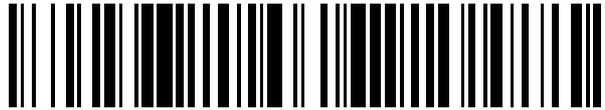


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 696 748**

51 Int. Cl.:

**H04N 5/32** (2006.01)

**G01T 1/29** (2006.01)

**H04N 5/3745** (2011.01)

**G01J 1/42** (2006.01)

**G01T 1/16** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **18.11.2014 PCT/JP2014/080484**

87 Fecha y número de publicación internacional: **18.06.2015 WO15087663**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **18.11.2014 E 14870555 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **19.09.2018 EP 3082332**

54 Título: **Elemento de conteo de fotones bidimensional**

30 Prioridad:

**09.12.2013 JP 2013254261**

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

**17.01.2019**

73 Titular/es:

**HAMAMATSU PHOTONICS K.K. (100.0%)  
1126-1, Ichino-cho Higashi-ku  
Hamamatsu-shi, Shizuoka 435-8558, JP**

72 Inventor/es:

**ICHIKAWA MINORU;  
FUJITA KAZUKI y  
MORI HARUMICHI**

74 Agente/Representante:

**VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro**

ES 2 696 748 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**

Elemento de conteo de fotones bidimensional

5 **Campo técnico**

La presente invención se refiere a un elemento de conteo de fotones bidimensional.

**Antecedentes de la técnica**

10 En la bibliografía de patente 1, se desvela un método de procesamiento de señales cuando un fotón tal como de rayos X es incidente en un sensor que incluye una pluralidad de superficies de detección. La bibliografía de patentes 1 describe un fenómeno en el que la carga eléctrica generada en un sensor por la incidencia de fotones no se queda solo dentro de un píxel y se propaga en una pluralidad de píxeles (compartición de carga). De acuerdo con el método descrito en la bibliografía de patentes 1, un píxel (píxel central) que tiene una cantidad de carga que supera un umbral se detecta en primer lugar de entre la pluralidad de píxeles con el fin de especificar una posición incidente y una intensidad del fotón incluso en el caso de compartición de carga. Además, una pluralidad de patrones de combinación se considera como combinaciones del píxel central y los píxeles periféricos. Las cantidades de carga en los píxeles incluidos en cada uno de los patrones de combinación se agregan y el valor agregado más grande se emite como una cantidad de carga en el píxel central.

**Lista de citaciones**

**Bibliografía de patentes**

25 Bibliografía de Patente 1: Patente de Estados Unidos N.º 7.667.205

**Sumario de la invención**

30 **Problema técnico**

Un elemento de conteo de fotones bidimensional es un elemento que captura una imagen radiológica débil o una imagen óptica: detectando bidimensionalmente una posición incidente y la intensidad de un fotón; e integrando el número de incidencia en cada posición. El elemento de conteo de fotones bidimensional incluye: una unidad de conversión en forma de placa o en capas que convierte un fotón en un portador tal como una carga; y un circuito de conteo, que recibe portadores desde una pluralidad de partes de electrodo de píxel conectadas a la unidad de conversión, detecta los portadores y cuenta el número de fotones.

40 En este tipo de elemento de conteo de fotones bidimensional, lo ideal es que una pluralidad de portadores generados por la incidencia de fotones en la unidad de conversión se recopilen en una parte de electrodo de píxel determinada. Una unidad de generación de señales conectada a la parte de electrodo de píxel determinada genera una señal de entrada correspondiente al número de portadores recopilados. En un caso donde la señal de entrada generada tiene un valor que supera un umbral predeterminado, el circuito de conteo aumenta en uno un valor de conteo en un píxel correspondiente.

45 La pluralidad de portadores que se han generado por la incidencia de fotones puede recopilarse de manera dispersa en una pluralidad de partes de electrodo de píxel debido a diversos tipos de fenómenos tales como la difusión térmica y la repulsión entre los portadores. En este caso, puede existir el problema de que la energía del fotón esté subvaluada o que los valores de conteo en la pluralidad de píxeles aumente en relación con la incidencia de un fotón (en lo sucesivo en el presente documento denominado como conteo doble). En el método desvelado en la bibliografía de patentes 1, parece necesario ajustar un umbral para que sea la referencia en el momento de determinar el píxel central. Sin embargo, configurar un umbral apropiado no es tan fácil. Además, con el fin de evitar el conteo doble, se requiere un procesamiento separado para la señal de entrada y el procesamiento de la señal de entrada puede volverse extremadamente complejo. Por ejemplo, en un caso donde cada uno de los fotones que tiene una cierta cantidad de energía se comparta al cincuenta por ciento por dos píxeles adyacentes entre sí, ambas posiciones incidentes se consideran centros incidentes (centros de impacto) y puede producirse un conteo doble. Con el fin de evitar un fenómeno de este tipo, se requiere un procesamiento separado para la señal de entrada.

60 El documento WO 2011/015235 A1 enseña un dispositivo de detección de radiación de N\*M píxeles que comprende una parte de conversión para convertir una radiación que incide en una señal eléctrica, una parte de procesamiento que tiene, para cada píxel al menos dos contadores asociados con dos regiones diferentes, de tal manera que una relación de contadores de píxeles es al menos igual a 2, un circuito de arbitraje que para cada píxel recibe información de detección desde el píxel y de los píxeles vecinos, teniendo en cuenta la información de detección del píxel y de los píxeles vecinos, asigna un valor de detección a un contador electo.

65 Abdala et al, "Circuit implementation of mechanism for charge-sharing suppression for photon-counting pixel arrays",

Conferencia Norchip en Finlandia del 21 al 22 de noviembre de 2005, publicada en las páginas 1-4 ISBN 978-1-4244-0064-5 describe un mecanismo para la supresión de compartición de carga de las matrices de píxeles de conteo de fotones, en el que se usan píxeles con discriminación de ventana, gestionando la compartición de carga en un grupo de cuatro píxeles y con un contador de eventos de 13 bits. Este documento presenta un esquema de comunicación entre píxeles para realizar un mecanismo de supresión de compartición de carga.

Una realización de la presente invención está dirigida a proporcionar un elemento de conteo de fotones bidimensional que puede suprimir la aparición del conteo doble y reducir la pérdida de conteo y, además, puede especificar fácilmente una posición incidente de un fotón incluso en un caso donde los portadores se recopilan de manera dispersa en la pluralidad de partes de electrodo de píxel.

### Solución al problema

Un aspecto de la presente invención es un elemento de conteo de fotones bidimensional, que incluye un circuito de conteo conectado a una pluralidad de partes de electrodo de píxel dispuestas bidimensionalmente en M filas y N columnas (M y N son números enteros de dos o más) y que cuenta el número de fotones detectando los portadores recopilados a través de la pluralidad de partes de electrodo de píxel procedente de una unidad de conversión que convierte un fotón en el portador. El circuito de conteo incluye: una unidad de generación de señales que genera una señal de entrada que tiene un valor correspondiente al número de portadores recibidos en una parte de electrodo de píxel determinada (en lo sucesivo en el presente documento denominada como parte de electrodo objeto) fuera de la pluralidad de partes de electrodo de píxel; una unidad de agregación que agrega la señal de entrada generada en la unidad de generación de señales conectada a una parte de electrodo de píxel específico (en lo sucesivo en el presente documento denominada como parte de electrodo específico) fuera de las partes de electrodo de píxel dispuestas alrededor de la parte de electrodo objeto (en lo sucesivo en el presente documento denominada como partes de electrodo periférico) a la señal de entrada generada en la unidad de generación de señales conectada a la parte de electrodo objeto; una unidad de discriminación de patrón de entrada de portador que discrimina si un patrón de entrada de portador coincide con uno cualquiera de una pluralidad de patrones de discriminación, en los que el patrón de entrada de portador indica, por parte de electrodo de píxel, la presencia de cualquier portador recibido en la parte de electrodo objeto y en las partes de electrodo periférico; y una unidad de conteo que aumenta el número de fotones en un caso donde la unidad de discriminación de patrón de entrada de portador discrimina que el patrón de entrada de portador coincide con uno cualquiera de la pluralidad de patrones de discriminación y además la señal de entrada emitida desde la unidad de agregación después de la agregación tiene un valor que supera un umbral predeterminado.

De acuerdo con el presente aspecto, la unidad de discriminación de patrón de entrada de portador discrimina si el patrón de entrada de portador en relación con un grupo de electrodos de píxel predeterminado coincide con uno cualquiera de la pluralidad de patrones de discriminación. El grupo de electrodos de píxel predeterminado es un grupo formado por la parte de electrodo objeto conectada a la unidad de discriminación de patrón de entrada de portador y la totalidad o parte de las partes de electrodo periférico dispuestas alrededor de la parte de electrodo objeto. En un ejemplo, las partes de electrodo periférico representan ocho partes de electrodo de píxel o una parte de las mismas (por ejemplo, siete partes de electrodo de píxel) incluidas en al menos cualquier columna o fila de una columna anterior y una columna siguiente de la columna que incluye la parte de electrodo objeto y una fila anterior y una fila siguiente de la fila que incluye la parte de electrodo objeto. El patrón de entrada de portador indica la presencia de cualquier portador recibido en cualquier parte de electrodo de píxel incluida en el grupo de electrodos de píxel.

De acuerdo con el elemento de conteo de fotones bidimensional descrito anteriormente, puede determinarse si ha habido incidencia de fotones en una superficie de la unidad de conversión correspondiente a cada una de las partes de electrodo de píxel discriminando solamente si los patrones de entrada de portador coinciden con la pluralidad de patrones de discriminación. Por lo tanto, incluso en el caso donde los portadores se recopilen de manera dispersa en la pluralidad de partes de electrodo de píxel, puede suprimirse la aparición del conteo doble y también puede reducirse la pérdida de conteo. Además, una posición incidente de un fotón puede especificarse de manera extremadamente sencilla.

En el elemento de conteo de fotones bidimensional descrito anteriormente, la señal de entrada que tiene el valor correspondiente al número de portadores se genera en la unidad de generación de señales. Además, la unidad de agregación agrega la señal de entrada emitida desde la unidad de generación de señales conectada a la parte de electrodo objeto y a la parte de electrodo específico fuera del grupo de electrodos de píxel. La parte de electrodo específico es la parte de electrodo periférico que se considera que está incluida en un intervalo de dispersión de los portadores que resultan a partir de los fotones en el momento de contar el número de fotones, y además, opcional y preliminarmente, se determina de entre las partes de electrodo periférico. En el caso donde la señal de entrada emitida desde la unidad de agregación después de la agregación tiene un valor que excede el umbral predeterminado, se considera que uno o más fotones a medir han incidido en el intervalo de dispersión. Por lo tanto, la unidad de conteo aumenta el número de fotones en el caso donde el patrón de entrada de portador se discrimina para que coincida con uno cualquiera de la pluralidad de patrones de discriminación y, además, la señal de entrada emitida desde la unidad de agregación después de la agregación tiene un valor que supera el umbral

predeterminado. Con esta configuración, incluso en el caso donde los portadores se recopilen de manera dispersa en la pluralidad de la parte de electrodo de píxel, el conteo puede realizarse correctamente en respuesta a la incidencia de uno o más fotones a medir.

5 De acuerdo con el presente aspecto, el patrón de entrada de portador en un caso donde el portador se recibe en la parte de electrodo de píxel distinta de la parte de electrodo específico fuera de las partes de electrodo periférico puede no coincidir necesariamente con uno cualquiera de la pluralidad de patrones de discriminación. En este caso, la discriminación de patrones puede realizarse fácilmente.

10 De acuerdo con el presente aspecto, la pluralidad de patrones de discriminación puede incluir un patrón correspondiente a un patrón de entrada de portador en un caso donde el portador no se recibe en la parte de electrodo objeto. En este caso, el patrón de entrada de portador en el caso donde el portador no se recibe en la parte de electrodo objeto se incorpora en una parte de la pluralidad de patrones de discriminación. Por lo tanto, la pérdida de conteo puede reducirse aún más, y la posición incidente del fotón puede especificarse con mayor  
15 precisión.

De acuerdo con el presente aspecto, el patrón de entrada de portador en un caso donde el portador se recibe en al menos una parte de electrodo específico de las partes de electrodo específico incluidas en la fila o en la columna que incluye la parte de electrodo objeto y además el portador que se recibe en la parte de electrodo objeto puede  
20 coincidir con uno cualquiera de la pluralidad de patrones de discriminación.

De acuerdo con el presente aspecto, el circuito de conteo puede incluir, como la unidad de conteo: una primera unidad de conteo que aumenta el número de fotones en un caso donde el patrón de entrada de portador se discrimina para coincidir con uno cualquiera de la pluralidad de patrones de discriminación y además la señal de  
25 entrada emitida desde la unidad de agregación después de la agregación tiene un valor que supera un primer umbral; y una segunda unidad de conteo que aumenta el número de fotones en un caso donde el patrón de entrada de portador se discrimina para coincidir con uno cualquiera de la pluralidad de patrones de discriminación y además la señal de entrada emitida desde la unidad de agregación después de la agregación tiene un valor que supera un  
30 segundo umbral mayor que el primer umbral.

De acuerdo con el presente aspecto, la pluralidad de patrones de discriminación puede no incluir el patrón de entrada de portador en un caso donde el portador se recibe en la parte de electrodo periférico incluida en una de la fila anterior y la fila siguiente de la fila que incluye la parte de electrodo objeto y la parte de electrodo periférico  
35 incluidas en una de la columna anterior y la columna siguiente de la columna que incluye la parte de electrodo objeto, y la parte de electrodo periférico no incluida ni en una de las columnas mencionadas ni en una de las filas mencionadas puede ser un electrodo específico. En este caso, puede evitarse adecuadamente el aumento del número de fotones en la pluralidad de circuitos de píxel en relación con la incidencia de un fotón.

De acuerdo con el presente aspecto, la pluralidad de patrones de discriminación puede incluir el patrón de entrada de portador en un caso donde: el portador se recibe en la parte de electrodo periférico no incluida en una de las columnas mencionadas y además incluida en la fila que incluye el parte de electrodo objeto; el portador se recibe en la parte de electrodo periférico no incluida en una de las filas mencionadas y se incluye además en la columna que  
40 incluye la parte de electrodo objeto; y además, el portador no se recibe en la parte de electrodo objeto.

#### 45 **Efectos ventajosos de la invención**

De acuerdo con el aspecto anterior de la presente invención, es posible proporcionar un elemento de conteo de fotones bidimensional que puede suprimir la aparición de conteo doble y reducir la pérdida de conteo y además puede especificarse fácilmente una posición incidente de un fotón incluso en el caso donde los portadores se recopilen de manera dispersa en la pluralidad de partes de electrodo de píxel.  
50

#### **Breve descripción de los dibujos**

La figura 1 es un diagrama que ilustra una configuración de un elemento de conteo de fotones bidimensional de acuerdo con una realización de la presente invención.  
55

La figura 2 es una vista en planta que ilustra la disposición de una pluralidad de partes de electrodo de píxel en una superficie trasera de una unidad de conversión.

La figura 3 es un diagrama que ilustra un ejemplo de configuración interior de cada circuito de píxel.

La figura 4 es un diagrama que ilustra ejemplos de circuitos en un caso donde cada parte de electrodo de píxel incluye una pluralidad de electrodos.  
60

La figura 5 es un diagrama que ilustra una parte de electrodo objeto y ocho partes de electrodo periférico que rodean la parte de electrodo objeto.

La figura 6 es un diagrama que ilustra diez patrones de discriminación como ejemplos de una pluralidad de patrones de discriminación establecidos en una unidad de discriminación de patrón de entrada de portador.  
65

La figura 7 es un diagrama de flujo que ilustra la operación del elemento de conteo de fotones bidimensional.

La figura 8 es un diagrama que ilustra diez patrones de discriminación como un primer ejemplo modificado.  
 La figura 9 es un diagrama que ilustra diez patrones de discriminación como un segundo ejemplo modificado.  
 La figura 10 es un diagrama que ilustra diez patrones de discriminación como un tercer ejemplo modificado.  
 La figura 11 es un diagrama que ilustra un ejemplo de configuración interior de un circuito de píxel de acuerdo con un cuarto ejemplo modificado.  
 La figura 12 es una gráfica para describir los efectos producidos por el cuarto ejemplo modificado, y también es la gráfica que ilustra un ejemplo de relación entre la energía de la incidencia de rayos X en la unidad de conversión y el número de eventos (número de conteos).

10 **Descripción de las realizaciones**

A continuación, se describirán en detalle las realizaciones de la presente invención haciendo referencia a los dibujos adjuntos. Obsérvese que un mismo componente o un componente que tenga la misma función se indicará con un mismo signo de referencia en la descripción, y se omitirá la descripción repetida del mismo.

La figura 1 es un diagrama que ilustra una configuración de un elemento de conteo de fotones bidimensional 1A de acuerdo con una realización de la presente invención. Como se ilustra en la figura 1, el elemento de conteo de fotones bidimensional 1A de la presente realización incluye una unidad de conversión 3, una pluralidad de partes de electrodo de píxel B y un circuito de conteo 5.

La unidad de conversión 3 es un miembro voluminoso o en capas que absorbe un fotón P tal como luz, rayos X, o similares, y genera un portador. La unidad de conversión 3 está formada, por ejemplo, por un material que contiene al menos uno de CdTe, CdZnTe, GaAs, InP, TlBr, Hgl<sub>2</sub>, Pbl<sub>2</sub>, Si, Ge y a-Se. La unidad de conversión 3 se extiende a lo largo de un plano que interseca con una dirección incidente del fotón P, e incluye una superficie delantera 3a y una superficie trasera 3b. Se proporciona un electrodo de polarización (electrodo común) 31 en la superficie delantera 3a para cubrir la superficie completa de la superficie delantera 3a. El fotón P pasa a través del electrodo de polarización 31 y es incidente con la superficie delantera 3a.

La pluralidad de partes de electrodo de píxel B se proporciona en la superficie trasera 3b de la unidad de conversión 3. Se aplica una alta tensión entre la pluralidad de partes de electrodo de píxel B y el electrodo de polarización 31 como tensión de polarización. En el diagrama (a) de la figura 2, es una vista en planta que ilustra la disposición de la pluralidad de partes de electrodo de píxel B en la superficie trasera 3b de la unidad de conversión 3. La pluralidad de partes de electrodo de píxel B está dispuesta bidimensionalmente en M filas y N columnas en la vista desde la dirección de incidencia del fotón P (M y N son números enteros de dos o más). Cada una de las M x N partes de electrodo de píxel B forma unas superficies de píxeles que tienen las M filas y las N columnas en la unidad de conversión 3. Las partes de electrodo de píxel B respectivas recopilan los portadores generados en las superficies de píxel correspondientes. En el diagrama (a) ilustrado en la figura 2, cada una de las partes de electrodo de píxel B está formada por un electrodo. Como se ilustra en un diagrama (b) de la figura 2, por ejemplo, una parte de electrodo de píxel B también puede incluir una pluralidad de electrodos b.

El circuito de conteo 5 detecta el portador generado en la unidad de conversión 3 por superficie de píxel, y cuenta el número de fotones por superficie de píxel. El circuito de conteo 5 se implementa mediante un circuito integrado tal como un circuito integrado de aplicación específica (ASIC). El circuito de conteo 5 incluye una pluralidad de circuitos de píxel 5a (M x N circuitos de píxel). Cada uno de los circuitos de píxel 5a detecta unos portadores recopilados en una parte de electrodo de píxel correspondiente B, y cuenta el número de fotones.

La figura 3 es un diagrama que ilustra un ejemplo de configuración interior de cada circuito de píxel 5a. Como se ilustra en la figura 3, el circuito de píxel 5a incluye una unidad de generación de señales 51, unas unidades de salida de corriente 52a, 52b, una unidad de agregación 53, una unidad de comparación 54, una unidad de generación de señales de entrada de portador 55, una unidad de discriminación de patrón de entrada de portador 56 y una unidad de conteo 57.

La unidad de generación de señales 51 está conectada eléctricamente a una parte de electrodo de píxel B conectada a un circuito de píxel 5a en cuestión fuera de la pluralidad de partes de electrodo de píxel B. La unidad de generación de señales 51 genera una señal de entrada SP1 convirtiendo un portador desde carga a tensión. En la siguiente descripción, la parte de electrodo de píxel B conectada al circuito de píxel en cuestión 5a puede denominarse una parte de electrodo objeto B<sub>0</sub>. La señal de entrada SP1 es una señal que incluye una forma de onda de tensión que tiene un valor correspondiente al número de portadores recibidos en el circuito de píxel 5a desde la parte de electrodo objeto B<sub>0</sub>. En el caso donde cada una de las partes de electrodo de píxel B incluye una pluralidad de electrodos b (referirse al diagrama (b) ilustrado en la figura 2), como se ilustra en un diagrama (a) de la figura 4, la pluralidad de electrodos b puede conectarse a un extremo de entrada de una unidad de generación de señales 51. Como alternativa, como se ilustra en un diagrama (b) de la figura 4, puede proporcionarse una pluralidad de unidades de generación de señales 51 y la pluralidad de electrodos b pueden conectarse respectivamente a la pluralidad de unidades de generación de señales 51.

La unidad de salida de corriente 52a está conectada a un extremo de salida de la unidad de generación de señales

51 y recibe la señal de entrada SP1 desde la unidad de generación de señales 51. La unidad de salida de corriente 52a genera un señal de corriente SC que tiene un valor correspondiente a la señal de entrada SP1 que es una señal de tensión y suministra la señal de corriente SC al circuito de píxel 5a conectado a una parte de electrodo de píxel específica B fuera de las partes de electrodo de píxel B dispuestas alrededor de la parte de electrodo objeto B<sub>0</sub>. En la siguiente descripción, las partes de electrodo de píxel B dispuestas alrededor de la parte de electrodo objeto B<sub>0</sub> pueden denominarse como partes de electrodo periférico.

A continuación, se hace referencia a la figura 5. La figura 5 es un diagrama que ilustra la parte de electrodo objeto B<sub>0</sub> y ocho partes de electrodo periférico B<sub>1</sub> a B<sub>8</sub> que rodean la parte de electrodo objeto B<sub>0</sub>. En el ejemplo ilustrado en la figura 5, las partes de electrodo periférico B<sub>1</sub> a B<sub>3</sub> están incluidas en una fila anterior de la parte de electrodo objeto B<sub>0</sub>, las partes de electrodo periférico B<sub>4</sub>, B<sub>5</sub> están incluidas en la misma fila que la parte de electrodo objeto B<sub>0</sub>, y las partes de electrodo periférico B<sub>6</sub> a B<sub>8</sub> están incluidas una fila siguiente de la parte de electrodo objeto B<sub>0</sub>. Además, las partes de electrodo periférico B<sub>1</sub>, B<sub>4</sub>, B<sub>6</sub> están incluidas en una columna anterior de la parte de electrodo objeto B<sub>0</sub>, las partes de electrodo periférico B<sub>2</sub>, B<sub>7</sub> están incluidas en la misma columna que la parte de electrodo objeto B<sub>0</sub>, y las partes de electrodo periférico B<sub>3</sub>, B<sub>5</sub>, B<sub>8</sub> están incluidas en una columna siguiente de la parte de electrodo objeto B<sub>0</sub>. En la presente realización, la unidad de salida de corriente 52a suministra las señales de corriente SC a los circuitos de píxel 5a conectados a las partes de electrodo periférico B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>4</sub>.

Una vez más, se hace referencia a la figura 3. La unidad de salida de corriente 52b está conectada a un extremo de salida de la unidad de generación de señales 51 y recibe la señal de entrada SP1 desde la unidad de generación de señales 51. La unidad de salida de corriente 52b genera la señal de corriente SC que tiene un valor correspondiente a la señal de entrada SP1 que es una señal de tensión, y suministra la señal de corriente SC a la unidad de agregación 53. La unidad de agregación 53 está conectada a las unidades de salida de corriente 52a de los tres circuitos de píxel 5a conectados a las partes de electrodo específico (en lo sucesivo en el presente documento denominado como las partes de electrodo específico) B<sub>5</sub>, B<sub>7</sub>, B<sub>8</sub> fuera de las partes de electrodo periférico B<sub>1</sub> a B<sub>8</sub> y recibe las señales de corriente SC desde la unidad de salida de corriente 52a de la misma. La unidad de agregación 53 agrega las tres señales de corriente SC recibidas a la señal de corriente SC suministrada desde la unidad de salida de corriente 52b del circuito de píxel correspondiente 5a, y genera una señal de tensión SP2 que tiene un valor correspondiente a la corriente obtenida después de la agregación. La señal de tensión SP2 es una señal que incluye una onda de tensión que tiene un valor correspondiente a la suma del número de portadores recibidos en la parte de electrodo objeto B<sub>0</sub> y las partes de electrodo específico B<sub>5</sub>, B<sub>7</sub>, B<sub>8</sub>. Las partes de electrodo específico B<sub>5</sub>, B<sub>7</sub>, B<sub>8</sub> son las partes de electrodo periférico que se consideran incluidas en un intervalo de dispersión de los portadores resultantes de los fotones P en el momento de contar el número de fotones en cada uno de los circuitos de píxel 5a, y se determinan opcional y preliminarmente de entre las partes de electrodo periférico B<sub>1</sub> a B<sub>8</sub>. Por ejemplo, en el caso donde no existan algunas de las partes de electrodo específico B<sub>5</sub>, B<sub>7</sub>, B<sub>8</sub> en relación con la parte de electrodo objeto B<sub>0</sub> por la razón de que la parte de electrodo objeto B<sub>0</sub> esté localizada en un extremo de la fila o al final de la columna, la unidad de agregación 53 no necesita agregar una señal de corriente SC desde la parte de electrodo específica que no existe. Por ejemplo, en el caso donde todas las partes de electrodo específico B<sub>5</sub>, B<sub>7</sub>, B<sub>8</sub> en relación con la parte de electrodo objeto B<sub>0</sub> no existan por la razón de que la parte de electrodo objeto B<sub>0</sub> está localizada en un extremo del extremo de fila y también al final del extremo de columna, la unidad de agregación 53 y los componentes de circuito posteriores no son necesarios y pueden omitirse.

La unidad de comparación 54 está conectada a un extremo de salida de la unidad de agregación 53, y recibe la señal de tensión SP2 desde la unidad de agregación 53. La unidad de comparación 54 determina si un valor de tensión pico de la señal de tensión SP2 supera un umbral predeterminado. Más específicamente, la unidad de comparación 54 determina si el número de portadores equivalentes a uno o más fotones P a medir se genera en la periferia de la parte de electrodo objeto B<sub>0</sub>. En el caso donde el valor de tensión pico de la señal de tensión SP2 supere el umbral predeterminado, la unidad de comparación 54 emite un nivel alto (valor significativo) como una señal de resultado de determinación S1. En el caso donde el valor de tensión pico de la señal de tensión SP2 no supere el umbral predeterminado, la unidad de comparación 54 emite un nivel bajo (valor no significativo) como la señal de resultado de determinación S1.

La unidad de generación de señales de entrada de portador 55 está conectada a un extremo de salida de la unidad de generación de señales 51, y recibe la señal de entrada SP1 desde la unidad de generación de señales 51. En el caso de recibir la señal de entrada SP1 que supera un cierto umbral (por ejemplo, un valor ligeramente más alto que un nivel de ruido), la unidad de generación de señales de entrada de portador 55 emite el nivel alto (valor significativo) como una señal de entrada de portador S2 para indicar que hay algún portador recibido en la parte de electrodo objeto B<sub>0</sub>. En el caso donde la señal de entrada SP1 no supera el umbral determinado, la unidad de generación de señales de entrada del portador 55 emite el nivel bajo (valor no significativo) como la señal de entrada de portador S2. La señal de entrada de portador S2 se suministra a cada uno de los siete circuitos de píxel 5a conectados a las partes de electrodo periférico B<sub>2</sub> a B<sub>8</sub> respectivamente.

La unidad de discriminación de patrón de entrada de portador 56 recibe las señales de entrada de portador S2 desde los siete circuitos de píxel 5a conectados respectivamente a las partes de electrodo periférico B<sub>1</sub> a B<sub>7</sub>. La unidad de discriminación de patrón de entrada de portador 56 discrimina si el patrón de entrada de portador coincide con uno cualquiera de la pluralidad de patrones de discriminación basados en estas señales de entrada del portador

S2. El patrón de entrada de portador indica, por electrodo, la presencia de una recepción de portador en la parte de electrodo objeto B<sub>0</sub> y en las partes de electrodo periférico B<sub>1</sub> a B<sub>7</sub>. En el patrón de entrada de portador, en el que las partes de electrodo de píxel B fuera de la parte de electrodo objeto B<sub>0</sub> y las partes de electrodo periférico B<sub>1</sub> a B<sub>8</sub> se modelan los portadores recibidos. En el caso donde el patrón de entrada de portador coincide con uno cualquiera de la pluralidad de patrones de discriminación y además se recibe el nivel alto (valor significativo) como la señal de resultado de determinación S1, la unidad de discriminación de patrón de entrada de portador 56 emite el nivel alto (valor significativo) como la señal de discriminación S3. En el caso donde el patrón de entrada de portador coincide con uno cualquiera de la pluralidad de patrones de discriminación y/o se recibe el nivel bajo (valor no significativo) como la señal de resultado de determinación S1, la unidad de discriminación de patrón de entrada de portador 56 emite el nivel bajo (valor no significativo) como la señal de discriminación S3. Debido a esto, la unidad de conteo 57 aumenta el número de fotones en el caso donde la unidad de discriminación de patrón de entrada de portador 56 discrimina que el patrón de entrada de portador coincide con uno cualquiera de la pluralidad de patrones de discriminación y además el valor de tensión pico de la señal de tensión SP2 supera el umbral predeterminado (es decir, en el caso donde la señal de discriminación S3 es el nivel alto (valor significativo)). En la presente realización, la presencia de la incidencia de portador en la parte de electrodo periférico B<sub>8</sub> no afecta a la discriminación. Por lo tanto, la unidad de discriminación de patrón de entrada de portador 56 no necesita recibir la señal de entrada de portador S2 desde el circuito de píxel 5a conectado a la parte de electrodo periférico B<sub>8</sub>. En la presente realización, se proporciona una unidad de conteo 57 por partes de electrodo de píxel B, pero solo puede proporcionarse una unidad de conteo 57 por dos o más partes de electrodo de píxel B.

A continuación, se hace referencia a la figura 6. En la figura 6, (a) a (j) son diagramas que ilustran diez patrones de discriminación P1 a P10 como ejemplos de la pluralidad de patrones de discriminación establecidos en la unidad de discriminación de patrón de entrada de portador 56. En la figura 6, una parte de electrodo de píxel corresponde a un circuito de píxel 5a al que se emite la señal de entrada de portador S2 (es decir, donde se recibe el portador) se indica como "H". La parte de electrodo objeto B<sub>0</sub> y las partes de electrodo específico B<sub>5</sub>, B<sub>7</sub>, B<sub>8</sub> están indicadas por marcos gruesos para comprender fácilmente los patrones de discriminación P1 a P10. Los signos de referencia de la parte de electrodo objeto B<sub>0</sub> y las partes de electrodo periférico B<sub>1</sub> a B<sub>7</sub> solo se indican en el diagrama (a) de la figura 6, y se omiten en los diagramas (b) a (j) de la figura 6. La unidad de discriminación de patrón de entrada de portador 56 puede estar constituida por una pluralidad de circuitos lógicos combinados entre sí. En este caso, la pluralidad de circuitos lógicos combinados entre sí determinan la validez de acuerdo con la combinación entre las señales de entrada de portador S2 de las partes de electrodo periférico B<sub>1</sub> a B<sub>7</sub> y la señal de entrada de portador S2 de la parte de electrodo objeto B<sub>0</sub>. Con esta configuración, la unidad de discriminación de patrón de entrada de portador 56 discrimina si el patrón de entrada de portador coincide con uno cualquiera de la pluralidad de patrones de discriminación (por ejemplo, los patrones de discriminación P1 a P10). Además, el circuito de conteo 5 puede incluir una memoria para almacenar la pluralidad de patrones de discriminación (por ejemplo, los patrones de discriminación P1 a P10). En este caso, la unidad de discriminación de patrón de entrada de portador 56 discrimina si el patrón de entrada de portador coincide con uno cualquiera de la pluralidad de patrones de discriminación almacenados en la memoria. En el caso donde la unidad de discriminación de patrón de entrada de portador 56 está constituida por la pluralidad de circuitos lógicos combinados entre sí, no es necesario un componente físico tal como la memoria, y la configuración del circuito de conteo 5 puede simplificarse.

Los diez patrones de discriminación P1 a P10 ilustrados en la figura 6 están definidos por algunas reglas. El patrón de entrada de portador en el caso donde se reciben los portadores en las partes de electrodo de píxel B<sub>1</sub> a B<sub>4</sub>, B<sub>6</sub> distintas de las partes de electrodo específico B<sub>5</sub>, B<sub>7</sub>, B<sub>8</sub> fuera de las partes de electrodo periférico B<sub>1</sub> a B<sub>8</sub> no coincide con uno cualquiera de los patrones de discriminación P1 a P10. En otras palabras, estos patrones de discriminación P1 a P10 no incluyen un patrón correspondiente al patrón de entrada de portador en el caso donde el portador se recibe en una cualquiera de las partes de electrodo periférico B<sub>1</sub> a B<sub>3</sub> incluidas en una de la fila anterior y la fila siguiente (fila anterior en la presente realización) de la fila que incluye la parte de electrodo objeto B<sub>0</sub> y las partes de electrodo periférico B<sub>1</sub>, B<sub>4</sub>, B<sub>6</sub> incluidas en una de la columna anterior y la columna siguiente (columna anterior en la presente realización) de la columna que incluye la parte de electrodo objeto B<sub>0</sub>. Por lo tanto, en el caso donde el portador se recibe en una cualquiera de las partes de electrodo periférico B<sub>1</sub> a B<sub>4</sub>, B<sub>6</sub>, la unidad de discriminación de patrón de entrada de portador 56 del circuito de píxel 5a conectado a la parte de electrodo objeto B<sub>0</sub> discrimina que el patrón de entrada de portador no coincida con uno cualquiera de la pluralidad de patrones de discriminación P1 a P10. En el caso donde el portador se recibe en una cualquiera de las partes del electrodo periférico B<sub>1</sub> a B<sub>4</sub>, B<sub>6</sub>, los patrones de discriminación P1 a P10 se establecen de tal manera que el patrón de entrada de portador coincida seguramente con uno cualquiera de los patrones de discriminación P1 a P10 en el circuito de píxel 5a conectado a una cualquiera de las partes de electrodo de píxel B distinta de la parte de electrodo objeto B<sub>0</sub>. Por lo tanto, ya que los patrones de discriminación P1 a P10 se establecen de acuerdo con la regla de discriminación descrita anteriormente, puede evitarse el aumento del número de fotones en la pluralidad de circuitos de píxel 5a en relación con la incidencia de un fotón P. Para una fácil comprensión de los patrones de discriminación P1 a P10, las partes de electrodo periférico B<sub>1</sub> a B<sub>4</sub>, B<sub>6</sub> están indicadas por las marcas x. La señal de entrada de portador "baja" S2 igual que un píxel vacío se emite realmente desde los circuitos de píxel 5a conectados a la parte de electrodo periférico B<sub>1</sub> a B<sub>4</sub>, B<sub>6</sub> indicada por las marcas x. Esta regla de discriminación es efectiva en el caso donde las partes de electrodo periférico B<sub>5</sub>, B<sub>7</sub>, B<sub>8</sub> no son electrodos específicos incluidos ni en una de las filas mencionadas anteriormente (fila anterior) ni en una de las columnas mencionadas anteriormente (columna anterior) a diferencia de la presente realización.

Estos patrones de discriminación P1 a P10 incluyen los patrones correspondientes a todos los patrones de entrada de portador en el caso donde: el portador se recibe en al menos una parte de electrodo periférico fuera de las partes de electrodo periférico B<sub>5</sub>, B<sub>7</sub> no incluidas ni en una de las filas mencionadas anteriormente (fila anterior) ni en una de las columnas mencionadas anteriormente (columna anterior) e incluidas además en la fila o en la columna que incluye la parte de electrodo objeto B<sub>0</sub>; y además, el portador se recibe en la parte de electrodo objeto B<sub>0</sub>. En otras palabras, el patrón de entrada de portador en el caso donde el portador se recibe en al menos una parte de electrodo específico fuera de las partes de electrodo específico B<sub>5</sub>, B<sub>7</sub> incluidas en la fila o en la columna que incluye la parte de electrodo objeto B<sub>0</sub> y además el portador se recibe en la parte de electrodo objeto B<sub>0</sub> coincide seguramente con uno cualquiera de la pluralidad de patrones de discriminación P1 a P10. Más específicamente, todos los patrones en el caso donde los portadores se reciben en la parte de electrodo periférico B<sub>5</sub> y en la parte de electrodo objeto B<sub>0</sub> se indican mediante los patrones de discriminación P2, P5, P7, P8. Todos los patrones en el caso donde los portadores se reciben en la parte de electrodo periférico B<sub>7</sub> y en la parte de electrodo objeto B<sub>0</sub> se indican mediante los patrones de discriminación P3, P6, P7, P8. Ya que los patrones de discriminación se establecen de acuerdo con la regla de discriminación descrita anteriormente, puede determinarse correctamente si se aumenta el número de fotones en el circuito de píxel correspondiente 5a.

Estos patrones de discriminación P1 a P10 incluyen los patrones correspondientes a los patrones de entrada de portador en el caso donde: el portador se recibe en la parte de electrodo periférico B<sub>5</sub> no incluida en una de las columnas mencionadas anteriormente (columna anterior) y además incluida en el fila que incluye la parte de electrodo objeto B<sub>0</sub>; el portador se recibe en la parte de electrodo periférico B<sub>7</sub> no incluida en una de las filas mencionadas anteriormente (fila anterior) y además incluida en la columna que incluye la parte de electrodo objeto B<sub>0</sub>; y además, el portador no se recibe en la parte de electrodo objeto B<sub>0</sub>. Más específicamente, todos los patrones en el caso donde los portadores se reciben en ambas partes de electrodo periférico B<sub>5</sub>, B<sub>7</sub> y el portador no se recibe en la parte de electrodo objeto B<sub>0</sub> se indican mediante los patrones de discriminación P9, P10. Ya que los patrones de discriminación se establecen de acuerdo con la regla de discriminación descrita anteriormente, puede determinarse correctamente si se aumenta el número de fotones en el circuito de píxel correspondiente 5a. Los patrones de discriminación P1 a P10 están sustancialmente libres de la influencia de la compartición de carga, e incluyen el patrón de discriminación P1 en el caso donde el portador se recibe solo en la parte de electrodo objeto B<sub>0</sub>.

A continuación se describirá la operación del elemento de conteo de fotones bidimensional 1A que tiene la configuración descrita anteriormente. La figura 7 es un diagrama de flujo que ilustra la operación del elemento de conteo de fotones bidimensional 1A.

En el elemento de conteo de fotones bidimensional 1A, en primer lugar se genera una pluralidad de portadores en la unidad de conversión 3 cuando los fotones P tal como una imagen óptica, una imagen de rayos X, o similares, inciden en la unidad de conversión 3 (S11). La pluralidad de portadores se mueve en el interior de la unidad de conversión 3 y se recibe en una o más de una parte de electrodo de píxel B fuera de la pluralidad de partes de electrodo de píxel B (S12). La señal de entrada SP1 se genera en la unidad de generación de señales 51 en cada uno de los circuitos de píxel 5a conectados a las partes de electrodo de píxel B que han recibido los portadores (S13). Además, la señal de entrada SP1 se convierte en la señal de corriente SC mediante las unidades de salida de corriente 52a, 52b (S14). La señal de salida SC de la unidad de salida de corriente 52a se suministra a cada uno de los circuitos de píxel 5a conectados a las partes de electrodo periférico B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>4</sub> en relación con la parte de electrodo objeto B<sub>0</sub> que corresponde a cada uno de los circuitos de píxel 5a (S15). Además, la señal de corriente SC emitida desde la unidad de salida de corriente 52b se suministra a la unidad de agregación 53.

Posteriormente, la unidad de agregación 53 recibe las señales de corriente SC desde la unidad de salida de corriente 52b de los tres circuitos de píxel 5a conectados a las partes de electrodo específico B<sub>5</sub>, B<sub>7</sub>, B<sub>8</sub>. Además, se agregan las tres señales de corriente suministradas SC y la señal de corriente SC generada en la unidad de salida de corriente 51b del circuito de píxel en cuestión 5a, y se genera la señal de tensión SP2 (S16). Posteriormente, se determina en la unidad de comparación 54 (S17) si el valor de tensión pico de la señal de tensión SP2 supera el umbral predeterminado. En el caso donde el valor de tensión pico de la señal de tensión SP2 supere el umbral predeterminado, la señal de resultado de determinación S1 se convierte en el nivel alto (valor significativo).

En paralelo a la serie de operación descrita anteriormente S14 a S17, se realiza la operación S18. En la operación S18, en el caso donde se recibe la señal de entrada SP1 que supera un cierto umbral, la señal de entrada de portador S2 generada por la unidad de generación de señales de entrada de portador 55 se convierte en el nivel alto (valor significativo) para indicar la recepción del portador en la parte de electrodo objeto B<sub>0</sub>. La señal de entrada de portador S2 se suministra a cada uno de los siete circuitos de píxel 5a conectados a las partes de electrodo periférico B<sub>2</sub> a B<sub>8</sub> respectivamente (S19).

Posteriormente, en la unidad de discriminación de patrón de entrada de portador 56, si el patrón de entrada de portador coincide con uno cualquiera de la pluralidad de patrones de discriminación se discrimina. El patrón de entrada de portador indica, por electrodo, la presencia de cualquier portador recibido en la parte de electrodo objeto B<sub>0</sub> y en las partes de electrodo periférico B<sub>1</sub> a B<sub>8</sub> (S20). Además, en el caso donde el patrón de entrada de portador se discrimina para coincidir en la operación S20 y además la señal de resultado de determinación S1 es el nivel alto

(valor significativo) ("Sí" en S21), la señal de discriminación S3 se convierte en el nivel alto (valor significativo) y el número de fotones aumenta en la unidad de conteo 57 (S22).

A continuación, se describirán los efectos obtenidos por el elemento de conteo de fotones bidimensional 1A de acuerdo con la realización presente descrita anteriormente. Como se ha descrito anteriormente, la pluralidad de portadores generados por la incidencia de los fotones P en la unidad de conversión 3 pueden recopilarse de manera dispersa en la pluralidad de partes de electrodo de píxel. En el caso donde el intervalo de dispersión sea relativamente estrecho (por ejemplo, en el caso donde el intervalo de dispersión esté dentro de los píxeles 2 x 2), la dispersión de los portadores está provocada, por ejemplo, por la difusión térmica y la repulsión entre los portadores. En el caso de la conversión fotoeléctrica, toda la energía se convierte en un fotoelectrón en una posición incidente de los fotones P en la unidad de conversión 3, pero dicho fotoelectrón de alta energía genera el portador mientras se mueve en el interior de la unidad de conversión 3 y pierde energía. También en este caso, puede provocarse la dispersión de los portadores.

En el elemento de conteo de fotones bidimensional 1A de la presente realización, la unidad de discriminación de patrón de entrada de portador 56 discrimina si el patrón de entrada de portador coincide con uno cualquiera de la pluralidad de patrones de discriminación P1 a P10 en relación con un grupo de electrodos de píxel formado de la parte de electrodo objeto B<sub>0</sub> y las partes de electrodo periférico B<sub>1</sub> a B<sub>8</sub>. Además, la unidad de discriminación de patrón de entrada de portador 56 determina si emitir la salida de la unidad de comparación 54 a la unidad de conteo 57 basándose en el resultado de la discriminación. Por lo tanto, de acuerdo con el elemento de conteo de fotones bidimensional 1A de la presente realización, puede determinarse contar o no el número de fotones (en otras palabras, si se considera que cualquier fotón P ha incidido en una superficie de píxel correspondiente a cada una de las partes de electrodo de píxeles B en la unidad de conversión 3) únicamente discriminando si el patrón de entrada de portador coincide con la pluralidad de patrones de discriminación P1 a P10. Por lo tanto, en el elemento de conteo de fotones bidimensional 1A, puede evitarse el conteo doble y la pérdida de conteo adicional se reduce incluso en el caso donde los portadores se recopilan de manera dispersa en la pluralidad de partes de electrodo de píxel B (incluso en el caso de compartir la carga). Como resultado, la posición incidente del fotón P puede especificarse de manera extremadamente sencilla mediante el elemento de conteo de fotones bidimensional 1A sin realizar ningún procesamiento complejo.

Como se ha descrito anteriormente, de acuerdo con la presente realización, se genera la señal de entrada SP1 que tiene el valor correspondiente al número de portadores recibidos en cada uno de los circuitos de píxel 5a y se convierte en la señal de corriente SC y, a continuación, las señales de corriente SC de los circuitos de píxel 5a conectados a la parte de electrodo objeto B<sub>0</sub> y a las partes de electrodo específico B<sub>5</sub>, B<sub>7</sub>, B<sub>8</sub> se agregan en la unidad de agregación 53. Además, en el caso donde el valor de la señal de tensión SP2 emitido desde la unidad de agregación 53 después de la agregación supere el umbral predeterminado, en otras palabras, en el caso donde uno o más fotones P a medir se consideren incidentes en el intervalo de dispersión, la señal de resultado de determinación S1 recibida en la unidad de discriminación de patrón de entrada de portador 56 desde la unidad de comparación 54 conectada a la parte de electrodo objeto B<sub>0</sub> se convierte en el nivel Alto (valor significativo). Con esta configuración, uno o más fotones P a medir pueden contarse correctamente incluso en el caso donde los portadores se recopilen de manera dispersa en la pluralidad de partes de electrodo de píxel B.

En realidad, puede haber una difusión que tenga un estado diferente de la dispersión de portador descrita anteriormente (difusión). Como la difusión que tiene un estado diferente, una distancia de difusión puede ser mayor en comparación con la difusión de portador descrita anteriormente, pero en este caso el estado rara vez se produce. De acuerdo con la presente realización, la compartición de carga dirigida se determina preliminarmente, y se establece un intervalo de las partes de electrodo periférico y similar basándose en la expansión estimada de la compartición de carga dirigida. En otras palabras, un fenómeno de tener un intervalo de difusión extremadamente grande no está dirigido a la medición. Por lo tanto, el procesamiento de corrección puede realizarse simplemente sin un procesamiento complejo como el de la bibliografía de patentes 1 (por ejemplo, el procesamiento para aumentar secuencialmente las superficies de agregación).

En la presente realización, la patrones de discriminación P9, P10, que son los patrones correspondientes al patrón de entrada de portador en el caso donde el portador no se recibe en la parte de electrodo objeto B<sub>0</sub>, están incluidos en los patrones de discriminación P1 a P10. En general, en el caso donde el portador no se recibe en una parte de electrodo de píxel determinada B, el número de fotones no aumenta en el circuito de píxel 5a conectado a la parte de electrodo de píxel determinada B. Sin embargo, en el caso de un fenómeno llamado K-escape en la unidad de conversión 3, por ejemplo, el portador puede no recibirse en una parte de electrodo de píxel B correspondiente a una posición incidente de un fotón P. En la presente realización, incluso en tal caso, la pérdida de conteo se reduce aún más ya que el patrón de entrada de portador en el caso donde el portador no se recibe en la parte de electrodo objeto B<sub>0</sub> se incorpora en una parte de la pluralidad de patrones de discriminación P1 a P10. Como resultado, la posición incidente del fotón P puede especificarse con mayor precisión por el elemento de conteo de fotones bidimensional 1A. El K-escape es el fenómeno en el que, por ejemplo, un fotoelectrón L-shell o un fotoelectrón M-shell cae en una posición en la que se desprendió un K-shell y se emiten rayos X diferenciales.

Posteriormente, se describirá un ejemplo modificado de la pluralidad de patrones de discriminación. En la realización

descrita anteriormente, se han ejemplificado los diez patrones de discriminación P1 a P10 ilustrados en la figura 6, pero otros patrones de discriminación diferentes también pueden aplicarse en el elemento de conteo de fotones bidimensional 1A de acuerdo con la presente realización.

5 [Primer ejemplo modificado]

La figura 8 es un diagrama que ilustra diez patrones de discriminación P11 a P20 como primer ejemplo modificado. Los patrones de discriminación P11 a P20 ilustrados en la figura 8 son patrones preferibles en el caso donde las partes de electrodo específico son B<sub>4</sub>, B<sub>6</sub>, B<sub>7</sub>. Estos patrones de discriminación P11 a P20 se definen de acuerdo con las mismas reglas que los patrones de discriminación P1 a P10 en la realización descrita anteriormente (consúltese la figura 6). En primer lugar, el patrón de entrada de portador en el caso donde los portadores se reciben en las partes de electrodo de píxel B<sub>1</sub> a B<sub>3</sub>, B<sub>5</sub>, B<sub>8</sub> distintas de las partes de electrodo específico B<sub>4</sub>, B<sub>6</sub>, B<sub>7</sub> de las partes de electrodo periférico B<sub>1</sub> a B<sub>8</sub> no coinciden con uno cualquiera de los patrones de discriminación P11 a P20. En otras palabras, estos patrones de discriminación P11 a P20 no incluyen un patrón correspondiente al patrón de entrada de portador en el caso donde el portador se recibe en una cualquiera de las partes de electrodo periférico B<sub>1</sub> a B<sub>3</sub> incluidas en una de la fila anterior y la fila siguiente (fila anterior en el presente ejemplo modificado) de la fila que incluye la parte de electrodo objeto B<sub>0</sub> y las partes de electrodo periférico B<sub>3</sub>, B<sub>5</sub>, B<sub>8</sub> incluidas en una de la columna anterior y la columna siguiente (columna siguiente en el presente ejemplo modificado) de la columna que incluye la parte de electrodo objeto B<sub>0</sub>. Por lo tanto, en el caso donde el portador se recibe en una cualquiera de las partes de electrodo periférico B<sub>1</sub> a B<sub>3</sub>, B<sub>5</sub>, B<sub>8</sub>, la unidad de discriminación de patrón de entrada de portador 56 del circuito de píxel 5a conectado a la parte de electrodo objeto B<sub>0</sub> discrimina que el patrón de entrada de portador no coincida con uno cualquiera de la pluralidad de patrones de discriminación P11 a P20.

Estos patrones de discriminación P11 a P20 incluyen los patrones correspondientes a todos los patrones de entrada de portador en el caso donde: el portador se recibe en al menos un electrodo periférico fuera de la parte de electrodo periférico B<sub>4</sub>, B<sub>7</sub> no incluida ni en una de las filas mencionadas anteriormente (fila anterior) ni en una de las columnas mencionadas anteriormente (columna siguiente) y se incluyen además en la fila o en la columna que incluye la parte de electrodo objeto B<sub>0</sub>; y además, el portador se recibe en la parte de electrodo objeto B<sub>0</sub>. En otras palabras, el patrón de entrada de portador en el caso donde el portador se recibe en al menos una parte de electrodo específico fuera de las partes de electrodo específico B<sub>4</sub>, B<sub>7</sub> incluidas en la fila o en la columna que incluye la parte de electrodo objeto B<sub>0</sub> y además el portador se recibe en la parte de electrodo objeto B<sub>0</sub> seguramente coincide con uno cualquiera de la pluralidad de patrones de discriminación P11 a P20. Más específicamente, todos los patrones en el caso donde los portadores se reciben en la parte de electrodo periférico B<sub>4</sub> y la parte de electrodo objeto B<sub>0</sub> se indican mediante los patrones de discriminación P12, P15, P17, P18. Todos los patrones en el caso donde los portadores se reciben en la parte de electrodo periférico B<sub>7</sub> y la parte de electrodo objeto B<sub>0</sub> se indican mediante los patrones de discriminación P13, P16, P17, P18.

Estos patrones de discriminación P11 a P20 incluyen los patrones correspondientes al patrón de entrada de portador en el caso donde: el portador se recibe en la parte de electrodo periférico B<sub>4</sub> no incluida en una de las columnas mencionadas anteriormente (columna siguiente) y, además se incluye en la fila que incluye la parte de electrodo objeto B<sub>0</sub>; el portador se recibe en la parte de electrodo periférico B<sub>7</sub> no incluida en una de las filas mencionadas anteriormente (fila anterior) y se incluye además en la columna que incluye la parte de electrodo objeto B<sub>0</sub>; y además, el portador no se recibe en la parte de electrodo objeto B<sub>0</sub>. Más específicamente, todos los patrones en el caso donde los portadores se reciben en ambas partes de electrodo periférico B<sub>4</sub>, B<sub>7</sub> y además el portador no se recibe en la parte de electrodo objeto B<sub>0</sub> se indican mediante los patrones de discriminación P19, P20.

Incluso en el caso donde se aplica la pluralidad de patrones de discriminación P11 a P20 del ejemplo modificado presente como la pluralidad de patrones de discriminación usados en la unidad de discriminación de patrón de entrada de portador 56, el elemento de conteo de fotones bidimensional 1A puede proporcionar los mismos efectos que la realización descrita anteriormente.

[Segundo ejemplo modificado]

La figura 9 es un diagrama que ilustra diez patrones de discriminación P21 a P30 como un segundo ejemplo modificado. Los patrones de discriminación P21 a P30 ilustrados en la figura 9 son los patrones preferibles en el caso donde los electrodos específicos son B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>4</sub>. Estos patrones de discriminación P21 a P30 también se definen de acuerdo con las mismas reglas que los patrones de discriminación P1 a P10 en la realización descrita anteriormente (consúltese la figura 6). En primer lugar, el patrón de entrada de portador en el caso donde los portadores se reciben en las partes de electrodo de píxel B<sub>3</sub>, B<sub>5</sub> a B<sub>8</sub> distintas de las partes de electrodo específico B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>4</sub> fuera de las partes de electrodo periférico B<sub>1</sub> a B<sub>8</sub> no coinciden con uno cualquiera de los patrones de discriminación P21 a P30. En otras palabras, estos patrones de discriminación P21 a P30 no incluyen un patrón correspondiente al patrón de entrada de portador en el caso donde el portador se recibe en una cualquiera de las partes de electrodo periférico B<sub>6</sub> a B<sub>8</sub> incluidas en una de la fila anterior y la fila siguiente (fila siguiente en el presente ejemplo modificado) de la fila que incluye la parte de electrodo objeto B<sub>0</sub> y las partes de electrodo periférico B<sub>3</sub>, B<sub>5</sub>, B<sub>8</sub> incluidas en una cualquiera de la columna anterior y la columna siguiente (columna siguiente en el presente ejemplo modificado) de la columna que incluye la parte de electrodo objeto B<sub>0</sub>. Por lo tanto, en el caso

donde el portador se recibe en una cualquiera de las partes de electrodo periférico B<sub>3</sub>, B<sub>5</sub> a B<sub>8</sub>, la unidad de discriminación de patrón de entrada de portador 56 del circuito de píxel 5a conectado a la parte de electrodo objeto B<sub>0</sub> discrimina que el patrón de entrada de portador no coincida con uno cualquiera de la pluralidad de patrones de discriminación P21 a P30.

5 Estos patrones de discriminación P21 a P30 incluyen los patrones correspondientes a todos los patrones de entrada de portador en el caso donde: el portador se recibe en al menos una parte de electrodo periférico de la parte de electrodo periférico B<sub>2</sub>, B<sub>4</sub> no incluida ni en una de las filas mencionadas anteriormente (fila siguiente) ni en una de las columnas mencionadas anteriormente (columna siguiente) y se incluyen además en la fila o en la columna que incluye la parte de electrodo objeto B<sub>0</sub>; y además, el portador se recibe en la parte de electrodo objeto B<sub>0</sub>. En otras palabras, el patrón de entrada de portador en el caso donde el portador se recibe en al menos una parte de electrodo específico fuera de las partes de electrodo periférico B<sub>2</sub>, B<sub>4</sub> se incluye en la fila o en la columna que incluye la parte de electrodo objeto B<sub>0</sub> y además el portador se recibe en la parte de electrodo objeto B<sub>0</sub> que seguramente coincide con uno cualquiera de los patrones de discriminación P21 a P30. Más específicamente, todos los patrones en el caso donde los portadores se reciben en la parte de electrodo periférico B<sub>4</sub> y en la parte de electrodo objeto B<sub>0</sub> se indican mediante los patrones de discriminación P22, P25, P27, P28. Todos los patrones en el caso donde los portadores se reciben en la parte de electrodo periférico B<sub>2</sub> y en la parte de electrodo objeto B<sub>0</sub> se indican mediante los patrones de discriminación P23, P26, P27, P28.

20 Estos patrones de discriminación P21 a P30 incluyen los patrones correspondientes al patrón de entrada de portador en el caso donde: el portador se recibe en la parte de electrodo periférico B<sub>4</sub> no incluido en una de la columnas mencionadas anteriormente (columna siguiente) y, además se incluye en la fila que incluye la parte de electrodo objeto B<sub>0</sub>; el portador se recibe en la parte de electrodo periférico B<sub>2</sub> no incluido en una de las filas mencionadas anteriormente (fila siguiente) y se incluye además en la columna que incluye la parte de electrodo objeto B<sub>0</sub>; y además, el portador no se recibe en la parte de electrodo objeto B<sub>0</sub>. Más específicamente, todos los patrones en el caso donde los portadores se reciben en ambas partes de electrodo periférico B<sub>2</sub>, B<sub>4</sub> y además el portador no se recibe en la parte de electrodo objeto B<sub>0</sub> se indican mediante los patrones de discriminación P29, P30.

30 Incluso en el caso donde se aplica la pluralidad de patrones de discriminación P21 a P30 del ejemplo modificado presente como la pluralidad de patrones de discriminación usados en la unidad de discriminación de patrón de entrada de portador 56, el elemento de conteo de fotones bidimensional 1A puede proporcionar los mismos efectos que en la realización descrita anteriormente.

[Tercer ejemplo modificado]

35 La figura 10 es un diagrama que ilustra diez patrones de discriminación P31 a P40 como un tercer ejemplo modificado. Los patrones de discriminación P31 a P40 ilustrados en la figura 10 son los patrones preferibles en el caso donde las partes de electrodo específico son B<sub>2</sub>, B<sub>3</sub>, B<sub>5</sub>. Estos patrones de discriminación P31 a P40 también se definen de acuerdo con las mismas reglas que el patrón de discriminación P1 a P10 en la realización descrita anteriormente (consúltese la figura 6). En primer lugar, el patrón de entrada de portador en el caso donde los portadores se reciben en las partes de electrodo de píxel B<sub>1</sub>, B<sub>4</sub>, B<sub>6</sub> a B<sub>8</sub> distintas de las partes de electrodo específico B<sub>2</sub>, B<sub>3</sub>, B<sub>5</sub> fuera de las partes de electrodo periférico B<sub>1</sub> a B<sub>8</sub> no coinciden con uno cualquiera de los patrones de discriminación P31 a P40. En otras palabras, estos patrones de discriminación P31 a P40 no incluyen un patrón correspondiente al patrón de entrada de portador en el caso donde el portador se recibe en una cualquiera de las partes de electrodo periférico B<sub>6</sub> a B<sub>8</sub> incluidas en una de la fila anterior y la fila siguiente (fila siguiente en el presente ejemplo modificado) de la fila que incluye la parte de electrodo objeto B<sub>0</sub> y las partes de electrodo periférico B<sub>1</sub>, B<sub>4</sub>, B<sub>6</sub> incluidas en una de la columna anterior y la columna siguiente (columna anterior en el presente ejemplo modificado) de la columna que incluye la parte de electrodo objeto B<sub>0</sub>. Por lo tanto, en el caso donde el portador se recibe en una de las partes de electrodo periférico B<sub>1</sub>, B<sub>4</sub>, B<sub>6</sub> a B<sub>8</sub>, la unidad de discriminación de patrón de entrada de portador 56 del circuito de píxel 5a conectado a la parte de electrodo objeto B<sub>0</sub> discrimina que el patrón de entrada de portador no coincide con uno cualquiera de la pluralidad de patrones de discriminación P31 a P40.

55 Estos patrones de discriminación P31 a P40 incluyen los patrones correspondientes a todos los patrones de entrada de portador en el caso donde: el portador se recibe en al menos una parte de electrodo periférico fuera de la parte de electrodo periférico B<sub>2</sub>, B<sub>5</sub> no incluida ni en una de las filas mencionadas anteriormente (fila siguiente) ni en una de las columnas mencionadas anteriormente (columna anterior) y se incluye además en la fila o en la columna que incluye la parte de electrodo objeto B<sub>0</sub>; y además, el portador se recibe en la parte de electrodo objeto B<sub>0</sub>. En otras palabras, el patrón de entrada de portador en el caso donde el portador se recibe en al menos una parte de electrodo específico fuera de las partes de electrodo específico B<sub>2</sub>, B<sub>5</sub> se incluye en la fila o en la columna que incluye la parte de electrodo objeto B<sub>0</sub> y además el portador que se recibe en la parte de electrodo objeto B<sub>0</sub> seguramente coincide con uno cualquiera de la pluralidad de patrones de discriminación P31 a P40. Más específicamente, todos los patrones en el caso donde los portadores se reciben en la parte de electrodo periférico B<sub>5</sub> y en la parte de electrodo objeto B<sub>0</sub> se indican mediante los patrones de discriminación P32, P35, P37, P38. Todos los patrones en el caso donde los portadores se reciben en la parte de electrodo periférico B<sub>2</sub> y en la parte de electrodo objeto B<sub>0</sub> se indican mediante los patrones de discriminación P33, P36, P37, P38.

Estos patrones de discriminación P31 a P40 incluyen los patrones correspondientes al patrón de entrada de portador en el caso donde: el portador se recibe en la parte de electrodo periférico B<sub>5</sub> no incluida en una de la columna mencionada anteriormente (columna anterior) y se incluye además en la fila que incluye la parte de electrodo objeto B<sub>0</sub>; el portador se recibe en la parte de electrodo periférico B<sub>2</sub> no incluida en una de las filas mencionadas anteriormente (fila siguiente) y se incluye además en la columna que incluye la parte de electrodo objeto B<sub>0</sub>; y además, el portador no se recibe en la parte de electrodo objeto B<sub>0</sub>. Más específicamente, todos los patrones en el caso donde los portadores se reciben en ambas partes de electrodo periférico B<sub>2</sub>, B<sub>5</sub> y además el portador no se recibe en la parte de electrodo objeto B<sub>0</sub> se indican mediante los patrones de discriminación P39, P40.

Incluso en el caso donde se aplica la pluralidad de patrones de discriminación P31 a P40 del ejemplo modificado presente como la pluralidad de patrones de discriminación usados en la unidad de discriminación de patrón de entrada de portador 56, el elemento de conteo de fotones bidimensional 1A puede proporcionar los mismos efectos que en la realización descrita anteriormente.

[Cuarto ejemplo modificado]

A continuación, se describirá un ejemplo modificado de un circuito de píxel 5b como un cuarto ejemplo modificado haciendo referencia a la figura 11. La figura 11 es un diagrama que ilustra un ejemplo de configuración interior del circuito de píxel 5b de acuerdo con el cuarto ejemplo modificado. Como se ilustra en la figura 11, el circuito de píxel 5b incluye la unidad de generación de señales 51, las unidades de salida de corriente 52a, 52b, la unidad de agregación 53, las unidades de comparación 54a, 54b, la unidad de generación de señales de entrada de portador 55, las unidades de discriminación de patrón de entrada de portador 56a, 56b, y las unidades de conteo 57a, 57b. La unidad de generación de señales 51, las unidades de salida de corriente 52a, 52b, la unidad de agregación 53 y la unidad de generación de señales de entrada de portador 55 tienen las configuraciones y el funcionamiento igual que en la realización descrita anteriormente. Por lo tanto, se omitirá una descripción detallada de las configuraciones y la operación de las mismas.

Las unidades de comparación 54a, 54b están conectadas al extremo de salida de la unidad de agregación 53 y reciben la señal de tensión SP2 desde la unidad de agregación 53. La unidad de comparación 54a determina si un valor de tensión de pico de la señal de tensión SP2 supera un primer umbral predeterminado. En el caso donde el valor de tensión pico de la señal de tensión SP2 supere el primer umbral, la unidad de comparación 54a emite un nivel alto (valor significativo) como la señal de resultado de determinación S1a. La unidad de comparación 54b determina si el valor de tensión pico de la señal de tensión SP2 supera un segundo umbral mayor que el primer umbral. En el caso donde el valor de tensión pico de la señal de tensión SP2 supere el segundo umbral, la unidad de comparación 54b emite el nivel Alto (valor significativo) como una señal de resultado de determinación S1b. Las unidades de comparación 54a, 54b emiten un nivel bajo (valor no significativo) como las señales de resultado de determinación S1a, S1b en los otros casos, además de los casos descritos anteriormente.

Las unidades de discriminación de patrón de entrada de portador 56a, 56b reciben las señales de entrada de portador S2 procedentes de los siete circuitos de píxel 5b conectados, respectivamente, a las partes de electrodo periférico B<sub>1</sub> a B<sub>7</sub>. Las unidades de discriminación de patrón de entrada de portador 56a, 56b determinan si un patrón de entrada de portador coincide con uno cualquiera de la pluralidad de patrones de discriminación basándose en estas señales de entrada del portador S2. El patrón de entrada de portador indica, por electrodo, la presencia de una recepción de portador en la parte de electrodo objeto B<sub>0</sub> y en las partes de electrodo periférico B<sub>1</sub> a B<sub>7</sub>. En el caso donde el patrón de entrada de portador coincida con uno cualquiera de la pluralidad de patrones de discriminación y además se recibe el nivel alto (valor significativo) como la señal de resultado de determinación S1a, la unidad de discriminación de patrón de entrada de portador 56a emite el nivel alto (valor significativo) como la señal de discriminación S3a. En otros casos, la unidad de discriminación de patrón de entrada de portador 56a emite el nivel bajo (valor no significativo) como la señal de discriminación S3a. De la misma manera, en el caso donde el patrón de entrada de portador coincida con uno cualquiera de la pluralidad de patrones de discriminación y además se recibe el nivel alto (valor significativo) como la señal de resultado de determinación S1b, la unidad de discriminación de patrón de entrada de portador 56b emite el nivel alto (valor significativo) como la señal de discriminación S3b. En otros casos, la unidad de discriminación de patrón de entrada de portador 56a emite el nivel bajo (valor no significativo) como la señal de discriminación S3b.

Las unidades de conteo 57a, 57b funcionan respectivamente como las unidades de conteo primera y segunda en la presente realización. En la unidad de conteo 57a, aumenta el número de fotones en el caso donde la unidad de discriminación de patrón de entrada de portador 56a discrimina que el patrón de entrada de portador coincide con uno cualquiera de la pluralidad de patrones de discriminación y, además, se emite el nivel alto (valor significativo) como la señal de resultado de determinación S1a (es decir, en el caso donde la señal de discriminación S3a sea el nivel alto (valor significativo)). De la misma manera, en la unidad de conteo 57b, aumenta el número de fotones en el caso donde la unidad de discriminación de patrón de entrada de portador 56b discrimina que el patrón de entrada de portador coincide con uno cualquiera de la pluralidad de patrones de discriminación y además se emite el nivel alto (valor significativo) como la señal de resultado de determinación S1b (es decir, en el caso donde la señal de discriminación S3b sea el nivel alto (valor significativo)).

Al igual que el circuito de píxel 5b del ejemplo modificado presente, el circuito de píxel puede incluir una pluralidad de unidades de comparación. Incluso en este caso, pueden obtenerse los mismos efectos que en la realización descrita anteriormente. Además, los efectos descritos a continuación pueden obtenerse adicionalmente proporcionando la pluralidad de unidades de comparación como en el presente ejemplo modificado.

La figura 12 es una gráfica para describir un efecto obtenido por el ejemplo modificado presente, y también es la gráfica que ilustra un ejemplo de relación entre la energía incidente de rayos X en la unidad de conversión 3 y el número de eventos (número de conteo). En este ejemplo, el número de conteo alcanza un pico Pk1 a cierta energía E1 y el número de contador alcanza un pico diferente Pk2 a una energía diferente E2 mayor que la energía E1. En este caso, se supone que la energía E1 correspondiente al pico Pk1 es un valor energético efectivo para mejorar la calidad de la imagen (por ejemplo, una banda de energía de rayos X que mejora el contraste). En este caso, cuando un umbral predeterminado es un valor (valor umbral vth1 en el dibujo) más pequeño que la energía E1, se cuentan todos los fotones que tienen valores de energía vth1 o más. En contraste, al configurar el primer valor de umbral vth1 y un segundo umbral vth2 más grande que la energía E1 y adquirir una diferencia entre un valor de conteo en el umbral vth1 y un valor de conteo en el umbral vth2, pueden obtenerse datos precisos (datos en la banda de energía deseada) mediante una sola medida.

En el caso donde se conoce la energía de fotón tal como una línea  $\gamma$ , la energía de fotón puede usarse también como una contramedida contra la acumulación. Más específicamente, en el caso donde se sabe de manera preliminar que la energía de un fotón incidente se incluye seguramente en un intervalo entre el umbral vth1 o más y el umbral vth2 o menos, se calcula que existe una incidencia continua de dos fotones en el caso de tener la energía que supera el umbral vth2. Por esto, el número de fotones se cuenta como dos en el presente ejemplo modificado. De acuerdo con el sistema de la realización descrita anteriormente (consúltese la figura 3), el número de fotones puede contarse como uno en el caso donde exista una incidencia continua de dos fotones. Sin embargo, de acuerdo con el presente ejemplo modificado, tal pérdida de conteo puede reducirse adicionalmente como se ha descrito anteriormente.

El elemento de conteo de fotones bidimensional de acuerdo con la presente invención no se limita a la realización descrita anteriormente, y pueden realizarse otros diversos tipos de modificaciones. Por ejemplo, de acuerdo con la realización descrita anteriormente y los respectivos ejemplos modificados, ocho partes de electrodo de píxel B<sub>1</sub> a B<sub>8</sub> incluidas en la fila anterior, la fila siguiente, la columna anterior y la columna siguiente se establecen como las partes de electrodo periférico, y los patrones de discriminación se establecen en la superficie de 3 x 3 píxeles que incluye la parte de electrodo objeto B<sub>0</sub>. De acuerdo con la presente invención, no existe una restricción en el tamaño de la superficie para que sea un objetivo de los patrones de discriminación, y los patrones de discriminación puede establecerse opcionalmente en superficies de diversos tamaños tales como 4 x 4 píxeles o 5 x 5 píxeles. De acuerdo con la realización descrita anteriormente y los respectivos ejemplos modificados, la superficie de 2 x 2 píxeles (que incluye la parte de electrodo objeto) se ejemplifica como las partes de electrodo específico, pero la parte de electrodo específico también puede establecerse también opcionalmente entre las partes de electrodo periférico.

De acuerdo con la presente realización y los presentes ejemplos modificados, las unidades de comparación 54, 54a, 54b se localizan en una etapa previa de las unidades de discriminación de patrón de entrada de portador 56, 56a, 56b, pero las posiciones de las unidades de comparación 54, 54a, 54b no están limitados a lo mismo. Por ejemplo, las unidades de comparación 54, 54a, 54b también pueden estar localizadas en una etapa posterior de las unidades de discriminación de patrón de entrada de portador 56, 56a, 56b. En este caso, la unidad de discriminación de patrón de entrada de portador 56, 56a, 56b está conectada a los extremos de salida de la unidad de agregación 53 y recibe las señales de tensión SP2 procedentes de la unidad de agregación 53. En el caso donde el patrón de entrada de portador coincide con uno cualquiera de la pluralidad de patrones de discriminación y además la señal de tensión SP2 se recibe desde la unidad de agregación 53, la unidad de discriminación de patrón de entrada de portador 56, 56a, 56b emite las señales de tensión SP2 a las unidades de comparación 54, 54a, 54b. Las unidades de comparación 54, 54a, 54b determinan si un valor de tensión pico de la señal de tensión SP2 recibida desde la unidad de agregación 53 a través de las unidades de discriminación de patrón de entrada de portador 56, 56a, 56b supera un umbral predeterminado. En las unidades de conteo 57, 57a, 57b, el número de fotones aumenta en el caso donde la señal de resultado de determinación S1 emitida desde la unidad de comparación 54, 54a, 54b es el nivel alto (valor significativo).

### Aplicabilidad industrial

La presente invención puede aplicarse a un elemento de conteo de fotones bidimensional.

### Lista de signos de referencia

1A elemento de conteo de fotones bidimensional; 3 unidad de conversión; 5 circuito de conteo; 5a circuito de píxel; 51 unidad de generación de señales; 52a, 52b unidad de salida de corriente; 53 unidad de agregación; 54 unidad de comparación; 55 unidad de generación de señales de entrada de portador; 56 unidad de discriminación de patrón de entrada de portador; 57 unidad de conteo; B parte de electrodo de píxel; B0 parte de electrodo objeto; B1 a B8 parte de electrodo periférico; P fotón; P1 a P40 patrón de discriminación; S1 señal de resultado de determinación; S2

señal de entrada de portador; SP1 señal de entrada; SP2 señal de tensión.

REIVINDICACIONES

1. Un elemento de conteo de fotones bidimensional, que comprende:

5 un circuito de conteo (5a) conectado a una pluralidad de partes de electrodo de píxel dispuestas bidimensionalmente en M filas y N columnas (M y N son números enteros de dos o más) y que cuenta el número de fotones detectando unos portadores recopilados a través de la pluralidad de partes de electrodo de píxel a partir de una unidad de conversión que convierte un fotón en un portador, en donde el circuito de conteo (5a) incluye:

10 una unidad de generación de señales (51) que genera una señal de entrada que tiene un valor correspondiente al número de portadores recibidos en una parte de electrodo de píxel determinada fuera de la pluralidad de partes de electrodo de píxel;

15 una unidad de agregación que agrega la señal de entrada generada en la unidad de generación de señales (51), conectada a una parte de electrodo de píxel específico fuera de las partes de electrodo de píxel dispuestas alrededor de la parte de electrodo de píxel determinada, a la señal de entrada generada en la unidad de generación de señales, conectada a la parte de electrodo de píxel determinada;

20 una unidad de generación de señales de entrada de portador (55) conectada a la unidad de generación de señales y que genera una señal de entrada de portador basándose en la señal de entrada procedente de la unidad de generación de señales (51); **caracterizado por**

25 una unidad de discriminación de patrón de entrada de portador (56) que discrimina si un patrón de entrada de portador coincide con uno cualquiera de una pluralidad de patrones de discriminación predeterminados, indicando el patrón de entrada de portador, por parte de electrodo de píxel, la presencia de cualquier portador recibido en la parte de electrodo de píxel determinada y las partes de electrodo de píxel dispuestas alrededor de la parte de electrodo de píxel determinada, definiéndose el patrón de entrada de portador en función de la señal de entrada de portador procedente de la unidad de generación de señales de entrada de portador correspondiente a la parte de electrodo de píxel determinada (B<sub>0</sub>) y de las señales de entrada de portador procedentes de las unidades de generación de señales de entrada de portador correspondientes a las partes de electrodo de píxel (B) dispuestas alrededor de la parte de electrodo de píxel determinada (B<sub>0</sub>); y

30 una unidad de conteo (57) que aumenta el número de fotones en un caso donde la unidad de discriminación de patrón de entrada de portador (56) discrimina que el patrón de entrada de portador coincide con uno cualquiera de la pluralidad de patrones de discriminación predeterminados y además la señal de entrada emitida desde la unidad de agregación (53) después de la agregación tiene un valor que supera un umbral predeterminado.

35 2. El elemento de conteo de fotones bidimensional de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el patrón de entrada de portador en un caso donde se recibe un portador en la parte de electrodo de píxel distinta de la parte de electrodo de píxel específico fuera de las partes de electrodo de píxel dispuestas alrededor de la parte de electrodo de píxel determinada no coincide con ninguno de la pluralidad de patrones de discriminación predeterminados.

40 3. El elemento de conteo de fotones bidimensional de acuerdo con las reivindicaciones 1 o 2, en el que la pluralidad de patrones de discriminación predeterminados incluye un patrón que corresponde a un patrón de entrada de portador en un caso donde el portador no es recibido en la parte de electrodo de píxel determinada.

45 4. El elemento de conteo de fotones bidimensional de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que un patrón de entrada de portador en un caso donde el portador es recibido en al menos una parte de electrodo de píxel específico fuera de la parte de electrodo de píxel específico (B<sub>0</sub>) incluida en una fila o una columna que incluye la parte de electrodo de píxel determinada y además un portador es recibido en la parte de electrodo de píxel determinada que coincide con uno cualquiera de la pluralidad de patrones de discriminación predeterminados.

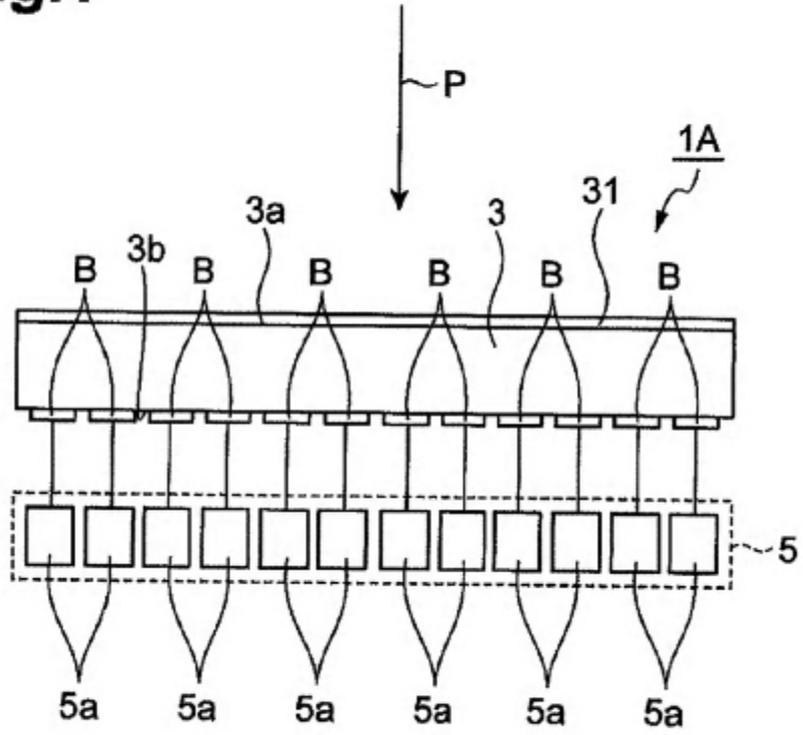
50 5. El elemento de conteo de fotones bidimensional de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en el que el circuito de conteo (5a) incluye, como la unidad de conteo:

55 una primera unidad de conteo que aumenta el número de fotones en un caso donde el patrón de entrada de portador es discriminado para que coincida con uno cualquiera de la pluralidad de patrones de discriminación predeterminados y además la señal de entrada emitida desde la unidad de agregación después de la agregación tiene un valor que supera un primer umbral; y

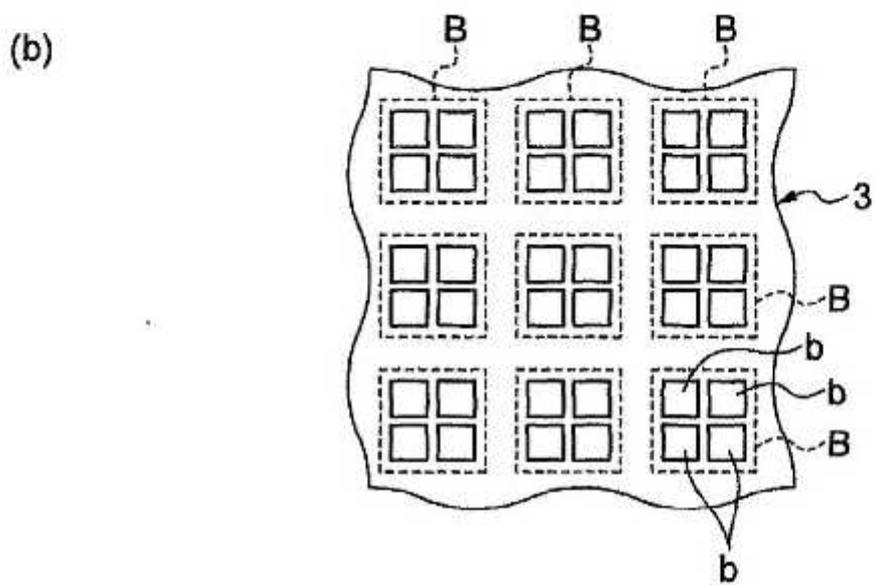
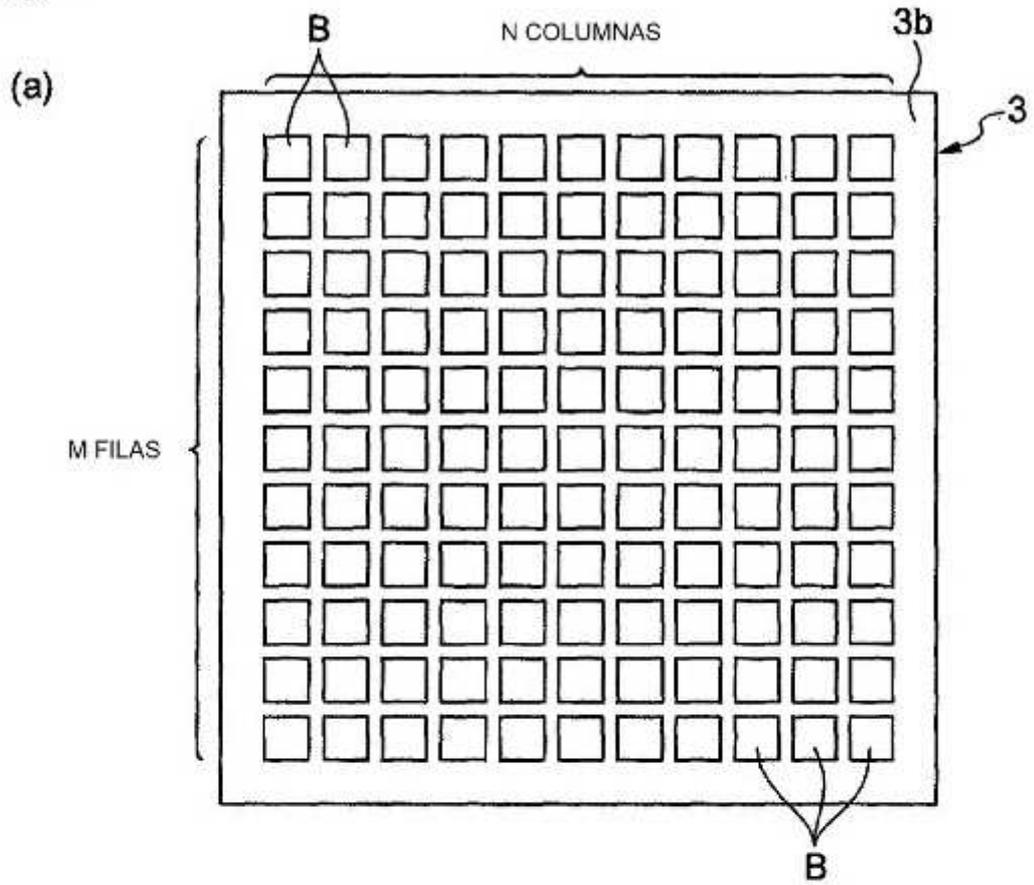
60 una segunda unidad de conteo que aumenta el número de fotones en un caso donde el patrón de entrada de portador es discriminado para que coincida con uno cualquiera de la pluralidad de patrones de discriminación predeterminados y además la señal de entrada emitida desde la unidad de agregación después de la agregación tiene un valor que supera un segundo umbral mayor que el primer umbral.

65

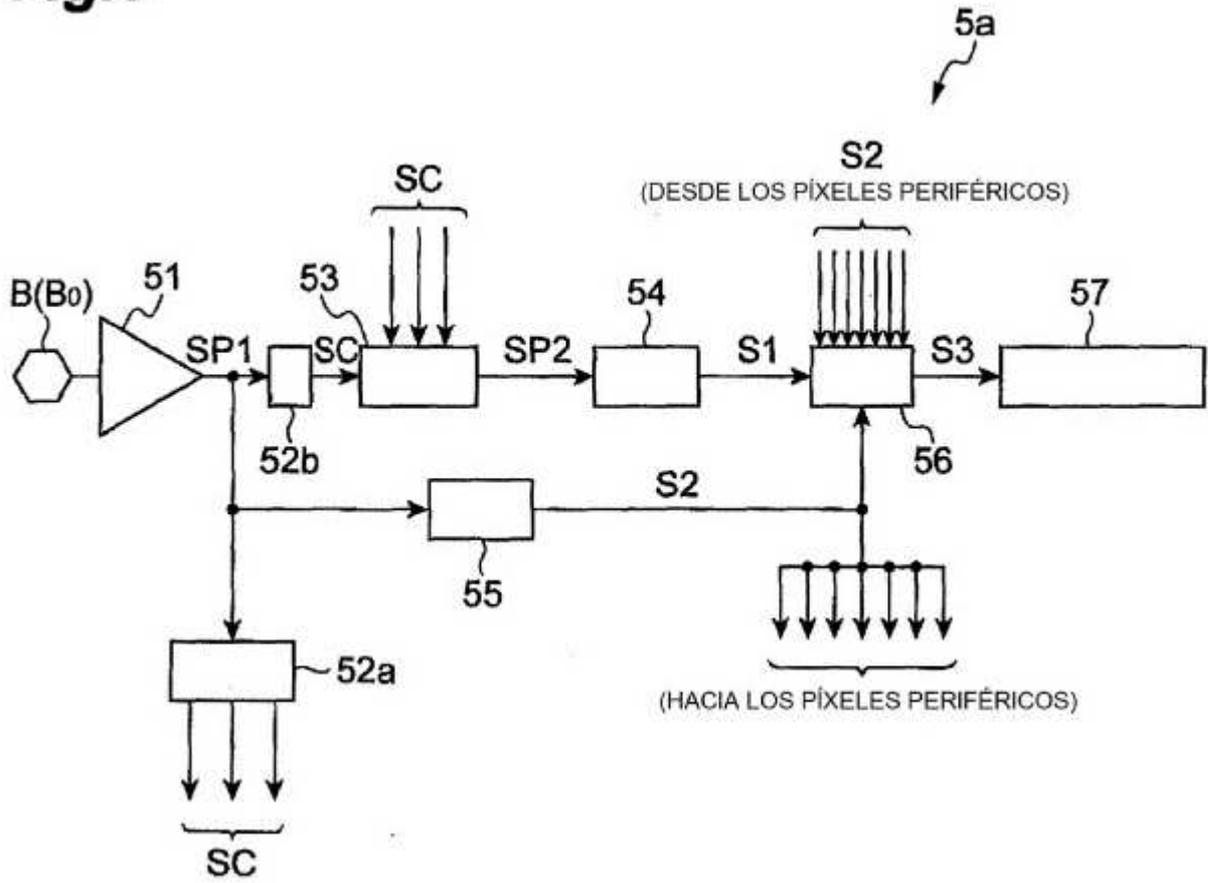
**Fig.1**



**Fig.2**

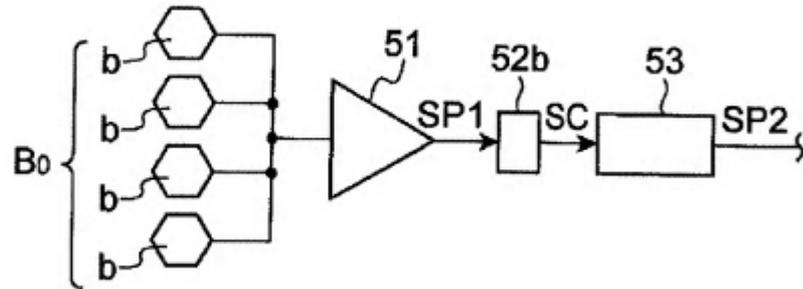


**Fig.3**

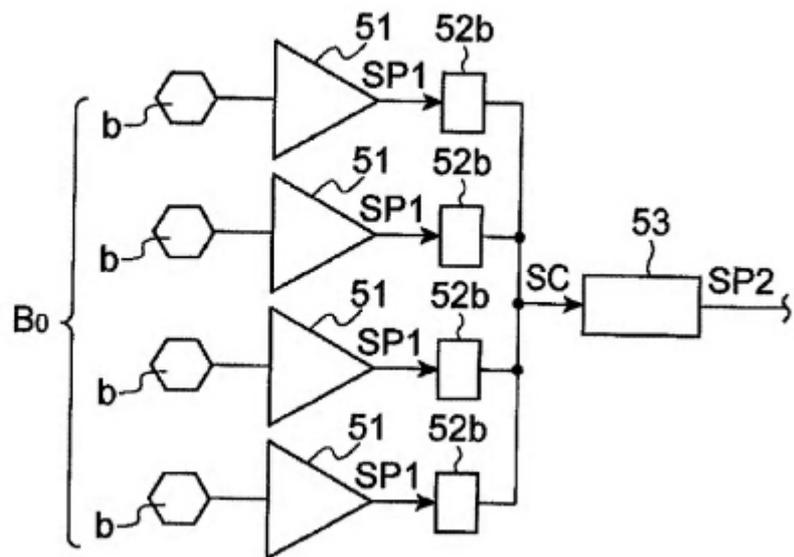


**Fig.4**

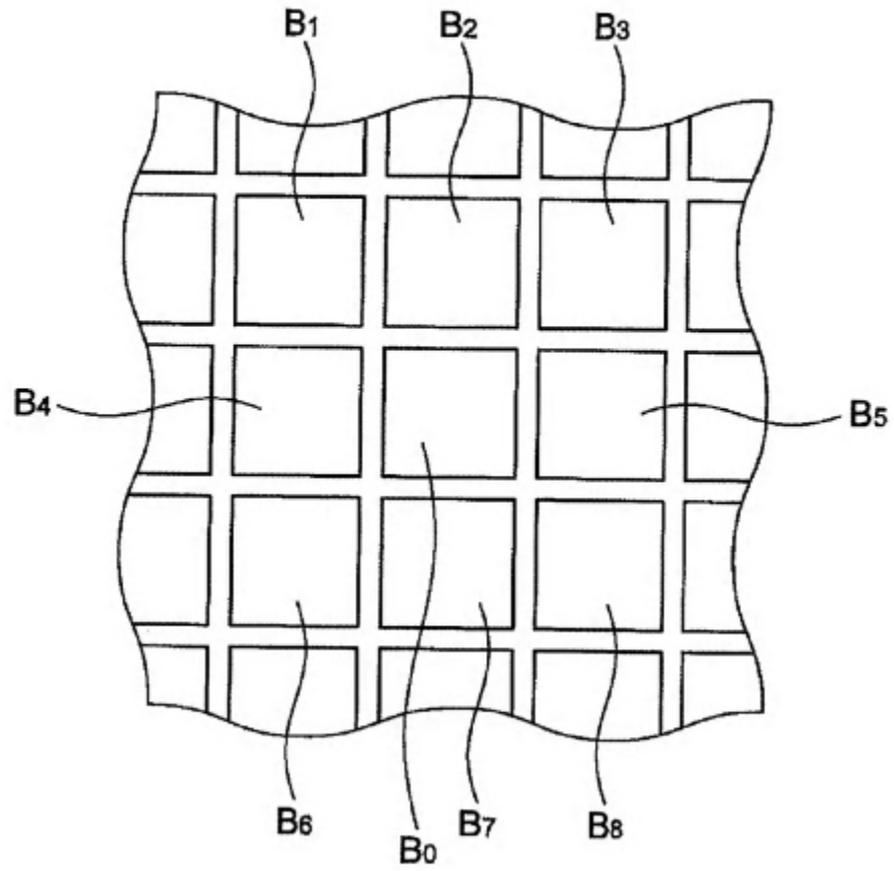
(a)



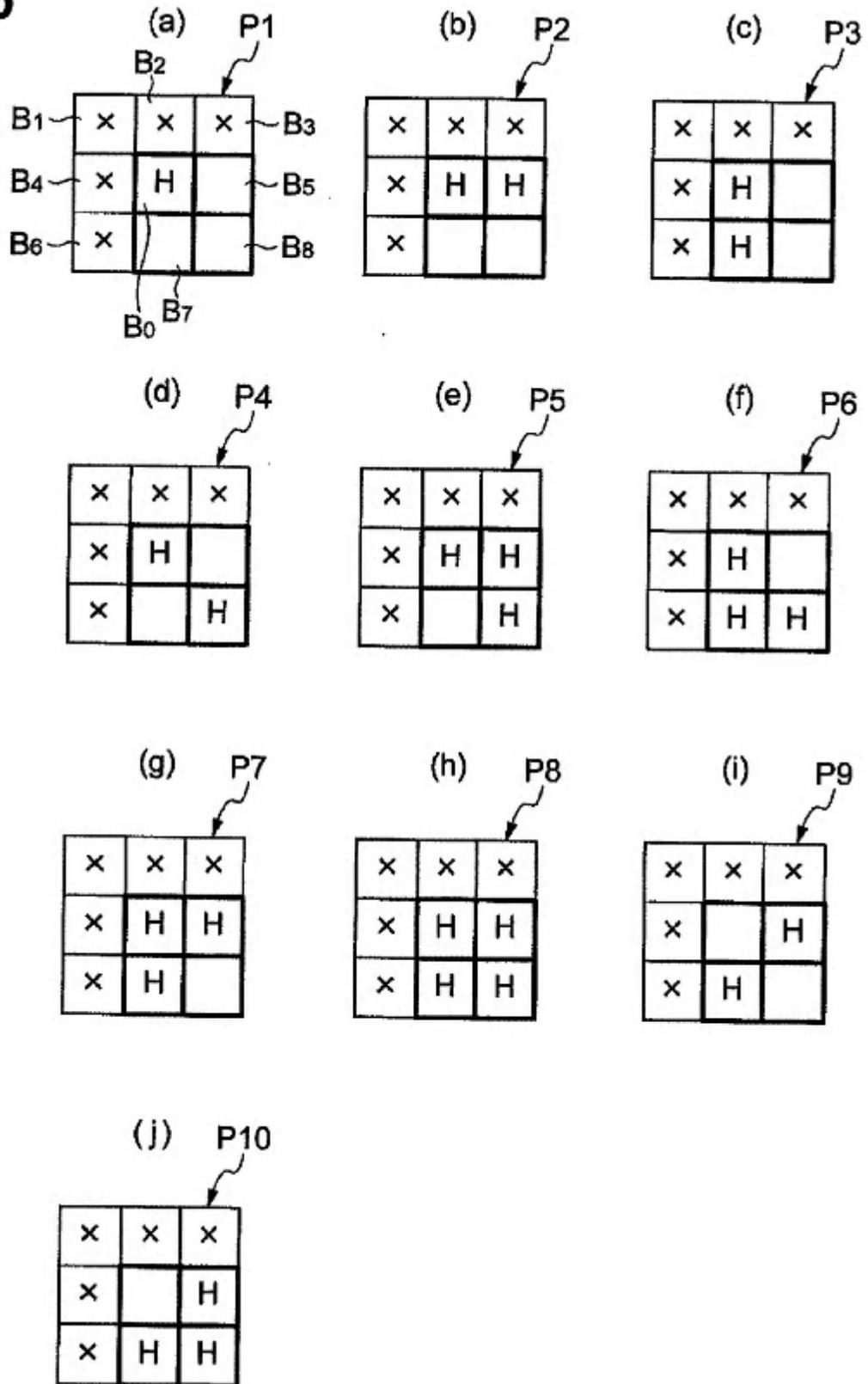
(b)



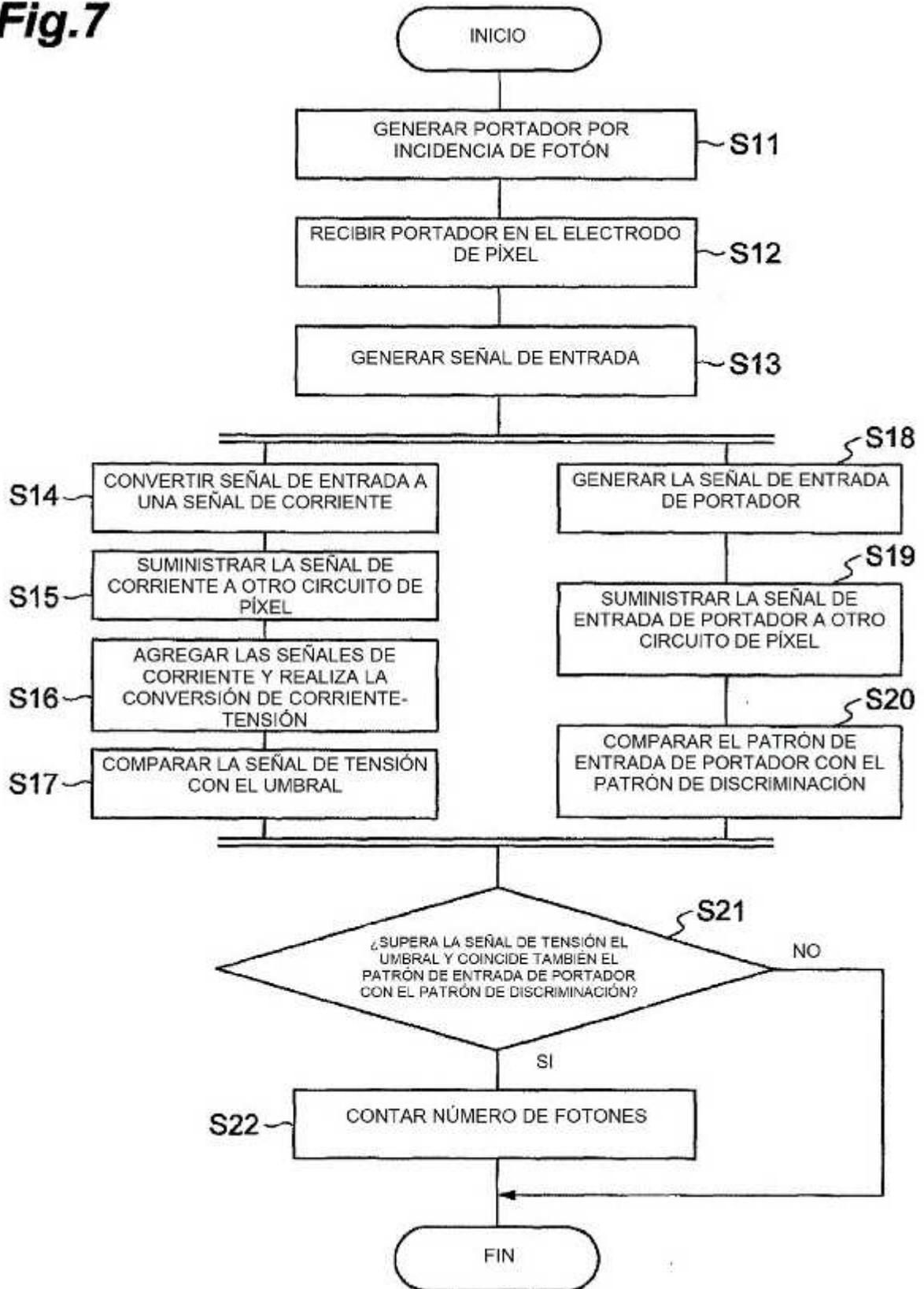
**Fig.5**



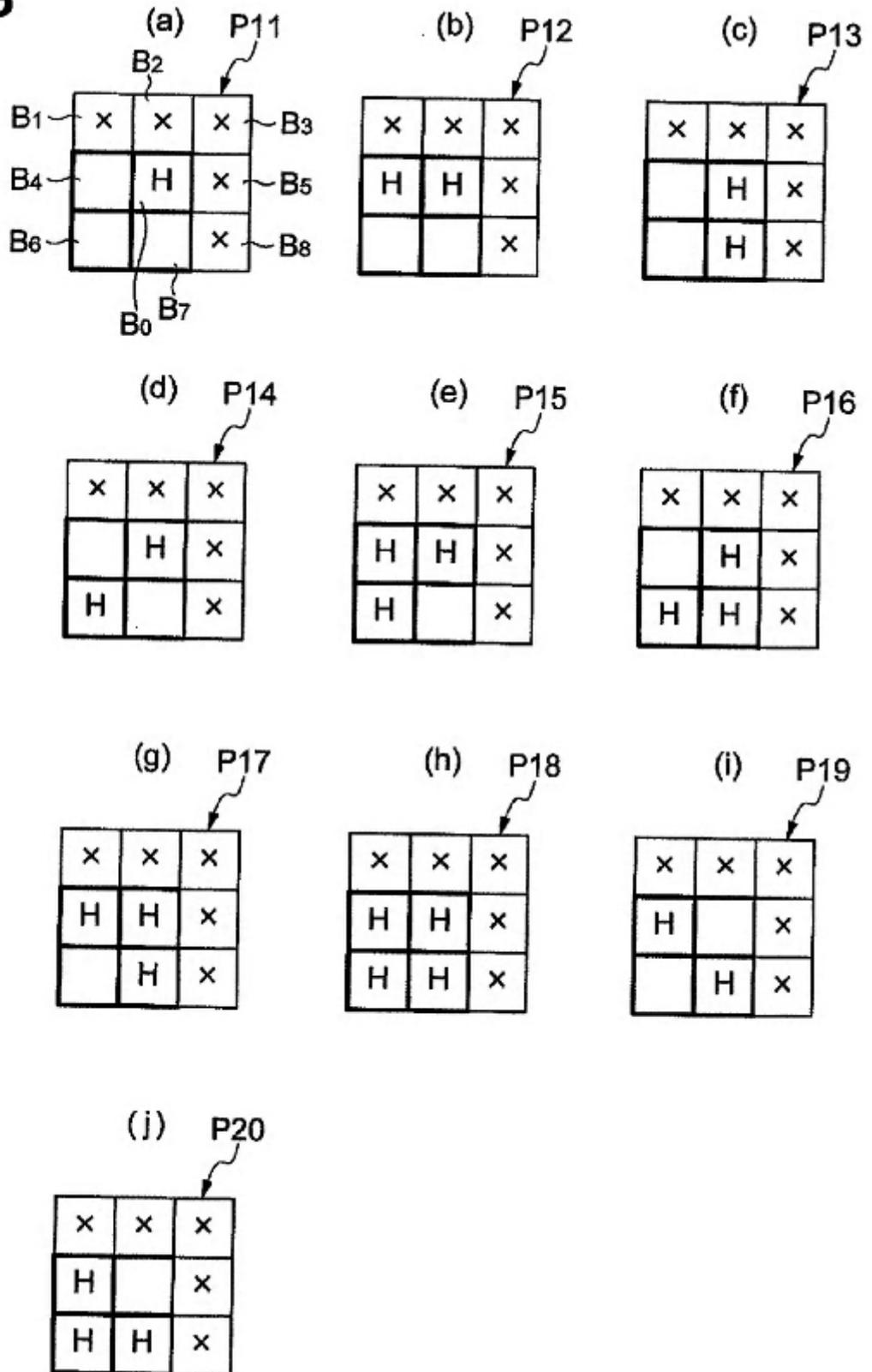
**Fig.6**



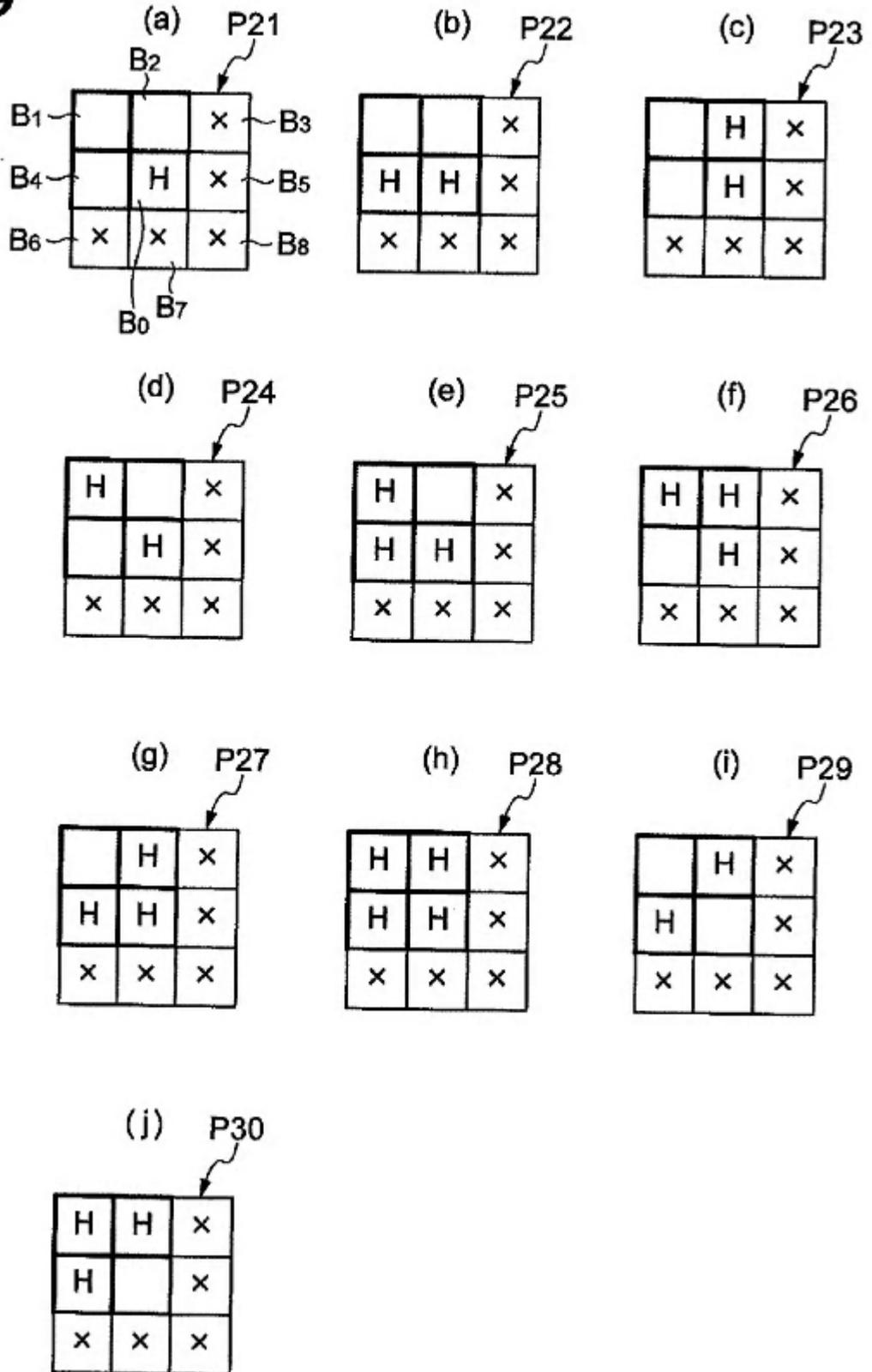
**Fig.7**



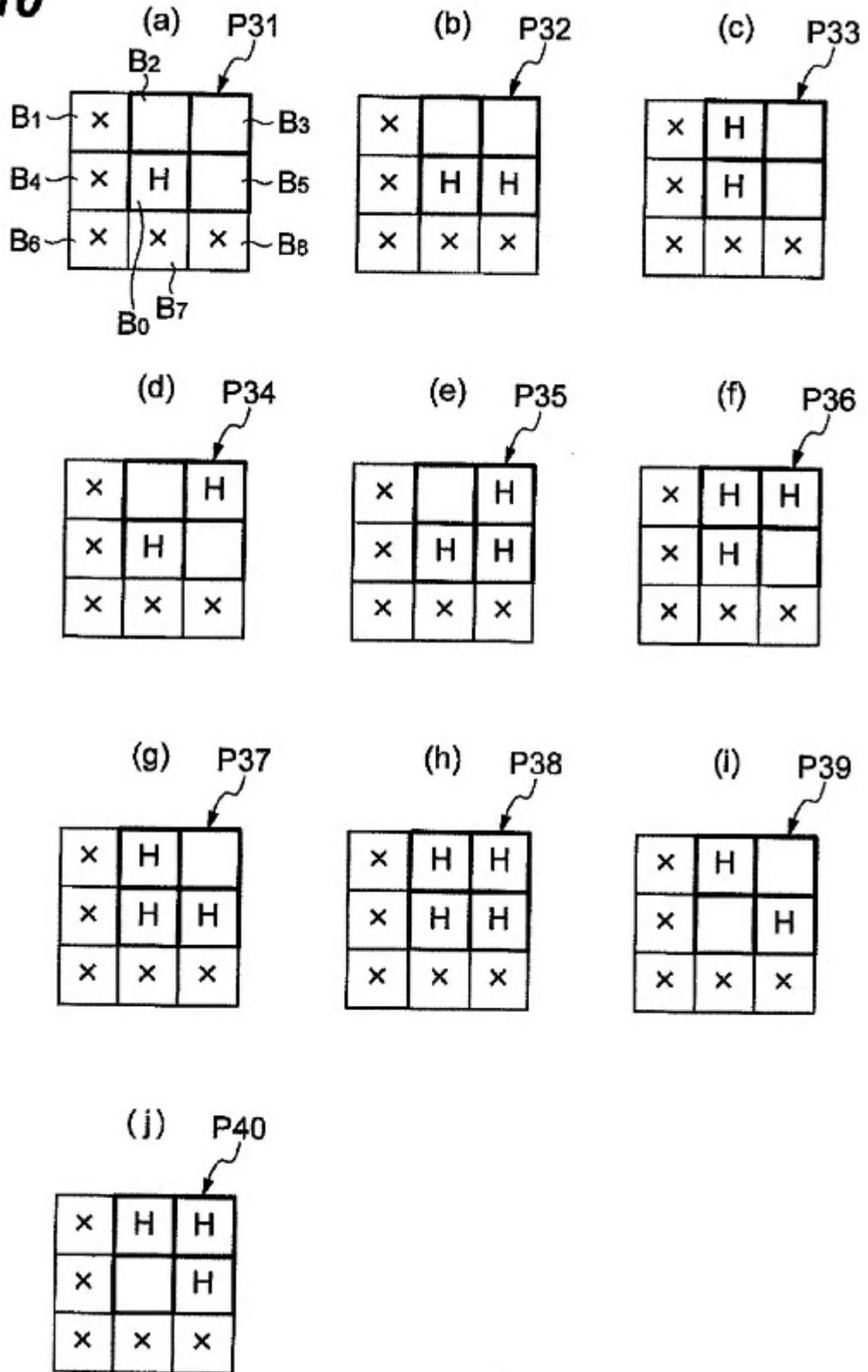
**Fig.8**



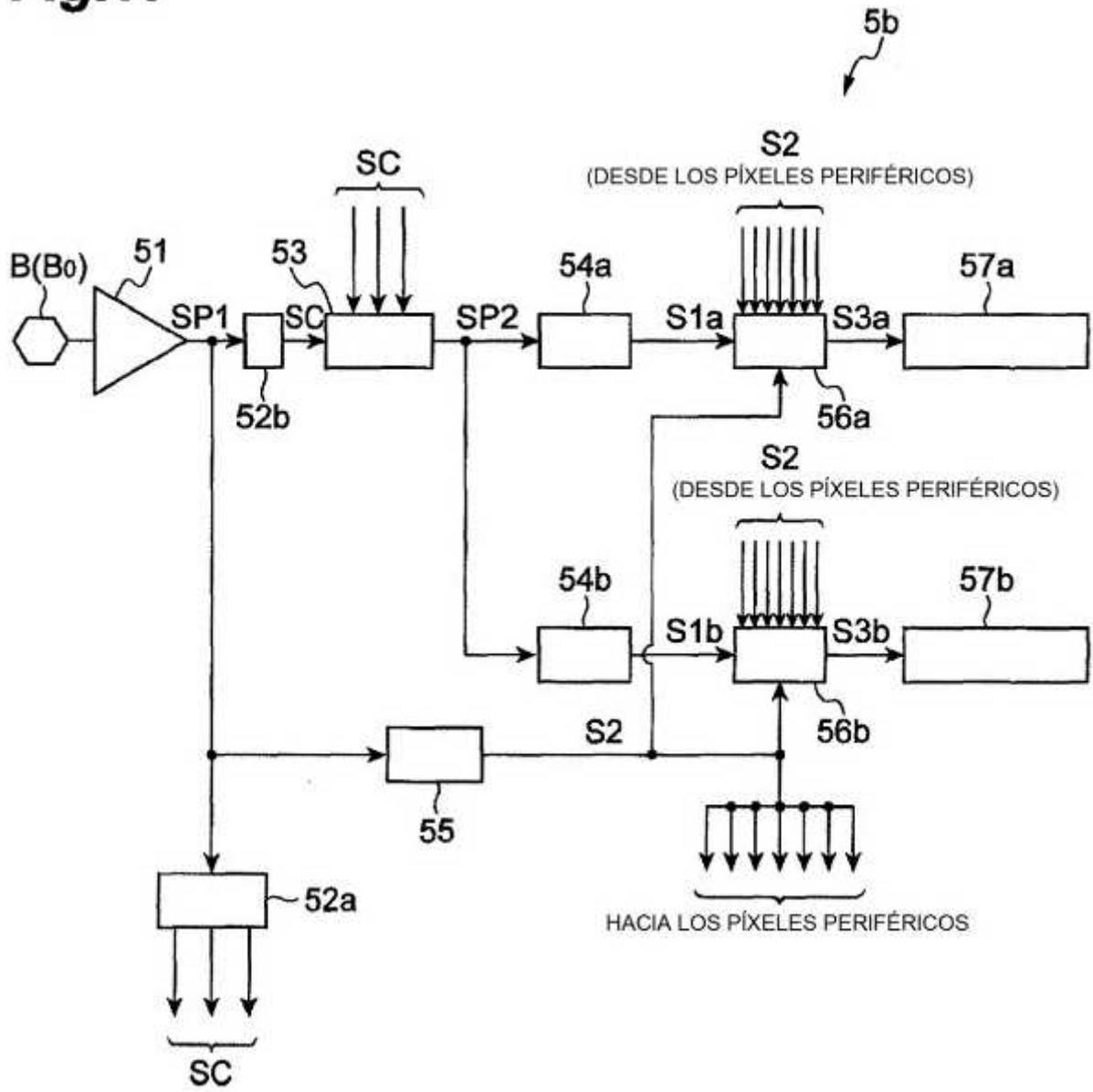
**Fig.9**



**Fig.10**



**Fig.11**



**Fig.12**

