



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 324 100**

51 Int. Cl.:
H01L 31/18 (2006.01)
H01L 31/20 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **04077491 .1**
96 Fecha de presentación : **01.07.1999**
97 Número de publicación de la solicitud: **1494294**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **05.01.2005**

54 Título: **Método para eliminar secciones en cortocircuito de una célula solar.**

30 Prioridad: **24.03.1999 JP 11-79077**
24.03.1999 JP 11-79078

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
30.07.2009

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
30.07.2009

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

72 Inventor/es: **Hayashi, Katsuhiko y**
Kondo, Masataka

74 Agente: **Torner Lasalle, Elisabet**

ES 2 324 100 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

Método para eliminar secciones en cortocircuito de una célula solar.

5 **Ámbito de la invención**

Esta invención se refiere a la fabricación de células solares, y en particular a un método para eliminar cortocircuitos en elementos de una célula solar durante la fabricación.

10 **Descripción de la técnica relacionada**

Como se muestra en la figura 1, una célula solar de película fina 10 consta de una pluralidad de elementos de célula solar 5a, 5b y 5c formados sobre un sustrato aislante 1. Cada elemento de célula solar 5 comprende un primer electrodo 2 formado sobre una cara del sustrato 1 según un patrón predeterminado, una capa semiconductora 3 para realizar la conversión fotoeléctrica que está formada sobre la superficie del primer electrodo 2 y un segundo electrodo 4 formado sobre la superficie de la capa semiconductora 3 de conversión fotoeléctrica. La capa semiconductora puede estar compuesta por un semiconductor no cristalino. La pluralidad de elementos de célula solar 5a, 5b y 5c se conectan en serie conectando el primer electrodo 2a del elemento de célula solar 5a con el segundo electrodo 4b del elemento de célula solar 5b adyacente, y el primer electrodo 2b del elemento de célula solar 5b con el segundo electrodo 4c del elemento de célula solar 5c adyacente.

Cuando se utiliza un sustrato de vidrio, un sustrato de resina transparente o similar como sustrato aislante 1 de la célula solar, se utiliza como primer electrodo 2 un material para electrodo transparente como ITO (óxido de indio-estaño, óxido de indio mezclado con óxido de estaño) o similar, y como segundo electrodo 4 se utiliza un material para electrodo metálico. Cuando se utiliza un material no transparente como sustrato aislante 1, se utiliza un material para electrodo metálico como primer electrodo 2 y un material para electrodo transparente como segundo electrodo 4.

En el caso de que la capa semiconductora 3 sea un semiconductor con base de silicio no cristalino, se puede utilizar silicio no cristalino compuesto por una aleación de silicio y carbono u otro metal como germanio, estaño, etc., así como silicio no cristalino, silicio no cristalino hidrogenado, carburo de silicio no cristalino hidrogenado o nitruro de silicio no cristalino. Asimismo, estos materiales semiconductores no cristalinos o policristalinos se pueden utilizar en forma de tipo pin, tipo nip, tipo ni, tipo pn, tipo MIS, tipo heterounión, tipo homounión, tipo barrera de Schottky o una combinación de los mismos. Además, la capa semiconductora se puede formar utilizando no sólo una base de silicio sino también una base de CDs, una base de GaAs, una base de InP, etc.

Cuando, por ejemplo, se produce un cortocircuito entre el primer electrodo 2b y el segundo electrodo 4b del elemento de célula solar 5b por la formación de un pequeño agujero en la capa semiconductora 3 de conversión fotoeléctrica durante su fabricación, es una práctica conocida eliminar la sección en cortocircuito o aislarla por oxidación.

Cuando una sección en cortocircuito que ha de ser eliminada está entre el primer electrodo 2b en la cara del sustrato del elemento de célula solar 5b y el segundo electrodo 4b en la cara posterior de la capa semiconductora 3b para conversión fotoeléctrica, se utilizan electrodos sonda 6a y 6b en contacto con los electrodos 4b y 4c, respectivamente. Una tensión CD o tensión de un impulso de onda cuadrada, que no exceda el límite de tensión inversa (tensión de ruptura inversa), es aplicada en sentido inverso (cara 0 V) como se muestra en la figura 2, entre el primer electrodo 2b y el segundo electrodo 4b que encierran la capa semiconductora 3b de conversión fotoeléctrica. La corriente eléctrica se concentra en la sección en cortocircuito, lo que genera calentamiento óhmico por efecto Joule. A causa del calentamiento óhmico generado se produce oxidación del metal. La oxidación del metal aísla la sección en cortocircuito. Otro método para eliminar el cortocircuito consiste en eliminar la sección en cortocircuito por disipación del metal.

Sin embargo, una célula solar es equivalente a un diodo. Así, cuando se aplica la tensión en sentido inverso entre el electrodo 2 y el electrodo 4, el elemento 5 de célula solar compuesto por el primer electrodo 2, la capa semiconductora 3 de conversión fotoeléctrica y el segundo electrodo 4 funciona como un condensador, y se acumulan cargas en el condensador. En consecuencia, cuando se aplica la tensión CD entre los electrodos 2 y 4, permanecen cargas entre los electrodos 2 y 4 incluso después de que la tensión aplicada se haya interrumpido bruscamente. La tensión generada por estas cargas puede causar ruptura eléctrica en secciones débiles de la capa semiconductora 3 de conversión fotoeléctrica distintas de las ubicaciones donde existen defectos.

Para evitar dichas cargas acumuladas y la alta tensión generada por dichas cargas, la tensión del impulso de onda cuadrada aplicado a los electrodos para inducir la oxidación (fig. 2) típicamente se limita a niveles muy por debajo del límite de tensión inversa. Típicamente, se aplica un impulso de 4 V de tensión en sentido inverso. Sin embargo, con frecuencia un impulso de tan baja tensión no genera suficiente energía Joule y, por consiguiente, no todas las secciones en cortocircuito pueden ser eliminadas u oxidadas por el calentamiento de Joule generado. Al mismo tiempo, se sigue produciendo alguna ruptura de las secciones normales no cortocircuitadas en aquellas secciones donde la tensión límite del semiconductor es baja.

El documento JP 63041081 describe un método para curar cortocircuitos en aparatos semiconductores de película fina mediante la aplicación de una tensión de forma de onda específica.

Resumen de la invención

En consecuencia, la presente invención se dirige a un método para eliminar secciones en cortocircuito de un elemento de célula solar de película fina, como se cita en las reivindicaciones 1, 11, 12 que sustancialmente evita uno o más de los problemas debidos a las limitaciones e inconvenientes de la técnica relacionada.

Ejemplos de realización ventajosos adicionales se citan en las reivindicaciones dependientes.

Características y ventajas adicionales de la invención se expondrán en la siguiente descripción, y en parte resultarán evidentes por la descripción o pueden descubrirse con la práctica de la invención. Los objetivos y otras ventajas de la invención se alcanzarán y cumplirán mediante la estructura particularmente señalada en la descripción escrita y las reivindicaciones de la misma, así como en las ilustraciones adjuntas.

Para alcanzar estas y otras ventajas y de acuerdo con el propósito de la presente invención, tal como se describe en términos generales y en los ejemplos de realización, la presente invención aporta un método para eliminar secciones en cortocircuito de un elemento de célula solar de película fina que incluye la aplicación de una tensión seudoalterna entre el primer y el segundo electrodos del elemento de célula solar. Esta tensión induce una corriente alterna que descarga las cargas acumuladas en el elemento de célula solar, protegiéndolo así de las altas tensiones generadas por las cargas acumuladas.

Debe entenderse que tanto la anterior descripción general como la siguiente descripción detallada son a modo de explicación y ejemplo, y su propósito es aportar una mayor explicación de la invención según se reivindica.

Breve descripción de las ilustraciones

La figura 1 ilustra un dispositivo de célula solar de película fina;

La figura 2 ilustra una tensión aplicada a un elemento de célula solar para eliminar una sección en cortocircuito según la técnica convencional, y

Las figuras 3A - 3C ilustran formas de onda de una tensión aplicada a un elemento de célula solar para eliminar una sección en cortocircuito según un ejemplo de realización de la presente invención; y

Las figuras 4A - 4D ilustran formas de onda de una tensión aplicada a un elemento de célula solar para eliminar una sección en cortocircuito según otro ejemplo de realización de la presente invención.

Descripción detallada de los ejemplos de realización preferentes

Con referencia a la figura 1, para eliminar una sección cortocircuitada en la capa semiconductor 3b de conversión fotoeléctrica de un elemento 5b de célula solar de película fina, se aplica una tensión entre el primer electrodo 2b en la cara de sustrato de la capa semiconductor 3b y el segundo electrodo 4b en la cara posterior de la capa semiconductor 3b, por medio de electrodos sonda 6b y 6a conectados a electrodos 4c y 4b, respectivamente. La tensión aplicada tiene una forma de onda seudoalterna, de la que se muestran algunos ejemplos en las figuras 3A - 3C y 4A - 4D.

En la figura 3A la tensión seudoalterna 32 aplicada tiene una forma de onda sinusoidal que oscila entre 0 V y una tensión de cresta inversa que se determina caso por caso y hasta la tensión límite inversa, que es típicamente de unos 8 V. Aplicando una tensión con dicha forma de onda, la tensión aplicada se aproxima gradualmente a 0 V, es decir, se reduce la tensión inversa, desde una tensión inversa de cresta. Así, las cargas acumuladas entre el primer y el segundo electrodos 2b y 4b disminuyen con magnitudes decrecientes de la tensión aplicada, y se evita una ruptura en las secciones normales no cortocircuitadas.

La figura 3B muestra otro ejemplo de la tensión seudoalterna 34 aplicada que tiene la forma de la mitad inferior de una onda sinusoidal. El valor de cresta en el sentido inverso es aproximadamente igual a la tensión de ruptura inversa del elemento de célula solar, y la tensión aplicada es de 0 V durante la mitad del tiempo. Nuevamente, las cargas acumuladas entre los electrodos 2b y 4b se descargan durante el periodo de tiempo en que la tensión inversa disminuye de tamaño, y también durante el periodo en que la tensión aplicada es de 0 V. Así, se evita una ruptura en las secciones normales no cortocircuitadas.

La figura 3C muestra otro ejemplo más de la tensión seudoalterna 36 aplicada que tiene una forma de onda en dientes de sierra. El valor de cresta en el sentido inverso también aquí se determina caso por caso y puede llegar hasta la tensión límite inversa del elemento de célula solar, mientras que el nivel de tensión de las otras crestas de la onda en dientes de sierra es de 0 V. De forma semejante a los ejemplos de realización de las figuras 3A y 3B, las cargas acumuladas entre los electrodos 2b y 4b disminuyen con magnitudes decrecientes de la tensión aplicada, y se evita una ruptura en las secciones normales no cortocircuitadas. En los ejemplos de realización de las figuras 3A - 3C, aunque la tensión de cresta en sentido inverso se muestra situada en la tensión de ruptura inversa del elemento de célula solar, también puede ser menor que la tensión de ruptura inversa. Además, es posible elevar momentáneamente la tensión de cresta en el sentido inverso hasta un valor que supere la tensión de ruptura inversa de la célula solar, como 10 V.

ES 2 324 100 T3

Las figuras 4A - 4D ilustran ejemplos de realización de la presente invención en los que la tensión seudoalterna aplicada tiene un componente inverso mayor y un componente directo menor. En la figura 4A, tensión seudoalterna aplicada 42 tiene una forma de onda sinusoidal. De preferencia, la tensión de cresta en el sentido inverso es de al menos 1 V (en la figura se muestra aproximadamente igual a la tensión de ruptura inversa), mientras que la tensión de cresta en sentido directo es de aproximadamente 0,5 V.

La figura 4B muestra otro ejemplo de la tensión seudoalterna aplicada 44 que tiene la forma de una onda sinusoidal troncada. El componente inverso 44a de la tensión aplicada incluye que la mitad inferior de la onda sinusoidal tenga un valor de cresta inverso que se establece caso por caso, cuya magnitud es aproximadamente la misma que otra forma de onda, mientras que el componente directo 44b incluye una porción troncada de la onda sinusoidal que tiene una parte superior plana, de preferencia sin exceder 0,2 V.

La figura 4C muestra otro ejemplo de la tensión seudoalterna aplicada 46 que tiene una forma de onda cuadrada compuesta por un componente inverso grande y un componente directo pequeño, que no supera 0,2 V.

La figura 4D muestra otro ejemplo de la tensión seudoalterna aplicada 48 que tiene una forma de onda en diente de sierra compuesta por un componente inverso grande y un componente directo pequeño, que no supera 0,2 V.

En los ejemplos de realización de las figuras 4A - 4D, aplicando la tensión seudoalterna con dicha forma de onda, las cargas acumuladas entre los electrodos 2b y 4b se descargan cuando se aplica el componente de tensión directo. En consecuencia, se evita una ruptura de las secciones normales no cortocircuitadas del elemento de célula solar. Además, puesto que el efecto adverso de la acumulación de cargas es reducido o eliminado por el componente directo, la tensión inversa se puede aumentar momentáneamente hasta un nivel superior a la tensión de ruptura inversa del elemento de célula solar, por ejemplo hasta 10 V, lo que resulta en una eliminación más fiable de las secciones en cortocircuito.

En una prueba, se aplicó una tensión seudoalterna con una forma de onda ilustrada en la figura 3A entre el primer y el segundo electrodos de 60 elementos de célula solar conectados en serie que contenían cortocircuitos. Como resultado, se eliminaron cortocircuitos en 57 de las 60 células. En otra prueba, se aplicó una tensión seudoalterna con una forma de onda ilustrada en la figura 4A, y se eliminaron cortocircuitos en 58 de las 60 células. En comparación, cuando se aplicó un impulso convencional de onda cuadrada de 4 V como se muestra en la figura 2, se eliminaron cortocircuitos en sólo 50 de las 60 células.

En un ejemplo de realización de la presente invención, se aplica una fuente de energía de corriente alterna de 60 Hz al primer y el segundo electrodos del elemento de célula solar como fuente de la tensión seudoalterna para eliminación de cortocircuitos. Más de preferencia, el periodo de la tensión seudoalterna aplicada se selecciona para que se corresponda aproximadamente con la constante de tiempo del elemento de célula solar definido por la capacidad C y la resistencia R en el sentido inverso de la célula. Esto conduce a una descarga más eficaz de las cargas acumuladas. En ejemplos de realización preferentes de la presente invención, la frecuencia de la tensión seudoalterna aplicada es de entre aproximadamente 20 Hz y 1.000 Hz, y más de preferencia entre aproximadamente 50 y 120 Hz.

Será evidente para los expertos en la técnica que es posible realizar diversas modificaciones y variaciones en un método para fabricar un transistor de película fina según la presente invención sin apartarse del espíritu y el alcance de la invención. Por ejemplo, aunque en las figuras 3A - 3C y 4A - 4D se muestran varios ejemplos de formas de onda seudoalternas, también se pueden utilizar otras formas de onda, siempre que contengan un componente inverso relativamente grande y ningún componente directo o un componente directo relativamente pequeño. Asimismo, las tensiones de cresta en los sentidos inverso y directo pueden ser mayores o menores que las ilustradas y descritas anteriormente. Además, no es necesario que la tensión seudoalterna sea estrictamente periódica. Así, existe la intención de que la presente invención incluya modificaciones y variaciones de esta invención siempre y cuando entren en el alcance de las reivindicaciones adjuntas y equivalentes.

REIVINDICACIONES

1. Un método para eliminar cortocircuitos en un elemento de célula solar que comprende una primera y una segunda capas de electrodo y una capa semiconductor para la conversión fotoeléctrica dispuesta entre la primera y segunda capas de electrodo, comprendiendo el método la aplicación de una tensión seudoalterna a través de la primera y segunda capas de electrodo, conteniendo la tensión seudoalterna una componente inversa en una dirección inversa y una componente directa distinta de cero en una dirección directa, siendo la componente directa de magnitud más pequeña que la componente inversa.

2. El método de la reivindicación 1, en el que la tensión seudoalterna tiene una forma de onda sinusoidal.

3. El método de la reivindicación 1, en el que la tensión seudoalterna tiene una forma de onda en diente de sierra.

4. El método de la reivindicación 3, en el que la tensión directa es menor que 0,5 V y la tensión inversa es mayor que 1 V.

5. El método de la reivindicación 1, en el que la tensión seudoalterna tiene una forma de onda cuadrada.

6. El método de la reivindicación 5, en el que la tensión directa es menor que 0,2 V y la tensión inversa es mayor que 1 V.

7. El método de la reivindicación 1, en el que la tensión seudoalterna aplicada es periódica.

8. El método de la reivindicación 7, en el que el periodo de la tensión seudoalterna se corresponde con una constante de tiempo del elemento de célula solar determinada por una capacidad y una resistencia en un sentido inverso del elemento de célula solar en el momento en que se aplica la tensión seudoalterna.

9. El método de la reivindicación 7, en el que la frecuencia de la tensión seudoalterna es de entre 20 y 1.000 Hz.

10. El método de la reivindicación 9, en el que la frecuencia de la tensión seudoalterna es de entre 50 y 120 Hz.

11. Un método para eliminar cortocircuitos en un elemento de célula solar que comprende una primera y una segunda capas de electrodo y una capa semiconductor para la conversión fotoeléctrica dispuesta entre una primera y una segunda capas de electrodo, comprendiendo el método la aplicación de una tensión seudoalterna que tiene una forma de onda sinusoidal a través de la primera y la segunda capas de electrodo, alternando la forma de onda sinusoidal entre 0 V y una tensión de ruptura inversa del elemento de célula solar.

12. Un método para eliminar cortocircuitos en un elemento de célula solar que comprende una primera y una segunda capas de electrodo y una capa semiconductor para la conversión fotoeléctrica dispuesta entre una primera y una segunda capas de electrodo, comprendiendo el método la aplicación de una tensión seudoalterna que tiene una forma de onda sinusoidal a través de la primera y la segunda capas de electrodo, variando la forma de onda sinusoidal entre una tensión directa menor que 0,5 V y una tensión inversa mayor que 1 V.

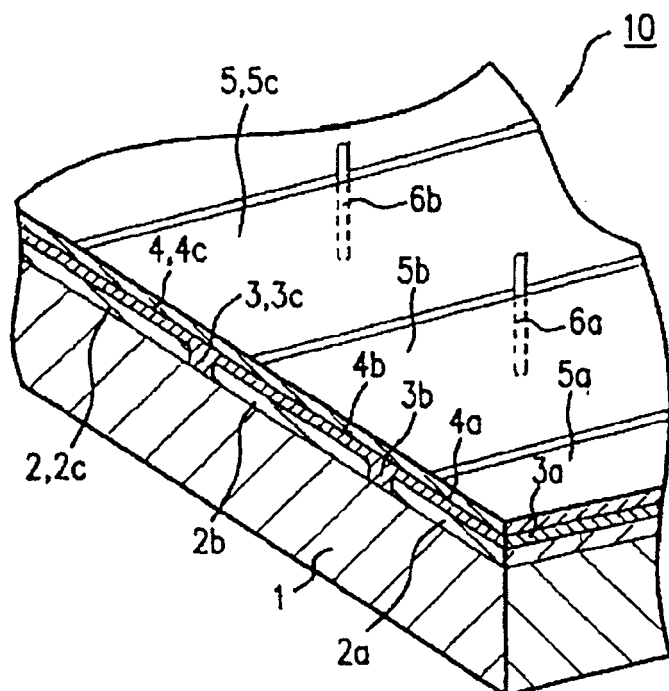


FIG.1



TENSIÓN DE
ROTURA INVERSA

FIG.2

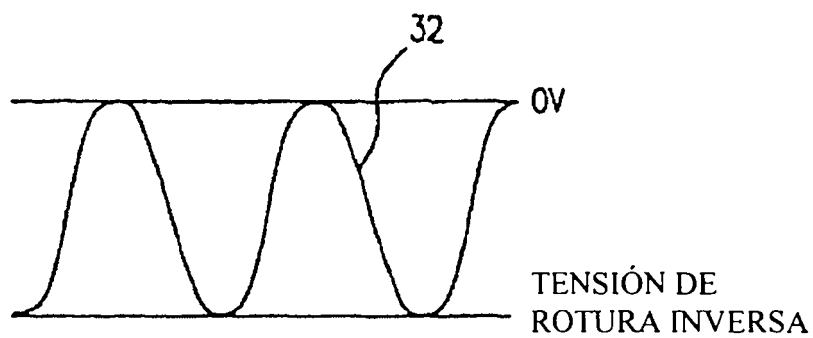


FIG.3A

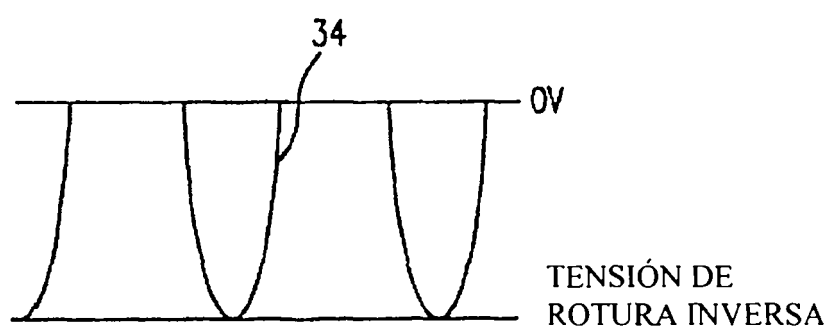


FIG.3B

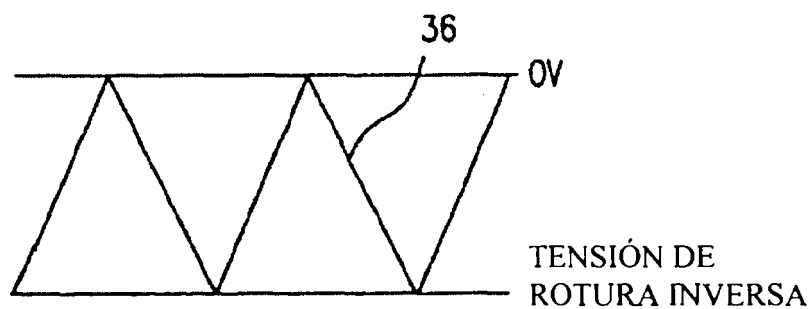


FIG.3C

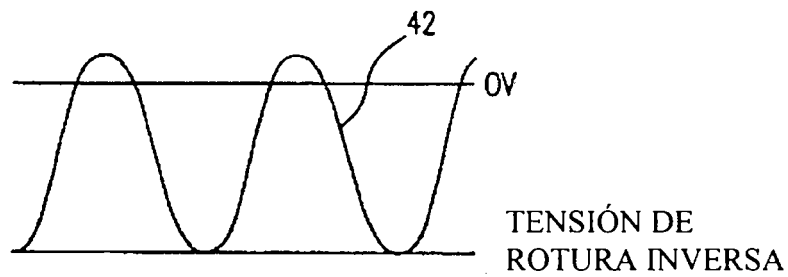


FIG. 4A

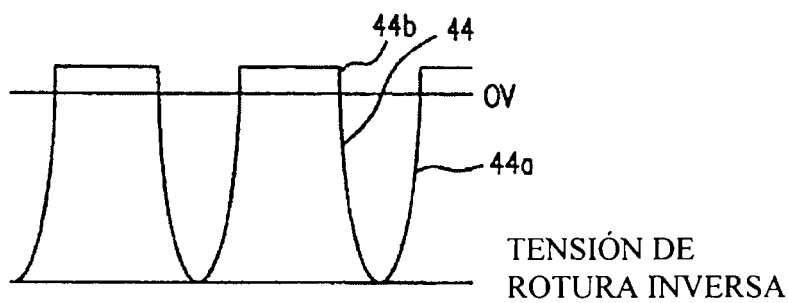


FIG. 4B

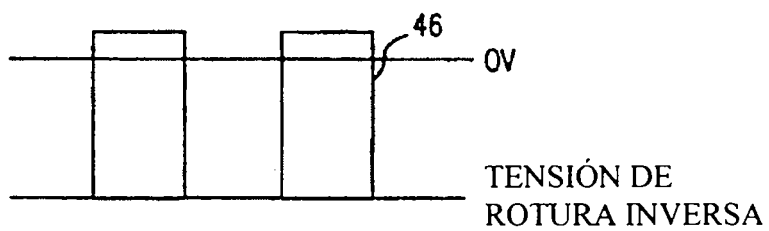


FIG. 4C

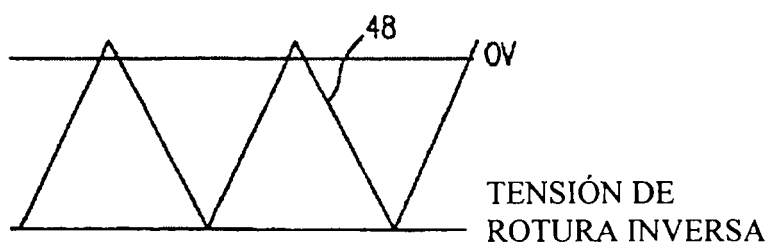


FIG. 4D