

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 988 070**

51 Int. Cl.:

H02S 50/10 (2014.01)

G06T 7/00 (2007.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **30.05.2020 PCT/CN2020/093606**

87 Fecha y número de publicación internacional: **18.02.2021 WO21027366**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **30.05.2020 E 20851602 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **31.07.2024 EP 4009517**

54 Título: **Método, aparato y sistema para detección de láminas celulares de central fotovoltaica**

30 Prioridad:

12.08.2019 CN 201910741156

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

19.11.2024

73 Titular/es:

HUAWEI DIGITAL POWER TECHNOLOGIES CO., LTD. (100.0%)

**Office 01, 39th Floor, Block A Antuoshan
Headquarters Towers 33 Antuoshan 6th
Road Futian District
Shenzhen, Guangdong 518043, CN**

72 Inventor/es:

**WANG, JIANQIANG;
WAN, SONG;
ZHANG, YANZHONG y
GAO, YONGBING**

74 Agente/Representante:

PONS ARIÑO, Ángel

ES 2 988 070 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, aparato y sistema para detección de láminas celulares de central fotovoltaica

5 Se reivindica prioridad a la solicitud de patente china n.º 201910741156.8, presentada el 12 de agosto de 2019 y titulada "MÉTODO, APARATO Y SISTEMA PARA DETECCIÓN DE CÉLULAS SOLARES DE PLANTA FOTOVOLTAICA".

Campo técnico

10 Esta descripción se refiere en general al campo de las comunicaciones, y la invención en particular se refiere a un método, un aparato y un sistema para detectar una célula solar de una planta fotovoltaica.

Antecedentes

15 Una tecnología de generación de energía solar fotovoltaica es una tecnología energética baja en carbono y respetuosa con el medio ambiente. Según esta tecnología, la energía solar se convierte en energía eléctrica mediante un módulo fotovoltaico. El módulo fotovoltaico incluye principalmente una pluralidad de células solares. Algunas células solares del módulo fotovoltaico pueden tener un defecto debido a colisión, envejecimiento o
20 similares del módulo fotovoltaico. Por este motivo, en la actualidad es necesario detectar las células solares defectuosas del módulo fotovoltaico.

Actualmente, las células solares pueden detectarse en interiores. En el interior, se utiliza una fuente de luz de
25 excitación externa para emitir luz puntual y se utiliza un homogeneizador para convertir la luz puntual en luz de área, para iluminar todo el módulo fotovoltaico. El módulo fotovoltaico convierte la energía luminosa de iluminación en energía eléctrica y emite una señal infrarroja impulsada por la energía eléctrica. La señal infrarroja se recopila utilizando una cámara de infrarrojos para obtener una imagen infrarroja. La imagen infrarroja incluye una imagen de cada célula solar del módulo fotovoltaico. Si la célula solar tiene un defecto se detecta basándose
30 en la imagen de la célula solar.

En un proceso de implementación de esta aplicación, los inventores encuentran que la tecnología convencional tiene al menos las siguientes desventajas.

35 Como se ha descrito anteriormente, la detección se puede realizar solo en interiores y utilizando una fuente de luz de excitación externa. Un área iluminada por la fuente de luz de excitación externa es limitada. Sin embargo, en una planta fotovoltaica, generalmente, un área grande está cubierta con módulos fotovoltaicos, lo que hace difícil detectar todos los módulos fotovoltaicos de la planta fotovoltaica utilizando el método anterior. Durante la detección, es necesario realizar una gran cantidad de reconstrucción de cableado en un sitio para suministrar energía a la fuente de luz de excitación externa para que la fuente de luz de excitación externa emita luz, lo que
40 aumenta los costes de la operación manual y el mantenimiento.

El documento CN 105915179 A da a conocer un método y sistema de detección de imágenes de bloqueo de fase de radiación portadora fotoinducida de oblea y célula solar. El sistema comprende una cámara infrarroja cercana, una tarjeta de adquisición de señales, un ordenador, una plataforma móvil tridimensional, una placa de filtro de
45 paso largo, un primer dispositivo láser y un segundo dispositivo láser, en donde una pieza de muestra que se detecta se fija sobre la plataforma móvil tridimensional, la plataforma móvil tridimensional se ajusta para hacer que la pieza de muestra que se detecta sea claramente visible en un campo visual de la cámara infrarroja cercana, el ordenador controla los dispositivos láser para someter la pieza de muestra que se detecta a una operación de excitación óptica controlando la tarjeta de adquisición de señal, la cámara infrarroja cercana se
50 controla para que se active de manera síncrona para recopilar secuencias de imágenes, las secuencias de imágenes recopiladas por la cámara infrarroja cercana se envían al ordenador y, a continuación, se someten a una operación de procesamiento de bloqueo de fase y, por lo tanto, se puede lograr una formación de imágenes de señal de radiación de portador de relación señal-ruido. Según el método y sistema de detección de imágenes de bloqueo de fase de radiación portadora fotoinducida de oblea y células solares, la pieza de muestra se excita
55 mediante luz láser de manera de excitación superficial, se puede detectar un área grande y se logra una alta eficiencia de detección, se adopta un algoritmo de bloqueo de fase, se pueden obtener buenos resultados de detección en un fondo de luz natural sin un ambiente de cuarto oscuro, y se logra la comodidad de la detección.

El documento CN 106230377 A da a conocer un método de detección de fallos de punto caliente para un panel de
60 células fotovoltaicas, y pertenece al campo de la detección de fallos de un sistema de generación de energía fotovoltaica. El método comprende las etapas de: recopilar imágenes infrarrojas en diferentes estados de fallos de puntos de calientes; llevar a cabo el procesamiento previo y segmentación de las imágenes infrarrojas, y extraer un vector característico de fallo de punto caliente; entrenar un modelo de detección multifallo SVM y optimizar los parámetros en el SVM mediante el empleo de PSOM; y finalmente construir un modelo de detección de fallos de
65 puntos de caliente para el panel de células fotovoltaicas. El método logra la detección de fallos de puntos calientes del panel de células fotovoltaicas, proporciona un nivel de daño de puntos calientes, proporciona

información precisa sobre fallos de puntos calientes, y da lugar a la operación segura y efectiva del sistema de generación de energía fotovoltaica.

5 El documento CN 108680486 A da a conocer un método para probar la resistencia a la intemperie a largo plazo de un módulo fotovoltaico. El método comprende específicamente las etapas de preparar muestras de baterías que tienen 3 tipos de defectos: fuga de electricidad local típica, microgrietas y baja resistencia paralela, empaquetarlas en un componente pequeño, colocar el componente pequeño en una caja ambiental, configurar la caja ambiental, conducir respectivamente un experimento de envejecimiento de alta temperatura y alta humedad y un experimento de envejecimiento cíclico de temperatura alta-baja, utilizando equipos electroluminiscentes y
10 equipos de prueba de formación de imágenes térmicas infrarrojas de fase bloqueada en el proceso del experimento para probar y calcular el rendimiento IV local de la parte defectuosa de la batería en el componente pequeño del experimento; analizar la atenuación del rendimiento eléctrico total del componente pequeño del experimento y la atenuación del rendimiento eléctrico local de la parte defectuosa según el resultado del experimento, y analizar la resistencia a la intemperie a largo plazo del módulo fotovoltaico. El software ANSYS se utiliza para simular el componente de microdefecto en diferentes puntos de envejecimiento del tiempo y la distribución de temperatura de una batería de punto caliente bajo la condición de combinación de distribución de radiación desigual y tipo de distribución de corriente de fuga, la condición de producción del punto caliente más grave y se analiza la probabilidad de fallo por alta temperatura de la batería y se mejora la fiabilidad del componente fotovoltaico.

20 El documento CN 109884077 A da a conocer un método y un dispositivo para detectar defectos infrarrojos de una central fotovoltaica exterior en un entorno de luz natural. Un detector de infrarrojos está dispuesto justo delante de un conjunto fotovoltaico que se ha de probar y alineado con el conjunto fotovoltaico que se ha de probar; un polo positivo y un polo negativo de una fuente de alimentación de impulsos están conectados a un polo positivo y a un polo negativo del conjunto fotovoltaico que se ha de probar a través de cables correspondientemente, un controlador de impulsos está conectado con la fuente de alimentación de impulsos, una colección de imágenes y el terminal de procesamiento está conectado con el detector de infrarrojos, y el controlador de impulsos y el terminal de procesamiento y recopilación de imágenes están conectados a través de un dispositivo generador sincrónico; el controlador de impulsos controla la salida de la fuente de alimentación de impulsos para aplicar señales eléctricas de impulsos con cierta frecuencia al conjunto fotovoltaico; el dispositivo generador sincrónico consigue una sincronización precisa de la recopilación de señales eléctricas de impulsos y de la recopilación de imágenes; y el terminal de recopilación y procesamiento de imágenes controla el detector de infrarrojos para obtener la secuencia de imágenes de luminiscencia infrarroja del conjunto fotovoltaico que se ha de probar y realiza el procesamiento de datos para obtener imágenes infrarrojas del conjunto fotovoltaico que se ha de probar. Según el método y dispositivo para detectar los defectos infrarrojos de la central fotovoltaica exterior en un entorno de luz natural, se mejora enormemente la eficiencia de prueba y operación y mantenimiento de la central eléctrica.

40 El documento CN 110535435 A da a conocer un método, dispositivo y sistema de detección de piezas de batería de una central fotovoltaica, y pertenece al campo de las comunicaciones. El método comprende las siguientes etapas de: obtención de una primera imagen infrarroja y una segunda imagen infrarroja, en donde la primera imagen infrarroja comprende información de imagen infrarroja correspondiente a una señal de luz infrarroja en un entorno de reflexión de una pieza de batería a detectar que funciona en un estado de cortocircuito, en donde la segunda imagen infrarroja comprende información de imagen infrarroja correspondiente a una señal de luz infrarroja emitida por la pieza de batería a detectar que funciona en un primer estado e información de imagen infrarroja correspondiente a una señal de luz infrarroja en un entorno de reflexión de la pieza de batería a detectar, y el primer estado son otros estados excepto el estado de cortocircuito; y detección de si la pieza de batería a detectar tiene defectos o no según la primera imagen infrarroja y la segunda imagen infrarroja. Según la descripción, se puede reducir la dificultad y el coste de operación y mantenimiento de detección del panel de células fotovoltaicas.

55 El documento US 2017/019570 A1 da a conocer un sistema de inspección para inspeccionar una fila solar que tiene una pluralidad de paneles solares, el sistema de inspección incluye una construcción de soporte móvil, un dispositivo de formación de imágenes y un controlador, estando montado el dispositivo de formación de imágenes en la construcción de soporte móvil, estando acoplado el controlador con la construcción de soporte móvil y con el dispositivo de formación de imágenes, estando configurado el controlador para hacer que la construcción de soporte móvil mueva el dispositivo de formación de imágenes sobre la superficie de la fila solar y para hacer que el dispositivo de formación de imágenes genere imágenes en un área objetivo seleccionada de la fila solar, estando configurado además el controlador para analizar imágenes adquiridas por el dispositivo de formación de imágenes para detectar defectos de la fila solar.

Compendio

65 El objeto de la presente invención es proporcionar un método, un aparato y un sistema para detectar una célula solar de una planta fotovoltaica, para reducir la dificultad y los costes de operación y mantenimiento de la detección de módulos fotovoltaicos. Este objetivo se resuelve mediante las reivindicaciones independientes

adjuntas y se enumeran otras realizaciones ventajosas y mejoras de la presente invención en las reivindicaciones dependientes adjuntas. En lo sucesivo, hasta la "breve descripción de los dibujos", expresiones como "...aspecto según la invención", "según la invención", o "la presente invención", se refieren a enseñanzas técnicas de la realización más amplia según se reivindica con las reivindicaciones independientes. Expresiones como

5

"implementación", "diseño", "opcionalmente", "preferiblemente", "escenario", "aspecto" o similares se refieren a realizaciones adicionales según lo reivindicado, y expresiones como "ejemplo", "...aspecto según un ejemplo", "la descripción describe", o "la descripción" describen enseñanzas técnicas que se relaciona con la comprensión de la invención o sus realizaciones, que, sin embargo, no se reivindica como tal. Las soluciones técnicas son las siguientes:

10

Según un primer aspecto según la invención, la invención proporciona un método para detectar una célula solar de una planta fotovoltaica. En el método, se obtienen una primera imagen infrarroja y una segunda imagen infrarroja. La primera imagen infrarroja incluye información de imagen infrarroja correspondiente a una señal infrarroja ambiental reflejada por una célula solar a detectar que opera en un estado de cortocircuito, la segunda

15

imagen infrarroja incluye información de imagen infrarroja correspondiente a una señal infrarroja emitida por el célula solar a detectar que opera en un primer estado e información de imagen infrarroja correspondiente a una señal infrarroja ambiental reflejada por la célula solar a detectar, y el primer estado es otro estado distinto del estado de cortocircuito. Si la célula solar a detectar tiene un defecto se detecta basándose en la primera imagen infrarroja y en la segunda imagen infrarroja. Debido a que la primera imagen infrarroja incluye la información de la

20

imagen infrarroja correspondiente a la señal infrarroja ambiental reflejada por la célula solar a detectar, y la segunda imagen infrarroja incluye la información de la imagen infrarroja correspondiente a la señal infrarroja emitida por la célula solar a detectar y la información de la imagen infrarroja correspondiente a la señal infrarroja ambiental reflejada por la célula solar a detectar, cuando se utiliza una fuente de luz solar, se obtienen la primera

25

imagen infrarroja y la segunda imagen infrarroja, y si la célula solar a detectar tiene un defecto que se puede detectar basándose en la primera imagen infrarroja y la segunda imagen infrarroja. De esta manera, no es necesario utilizar una fuente de luz artificial para detectar un módulo fotovoltaico en el interior, lo que hace innecesario mover el módulo fotovoltaico al interior y realizar la reconstrucción del cableado in situ para

30

suministrar energía a la fuente de luz artificial, reduciendo así la dificultad y los costes de operación y mantenimiento de la detección de módulos fotovoltaicos, y facilitar la detección completa en la planta fotovoltaica.

En una posible implementación, la información de la imagen infrarroja que se incluye en la segunda imagen infrarroja y que corresponde a la señal infrarroja ambiental se elimina basándose en la primera imagen infrarroja, para obtener una tercera imagen infrarroja. Si la célula solar a detectar tiene un defecto se detecta basándose en la

35

tercera imagen infrarroja y una biblioteca de defectos. La biblioteca de defectos incluye al menos un defecto y al menos una imagen de muestra correspondiente a cada defecto. Debido a que la primera imagen infrarroja incluye la información de la imagen infrarroja correspondiente a la señal infrarroja ambiental, la segunda imagen infrarroja incluye la información de la imagen infrarroja correspondiente a la señal infrarroja ambiental y la información de la imagen infrarroja correspondiente a la señal infrarroja emitida por la célula solar a detectar, y la información de la

40

imagen infrarroja que se incluye en la segunda imagen infrarroja y que corresponde a la señal infrarroja ambiental se elimina basándose en la primera imagen infrarroja, de modo que se obtiene la tercera imagen infrarroja en la que se elimina el ruido ambiental, si la célula solar a detectar tiene un defecto que se puede detectar con éxito utilizando la tercera imagen infrarroja. De esta manera, se puede detectar con éxito un defecto de una célula solar utilizando una fuente de luz solar. Cuando se utiliza la fuente de luz solar, no es necesario realizar la reconstrucción del cableado in situ ni mover un módulo fotovoltaico al interior, reduciendo así la dificultad y los

45

costes de operación y mantenimiento de la detección.

En otra implementación posible, la célula solar a detectar se controla para que opere en el estado de cortocircuito y en el primer estado por separado. De esta manera, la célula solar a detectar no emite una señal infrarroja cuando opera en estado de cortocircuito, de modo que la primera imagen infrarroja de la célula solar a detectar se puede obtener cuando la célula solar a detectar opera en estado de cortocircuito. La célula solar a detectar emite una señal infrarroja cuando opera en el primer estado, de modo que la segunda imagen infrarroja puede obtenerse cuando la célula solar a detectar opera en el primer estado.

50

En otra implementación posible, la biblioteca de defectos incluye además un primer estado correspondiente a un defecto objetivo, y el defecto objetivo es un defecto parcial en la biblioteca de defectos. La célula solar a detectar se controla para que opere en el primer estado correspondiente al defecto objetivo, de modo que si la célula solar a detectar tiene el defecto objetivo se detecta basándose en la primera imagen infrarroja y en la segunda imagen infrarroja. Una información de brillo más alta de los píxeles incluidos en una segunda imagen infrarroja indica que una imagen infrarroja de la célula solar a detectar en la segunda imagen infrarroja es más clara y la precisión de la

60

detección del defecto objetivo puede ser mayor. La información de brillo de los píxeles en la segunda imagen infrarroja en el primer estado correspondiente al defecto objetivo cumple con la información de brillo requerida para detectar el defecto objetivo. Por lo tanto, la precisión de la detección del defecto objetivo se puede mejorar utilizando la segunda imagen infrarroja en el primer estado correspondiente al defecto objetivo.

65

En otra posible implementación, las extremidades de salida positiva y negativa de un módulo fotovoltaico en donde se encuentra la célula solar a detectar están conectadas a un inversor. En el método, se puede enviar un

comando de control al inversor. El comando de control lleva una primera instrucción, y la primera instrucción se utiliza para indicarle al inversor que implemente un cortocircuito entre la extremidad de salida positiva y la extremidad de salida negativa del módulo fotovoltaico, de modo que la célula solar a detectar opere en el estado de cortocircuito.

5 En otra posible implementación, el primer estado incluye un estado de circuito abierto. En el método, se puede enviar un comando de control al inversor. El comando de control lleva una segunda instrucción, y la segunda instrucción se utiliza para indicarle al inversor que se desconecte de la extremidad de salida positiva y de la extremidad de salida negativa del módulo fotovoltaico, de modo que la célula solar a detectar opere en el estado de circuito abierto.

10 En otra posible implementación, el primer estado incluye un estado de salida. En el método, se puede enviar un comando de control al inversor. El comando de control lleva una potencia de salida objetivo, y la potencia de salida objetivo excede un umbral preestablecido, de modo que el inversor controla una potencia de salida del módulo fotovoltaico para que sea igual a la potencia de salida objetivo, de modo que la célula solar a detectar opera en el estado de salida.

15 En una posible implementación, se cuenta una cantidad de células solares correspondientes a cada defecto y una cantidad de células solares normales en el módulo fotovoltaico, y se obtiene un índice de salud del módulo fotovoltaico basándose en la cantidad de células solares correspondientes a cada defecto, un peso correspondiente a cada defecto, la cantidad de células solares normales, un peso correspondiente a la célula solar normal y una cantidad total de células solares en el módulo fotovoltaico. Se obtiene el índice de salud del módulo fotovoltaico, de modo que el personal de mantenimiento pueda tomar una decisión de procesamiento sobre el módulo fotovoltaico basándose en el índice de salud, por ejemplo, determinar si reemplazar o reparar el módulo fotovoltaico.

20 En otra implementación posible, cuando la intensidad de iluminación de la luz solar excede un umbral de intensidad preestablecido, la célula solar a detectar se controla para operar en el estado de cortocircuito y en el primer estado por separado. Una mayor intensidad de iluminación de la luz solar indica que la intensidad de una señal infrarroja emitida por la célula solar es mayor, lo que facilita la detección de un defecto de la célula solar. Por lo tanto, cuando la intensidad de iluminación de la luz solar excede el umbral de intensidad preestablecido, se realiza una operación de detección en la célula solar, de modo que se puede mejorar la precisión de la detección.

25 En otra implementación posible, una diferencia de tiempo entre un tiempo de inicio del estado de cortocircuito y un tiempo de inicio del primer estado no excede un umbral de tiempo preestablecido. De esta manera, se garantiza que la intensidad de la señal infrarroja ambiental en la primera imagen infrarroja sea básicamente la misma que la intensidad de la señal infrarroja ambiental en la segunda imagen infrarroja, de modo que se puede mejorar la precisión de la detección.

30 Según un segundo aspecto según la invención, la invención proporciona un aparato para detectar una célula solar de una planta fotovoltaica, configurado para realizar el método en cualquiera del primer aspecto o las posibles implementaciones del primer aspecto. El aparato incluye unidades configuradas para realizar el método en el primer aspecto o cualquier implementación posible del primer aspecto.

35 Según un tercer aspecto no reivindicado, una realización de esta solicitud proporciona un aparato para detectar una célula solar de una planta fotovoltaica. El aparato incluye al menos un procesador, al menos una memoria y al menos un transceptor. El al menos un procesador está conectado a la al menos una memoria y al, al menos, un transceptor a través de un bus. La al menos una memoria almacena uno o más programas, el uno o más programas están configurados para ser ejecutados por al menos un procesador, y el uno o más programas incluyen instrucciones utilizadas para realizar el método según cualquiera del primer aspecto o las posibles implementaciones del primer aspecto.

40 Según un cuarto aspecto no reivindicado, esta solicitud proporciona un medio legible por ordenador. El medio de almacenamiento legible por ordenador almacena instrucciones. Cuando las instrucciones se ejecutan en un ordenador, el ordenador está habilitado para realizar el método en el primer aspecto o cualquier posible implementación del primer aspecto.

45 Según un quinto aspecto no reivindicado, esta solicitud proporciona adicionalmente un producto de programa informático que incluye instrucciones. Cuando el producto de programa informático se ejecuta en un ordenador, el ordenador está habilitado para realizar el método en el primer aspecto o cualquier posible implementación del primer aspecto.

50 Según un sexto aspecto según la invención, la invención proporciona también, un sistema para detectar una célula solar de una planta fotovoltaica. El sistema incluye: un dispositivo de control, un inversor y un terminal de recopilación de señales infrarrojas. El inversor está conectado a una célula solar a detectar. El dispositivo de control obtiene una primera imagen infrarroja y una segunda imagen infrarroja utilizando el inversor y el terminal

de recopilación de señales infrarrojas. La primera imagen infrarroja incluye información de imagen infrarroja correspondiente a una señal infrarroja ambiental reflejada por la célula solar a detectar que opera en un estado de cortocircuito, la segunda imagen infrarroja incluye información de imagen infrarroja correspondiente a una señal infrarroja emitida por la célula solar a detectar que opera en un primer estado e información de imagen infrarroja correspondiente a una señal infrarroja ambiental reflejada por la célula solar a detectar, y el primer estado es otro estado distinto del estado de cortocircuito. El dispositivo de control detecta, basándose en la primera imagen infrarroja y en la segunda imagen infrarroja, si la célula solar a detectar presenta un defecto. Debido a que la primera imagen infrarroja incluye información de imagen infrarroja correspondiente a la señal infrarroja ambiental reflejada por la célula solar a detectar, y la segunda imagen infrarroja incluye información de imagen infrarroja correspondiente a la señal infrarroja emitida por la célula solar a detectar y la información de la imagen infrarroja correspondiente a la señal infrarroja ambiental reflejada por la célula solar a detectar, cuando se utiliza una fuente de luz solar, se obtienen la primera imagen infrarroja y la segunda imagen infrarroja, y si la célula solar a detectar tiene un defecto que se puede detectar basándose en la primera imagen infrarroja y en la segunda imagen infrarroja. De esta manera, es innecesario utilizar una fuente de luz artificial para detectar un módulo fotovoltaico en interiores, reduciendo así la dificultad y los costes de operación y mantenimiento de la detección del módulo fotovoltaico.

En la siguiente descripción, las características que en el resumen anterior de la invención se han marcado como "no reivindicadas" o "según la invención" también lo son en lo sucesivo, cuando se describen y explican con referencia a los dibujos, se ha de comprender como "no reivindicado" o "no forma parte de la invención" o "según la invención".

Breve descripción de los dibujos

La fig. 1 es un diagrama esquemático de una estructura de una planta fotovoltaica según una realización de esta solicitud;

La fig. 2 es un diagrama esquemático de una estructura de un sistema de detección según una realización de esta solicitud;

La fig. 3 es un diagrama de flujo de un método para detectar una célula solar de una planta fotovoltaica según una realización de esta solicitud;

La fig. 4 es un diagrama esquemático de una imagen panorámica de una planta fotovoltaica según una realización de esta solicitud;

La fig. 5 es un diagrama esquemático de una estructura de un aparato para detectar una célula solar de una planta fotovoltaica según una realización de esta solicitud;

La fig. 6 es un diagrama esquemático de una estructura de otro aparato para detectar una célula solar de una planta fotovoltaica según una realización de esta solicitud; y

La fig. 7 es un diagrama esquemático de una estructura de otro aparato para detectar una célula solar según una realización de esta solicitud;

Descripción de las realizaciones

A continuación se describen en detalle realizaciones de esta solicitud con referencia a los dibujos adjuntos.

Con referencia a la fig. 1, una planta fotovoltaica incluye al menos un módulo 1 fotovoltaico, las extremidades de salida positiva y negativa de cada módulo 1 fotovoltaico están conectadas a un inversor 2, y cada módulo 1 fotovoltaico está conectado a una red eléctrica utilizando el inversor 2.

El módulo 1 fotovoltaico incluye al menos una cadena 3 fotovoltaica. En otras palabras, el módulo 1 fotovoltaico puede incluir una cadena 3 fotovoltaica, o el módulo 1 fotovoltaico puede incluir una pluralidad de cadenas 3 fotovoltaicas. Cuando el módulo 1 fotovoltaico incluye una pluralidad de cadenas 3 fotovoltaicas, la pluralidad de cadenas 3 fotovoltaicas pueden estar situadas paralelas entre sí en el módulo 1 fotovoltaico.

Cada cadena 3 fotovoltaica incluye una pluralidad de células 4 solares, y la pluralidad de células 4 solares están conectadas en serie mediante el uso de dos barras 5 colectoras. Una de las dos barras 5 colectoras está conectada a la extremidad de salida positiva del módulo 1 fotovoltaico y a una extremidad de salida positiva de cada célula 4 solar, y la otra barra 5 colectoras está conectada a la extremidad de salida negativa del módulo 1 fotovoltaico y a una extremidad de salida negativa de cada célula 4 solar.

Cada célula 4 solar en el módulo 1 fotovoltaico genera energía eléctrica bajo iluminación luminosa y transmite la energía eléctrica generada a las extremidades de salida positiva y negativa del módulo 1 fotovoltaico utilizando

las barras 5 colectoras conectadas a la célula solar. Las extremidades de salida positiva y negativa del módulo 1 fotovoltaico introducen la energía eléctrica generada por cada célula 3 solar en el módulo 1 fotovoltaico al inversor 2, y el inversor 2 introduce la energía eléctrica a la red eléctrica.

- 5 El inversor 2 puede controlar una potencia de salida del módulo 1 fotovoltaico, y puede controlar la potencia de salida del módulo 1 fotovoltaico para cambiar de 0 a una potencia de salida máxima del módulo 1 fotovoltaico.

10 El inversor 2 puede controlar la célula 4 solar en el módulo 1 fotovoltaico para que opere en diferentes estados de operación. El estado de operación incluye al menos uno de un estado de circuito abierto, un estado de cortocircuito o un estado de salida. Es decir, el inversor 1 puede controlar la célula 4 solar en el módulo 1 fotovoltaico para que opere en el estado de circuito abierto, en el estado de cortocircuito o en el estado de salida.

15 Cuando la célula 4 solar en el módulo 1 fotovoltaico opera en el estado de circuito abierto o en el estado de cortocircuito, la potencia de salida del módulo 1 fotovoltaico no excede un umbral preestablecido. Generalmente, cuando la célula 4 solar en el módulo 1 fotovoltaico opera en estado de circuito abierto o en estado de cortocircuito, la potencia de salida del módulo 1 fotovoltaico es 0. A veces, la potencia de salida del módulo 1 fotovoltaico puede ser mayor que 0, pero la potencia de salida es muy pequeña y no excede el umbral preestablecido. Cuando la célula 4 solar en el módulo 1 fotovoltaico opera en el estado de salida, la potencia de salida del módulo 1 fotovoltaico excede el umbral preestablecido.

20 El inversor 1 puede desconectarse de las extremidades de salida positiva y negativa del módulo 1 fotovoltaico, de modo que la célula 4 solar en el módulo 1 fotovoltaico opera en el estado de circuito abierto. Cuando la célula 4 solar en el módulo 1 fotovoltaico opera en el estado de circuito abierto, la extremidad de salida positiva y la extremidad de salida negativa del módulo 1 fotovoltaico también se desconectan, hay una tensión de salida máxima entre la extremidad de salida positiva y la extremidad de salida negativa del módulo 1 fotovoltaico, y una corriente de salida del módulo 1 fotovoltaico no excede un umbral de corriente preestablecido. Generalmente, la corriente de salida del módulo 1 fotovoltaico es 0. A veces, la corriente de salida del módulo 1 fotovoltaico puede ser mayor que 0, pero la corriente de salida es relativamente pequeña y no excede el umbral de corriente preestablecido.

30 El inversor 1 implementa un cortocircuito entre la extremidad de salida positiva y la extremidad de salida negativa del módulo 1 fotovoltaico, de modo que la célula 4 solar en el módulo 1 fotovoltaico opera en el estado de cortocircuito. Cuando la célula 4 solar en el módulo 1 fotovoltaico opera en el estado de cortocircuito, una tensión de salida entre la extremidad de salida positiva y la extremidad de salida negativa del módulo 1 fotovoltaico no excede un umbral de tensión preestablecido, y el módulo 1 fotovoltaico tiene una corriente de salida máxima. Generalmente, la tensión de salida entre la extremidad de salida positiva y la extremidad de salida negativa del módulo 1 fotovoltaico es 0. A veces, la tensión de salida entre la extremidad de salida positiva y la extremidad de salida negativa del módulo 1 fotovoltaico puede ser mayor que 0, pero la tensión de salida es relativamente pequeña y no excede el umbral de tensión preestablecido.

40 El inversor 1 puede controlar la potencia de salida del módulo 1 fotovoltaico para que sea mayor que el umbral preestablecido, para controlar el módulo 1 fotovoltaico para que opere en el estado de salida.

45 La potencia de salida del módulo 1 fotovoltaico es igual a un producto de la corriente de salida y la tensión de salida del módulo 1 fotovoltaico. Cuando la célula 4 solar en el módulo 1 fotovoltaico opera en el estado de circuito abierto, debido a que la corriente de salida del módulo 1 fotovoltaico no excede el umbral de corriente preestablecido, la potencia de salida del módulo 1 fotovoltaico no excede el umbral preestablecido. Cuando la célula 4 solar en el módulo 1 fotovoltaico opera en el estado de cortocircuito, debido a que la tensión de salida del módulo 1 fotovoltaico no excede el umbral de tensión preestablecido, la potencia de salida del módulo 1 fotovoltaico no excede el umbral preestablecido.

50 Cuando la tensión de salida entre las extremidades de salida positiva y negativa del módulo 1 fotovoltaico es mayor que el umbral de tensión preestablecido, la célula 4 solar incluida en el módulo 1 fotovoltaico genera y emite una señal infrarroja. Una tensión de salida más alta entre las extremidades de salida positiva y negativa del módulo 1 fotovoltaico indica una señal infrarroja más fuerte generada por la célula 4 solar incluida en el módulo 1 fotovoltaico.

60 De esta manera, cuando la célula 4 solar en el módulo 1 fotovoltaico opera en el estado de cortocircuito, la célula 4 solar en el módulo 1 fotovoltaico no emite una señal infrarroja. Cuando la célula 4 solar del módulo 1 fotovoltaico opera en el estado de circuito abierto, la célula 4 solar del módulo 1 fotovoltaico genera una señal infrarroja más intensa. Cuando el módulo 1 fotovoltaico opera en el estado de salida, la célula 4 solar en el módulo 1 fotovoltaico genera una segunda señal infrarroja más intensa.

65 Opcionalmente, el inversor 2 puede ser un inversor de cadena fotovoltaico, un inversor centralizado o un inversor distribuido. La planta fotovoltaica puede ser una planta fotovoltaica terrestre comercial a gran escala, una planta fotovoltaica distribuida en tejados, una planta complementaria de luz agrícola/luz de pesca, una planta flotante, o

similares.

Además, debería observarse que durante el uso prolongado del módulo 1 fotovoltaico, algunas células 4 solares en el módulo 1 fotovoltaico pueden tener un defecto. El defecto puede ser una mancha negra, un núcleo negro, una barra colectora rota, una grieta oculta, un fragmento o similar.

La mancha negra significa que hay una mancha negra irregular en una superficie de la célula 4 solar o que un color de toda la célula solar es más oscuro que el de otra célula solar. El núcleo negro significa que hay un bloque negro redondo en el centro de la célula 4 solar. La barra colectora rota significa un mal contacto entre la célula 4 solar y una barra colectora. La grieta oculta significa que hay una ligera grieta en la célula 4 solar. El fragmento significa que la célula 4 solar está fragmentada.

Cuando una célula 4 solar tiene un defecto, es necesario detectar la célula 4 solar. En esta solicitud, se puede detectar la célula 4 solar defectuosa en el módulo 1 fotovoltaico, de modo que el personal de operación y mantenimiento de la planta fotovoltaica pueda determinar la salud del módulo 1 fotovoltaico basándose en la célula 4 solar detectada. En esta solicitud, la planta se puede detectar de manera completa, es decir, se detecta cada célula solar en cada módulo 1 fotovoltaico en la planta fotovoltaica, para detectar cada célula solar defectuosa en la planta fotovoltaica, de modo que el personal de operación y mantenimiento pueda determinar la salud de la planta fotovoltaica basándose en cada célula 4 solar detectada.

Para un proceso de detección de una célula 4 solar, consulte cualquier realización posterior. En la presente memoria no se describen detalles.

Con referencia a la fig. 2, para detectar si una célula 4 solar tiene un defecto, una realización de esta solicitud proporciona un sistema de detección. Además del inversor 2 anterior, el sistema de detección incluye un dispositivo 6 de control y un terminal 7 de recopilación de señales infrarrojas.

El dispositivo 6 de control puede establecer una conexión de red con el inversor 2 y establecer una conexión de red con el terminal 7 de recopilación de señales infrarrojas.

El dispositivo 6 de control puede controlar, utilizando el inversor 2, una célula solar a detectar para que opere en un estado de cortocircuito. La célula solar a detectar refleja una señal infrarroja ambiental cuando opera en el estado de cortocircuito. El dispositivo 6 de control controla el terminal 7 de recopilación de señales infrarrojas para fotografiar la célula solar a detectar para obtener una primera imagen infrarroja. La primera imagen infrarroja incluye información de imagen infrarroja correspondiente a la señal infrarroja ambiental reflejada por la célula solar a detectar.

El dispositivo 6 de control puede controlar, utilizando el inversor 2, una célula solar a detectar para que opere en un estado de cortocircuito. El primer estado puede ser un estado de circuito abierto o un estado de salida. La célula solar a detectar emite una señal infrarroja y refleja una señal infrarroja ambiental cuando opera en el primer estado. El dispositivo 6 de control controla el terminal 7 de recopilación de señales infrarrojas para fotografiar la célula solar a detectar para obtener una primera imagen infrarroja. La segunda imagen infrarroja incluye información de imagen infrarroja correspondiente a la señal infrarroja emitida por e información de imagen infrarroja correspondiente a la señal infrarroja ambiental reflejada por la célula solar a detectar.

Opcionalmente, el dispositivo 6 de control puede alternativamente controlar primero, utilizando el inversor 2, la célula solar a detectar para que opere en el primer estado, y obtener la segunda imagen infrarroja utilizando el terminal 7 de recopilación de señales infrarroja, y, a continuación, controlar, utilizando el inversor 2, la célula solar a detectar para que opere en el estado de cortocircuito, y obtener la primera imagen infrarroja utilizando el terminal 7 de recopilación de señales infrarrojas.

Después de obtener la primera imagen infrarroja y la segunda imagen infrarroja, el dispositivo 6 de control detecta, basándose en la primera imagen infrarroja y la segunda imagen infrarroja, si la célula solar a detectar tiene un defecto.

Para un proceso detallado en donde el dispositivo 6 de control controla, utilizando el inversor 2, la célula solar a detectar para operar en el estado de cortocircuito o el primer estado, un proceso detallado en donde el dispositivo de control obtiene la primera imagen infrarroja o la segunda imagen infrarroja utilizando el terminal 7 de recopilación de señales infrarrojas, y un proceso detallado en el cual el dispositivo de control detecta la célula solar a detectar, consulte el contenido relacionado en la siguiente realización que se muestra en la fig. 3. Los detalles no se describen en la presente memoria.

Opcionalmente, el dispositivo 6 de control puede ser un ordenador, un centro de control de una planta fotovoltaica, o similar. El terminal 7 de recopilación de señales infrarrojas puede ser un dispositivo de fotografía aérea con una cámara infrarroja instalada, por ejemplo, puede ser un vehículo aéreo no tripulado con una cámara infrarroja instalada.

Con referencia a la fig. 3, una realización de esta solicitud proporciona un método para detectar una célula solar de una planta fotovoltaica. El método se puede aplicar a la arquitectura del sistema mostrada en la fig. 2. El método puede ser realizado por el dispositivo de control en la arquitectura del sistema e incluye las siguientes etapas.

Etapa 101: bajo iluminación solar, controlar las células solares en un módulo fotovoltaico para operar en un estado de cortocircuito.

Cuando el personal de operación y mantenimiento de la planta fotovoltaica encuentra que uno o más módulos fotovoltaicos de una planta fotovoltaica tienen un problema, el personal de operación y mantenimiento debe detectar células solares en el módulo fotovoltaico. En este caso, el personal de operación y mantenimiento puede introducir información de identificación de uno o más módulos fotovoltaicos en el dispositivo de control. Alternativamente, cuando el personal de operación y mantenimiento de la planta fotovoltaica debe realizar una detección completa en la planta fotovoltaica, el personal de operación y mantenimiento de la planta fotovoltaica puede introducir información de identificación de los módulos fotovoltaicos en la planta fotovoltaica al dispositivo de control en una pluralidad de momentos, y puede introducir información de identificación de uno o más módulos fotovoltaicos cada vez. La detección completa en la planta fotovoltaica es la detección en cada célula solar en la planta fotovoltaica.

El dispositivo de control puede obtener la información de identificación de entrada del módulo fotovoltaico y controlar, basándose en la información de identificación del módulo fotovoltaico, el módulo fotovoltaico para operar en el estado de cortocircuito. Cuando el módulo fotovoltaico opera en el estado de cortocircuito, cada célula solar del módulo fotovoltaico también opera en el estado de cortocircuito.

El dispositivo de control almacena una lista de módulos. La lista de módulos se utiliza para almacenar una correspondencia entre información de identificación e información básica de un módulo fotovoltaico, y cada registro en la lista de módulos incluye información de identificación de un módulo fotovoltaico en la planta fotovoltaica e información básica del módulo fotovoltaico. La información básica del módulo fotovoltaico incluye una ubicación del módulo fotovoltaico, información de identificación de un inversor conectado al módulo fotovoltaico y similares.

Después de obtener la información de identificación del módulo fotovoltaico, el dispositivo de control puede obtener información básica del módulo fotovoltaico a partir de la lista de módulos basándose en la información de identificación del módulo fotovoltaico. Basándose en la información de identificación, incluida en la información básica, de un inversor conectado al módulo fotovoltaico, el dispositivo de control establece una conexión de red con el inversor, y envía un primer comando de control al inversor a través de la conexión de red. El primer comando de control incluye una primera instrucción. El inversor recibe el primer comando de control, e implementa un cortocircuito entre una extremidad de salida positiva y una extremidad de salida negativa del módulo fotovoltaico según la primera instrucción incluida en el primer comando de control, de modo que la célula solar en el módulo fotovoltaico opere en el estado de cortocircuito.

La célula solar en el módulo fotovoltaico no emite una señal infrarroja cuando opera en el estado de cortocircuito, pero la célula solar en el módulo fotovoltaico puede reflejar una señal infrarroja ambiental.

Antes de realizar esta etapa, el dispositivo de control puede detectar una intensidad de iluminación de la luz solar. Cuando la intensidad de iluminación de la luz solar supera un umbral de intensidad preestablecido, el dispositivo de control comienza a realizar esta etapa, es decir, comienza a detectar la célula solar en la planta fotovoltaica.

El umbral de intensidad preestablecido puede ser una intensidad de iluminación de 200 vatios por metro cuadrado, una intensidad de iluminación de 220 vatios por metro cuadrado, una intensidad de iluminación de 240 vatios por metro cuadrado, o similar.

El dispositivo de control puede incluir un sensor para detectar una intensidad de iluminación, y detectar la intensidad de iluminación de la luz solar utilizando el sensor. Alternativamente, el dispositivo de control puede posicionar el dispositivo de control para obtener una ubicación del dispositivo de control y obtener una intensidad de iluminación de la luz solar en la ubicación desde una red mediante consulta.

Etapa 102: obtener, según la invención, una primera imagen, donde la primera imagen incluye información de imagen infrarroja correspondiente a una señal infrarroja ambiental reflejada por cada célula solar que opera en el estado de cortocircuito en el módulo fotovoltaico.

En esta etapa, el dispositivo de control puede controlar el terminal de recopilación de señales infrarrojas para que se mueva por encima del módulo fotovoltaico, y cuando se controla el módulo fotovoltaico para que opere en el estado de cortocircuito, el dispositivo de control puede controlar el terminal de recopilación de señales infrarrojas para fotografiar el módulo fotovoltaico, y obtener una primera imagen obtenida por el terminal de recopilación de

señales infrarrojas mediante la fotografía.

Existe una conexión de red entre el dispositivo de control y el terminal de recopilación de señales infrarrojas, y la conexión de red puede establecerse cuando el dispositivo de control comienza a detectar la célula solar en la planta fotovoltaica. Antes de controlar el terminal de recopilación de señales infrarrojas para fotografiar el módulo fotovoltaico, cuando se obtiene la información básica del módulo fotovoltaico, el dispositivo de control envía un segundo comando de control al terminal de recopilación de señales infrarrojas a través de la conexión de red. El segundo comando de control incluye la ubicación del módulo fotovoltaico. El terminal de recopilación de señales infrarrojas recibe el segundo comando de control, se mueve por encima del módulo fotovoltaico basándose en la ubicación del módulo fotovoltaico incluida en el segundo comando de control, y ajusta un parámetro de fotografía del terminal de recopilación de señales infrarrojas basándose en la ubicación del módulo fotovoltaico, para fotografiar el módulo fotovoltaico. El parámetro de fotografía puede incluir parámetros tales como un ángulo de fotografía y una distancia focal. Una vez ajustado el parámetro de fotografía, se envía un mensaje de finalización de la preparación al dispositivo de control a través de la conexión de red.

Cuando se obtiene la información básica del módulo fotovoltaico, el dispositivo de control puede enviar primero el primer comando de control al inversor conectado al módulo fotovoltaico, para controlar el módulo fotovoltaico para que opere en el estado de cortocircuito, y, a continuación, enviar el segundo comando de control al terminal de recopilación de señales infrarrojas. De esta manera, cuando se recibe el mensaje de finalización de la preparación enviado por el terminal de recopilación de señales infrarrojas, se puede controlar el terminal de recopilación de señales infrarrojas para fotografiar el módulo fotovoltaico.

Alternativamente, el segundo comando de control puede enviarse primero al terminal de recopilación de señales infrarrojas, y cuando se recibe el mensaje de finalización de preparación enviado por el terminal de recopilación de señales infrarrojas, el primer comando de control se envía, a continuación, al inversor conectado al módulo fotovoltaico, para controlar el módulo fotovoltaico para que opere en el estado de cortocircuito. A continuación, se controla el terminal de recopilación de señales infrarrojas para fotografiar el módulo fotovoltaico.

La operación de control, mediante el dispositivo de control, del terminal de recopilación de señales infrarrojas para fotografiar el módulo fotovoltaico puede ser la siguiente:

el dispositivo de control puede enviar un comando de fotografía al terminal de recopilación de señales infrarrojas a través de la conexión de red al terminal de recopilación de señales infrarrojas. El terminal de recopilación de señales infrarrojas recibe el comando de fotografiar, fotografía el módulo fotovoltaico para obtener una primera imagen y envía la primera imagen al dispositivo de control a través de la conexión de red. El dispositivo de control recibe la primera imagen.

El dispositivo de control puede almacenar, en una lista de imágenes, una correspondencia entre la información de identificación del módulo fotovoltaico, el estado de cortocircuito y la primera imagen.

Un proceso de obtención de la primera imagen a través de fotografía mediante el terminal de recopilación de señales infrarrojas consiste esencialmente en recopilar una señal infrarroja y formar la primera imagen basándose en la señal infrarroja recopilada. La señal infrarroja recopilada por el terminal de recopilación de señales infrarrojas incluye una señal infrarroja ambiental reflejada por cada célula solar en el módulo fotovoltaico. Por tanto, la primera imagen incluye información de imagen infrarroja correspondiente a la señal infrarroja ambiental reflejada por cada célula solar en el módulo fotovoltaico.

La primera imagen incluye una imagen infrarroja del módulo fotovoltaico, y la imagen infrarroja del módulo fotovoltaico incluye una imagen infrarroja de cada célula solar en el módulo fotovoltaico. Además de la imagen infrarroja del módulo fotovoltaico, la primera imagen puede incluir una imagen infrarroja de otro módulo fotovoltaico o una imagen de un objeto. Debido a que el parámetro de fotografía del terminal de recopilación de señales infrarrojas se ajusta basándose en la ubicación del módulo fotovoltaico, la imagen infrarroja del módulo fotovoltaico puede estar marcada por el terminal de recopilación de señales infrarrojas en la primera imagen obtenida mediante la fotografía.

Etapa 103: controlar las células solares en el módulo fotovoltaico para operar en un primer estado, donde el primer estado es un estado de circuito abierto o un estado de salida.

Cuando el primer estado es el estado de circuito abierto, el dispositivo de control envía un primer comando de control al inversor conectado al módulo fotovoltaico. El primer comando de control incluye una primera instrucción. El inversor recibe el primer comando de control y se desconecta de las extremidades de salida positiva y negativa del módulo fotovoltaico según la segunda instrucción incluida en el primer comando de control, de modo que la célula solar del módulo fotovoltaico opere en el estado de circuito abierto.

Alternativamente, cuando el primer estado es el estado de salida, el dispositivo de control determina una potencia de salida objetivo mayor que un umbral preestablecido y envía un primer comando de control al inversor

conectado al módulo fotovoltaico. El primer comando de control incluye la potencia de salida objetivo. El inversor recibe el primer comando de control y controla una potencia de salida del módulo fotovoltaico para que sea igual a la potencia de salida objetivo incluida en el primer comando de control, de modo que la célula solar en el módulo fotovoltaico opere en el estado de salida.

5 Cuando el módulo fotovoltaico opera en el estado de salida o en el estado de circuito abierto, la célula solar en el módulo fotovoltaico convierte la luz solar de iluminación en energía eléctrica y emite una señal infrarroja basada en la energía eléctrica.

10 La intensidad de la señal infrarroja emitida por la célula solar en el módulo fotovoltaico cuando la célula solar en el módulo fotovoltaico opera en el estado de salida es menor que la intensidad de la señal infrarroja emitida por la célula solar en el módulo fotovoltaico cuando la célula solar en el módulo fotovoltaico opera en el estado de circuito abierto.

15 Opcionalmente, una diferencia de tiempo entre un tiempo de inicio del primer estado y un tiempo de inicio del estado de cortocircuito no excede un umbral de tiempo preestablecido, de modo que se garantiza que una intensidad de la señal infrarroja ambiental cuando la célula solar en el módulo fotovoltaico opera en el estado de cortocircuito es básicamente la misma que la intensidad de una señal infrarroja ambiental cuando la célula solar en el módulo fotovoltaico opera en el primer estado.

20 Etapa 104: obtener, según la invención, una segunda imagen, donde la segunda imagen incluye información de imagen infrarroja correspondiente a una señal infrarroja emitida por e información de imagen infrarroja correspondiente a una señal infrarroja ambiental reflejada por cada célula solar que opera en el primer estado en el módulo fotovoltaico.

25 En esta etapa, el dispositivo de control puede enviar un comando de fotografía al terminal de recopilación de señales infrarrojas a través de la conexión de red al terminal de recopilación de señales infrarrojas. El terminal de recopilación de señales infrarrojas recibe el comando de fotografía, fotografía el módulo fotovoltaico para obtener una segunda imagen y envía la segunda imagen al dispositivo de control a través de la conexión de red. El
30 dispositivo de control recibe la segunda imagen.

El dispositivo de control puede almacenar, en una lista de imágenes, una correspondencia entre la información de identificación del módulo fotovoltaico, el estado de cortocircuito y la primera imagen.

35 Un proceso de obtención de la segunda imagen a través de fotografía mediante el terminal de recopilación de señales infrarrojas consiste esencialmente en recopilar una señal infrarroja y formar la segunda imagen basándose en la señal infrarroja recopilada. La señal infrarroja recopilada por el terminal de recopilación de
40 señales infrarrojas incluye una señal infrarroja ambiental reflejada por cada célula solar en el módulo fotovoltaico. Por tanto, la segunda imagen incluye información de imagen infrarroja correspondiente a una señal infrarroja emitida por e información de imagen infrarroja correspondiente a una señal infrarroja ambiental reflejada por cada
45 célula solar en el módulo fotovoltaico.

La segunda imagen incluye una imagen infrarroja del módulo fotovoltaico, y la imagen infrarroja del módulo
45 fotovoltaico incluye una imagen infrarroja de cada célula solar en el módulo fotovoltaico. Además de la imagen infrarroja del módulo fotovoltaico, la segunda imagen puede incluir una imagen infrarroja de otro módulo fotovoltaico o una imagen de un objeto. La imagen infrarroja del módulo fotovoltaico puede estar marcada por el terminal de recopilación de señales infrarrojas en la segunda imagen obtenida a través de la fotografía.

50 Después de ajustar el parámetro de fotografía basándose en el módulo fotovoltaico, el terminal de recopilación de señal infrarroja no ajusta el parámetro de fotografía. Por lo tanto, el terminal de recopilación de señales infrarrojas obtiene la primera imagen y la segunda imagen a través de la fotografía basándose en el parámetro de fotografía, y cada píxel de la primera imagen corresponde a un píxel de la segunda imagen. Para un píxel de la primera
55 imagen y un píxel que está en la segunda imagen y que corresponde al píxel, los dos píxeles corresponden a un mismo punto físico en el espacio físico. Además, una ubicación del píxel que está en la primera imagen y que corresponde al punto físico es la misma que una ubicación del píxel que está en la segunda imagen y que
60 corresponde al punto físico. Por ejemplo, suponiendo que el punto físico corresponde a un píxel en una i-ésima fila y una j-ésima columna en la primera imagen, el punto físico también corresponde a un píxel en una i-ésima fila y una j-ésima columna en la segunda imagen.

60 Opcionalmente, el dispositivo de control puede realizar primero las etapas 101 y 102, y, a continuación, realizar las etapas 103 y 104. Es decir, el dispositivo de control puede controlar primero las células solares del módulo
65 fotovoltaico para operar en el estado de cortocircuito, y controlar el terminal de recopilación de señales infrarrojas para obtener la primera imagen a través de la fotografía, y, a continuación, controlar las células solares del módulo fotovoltaico para operar en el primer estado, y controlar el terminal de recopilación de señales infrarrojas para obtener la segunda imagen a través de la fotografía.

Alternativamente, el dispositivo de control puede realizar primero las etapas 103 y 104, y, a continuación, realizar las etapas 101 y 102. Es decir, el dispositivo de control puede controlar primero las células solares en el módulo fotovoltaico para operar en el primer estado, y controlar el terminal de recopilación de señales infrarrojas para obtener la segunda imagen a través de la fotografía, y, a continuación, controlar las células solares en el módulo
5 fotovoltaico para operar en el estado de cortocircuito y controlar el terminal de recopilación de señales infrarrojas para obtener la primera imagen a través de la fotografía.

El primer estado puede ser el estado de circuito abierto o el estado de salida. El dispositivo de control puede controlar las células solares en el módulo fotovoltaico para operar en cualquiera de los dos primeros estados, o
10 puede controlar el módulo fotovoltaico para operar en el estado de circuito abierto y en el estado de salida por separado. Es decir, el dispositivo de control puede controlar las células solares en el módulo fotovoltaico para operar en el estado de circuito abierto o en el estado de salida, y controlar el terminal de recopilación de señales infrarrojas para obtener una segunda imagen a través de la fotografía. Alternativamente, el dispositivo de control
15 puede controlar las células solares en el módulo fotovoltaico para operar en el estado de circuito abierto, y controlar el terminal de recopilación de señales infrarrojas para obtener la segunda imagen a través de la fotografía, y, a continuación, controlar las células solares en el módulo fotovoltaico para operar en el estado de salida, y controlar el terminal de recopilación de señales infrarrojas para obtener una segunda imagen a través de la fotografía. Alternativamente, el dispositivo de control puede controlar las células solares en el módulo
20 fotovoltaico para operar en el estado de salida, y controlar el terminal de recopilación de señales infrarrojas para obtener una segunda imagen a través de la fotografía, y, a continuación, controlar las células solares en el módulo fotovoltaico para operar en el estado de circuito abierto, y controlar el terminal de recopilación de señales infrarrojas para obtener una segunda imagen a través de la fotografía.

Cuando se detectan todas las células solares en la planta fotovoltaica, después de que el dispositivo de control obtiene una imagen del módulo fotovoltaico que opera en cada estado de operación, el dispositivo de control
25 puede solicitar al personal de operación y mantenimiento que introduzca información de identificación de otro módulo fotovoltaico en la planta fotovoltaica. A continuación, el dispositivo de control repite las etapas 101 a 104 anteriores, para obtener una imagen del otro módulo fotovoltaico que opera en cada estado de operación, y almacena correspondientemente, en la lista de imágenes, la información de identificación del otro módulo
30 fotovoltaico, el estado de operación, y la imagen obtenida en el estado de operación. Después de que el personal de operación y mantenimiento introduzca la información de identificación de todos los módulos fotovoltaicos, se pueden realizar las siguientes etapas 105 y 106, según la invención, de detectar una célula solar basándose en la lista de imágenes.

Alternativamente, después de obtener la imagen del módulo fotovoltaico que opera en cada estado de operación, el dispositivo de control puede realizar directamente las siguientes etapas 105 y 106, según la invención, para
35 detectar las células solares en el módulo fotovoltaico. En este caso, después de detectar las células solares en el módulo fotovoltaico, el dispositivo de control solicita al personal de operación y mantenimiento que introduzca información de identificación de otro módulo fotovoltaico en la planta fotovoltaica, y comienza desde la etapa 101 anterior.
40

Después de controlar el módulo fotovoltaico para operar en el estado de cortocircuito o en el estado de circuito abierto, el dispositivo de control controla inmediatamente el terminal de recopilación de señales infrarrojas para
45 fotografiar las células solares en el módulo fotovoltaico. Una vez completada la fotografía, el dispositivo de control controla las células solares del módulo fotovoltaico para operar en el estado de salida. Cuando opera en el estado de salida, el módulo fotovoltaico emite energía eléctrica a una red eléctrica principal utilizando el inversor. Por lo tanto, el módulo fotovoltaico opera en estado de cortocircuito o en estado de circuito abierto durante un período de tiempo relativamente corto, para reducir la pérdida de generación de energía del módulo fotovoltaico en la medida de lo posible.
50

Etapa 105: obtener una primera imagen infrarroja de una célula solar a detectar a partir de la primera imagen y obtener una segunda imagen infrarroja de la célula solar a detectar a partir de la segunda imagen, donde la célula solar a detectar es cualquier célula solar del módulo fotovoltaico.

Opcionalmente, cuando se almacena la lista de imágenes, una primera imagen y una segunda imagen que corresponden a la información de identificación de un mismo módulo fotovoltaico se pueden obtener de la lista de
55 imágenes, y, a continuación, se comienza a realizar esta etapa.

La primera imagen incluye una imagen infrarroja del módulo fotovoltaico, y la imagen infrarroja del módulo fotovoltaico incluye una imagen infrarroja de cada célula solar en el módulo fotovoltaico. La segunda imagen
60 incluye una imagen infrarroja de un módulo fotovoltaico identificado, y la imagen infrarroja del módulo fotovoltaico incluye una imagen infrarroja de cada célula solar en el módulo fotovoltaico.

Para una misma célula solar, la ubicación de una imagen infrarroja de la célula solar en la primera imagen es la misma que la ubicación de una imagen infrarroja de la célula solar en la segunda imagen.
65

Por lo tanto, la imagen infrarroja de cada célula solar en el módulo fotovoltaico se puede extraer de la primera imagen, y la imagen infrarroja de cada célula solar en el módulo fotovoltaico se puede reconocer a partir de la segunda imagen. Para cualquier célula solar en el módulo fotovoltaico, para facilitar la descripción, la célula solar se denomina célula solar a detectar. De la primera imagen se extrae una imagen infrarroja de la célula solar a detectar, para obtener una primera imagen infrarroja. La primera imagen infrarroja incluye información de imagen infrarroja correspondiente a la señal infrarroja ambiental reflejada por la célula solar a detectar en el estado de cortocircuito. De la segunda imagen se extrae una imagen infrarroja de la célula solar a detectar, para obtener una segunda imagen infrarroja. La segunda imagen infrarroja incluye información de imagen infrarroja correspondiente a la señal infrarroja emitida por e información de imagen infrarroja correspondiente a la señal infrarroja ambiental reflejada por la célula solar a detectar en el primer estado.

Etapa 106: detectar, según la invención, basándose en la primera imagen infrarroja y la segunda imagen infrarroja, si la célula solar a detectar tiene un defecto.

Esta etapa se puede implementar realizando las siguientes operaciones de 1061 y 1062. Las operaciones de 1061 y 1062 son respectivamente las siguientes:

1061: eliminar, basándose en la primera imagen infrarroja, la información de la imagen infrarroja que está incluida en la segunda imagen infrarroja y que corresponde a la señal infrarroja ambiental, para obtener una tercera imagen infrarroja.

En esta etapa, se determina un píxel que está en la primera imagen infrarroja y que corresponde a un píxel objetivo. El píxel objetivo es cualquier píxel de la segunda imagen infrarroja. La información de brillo del píxel determinado se resta de la información de brillo del píxel objetivo. Las operaciones anteriores en el píxel objetivo se repiten para cada píxel de la segunda imagen infrarroja, para obtener la tercera imagen infrarroja.

1062: detectar, basándose en la tercera imagen infrarroja y una biblioteca de defectos, si la célula solar a detectar tiene un defecto, donde la biblioteca de defectos incluye al menos un defecto y al menos una imagen de muestra correspondiente a cada defecto.

Para cada defecto en la biblioteca de defectos, cada imagen de muestra correspondiente al defecto es una imagen de célula solar con el defecto. Se puede recopilar de antemano al menos una imagen de célula solar con el defecto como imagen de muestra, y se almacena una correspondencia entre el defecto y la imagen de muestra en la biblioteca de defectos.

Para cada defecto en la biblioteca de defectos, cuando se detecta si la célula solar a detectar tiene el defecto, se puede obtener al menos una imagen de muestra correspondiente al defecto de la biblioteca de defectos. Se obtiene una similitud entre la tercera imagen infrarroja y cada imagen de muestra correspondiente al defecto. Cuando una similitud entre la tercera imagen infrarroja y una imagen de muestra excede un umbral de similitud preestablecido, se determina que la célula solar a detectar tiene el defecto. Cuando una similitud entre la tercera imagen infrarroja y una imagen de muestra excede un umbral de similitud preestablecido, se determina que la célula solar a detectar tiene el defecto.

Para cada defecto en la biblioteca de defectos, la célula solar a detectar se puede detectar utilizando una tercera imagen infrarroja en cualquiera de los primeros estados. Sin embargo, para un defecto parcial en la biblioteca de defectos, un primer estado correspondiente al defecto se almacena en la biblioteca de defectos, y si la célula solar a detectar tiene el defecto se detecta utilizando una tercera imagen infrarroja en el primer estado correspondiente al defecto, de modo que se pueda mejorar la precisión de la detección de si la célula solar a detectar tiene el defecto.

Por ejemplo, cuando se detecta un defecto de grieta oculta, un mayor brillo de cada píxel en una tercera imagen infrarroja indica una mayor precisión en la detección del defecto de grieta oculta. En el estado de circuito abierto, la célula solar en el módulo fotovoltaico emite una señal infrarroja más intensa, de modo que en el estado de circuito abierto el brillo de cada píxel en una tercera imagen infrarroja es máximo. Por lo tanto, el primer estado correspondiente al defecto de grieta oculta se almacena en la biblioteca de defectos como estado de circuito abierto.

Cuando se detecta si la célula solar a detectar tiene un defecto, se determina si la biblioteca de defectos tiene un primer estado correspondiente al defecto. En caso afirmativo, cuando se realizan las etapas 103 y 104, se controla que las células solares en el módulo fotovoltaico operen en el primer estado correspondiente al defecto, y se obtiene una segunda imagen fotografiando en el primer estado. En el etapa 105, la segunda imagen correspondiente puede obtenerse de la lista de imágenes basándose en la información de identificación del módulo fotovoltaico y el primer estado. A partir de la segunda imagen se obtiene una segunda imagen infrarroja de la célula solar a detectar, y la información de la imagen infrarroja que está en la segunda imagen infrarroja y que corresponde a una señal infrarroja ambiental se elimina utilizando la primera imagen infrarroja, para obtener una tercera imagen infrarroja. Si la célula solar a detectar tiene el defecto se detecta basándose en la tercera

imagen infrarroja y al menos una imagen de muestra correspondiente al defecto en la biblioteca de defectos.

El proceso de las etapas 105 y 106 se repite para detectar si otra célula solar en el módulo fotovoltaico tiene un defecto. Una vez detectado el módulo fotovoltaico, se detecta otro módulo fotovoltaico para implementar una
5 detección completa en las células solares en la planta fotovoltaica.

Opcionalmente, cuando se detecta que la célula solar a detectar no tiene ningún defecto, debido a que la célula solar a detectar ha sido utilizada durante mucho tiempo, aunque la célula solar a detectar no tiene ningún defecto, puede producirse una atenuación de energía en la célula solar a detectar debido a motivos, tales como el
10 envejecimiento. En esta etapa, se puede predecir un grado de atenuación de energía de la célula solar a detectar basándose en la tercera imagen infrarroja correspondiente a la célula solar a detectar.

Opcionalmente, un proceso de predicción es el siguiente: se obtiene una luminancia de referencia correspondiente basándose en una intensidad de iluminación de la luz solar actual a partir de una correspondencia preestablecida entre un rango de intensidad de iluminación y una luminancia de referencia. Se
15 determina una luminancia de emisión de luz de la célula solar a detectar basándose en la información de brillo incluida en la tercera imagen infrarroja correspondiente a la célula solar a detectar. La luminancia de emisión de luz es igual a la intensidad de la señal infrarroja emitida por la célula solar a detectar. Se obtiene una diferencia de luminancia entre la luminancia de referencia y la luminancia de emisión de luz, y se obtiene un porcentaje de la
20 diferencia de luminancia con respecto a la luminancia de referencia. El porcentaje es el grado de atenuación de energía de la célula solar a detectar.

En esta etapa, para un módulo fotovoltaico que ha sido detectado, se puede contar una cantidad de células solares correspondientes a cada defecto y una cantidad de células solares normales en el módulo fotovoltaico, y se puede determinar un índice de salud del módulo fotovoltaico basándose en la cantidad de células solares correspondientes a cada defecto, un peso correspondiente a cada defecto, la cantidad de células solares normales, un peso correspondiente a la célula solar normal y una cantidad total de células solares en el módulo
25 fotovoltaico.

Durante una implementación, se calcula un porcentaje de células solares correspondientes a cada defecto basándose en la cantidad de células solares correspondientes a cada defecto en el módulo fotovoltaico y la cantidad total de células solares en el módulo fotovoltaico. Se calcula un porcentaje de células solares normales basándose en la cantidad de células solares normales en el módulo fotovoltaico y la cantidad total de células solares en el módulo fotovoltaico. El índice de salud del módulo fotovoltaico se determina basándose en el
30 porcentaje de células solares correspondientes a cada defecto y al porcentaje de células solares normales utilizando la siguiente primera fórmula. El índice de salud puede utilizarse como referencia para que el personal de operación y mantenimiento tome una decisión de procesamiento sobre el módulo fotovoltaico.

La primera fórmula es $Q = P * a + P_1 * a_1 + P_2 * a_2 + \dots + P_k * a_k$.

En la primera fórmula, Q es el índice de salud del módulo fotovoltaico, P es el porcentaje de células solares normales, a es el peso correspondiente a la célula solar normal, P₁ es un porcentaje de células solares correspondientes a un primer defecto, a₁ es un peso correspondiente al primer defecto, P₂ es un porcentaje de células solares correspondiente a un segundo defecto, a₂ es un peso correspondiente al segundo defecto, P_k es
45 un porcentaje de células solares correspondiente a k-ésimo defecto, a_k es un peso correspondiente al k-ésimo defecto, k es un número entero mayor o igual a 1 y * es una operación de multiplicación.

Opcionalmente, con referencia a la fig. 4, el dispositivo de control puede incluir una imagen panorámica de la planta fotovoltaica, obtener la ubicación del módulo fotovoltaico de la lista de módulos basándose en la información de identificación del módulo fotovoltaico, determinar una imagen del módulo fotovoltaico en la imagen panorámica basándose en la ubicación del módulo fotovoltaico y mostrar información de marca en la imagen del módulo fotovoltaico. La información de la marca se utiliza para marcar una célula solar defectuosa en el módulo
50 fotovoltaico.

La información de marca puede incluir información de indicación preestablecida utilizada para indicar que el módulo fotovoltaico tiene una célula solar defectuosa, y al menos uno del índice de salud del módulo fotovoltaico, cada defecto en el módulo fotovoltaico, la cantidad de células solares correspondientes a cada defecto del módulo fotovoltaico, el porcentaje de células solares correspondientes a cada defecto del módulo fotovoltaico, o similares.

En esta realización de esta solicitud, bajo iluminación solar, una célula solar a detectar en un módulo fotovoltaico a detectar se controla para operar en una pluralidad de estados de operación diferentes, para obtener una primera imagen infrarroja y una segunda imagen infrarroja de la célula solar a detectar. La primera imagen infrarroja es una imagen infrarroja obtenida a través de la fotografía cuando la célula solar a detectar opera en un estado de cortocircuito, e incluye información de imagen infrarroja correspondiente a una señal infrarroja ambiental reflejada por la célula solar a detectar. La segunda imagen infrarroja es una imagen infrarroja obtenida a través de la
65 fotografía cuando la célula solar a detectar opera en un primer estado, e incluye información de imagen infrarroja

correspondiente a una señal infrarroja emitida por e información de imagen infrarroja correspondiente a una señal infrarroja ambiental reflejada por la célula solar a detectar. A continuación, la información de la imagen infrarroja correspondiente a la señal infrarroja en la segunda imagen infrarroja se elimina basándose en la primera imagen infrarroja para obtener una tercera imagen infrarroja. Debido a que el ruido ambiental se elimina en la tercera
5 imagen infrarroja, de modo que se puede detectar si la célula solar a detectar tiene un defecto utilizando la tercera imagen infrarroja, cuando se utiliza una fuente de luz solar, la célula solar a detectar se puede detectar basándose en la primera imagen infrarroja y en la segunda imagen infrarroja. De esta manera, no es necesario utilizar una fuente de luz artificial para detectar el módulo fotovoltaico en el interior, reduciendo así la dificultad y los costes de
10 operación y mantenimiento de la detección del módulo fotovoltaico, y detectando de forma completa las células solares en la planta fotovoltaica. Además, en la imagen panorámica de la planta fotovoltaica se puede mostrar información de marca sobre una imagen de un módulo fotovoltaico con una célula solar defectuosa, de modo que el personal de mantenimiento pueda ver un módulo fotovoltaico defectuoso en la planta fotovoltaica. Para el módulo fotovoltaico defectuoso, se obtiene un índice de salud del módulo fotovoltaico, de modo que el personal de mantenimiento pueda tomar una decisión de procesamiento sobre el módulo fotovoltaico basándose en el
15 índice de salud.

Las siguientes son realizaciones de aparatos de la presente descripción, que pueden utilizarse para llevar a cabo las realizaciones del método de la presente descripción. Para obtener detalles que no se dan a conocer en las realizaciones del aparato de la presente descripción, consulte las realizaciones del método de la presente
20 descripción.

Con referencia a la fig. 5, una realización de esta solicitud proporciona un aparato 200 para detectar una célula solar de una planta fotovoltaica. El aparato 200 se despliega en el dispositivo de control en cualquiera de las realizaciones anteriores e incluye:
25

una unidad 201 de obtención, configurada para obtener una primera imagen infrarroja y una segunda imagen infrarroja, donde la primera imagen infrarroja incluye información de imagen infrarroja correspondiente a una señal infrarroja ambiental reflejada por una célula solar a detectar en un estado de cortocircuito, la segunda
30 imagen infrarroja incluye información de imagen infrarroja correspondiente a una señal infrarroja emitida por la célula solar a detectar que opera en un primer estado e información de imagen infrarroja correspondiente a una señal infrarroja ambiental reflejada por la célula solar a detectar, y el primer estado es otro estado distinto del estado de cortocircuito; y

una unidad 202 de detección, configurada para detectar, basándose en la primera imagen infrarroja y en la
35 segunda imagen infrarroja, si la célula solar a detectar tiene un defecto.

Opcionalmente, la unidad 202 de detección está configurada para:

eliminar, basándose en la primera imagen infrarroja, la información de imagen infrarroja que está incluida en la
40 segunda imagen infrarroja y que corresponde a la señal infrarroja ambiental, para obtener una tercera imagen infrarroja; y

detectar, basándose en la tercera imagen infrarroja y una biblioteca de defectos, si la célula solar a detectar tiene un defecto, donde la biblioteca de defectos incluye al menos un defecto y al menos una imagen de muestra correspondiente a cada defecto.
45

Con referencia a la fig. 6, opcionalmente, el aparato 200 incluye:

una unidad 203 de control, configurada para controlar la célula solar a detectar para operar en el estado de
50 cortocircuito y en el primer estado por separado.

Opcionalmente, la biblioteca de defectos incluye un primer estado correspondiente a un defecto objetivo, y el defecto objetivo es un defecto parcial en la biblioteca de defectos.

55 La unidad 203 de control está configurada para controlar la célula solar a detectar para operaren el primer estado correspondiente al defecto objetivo.

La unidad 202 de detección, configurada para detectar, basándose en la primera imagen infrarroja y en la
60 segunda imagen infrarroja, si la célula solar a detectar tiene un defecto.

Opcionalmente, las extremidades de salida positiva y negativa de un módulo fotovoltaico en donde se encuentra la célula solar a detectar están conectadas a un inversor.

Con referencia a la fig. 6, el aparato 200 incluye:

65 una unidad 204 de envío, configurada para enviar un comando de control al inversor, donde el comando de

control lleva una primera instrucción, y la primera instrucción se utiliza para ordenar al inversor que implemente un cortocircuito entre la extremidad de salida positiva y la extremidad de salida negativa del módulo fotovoltaico, de modo que la célula solar a detectar opere en el estado de cortocircuito.

5 Opcionalmente, cuando se determina controlar la célula solar a detectar para operar en el estado de cortocircuito, la unidad 203 de control activa la unidad 204 de envío, y, a continuación, la unidad 204 de envío envía, al inversor, el comando de control que lleva la primera instrucción.

Opcionalmente, el primer estado incluye al menos uno de un estado de circuito abierto o un estado de salida.

10 La unidad 204 de envío está configurada para:

15 enviar un comando de control al inversor, donde el comando de control lleva una segunda instrucción, y la segunda instrucción se utiliza para indicarle al inversor que se desconecte de la extremidad de salida positiva y de la extremidad de salida negativa del módulo fotovoltaico, de modo que la célula solar a detectar opere en el estado de circuito abierto; o

20 enviar un comando de control al inversor, donde el comando de control lleva una potencia de salida objetivo, y la potencia de salida objetivo excede un umbral preestablecido, de modo que el inversor controla una potencia de salida del módulo fotovoltaico para que sea igual a la potencia de salida objetivo, de modo que la célula solar a detectar opera en el estado de salida.

25 Opcionalmente, cuando se determina controlar la célula solar a detectar para operar en el estado de cortocircuito, la unidad 203 de control activa la unidad 204 de envío, y, a continuación, la unidad de envío 204 envía, al inversor, el comando de control que lleva la primera instrucción. Alternativamente, cuando se determina controlar la célula solar a detectar para operar en el estado de salida, la unidad 203 de control activa la unidad 204 de envío, y, a continuación, la unidad 204 de envío envía, al inversor, el comando de control que lleva la primera instrucción.

30 Opcionalmente, la unidad 201 de obtención está configurada para:

35 contar una cantidad de las células solares correspondientes a cada defecto y una cantidad de células solares normales en el módulo fotovoltaico, y obtener un índice de salud del módulo fotovoltaico basándose en la cantidad de células solares correspondientes a cada defecto, un peso correspondiente a cada defecto, la cantidad de células solares normales, un peso correspondiente a la célula solar normal, y una cantidad total de células solares en el módulo fotovoltaico.

Opcionalmente, la unidad 203 de control está configurada para:

40 controlar, cuando la intensidad de iluminación de la luz solar excede un umbral de intensidad preestablecido, la célula solar a detectar para operar en el estado de cortocircuito y el primer estado por separado.

Opcionalmente, una diferencia de tiempo entre un tiempo de inicio del estado de cortocircuito y un tiempo de inicio del primer estado no excede un umbral de tiempo preestablecido.

45 En esta realización de esta solicitud, la unidad de obtención obtiene la primera imagen infrarroja y la segunda imagen infrarroja, la primera imagen infrarroja incluye información de imagen infrarroja correspondiente a la señal infrarroja ambiental reflejada por la célula solar a detectar que opera en el estado de cortocircuito, la segunda imagen infrarroja incluye la información de imagen infrarroja correspondiente a la señal infrarroja emitida por el célula solar a detectar que opera en un primer estado e información de imagen infrarroja correspondiente a una señal infrarroja ambiental reflejada por la célula solar a detectar, y el primer estado es otro estado distinto del estado de cortocircuito. Por lo tanto, la unidad de detección puede detectar, basándose en la primera imagen infrarroja y en la segunda imagen infrarroja, si la célula solar a detectar tiene un defecto. Cuando se utiliza una fuente de luz solar, la célula solar puede detectarse basándose en la primera imagen infrarroja y en la segunda imagen infrarroja. De esta manera, no es necesario utilizar una fuente de luz artificial para detectar un módulo fotovoltaico en interiores, reduciendo así la dificultad y los costes de operación y mantenimiento de la detección del módulo fotovoltaico.

60 La fig. 7 es un diagrama esquemático de otro aparato 300 para detectar una célula solar de una planta fotovoltaica según una realización de esta solicitud; El aparato 300 incluye al menos un procesador 301, un sistema 302 de bus, una memoria 303 y al menos un transceptor 304.

65 El aparato 300 es un aparato de una estructura de hardware, y puede configurarse para implementar módulos de función en el aparato 200 en la fig. 5 o en la fig. 6. Por ejemplo, un experto en la técnica puede percibir que la unidad 201 de obtención y la unidad 202 de detección en el aparato 200 mostrados en la fig. 5 o en la fig. 6 pueden implementarse invocando código en la memoria 303 utilizando al menos un procesador 301. La unidad 203 de control en el aparato 200 mostrado en la fig. 6 puede implementarse utilizando al menos un procesador

301 y el transceptor 304. La unidad 204 de envío en el aparato 200 mostrado en la fig. 6 puede implementarse utilizando el transceptor 304.

5 Opcionalmente, el aparato 300 puede configurarse para implementar una función de la extremidad de transmisión según cualquiera de las realizaciones anteriores.

10 Opcionalmente, el procesador 301 puede ser una unidad central de procesamiento (central processing unit - CPU) de propósito general, un microprocesador, un circuito integrado de aplicación específica (application-specific integrated circuit - ASIC) o uno o más circuitos integrados configurados para controlar una ejecución de programa de soluciones de esta solicitud.

El sistema 302 de bus puede incluir una ruta utilizada para transmitir información entre los componentes anteriores.

15 El transceptor 304 está configurado para comunicarse con otro dispositivo o una red de comunicaciones.

20 La memoria 303 puede ser una memoria de solo lectura (read-only memory - ROM) u otro tipo de dispositivo de almacenamiento estático capaz de almacenar información estática e instrucciones, o una memoria de acceso aleatorio (random access memory - RAM) u otro tipo de dispositivo de almacenamiento dinámico capaz de almacenar información e instrucciones; o puede ser una memoria de solo lectura programable borrable eléctricamente (electrically erasable programmable read-only memory - EEPROM), memoria de solo lectura de disco compacto (compact disc read-only memory - CD-ROM) u otro almacenamiento de disco compacto, almacenamiento de disco óptico (incluyendo un disco compacto, un disco láser, un disco óptico, un disco versátil digital, un disco Blu-ray y similares), o un medio de almacenamiento de disco magnético u otro dispositivo de almacenamiento magnético, o cualquier otro medio capaz de incluir o almacenar un código de programa esperado que tenga una forma de estructura de datos o de instrucción, y al que se pueda acceder utilizando un ordenador. Sin embargo, la memoria 303 no se limita a ello. La memoria puede existir de forma independiente, y se conecta al procesador a través del bus. Como alternativa, la memoria se puede integrar con el procesador.

30 La memoria 303 está configurada para almacenar un código de programa de aplicación para realizar las soluciones de esta solicitud, y el procesador 301 controla la ejecución. El procesador 301 está configurado para ejecutar el código de programa de aplicación almacenado en la memoria 303, para implementar una función en el método en esta patente.

35 Durante una implementación específica, en una realización, el procesador 301 puede incluir una o más CPU, por ejemplo, una CPU 0 y una CPU 1 en la fig. 7.

40 Durante una implementación específica, en una realización, el aparato 300 puede incluir una pluralidad de procesadores, por ejemplo, un procesador 301 y un procesador 307 en la fig. 7. Cada uno de los procesadores puede ser un procesador de un único núcleo (de una única CPU) o puede ser un procesador de múltiples núcleos (de múltiples CPU). El procesador en la presente memoria puede ser uno o más dispositivos, circuitos y/o núcleos de procesamiento para procesar datos (por ejemplo, una instrucción de programa informático).

45 Durante una implementación específica, en una realización, el aparato 700 de comunicaciones puede incluir además un dispositivo 305 de salida y un dispositivo 306 de entrada. El dispositivo 305 de salida se comunica con el procesador 301 y puede visualizar información de una pluralidad de formas. Por ejemplo, el dispositivo 305 de salida puede ser una pantalla de cristal líquido (liquid crystal display, LCD), o similar. El dispositivo 306 de entrada se comunica con el procesador 301 y puede recibir una entrada procedente de un usuario de una pluralidad de formas. Por ejemplo, el dispositivo 306 de entrada puede ser un dispositivo de pantalla táctil, o un dispositivo sensor.

50

REIVINDICACIONES

1. Un método para detectar una célula solar (3, 4) de una planta fotovoltaica, donde el método comprende:

5 obtener (102, 104) de una primera imagen infrarroja y de una segunda imagen infrarroja, en donde la primera imagen infrarroja incluye información de imagen infrarroja correspondiente a una señal infrarroja ambiental reflejada por una célula solar a detectar que opera en un estado de cortocircuito, la segunda imagen infrarroja incluye información de imagen infrarroja correspondiente a una señal infrarroja emitida por el célula solar a detectar que opera en un primer estado e información de imagen infrarroja correspondiente a una señal infrarroja ambiental reflejada por la célula solar a detectar, y el primer estado es otro estado distinto del estado de cortocircuito; y

10 detectar (106), basándose en la primera imagen infrarroja y en la segunda imagen infrarroja, de si la célula solar a detectar tiene un defecto.

15 2. El método según la reivindicación 1, en donde la detección, basándose en la primera imagen infrarroja y en la segunda imagen infrarroja, de si la célula solar a detectar tiene un defecto comprende:

20 eliminar, basándose en la primera imagen infrarroja, de la información de la imagen infrarroja que se incluye en la segunda imagen infrarroja y que corresponde a la señal infrarroja ambiental, para obtener una tercera imagen infrarroja; y

25 detectar, basándose en la tercera imagen infrarroja y una biblioteca de defectos, de si la célula solar a detectar tiene un defecto, en donde la biblioteca de defectos incluye al menos un defecto y al menos una imagen de muestra correspondiente a cada defecto.

3. El método según la reivindicación 1 o 2, en donde antes de la obtención de una primera imagen infrarroja y una segunda imagen infrarroja, el método comprende:

30 el control (101) de la célula solar a detectar para operar en el estado de cortocircuito y el primer estado por separado.

35 4. El método según la reivindicación 3, en donde la biblioteca de defectos comprende un primer estado correspondiente a un defecto objetivo, y el defecto objetivo es un defecto parcial en la biblioteca de defectos;

el control de la célula solar a detectar para operar en el primer estado comprende:

controlar (103) la célula solar a detectar para operar en el primer estado correspondiente al defecto objetivo; y

40 detectar, basándose en la primera imagen infrarroja y en la segunda imagen infrarroja, de si la célula solar a detectar tiene un defecto comprende:

45 la detección (106), basándose en la primera imagen infrarroja y en la segunda imagen infrarroja, de si la célula solar a detectar tiene el defecto objetivo.

5. El método según la reivindicación 3, en donde las extremidades de salida positiva y negativa de un módulo fotovoltaico (1) en donde se encuentra la célula solar a detectar están conectadas a un inversor (2); y

controlar la célula solar a detectar para operar en el estado de cortocircuito comprende:

50 enviar un comando de control al inversor (2), en donde el comando de control lleva una primera instrucción, y la primera instrucción se utiliza para indicar al inversor (2) que implemente un cortocircuito entre la extremidad de salida positiva y la extremidad de salida negativa del módulo fotovoltaico (1), de modo que la célula solar a detectar opere en el estado de cortocircuito.

55 6. El método según la reivindicación 5, en donde el primer estado comprende al menos uno de un estado de circuito abierto o un estado de salida, y

el control de la célula solar a detectar para operar en el primer estado comprende:

60 enviar de un comando de control al inversor (2), en donde el comando de control lleva una segunda instrucción, y la segunda instrucción se utiliza para indicarle al inversor (2) que se desconecte de la extremidad de salida positiva y de la extremidad de salida negativa del módulo fotovoltaico (1), de modo que la célula solar a detectar opere en el estado de circuito abierto; o

65 enviar de un comando de control al inversor (2), en donde el comando de control lleva una potencia de salida

objetivo, y la potencia de salida objetivo excede un umbral preestablecido, de modo que el inversor (2) controla una potencia de salida del módulo fotovoltaico (1) para que sea igual a la potencia de salida objetivo, de modo que la célula solar a detectar opera en el estado de salida.

5 7. El método según la reivindicación 5 o 6, en donde el método comprende:

el recuento de una cantidad de células solares (3, 4) correspondientes a cada defecto y una cantidad de células solares (3, 4) normales en el módulo fotovoltaico (1), y la obtención de un índice de salud del módulo fotovoltaico (1) basándose en la cantidad de células solares (3, 4) correspondientes a cada defecto, un peso correspondiente a cada defecto, la cantidad de células solares (3, 4) normales, un peso correspondiente a la célula solar normal, y una cantidad total de células solares (3, 4) en el módulo fotovoltaico (1).

10

8. El método según cualquiera de las reivindicaciones 3 a 7, en donde el control de la célula solar a detectar para operar en el estado de cortocircuito y en el primer estado por separado comprende:

15

controlar, cuando una intensidad de iluminación de la luz solar excede un umbral de intensidad preestablecido, de la célula solar a detectar opera en el estado de cortocircuito y en el primer estado por separado.

9. El método según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, en donde una diferencia de tiempo entre un tiempo de inicio del estado de cortocircuito y un tiempo de inicio del primer estado no excede un umbral de tiempo preestablecido.

20

10. Un aparato (200, 300, 700) para detectar una célula solar (3, 4) mediante el método de la reivindicación 1 de una planta fotovoltaica,

25

en donde el aparato (200, 300, 700) comprende:

una unidad (201) de obtención, configurada para obtener una primera imagen infrarroja y una segunda imagen infrarroja, en donde la primera imagen infrarroja incluye información de imagen infrarroja correspondiente a una señal infrarroja ambiental reflejada por una célula solar a detectar que opera en un estado de cortocircuito, la segunda imagen infrarroja incluye información de imagen infrarroja correspondiente a una señal infrarroja emitida por el célula solar a detectar que opera en un primer estado e información de imagen infrarroja correspondiente a una señal infrarroja ambiental reflejada por la célula solar a detectar, y el primer estado es otro estado distinto del estado de cortocircuito; y

30

35

una unidad (202) de detección, configurada para detectar, basándose en la primera imagen infrarroja y en la segunda imagen infrarroja, si la célula solar a detectar tiene un defecto.

11. El aparato (200, 300, 700) según la reivindicación 10, en donde la unidad (202) de detección está configurada para:

40

eliminar, basándose en la primera imagen infrarroja, la información de la imagen infrarroja que se incluye en la segunda imagen infrarroja y que corresponde a la señal infrarroja ambiental, para obtener una tercera imagen infrarroja; y

45

detectar, basándose en la tercera imagen infrarroja y en una biblioteca de defectos, si la célula solar a detectar tiene un defecto, en donde la biblioteca de defectos incluye al menos un defecto y al menos una imagen de muestra correspondiente a cada defecto.

50

12. El aparato (200, 300, 700) según la reivindicación 10 u 11, en donde el aparato (200, 300, 700) comprende:

una unidad (203) de control, configurada para controlar la célula solar a detectar para operar en el estado de cortocircuito y en el primer estado por separado.

55

13. El aparato (200, 300, 700) según la reivindicación 12, en donde la biblioteca de defectos comprende un primer estado correspondiente a un defecto objetivo, y el defecto objetivo es un defecto parcial en la biblioteca de defectos;

la unidad (203) de control está configurada para controlar la célula solar a detectar para operaren el primer estado correspondiente al defecto objetivo; y

60

la unidad (202) de detección, configurada para detectar, basándose en la primera imagen infrarroja y en la segunda imagen infrarroja, si la célula solar a detectar tiene un defecto.

65

14. El aparato (200, 300, 700) según la reivindicación 12, en donde los extremos de salida positivo y negativo de un módulo fotovoltaico (1) en donde se encuentra la célula solar a detectar están conectados a un inversor (2); y

el aparato (200, 300, 700) comprende:

5 una unidad de envío (204), configurada para enviar una orden de control al inversor (2), en donde la orden de control lleva una primera instrucción, y la primera instrucción se utiliza para ordenar al inversor (2) que implemente un cortocircuito entre el extremo de salida positivo y el extremo de salida negativo del módulo fotovoltaico (1), de modo que la célula solar a detectar funcione en el estado de cortocircuito.

10 15. El aparato (200, 300, 700) según la reivindicación 14, en donde el primer estado comprende al menos uno de un estado de circuito abierto o un estado de salida, y

la unidad (204) de envío está configurada para:

15 enviar un comando de control al inversor (2), en donde el comando de control lleva una segunda instrucción, y la segunda instrucción se utiliza para indicarle al inversor (2) que se desconecte de la extremidad de salida positiva y de la extremidad de salida negativa del módulo fotovoltaico (1), de modo que la célula solar a detectar opere en el estado de circuito abierto; o

20 enviar un comando de control al inversor (2), en donde el comando de control lleva una potencia de salida objetivo, y la potencia de salida objetivo excede un umbral preestablecido, de modo que el inversor (2) controla una potencia de salida del módulo fotovoltaico (1) para que sea igual a la potencia de salida objetivo, de modo que la célula solar a detectar opera en el estado de salida.

25 16. El aparato (200, 300, 700) según la reivindicación 14 o 15, en donde la unidad (201) de obtención está configurada para: contar una cantidad de células solares (3, 4) correspondientes a cada defecto y una cantidad de células solares (3, 4) normales en el módulo fotovoltaico (1), y obtener un índice de salud del módulo fotovoltaico (1) basándose en la cantidad de células solares (3, 4) correspondientes a cada defecto, un peso correspondiente a cada defecto, la cantidad de células solares (3, 4) normales, un peso correspondiente a la célula solar normal, y una cantidad total de células solares (3, 4) en el módulo fotovoltaico (1).

30 17. El aparato (200, 300, 700) según cualquiera de las reivindicaciones 12 a 16, en donde la unidad (203) de control está configurada para:

35 controlar, cuando una intensidad de iluminación de la luz solar excede un umbral de intensidad preestablecido, la célula solar a detectar para operar en el estado de cortocircuito y en el primer estado por separado.

40 18. El aparato (200, 300, 700) según cualquiera de las reivindicaciones 10 a 17, en donde una diferencia de tiempo entre un tiempo de inicio del estado de cortocircuito y un tiempo de inicio del primer estado no excede un umbral de tiempo preestablecido.

45 19. Un sistema (302) para detectar una celda solar (3, 4) de una planta fotovoltaica, en donde el sistema (302) comprende: un dispositivo (6) de control, un inversor (2) y un terminal (7) de recopilación de señales infrarrojas, en donde el inversor (2) está conectado a una célula solar a detectar;

50 el dispositivo (6) de control está configurado para obtener una primera imagen infrarroja y una segunda imagen infrarroja utilizando el inversor (2) y el terminal (7) de recopilación de señales infrarrojas, en donde la primera imagen infrarroja incluye información de imagen infrarroja correspondiente a una señal infrarroja ambiental reflejada por una célula solar a detectar que opera en un estado de cortocircuito, la segunda imagen infrarroja incluye información de imagen infrarroja correspondiente a una señal infrarroja emitida por el célula solar a detectar que opera en un primer estado e información de imagen infrarroja correspondiente a una señal infrarroja ambiental reflejada por la célula solar a detectar, y el primer estado es otro estado distinto del estado de cortocircuito; y

55 el dispositivo (6) de control está configurado para detectar, basándose en la primera imagen infrarroja y en la segunda imagen infrarroja, si la célula solar a detectar tiene un defecto.

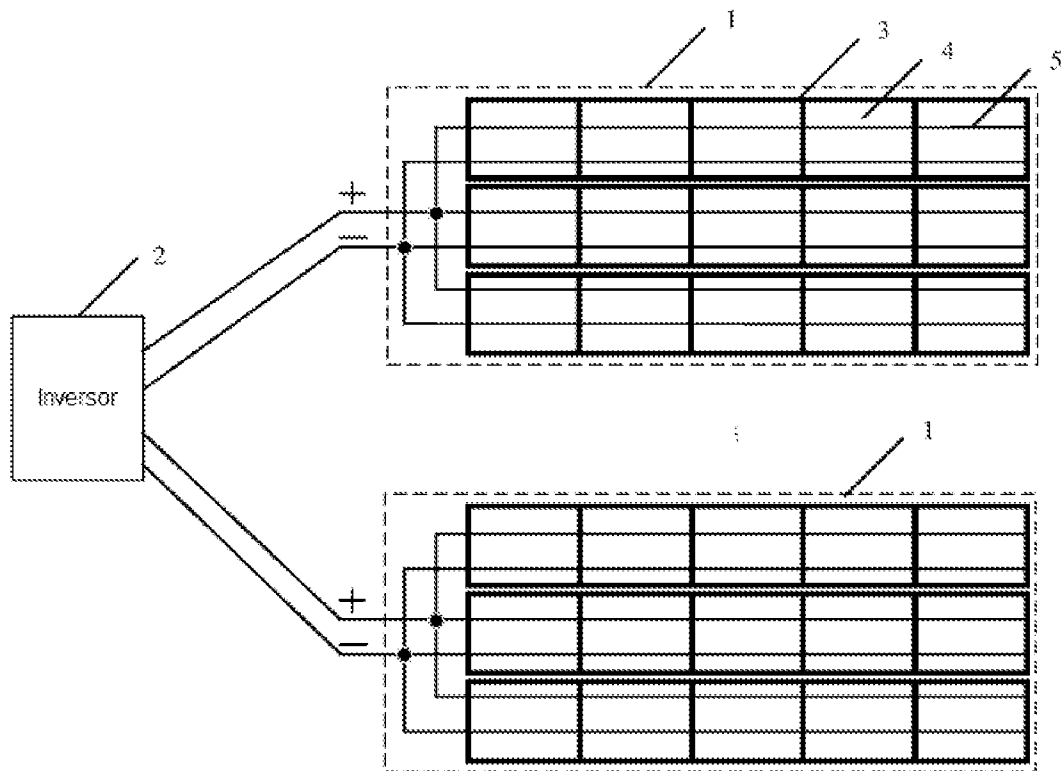


FIG. 1

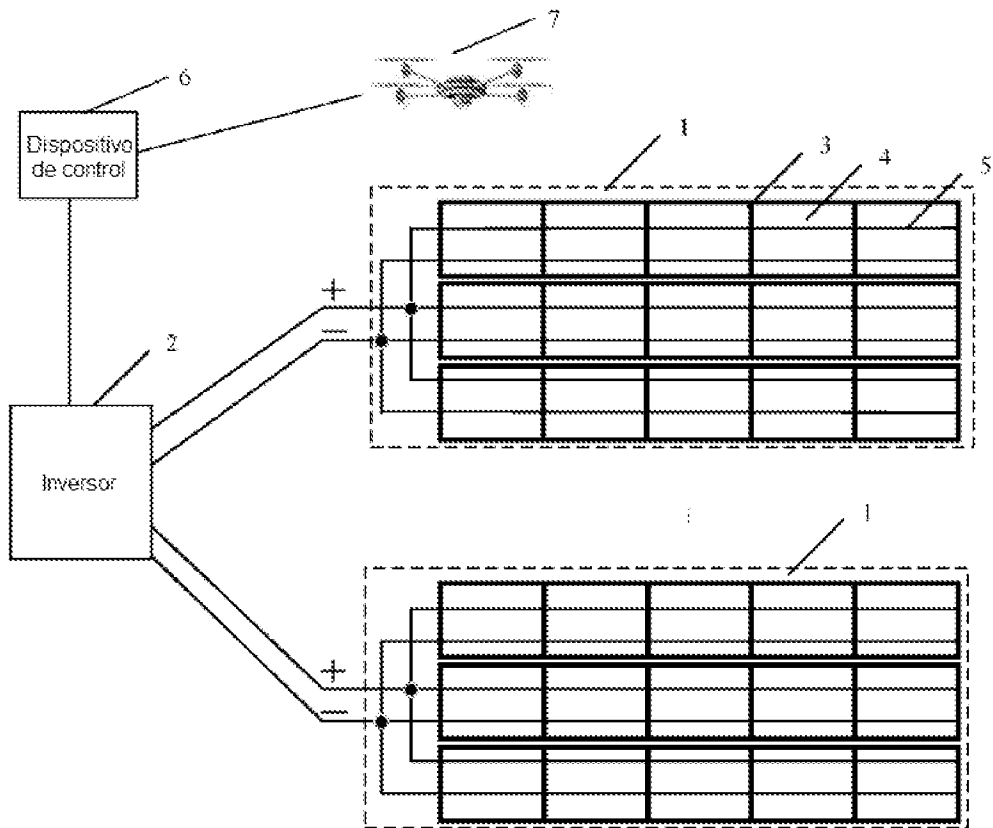


FIG. 2

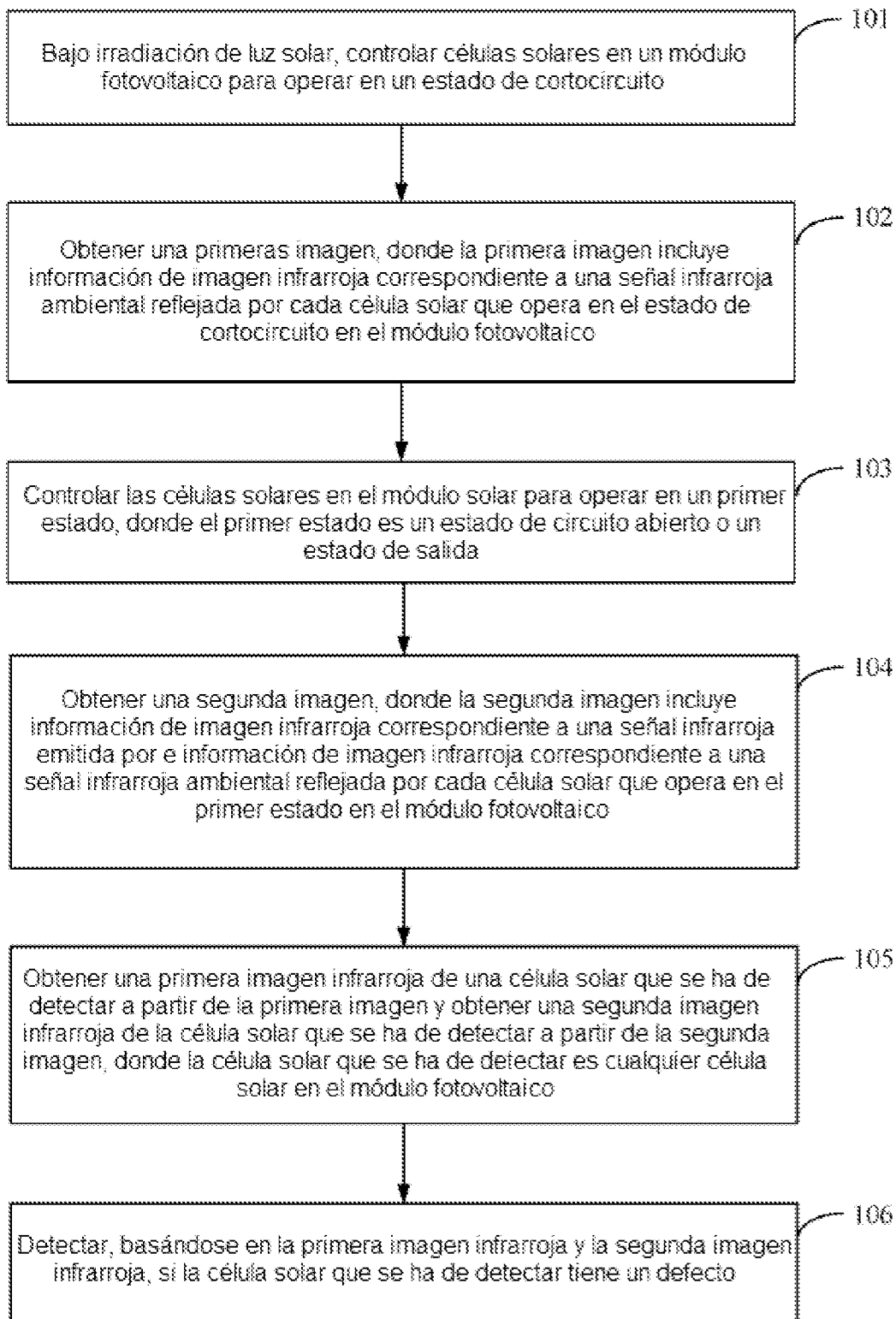


FIG. 3

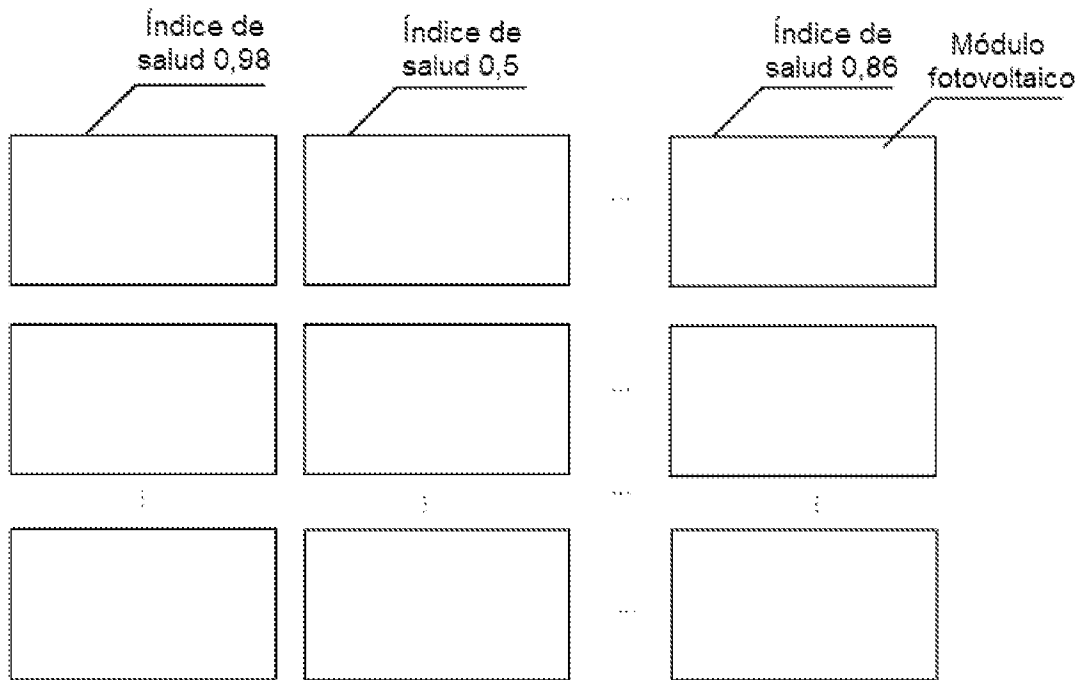


FIG. 4

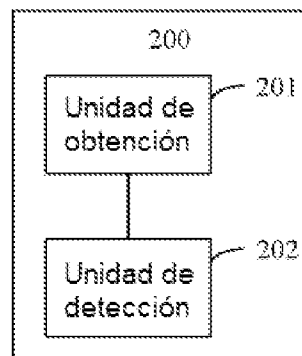


FIG. 5

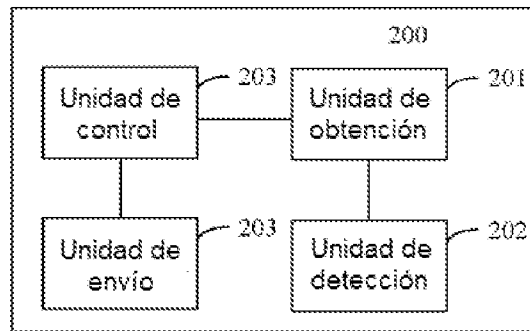


FIG. 6

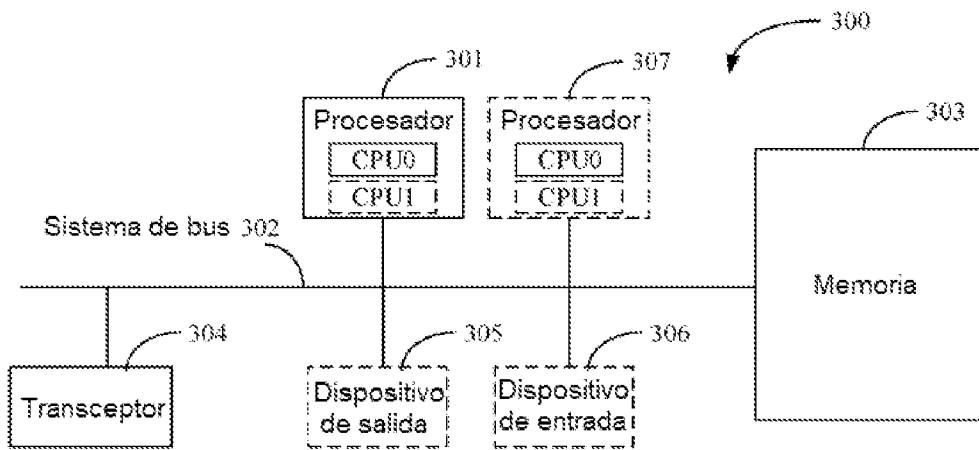


FIG. 7