

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 436 794**

51 Int. Cl.:

G01J 5/20 (2006.01)

G01J 5/24 (2006.01)

H04N 5/217 (2011.01)

H04N 5/33 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **17.04.2008 E 08788193 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **16.10.2013 EP 2140239**

54 Título: **Procedimiento de mantenimiento de una matriz de detectores del tipo bolómetros**

30 Prioridad:

26.04.2007 FR 0703037

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

07.01.2014

73 Titular/es:

**SAGEM DÉFENSE SÉCURITÉ (100.0%)
LE PONANT DE PARIS 27, RUE LEBLANC
75015 PARIS, FR**

72 Inventor/es:

**GARDETTE, HUBERT;
BECKER, CYRILLE y
DE MIJOLLA, FRANÇOIS-BORIS**

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 436 794 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

Procedimiento de mantenimiento de una matriz de detectores del tipo bolómetros

La presente invención concierne a un procedimiento de mantenimiento de una matriz de detectores de tipo bolómetros. También concierne a un conjunto de medición de radiaciones electromagnéticas que comprende una matriz de detectores del tipo bolómetros y que está adaptado para llevar a la práctica tal procedimiento de mantenimiento.

Se utilizan detectores del tipo bolómetros para medir una energía radiante infrarroja, visible o ultravioleta, la cual es producida por una escena radiativa. Estos pueden ir dispuestos según una matriz, tal como una matriz de plano focal comúnmente referida como «FPA», por «Focal Plan Array». Tales matrices FPA de detectores del tipo bolómetros están descritas en los documentos WO 2006/100662 y WO 2006/100663, por ejemplo.

En las matrices de detectores del tipo bolómetros también se utiliza corrientemente una estructura de puente de Wheatstone o una estructura diferencial. En la figura 1 del documento FR 2846666, en particular, está representada tal estructura. Esta permite reducir la sensibilidad de los resultados de las medidas que proporcionan los detectores, respecto a variaciones de una temperatura ambiente interna al conjunto de medición que comprende la matriz.

Por otro lado, el elemento de cada detector del tipo bolómetro que es sensible a las radiaciones electromagnéticas es un elemento eléctricamente resistivo, cuya resistencia eléctrica varía cuando el detector recibe una radiación. Esta variación produce la medida de la radiación. Por lo común, el elemento resistivo sensible a las radiaciones es de óxido de vanadio (VO_x) o de silicio amorfo.

No obstante, las matrices de detectores del tipo bolómetros no dejan de ser muy sensibles a las variaciones de temperatura ambiente.

Por otro lado, debido a que cada detector tiene una ubicación que es diferente en el seno de la matriz, distintos detectores reciben diferentes radiaciones. Estas son susceptibles de modificar las características de cada detector, así como sus parámetros de utilización en medición, de una manera variable entre distintos detectores. Además, entre los detectores se dan disparidades iniciales ya desde la fabricación de la matriz, en lo referente a propiedades individuales de los detectores tales como sus resistencias eléctricas y sus sensibilidades de respuesta. Estas disparidades iniciales también contribuyen a las variaciones que existen entre las respectivas respuestas de los detectores de una misma matriz cuando esta recibe una energía radiativa uniforme.

En otras palabras, cabe el riesgo de que una misma radiación sea medida con un valor diferente en función de la ubicación, dentro de la matriz, del detector que es utilizado para su medida.

A causa de ello, se conoce corregir las diferencias entre los detectores del tipo bolómetros de una misma matriz compensando, para cada detector, unas variaciones de desfase inicial («offset» en inglés) y de ganancia.

Para tal fin, se determinan unas características de cada detector del tipo bolómetro, tales como su desfase inicial y su ganancia, mediante previas medidas que son realizadas a temperaturas predefinidas y constantes. De ello se infieren dos tablas («look up tables» en inglés), respectivamente para las ganancias y los desfases iniciales de los detectores de la matriz. Estas permiten compensar el desfase inicial y la ganancia de cada detector. Se trata de correcciones que se aplican en los resultados de detección producidos por los detectores después de haber sido detectadas las radiaciones.

Sin embargo, para que sean precisas y coherentes las medidas que se obtienen con todos los detectores de una misma matriz, es preciso actualizar regularmente, en general cada dos a tres minutos, al menos la tabla de corrección de los desfases iniciales. Esto se puede realizar exponiendo el conjunto de los detectores de la matriz a una imagen uniforme. Tal operación se realiza usualmente con el concurso de un obturador que enmascara uniformemente una escena radiativa externa respecto al conjunto de medición.

No obstante, el presente solicitante ha comprobado que, aun si se actualizan con frecuencia o regularmente la tabla de corrección de los desfases iniciales y/o la de las ganancias de los detectores de la matriz, esto no permite suprimir remanencias que resultan de sobreexposiciones que han experimentado algunos detectores del tipo bolómetro. Tal sobreexposición puede ser el resultado de una exposición de algunos al menos de los detectores de la matriz a un flujo radiativo intenso y/o de larga duración. Este flujo ha provocado una alteración duradera de las características de los detectores que lo han recibido. Tal sobreexposición se puede equiparar a un deslumbramiento cuyo efecto perdura. Por ejemplo, la exposición al sol durante unos segundos de un detector del tipo bolómetro que está destinado a realizar medidas nocturnas produce una remanencia de sobreexposición. Esta remanencia puede durar varios días, e incluso varias semanas, y puede explicarse por una alteración del material del elemento resistivo del bolómetro que es sensible a las radiaciones. Tal alteración es tanto más probable cuanto que ese material sensible se halla en general en un estado de equilibrio inestable, en lo que respecta a su estado físico-químico real. La alteración del material sensible de algunos de los detectores de la matriz produce entonces desfases en los resultados de las ulteriores medidas. Estos desfases se revelan como una imagen «fantasma» de la

sobreexposición, que se superpone a las imágenes que resultan de ulteriores exposiciones.

Por lo tanto, resulta de especial interés proponer un procedimiento que permita reajustar el estado de detectores del tipo bolómetros que han experimentado una sobreexposición radiativa, con el fin de recobrar una uniformidad de respuesta de todos los detectores de una matriz.

5 Para ello, se ha propuesto reinicializar los detectores de una matriz de microbolómetros caldeándolos por medio de un elemento Peltier que se halla situado bajo la matriz. Se calientan así todos los detectores de la matriz hasta una misma temperatura y juntos pueden ser enfriados de una misma manera. Así, se pueden suprimir remanencias de sobreexposición presentes en algunos de los detectores de la matriz. Tal calentamiento constituye un procedimiento de mantenimiento, el cual se pone en práctica fuera de los períodos de utilización de la matriz de detectores para
10 efectuar medidas de radiaciones.

La figura 4 representa un conjunto de medición de radiaciones electromagnéticas, en el cual se puede aplicar tal procedimiento de mantenimiento. El conjunto comprende una caja 3 que se halla cerrada herméticamente y cuyo interior se mantiene a vacío. Sobre un sustrato 4 en el interior de la caja 3 va dispuesto un circuito impreso 5. El
15 circuito 5 incluye unas resistencias eléctricas que constituyen los detectores del tipo bolómetros. Estas resistencias son sensibles a las radiaciones electromagnéticas F y quedan expuestas a través de una ventana transparente 6 que cierra la caja 3. Bajo el sustrato 4 se ubica adicionalmente un elemento Peltier 7, para permitir calentar las resistencias sensibles a las radiaciones.

Pero este método presenta varios inconvenientes. Por una parte, requiere prever un elemento Peltier bajo la matriz de los detectores, lo cual incrementa el precio y la ocupación de espacio del conjunto de medición. Por otra parte, el elemento Peltier hace más complejos los intercambios térmicos que tienen lugar en el seno del conjunto de medición mientras se detecta una radiación. Finalmente, el elemento Peltier origina un considerable consumo de energía eléctrica durante el calentamiento de la matriz, así como durante su enfriamiento a velocidad controlada.

Resulta por tanto de especial interés disponer de un método para la obtención de uniformidad en las respuestas de los detectores de una matriz de tipo FPA, que no requiere un considerable consumo de energía eléctrica, ni la
25 aportación de componentes complementarios tales como un elemento Peltier.

Con este objetivo, el documento US 5.756.999 propone un ciclo de medida que comprende, con anterioridad a cada exposición de una matriz de detectores del tipo bolómetros para efectuar una medida radiativa, un calentamiento de los detectores utilizando los elementos resistivos de los mismos que son sensibles a la radiación. No se necesita así ningún elemento Peltier. Pero se trata de un calentamiento de ajuste del punto de funcionamiento de cada detector, que se efectúa inmediatamente antes de cada exposición de medida radiativa. Tal calentamiento modifica reversiblemente el punto de funcionamiento de cada detector antes de que se exponga éste a la radiación para la medida. Se trata de un ajuste del punto de funcionamiento que se realiza siguiendo una curva de estados del detector en un sistema de ejes resistencia-temperatura. Por lo tanto, el calentamiento debe realizarse inmediatamente antes de cada exposición de medida radiativa y no constituye una operación de mantenimiento del conjunto de medición de radiaciones, que estuviera separada de las operaciones de medida. Es más, tal calentamiento no está adaptado para suprimir remanencias de sobreexposición radiativa.

Por lo tanto, es un objeto de la presente invención uniformizar unos detectores de tipo bolómetros de una matriz FPA que presentan al menos una remanencia causada por sobreexposición radiativa. Más en particular, la invención tiene por finalidad detener remanencias que pudieran haber sido provocadas por fuentes radiativas intensas o que tienen elevadas temperaturas.

Es otro objeto de la invención el uniformizar espacialmente los detectores del tipo bolómetro de una matriz FPA.

Es otro objeto de la invención proponer un procedimiento para la obtención de uniformidad en los detectores del tipo bolómetros de una matriz FPA, que puede suprimir disparidades presentes entre distintos detectores de la matriz, y en particular disparidades que son el resultado de su fabricación o de un envejecimiento defectuoso.

45 Es otro objeto de la invención proponer un procedimiento para la obtención de uniformidad en los detectores del tipo bolómetros de una matriz FPA, que puede suprimir disparidades de desfases iniciales y/o de ganancias, presentes entre distintos detectores de la matriz.

Es otro objeto de la invención realizar tal obtención de uniformidad sin requerir un considerable consumo de energía eléctrica, ni por parte de una fuente energética interna al conjunto de medición radiativa que comprende la matriz de
50 detectores, ni por parte de una fuente energética exterior a este conjunto.

Es otro objeto de la invención realizar tal obtención de uniformidad sin utilizar un elemento de calentamiento del tipo elemento Peltier u horno asociado al conjunto de medición.

Es otro objeto de la invención realizar tal obtención de uniformidad alcanzando temperaturas superiores a 100 °C únicamente para el elemento sensible del detector, sin calentar ni degradar de manera irreversible el circuito de lectura y de direccionamiento CMOS que se halla situado bajo el detector. Tal degradación podría producirse con la
55

utilización de un horno o de un elemento Peltier.

Es otro objeto de la invención que tal obtención de uniformidad pueda ser realizada tanto por el usuario del conjunto de medición radiativa como por un servicio de mantenimiento especializado.

5 Es otro objeto de la invención proponer un procedimiento para la obtención de uniformidad aplicable tanto en una parte como en la totalidad de los detectores de una matriz FPA.

Finalmente, es otro objeto de la invención proponer un procedimiento para la obtención de uniformidad en los detectores del tipo bolómetros de una matriz FPA que no entraña ningún riesgo significativo de desgasificación ni de degradación del nivel de vacío presente en una caja que contiene la matriz de los detectores.

10 De acuerdo con un primero de sus aspectos, la presente invención propone un procedimiento de mantenimiento de una matriz de detectores de tipo bolómetros, que están adaptados para medir radiaciones electromagnéticas procedentes de una escena radiativa. Este procedimiento está adaptado para detener una remanencia de sobreexposición radiativa que ha experimentado al menos uno de los detectores de la matriz. Comprende éste las etapas /1/-/4/ según la reivindicación 1.

15 Así, de acuerdo con la invención, cada detector puede ser calentado en función de un valor de temperatura y/o de resistencia que se ha determinado inicialmente para ese detector. De esta manera, se introduce en el detector una modificación o reinicialización, que puede ser independiente del estado inicial de los demás detectores, y se adapta en función de desviaciones particulares caracterizadas para ese detector. En particular, la modificación o la reinicialización que se introduce en un detector puede estar adaptada a una sobreexposición eventual que anteriormente ha experimentado ese detector.

20 Para ello, de acuerdo con una puesta en práctica preferida de la invención, la temperatura umbral y/o la resistencia umbral puede ser fijada en la etapa /2/ en función de una diferencia entre la temperatura y/o la resistencia que se ha medido en la etapa /1/ para el detector identificado y un valor de referencia de temperatura y/o de resistencia, respectivamente.

25 El procedimiento de la invención también puede comprender además una etapa de medida de las temperaturas y/o de las resistencias respectivas de los detectores de una parte al menos de la matriz. En tal caso, la temperatura umbral y/o la resistencia umbral del detector identificado puede ser fijada en la etapa /2/ en función de las temperaturas y/o de las resistencias que se han medido para los detectores de esa parte de la matriz, además de la temperatura y/o de la resistencia medida para el detector identificado.

30 Eventualmente, el procedimiento de mantenimiento puede comprender una etapa suplementaria de selección del detector identificado. Esta etapa suplementaria se ejecuta entre las etapas /1/ y /2/. A continuación, las etapas /2/ a /4/ tan sólo se ejecutan para el detector identificado si la temperatura y/o la resistencia que se ha medido en la etapa /1/ para ese detector cumplen una condición fijada de selección.

35 En particular, esta condición de selección se puede fijar de modo que el detector identificado es seleccionado para las etapas /2/ a /4/ si presenta una remanencia de una sobreexposición radiativa o de una degradación que hubiera experimentado anteriormente.

40 Cada detector que es identificado se calienta por efecto Joule en la etapa /3/, al objeto de devolverlo a un estado de referencia o a un estado que es cercano al de una parte al menos de los demás detectores de la matriz. En concreto, el material de su elemento resistivo que es sensible a las radiaciones puede así volver a ponerse en un estado físico y/o químico predeterminado. En particular, la etapa /3/ puede producir una estabilización estructural del material de ese elemento resistivo sensible, o una readsorción de átomos oxidantes, en función de la naturaleza de ese material.

De una manera más general, la etapa /3/ de un procedimiento según la invención se puede ejecutar al objeto de modificar un material del detector identificado, que es sensible a las radiaciones electromagnéticas en un ciclo de medida de las radiaciones.

45 Para ello, el detector que es identificado se puede calentar en la etapa /3/ hasta una temperatura adecuada, y durante un tiempo apropiado.

En particular, puede ser calentado hasta una temperatura que es superior a 60 °C, preferentemente superior a 100 °C.

50 Igualmente, la etapa /3/ se puede ejecutar de manera que se mantenga el detector identificado, durante un tiempo de al menos un minuto, a una temperatura que es mayor o igual que la temperatura umbral, y/o a una resistencia que es menor o igual que la resistencia umbral, determinada para ese detector identificado.

Adicionalmente, para devolver el detector identificado a un estado que es más estable, evitando un efecto de temple, el enfriamiento de la etapa /4/ puede tener una duración que es superior a al menos dos minutos, e incluso superior

a diez minutos.

De acuerdo con una primera variante de la invención, el elemento resistivo de detector que se utiliza en la etapa /3/ para calentar el detector identificado puede pertenecer a este último. En tal caso, puede comprender el material que es modificado en la misma etapa.

- 5 De acuerdo con una segunda variante de la invención, el calentamiento de la etapa /3/ se puede realizar con al menos un elemento resistivo de un detector de la matriz que es diferente del que es identificado.

10 En estas dos variantes de la invención, varios detectores que son identificados se pueden tratar simultáneamente según las etapas /2/ a /4/ del procedimiento de mantenimiento de la invención, siendo calentados cada cual en una misma ejecución de la etapa /3/. La duración total del procedimiento de mantenimiento, ejecutado para esa pluralidad de detectores identificados, puede verse así reducida con relación a varias sucesivas ejecuciones del procedimiento que estuvieran respectivamente dedicadas a los mismos detectores, tomados uno a uno. Para ello, la etapa /1/ del procedimiento de mantenimiento se puede realizar para varios detectores identificados. Se alimentan entonces simultáneamente, en la etapa /3/, unas corrientes eléctricas a respectivos elementos resistivos de varios detectores de la matriz. Estas corrientes eléctricas se pueden determinar utilizando un algoritmo de tratamiento de las temperaturas y/o de las resistencias que se han medido respectivamente para los detectores identificados, para así calentarlos simultáneamente. En concreto, los detectores identificados pueden ser calentados simultáneamente hasta una temperatura máxima común.

20 En cualquier caso, para llevar a la práctica la invención no es necesario ningún elemento adicional de calentamiento con relación a los elementos resistivos de los detectores de la matriz. En concreto, no es necesario ningún elemento Peltier ni horno de calentamiento.

De acuerdo con un perfeccionamiento de la invención, un procedimiento de mantenimiento conforme a la invención se puede ejecutar automáticamente. Además, este puede ser iniciado automáticamente, por ejemplo a intervalos regulares de tiempo o en función del número de medidas de radiaciones que se han efectuado desde una última ejecución anterior del procedimiento de mantenimiento.

- 25 De acuerdo con un segundo aspecto de la presente invención, esta también propone un conjunto de medición de radiaciones electromagnéticas procedentes de una escena radiativa según la reivindicación 14.

Tal conjunto de medición está adaptado para la puesta en práctica de un procedimiento de mantenimiento de acuerdo con el primer aspecto de la invención.

30 Eventualmente, los medios de mantenimiento también pueden estar adaptados para controlar una ejecución automática del procedimiento de mantenimiento.

De acuerdo con un ejemplo que no forma parte de la presente invención, esta también propone un procedimiento de mantenimiento de una matriz de $i \times j$ detectores del tipo bolómetros, comprendiendo el procedimiento las siguientes etapas:

- 35 - provisión de una matriz de $i \times j$ detectores del tipo bolómetros para la detección y la medida de la radiación electromagnética procedente de una escena radiativa;
- medida de la temperatura y/o de la resistencia de un elemento resistivo de al menos uno de los $i \times j$ detectores;
- fijación de una temperatura umbral y/o de una resistencia umbral, superior a la temperatura y/o la resistencia medida, a la que se debe llevar dicho al menos uno de los $i \times j$ detectores;
- 40 - alimentación de corriente a al menos un elemento resistivo de dicho al menos uno de los $i \times j$ detectores, fuera de los períodos de detección y/o de medida de las radiaciones procedentes de la escena radiativa;
- disipación de calor por efecto Joule procedente de dicho elemento resistivo alimentado;
- calefacción de dicho al menos uno de los $i \times j$ detectores que comprende dicho elemento resistivo alimentado hasta dicha temperatura umbral o resistencia umbral; y
- 45 - control del enfriamiento de dicho al menos uno de los $i \times j$ detectores mediante realimentación de la corriente alimentada y de la potencia por efecto Joule disipada con el paso del tiempo.

Con objeto de permitir el mantenimiento y la nueva obtención de uniformidad en la totalidad o parte de los $i \times j$ detectores, se puede prever una etapa de medida de la temperatura y/o de la resistencia de la totalidad o parte de los $i \times j$ detectores.

- 50 En orden a uniformizar la temperatura y/o la resistencia de los $i \times j$ detectores, se puede fijar el valor de la temperatura umbral y/o de la resistencia umbral en función de la temperatura y/o de la resistencia del conjunto de los

$i \times j$ detectores.

- 5 Con objeto de automatizar un procedimiento de acuerdo con un ejemplo que no forma parte de la invención, este procedimiento puede comprender una etapa de tratamiento de las temperaturas y/o de las resistencias medidas. Este tratamiento se puede efectuar con ayuda de un algoritmo de tratamiento de datos que permite determinar el valor de las corrientes que han de proporcionarse a los elementos resistivos de los $i \times j$ detectores de la matriz para que la temperatura y/o la resistencia de al menos un elemento resistivo de al menos parte del conjunto de los $i \times j$ detectores alcance el mismo valor de temperatura umbral y/o de resistencia umbral tras la formación de un efecto Joule procedente de los elementos resistivos alimentados con corriente.
- 10 Con objeto de seleccionar los detectores que se alimentarán con corriente, el procedimiento puede comprender una etapa de selección de los detectores que se alimentarán con corriente y/o una etapa de alimentación de corriente a los detectores seleccionados, la(s) cual(es) se realiza(n) a partir de un direccionamiento del tipo CMOS.
- De acuerdo con otro ejemplo que no forma parte de la presente invención, esta propone finalmente un conjunto matricial de plano focal que comprende una matriz de $i \times j$ detectores del tipo bolómetros y unos medios de mantenimiento de esta matriz, comprendiendo los medios de mantenimiento propiamente dichos:
- 15 - unos medios de medida de la temperatura y/o de la resistencia de al menos un elemento resistivo de cada uno de los $i \times j$ detectores del tipo bolómetros;
- unos medios de obtención de uniformidad en la temperatura y/o en la resistencia de al menos un elemento resistivo de al menos parte del conjunto de los $i \times j$ detectores del tipo bolómetros con ayuda de las medidas recogidas por los medios de medida, comprendiendo los medios de obtención de uniformidad propiamente dichos:
- 20 · una unidad de tratamiento de las medidas de la temperatura y/o de la resistencia de al menos un elemento resistivo de al menos uno de los $i \times j$ detectores, recogidas por los medios de medida;
- una unidad de mando de la alimentación de corriente a los $i \times j$ detectores;
- una unidad de cálculo de la corriente que ha de aplicar la unidad de mando de la alimentación de corriente en dicho al menos uno de los $i \times j$ detectores para que dicho al menos uno de los $i \times j$ detectores alcance una temperatura umbral y/o una resistencia umbral tras la disipación de energía por efecto Joule; y
- 25 · una unidad de cálculo de realimentación de la corriente que ha de aplicar la unidad de mando de la alimentación de corriente en dicho al menos uno de los $i \times j$ detectores para que dicho al menos uno de los $i \times j$ detectores siga un ciclo de enfriamiento controlado con el paso del tiempo.
- 30 La presente invención se describe a continuación con ayuda de un ejemplo de puesta en práctica que se da con un propósito únicamente ilustrativo y sin carácter limitativo alguno, de acuerdo con las figuras que se adjuntan como anexo, en las cuales:
- La figura 1 es una representación esquemática simplificada de una matriz de detectores de tipo bolómetros, en la cual se puede aplicar la invención;
- 35 la figura 2 es una representación esquemática de una estructura de puente de Wheatstone de un detector del tipo bolómetro, en la cual se puede aplicar la invención;
- la figura 3 es un diagrama de bloques de un conjunto de medición de radiaciones en el que se puede aplicar la invención; y
- la figura 4, ya descrita, es una vista en sección simplificada de la estructura general de una matriz de plano focal de detectores del tipo bolómetros, según es conocida por la técnica anterior.
- 40 Como está representado en la figura 1, una matriz 1 del tipo FPA presenta i filas y j columnas de detectores del tipo bolómetros. Comprende por tanto $i \times j$ detectores. La medida y la lectura de las señales de detección que son respectivamente producidas por los detectores se realizan seleccionando primero una de las i filas de la matriz 1, con el concurso de un selector de filas referenciado con 2.
- 45 Después de haberse seleccionado una fila, las señales de detección que son producidas por los detectores de esa fila son registradas y transmitidas a unas entradas de amplificadores referenciados en la figura con $A_1 - A_j$. Los amplificadores $A_1 - A_j$ están respectivamente dedicados a las columnas de la matriz 1.
- Para producir una medida diferencial, todos los detectores de la matriz 1 pueden quedar incluidos en una estructura de puente de Wheatstone tal como está representada en la figura 2. Esta estructura comprende:
- 50 - una resistencia R_p para cada detector del tipo bolómetro de la matriz 1, que es sensible a las radiaciones electromagnéticas F y denominada resistencia activa;

- una resistencia de fila, que se señala con R_{fila} y que es común para todos los detectores de una misma fila de la matriz 1;

- una resistencia R_m que es común para todos los detectores de la matriz 1; y

5 - una resistencia de columna, que se señala con R_{col} y que es común para todos los detectores de una misma columna de la matriz 1.

La matriz 1 comprende así $i \times j$ resistencias R_p , j resistencias R_{col} , i resistencias R_{fila} y una sola resistencia R_m . No obstante, es posible proyectar cada una de estas resistencias R_p , R_{fila} , R_{col} y R_m en forma de varias resistencias conectadas en paralelo.

10 La resistencia activa R_p de cada detector está aislada térmicamente y expuesta a las radiaciones electromagnéticas F que provienen de una escena hacia la cual está orientado el conjunto de medición de radiaciones.

Las resistencias de fila R_{fila} , de columna R_{col} y la resistencia R_m se hallan enmascaradas con relación a las radiaciones electromagnéticas F procedentes de la escena.

Las resistencias R_m y R_{col} se mantienen en buen contacto térmico con un sustrato de la matriz 1.

15 Las características individuales de los detectores pueden presentar disparidades de fabricación. Estas disparidades son por ejemplo el resultado de ciertos parámetros del procedimiento de fabricación que son controlados con una limitada precisión en la extensión de la matriz 1. Tales disparidades pueden concernir, en particular, a las resistividades eléctricas y térmicas de los materiales que están comprendidos en cada detector, sus coeficientes de variación térmica, así como sus capacidades térmicas.

20 Se describe a continuación un procedimiento de mantenimiento de acuerdo con la invención, el cual se aplica en tal matriz de detectores del tipo bolómetros.

25 En una primera etapa, se mide la temperatura y/o la resistencia de al menos una de las resistencias activas R_p . Eventualmente, tal medida se puede efectuar para varias o todas las resistencias R_p de la matriz 1. Un Experto en la materia comprenderá que, dado el principio de funcionamiento de un bolómetro, que se basa en una relación entre la temperatura y el valor de resistencia eléctrica de un elemento resistivo, una medida del valor de una resistencia activa R_p es equivalente a una medida de su temperatura. Para ello, el conjunto de medición de radiaciones incluye unos medios de medida de temperatura/resistencia que van acoplados a las resistencias activas R_p mediante oportunos medios de direccionamiento. Al término de esta primera etapa, está disponible un valor de resistencia/temperatura para algunas de las resistencias activas R_p de la matriz 1.

30 Eventualmente, esta primera etapa se puede realizar habiendo colocado un obturador delante de la matriz 1, para aislarla de radiaciones provenientes del exterior del conjunto de medición.

En una segunda etapa del procedimiento de mantenimiento, estos valores medidos son utilizados para determinar, para cada resistencia activa R_p , un valor umbral de temperatura/resistencia hasta el cual se debe calentar esa resistencia activa.

35 Para ello, según un primer método, el valor que es medido para cada resistencia activa R_p se puede comparar con un valor de referencia. Una diferencia entre el valor medido y el valor de referencia puede haber sido provocada por una sobreexposición que haya experimentado anteriormente el detector de interés, y estar relacionada la amplitud de esta diferencia con la intensidad de la sobreexposición. En otras palabras, algunas características de la resistencia activa R_p del detector han sido alteradas de manera duradera y es uno de los objetivos del procedimiento de mantenimiento devolver ese detector a un estado de referencia. El valor umbral de temperatura/resistencia para cada detector en el que se aplica el procedimiento se puede determinar a partir de esa diferencia, por ejemplo aplicando una relación registrada o utilizando una tabla de consulta que asocia valores umbral con valores de diferencia obtenidos.

El procedimiento de mantenimiento, cuando se aplica por primera vez en la matriz 1, también puede suprimir disparidades que se presentan entre distintos detectores y que son el resultado de la fabricación de la matriz.

45 Según un segundo método, el valor que es medido para cada resistencia activa R_p se puede fijar en función de las temperaturas y/o de las resistencias que son medidas respectivamente para los detectores de una parte de la matriz 1. Por ejemplo, el valor medido para una resistencia activa R_p puede ser comparado con un promedio de los valores medidos para los detectores de la parte de matriz. Este segundo método puede permitir, en particular, tener en cuenta un envejecimiento de conjunto de los detectores que es aceptado.

50 Eventualmente, cuando el valor que es medido para un detector particular es igual a o cercano al valor de referencia o al valor medio determinado para la parte de matriz que se considere, se puede decidir que ese detector no precisa que se le aplique el procedimiento de mantenimiento. Simultáneamente, los detectores en los cuales se va a aplicar el procedimiento se pueden seleccionar a partir de los valores de temperatura/resistencia que se han medido para

ellos.

5 También se puede fijar para todos los detectores de la matriz un valor umbral único de temperatura/resistencia, en orden a calentarlos conjuntamente hasta ese valor umbral común. En tal caso, el valor umbral común puede ser fijado en función de los valores que se han medido para el conjunto de los detectores de la matriz y, eventualmente, en función de propiedades termodinámicas de la matriz. También se puede fijar este en función de los valores que se han medido para aquellos de los detectores de la matriz que se han visto anteriormente degradados.

En una tercera etapa del procedimiento de mantenimiento, los detectores seleccionados son calentados por efecto Joule hasta el valor umbral de temperatura/resistencia que se ha fijado para cada uno de ellos.

10 Tal calentamiento se puede realizar detector por detector, por ejemplo alimentando individualmente la resistencia activa R_p de cada uno de ellos con una corriente eléctrica apropiada. En este primer caso, puede ser necesario calentar uno tras otro cada detector seleccionado, a causa de interacciones térmicas que pueden existir entre detectores que en el seno de la matriz 1 se hallan cercanos entre sí.

15 Alternativamente, se pueden calentar simultáneamente varios o todos los detectores seleccionados. De esta manera, se puede reducir una duración del procedimiento de mantenimiento. En este segundo caso, se pueden alimentar simultáneamente corrientes eléctricas en varias resistencias activas R_p de la matriz de detectores, de una manera que es apropiada para calentar al mismo tiempo los detectores seleccionados hasta los valores umbral de temperatura/resistencia que respectivamente se han fijado para cada uno de ellos. Estas corrientes se pueden determinar entonces utilizando un algoritmo de tratamiento de las temperaturas y/o de las resistencias respectivamente medidas para los detectores seleccionados. De esta manera, cada detector puede ser calentado de manera más precisa hasta el correspondiente valor umbral de temperatura/resistencia, teniendo en cuenta las interacciones térmicas que pueden mediar entre diferentes detectores.

En concreto, todos los detectores que son seleccionados para someterse al procedimiento de mantenimiento pueden ser calentados a una misma temperatura. Esta temperatura común puede corresponder a un valor umbral máximo de temperatura/resistencia que se ha determinado para esos detectores.

25 Cada detector en el que se aplica el procedimiento de la invención es calentado al objeto de suprimir, cuando no reducir, diferencias de características físico-químicas que ese detector pudiera presentar anteriormente.

30 El elemento resistivo sensible a las radiaciones de un detector en el que se aplica el procedimiento de mantenimiento se devuelve así a un estado físico-químico de referencia, que puede corresponder a un estado inicial o un estado medio del conjunto de los elementos resistivos de la matriz. En el ámbito de la presente invención, el término estado físico-químico significa cualquier característica o propiedad física, estructural o química del material resistivo sensible a las radiaciones. Típicamente, la temperatura umbral a la que se calienta un detector puede ser superior a 60 °C, e incluso superior a 100 °C.

35 Más generalmente, tras la degradación de uno o varios píxeles de un conjunto de píxeles de una matriz, se pueden caldear todos los píxeles de la misma para borrar localmente el efecto de una sobreexposición. Todos los píxeles de la matriz se ponen entonces en un estado de calentamiento común, por encima de o a la temperatura umbral del procedimiento de mantenimiento.

Adicionalmente, el calentamiento se puede ajustar para evitar toda degradación del material resistivo sensible a las radiaciones que pudiera causar una temperatura excesiva. Por este motivo especialmente, la temperatura a la que se calienta un detector puede ser inferior a 200 °C, e incluso inferior a 180 °C.

40 En una cuarta etapa del procedimiento de mantenimiento, los detectores seleccionados que han sido calentados, según el procedimiento de mantenimiento, por encima de la temperatura umbral, son enfriados de manera controlada, reduciendo progresivamente las corrientes alimentadas en los elementos resistivos utilizados para el calentamiento de la tercera etapa. Tal enfriamiento controlado permite evitar provocar un temple, el cual podría dejar el material resistivo sensible a las radiaciones de uno de los detectores en un estado inestable. Típicamente, el tiempo de enfriamiento puede ser de varios minutos, por ejemplo superior a diez minutos. Un Experto en la materia sabe ajustar el tiempo de tal enfriamiento, en función de la naturaleza del material resistivo sensible a las radiaciones y de la capacidad de su entorno para disipar calor.

50 En concreto, la cuarta etapa del procedimiento se puede controlar de modo que al menos los detectores calentados en los que se aplica el procedimiento de mantenimiento se enfrían simultáneamente, de una manera sincronizada e idéntica. En otras palabras, el enfriamiento es uniforme para esos detectores, de modo que sea homogénea la temperatura de los elementos resistivos calentados.

55 Para las tercera y cuarta etapas del procedimiento de mantenimiento, la alimentación de corriente eléctrica a elementos resistivos de la matriz 1 se puede realizar bien en modo continuo, o bien por impulsos. En el primer caso, cada corriente eléctrica se controla mediante una intensidad de la misma. En el segundo caso, ésta puede ser controlada por mediación de un factor de trabajo de impulsos. Así, se obtiene provecho de las inercias térmicas y en

particular de las constantes de tiempo térmicas de los detectores. Si se quiere calentar, el factor de trabajo tendrá un período inferior a o del mismo orden de magnitud que la constante de tiempo térmica de cada detector. Por el contrario, si se quiere enfriar progresivamente, el factor de trabajo tendrá un período superior a la constante de tiempo térmica de los detectores.

5 Adicionalmente, las corrientes que se alimentan en los elementos resistivos de la matriz 1 pueden estar condicionadas a unos resultados de medidas de temperatura/resistencia que se repiten en el transcurso de las tercera y cuarta etapas. Tal realimentación puede participar en asegurar que no se sobrepasen las temperaturas umbral/resistencias umbral y que el enfriamiento es acorde con una variación predeterminada.

10 Un conjunto de medición de radiaciones electromagnéticas que está adaptado para un procedimiento de mantenimiento según la invención puede tener la estructura lógica que se representa en la figura 4. Este comprende la matriz de detectores 1, que está asociada a un sistema de direccionamiento 40. El sistema de direccionamiento 40 permite enviar una corriente eléctrica al interior del elemento resistivo sensible a las radiaciones de cualquier detector de la matriz 1, detector este que se identifica por sus coordenadas matriciales. El sistema de direccionamiento 40 también permite transmitir una señal eléctrica que es producida por cualquier detector de la matriz 1, identificado de igual manera. En concreto, esta señal transmitida puede representar el valor de la resistencia eléctrica del elemento resistivo sensible a las radiaciones, para el detector identificado.

15 El sistema de direccionamiento 40 es preferentemente de tipo CMOS (por «Complementary Metal Oxide Semiconductor» en inglés), por oposición a un sistema de tipo CCD (por «Charge Coupled Device»). En efecto, un direccionamiento del tipo CMOS permite seleccionar con facilidad uno o varios detectores de la matriz 1. También da
20 la posibilidad de gobernar la potencia eléctrica que se envía a cada detector.

En modo de funcionamiento de detección de radiación, las señales representativas de los valores de resistencia eléctrica de los detectores son transmitidas a unos medios de lectura 50. Estos pueden estar adaptados para producir una imagen térmica de la escena radiativa hacia la cual está orientado el conjunto de medición. Esta imagen se puede transmitir entonces a una unidad de registro 60.

25 Los medios suplementarios del conjunto de medición de radiaciones, que están dedicados al mantenimiento de la matriz 1, se referencian con 100 en la figura 4. Pueden comprender una unidad de tratamiento de temperaturas 10, una unidad de cálculo de corrientes 20, una unidad de alimentación eléctrica 30 y unos medios de lectura. De acuerdo con una forma de realización ventajosa, los medios de medida que se utilizan para el procedimiento de mantenimiento se pueden combinar con los medios de lectura 50 que se utilizan para la detección de radiaciones.

30 La unidad de tratamiento 10 puede recibir señales representativas de las temperaturas que son medidas para algunos al menos de los detectores de la matriz 1. A partir de esas señales de medida, ésta determina las temperaturas umbral a las que, o por encima de las cuales, deben ser calentados los detectores identificados. Eventualmente, la unidad de tratamiento 10 puede seleccionar los detectores que precisan ser calentados.

35 La unidad de cálculo 20 determina, a partir de las temperaturas umbral determinadas por la unidad de tratamiento 10 y para los detectores seleccionados por esta última, las corrientes eléctricas que se deben proporcionar a algunos de los detectores de la matriz 1, con el fin de que cada detector identificado para el procedimiento de mantenimiento alcance la correspondiente temperatura umbral. Eventualmente, las dos unidades 10 y 20 pueden ser agrupadas en una misma entidad.

40 Finalmente, la unidad de alimentación 30 produce corrientes eléctricas acordes con unas consignas de corriente que son transmitidas por la unidad de cálculo 20. Estas corrientes son transmitidas por el sistema de direccionamiento 40 a los detectores de la matriz 1 identificados mediante sus coordenadas matriciales, producidas a su vez por la unidad de cálculo 20.

45 La unidad de cálculo 20 también puede estar adaptada para gobernar la unidad de alimentación 30 durante la etapa de enfriamiento, con el fin de que la unidad de alimentación 30 produzca corrientes que decrecen progresivamente por un tiempo determinado después de haberse alcanzado las temperaturas umbral. Eventualmente, este enfriamiento puede estar controlado mediante un lazo de realimentación que hace intervenir a los medios de medida 50 y a las unidades 20 y 30.

50 Se sobreentiende que la puesta en práctica de la invención que anteriormente se ha descrito en detalle se puede adaptar o modificar conservando al propio tiempo algunas al menos de las ventajas que se han citado. En concreto, un Experto en la materia podrá introducir adaptaciones de la estructura lógica de la figura 4, sin modificar con todo significativamente el procedimiento de mantenimiento propiamente dicho. De entre las principales ventajas de la invención, se recuerda que esta permite suprimir un horno o un elemento Peltier incorporado en el conjunto de detección y dedicado al mantenimiento de los detectores de tipo bolómetros según la técnica anterior.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Procedimiento de mantenimiento de una matriz de detectores (1) de tipo bolómetros, adaptados para medir radiaciones electromagnéticas procedentes de una escena radiativa, estando adaptado dicho procedimiento para detener una remanencia de una sobreexposición radiativa experimentada por uno al menos de los detectores de la matriz y comprendiendo este las siguientes etapas ejecutadas fuera de un ciclo de medida de radiaciones:
- /1/ medida de una temperatura y/o de una resistencia eléctrica de un elemento resistivo de al menos un detector identificado de la matriz;
- /2/ para dicho detector identificado, fijación de una temperatura umbral y/o de una resistencia umbral, respectivamente superior a la temperatura medida y/o inferior a la resistencia medida en la etapa /1/;
- 10 /3/ alimentación de un elemento resistivo de al menos un detector de la matriz, con una corriente eléctrica adaptada para calentar dicho detector identificado al menos hasta dicha temperatura umbral y/o la resistencia umbral; y
- /4/ enfriamiento de dicho detector identificado, reduciendo progresivamente la corriente eléctrica alimentada en el elemento resistivo del detector utilizado en la etapa /3/ para calentar dicho detector identificado,
- 15 según el cual la etapa /3/ se ejecuta de manera que se modifica el estado físico-químico de un material del detector identificado, siendo dicho material modificado sensible a las radiaciones electromagnéticas en un ciclo de medida de radiaciones.
2. Procedimiento según la reivindicación 1, según el cual la temperatura umbral y/o la resistencia umbral es fijada en la etapa /2/ en función de una diferencia entre la temperatura y/o la resistencia medida en la etapa /1/ para dicho detector identificado y un valor de referencia de temperatura y/o de resistencia, respectivamente.
- 20 3. Procedimiento según la reivindicación 1 ó 2, que comprende una etapa suplementaria de selección del detector identificado, ejecutada entre las etapas /1/ y /2/, tras la cual las etapas /2/ a /4/ tan sólo se ejecutan para dicho detector identificado si la temperatura y/o la resistencia medida en la etapa /1/ para dicho detector identificado cumplen una condición fijada de selección.
- 25 4. Procedimiento según la reivindicación 3, según el cual la condición de selección se fija de modo que el detector identificado es seleccionado para las etapas /2/ a /4/ si dicho detector identificado presenta una remanencia de una sobreexposición radiativa o de una degradación experimentada anteriormente en su funcionamiento.
5. Procedimiento según una cualquiera de las anteriores reivindicaciones, según el cual la alimentación con corriente eléctrica de la etapa /3/, al igual que la eventual etapa suplementaria de selección del detector identificado, se efectúa por medio de un direccionamiento del tipo CMOS.
- 30 6. Procedimiento según una cualquiera de las anteriores reivindicaciones, según el cual el elemento resistivo de detector utilizado en la etapa /3/ para calentar el detector identificado pertenece a dicho detector identificado.
7. Procedimiento según una cualquiera de las anteriores reivindicaciones, según el cual el detector identificado es calentado en la etapa /3/ hasta una temperatura superior a 60 °C, preferentemente superior a 100 °C.
- 35 8. Procedimiento según una cualquiera de las anteriores reivindicaciones, según el cual la etapa /3/ se ejecuta de manera que se mantiene dicho detector identificado, durante un tiempo de al menos un minuto, a una temperatura mayor o igual que la temperatura umbral y/o a una resistencia menor o igual que la resistencia umbral.
9. Procedimiento según una cualquiera de las anteriores reivindicaciones, según el cual el enfriamiento de la etapa /4/ tiene una duración superior a dos minutos, e incluso superior a diez minutos.
- 40 10. Procedimiento según una cualquiera de las anteriores reivindicaciones, que comprende además una etapa de medida de temperaturas y/o de resistencias respectivas de los detectores de una parte al menos de la matriz, y según el cual la temperatura umbral y/o la resistencia umbral es fijada en la etapa /2/ para el detector identificado en función de las temperaturas y/o de las resistencias medidas para los detectores de dicha parte de la matriz, además de la temperatura y/o de la resistencia medida para dicho detector identificado.
- 45 11. Procedimiento según una cualquiera de las anteriores reivindicaciones, según el cual la etapa /1/ se realiza para varios detectores identificados, y según el cual se alimentan, en la etapa /3/, unas corrientes eléctricas simultáneamente a respectivos elementos resistivos de varios detectores de la matriz, siendo determinadas dichas corrientes eléctricas utilizando un algoritmo de tratamiento de las temperaturas y/o de las resistencias medidas respectivamente para dichos detectores
- 50 identificados, para así calentar simultáneamente dichos detectores identificados.

12. Procedimiento según la reivindicación 11, según el cual dichos detectores identificados son calentados simultáneamente hasta una temperatura máxima común.
13. Procedimiento según una cualquiera de las anteriores reivindicaciones, ejecutado automáticamente.
- 5 14. Conjunto de medición de radiaciones electromagnéticas procedentes de una escena radiativa, que comprende:
- una matriz de detectores (1) de tipo bolómetros;
 - un sistema de direccionamiento (40) adaptado para identificar cualquier detector de la matriz; y
 - unos medios de mantenimiento (100) de dicha matriz, adaptados para llevar a la práctica un procedimiento de mantenimiento de acuerdo con las reivindicaciones 1 a 13,
- 10 comprendiendo dichos medios de mantenimiento (100) propiamente dichos:
- unos medios de medida (50) de temperaturas y/o de resistencias de elementos resistivos respectivos de detectores de la matriz, estando adaptados dichos medios de medida para proporcionar señales de medida para detectores identificados de la matriz;
 - una unidad de tratamiento (10) de las temperaturas y/o de las resistencias medidas por los medios de medida para dichos detectores identificados, estando adaptada dicha unidad de tratamiento para determinar una temperatura umbral y/o una resistencia umbral para cada uno de dichos detectores identificados, para la cual resulta modificado el estado físico-químico de un material sensible a las radiaciones electromagnéticas del detector;
 - una unidad de alimentación de corriente eléctrica (30), relacionada con los detectores de la matriz mediante el sistema de direccionamiento (40); y
- 15
- una unidad de cálculo (20) de al menos una corriente eléctrica que ha de proporcionar la unidad de alimentación a al menos un detector de la matriz, para que cada detector identificado alcance una temperatura mayor o igual que la temperatura umbral y/o una resistencia menor o igual que la resistencia umbral, determinada para dicho detector identificado, estando además dicha unidad de cálculo adaptada para controlar una reducción progresiva de dicha corriente eléctrica.
- 20
- 25 15. Conjunto según la reivindicación 14, en el que los medios de mantenimiento (100) están adaptados para controlar una ejecución automática del procedimiento de mantenimiento.

FIG. 1.

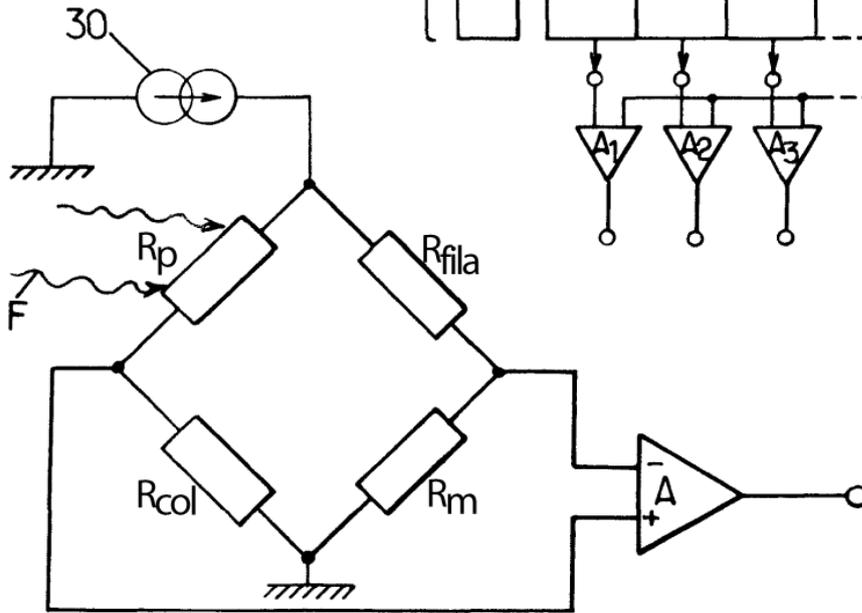
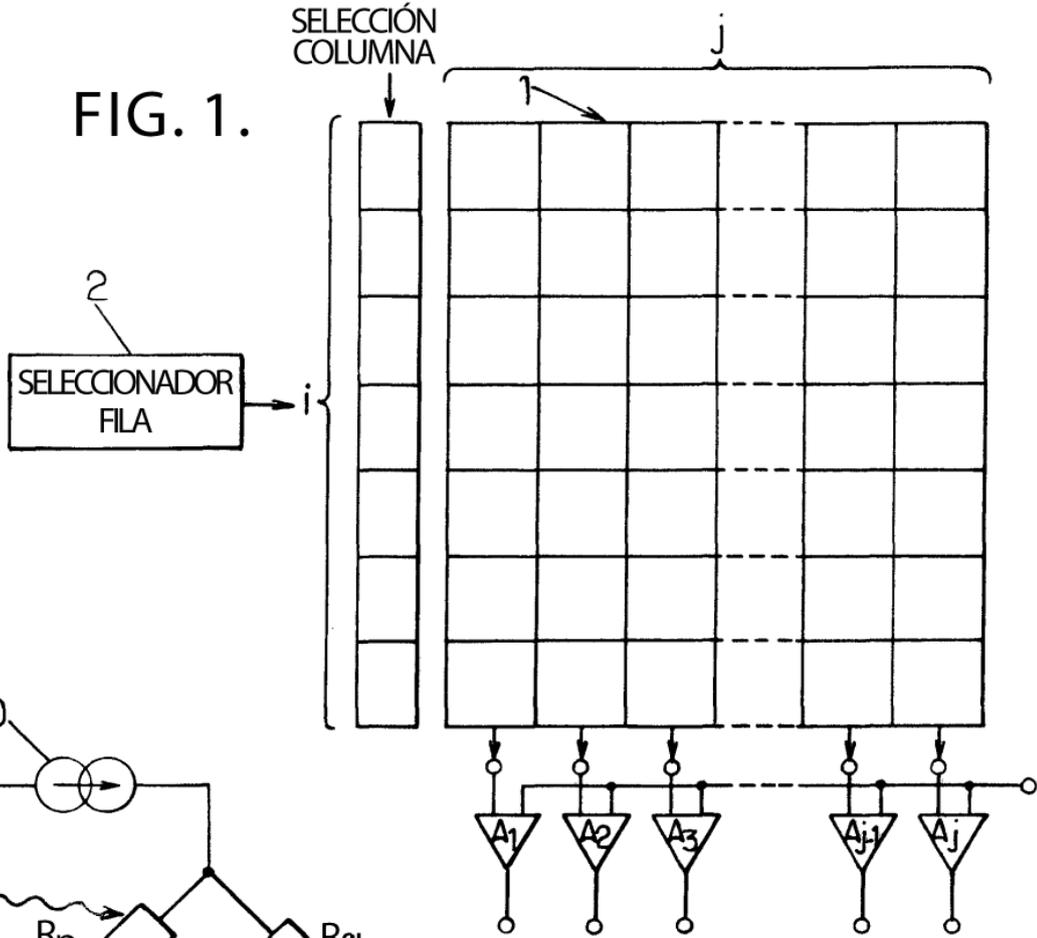
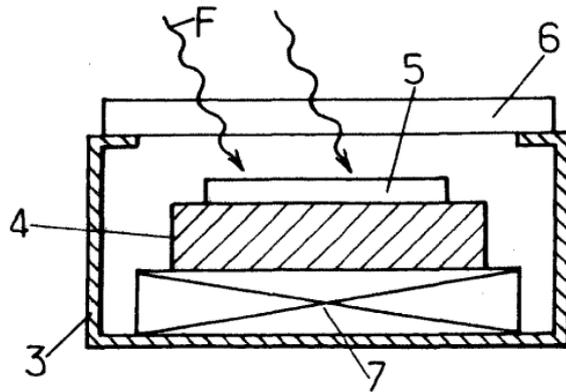


FIG. 2.

FIG. 4.
TÉCNICA ANTERIOR



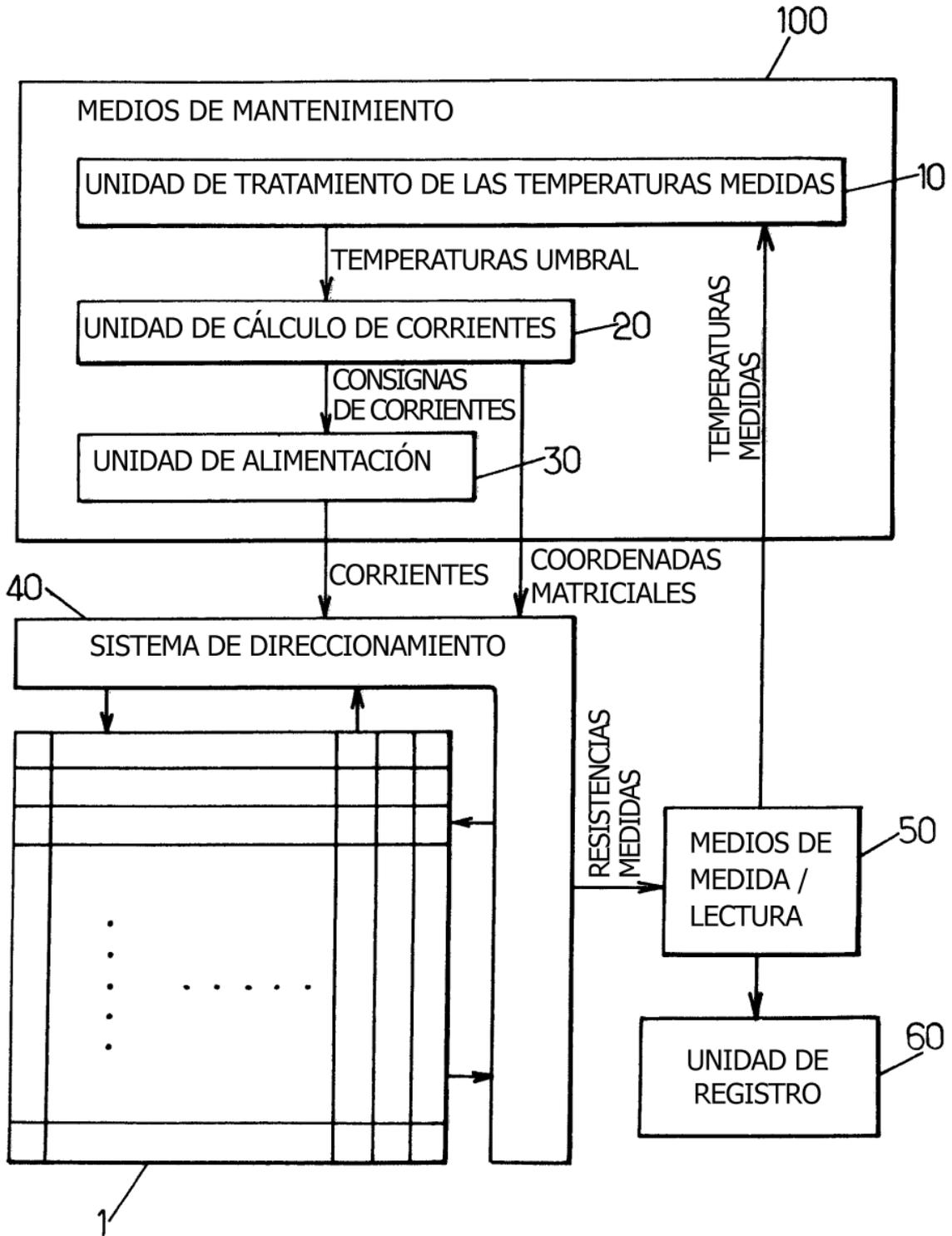


FIG. 3.