arriba, el módulo de batería solar de la presente invención es como se establece en la reivindicación 9 y se puede realizar de la manera que sigue. Más específicamente, el módulo de batería solar está configurado teniendo segmentos de batería solar dispuestos en forma paralela y escalonada, teniendo cada uno de los segmentos una forma que permanece después de cortar la célula de batería solar con forma de disco a lo largo de sólo un par de líneas de corte planificadas paralelas fijadas simétricamente con respecto al centro de la superficie principal de la célula de batería solar, con el fin de retirar sólo un par de segmentos con forma de arco de las porciones de la periferia exterior, y los segmentos están dispuestos de manera que los bordes de corte paralelos de los mismos sean adyacentes unos a los otros.

En el módulo de batería solar de la invención, el primer segmento que va a ser utilizado tiene los bordes de corte paralelos, y la disposición en la que los bordes son adyacentes el uno al otro hace que sea posible disponer los primeros segmentos adyacentes a lo largo de una distancia relativamente larga. Esto tiene éxito en el logro de una relación de módulo - empaquetado mucho más grande en comparación con el caso en el que las células de batería solar con forma de disco están dispuestas en su forma intacta. Esta realización también es ventajosa puesto que el proceso de corte, que es para producir solamente un único par de bordes de corte paralelos, es más simple que en el caso en el que se deben producir segmentos hexagonales o cuadrados.

En la búsqueda de una relación ideal de módulo - empaquetado, los primeros segmentos son todavía causante de la pérdida de la relación de módulo - empaquetado debido a un par de porciones circunferenciales con forma de arco que mantienen su forma. En vista de la optimización de la relación de módulo - empaquetado, los primeros segmentos están dispuestos de manera que las porciones circunferenciales con forma de arco de los mismos están escalonadas, mientras que la disposición de los segmentos de una forma idéntica en un panel de módulos rectangulares o cuadrados plantea otro problema de producir periódicamente un gran espacio muerto en la disposición de segmentos a lo largo del borde del panel.

Es ahora evidente que el corte de la célula de batería solar con forma de disco a lo largo de las líneas de corte planificadas paralelas que se ha mencionados más arriba produce dos segundos segmentos congruentes con forma de arco en ambos lados del primer segmento. Un módulo de batería solar se puede fabricar con una pluralidad de pares de segmentos dispuestos en forma escalonada, estando compuesto cada uno de los pares de segmentos por segmentos con forma de arco que tienen una forma plana congruente unas con las otras y que están opuestos por los bordes en forma de cuerda de los mismos, y de una manera tal que los bordes con forma de cuerda son paralelos unos a los otros.

Un módulo de batería solar de este tipo se puede fabricar mediante el uso de porciones del sustrato de monocristal que no se utilizan en el primer modo de realización que se ha mencionado más arriba, es decir, mediante el uso de los segundos segmentos. En otras palabras, los segundos segmentos obtenidos cortando las células de batería solar están emparejados con el fin de que ambos bordes de corte sean opuestos, y una pluralidad de pares de segmentos obtenidos de esta forma están dispuestos en una manera escalonada.

En cualquiera de las configuraciones que se han descrito más arriba, los segundos segmentos con forma de arco son equivalentes unos a los otros tanto en el área como en la forma, y por lo tanto pueden funcionar como baterías solares que tienen una resistencia interior casi igual. Esto hace que sea posible hacer coincidir fácilmente la corriente de producción entre las baterías solares para ser conectados en serie para la fabricación del módulo, y por lo tanto fabricar los módulos de batería solar que tienen una eficiencia deseable. La formación de los primeros segmentos en cuadrado es ventajosa también puesto que los segundos segmentos con forma de arco equivalentes se producen en dos pares a la vez.

Si el módulo compuesto sólo por los primeros segmentos y el módulo compuesto sólo por los segundos segmentos se utilizan en combinación para la generación de energía solar, es posible mejorar una relación media de módulo - empaquetado en comparación con la del módulo que tiene sólo las células de batería solar en forma de disco que tienen un área igual dispuesta allí en base al empaquetado más apretado. Esto se traduce en un efecto sustancialmente equivalente a que la eficiencia de conversión de energía del elemento se mejora. Suponiendo ahora que sólo se establece un par de líneas de corte planificadas paralelas, y que la distancia entre cada una de las líneas de corte planificadas paralelas y el centro de la oblea se establece en $R/2$, el cálculo de un promedio de las relaciones de módulo - empaquetado del módulo que se ha descrito más arriba de la primera realización y del módulo de la segunda realización obtenido a partir de un solo tipo de células en forma de disco revela que la relación de módulo - empaquetado se mejora en aproximadamente un 4% a 5% en comparación con la del módulo que tiene células en forma de disco de un área idéntica dispuestas en el mismo en base a un empaquetado más apretado (esto se detallará más adelante).

En la presente invención, el corte de la oblea de monocristal semiconductor para la producción de los segmentos se lleva a cabo preferiblemente utilizando un dispositivo de picado (hoja de diamante o de corte por láser), que se utiliza generalmente en los procesos de fabricación de LSI. En el proceso de formación de la batería solar convencional, una célula cuadrada, por ejemplo, ha sido cortada utilizando un borde de corte periférico, pero esto ha dado lugar

solamente a una precisión insuficiente en el corte (aproximadamente $\pm 0,5$ mm), y falla en la obtención de un módulo que tenga una disposición densa de células. Por el contrario, el uso del dispositivo de picado capaz de asegurar una precisión de corte de varios micrómetros a varias decenas de micrómetros hace que sea posible no solamente fabricar un módulo que tenga una disposición celular densa con una separación de celdas de 1 mm o inferior, o más 500 micrómetros o inferior, sino también facilitar la operación de disposición automatizada de las células.

Breve descripción de los dibujos

La figura 1 es un diagrama de flujo que muestra las etapas del proceso de fabricación ejemplar del módulo de batería solar de esta invención;

la figura 2 es una vista esquemática que muestra una estructura en sección ejemplar de una batería solar en base a monocristal de silicio;

la figura 3 es una vista en perspectiva que muestra una manera ejemplar de la formación de electrodos en el área receptora de luz de la batería solar en base a monocristal de silicio;

la figura 4 es un dibujo esquemático para explicar un procedimiento de cortar el primer segmento y los segundos segmentos de una única oblea de monocristal de silicio;

la figura 5A es una vista esquemática en planta que muestra una porción esencial de un módulo de batería solar fabricado disponiendo solamente los primeros segmentos;

la figura 5B es una vista de conjunto del módulo que se muestra en la figura 5A;

la figura 6A es un dibujo para explicar la dimensión de los segundos segmentos;

la figura 6B es una vista esquemática en planta que muestra un módulo de batería solar fabricado mediante la disposición de solamente los segundos segmentos;

la figura 7 es un dibujo conceptual de una estructura texturada;

la figura 8 es un dibujo que muestra esquemáticamente una estructura en sección de un segmento de batería solar que tiene la estructura OEEO;

Mejores modos de realizar la invención

Los siguientes párrafos describirán los mejores modos de realizar la presente invención haciendo referencia a los dibujos adjuntos.

La figura 1 es un diagrama de flujo que muestra las etapas ejemplares del proceso de fabricación de los módulos de batería solar de esta invención. Las etapas del proceso de fabricación de los módulos de batería solar se clasifican a grandes rasgos en una etapa de fabricación de obleas de monocristal que sirven como sustratos, y una etapa de fabricación de las células de batería solar (segmentos).

La etapa de fabricación de obleas de monocristal que sirven como sustratos se describirá a continuación. Las obleas de monocristal semiconductor para la producción de baterías solares son generalmente obleas de monocristal de silicio. Las obleas de monocristal de silicio pueden ser obtenidas cortando una única varilla de cristal obtenido por el procedimiento CZ o por el procedimiento FZ. En primer lugar, la varilla de monocristal de silicio en la presente memoria descriptiva es fabricada por el procedimiento CZ (figura 1: S1). A la varilla de monocristal de silicio que ha crecido se le añade galio o boro, por ejemplo, para ajustar de esta manera el tipo de conductividad de la misma al tipo p.

El lingote de monocristal obtenido de esta manera se corta en bloques que tienen un rango de resistividad predeterminado (figura 1: S2), y se cortan en rodajas adicionalmente hasta un grosor tan delgado como 300 micrómetros, por ejemplo (figura 1: S3). Cada una de las obleas de monocristal de silicio (denominada simplemente oblea en la presente memoria descriptiva y en lo que sigue) obtenida después del corte en rodajas está achaflanada si es necesario, y a continuación es lapeada utilizando granos abrasivos libres (figura 1: S4). La oblea se sumerge entonces en una solución de ataque químico con el fin de atacar químicamente ambas superficies principales (figura 1: S5). La etapa de ataque químico se proporciona con el fin de eliminar cualesquiera capas dañadas producidas en la porción superficial de las obleas de monocristal de silicio durante las etapas de proceso mecánico de S2 a S4. La eliminación de las capas dañadas por el ataque químico se lleva a cabo por un ataque químico ácido usando una solución acuosa de ácido mixto que contiene típicamente ácido fluorhídrico, ácido nítrico y ácido acético. Se debe hacer notar que el lapeado en la etapa S4 se omite a menudo en las obleas fabricadas como sustratos para la formación de las células de batería solar, y que el proceso de ataque químico en la etapa S5 y el proceso de texturización en la etapa S6 a veces se puede combinar.

En la oblea de monocristal de silicio sometida a todos los procesos hasta el ataque químico (figura 1: S5), una capa difusa de un dopante de tipo n 42 está formada en el primer lado de la superficie principal para formar de esta manera una porción de unión p - n 48 como se muestra en la figura 2 (figura 1: S7). La profundidad de la porción de unión p - n 48 de la superficie principal de la oblea 41 se ajusta generalmente a 0,5 micrómetros aproximadamente. La

capa difusa de dopante de tipo n 42 se forma permitiendo que el fósforo (P), por ejemplo, se disperse desde la superficie principal de la oblea de monocristal de silicio del tipo p.

En la oblea 41 que tiene la porción de unión p - n 48 formada sobre la misma, una película de óxido 43 se forma sobre la primera superficie principal de la misma, unos electrodos 44 y 45 se forman sobre la primera superficie principal y sobre la segunda superficie principal, respectivamente, y de esta manera se produce una célula de batería solar en forma de disco (figura 1: S8). Debido a que la célula de batería solar posteriormente es cortada en segmentos de batería solar que difieren en la forma, es necesario formar el electrodo sobre la primera superficie principal teniendo en cuenta la forma de los segmentos obtenidos después del corte. Un procedimiento posible es establecer un par de líneas de corte planificadas paralelas lineales (ver la figura 4) sobre la primera superficie principal simétricamente con respecto al punto de centro O de la oblea 41, con el fin de discriminar la primera región de segmento que contiene el punto de centro O y las segundas regiones de segmentos con forma de arco adyacentes en ambos lados de la primera región de segmentos delimitada por las líneas de corte planificadas, y realizar el proceso de formación de células, respectivamente, para estas regiones de segmento.

Después de la formación de los electrodos, se forma una película anti reflectante 47 para reducir la pérdida de energía de la luz debido a la reflexión de la luz sobre el lado de la primera superficie principal (figura 1: S9), y de esta manera se produce una célula de batería solar al mismo tiempo que se mantiene la forma de la oblea de silicio de monocristal en forma de disco.

El electrodo en el lado de la primera superficie principal (superficie receptora de luz) que se muestra en la figura 2 tiene típicamente una forma de electrodo de dedo como se muestra en la figura 3 que, además, tiene electrodos de barra bus anchos para reducir la resistencia interior, provistos a intervalos apropiados. En contraste con esto, el electrodo 45 sobre la segunda superficie principal se forma de manera que cubra casi toda la superficie (figura 3; electrodo trasero). Por otro lado, la película anti reflectante 47 está compuesta por un material transparente que tiene un índice de refracción diferente del de silicio.

Cualquier superficie plana receptora de luz puede ser más o menos causante de la reflexión de la luz, incluso cuando está cubierta con la película anti reflectante 47, pero la reflexión puede ser suprimida adicionalmente por medio de la formación, tras la etapa de ataque químico, de una estructura texturada compuesta por un gran número de proyecciones en forma de pirámide (111) que exponen la superficie sobre la primera superficie principal como se muestra en la figura 7 (figura 1: S6). Este tipo de estructura texturada se puede obtener por ataque químico anisotrópicamente (100) a la superficie de monocristal de silicio utilizando una solución de ataque químico tal como una solución de hidracina acuosa o una solución de hidróxido de sodio. Para el caso en el que se desea el adelgazamiento del sustrato para reducir el peso de la célula, es permisible, como se muestra en la figura 2, formar una capa trasera de alta concentración 46 que tienen el mismo tipo de conductividad que el sustrato 41, pero una concentración más alta, en el lado de la segunda superficie principal con el fin de evitar la recombinación y la aniquilación de los portadores minoritarios en el electrodo 45 en el lado de la segunda superficie principal.

La célula de batería solar obtenida de esta manera tiene una forma de disco que mantiene la forma original de la oblea 41. Esta es cortada utilizando el dispositivo de picado a lo largo de las líneas de corte planificadas en la dirección relativa al grosor con una precisión deseable, para dividirla de esta manera en el primer segmento 10 y dos piezas de segundos segmentos 20, 20, que difieren en forma y tienen los electrodos formados preliminarmente en los mismos de acuerdo con las regiones predeterminadas, como se muestra en la figura 4 (figura 1: S10). Suponiendo que la oblea 41 obtenida a partir de un monocristal de silicio CZ de 200 mm de diámetro es adoptada en esta invención, el primer segmento 10 que contiene el punto central O tiene una área de aproximadamente 191,3 cm² y cada uno de los segundos segmentos 20, 20 que no tienen ningún punto central O tiene una área de aproximadamente 61,37 cm². También es permisible cortar en primer lugar la oblea 41 en las formas deseadas y las piezas resultantes de la oblea 41 son sometidas al proceso de formación de células.

A continuación, sólo los primeros segmentos 10 se recogen y se disponen de manera que se maximice la relación de módulo - empaquetado. La figura 5B muestra una disposición ejemplar de 29 primeros segmentos 10 obtenidos a partir de 29 rodajas de obleas de monocristal de silicio de 200 mm de diámetro. El módulo 100 está configurado teniendo los primeros segmentos 10 dispuestos en el mismo de una forma paralela y escalonada, de manera que sean vecinos de los bordes de corte paralelos de los mismos (borde en forma de cuerda) unos con los otros.

El módulo de batería solar 100 tiene una forma rectangular que mide 595 mm x 1022 mm. Como se ilustra en la figura 5A, una separación entre las células adyacentes, y una distancia mínima entre la célula y un borde de un bastidor en el que se colocan las células se disponen por igual a 2 mm. Suponiendo ahora que (relación de módulo - empaquetado) = (área ocupada de las células de batería solar) / (área ocupada del módulo), la relación de módulo - empaquetado del módulo de batería solar 100 se calcula como aproximadamente el 91,2%.

La relación de módulo - empaquetado se puede aumentar adicionalmente por medio de la reducción de la separación de la célula a un valor tan estrecho como 1 mm, por ejemplo.

Por otro lado, los segundos segmentos con forma de arco 20, 20 están emparejados con el fin de que los dos bordes cortados sean opuestos, y una pluralidad de pares obtenidos de esta manera están dispuestos de manera que se maximice la relación de módulo - empaquetado tanto como sea posible. La figura 6B muestra una disposición ejemplar de 29 pares de segundos segmentos 20, 20 obtenidos a partir de 29 rodajas de obleas de monocristal de silicio 41 de 200 mm de diámetro de manera similar al caso del módulo de batería solar 100 que se muestra en la figura 5B. El módulo 101 está configurado teniendo pares de los segundos segmentos 20, 20 dispuestos en el mismo de una manera paralela y escalonada.

El módulo de batería solar 101 tiene una forma rectangular que mide 444 mm x 1042 mm. Al igual que en el caso anterior, una separación entre las células adyacentes, y una distancia mínima entre la célula y un borde de una placa de módulo rectangular (o cuadrada) (bastidor) 9 en el que se colocan las células se establece por igual a 2 mm (figura 6A). La relación de módulo - empaquetado del módulo de batería solar 101 se calcula como aproximadamente 77,2%. Se debe hacer notar que la disposición escalonada puede verse afectada por un cambio entre las agrupaciones de los segundos segmentos 20, 20, y tiende a causar un espacio muerto relativamente grande DS en cada dos agrupaciones a lo largo del borde de la placa 9 en las posiciones extremas en la dirección de desplazamiento. La situación es la misma también en el módulo 100 que se muestra en la figura 5B, en el que los primeros segmentos 10 están dispuestos de una manera escalonada. El módulo 101 que se muestra en la figura 6B es, sin embargo, más ventajoso porque una unidad de la disposición escalonada está compuesta por dos segundos segmentos 20, 20, y esto permite que sólo un segundo segmento 20 llene el espacio muerto DS como se indica por la línea discontinua. Esto tiene éxito para elevar aún más la relación de módulo - empaquetado para que sea tan grande como 79,8%.

La relación total de módulo - empaquetado de los módulos primero y segundo de la batería solar configurados como se muestra en la figura 5B y en la figura 6B, respectivamente, se calcula como aproximadamente 85,2% (86,2% de llenado del espacio muerto DS). En contraste con esto, la disposición de 29 rodajas de células de batería solar con forma de disco, se mantiene en una forma de disco sin división, en tres agrupaciones de manera similar a como se muestra en la figura 5B y en la figura. 6B resulta en un módulo de 553 mm x 2022 mm que tiene una relación de aspecto mayor, lo que da una relación de módulo - empaquetado de aproximadamente 81,4% (no ilustrada). Es decir, los módulos que se muestran en la figura 5B y en la figura 6B de acuerdo con esta invención son superiores en la relación de módulo - empaquetado en casi un 4% (5% de llenado del espacio muerto DS) sobre la base total.

La combinación de los módulos que se muestran en la figura 5B y en la figura 6B es también ventajosa en la base práctica, debido a que se puede configurar un módulo que tiene una forma casi cuadrada,. Cualquier módulo casi cuadrado similar configurado mediante 29 rodajas de la batería solar en forma de disco reducirá aún más la relación de módulo - empaquetado. Esta invención tiene éxito, por lo tanto, en aumentar el grado de libertad para seleccionar formas de módulo mientras se mantiene un alto nivel de relación de módulo - empaquetado.

En contraposición con esto, si 29 rodajas de las células de batería solar en forma de disco se dividen en dos módulos que comprenden, respectivamente, 14 rodajas (en tres filas, disposición de rodajas 5 - 4 - 5) y 15 rodajas (tres filas, disposición de rodajas 5 - 5 - 5), lo primero resulta en un módulo de 553 mm x 1012 mm y lo último resulta en un módulo de 553 mm x 1113 mm, mostrando el módulo formas equivalentes a las de esta invención, pero resultando en relaciones de módulo - empaquetado de aproximadamente el 78,6% y aproximadamente el 76,6%, dando una relación total de módulo - empaquetado de los dos módulos de 77,5%. Es obvio que los módulos que se muestran en la figura 5B y en la figura. 6B, que son las realizaciones de esta invención, pueden dar una relación total de módulo - empaquetado mayor hasta en un 7,5%.

Un espacio entre el borde de la placa y el primer segmento y un espacio entre los primeros segmentos adyacentes establecidos por igual en 2 mm resulta en una relación de módulo - empaquetado tan grande como, o aproximadamente del 97%. Por otro lado, los segundos segmentos 22 se puede configurar como un módulo de células de la batería solar como se muestra en la figura 10, que sigue una disposición de manera similar a como se muestra en la figura 6 (espacios muertos que se producen a lo largo del borde de la placa se llenan con los segundos segmentos desemparejados 22). El módulo tiene una relación de módulo - empaquetado de aproximadamente el 80%. La relación media de módulo - empaquetado de ambos es por lo tanto de aproximadamente el 89%, que está mejorada en un 7,6% con respecto a la del módulo (aproximadamente el 81,4%) que tiene las celdas de la batería solar en forma de disco dispuestas en el mismo.

Debido a que el espacio de la célula se puede reducir a tan pequeño como 1 mm o menos también en los casos que se muestran en la figura 9 y en la figura 10, es posible aumentar aún más la relación de módulo - empaquetado.

La presente memoria descriptiva de patente incluye también conceptualmente una forma de un primer segmento 21' que se muestra en la figura 11 de tal manera que las cuatro esquinas están desplazadas ligeramente de la circunferencia del círculo, además del cuadrado inscrito que tiene una longitud diagonal casi equivalente al diámetro D de la

célula de batería solar con forma de disco. Porciones de cuatro esquinas desplazadas no tienen una entidad como la célula de batería solar, de manera que la forma real del primer segmento 21' será casi cuadrada careciendo de las cuatro esquinas. También este tipo casi cuadrado se maneja como perteneciente al concepto "cuadrado" si la longitud de la diagonal D' del cuadrado virtual complementado con cuatro esquinas cae dentro de un rango de 0,98 a 1,1 veces el diámetro D (El límite inferior puede ser menor que 1). Esto será fácil de entender considerando la reducción de tamaño debido a la anchura de corte). La figura 12 muestra una configuración ejemplar del módulo de batería solar utilizando primeros segmentos 21' obtenidos de este manera. Los espacios muertos 23 se producen en cada posición allí donde los vértices de los segmentos 21' están orientados unos a los otros debido a la falta de sus cuatro esquinas. La relación de módulo - empaquetado está reducida, por tanto, en un pequeño grado, pero causa solamente un efecto insignificante. La figura 13 muestra una configuración ejemplar del módulo de batería solar utilizando segundos segmentos 22'. Es obvio que el estrechamiento de la anchura de los segundos segmentos 22' ha dado lugar a un mayor número de segmentos dispuestos en comparación con el del módulo que se muestra en la figura 10.

La figura 19 muestra otra configuración ejemplar del módulo de batería solar que recoge los segundos segmentos con forma de arco 22. La configuración tiene una agrupación de segmento de primer tipo 30 en el que una pluralidad de segundos segmentos 22 están dispuestos unidireccionalmente de manera que la porción de cuerda (borde cortado) 22g de un segundo segmento 22 es vecina de la porción de arco 22k del siguiente segundo segmento 22, y una agrupación de segmento de segundo tipo 40 en la que está dispuesta una pluralidad de segundos segmentos 22 de manera que la dirección de la disposición de la porción de cuerda 22g y de la porción de arco 22k se invierte desde esa agrupación de segmento de primer tipo 30. La agrupación de segmentos de primer tipo 30 y la agrupación de segmentos de segundo tipo 40 están dispuestas alternativamente de manera que las porciones de extremo en la dirección en el sentido de la cuerda de cada segundo segmento 22 en el segundo tipo.

Para el caso en que se utilizan los primeros segmentos y los segundos segmentos obtenidos mediante el corte de las células de batería solar con forma de disco, una gran variación dimensional en los segmentos de corte consecuentemente, necesita un espacio más grande entre los segmentos adyacentes con el fin de absorber la variación, y esto inevitablemente disminuye la relación de módulo - empaquetado de las células del módulo de batería solar. El uso de un dispositivo de picado que tiene un borde de corte en forma de disco tal como el utilizado generalmente en el proceso de fabricación de LSI hace que sea posible mejorar, en un grado considerable, la precisión dimensional de los primeros segmentos y de los segundos segmentos resultantes. En consecuencia, esto hace que sea posible llevar el segmento adyacente más apretadamente, contribuyendo a la mejora en la relación de módulo - empaquetado por las células.

Aunque las realizaciones que se han mencionado más arriba ilustran los casos en los que los segmentos de la batería solar tienen el electrodo de dedo formado en los mismos, también es permisible usar otros tipos de baterías solares. Por ejemplo, cada segmento de la batería solar que se muestra en la figura 14 está configurado de manera que tenga una pluralidad de ranuras 102 casi paralelas unas con las otras formadas sobre la primera superficie principal 124a del mismo, en el que cada una de las ranuras tiene un electrodo 106 para la extracción de producción en la superficie interior de la misma en un lado en la dirección de la anchura. Este tipo de estructura se conoce como estructura de OECO (contacto oblicuamente evaporado). El uso de la superficie interior de las ranuras tiene éxito en la reducción de un área de proyección del electrodo 106 sobre la superficie principal, con lo que la pérdida por sombreado de la batería puede ser reducida considerablemente, y se puede lograr una gran eficiencia de conversión de energía.

En la configuración que se muestra en la figura 8, en la primera superficie principal 124a del monocristal de silicio de tipo p, se forma un gran número de ranuras 102 que tienen típicamente una anchura de, o aproximadamente de, 100 micrómetros y una profundidad de, o aproximadamente de, 100 micrómetros paralelas unas a las otras. La primera superficie principal 124a que tiene las ranuras formadas sobre la misma, tiene una capa emisora 104 formada en la misma por difusión térmica de un dopante de tipo n con el fin de formar una porción de unión p - n. En la unión p - n, una película delgada de óxido de silicio 105 que sirve como una película aislante de túnel se forma típicamente por el proceso de oxidación térmica.

Sobre la película de óxido de silicio 105 está formado el electrodo 106. El electrodo 106 está formado por evaporación oblicua de un material de electrodo (un metal tal como aluminio, por ejemplo) sobre la superficie interior de las ranuras en un aparato de evaporación. En el proceso de evaporación, el sustrato 101 se coloca inclinado con un ángulo predeterminado o por encima con respecto a una fuente de evaporación, de manera que sólo en un lado de la superficie interior de las ranuras tal como se ve en la dirección de la anchura se deposita predominantemente el material de electrodo (esta es una razón de la denominación de OECO: cualquier deposición innecesaria del material del electrodo posiblemente depositado sobre la superficie superior de las crestas convexas formadas entre las ranuras adyacentes 102, 102 se retirará posteriormente utilizando una solución de ataque químico tal como una solución de ácido clorhídrico). La superficie completa de la primera superficie principal 124a del sustrato 101, incluyendo el electrodo 106, está cubierta entonces con una película de nitruro de silicio 107 que funciona como una película protectora así como una película anti reflectante.

5 El segmento que tiene la estructura de OEEO maximiza la eficiencia de conversión cuando la luz del sol llega con un ángulo óptimo a la dirección de formación de las ranuras. La orientación de las ranuras que difiere de segmento a segmento en un módulo, resulta en una producción no uniforme, y una reducción considerable en la eficiencia de generación de energía. Por tanto, es preferible disponer los segmentos de manera que la orientación de las ranuras coincida unas con las otras.

Como es obvio a partir de lo anterior, esta invención puede eliminar las pérdidas de oblea de monocristal que van a utilizar, y puede contribuir a la mejora en la relación de módulo - empaquetado de la batería solar. Se debe entender que esta invención no está limitada de ninguna manera a las realizaciones que se han mencionado más arriba.

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento de fabricación de módulos de batería solar (101, 102) que comprende las etapas de producir por división dos tipos de segmentos (10, 20, 21, 22) que difieren en la forma de uno con respecto al otro de cada uno de los sustratos de batería solar en forma de disco, recoger respectivamente los mismos tipos de segmentos, y disponer los segmentos en dos dimensiones, por tipos, para obtener de esta manera módulos de batería solar respectivos, en el que los segmentos son producidos sometiendo las obleas de monocristal semiconductor, como sustratos de la batería solar, en el estado en forma de disco de los mismos, al proceso de formación de células para formar células de batería solar, respectivamente, en las áreas planificadas para ser incluidas posteriormente en los segmentos, y dividiendo las obleas después de la finalización del proceso de formación de células, y en el que el procedimiento de fabricación de módulos de batería solar comprende, además, las etapas de:
ajustar, como líneas de corte planificadas, sólo un par de pares de líneas paralelas (que se denominan, en lo sucesivo, líneas de corte planificadas paralelas) dispuestas simétricamente con respecto al centro (O) de la oblea sobre una superficie principal de las obleas de monocristal semiconductor;
someter las obleas de monocristal semiconductor al proceso de formación de células, respectivamente, para las primeras áreas de formación de segmentos, incluyendo el centro de la oblea y para las segundas áreas de formación de segmentos en forma de arco, que son el área residual, además de la primera área de formación de segmentos para formar, de ese modo, las células de la batería solar; y
cortar la célula de batería solar a lo largo de las líneas de corte planificadas en la dirección relativa al grosor de la misma, de manera que se obtenga el primer tipo de segmentos de las primeras áreas de formación de segmentos y el segundo tipo de segmentos de las segunda áreas de formación de segmentos, disponer una pluralidad del primer tipo de segmentos de una forma paralela y escalonada de manera que los bordes de corte paralelos de los mismos sean adyacentes unos a los otros para obtener de ese modo un módulo de batería solar.
2. El procedimiento de fabricación de módulos de batería solar según la reivindicación 1, en el que todas las porciones de cada sustrato de batería solar son producidas por división con el fin de hacer que pertenezcan a uno cualquiera de los tipos de segmentos.
3. El procedimiento de fabricación de módulos de batería solar según la reivindicación 1 a 2, en el que la distancia entre cada una de las líneas de corte planificadas paralelas y el centro de la oblea se establece en $R / 2$, siendo R el radio de la primera superficie principal con forma de disco.
4. El procedimiento de fabricación de módulos de batería solar según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que los segmento del segundo tipo (20) obtenidos por el corte de la célula de batería solar están emparejados oponiéndose con los bordes cortados de la misma, y los pares de segmentos obtenidos de este manera están dispuestos en forma escalonada y en paralelo.
5. El procedimiento de fabricación de módulos de batería solar según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que los segmentos del segundo tipo (20) están dispuestos unidireccionalmente de manera que el borde de corte de un segmento del segundo tipo, que compone una porción de cuerda del mismo, es vecino de la porción de arco de un segmento del segundo tipo adyacente para formar de esta manera una agrupación de primer tipo y los segmentos de segundo tipo están dispuestos de manera que la dirección de la disposición de la porción de cuerda y de la porción de arco es invertida con respecto a la de la agrupación de primer tipo para formar de esta manera una agrupación de segundo tipo, y la agrupación de primer tipo y la agrupación de segundo tipo están dispuestas alternativamente de manera que las porciones extremas en la dirección en sentido de la cuerda de cada segmento del segundo tipo en la agrupación de segundo tipo están alojados en cada porción rebajada formada entre la porción de cuerda de un segmento de segundo tipo y la porción de arco de un segmento de segundo tipo adyacente en la agrupación de primer tipo.
6. El procedimiento de fabricación de módulos de batería solar según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en el que cada uno de los segmentos tiene una pluralidad de ranuras (102) paralelas unas a las otras formadas sobre la primera superficie principal del mismo (124a), teniendo cada una de las ranuras un electrodo (106) para la extracción de producción en la superficie interior de la misma en un lado en la dirección de la anchura, y los segmentos están dispuestos de manera que la orientación de las ranuras coinciden unas con las otras.
7. Un módulo de batería solar (100) configurado teniendo segmentos de batería solar (10) dispuestos en paralelo y de forma escalonada, teniendo cada uno de los segmentos una forma que se mantiene después de cortar una célula de la batería solar con forma de disco a lo largo de sólo un par de líneas de corte planificadas paralelas dispuestas simétricamente con respecto al centro (O) de la superficie principal de la célula de batería solar, con el fin de retirar sólo un par de segmentos con forma de arco de las porciones de la periferia exterior, y estando los segmentos dispuestos de manera que los bordes de corte paralelos de los mismos son adyacentes unos a los otros.

8. El módulo de batería solar según la reivindicación 7,
en el que cada uno de los segmentos tiene una pluralidad de ranuras (102) paralelas unas a las otras formadas sobre la primera superficie principal del mismo (124a), teniendo cada una de las ranuras un electrodo (106) para la extracción de producción en la superficie interior de la misma en un lado en la dirección de la anchura, y los
5 segmentos están dispuestos de manera que la orientación de las ranuras coincide unas con las otras.

FIG. 1

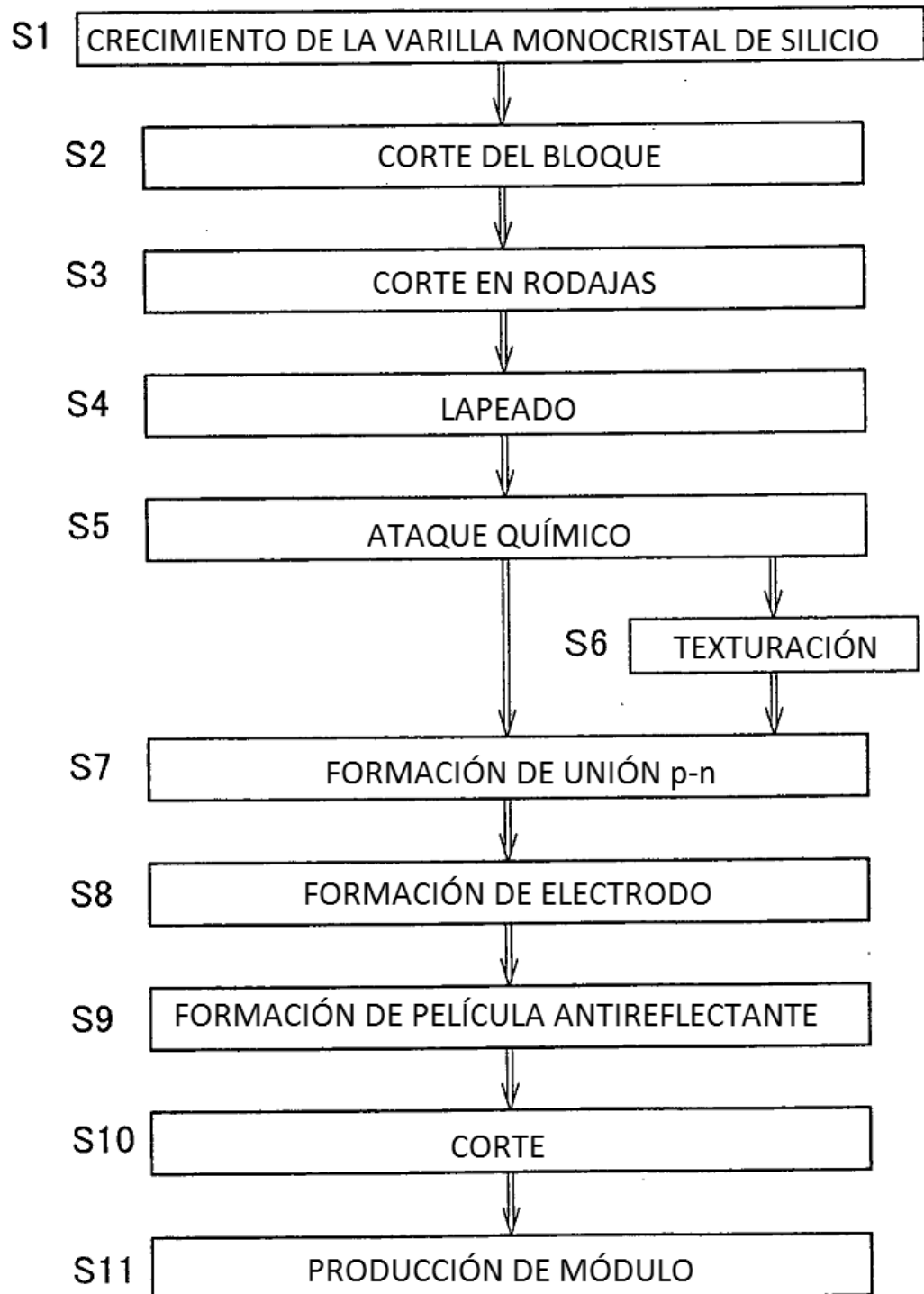


FIG. 2

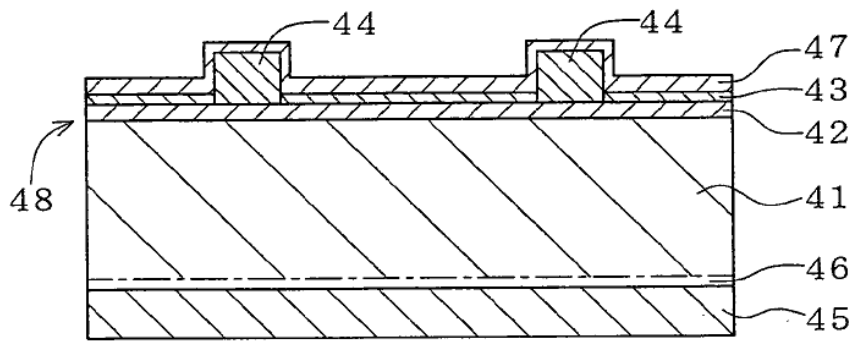


FIG. 3

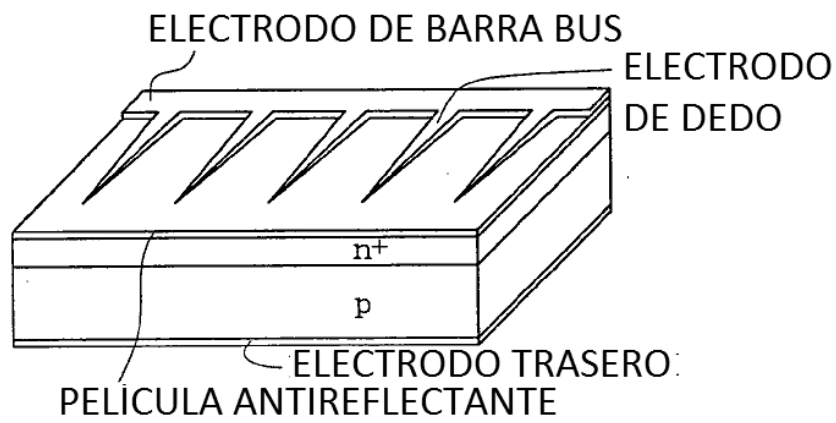


FIG. 4

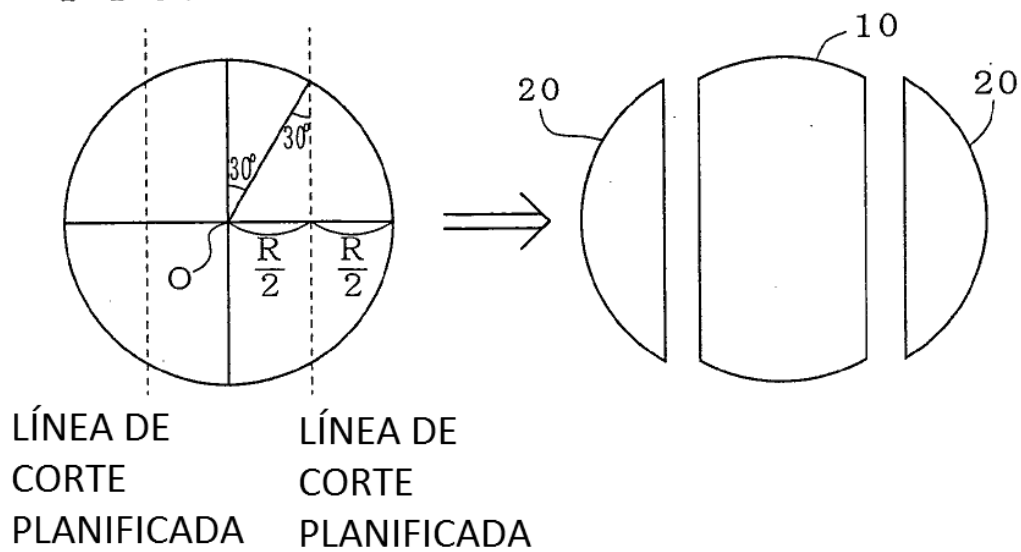


FIG. 5A

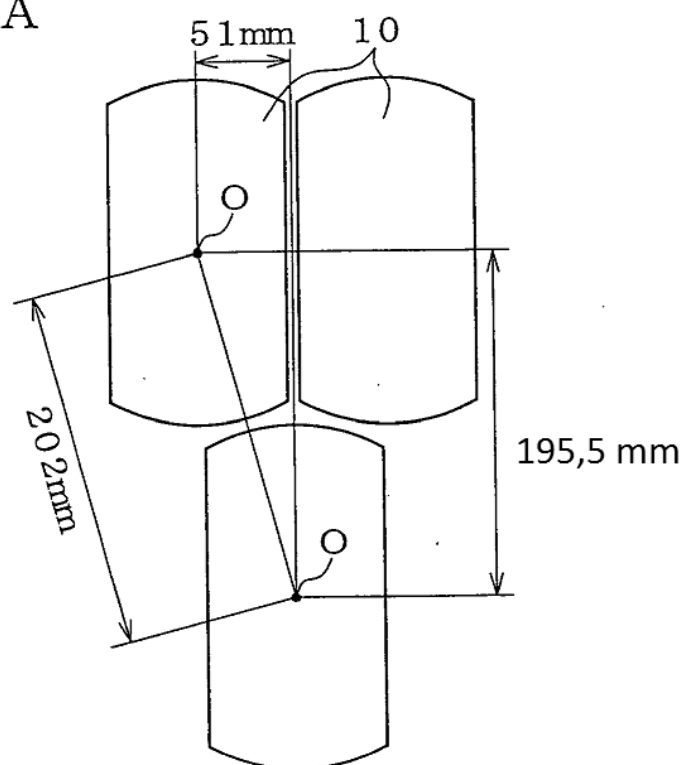


FIG. 5B

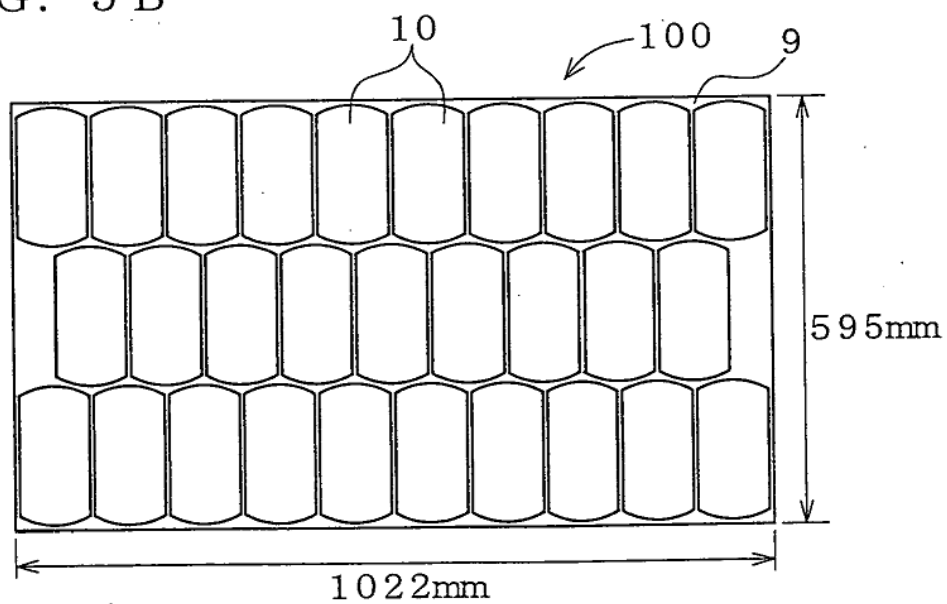


FIG. 6A

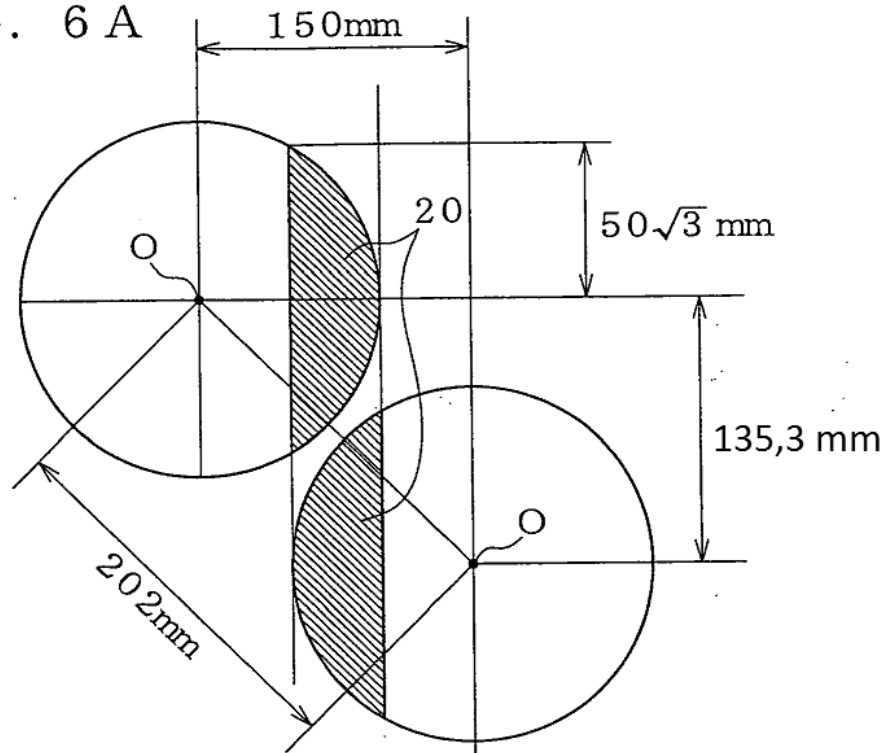
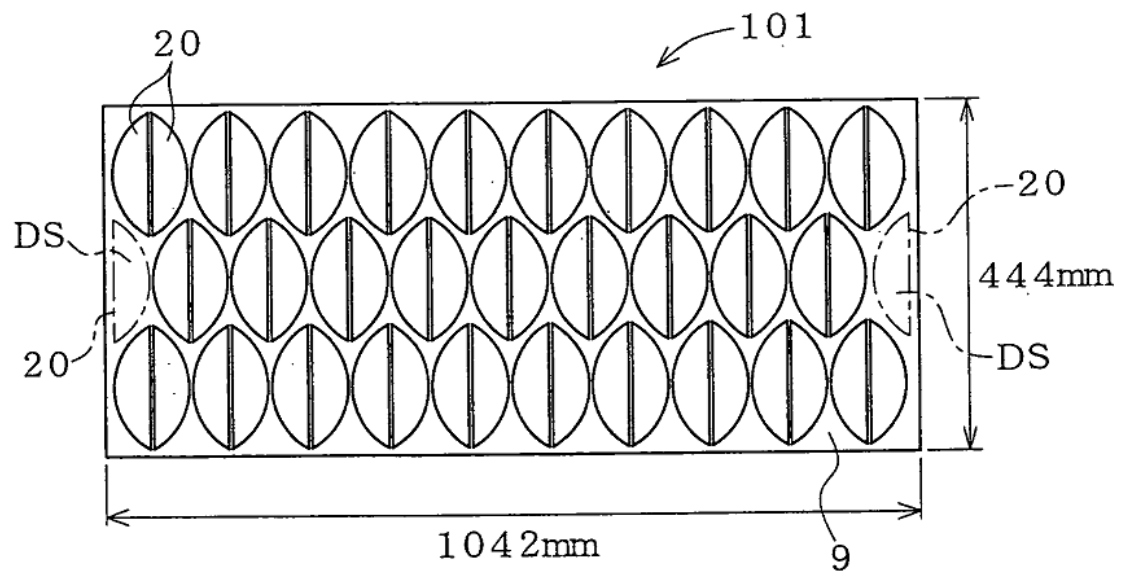


FIG. 6B



F I G. 7

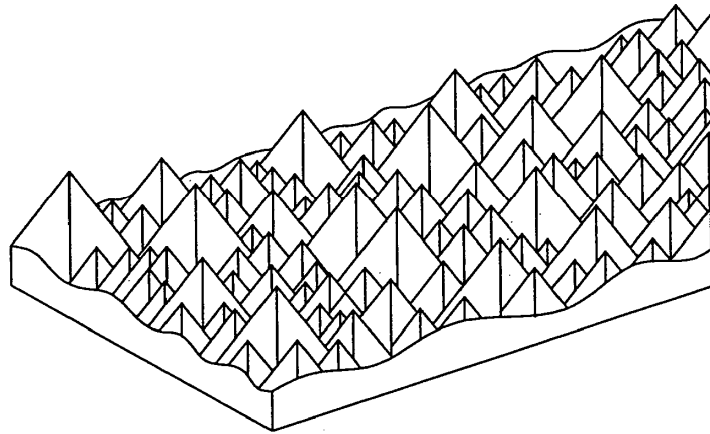


FIG. 3

