

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 399 855**

51 Int. Cl.:

**G01N 17/02** (2006.01)

**G01N 17/04** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **23.12.2010 E 10196801 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **21.11.2012 EP 2339325**

54 Título: **Sensor de corrosión para estructura exterior**

30 Prioridad:

**28.12.2009 JP 2009298894**

**28.12.2009 JP 2009298895**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**03.04.2013**

73 Titular/es:

**MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES, LTD. (100.0%)**  
**16-5, Konan 2-chome**  
**Minato-Ku, Tokyo 108-8215, JP**

72 Inventor/es:

**DOBASHI, SHINSAKU;**  
**TSUKAHARA, CHISATO;**  
**TAKEDA, KAZUHIRO;**  
**OKANO, YASUSHI y**  
**NOTOMI, RYOSUKE**

74 Agente/Representante:

**VEIGA SERRANO, Mikel**

**ES 2 399 855 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**

Sensor de corrosión para estructura exterior

**5 Sector de la técnica**

La presente invención se refiere a una estructura exterior que incluye un dispositivo de detección de corrosión que puede predecir una cantidad de corrosión provocada por daño salino o similar.

**10 Estado de la técnica**

Debido a que una estructura exterior tal como un molino de viento se instala en el mar o en la costa, existe el peligro de que el revestimiento externo del molino de viento así como un transformador, una placa de control y similar proporcionados en el molino de viento se corroa debido al daño salino. Por tanto, es necesario hacer una predicción del daño salino adecuada para un material interno y el revestimiento de un dispositivo.

Se ha establecido un método de evaluación, como los métodos de JIS Z2371 "Salt Water Spray Test Method" y JIS K5621 "Combined Cycle Test" (bibliografías que no son de patente 1 y 2).

Además, se ha propuesto recientemente un sensor de corrosión como un sensor que predice una cantidad de corrosión que resulta de un daño salino (bibliografía de patente 1).

Se explica este sensor de corrosión. Cuando dos metales distintos (un sustrato y una unidad conductora) se ponen en un estado en el que están aislados entre sí mediante una unidad de aislamiento y los extremos de ambos metales se exponen al entorno, una película de agua conecta ambos metales entre sí según el entorno. Como resultado, se genera una fuerza electromotriz y fluye una corriente de corrosión. Debido a que esta corriente corresponde a una tasa de corrosión de un metal base, este sensor se usa como un sensor de corrosión que detecta la corrosión del metal base.

Este sensor se denomina como "monitor de corrosión atmosférica" o "sensor de corrosión ACM". Las figuras 9 a 11 representan un ejemplo del sensor. Tal como se muestra en las figuras 9 y 10, un sensor (110) de corrosión ACM (a continuación en el presente documento, "el sensor de corrosión") incluye un sustrato (111) obtenido cortando una placa de acero al carbono que tiene un grosor de 0,8 milímetros de 64 mm × 64 mm, una unidad (112) de aislamiento hecha de una pasta aislante (grosor de 30 a 35 micrómetros: SiO<sub>2</sub>) se aplica sobre este sustrato (111) usando una impresora serigráfica de precisión CI de película gruesa y se endurece. A continuación, se lamina e imprime una pasta conductora (grosor de 30 a 40 micrómetros, carga: Ag) en un patrón de la unidad (112) de aislamiento de modo que se mantiene el aislamiento del sustrato (111), y se endurece para formar unidades (113) conductoras, constituyendo de este modo el sensor de corrosión (bibliografía que no es de patente 3). En este caso, el sustrato (111) se define como una primera unidad conductora y una pluralidad de las unidades (113) conductoras se definen como segundas unidades conductoras lineales proporcionadas a intervalos predeterminados.

Además, tal como se muestra en la figura 11, una película (114) de agua debido a la humedad, sal marina (tal como iones cloruro) o similar provoca un cortocircuito en las unidades (113) conductoras al sustrato (111), y un amperímetro (115) mide una corriente de corrosión de un par galvánico de Fe-Ag que resulta del cortocircuito. En la figura 9, los caracteres de referencia (116a) y (116b) indican terminales. Una parte expuesta de una superficie de la placa de acero al carbono (Fe) sirve como ánodo (electrodo positivo) y la pasta conductora (Ag) sirve como cátodo (electrodo negativo). Debido a que la corriente de corrosión de este par galvánico se correlaciona con cantidades de corrosión de un material de acero y un material de zinc, es posible evaluar cuantitativamente la tasa de corrosión.

Se propone también un método para predecir una cantidad de corrosión provocada por daño salino de un elemento de sistema de potencia fotovoltaica solar que usa el sensor de corrosión descrito anteriormente, y se propone también estimar una cantidad de adhesión de sal marina basándose en un gráfico relacional que representa una relación entre humedad, un valor de corriente medido y una cantidad de adhesión de agua salada (bibliografías que no son de patente 4 y 5).

**55 Lista de referencias****Bibliografía de patente:**

60 [PTL 1] JP 2008-157647A

**Bibliografía que no es de patente:**

65 [NPL 1] JIS Z2371

[NPL 2] JIS K5621

[NPL 3] <http://www.nims.go.jp/mdss/corrosion/ACM/ACM1.htm>

[NPL 4] Matsushita Technical Journal (nov. de 2002) págs. 79-85

[NPL 5] Materials and Environments, "Evaluation of Corrosivity of Atmosphere by ACM Type Corrosion Sensor" 54, 375-8 (2005)

Los documentos US 6 132 593 y US 3 840 439 dan a conocer dispositivos de detección de corrosión.

Sin embargo, la prueba estándar JIS Z2371 y la prueba estándar JIS K5621 tienen un problema de precisión de prueba escasa debido a la no coincidencia entre sus entorno de prueba y entorno real.

El sensor de corrosión ACM descrito anteriormente es un sensor de autocorrosión. Por tanto, cuando un conmutador (115a) en un estado ENCENDIDO se conecta de manera continua a un amperímetro (no mostrado) y se usa durante un tiempo prolongado, se corroe una placa de acero al carbono que sirve como sustrato. Como resultado, se despega una capa de aislamiento y no puede mantenerse el rendimiento del sensor. Esto da como resultado de manera desventajosa una vida corta del sensor de corrosión.

Sin embargo, la precisión del sensor de corrosión ACM en la medición del entorno de corrosión se deteriora a menos que no exista corrosión. Por tanto, cuando la corrosión del sensor se suprime excesivamente con el objetivo de una vida más prolongada del sensor, existe el problema de que no puede realizarse la medición del propio entorno de corrosión. Por tanto, se ha deseado prolongar la vida del sensor según su entorno de corrosión.

### **Objeto de la invención**

En vista de los problemas anteriores, un objeto de la presente invención es proporcionar una estructura exterior que incluya un dispositivo de detección de corrosión que pueda prolongar la vida de un sensor según un entorno de corrosión.

Según un aspecto de la presente invención, un dispositivo de detección de corrosión incluye: un sensor de corrosión que incluye dos metales distintos aislados entre sí; un amperímetro que mide un valor de una corriente que fluye entre los dos metales distintos; un conmutador que abre o cierra un circuito eléctrico que conecta los dos metales distintos al amperímetro; y un dispositivo de control que transmite una instrucción para encender el conmutador sólo durante la medición de la corriente.

El dispositivo de detección de corrosión incluye además una unidad de determinación del grado de deterioro que mide un grado de progreso de corrosión del sensor de corrosión. El conmutador está encendido hasta que el progreso de la corrosión alcanza un umbral predeterminado.

Ventajosamente, en el dispositivo de detección de corrosión, la unidad de determinación del grado de deterioro determina un grado de progreso de la corrosión en una superficie del sensor de corrosión mediante un color.

Ventajosamente, en el dispositivo de detección de corrosión la unidad de determinación del grado de deterioro determina un grado de progreso de la corrosión en una superficie del sensor de corrosión mediante una cantidad acumulada de electricidad medida mediante el amperímetro.

Según otro aspecto de la presente invención, un dispositivo de detección de corrosión incluye: un sensor de corrosión que incluye dos metales distintos aislados entre sí; un amperímetro que mide un valor de una corriente que fluye entre los dos metales distintos; y una resistencia variable proporcionada entre los dos metales distintos y el amperímetro.

Ventajosamente, el dispositivo de detección de corrosión incluye además un monitor de entorno que mide un entorno de instalación del sensor de corrosión.

Ventajosamente, en el dispositivo de detección de corrosión, el monitor de entorno es al menos uno de un higrómetro, un termómetro, y un iluminómetro. Según todavía otro aspecto de la presente invención, una estructura exterior que incluye uno cualquiera de los dispositivos de detección de corrosión descritos anteriormente.

Según la presente invención, es posible prolongar la vida de un sensor según un entorno de corrosión.

### **Descripción de las figuras**

[Fig. 1] La figura 1 es un diagrama esquemático de un dispositivo de detección de corrosión instalado en una estructura exterior según una primera realización.

[Fig. 2] La figura 2 es un diagrama operacional de un estado de conmutación.

[Fig. 3] La figura 3 es un diagrama relacional entre un tiempo de medición para el que se usa un sensor de corrosión y una cantidad acumulada de electricidad (culombios).

[Fig. 4] La figura 4 es un diagrama esquemático de un dispositivo de detección de corrosión instalado en una estructura exterior según una segunda realización.

[Fig. 5] La figura 5 es un diagrama esquemático de un recipiente para alojar un sensor de corrosión según la segunda realización.

[Fig. 6] La figura 6 es un diagrama esquemático de un dispositivo de detección de corrosión instalado en una estructura exterior según una tercera realización.

[Fig. 7] La figura 7 es un diagrama esquemático de un dispositivo de detección de corrosión instalado en una estructura exterior según la tercera realización.

[Fig. 8] La figura 8 es un ejemplo de un estado de división del sensor de corrosión según la primera realización.

[Fig. 9] La figura 9 es una vista en planta de un sensor de corrosión según una técnica convencional.

[Fig. 10] La figura 10 es un diagrama esquemático de un sensor de corrosión según una técnica convencional.

[Fig. 11] La figura 11 es un diagrama esquemático de una técnica convencional en el momento de la corrosión.

### Descripción detallada de la invención

A continuación se explicarán en detalle realizaciones a modo de ejemplo de la presente invención con referencia a los dibujos adjuntos. La presente invención no se limita a las realizaciones. Además, los elementos constituyentes en las siguientes realizaciones incluyen los que se les pueden ocurrir fácilmente a los expertos en la técnica o que son sustancialmente equivalentes.

#### Primera realización

Se describe una estructura exterior que incluye un dispositivo de detección de corrosión según una primera realización de la presente invención con referencia a los dibujos. La figura 1 es un diagrama esquemático del dispositivo de detección de corrosión instalado en la estructura exterior según la primera realización. Tal como se muestra en la figura 1, un dispositivo (10A) de detección de corrosión instalado en la estructura exterior según la presente realización incluye un sensor (110A) de corrosión que monitoriza un entorno de corrosión, incluyendo el sensor (110A) de corrosión dos metales distintos aislados entre sí, el amperímetro (115) que mide un valor de una corriente que fluye entre los dos metales distintos, un conmutador (15) que abre o cierra un circuito eléctrico que conecta los dos metales distintos al amperímetro (115), y un dispositivo (12) de control que transmite una instrucción para cerrar el conmutador (15) sólo durante la medición de la corriente. Además, en la presente realización, el dispositivo (10A) de detección de corrosión incluye una unidad (11) de medición del grado de deterioro que mide el grado de deterioro del sensor (110A) de corrosión, y el dispositivo (12) de control ejecuta una instrucción para encender el conmutador sólo durante la medición cuando se usa el sensor (110A) de corrosión según un resultado de medición de la unidad (11) de medición del grado de deterioro. En la figura 1, el número de referencia (111) indica un sustrato constituido por, por ejemplo, una placa de acero al carbono y el número de referencia (113) indica una unidad conductora hecha de plata o carbono, por ejemplo.

En un periodo inicial en el que se comienza a usar el sensor (110A) de corrosión, una película pasiva de óxido de hierro o similar está presente en algunas partes del sustrato (111) formadas a partir de una superficie de la placa de acero al carbono. Como resultado, las partes en las que no se acumula la corrosión están presentes en el sustrato del sensor (110A) de corrosión. Sin embargo, como la superficie está más cubierta con óxido rojo (hidróxido de hierro (III) o similar), se destruye la película pasiva. En la presente invención, la unidad (11) de medición del grado de deterioro de superficie determina un grado de progreso de corrosión mediante un cambio de color (de plateado a marrón) de la superficie. Específicamente, en un periodo inicial de medición, el color de la superficie permanece plateado, de manera que el conmutador se enciende para la medición de la corrosión. Sin embargo, en el momento de medir la corrosión después del cambio del color de la superficie a marrón, cambio que indica que la película pasiva está destruida, el conmutador (15) se enciende sólo durante la medición. Con esta operación, no fluye ninguna corriente innecesaria durante un tiempo distinto del tiempo de medición, haciendo posible prolongar la vida del sensor (110A) de corrosión.

Es decir, la corrosión no se acumula en algunas partes de la superficie de la placa de acero al carbono debido a la presencia de la película pasiva que está presente en una parte de la superficie de la placa de acero al carbono. Sin embargo, como aumenta el óxido rojo marrón, entonces se destruye la película pasiva, y la corrosión avanza con el

paso del tiempo. Por consiguiente, cuando el conmutador se enciende para mantener el circuito conectado, entonces la presencia de la película de agua promueve la corrosión del sustrato (111), y se produce un error en el resultado de medición.

5 Por consiguiente, un circuito de batería da una unión y el conmutador se enciende sólo cuando la corriente de corrosión va a medirse, suprimiendo de este modo el deterioro en el sensor (110A) de corrosión. Como resultado, puede prolongarse la vida del sensor (110A) de corrosión.

10 La unidad (11) de determinación del grado de deterioro de superficie es para irradiar, por ejemplo, una luz de emisión de referencia sobre una superficie del sensor (110A) de corrosión y para analizar un espectro de luz reflejada. Como unidad (11) de determinación del grado de deterioro de superficie, puede usarse un dispositivo comercialmente disponible tal como un "analyzer de color" o "medidor de diferencia de color". Alternativamente, puede usarse un fotodetector o similar que incluye una unidad espectral (una función que puede dividir la longitud de onda), por ejemplo, como unidad (11) de determinación del grado de deterioro de superficie en lugar del analizador de color.

15 En el momento de determinar el grado de deterioro del sensor de corrosión, es posible, por ejemplo, dividir un zona de inspección en una pluralidad de zonas y determinar el grado de deterioro en cada zona dividida. Cuando el color de superficie cambia a marrón predeterminado, la unidad (11) de determinación del grado de deterioro de superficie transmite al dispositivo (12) de control información (13) que indica el cambio en el color de superficie al marrón predeterminado. La figura 2 es un diagrama operacional de un estado de conmutación. Tal como se muestra en la figura 1, el dispositivo (12) de control transmite una instrucción (14) que indica el inicio de la conmutación al conmutador (15), y está diseñado para transmitir una instrucción de conmutación ENCENDIDO al conmutador (15) siempre que se mida la corriente de corrosión.

20 La figura 8 es un ejemplo de un estado de división del sensor de corrosión según la primera realización. Tal como se muestra en la figura 8, una zona de medición del sensor (110A) de corrosión se divide en, por ejemplo, 16 zonas, un valor RGB se mide en cada zona dividida, y se determina si el color de superficie es el marrón predeterminado. Obsérvese que el número de zonas divididas no está limitado a ningún número específico sino que puede cambiarse apropiadamente a números tales como 4, 8 y 12. Cuando la razón de determinación de que el color de superficie es el marrón predeterminado supera el 50%, la función de conmutación (función ENCENDIDO/APAGADO) del sensor (110A) de corrosión se fija en válida (ENCENDIDO).

25 En esta medición, cuando la unidad (11) de determinación del grado de deterioro de superficie es un analizador de color que tiene un sensor de color para R (rojo), G (verde) y B (azul), la función de conmutación se enciende cuando un resultado de medición RGB indica que el color es próximo al valor marrón (nombre de color común JIS) (R (115): G (78): B (48)).

30 La figura 3 es un diagrama relacional de una relación entre un tiempo de medición para el que se usa el sensor de corrosión y una cantidad acumulada de electricidad (culombios). Tal como se muestra en la figura 3, según la presente realización, la unidad (11) de determinación del grado de deterioro de superficie determina el grado de progreso de corrosión mediante el color (cambio de plateado a marrón). Por consiguiente, en el momento de medir la corrosión posteriormente, el conmutador se enciende sólo durante la medición. Con esta operación, a diferencia de un ejemplo comparativo de una técnica convencional, es posible impedir que el conmutador esté siempre en un estado ENCENDIDO, impedir que fluya una corriente innecesaria e impedir que la corrosión avance más allá del control. Como resultado, puede prolongarse la vida del sensor de corrosión.

35 Específicamente, cuando la corriente de corrosión se mide a intervalos de, por ejemplo, 10 minutos, entonces el conmutador se enciende sólo en el momento de la medición, y se fija un tiempo para el que el circuito se cierra en aproximadamente 5 segundos. Por tanto, para un tiempo restante, el circuito no está conectado, de manera que la corrosión del sustrato (111) no avanza y puede prolongarse la vida del sensor (110A) de corrosión.

40 Con esta configuración, cuando el sensor de corrosión no puede sustituirse hasta que, por ejemplo, un buque cisterna vuelve a un puerto base una vez que está en el mar, es posible monitorizar el entorno de corrosión para un periodo de tiempo prolongado sin necesidad de sustituir el sensor prolongando su vida.

### Segunda realización

45 Se describe una estructura exterior que incluye un dispositivo de detección de corrosión según una segunda realización de la presente invención con referencia a los dibujos. La figura 4 es un diagrama esquemático de un dispositivo de detección de corrosión instalado en la estructura exterior según la segunda realización. Tal como se muestra en la figura 4, un dispositivo (10A) de detección de corrosión según la presente realización incluye el sensor (110A) de corrosión que monitoriza un entorno de corrosión y el dispositivo (12) de control que determina un grado de deterioro del sensor (110A) de corrosión mediante una cantidad acumulada de electricidad, y que transmite una instrucción que indica que el conmutador se enciende sólo durante la medición cuando se usa el sensor de corrosión según un resultado de determinación.

En la primera realización, al comienzo de la medición, se enciende el conmutador determinando el color después de esperar hasta que la corrosión avanza en cierta medida. En la segunda realización, se permite que se encienda el conmutador desde el comienzo de la medición. Con este fin, se promueve la corrosión inicial.

5 La figura 5 representa un estado de corrosión poniendo el sensor (110A) de corrosión en un recipiente (20). En la figura 5, el carácter de referencia (20a) indica una parte de tapa, (20b) indica una unidad principal de recipiente y (20c) indica una parte articulada. Específicamente, tal como se muestra en las figuras 4 y 5, el sensor (110A) de corrosión se introduce en el recipiente (20), la parte (20a) de tapa está colocada, una válvula ( $V_1$ ) está abierta y el  
 10 agua (21) se introduce en el recipiente (20). Este agua (21) introducida permite al sensor (110A) de corrosión corroerse de manera activa. Sin embargo, obsérvese que un umbral del grado de corrosión está fijado en un periodo hasta que la cantidad acumulada de electricidad, que se mide mediante el amperímetro (115), es de 0,5 C (culombios) a 2 C.

15 Además, en un momento en el que la cantidad acumulada de electricidad es igual a de 0,5 C (culombios) a 2 C, se abre una válvula ( $V_2$ ) y se drena el agua (21) interna. Después de drenar el agua (21), se introduce nitrógeno ( $N_2$ ) en el recipiente (20) para realizar una purga de nitrógeno en el mismo de modo que se impide que la corrosión avance adicionalmente en la medida de lo posible. Esta purga de nitrógeno puede mantener el sensor (110A) de corrosión en un estado de humedad igual a o inferior a la del exterior e impide que la corrosión avance. Al comenzar a usar el  
 20 sensor (110A) de corrosión, se retira la parte (20a) de tapa y se inicia la medición. En la figura 4, el número de referencia (22) indica una señal de información desde el amperímetro (115) hasta el dispositivo (12) de control.

En un periodo inicial de comenzar a usar el sensor (110A) de corrosión, las partes cubiertas con una película pasiva dura están presentes en una superficie de una placa de acero al carbono que es un sustrato. Por consiguiente,  
 25 cuando el entorno de corrosión es moderado, la corriente de corrosión es baja, y a menudo se deteriora la precisión del valor medido. Por tanto, en la presente realización, se promueve la corrosión inicial por adelantado de modo que puede medirse una corriente de corrosión verdadera inmediatamente después de comenzar a usar el sensor (110A) de corrosión. Sin embargo, cuando la corrosión se promueve excesivamente, la corrosión avanza. El umbral de la cantidad acumulada de electricidad se fija, por tanto, en aproximadamente 2 C (culombios), que es un umbral de  
 30 corrosión inicial.

**Lista de signos de referencia:**

- 35 (10A, 10B, 10C) dispositivo de detección de corrosión  
 (110, 110A, 110B) sensor de corrosión  
 (11) unidad de determinación del grado de deterioro de superficie  
 40 (20) recipiente  
 (40) monitor de entorno  
 (40A) higrómetro  
 45 (40B) termómetro  
 (40C) iluminómetro.

**REIVINDICACIONES**

1. Dispositivo (10A; 10B; 10C) de detección de corrosión que comprende:
- 5 un sensor (110; 110A; 110B) de corrosión que incluye dos metales distintos aislados entre sí;
- un amperímetro (115) que mide un valor de una corriente que fluye entre los dos metales distintos;
- 10 un conmutador (15) que abre o cierra un circuito eléctrico que conecta los dos metales distintos al amperímetro (115); estando caracterizado porque el dispositivo de detección de corrosión comprende además:
- un dispositivo (12) de control que transmite una instrucción para encender el conmutador (15) sólo durante la medición de la corriente, y
- 15 una unidad (11) de determinación del grado de deterioro que mide un grado de progreso de corrosión del sensor (110; 110A; 110B) de corrosión, en el que el conmutador (15) está encendido hasta que el progreso de la corrosión alcanza un umbral predeterminado.
- 20 2. Dispositivo (10A; 10B; 10C) de detección de corrosión según la reivindicación 1, caracterizado porque la unidad (11) de determinación del grado de deterioro determina un grado de progreso de la corrosión en una superficie del sensor (110; 110A; 110B) de corrosión mediante un color.
- 25 3. Dispositivo (10A; 10B; 10C) de detección de corrosión según la reivindicación 1, caracterizado porque la unidad (11) de determinación del grado de deterioro determina un grado de progreso de la corrosión en una superficie del sensor (110; 110A; 110B) de corrosión mediante una cantidad acumulada de electricidad medida mediante el amperímetro (115).
- 30 4. Estructura exterior caracterizada porque incluye el dispositivo (10A; 10B; 10C) de detección de corrosión según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3.

FIG.1

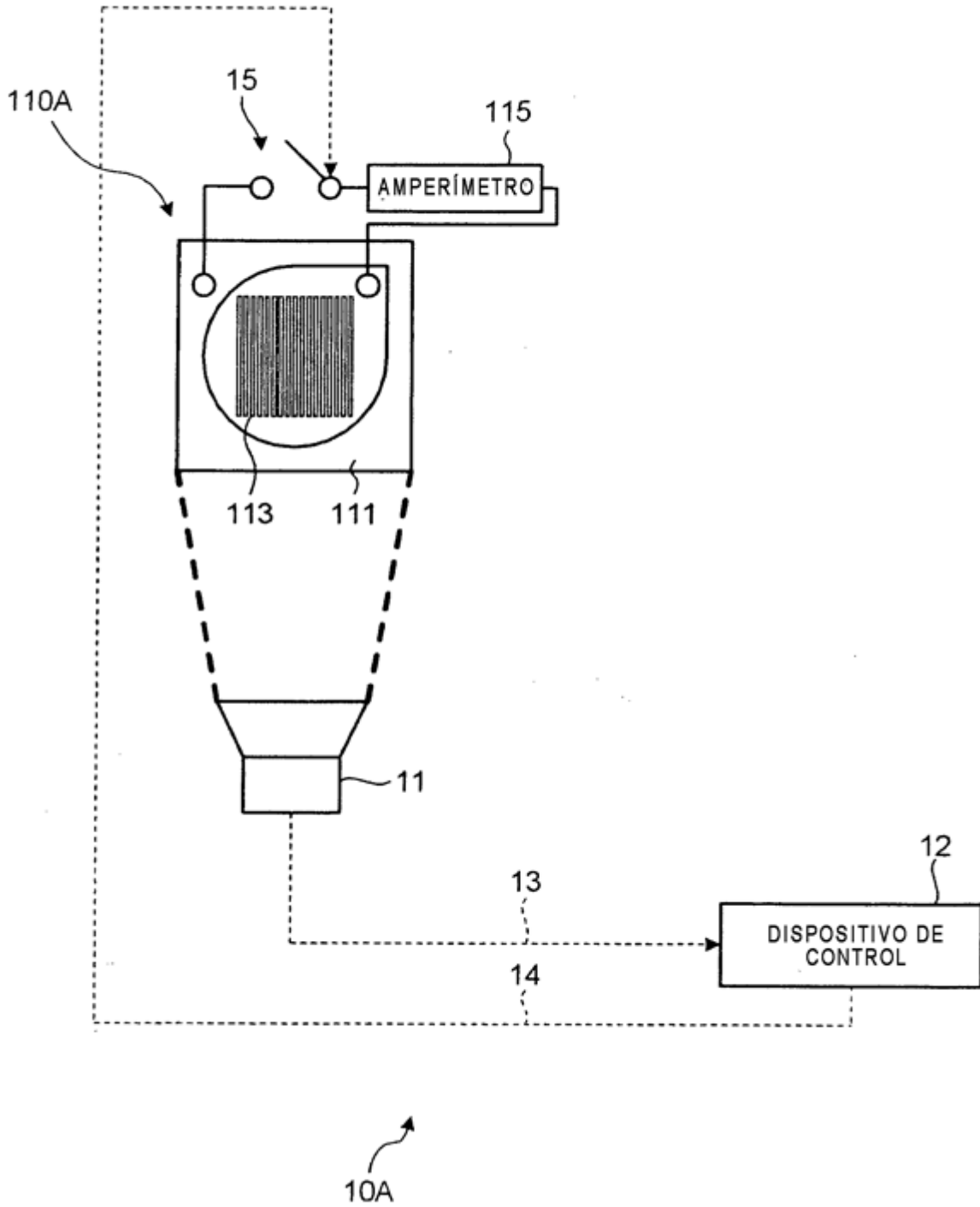




FIG.2

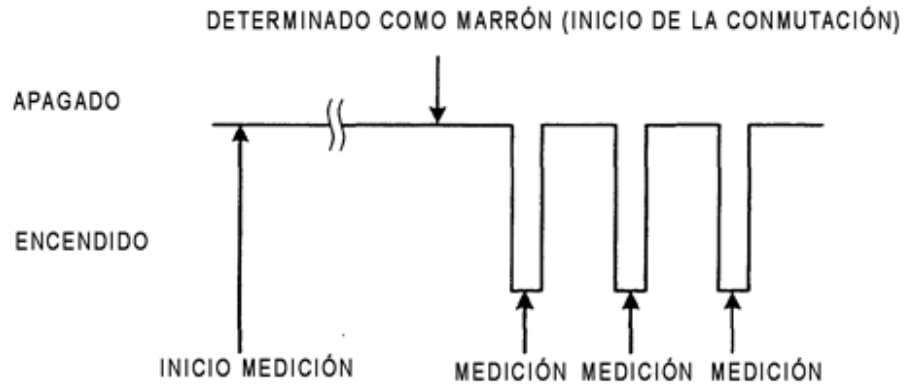


FIG.3

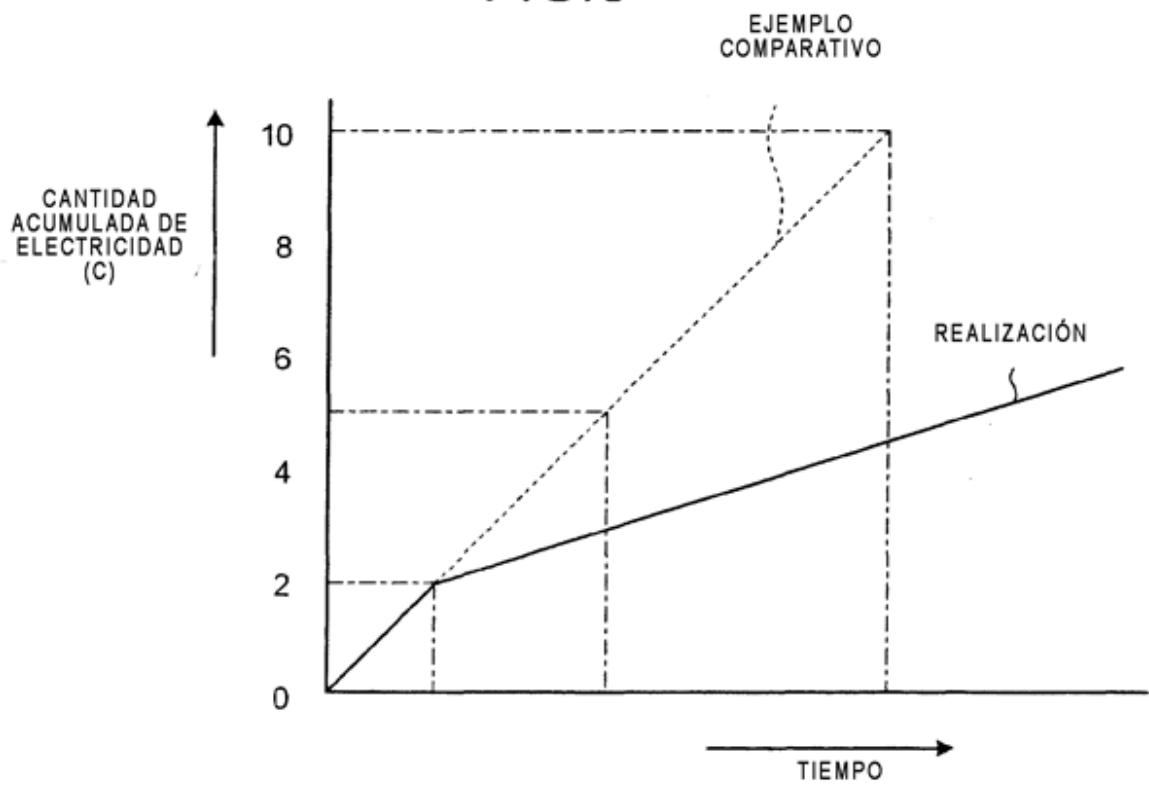


FIG.4

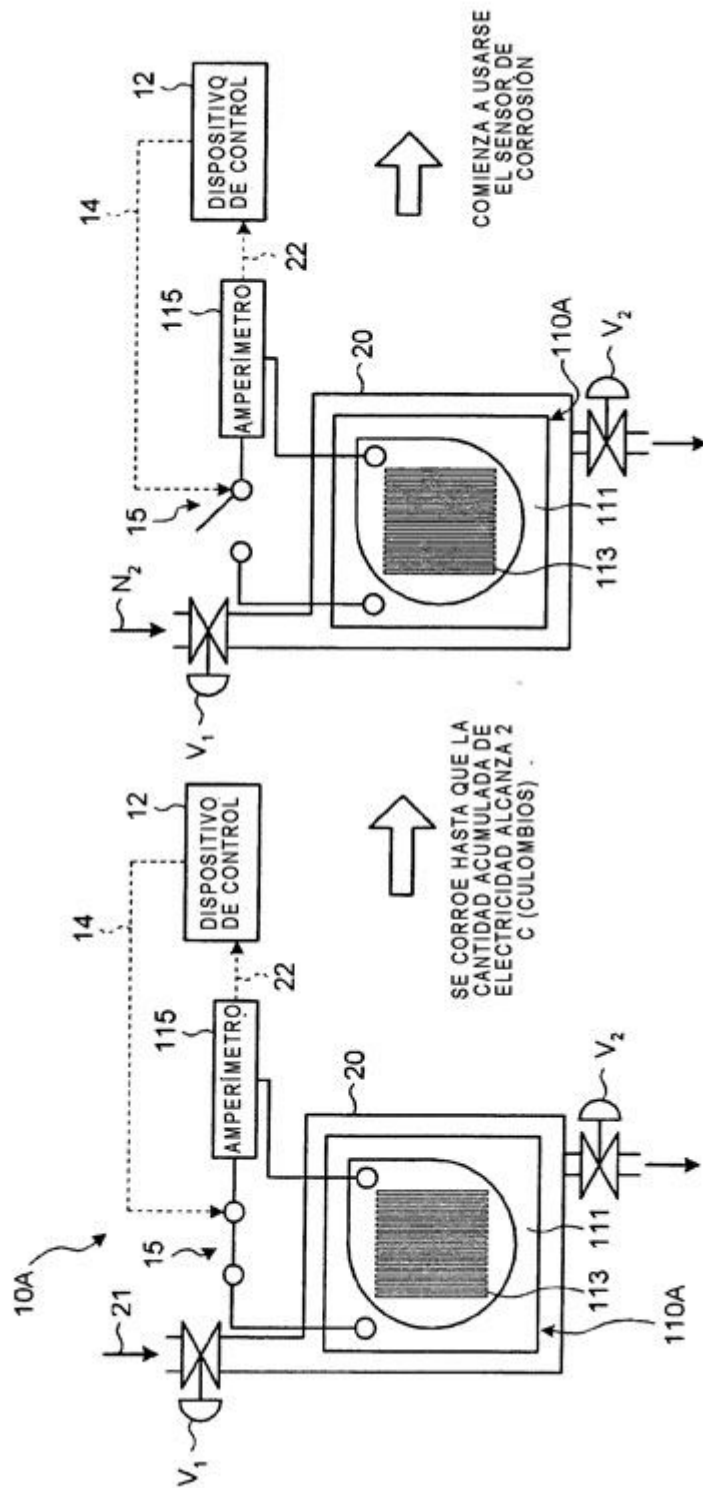


FIG.5

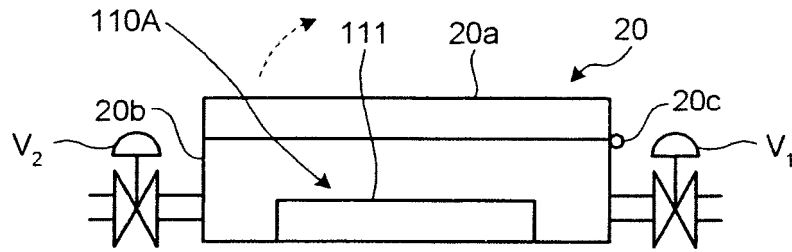


FIG.6

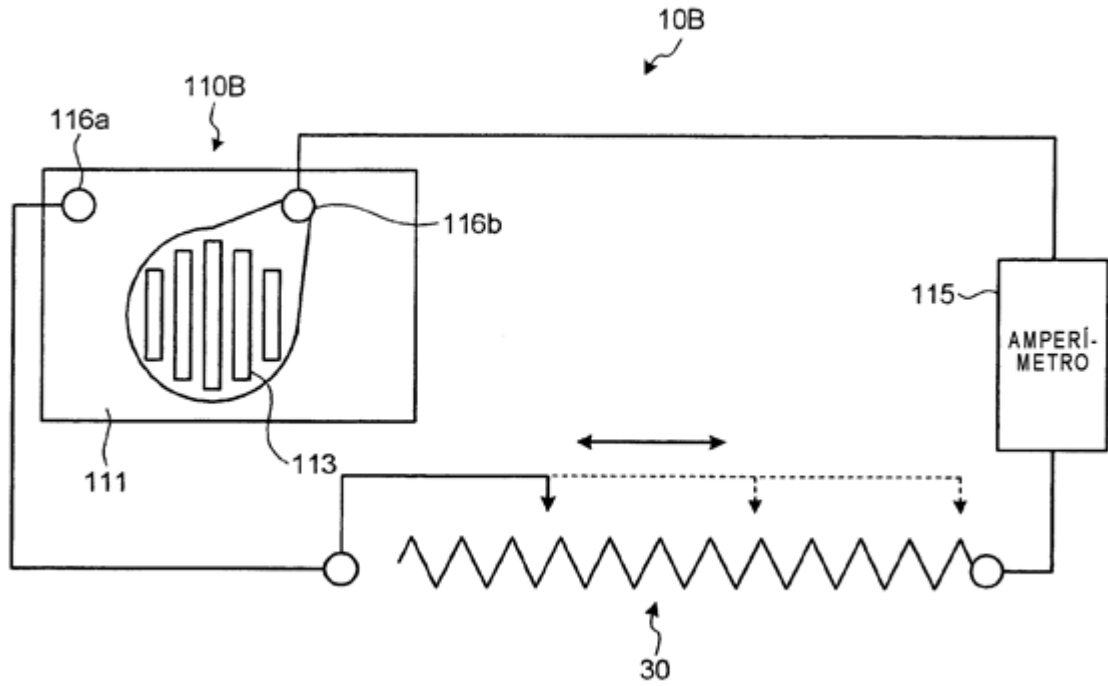
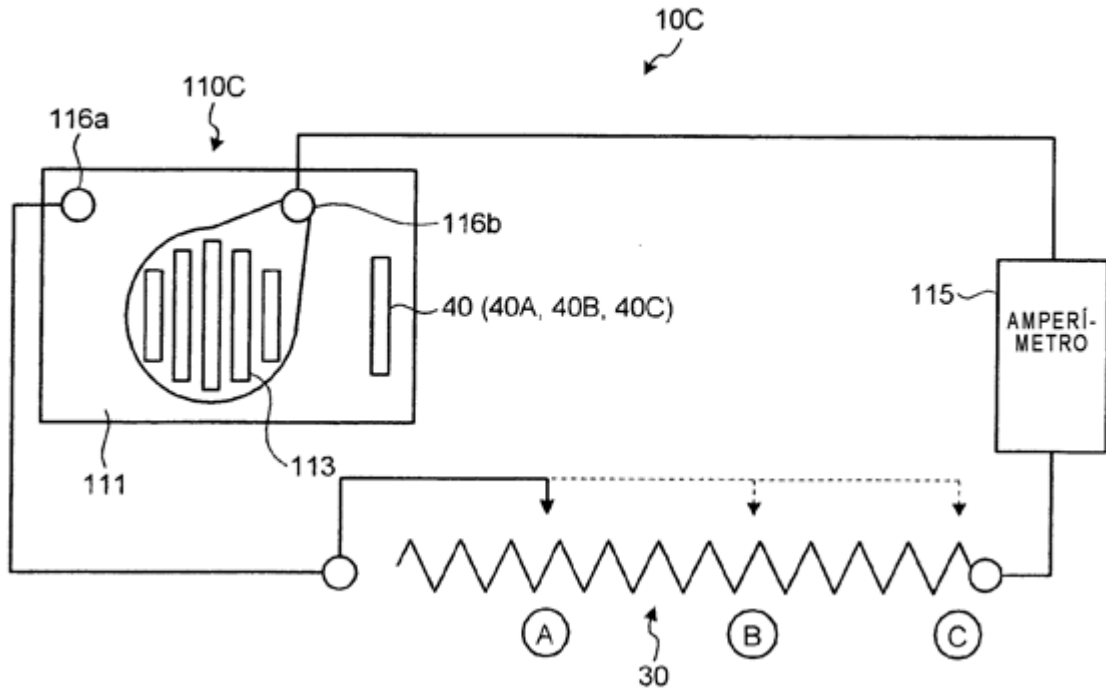


FIG.7



# FIG.8

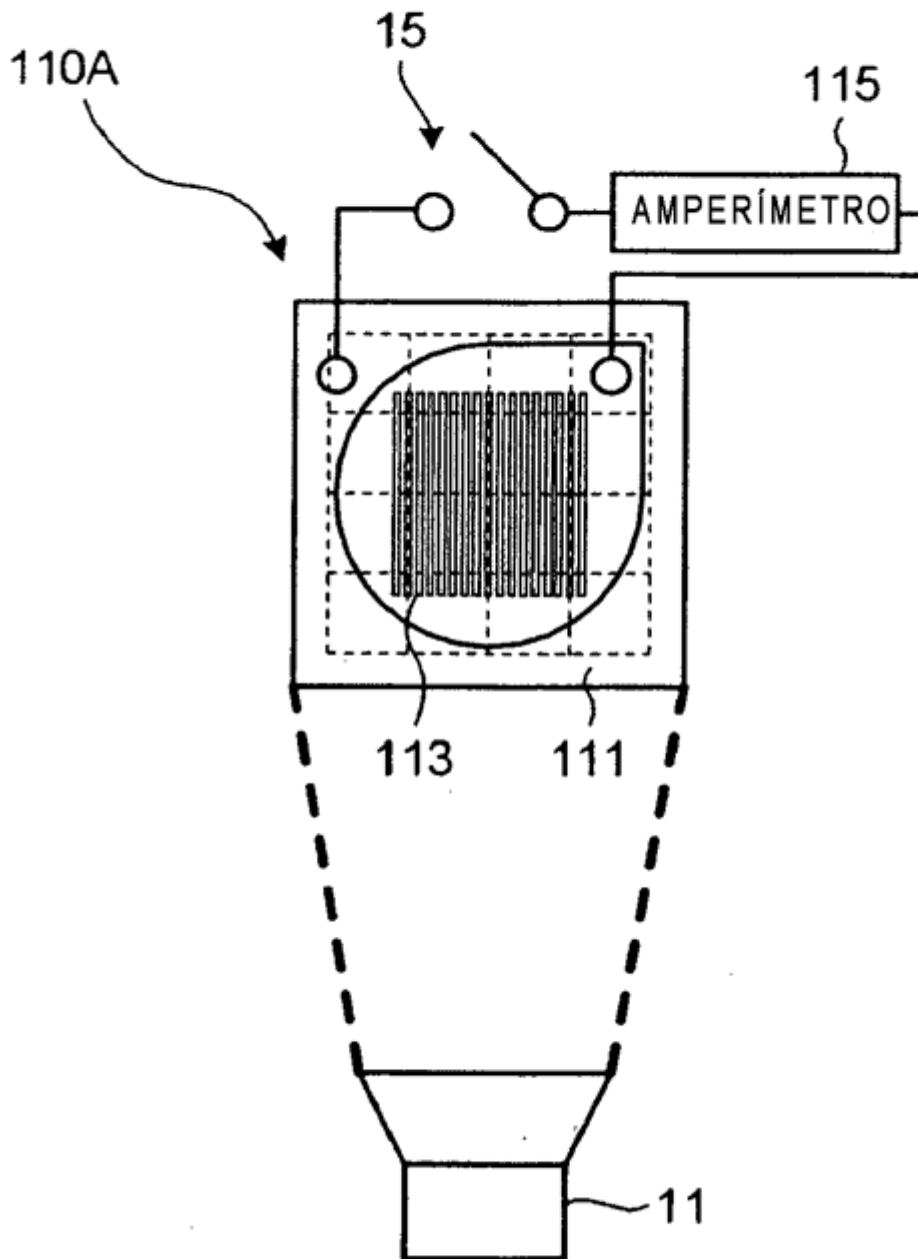


FIG. 9

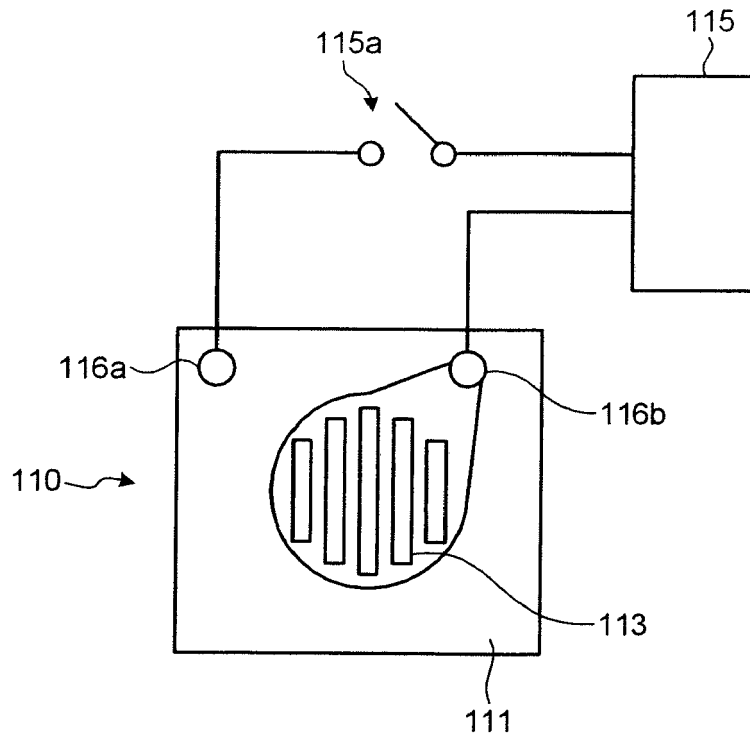


FIG.10

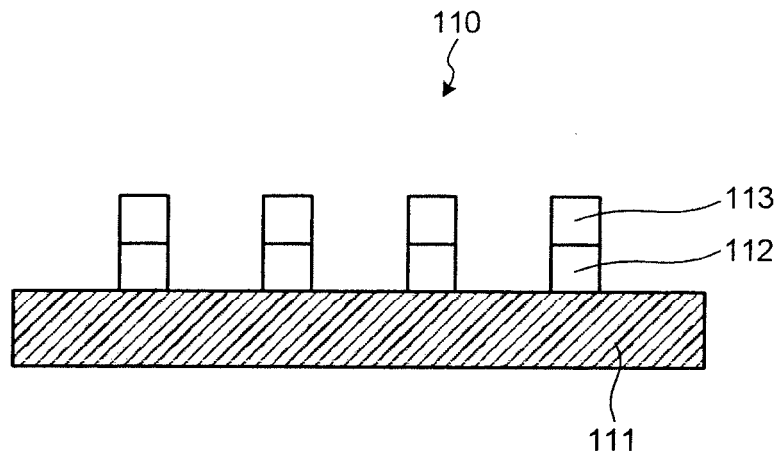


FIG.11

