

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 686 977**

51 Int. Cl.:

G01V 5/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **27.01.2015** **E 15152651 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **13.06.2018** **EP 3051318**

54 Título: **Corrección de datos de imagen de radiación ionizante**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
23.10.2018

73 Titular/es:
DETECTION TECHNOLOGY OY (100.0%)
Elektroniikkatie 10
90590 Oulu, FI

72 Inventor/es:
MATIKKALA, MIKKO

74 Agente/Representante:
DURAN-CORRETJER, S.L.P

ES 2 686 977 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

Corrección de datos de imagen de radiación ionizante

5 ANTECEDENTES

Normalmente, ha sido habitual permitir que una radiación ionizante, tal como rayos X o ratos gamma, se transmita a través de un objeto que es una muestra tal como un producto alimenticio, medicamentos, equipaje, un cuerpo humano o de un animal, etc., y realizar una inspección basada en una imagen de la radiación ionizante de transmisión para determinar el objeto, por ejemplo la existencia de sustancias de un tipo diferente en un objeto. Para dicha inspección, se ha utilizado un dispositivo de obtención de imágenes de radiación ionizante que incluye una fuente de radiación ionizante para irradiar radiación ionizante al objeto, y un sensor lineal de líneas para detectar la imagen de transmisión de radiación ionizante irradiada al objeto desde la fuente de radiación ionizante.

En este sector es conocida la utilización de una doble energía. En la formación de imágenes de doble energía se toman dos cuadros de imagen independientes. Cada cuadro de imagen está a un nivel de energía o espectro de radiación diferente. Esto se puede conseguir mediante la utilización de filtrados diferentes o una diferente tensión de aceleración, etc. La doble energía se basa en el hecho de que las interacciones dominantes de la radiación ionizante en los materiales difieren a energías diferentes. Esta diferencia es específica del material. Esto hace posible mejorar la detección de determinados materiales no conocidos. Especialmente, con respecto a grosores conocidos de materiales conocidos, eliminando el material conocido de los datos de imagen. Con el objetivo de estos cálculos, se toman datos de alta energía y datos de baja energía del mismo volumen de material.

La formación de imágenes de doble energía puede ser configurada básicamente de tres modos. 1) Tomando dos imágenes independientes una a continuación de otra a diferentes energías, bien utilizando dos tubos diferentes, o bien un tubo con energías y filtrados diferentes, y asimismo detectores adaptados. 2) Mediante la formación de imágenes del objeto en un solo disparo con un ajuste del tubo, pero utilizando un detector de intercalado en el que una capa superior está optimizada para baja energía, y filtrando el haz para el segundo detector optimizado para alta energía. 3) Mediante la colocación de los detectores, no uno sobre el otro, sino uno después del otro. Por consiguiente, los detectores pueden ser colocados en paralelo uno con respecto al otro. El sistema de doble energía puede estar basado en los detectores yuxtapuestos, es decir, en paralelo. El documento US5841832 da a conocer un dispositivo que comprende un dispositivo de corrección de datos de imagen y un dispositivo de detección de radiación ionizante, en el que el dispositivo de detección de radiación ionizante está configurado para detectar radiación ionizante en una serie de intervalos de energía transmitidos a través de un objeto al que se irradia radiación desde una fuente de radiación, comprendiendo el dispositivo de detección de radiación: un primer detector para detectar radiación ionizante en un primer intervalo de energía que se transmite a través del objeto para generar unos primeros datos de imagen de la radiación; un segundo detector configurado en paralelo al primer detector con una zona predeterminada intercalada entre el primer y el segundo detectores para detectar radiación ionizante en un segundo intervalo de energía que se transmite a través del objeto para generar los segundos datos de imagen de la radiación, en el que el primer y el segundo intervalos de energía son diferentes. El documento US2010119038, da a conocer asimismo un dispositivo que comprende un dispositivo de corrección de la imagen y un dispositivo de detección de radiación ionizante.

RESUMEN

Este resumen se da a conocer para introducir una selección de conceptos de forma simplificada, que además se describen más adelante en la descripción detallada. Este resumen no pretende identificar características clave o características esenciales de la materia reivindicada, ni se pretende que sea utilizado para limitar el alcance de la materia reivindicada.

En un ejemplo, un dispositivo de corrección de datos de imagen está configurado como un dispositivo de detección de radiación ionizante, en el que el dispositivo de detección de radiación ionizante está configurado para detectar radiación ionizante en una serie de intervalos de energía transmitidos a través de un objeto al que es irradiada la radiación desde una fuente de radiación, comprendiendo el dispositivo de detección de radiación: un primer detector para detectar radiación ionizante en un primer intervalo de energía que se transmite a través del objeto para generar unos primeros datos de imagen de la radiación; un segundo detector configurado en paralelo al primer detector con una zona predeterminada intercalada entre el primer y el segundo detectores, para detectar radiación ionizante en un segundo intervalo de energía que se transmite a través del objeto para generar unos segundos datos de imagen de la radiación. El primer y el segundo detectores están configurados para recibir la radiación ionizante simultáneamente, de modo que los primeros y segundos datos de imagen son generados simultáneamente.

El dispositivo de corrección de datos de imagen comprende; por lo menos un procesador y, por lo menos, una memoria que almacena instrucciones de programa que, cuando son ejecutadas mediante dicho por lo menos un procesador, hacen que el dispositivo: determine digitalmente un valor de corrección para los segundos datos de imagen de la radiación en base a la anchura de la zona predeterminada.

En otros ejemplos, se ha descrito un procedimiento y un programa informático junto con las características del dispositivo de corrección de datos de imagen.

5 Muchas de las características subsiguientes se apreciarán más fácilmente cuando se comprendan mejor al hacer referencia a la siguiente descripción detallada considerada junto con los dibujos adjuntos.

DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

10 La presente descripción se comprenderá mejor a partir de la siguiente descripción detallada leída conjuntamente con los dibujos adjuntos, en los que:

- la figura 1 muestra un ejemplo de acuerdo con la invención reivindicada de una geometría de formación de imágenes;
- la figura 2 muestra señales muestreadas y valores corregidos, de acuerdo con un ejemplo ilustrativo;
- 15 la figura 3 muestra otro ejemplo de acuerdo con la invención reivindicada de una geometría de formación de imágenes;
- la figura 4 muestra señales muestreadas y valores corregidos, de acuerdo con un ejemplo ilustrativo;
- la figura 5 muestra un ejemplo según la invención reivindicada de un detector;
- 20 la figura 6 muestra otro ejemplo de una geometría de formación de imágenes de detector de energía múltiple;
- la figura 7 muestra señales muestreadas y valores corregidos, de acuerdo con un ejemplo ilustrativo;
- la figura 8 muestra otro ejemplo de un detector;
- la figura 9 muestra un ejemplo de una corrección adicional, de acuerdo con un ejemplo ilustrativo;
- la figura 10 es un diagrama de flujo esquemático de un procedimiento de acuerdo con un ejemplo ilustrativo; y
- 25 la figura 11 es un diagrama de bloques de un ejemplo ilustrativo del dispositivo informático.

En los dibujos adjuntos se utilizan referencias similares para designar partes similares.

DESCRIPCIÓN DETALLADA

30 La descripción detallada facilitada a continuación en conexión con los dibujos adjuntos está prevista como una descripción de los presentes ejemplos y no pretende representar las únicas formas en las que puede ser construido o utilizado el presente ejemplo. No obstante funciones y secuencias equivalentes mediante, se pueden conseguir mediante ejemplos diferentes.

35 Aunque los presentes ejemplos pueden ser descritos y mostrados en esta memoria descriptiva estando implementados en una fuente de radiación de rayos X y un dispositivo de detección de rayos X, estos son solamente ejemplos de una fuente de radiación ionizante y de un dispositivo de detección y no una limitación. Por ejemplo, pueden ser aplicables una fuente y dispositivos de detección de radiación gamma. Tal como los expertos en la materia comprenderán, los presentes ejemplos son adecuados para ser aplicados en una diversidad de diferentes tipos de fuentes de radiación y de dispositivos de detección y dispositivos de corrección, por ejemplo, en un dispositivo de corrección para formación de imágenes digitales, etc.

45 Un ejemplo de geometría de formación de imágenes se muestra en la figura 1. El aparato de detección de radiación de rayos X comprende una fuente de radiación S. La fuente de radiación S, está configurada para irradiar radiación ionizante tal como rayos X a un objeto, O, a inspeccionar. Un detector LE de baja energía y un detector HE de alta energía, están configurados para detectar la radiación que ha sido transmitida a través del objeto O. Una desalineación de las imágenes LE y HE es producida por un intersticio finito Z_GAP entre los detectores LE y HE en la dirección de escaneado (tal como se muestra mediante una flecha, A). Por consiguiente, una zona predeterminada tal como el intersticio Z_GAP está intercalada entre el primer detector LE y el segundo detector HE.

50 Por consiguiente, el intersticio Z_GAP es proyectado como Z_GAP_P a un nivel del objeto produciendo la desalineación. El intersticio Z_GAP es proyectado a una imagen que representa el objeto O. Esto depende de un aumento geométrico M del sistema del dispositivo de detección. El aumento M se define mediante una fuente S a una distancia SDD del detector D. El aumento M se define además mediante una fuente S a una distancia SOD a un objeto O. El aumento M está representado por la siguiente ecuación:

55
$$M = SDD / SOD. \quad \text{(Ecuación \#0)}$$

La figura 2 ilustra señales muestreadas y valores corregidos, de acuerdo con un ejemplo ilustrativo. El primer y el segundo detectores están configurados para recibir la radiación ionizante simultáneamente, de modo que los primeros y segundos datos de imagen son generados simultáneamente. Por ejemplo, la señal de los detectores es muestreada simultáneamente. La corrección digital permite la generación simultánea de los datos de imagen y el muestreo. No es necesario separar específicamente y procesar la generación de los datos de imagen. El sistema M de aumento geométrico está por lo tanto representado por $M = SDD / SOD$. Por consiguiente, el intersticio proyectado entre el detector LE y el detector HE está representado por la ecuación:

65
$$Z_GAP_P = Z_GAP / M. \quad \text{(Ecuación \#1)}$$

Las señales LE y HE son muestreadas mediante un escáner de línea (no mostrado en las figuras). Los valores de LE muestreados son mostrados mediante círculos y los valores muestreados de HE son mostrados mediante círculos con sombreado. El eje vertical muestra la señal y el eje horizontal muestra la distancia. La distancia está sometida a la dirección A de escaneado. El periodo de integración se ajusta de tal modo que el muestreo dimensional es igual a la distancia entre píxeles PW, tal como se muestra por ejemplo en la figura 1. Por ejemplo, en la figura 1, la distancia entre píxeles PW es igual a la anchura del detector LE. Además, la distancia entre píxeles PW se muestra en la figura 2 entre los valores LE, tal como se muestra mediante los círculos. Se lleva a cabo una corrección en un dominio digital. La corrección se basa en un valor de corrección Zcorr, que está basado en los resultados de un dominio dimensional, por ejemplo la medición en un dominio analógico o un dominio físico. Debido a que el valor de corrección Zcorr está determinado en el dominio digital, la corrección puede ser realizada asimismo después del escaneado de la imagen y posiblemente con un ajuste fino para un mejor resultado. Se pueden aplicar digitalmente diversas iteraciones. Además se puede aplicar la entrada manual del valor de corrección. Por ejemplo, el usuario puede introducir manualmente, el valor de corrección o hacer un ajuste fino del mismo. Además, la implementación del dispositivo de detección de rayos X puede ser sencilla, debido a la corrección digital. No es necesario tener una corrección analógica más complicada, etc.

Haciendo referencia a la figura 2, el valor de corrección Zcorr es una proporción entre el intersticio proyectado Z_GAP_P y la distancia entre píxeles PW. La ecuación siguiente representa el valor de corrección Zcorr:

$$Z_{corr} = Z_GAP_P / PW = Z_GAP / M * (1/PW). \quad (\text{Ecuación \#2})$$

Se calcula un nuevo valor corregido HEC para el valor HE muestreado en base a una suma ponderada de las dos muestras consecutivas de cada píxel. El factor de ponderación es la proporción de corrección. El ejemplo de la figura 2 aplica al valor de corrección Z_corr <= 1. El nuevo valor de HEC está representado por:

$$HEC_{i,ch} = (1 - Z_{corr}) * HE_{i,ch} + Z_{corr} * HE_{i+1,ch}, \quad (\text{Ecuación \#3})$$

donde i representa la línea o índice de muestreo en la dirección de escaneado A, y ch representa un índice de píxel.

La figura 3 muestra un ejemplo de otra geometría de formación de imágenes. En los ejemplos de la figura 1 y de la figura 2, el intersticio Z_GAP entre los detectores LE y HE es menor que la distancia entre píxeles PW. El ejemplo de la figura 3 se refiere a una situación en la que el intersticio Z_GAP es mayor que la distancia entre píxeles PW. Con el objeto de manejar los intersticios Z_GAP que son mayores que la distancia entre píxeles PW, la determinación y el cálculo se modifican tal como se muestra en la figura 4. En primer lugar, la proporción proyectada RATIO entre un intersticio Z_GAP y la distancia entre píxeles PW se calcula, por ejemplo, según la ecuación siguiente:

$$RATIO = Z_GAP_P / PW = Z_GAP / M * (1 / PW). \quad (\text{Ecuación \#4})$$

A continuación se pueden definir dos valores de corrección Zoff y Zcorr, tal como sigue: Zoff representa la parte entera de la RATIO redondeada a la baja más uno. Por ejemplo, cuando

$$RATIO \text{ es } 1,56 \Rightarrow Zoff = 1 + 1 = 2. \quad (\text{Ecuación \#5})$$

Zcorr representa la parte decimal de la RATIO. Por ejemplo, cuando

$$RATIO \text{ es } 1,56 \Rightarrow Zcorr = 0,56. \quad (\text{Ecuación \#6})$$

Un nuevo valor corregido HEC se puede basar en una ecuación de corrección que se actualiza como sigue:

$$HEC_{i,ch} = (1 - Z_{corr}) * HE_{i+zoff,ch} + Z_{corr} * HE_{i+zoff+1,ch}, \quad (\text{Ecuación \#7})$$

en la que i representa la línea o el índice de muestreo en la dirección de escaneado A, y ch representa el índice de píxel.

La figura 5 muestra un ejemplo de un intersticio de un detector. El intersticio Z_GAP se muestra entre el detector LE y el detector HE. El intersticio está situado entre los detectores en la dirección de escaneado A. La anchura del intersticio puede ser de 0,8 mm. Habitualmente, la distancia entre los detectores se ajusta para que sea lo más estrecha posible. No obstante, el intersticio es necesario para conseguir una detección correcta e impedir que los detectores tengan pérdidas o se perturben uno al otro.

La figura 6 muestra un ejemplo de otra geometría de formación de imágenes. La figura 6 muestra un ejemplo de energía múltiple. En el ejemplo de la figura 6, existen detectores E1, E2, En de energías múltiples. Por ejemplo, puede existir un número n de detectores. Los detectores están configurados para recibir la radiación ionizante

simultáneamente, de modo que los diversos datos de imagen son generados simultáneamente. Por ejemplo, la señal de los detectores es muestreada simultáneamente. La figura 7 muestra las señales muestreadas y los valores corregidos en el ejemplo de detectores de energías múltiples. Por consiguiente, el número de muestras en el objeto O se corresponde con esto. El intersticio proyectado $Z_GAP_P_m$ entre los detectores está representado mediante una ecuación:

$$Z_GAP_P_m = Z_GAP_m / M. \quad (\text{Ecuación \#8})$$

La proporción $RATIO$ proyectada entre un intersticio Z_GAP_m y la distancia entre píxeles PW se calcula en base a una ecuación:

$$RATIO_m = Z_GAP_P_m / PW = Z_GAP_m / M * (1 / PW). \quad (\text{Ecuación \#9})$$

Los dos valores de corrección $Zoff_m$ y $Zcorr_m$, pueden ser definidos como sigue:
 $Zoff_m$ representa la parte entera redondeada a la baja de la $RATIO_m$ más uno. Por ejemplo, cuando $RATIO_1$ es 1,56 $\Rightarrow Zoff_1 = 1 + 1 = 2$. $Zcorr_m$ representa la parte decimal de la $RATIO_m$. Por ejemplo, cuando $RATIO_1$ es 1,56 $\Rightarrow Zcorr_1 = 0,56$.

El nuevo valor corregido E se puede basar en la ecuación de corrección, que es la siguiente:

$$En_{i,ch} = (1 - Zcorr_m) * En_{i+zoff_m,ch} + Zcorr_m * En_{1+zoff_m+1,ch}, \quad (\text{Ecuación \#10})$$

en la que $m = n - 1$.

La figura 8 muestra intersticios de detectores de energía múltiple. Se muestra un intersticio Z_GAP_1 entre el detector $E1$ y el detector $E2$. Se muestra otro intersticio Z_GAP_m entre el detector $E1$ y el detector En el que n es el n -ésimo detector y $m = n - 1$. Los intersticios están situados entre los detectores en la dirección A de escaneado. La anchura del intersticio Z_GAP_1 puede ser de 0,8 mm.

La figura 9 muestra un ejemplo de una corrección adicional que se basa en una imagen de alineación de un recubrimiento de color. Con el objeto de mejorar el procedimiento de comprobación del registro del valor de LE o HE , la imagen de alineación del recubrimiento de color puede ser utilizada para un ajuste adicional. En el ejemplo de la figura 9, RGB muestra el modelo de codificación de color con los canales azul B , verde G y rojo R . Se produce una imagen en color a partir de los datos LE y de los datos HE . Los datos de imagen LE son alimentados a los canales azul B y verde G . Los datos de imagen HE son alimentados al canal rojo R . Los datos pueden ser escalados a 8 bits antes del procesamiento RGB del color, o después del procesamiento. Para un ajuste adicional se puede inspeccionar una imagen de la salida de la corrección adicional. Si los datos LE y los datos HE están separados en la imagen, la parte LE de los datos se mostrará en azul en la imagen, y la parte HE de los datos se mostrará en rojo en la imagen. Esto puede ilustrar sobre cualquier posible desalineación del dispositivo. Si los datos LE o los datos HE están en alineación, por ejemplo coincidentes, la característica de la imagen se muestra en negro. Esto puede mostrar que las regulaciones del dispositivo son las adecuadas. Por consiguiente, la imagen de alineación de recubrimiento de color puede ser utilizada para corregir adicionalmente el dispositivo de detección de ionización. Por ejemplo, se puede reducir el efecto negativo del intersticio Z_GAP en la detección, etc.

La figura 10 muestra un diagrama de flujo esquemático de un procedimiento para la corrección del registro de LE o de HE en una dirección de escaneado A , por ejemplo el eje Z . En la etapa -1000-, se mide un intersticio Z_GAP . Por ejemplo, se mide la distancia física mediante un microscopio de medición después del montaje del detector. En la etapa -1001-, son almacenados los valores de la medición. Por ejemplo, los valores de la medición son almacenados en una memoria rápida incorporada del panel de control del dispositivo de escáner. En la etapa -1002- se recibe información de la geometría del sistema. Por ejemplo, el usuario del dispositivo de detección introduce la información acerca de la geometría de formación de imágenes del sistema, los valores SDD y SOD , en un software de aplicación, y la información es suministrada a una función de corrección del nivel de la biblioteca del dispositivo de corrección. En la etapa -1003-, una función de corrección calcula el valor de corrección $Zcorr$ y posiblemente el valor de corrección $Zoff$. En la etapa -1004-, el valor o valores de corrección son aplicados a los datos de imagen corregidos por luz oscura y por ganancia. Por ejemplo, durante el procesamiento de la imagen en línea o fuera de línea, el valor o los valores de corrección son aplicados a los datos de imagen corregidos por luz oscura y por ganancia, utilizando la corrección, tal como en base a las ecuaciones #3 o #7. En la etapa -1005-, la imagen de alineación de recubrimiento de color puede ser utilizada para comprobar el registro de LE o de HE , y corregir el dispositivo de detección. En la etapa -1006-, el usuario puede afinar el registro fuera de línea. Esto puede ser realizado mediante el ajuste de los valores SDD , SOD . El proceso de corrección puede a continuación volver a aplicar la corrección fuera de línea en base a los valores de corrección calculados de nuevo.

La figura 11 muestra un ejemplo de los componentes del dispositivo de detección de ionización y/o un dispositivo de corrección del dispositivo de detección de ionización, que puede ser implementado como cualquier clase de

dispositivo informático y/o electrónico. El dispositivo comprende uno o varios procesadores -1102- que pueden ser microprocesadores, controladores o cualquier otro tipo adecuado de procesadores para procesar instrucciones ejecutables mediante ordenador para controlar el funcionamiento del dispositivo. El software de la plataforma comprende un sistema operativo -1106- o puede disponerse cualquier otra plataforma de software adecuada en el dispositivo para permitir que el software de aplicación -808- sea ejecutado en el dispositivo.

La corrección puede ser realizada mediante software, por ejemplo a nivel de biblioteca de software. Las instrucciones ejecutables mediante ordenador pueden ser proporcionadas utilizando cualquier medio legible por ordenador que sea accesible por medio del dispositivo. Los medios legibles por ordenador pueden incluir, por ejemplo, medios de almacenamiento informático tales como la memoria -1104- y medios de comunicación. Los medios de almacenamiento informático, tales como la memoria -1104- incluyen medios volátiles y no volátiles, extraíbles y no extraíbles, implementados en cualquier procedimiento o tecnología para el almacenamiento de información tales como instrucciones legibles por ordenador, estructuras de datos, módulos de programación u otros datos. Los medios de almacenamiento informático incluyen, pero no están limitados a ellos, RAM, ROM, EPROM, EEPROM, memorias rápidas, u otras tecnologías de memoria, CD-ROM, discos digitales versátiles (DVD) u otros almacenamientos ópticos, casetes magnéticos, cinta magnética, discos magnéticos de almacenamiento u otros dispositivos magnéticos de almacenamiento, o cualquier otro medio no transmisivo que pueda ser utilizado para almacenar información a la que se puede acceder por medio de un dispositivo informático. Por el contrario, los medios de comunicación pueden incorporar instrucciones legibles por ordenador, estructuras de datos, módulos de programación, u otros datos en una señal de datos modulada, tal como una onda portadora u otro mecanismo de transporte. Tal como está definido en esta memoria, los medios de almacenamiento informático no incluyen medios de comunicación. Por consiguiente, no se debe interpretar que un medio de almacenamiento informático sea una señal que se propaga "per se". Las señales propagadas pueden estar presentes en un medio de almacenamiento informático, pero las señales propagadas "per se" no son ejemplos de medios de almacenamiento informático. Aunque se muestran medios de almacenamiento informático (memoria -1104-) en el interior del dispositivo, se comprenderá que el almacenamiento puede estar distribuido o estar ubicado remotamente y accederse al mismo a través de una red u otro enlace de comunicación (por ejemplo, utilizando la interfaz de comunicación -1112-).

El dispositivo puede comprender un controlador -1114- de entrada/salida dispuesto para enviar información a un dispositivo de salida -1116- que puede estar separado del dispositivo o integrado en el mismo. El controlador -1114- de entrada/salida puede estar dispuesto asimismo para recibir y procesar entradas procedentes de uno o varios dispositivos de entrada -1118-, tales como un dispositivo de entrada de usuario (por ejemplo, teclado, cámara, micrófono u otro sensor). En un ejemplo, el dispositivo de salida -1116- puede actuar también como el dispositivo de entrada del usuario si es un dispositivo de pantalla táctil, y la entrada es una entrada por gestos, tal como un toque. El controlador -1114- de entrada/salida puede emitir asimismo datos a dispositivos distintos del dispositivo de salida, por ejemplo un dispositivo de impresión conectado localmente.

La corrección puede ser realizada asimismo mediante software inalterable. Alternativa, o adicionalmente, la funcionalidad descrita en esta memoria puede ser llevada a cabo, por lo menos en parte, mediante uno o varios componentes lógicos de hardware. Por ejemplo, y sin limitaciones, los tipos ilustrativos de componentes lógicos de hardware que pueden ser utilizados incluyen matrices de puertas programables "in situ" (FPGA), circuitos integrados de aplicación específica (ASIC), productos de estándares específicos por programa (ASSP), sistemas del Sistema en Chip (SOC), dispositivos lógicos programables complejos (CPLD), unidades de procesamiento de gráficos (GPU).

Los términos "ordenador", "dispositivo basado en un ordenador", "dispositivo", o "aparato", son utilizados en esta memoria para referirse a cualquier dispositivo con capacidad de procesamiento, de modo que pueda ejecutar instrucciones. Los expertos en la materia comprenderán que dichas capacidades de procesamiento están incorporadas en muchos dispositivos diferentes y por consiguiente los términos "ordenador" y "dispositivo basado en un ordenador" pueden incluir cada uno de ellos PC, servidores, teléfonos móviles (incluyendo teléfonos inteligentes), ordenadores de tableta, asistentes personales digitales y otros muchos dispositivos.

Los procedimientos y funcionalidades descritos en esta memoria pueden ser llevados a cabo mediante software en forma legible a máquina en un medio de almacenamiento tangible, por ejemplo, en forma de un programa informático que comprende medios de código de programa informático adaptados para realizar todas las funciones y las etapas de cualquiera de los procedimientos descritos en esta memoria cuando el programa es ejecutado en un ordenador y cuando el programa informático puede ser incorporado en un medio legible por ordenador. Los ejemplos de medios de almacenamiento tangibles incluyen dispositivos de almacenamiento informático que comprenden medios legibles por ordenador tales como discos, dispositivos de memoria, memorias, etc. y no incluyen señales propagadas. Las señales propagadas pueden estar presentes en un medio de almacenamiento tangible, pero las señales propagadas "per se" no son ejemplos de medios de almacenamiento tangible. El software puede ser adecuado para su ejecución en un procesador en paralelo o en un procesador en serie, de tal modo que las etapas del procedimiento puedan ser llevadas a cabo en cualquier orden adecuado o simultáneamente.

Esto reconoce que el software puede ser un producto valioso, comercializable por separado. Está previsto que incluya software que se ejecute en, o controle un hardware "mudo" o estándar, para llevar a cabo las funciones deseadas. También está previsto que abarque software que "describa" o defina la configuración de hardware, tal

como software HDL (lenguaje de descripción del hardware), tal como se utiliza para el diseño de chips de silicio o para configurar chips programables universales, con el fin de llevar a cabo las funciones deseadas.

5 Los expertos en la materia comprenderán que los dispositivos de almacenamiento utilizados para almacenar instrucciones de programa pueden estar distribuidos en una red. Por ejemplo, un ordenador remoto puede almacenar un ejemplo del proceso descrito como software. Un ordenador local o un terminal, puede acceder al ordenador remoto y descargar una parte o la totalidad del software para hacer funcionar el programa. Como alternativa, el ordenador local puede descargar fragmentos del software según se necesiten, o ejecutar algunas instrucciones del software en el terminal local y algunas en el ordenador remoto (u ordenador en red). Alternativa o
10 adicionalmente, la funcionalidad descrita en esta memoria puede ser llevada a cabo, por lo menos en parte, mediante uno o varios componentes lógicos del hardware. Por ejemplo, y sin limitación, los tipos ilustrativos de componentes lógicos del hardware que pueden ser utilizados incluyen matrices de puertas programables "in situ" (FPGA), circuitos integrados de aplicación específica (ASIC), productos estándar de aplicación específica (ASSP), sistemas del Sistema en Chip (SOC), dispositivos lógicos programables complejos (CPLD), etc.

15 Cualquier intervalo o valor del dispositivo facilitado en esta memoria puede ser extendido o alterado sin perder el efecto buscado. Asimismo, cualquier ejemplo puede ser combinado con otro ejemplo excepto que haya sido prohibido explícitamente.

20 Aunque la materia se ha descrito en un lenguaje específico para características estructurales y/o acciones, se debe comprender que la materia definida en las reivindicaciones adjuntas no está necesariamente limitada a las características o acciones específicas antes descritas. Por el contrario, se prevé que las características y acciones específicas descritas anteriormente son dadas a conocer como ejemplos de implementación de las reivindicaciones y de otras características y acciones equivalentes están comprendidas dentro del alcance de las reivindicaciones.

25 Se comprenderá que los beneficios y las ventajas antes descritos pueden referirse a una realización o pueden referirse a varias realizaciones. Las realizaciones no están limitadas a las que resuelven algunos o todos los problemas indicados o a las que disponen de algunos o todos los beneficios o ventajas indicados. Se comprenderá además que la referencia a "un" artículo se refiere a uno o varios de dichos artículos.

30 Las etapas de los procedimientos descritos en esta memoria pueden ser realizadas en cualquier orden adecuado o simultáneamente, cuando sea apropiado. Adicionalmente, pueden suprimirse bloques individuales de cualquiera de los procedimientos sin apartarse del alcance de la materia descrita en esta memoria. Aspectos de cualquiera de los ejemplos antes descritos pueden ser combinados con aspectos de cualquiera de los otros ejemplos descritos para formar otros ejemplos sin perder el efecto buscado.
35

El término "que comprende" es utilizado en esta memoria para significar la inclusión del procedimiento, de bloques o elementos identificados, pero que dichos bloques o elementos no comprenden una lista exclusiva, y un procedimiento o aparato puede contener bloques o elementos adicionales.

40 Se comprenderá que la descripción anterior se facilita solamente a modo de ejemplo y que los expertos en la materia pueden realizar diversas modificaciones. La memoria descriptiva anterior, los ejemplos y los datos proporcionan una descripción completa de la estructura y de la utilización de realizaciones a modo de ejemplo.

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo que comprende un dispositivo de corrección de datos de imagen y un dispositivo de detección de radiación ionizante, en el que el dispositivo de detección de radiación ionizante está configurado para detectar radiación ionizante en una serie de intervalos de energía transmitidos a través de un objeto (O) al que se irradia radiación desde una fuente de radiación (S), comprendiendo el dispositivo de detección de radiación:

un primer detector (D, LE, HE, E1, E2, En) para detectar radiación ionizante en un primer intervalo de energía que se transmite a través del objeto para generar unos primeros datos de imagen de la radiación (HE);

por lo menos un segundo detector (D, LE, HE, E1, E2, En) configurado en paralelo y yuxtapuesto al primer detector con un intersticio (Z_GAP , Z_GAP_1 , Z_GAP_m) intercalado entre el primer y el segundo detectores, para detectar radiación ionizante en un segundo intervalo de energía que se transmite a través del objeto para generar segundos datos de imagen de la radiación, donde el primer y el segundo intervalos de energía son diferentes;

el primer y el segundo detectores están configurados para recibir la radiación ionizante simultáneamente, de modo que los primeros y los segundos datos de imagen son generados y muestreados simultáneamente; **caracterizado por que** el dispositivo de corrección de datos de imagen comprende:

por lo menos un procesador (1102), y

por lo menos una memoria (1104) que almacena instrucciones de programa (1106, 1108) que, cuando son ejecutadas mediante dicho por lo menos un procesador, hacen que el dispositivo: determine digitalmente un valor de corrección (Z_{corr} , Z_{corr_m}) para los segundos datos de imagen de la radiación en base a la anchura (Z_GAP , Z_GAP_1 , Z_GAP_m) del intersticio y una distancia entre píxeles (PW), de modo que un muestreo dimensional es igual a la distancia entre píxeles, en el que la anchura del intersticio es menor que la distancia entre píxeles y el valor de corrección está configurado para la corrección de las imágenes en aspectos geométricos.

2. Dispositivo, según la reivindicación 1, en el que el valor de corrección, Z_{corr} , está determinado por medio de una ecuación:

$$Z_{corr} = Z_GAP / PW = Z_GAP / M * (1/PW),$$

en la que

Z_GAP representa la anchura del intersticio,

PW representa la distancia entre píxeles, tal como la anchura del primer detector,

M representa un sistema de aumento geométrico basado en $M = SDD / SOD$, donde SDD representa la distancia entre la fuente de radiación y los detectores y SOD representa la distancia entre la fuente de radiación y el objeto.

3. Dispositivo, según cualquier reivindicación anterior 1 o 2, en el que un valor corregido para el segundo detector está determinado por medio de una ecuación:

$$HEC_{i,ch} = (1 - Z_{corr}) * HE_{i,ch} + Z_{corr} * HE_{i+1,ch},$$

en la que i representa una línea o un índice de muestreo en la dirección de escaneado, y ch representa un índice del píxel.

4. Dispositivo que comprende un dispositivo de corrección de datos de imagen y un dispositivo de detección de radiación ionizante, en el que el dispositivo de detección de radiación ionizante está configurado para detectar radiación ionizante en una serie de intervalos de energía transmitidos a través de un objeto (O) al que se irradia radiación desde una fuente de radiación (S), comprendiendo el dispositivo de detección de radiación:

un primer detector (D, LE, HE, E1, E2, En) para detectar radiación ionizante en un primer intervalo de energía que se transmite a través del objeto para generar unos primeros datos de imagen de la radiación (HE);

por lo menos un segundo detector (D, LE, HE, E1, E2, En) configurado en paralelo y yuxtapuesto al primer detector con un intersticio (Z_GAP , Z_GAP_1 , Z_GAP_m) intercalado entre el primer y el segundo detectores, para detectar radiación ionizante en un segundo intervalo de energía que se transmite a través del objeto para generar unos segundos datos de imagen de la radiación, donde el primer y el segundo intervalos de energía son diferentes;

el primer y el segundo detectores están configurados para recibir la radiación ionizante simultáneamente, de modo que los primeros y segundos datos de imagen son generados y muestreados simultáneamente; **caracterizado por que** el dispositivo de corrección de datos de imagen comprende:

por lo menos un procesador (1102), y

por lo menos una memoria (1104) que almacena instrucciones de programa (1106, 1108) que, cuando son ejecutadas mediante dicho por lo menos un procesador, hacen que el dispositivo: determine digitalmente un valor de corrección (Z_{corr} , Z_{corr_m}) para los segundos datos de imagen de la radiación en base a la anchura (Z_GAP , Z_GAP_1 , Z_GAP_m) del intersticio y una distancia entre píxeles (PW) de modo que un muestreo dimensional es igual a la distancia entre píxeles, en el que la anchura del intersticio es mayor que la distancia entre píxeles y el valor de

corrección está configurado para la corrección de las imágenes en aspectos geométricos.

5. Dispositivo, según la reivindicación 4, en el que la proporción entre el intersticio Z_GAP y la distancia entre píxeles PW está determinada por medio de la ecuación:

5

$$\text{RATIO} = \text{Z_GAP_P} / \text{PW} = \text{Z_GAP} / \text{M} * (1 / \text{PW})$$

6. Dispositivo, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores 4 o 5, en el que

10 un primer valor de corrección y un segundo valor de corrección están definidos según sigue:

el primer valor de corrección representa la parte entera redondeada a la baja de la RATIO más uno; y el segundo valor de corrección representa la parte decimal de la RATIO.

15 7. Dispositivo, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores 4 a 6, en el que el valor corregido HEC está basado en la ecuación:

$$\text{HEC}_{i,\text{ch}} = (1 - \text{Zcorr}) * \text{HE}_{i+\text{zoff},\text{ch}} + \text{Zcorr} * \text{HE}_{i+\text{zoff}+1,\text{ch}}$$

20 en el que i representa una línea o un índice de muestreo en la dirección de escaneado, y ch representa un índice de píxel.

8. Dispositivo, según cualquier reivindicación anterior, en el que la distancia entre píxeles es igual a la anchura (PW) del primer detector.

25

9. Dispositivo, según cualquier reivindicación anterior, en el que se realiza un muestreo de los primeros y segundos datos de imagen de la radiación antes de determinar el valor de corrección, y el valor de corrección está configurado para ser determinado en un dominio digital.

30 10. Dispositivo, según cualquier reivindicación anterior, en el que las instrucciones de programa están configuradas además para hacer que el dispositivo:

corrija los segundos datos de imagen de la radiación en base al valor de corrección.

35 11. Dispositivo, según cualquier reivindicación anterior, en el que, además, el valor de corrección está configurado para ser recibido manualmente.

40 12. Dispositivo, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que además la primera imagen de datos de imagen de la radiación es introducida en un canal azul y en un canal verde, y los segundos datos de imagen de la radiación son introducidos en un canal rojo.

13. Dispositivo, según cualquier reivindicación anterior, en el que el segundo detector está configurado para una energía mayor que la del primer detector.

45 14. Medio de almacenamiento (1104) legible por ordenador que comprende instrucciones ejecutables (1106, 1108) para hacer que, por lo menos, un procesador (1102) de un aparato informático realice operaciones que comprenden:

detectar, por medio de un primer detector (D, LE, HE, E1, E2, En), radiación ionizante en un primer intervalo de energía que se transmite a través del objeto (O) para generar unos primeros datos de imagen de la radiación;

50 detectar, mediante un segundo detector (D, LE, HE, E1, E2, En) configurado en paralelo y yuxtapuesto al primer detector con un intersticio (Z_GAP, Z_GAP₁, Z_GAP_m) intercalado entre el primer y el segundo detectores, para detectar radiación ionizante en un segundo intervalo de energía que se transmite a través del objeto para generar unos segundos datos de imagen de la radiación, en los que el primer y el segundo intervalos de energía son diferentes;

55 recibir, mediante el primer y el segundo detectores, la radiación ionizante simultáneamente, de modo que los primeros y los segundos datos de imagen son generados y muestreados simultáneamente, y **caracterizado por** determinar un valor de corrección (Z_{corr}, Z_{corr_m}) para los segundos datos de imagen de la radiación en base a la anchura (Z_GAP, Z_GAP₁, Z_GAP_m) del intersticio y la distancia entre píxeles (PW), de modo que un muestreo dimensional es igual a la distancia entre píxeles, en el que la anchura del intersticio es menor que la distancia entre píxeles o la anchura del intersticio es mayor que la distancia entre píxeles.

15. Procedimiento, que comprende detectar mediante un primer detector (D, LE, HE, E1, E2, En), radiación ionizante en un primer intervalo de energía que se transmite a través del objeto para generar unos primeros datos de imagen de la radiación;

65 detectar mediante un segundo detector (D, LE, HE, E1, E2, En) configurado en paralelo y yuxtapuesto al primer detector con un intersticio (Z_GAP, Z_GAP₁, Z_GAP_m) intercalado entre el primer y el segundo detectores, radiación

ionizante en un segundo intervalo de energía que se transmite a través del objeto (O) para generar unos segundos datos de imagen de la radiación, en los que el primer y el segundo intervalos de energía son diferentes; recibir, mediante el primer y el segundo detectores la radiación ionizante simultáneamente, de modo que los primeros y los segundos datos de imagen son generados y muestreados simultáneamente; y **caracterizado por** determinar un valor de corrección (Z_{corr} , Z_{corr_m}) para los segundos datos de imagen de la radiación en base a la anchura (Z_{GAP} , Z_{GAP_1} , Z_{GAP_m}) del intersticio y la distancia entre píxeles (PW), de modo que un muestreo dimensional es igual a la distancia entre píxeles, en el que el valor de corrección está configurado para la corrección de las imágenes en aspectos geométricos y en el que la anchura del intersticio es menor que la distancia entre píxeles o la anchura del intersticio es mayor que la distancia entre píxeles.

5

10

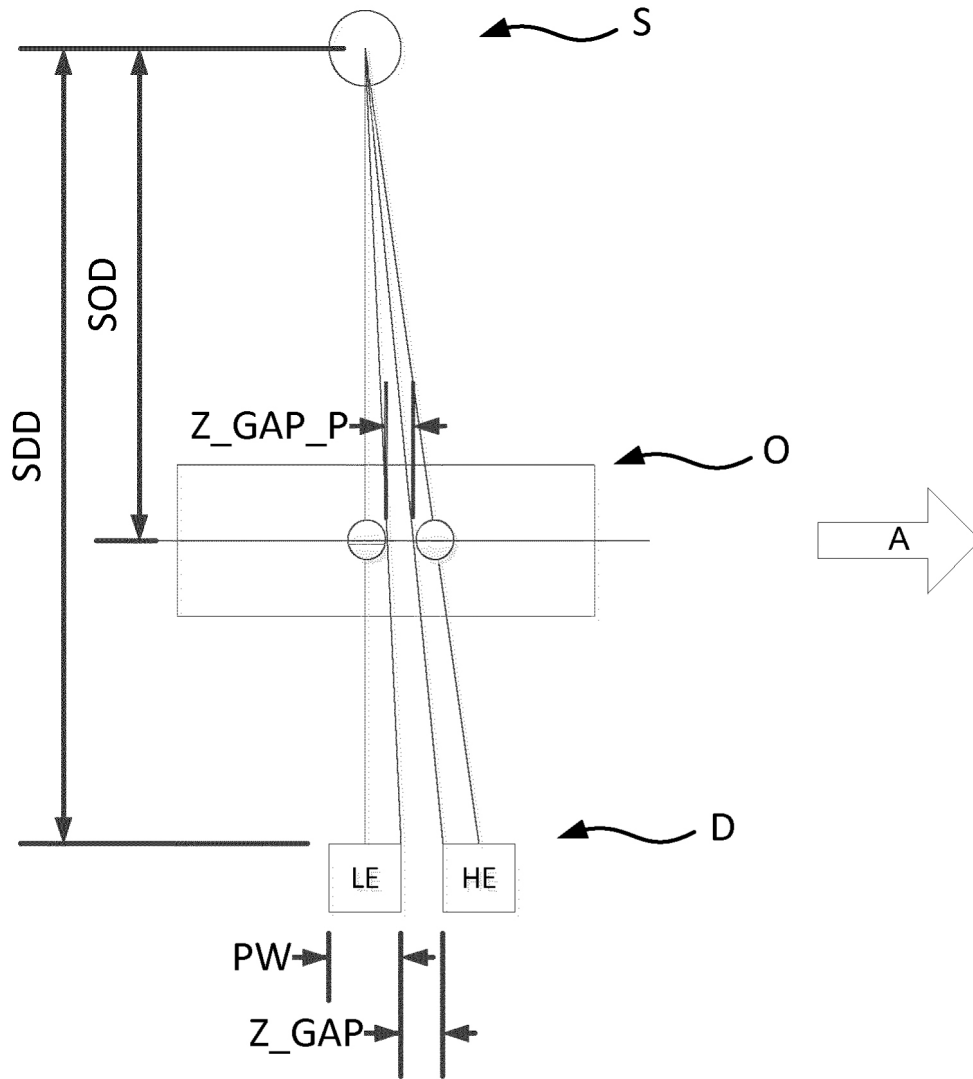


FIG. 1

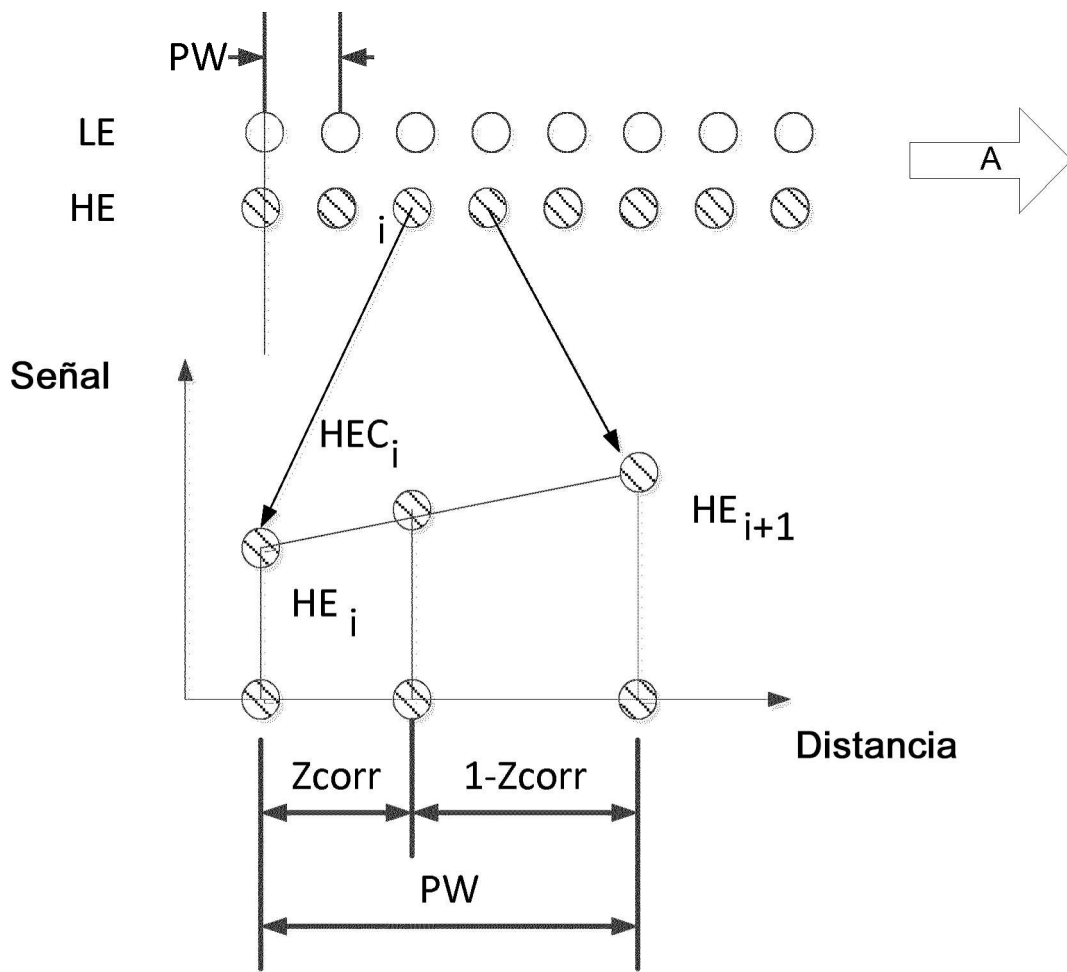


FIG. 2

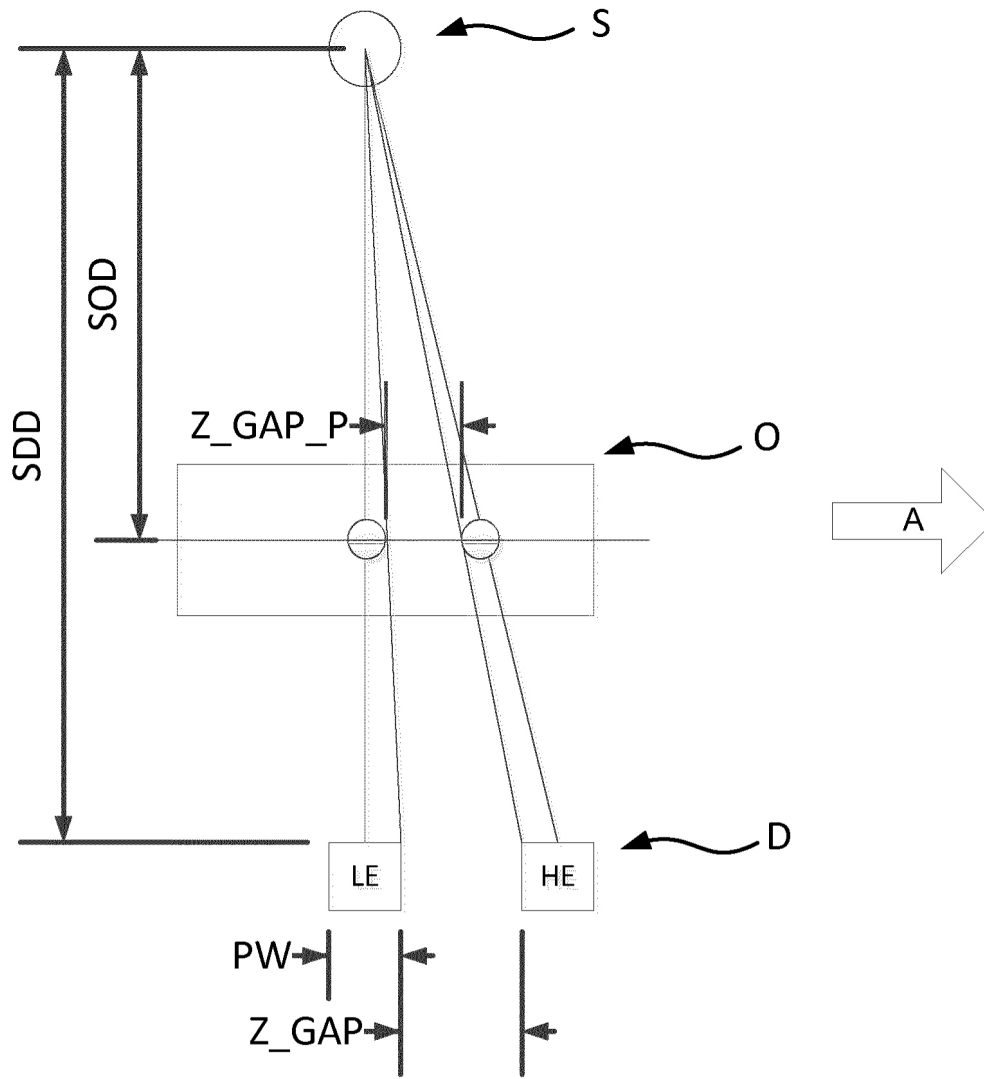


FIG. 3

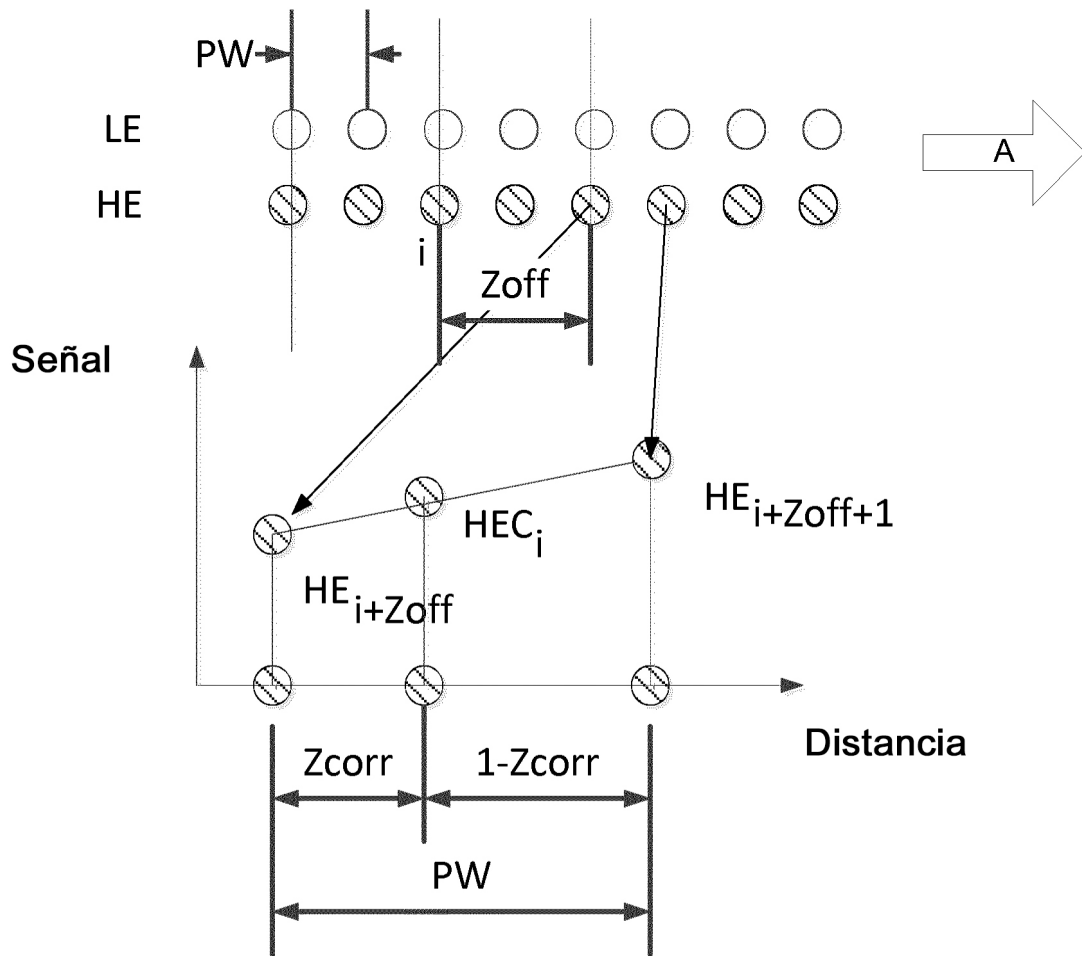


FIG. 4

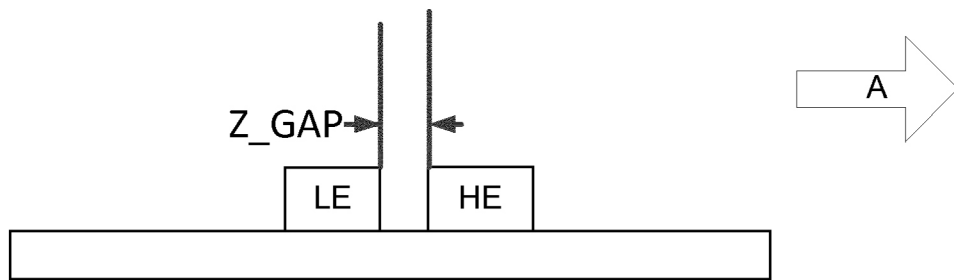


FIG. 5

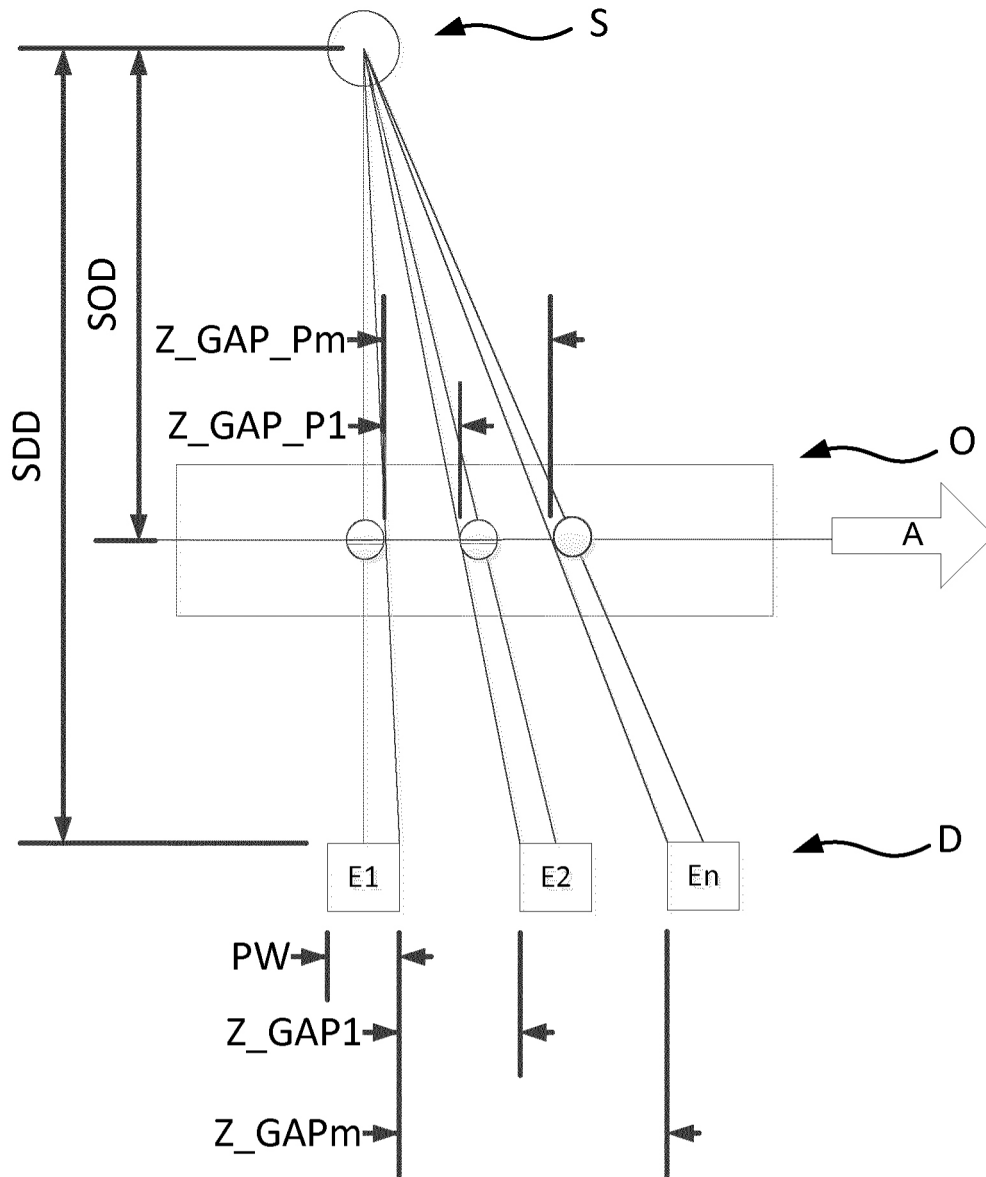


FIG. 6

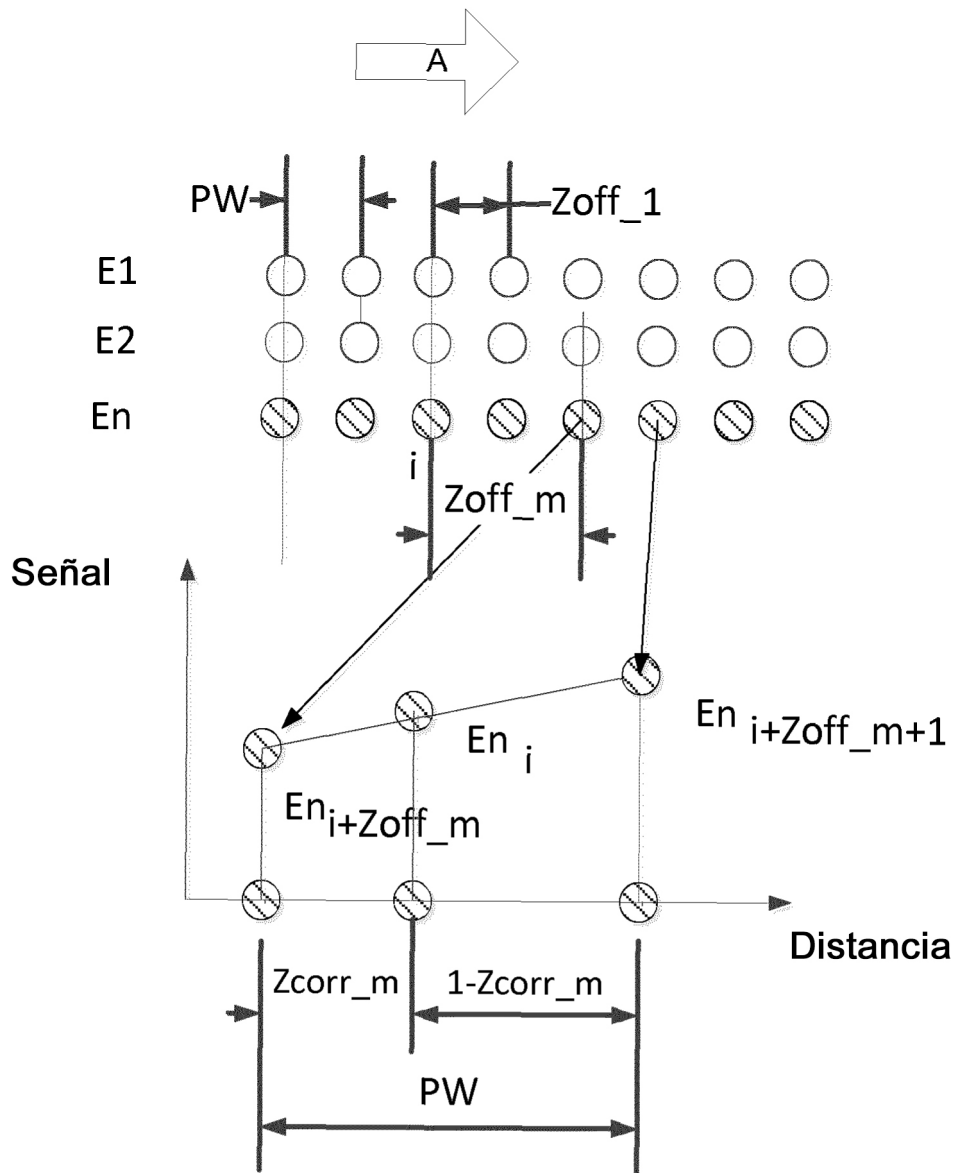


FIG. 7

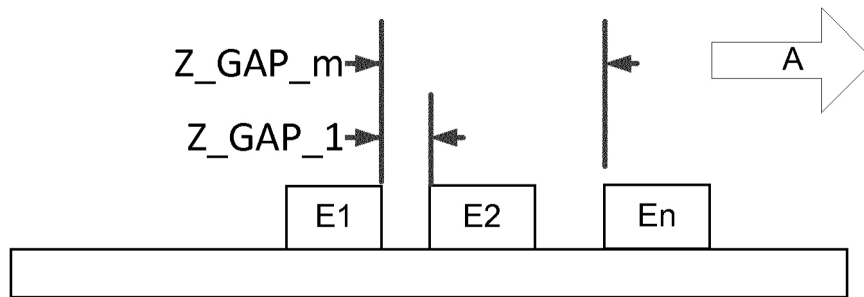


FIG. 8

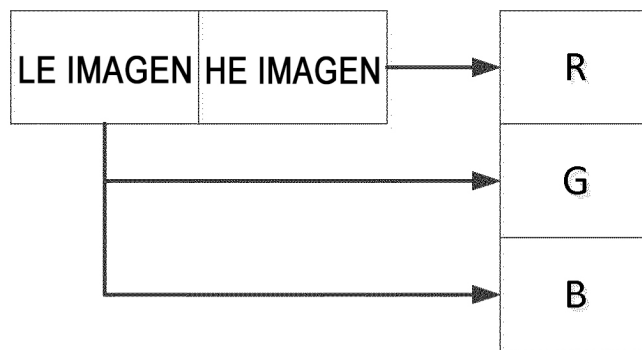


FIG. 9

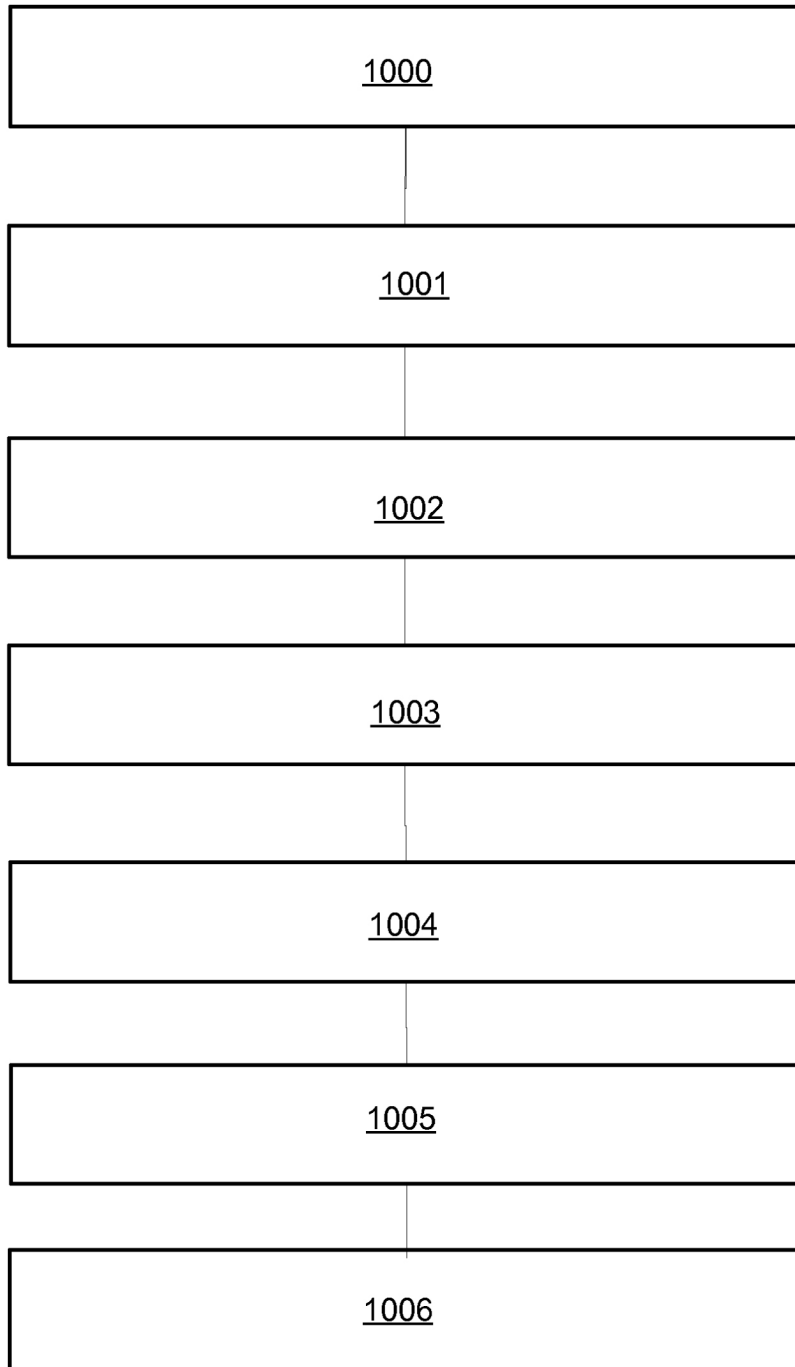


FIG. 10

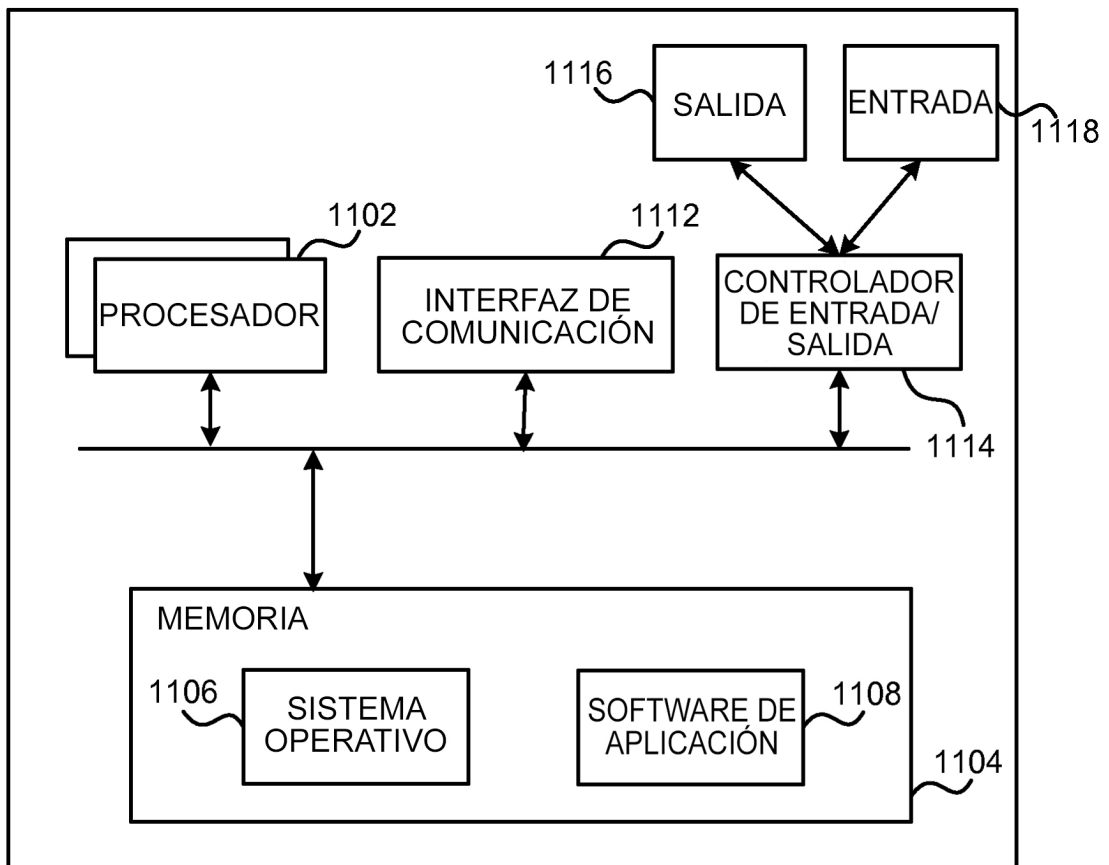


FIG. 11