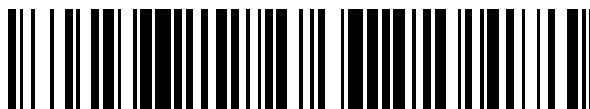


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 742 655**

51 Int. Cl.:

G01S 13/88 (2006.01)

G01V 8/00 (2006.01)

G01S 13/89 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **17.06.2014** **PCT/FR2014/051499**

87 Fecha y número de publicación internacional: **24.12.2014** **WO14202895**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **17.06.2014** **E 14739883 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **12.06.2019** **EP 3011361**

54 Título: **Dispositivo portátil de formación de imágenes de hiperfrecuencia que comprende un dispositivo de este tipo y el correspondiente procedimiento de formación de imágenes**

30 Prioridad:

18.06.2013 FR 1355722

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

17.02.2020

73 Titular/es:

**MICROWAVE CHARACTERIZATION CENTER
(100.0%)**

**10 rue Hubble, Parc de la Haute Borne-Bâtiment 7
59262 Sainghin en Melantois, FR**

72 Inventor/es:

**VELLAS, NICOLAS;
THOUVENIN, NICOLAS;
GAQUIERE, CHRISTOPHE;
JONNIAU, SYLVAIN;
CLEMENCE, FLORENT y
WERQUIN, MATTHIEU**

74 Agente/Representante:

VEIGA SERRANO, Mikel

ES 2 742 655 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

Dispositivo portátil de formación de imágenes de hiperfrecuencia que comprende un dispositivo de este tipo y el correspondiente procedimiento de formación de imágenes

Sector de la técnica

La presente invención se refiere a un dispositivo portátil de formación de imágenes, un sistema que comprende un dispositivo de este tipo y el correspondiente procedimiento de formación de imágenes. La presente invención se refiere particularmente a la formación de imágenes de hiperfrecuencia, y en particular a la formación de imágenes radiométricas.

Estado de la técnica

La invención tiene por objeto, en particular, permitir la detección de objetos transportados por pasajeros o contenidos en el equipaje de forma fiable y sencilla.

Los requisitos de seguridad se han incrementado con el aumento de los riesgos, incluidos los riesgos por atentado. Se han desarrollado o se están desarrollando varios sistemas de detección para cumplir con estos requisitos.

Existen sistemas activos que permiten realizar imágenes a distancias de menos de 1 metro. Tales sistemas, por ejemplo, los detectores de metales de aeropuertos, utilizan la radiometría para detectar cualquier objeto (metálico o no) transportado por pasajeros, especialmente debajo de la ropa, con una resolución de menos de 1 cm. Dichos sistemas incluyen una gran cantidad de sensores asociados con un sistema de escaneo para escanear completamente una persona en un mínimo de tiempo y a distancias cortas. Sin embargo, tales dispositivos son voluminosos y pueden ser difíciles de mover.

Igualmente, existen sistemas móviles pasivos para imágenes a distancias de menos de unos 10 metros. Dichos sistemas son portátiles y permiten mostrar objetos ocultos por personas debajo de su ropa con una resolución de 1 a 10 cm, o incluso escanear el contenido del equipaje desatendido. Tales sistemas incluyen un número mucho más pequeño de sensores que los sistemas activos descritos anteriormente, y están asociados con un sistema de escaneo mecánico que permite escanear un área más grande o más pequeña. Sin embargo, tales sistemas, aunque transportables, siguen estando limitados a su desplazamiento, lo que aumenta la duración de la intervención en una ubicación remota.

Por lo tanto, no existe un dispositivo de detección portátil, incluido el de una sola mano, que permita escanear la ropa que usa una persona o para asignar rápidamente el contenido del equipaje que se deja desatendido en un lugar público como un estación o aeropuerto.

Sin embargo, el desarrollo de un dispositivo de este tipo requiere cumplir requisitos mutuamente incompatibles, como una alta resolución espacial por un lado y un bajo factor de ruido del sensor o una gran profundidad de detección por el otro, o bien, un sistema óptico compacto y ligero por un lado, y un bajo consumo de energía o bajas pérdidas térmicas por otro lado.

El documento US 5 886 664 describe un sistema para adquirir y visualizar datos radiométricos. El sistema tiene un conjunto detector con una flecha. Un radiómetro está conectado a un extremo de la pluma. El radiómetro incluye un cabezal sensor que incluye una antena cónica para adquirir datos radiométricos de un área de interés. Un telémetro está construido y dispuesto para proporcionar datos de ubicación indicativos de una posición del cabezal del sensor, y un procesador de datos está conectado para recibir datos de ubicación procedentes del telémetro y datos radiométricos desde el radiómetro. El procesador de datos incluye un circuito de procesamiento de señales y una pantalla conectada al ordenador.

El documento US 2012/26336 describe un procedimiento y un sistema de integración de formación de imágenes por ondas milimétricas mejorados. El procedimiento comprende realizar una primera exploración por ondas milimétricas de un objetivo y procesar la primera exploración para generar imágenes por ondas milimétricas del objetivo. Además, el procedimiento comprende procesar una segunda exploración por ondas milimétricas del objetivo cuando el objetivo está estacionario, y la integración de la primera exploración y la segunda exploración para aumentar la resolución de la imagen por ondas milimétricas.

Objeto de la invención

La presente invención tiene como objetivo resolver los diversos problemas técnicos mencionados anteriormente. En particular, la presente invención tiene como objetivo proporcionar un dispositivo portátil para obtener la profundidad de penetración, resolución espacial, tamaño y consumo de energía deseados.

Por lo tanto, la presente invención tiene como objetivo proporcionar un dispositivo de detección que permita

visualizar objetos a través de diferentes materiales (como plásticos, papel, tejidos, madera, ...), con una resolución espacial de menos de 1 metro, preferiblemente menos de 50 cm y más preferiblemente menos de 2 cm, teniendo una masa menor de 5 kg, preferiblemente menos de 3 kg y más preferiblemente menos de 1 kg, teniendo una alta tasa de recuperación de imagen y bajo consumo de energía.

Por lo tanto, de acuerdo con un aspecto, se proporciona un dispositivo portátil de formación de imágenes, concretamente para el escaneo manual, que comprende un bastidor y al menos un sensor de hiperfrecuencia, preferiblemente radiométrico, montado en el bastidor. El sensor de hiperfrecuencia está configurado para capturar la radiación electromagnética emitida o reflejada por un cuerpo u objeto en una zona de detección del sensor de hiperfrecuencia, y para transformarlos en una primera señal representativa de dicha radiación. El dispositivo también incluye:

- un primer medio de conexión para conectar el dispositivo de formación de imágenes a un medio de medición del desplazamiento, estando configurado el medio de medición del desplazamiento para emitir una segunda señal representativa del desplazamiento de la zona de detección, y
- un segundo medio de conexión para conectar el dispositivo de formación de imágenes a una unidad de procesamiento, recibiendo la unidad de procesamiento a la entrada la primera señal y la segunda señal, y estando configurado para formar y, opcionalmente, mostrar en una pantalla, una imagen de hiperfrecuencia constituida por píxeles.

Durante el desplazamiento del bastidor para explorar puntos de un cuerpo u objeto en la zona de detección, la unidad de procesamiento está configurada para formar, y opcionalmente mostrar, de forma iterativa, dicha imagen de hiperfrecuencia:

- detectando, a partir de la segunda señal, un desplazamiento determinado de la zona de detección entre una primera posición y una segunda posición,
- agregando un píxel adicional en la imagen de hiperfrecuencia, posicionado con relación al píxel anterior en función de dicho desplazamiento detectado, y
- dando a dicho píxel adicional un valor de la primera señal determinada cuando la zona de detección está en la segunda posición.

En particular, la unidad de procesamiento está configurada para modificar el tamaño, y opcionalmente la posición, de los píxeles de la imagen, al agregar un píxel adicional.

De este modo, mediante el uso de un medio de medición del desplazamiento, es posible reconstruir una imagen de hiperfrecuencia a partir de las señales emitidas por uno o más sensores. En particular, las diversas mediciones realizadas por el sensor se utilizan para formar, cada una, un píxel diferente de la imagen de hiperfrecuencia, estando posicionados los píxeles uno respecto al otro gracias a los datos del medio de medición del desplazamiento.

Los píxeles ya mostrados se vuelven más pequeños a medida que avanza la exploración, y se reorganizan en la imagen de acuerdo con la posición de los píxeles adicionales agregados.

El término sensor de hiperfrecuencia, y en particular sensor radiométrico, significa un sensor capaz de medir frecuencias electromagnéticas entre 10⁷ Hz y 10¹⁴ Hz, preferiblemente entre 10⁹ Hz y 10¹³ Hz.

Preferiblemente, el dispositivo comprende entre uno y diez sensores de hiperfrecuencia, preferiblemente un solo sensor de hiperfrecuencia. El uso de un medio de medición del desplazamiento permite reconstruir una imagen a partir de un número limitado de sensores. En particular, el uso de un pequeño número de sensores, y en particular de un solo sensor, permite obtener una ganancia de peso del dispositivo, así como un ahorro en términos de energía.

Preferiblemente, el sensor de hiperfrecuencia es un sensor radiométrico. En este caso, la imagen de hiperfrecuencia también puede denominarse "imagen radiométrica".

Preferiblemente, el desplazamiento del bastidor para explorar puntos de un cuerpo u objeto en la zona de detección comprende un movimiento manual. El uso de un medio de medición del desplazamiento permite prescindir de un medio de exploración mecánico complejo, pesado y voluminoso. De este modo, el operador mueve manualmente el dispositivo de formación de imágenes, de modo que la zona de detección del sensor barre el cuerpo u objeto a controlar.

Preferiblemente, el medio de medición del desplazamiento comprende una unidad inercial. La unidad inercial puede comprender tres giroscopios, tres acelerómetros y tres magnetómetros, para medir los desplazamientos y rotaciones en las tres direcciones del espacio, y así determinar en tiempo real la posición de la zona de detección del sensor en el cuerpo u objeto escaneado

Preferiblemente, la segunda señal corresponde a un desplazamiento del sensor, y en particular al de una antena de detección del sensor.

Preferiblemente, el primer y el segundo medio de conexión forman un único medio de conexión. El único medio de conexión permite, por lo tanto, conectar el dispositivo de formación de imágenes portátil a un dispositivo externo que comprende un medio para medir el desplazamiento y una unidad de procesamiento, por ejemplo, un ordenador integrado en un teléfono o teléfono inteligente (en inglés *smartphone*). El dispositivo externo preferiblemente forma parte solidaria del bastidor del dispositivo de formación de imágenes, de modo que el medio de medición del desplazamiento del dispositivo externo puede medir los movimientos del sensor del dispositivo de formación de imágenes.

Preferiblemente, el bastidor también comprende una cámara configurada para capturar la radiación visible emitida o reflejada en la zona de detección y para transformarla en una tercera señal representativa de dichas radiaciones, y la unidad de procesamiento está configurada para: formar una imagen visible correspondiente a la tercera señal, superponer la imagen de hiperfrecuencia y la imagen visible y, opcionalmente, modificar una parte de dicha imagen de hiperfrecuencia. La imagen visible se utiliza, en combinación con la imagen de hiperfrecuencia, para mejorar la detección de objetos ocultos y/o evitar el uso indebido y proteger la dignidad de las personas. La imagen de hiperfrecuencia se puede usar para detectar los objetos y se superpondrá con la imagen visible.

Preferiblemente, el desplazamiento determinado es sustancialmente igual a la dimensión de la zona de detección.

De acuerdo con una realización, el sensor está configurado para capturar la radiación colimada y la dimensión de la zona de detección es igual a la dimensión de la radiación colimada.

De acuerdo con otra realización, el bastidor o el medio de medición del desplazamiento comprende además un medio de medición de la distancia entre el sensor de hiperfrecuencia y el cuerpo u objeto, y la dimensión de la zona de detección se determina en función de la distancia medida entre el sensor de hiperfrecuencia y el cuerpo u objeto. Para conocer la dimensión de la zona de detección en el caso de una radiación enfocada, es necesario conocer la distancia entre el cuerpo o el objeto y el sensor. El sensor puede ser un sensor de infrarrojos o cualquier otro sensor de distancia.

Preferiblemente, la unidad de procesamiento está montada en el bastidor.

Preferiblemente, el medio de medición del desplazamiento está montado en el bastidor.

En particular, al integrar en el dispositivo de formación de imágenes la unidad de procesamiento, el medio de medición del desplazamiento y opcionalmente un medio de visualización, es posible obtener un dispositivo de formación de imágenes completo y autónomo que se puede usar directamente y rápidamente por un operador.

De acuerdo con otro aspecto, la invención también se refiere a un sistema de formación de imágenes que comprende un dispositivo de formación de imágenes como se describe anteriormente, una unidad de procesamiento y un medio de medición del desplazamiento del sensor. De acuerdo con este otro aspecto, la unidad de procesamiento y el medio de medición del desplazamiento pueden ser distintos del dispositivo de formación de imágenes.

Preferiblemente, el medio de medición del desplazamiento del sensor y/o la unidad de procesamiento están montados en un ordenador, posiblemente portátil, o un teléfono móvil. Para limitar el consumo de energía del dispositivo de formación de imágenes debido al procesamiento informático de la información, la unidad de procesamiento puede ser distinta de la del dispositivo de formación de imágenes. En este caso, los datos se envían a la unidad de procesamiento mediante un cable o un enlace inalámbrico (tipo Wifi o Bluetooth) y los datos procesados se devuelven al dispositivo de formación de imágenes para permitir, por ejemplo, su visualización.

De acuerdo con otro aspecto, la invención también se refiere a un procedimiento de exploración de hiperfrecuencia, en particular un procedimiento manual, que comprende:

- una etapa de adquisición de la radiación electromagnética de hiperfrecuencia emitida por un cuerpo u objeto en una zona de detección, para emitir una primera señal representativa de dicha radiación,
- una etapa de medición del desplazamiento para emitir una segunda señal representativa del desplazamiento de la zona de detección,
- una etapa de formación, a partir de la primera señal y la segunda señal, de una imagen de hiperfrecuencia constituida por píxeles, destinada a ser visualizada en una pantalla.

En particular, durante una exploración de los puntos de un cuerpo u objeto en la zona de detección, se forma, y opcionalmente se muestra, de forma iterativa, dicha imagen de hiperfrecuencia:

- detectando, a partir de la segunda señal, un desplazamiento determinado de la zona de detección entre una

- primera posición y una segunda posición,
- agregando un píxel adicional en la imagen de hiperfrecuencia, posicionado con relación al píxel anterior en función de dicho desplazamiento detectado, y
- dando a dicho píxel adicional un valor de la primera señal determinada cuando la zona de detección está en la segunda posición.

En particular, el tamaño, y opcionalmente la posición, de los píxeles de la imagen se modifica al agregar un píxel adicional en la imagen de hiperfrecuencia.

Por lo tanto, durante la exploración de un cuerpo o un objeto, se graban sucesivamente los diferentes píxeles destinados a formar la imagen de hiperfrecuencia del cuerpo u objeto escaneado.

Los píxeles ya mostrados se vuelven más pequeños a medida que avanza la exploración, y se reorganizan en la imagen en función de la posición de los píxeles adicionales agregados.

Preferiblemente, la exploración de los puntos de un cuerpo u objeto en la zona de detección comprende una exploración manual.

Preferiblemente, el procedimiento también comprende, antes de las etapas de formación progresiva de dicha imagen de hiperfrecuencia, una etapa de inicialización en la que se mide la radiación emitida en la zona de detección para obtener un primer valor de la primera señal, y se forma un primer píxel en la imagen de hiperfrecuencia con dicho valor de la primera señal.

Preferiblemente, la exploración de los puntos del cuerpo u objeto se detiene cuando la imagen de hiperfrecuencia formada representa la parte del cuerpo u objeto deseado.

Descripción de las figuras

La invención y sus ventajas se entenderán mejor al leer la descripción detallada de tres realizaciones particulares tomadas como ejemplos no limitativos e ilustradas por los dibujos adjuntos, en los que:

- la figura 1 es una vista esquemática de una primera realización de un dispositivo de formación de imágenes de acuerdo con la invención,
- la figura 2 es una vista esquemática de una segunda realización de un dispositivo de formación de imágenes de acuerdo con la invención,
- la figura 3 es una vista esquemática de una tercera realización de un dispositivo de formación de imágenes de acuerdo con la invención,
- las figuras 4A a 4D representan las imágenes sucesivas de hiperfrecuencia formadas y opcionalmente visualizadas de acuerdo con la invención, durante una exploración, y
- la figura 5 representa un ejemplo de diagrama de flujo de una realización de un procedimiento de acuerdo con la invención.

Descripción detallada de la invención

La figura 1 ilustra esquemáticamente una primera realización ilustrativa de un dispositivo de formación de imágenes 1 de acuerdo con la invención.

En la primera realización, el dispositivo de formación de imágenes 1 comprende un bastidor 2 con un receptor 3, un medio de medición del desplazamiento 4 y una unidad de procesamiento 5. El dispositivo de formación de imágenes 1 también comprende una cámara 6 capaz de detectar radiación en el rango visible y un medio de visualización 7 para visualizar la imagen del objeto escaneado. Por último, el dispositivo de formación de imágenes incluye una batería 8 y un mango 9 que permite que sea autónomo y portátil, para un uso fácil y rápido.

El sensor 3 es un sensor de hiperfrecuencia. El sensor 3 puede ser un sensor activo o pasivo. En particular, el sensor 3 puede ser un sensor radiométrico pasivo que mide una señal de ruido gaussiana correspondiente a la radiación emitida por los cuerpos cuya temperatura es diferente de cero grados Kelvin. Como alternativa, el sensor 3 puede ser un sensor activo en el que se emite una señal hacia el cuerpo, por ejemplo una señal de ruido, para aumentar la sensibilidad y/o la precisión de la medición realizada por el sensor 3. Como alternativa, el sensor 3 puede ser un sensor activo en el que se emite una señal periódica conocida hacia el cuerpo y en el que el sensor determina las diferencias de amplitud y de fase de la señal medida con respecto a la señal transmitida.

En el ejemplo descrito a continuación, consideramos que el sensor 3 es un sensor radiométrico o radiómetro. El sensor 3 comprende concretamente una antena 10 para capturar la radiación a detectar, y un receptor 11 para procesar la radiación captada por la antena y emitir una primera señal representativa de dicha radiación. Opcionalmente, en el dispositivo de formación de imágenes puede estar prevista una óptica 12 específica para el

sensor radiométrico, entre la antena y el cuerpo u objeto a escanear.

El receptor **11** puede tener diferentes arquitecturas dependiendo de la tecnología seleccionada y/o la precisión de medición deseada.

5 Para un radiómetro de potencia total, que presenta la arquitectura de procesamiento más simple, la señal emitida por el cuerpo u objeto y recogida por la antena **10** es amplificada por un amplificador de bajo ruido LNA (en inglés: "low noise amplifier"). La señal amplificada es procesada por un filtro de paso de banda y luego por un detector cuadrático para transformar la potencia de la señal filtrada y amplificada en un voltaje casi continuo. A continuación, un integrador analógico o digital disminuye la tensión para optimizar la sensibilidad. El radiómetro de máxima potencia tiene la mejor sensibilidad, en comparación con otros radiómetros, porque la antena está conectada directamente al amplificador, pero debe calibrarse con frecuencia para minimizar las variaciones de ganancia y de temperatura de ruido.

15 El radiómetro de Dicke permite limitar el problema de estabilidad debido a variaciones de ganancia. En el radiómetro de Dicke, las variaciones de ganancia se compensan mediante una calibración periódica, con una frecuencia determinada, en la entrada del receptor gracias a una carga de referencia, asimilable a una fuente de ruido, que está asociada con un detector síncrono. De este modo, el radiómetro permite medir la diferencia entre la temperatura de la antena y la temperatura de ruido equivalente de la carga de referencia. La medición del receptor se realiza alternativamente, a la frecuencia dada, ya sea en la antena o en la referencia. La tensión de salida ya no depende de la temperatura de ruido del sistema, sino que depende de la ganancia del sistema, y la sensibilidad del radiómetro se reduce a la mitad en comparación con el radiómetro de potencia total.

25 El radiómetro de adición de ruido también permite reducir el impacto de las variaciones de ganancia. El radiómetro de adición de ruido comprende un acoplador direccional montado entre la antena y el amplificador LNA, permitiendo el acoplador direccional la inyección de ruido de una referencia controlada a una frecuencia determinada. La medición del receptor se realiza alternativamente, a la frecuencia dada, con o sin ruido de la referencia. La tensión de salida ya no depende de la ganancia.

30 El radiómetro de inyección de ruido es una combinación del radiómetro de Dicke y el radiómetro de adición de ruido. El nivel de ruido inyectado se ajusta mediante un bucle de retroalimentación, para obtener un voltaje a la salida del receptor nulo.

35 El radiómetro con dos referencias tiene la particularidad de ser poco sensible a la temperatura de ruido equivalente del receptor, y a las variaciones en la ganancia y la sensibilidad del detector. El radiómetro comprende dos referencias y un interruptor montado entre la antena y el amplificador LNA. El interruptor permite medir alternativamente la temperatura de la antena o de una de las dos referencias. El radiómetro de dos referencias ofrece un rendimiento mucho mayor que el radiómetro de Dicke, mediante la elección adecuada de dos referencias.

40 Por último, hay otros tipos de arquitecturas de radiómetros, tales como: las arquitecturas de correlación, interferometría, inyección de ruido pulsado, de Hach, de Graham, ..., y combinaciones de estas arquitecturas.

Cualquiera que sea la arquitectura, el receptor **11** puede estar basado en la detección homodina o heterodina.

45 Finalmente, según el caso, el receptor **11** también puede comprender una tarjeta de adquisición digital para adquirir los datos y controlar diferentes parámetros.

50 El sensor **3** proporciona por lo tanto una primera señal representativa de la radiación captada por la antena **10**. La primera señal se transmite a la unidad de procesamiento **5** que está conectada al sensor **3** por un medio de conexión, en este caso un cable de transmisión de datos (no mostrado).

55 El medio de medición del desplazamiento **4** permite medir los diferentes movimientos del bastidor en el que está montado de forma solidaria, y así medir los diferentes movimientos del sensor **3**. El medio de medición del desplazamiento **4** puede ser una unidad inercial. Una unidad inercial puede comprender tres acelerómetros, tres giroscopios y tres magnetómetros, y así permitir medir los desplazamientos (traslaciones y rotaciones) del bastidor en las tres direcciones del espacio.

60 El medio de medición del desplazamiento **4** proporciona por lo tanto una segunda señal representativa del desplazamiento de la zona de detección del sensor **3**. La segunda señal se transmite a la unidad de procesamiento **5** que está conectada al medio de medición del desplazamiento mediante un medio de conexión, en este caso un cable de transmisión de datos (no mostrado).

65 La unidad de tratamiento **5** recibe la primera señal y la segunda señal, y emite, a la salida, una imagen de hiperfrecuencia que se transmite al medio de visualización **7**. La imagen de hiperfrecuencia se construye a medida que el cuerpo u objeto es escaneado por la zona de detección del sensor **3**. Más exactamente, a cada desplazamiento determinado de la zona de detección está asociado, por la unidad de procesamiento, un valor de la

primera señal que constituye un píxel de la imagen de hiperfrecuencia y se agrega, en función del desplazamiento determinado, en la imagen de hiperfrecuencia. La formación de la imagen comienza cuando el operador inicia la detección del dispositivo de formación de imágenes; a continuación, el operador escanea el cuerpo u objeto a verificar y la formación de la imagen finaliza cuando el operador detiene la detección del dispositivo de formación de imágenes. Por lo tanto, está claro que la imagen de hiperfrecuencia se forma gradualmente: al principio, la imagen de hiperfrecuencia comprende solo un píxel (que corresponde al primer valor de la primera señal), luego se agregan píxeles adicionales para completar la imagen de hiperfrecuencia hasta la detección del escaneo. La imagen de hiperfrecuencia está formada por los diversos píxeles añadidos.

Teniendo en cuenta que el periodo de adquisición del sensor **7** es de 200 μ s, entonces un píxel se mide cada 200 μ s. En otras palabras, el operador puede mover el dispositivo de formación de imágenes muy rápidamente para reconstruir la imagen del objeto o cuerpo escaneado. En dos segundos, la imagen puede incluir hasta 10.000 píxeles. Si el usuario vuelve varias veces a la misma área del cuerpo u objeto, entonces se pueden promediar las mediciones de cada píxel correspondiente a dicha área para aumentar la sensibilidad de la medida. Así, cuando el operador mueve el dispositivo de formación de imágenes **1** para escanear una superficie, se puede mostrar un píxel adicional cada 200 μ s; si el desplazamiento es lento, entonces varios píxeles sucesivos pueden corresponder a la misma área del cuerpo u objeto escaneado, y los valores de los píxeles pueden promediarse para reducir la relación señal/ruido.

La evolución de la imagen de hiperfrecuencia se puede transmitir así al medio de visualización **7** para mostrarse y permitir al operador visualizar la parte del cuerpo u objeto ya escaneado.

La resolución espacial del dispositivo de formación de imágenes **1** está por tanto asociada con el disco de Airy del sensor. El radio del disco de Airy es inversamente proporcional a la abertura de la óptica del sensor **3**. Por lo tanto, considerando una abertura D de 10 cm, una frecuencia del sensor de aproximadamente 90 GHz, obtenemos entonces un radio para el disco de Airy de aproximadamente 4 cm, para una distancia de 1 m entre el cuerpo u objeto y el sensor **3**. Más exactamente, dos objetos son discernibles si están separados por 4 cm.

Por lo tanto, considerando píxeles de lados iguales al radio del disco de Airy, el operador puede parametrizar el dispositivo de formación de imágenes **1** de tal manera que un desplazamiento determinado del área de detección inferior a la mitad del radio del disco de Airy se promedia con el último píxel registrado, y un desplazamiento determinado de la zona de detección superior a la mitad del radio del disco de Airy se promedia con el siguiente píxel cuya posición relativa al píxel anterior corresponde a una distancia igual al radio del disco de Airy.

El operador puede realizar la exploración libremente, siempre que el medio de medición del desplazamiento **4** sea capaz de identificar el movimiento de la exploración. Por lo tanto, de acuerdo con una primera implementación de la exploración, el operador puede mover el dispositivo de formación de imágenes **1**, y por lo tanto el sensor **3**, en un plano paralelo a la superficie del cuerpo u objeto a escanear. En este caso, la segunda señal emitida por el medio de medición del desplazamiento corresponde a un movimiento de traslación, y la imagen de hiperfrecuencia obtenida tendrá la forma de la trayectoria recorrida por el dispositivo de formación de imágenes en el plano paralelo a la superficie del objeto o cuerpo explorado.

Como alternativa, el operador puede mantener el dispositivo de formación de imágenes **1** en una posición determinada y escanear el cuerpo u objeto simplemente moviendo la muñeca. En este caso, la información transmitida por el medio de medición del desplazamiento **4** corresponderá a la vez a los movimientos de rotación y opcionalmente de traslación si el sensor no está dispuesto en uno de los ejes de rotación. Además, para conocer el tamaño de las superficies escaneadas sucesivamente por el sensor **3**, el dispositivo de formación de imágenes **1** también puede comprender un sensor de distancia (no mostrado) para determinar la distancia entre el dispositivo de formación de imágenes **1** y el cuerpo u objeto escaneado. El sensor de distancia puede ser un sensor de infrarrojos o un sensor de distancia integrado en la cámara **6**.

Por ejemplo, una exploración que describe un cuadrado dará sucesivamente, en una pantalla de visualización, las imágenes de hiperfrecuencia ilustradas en las Figuras **4A** a **4D**. En la figura **4A**, la imagen de hiperfrecuencia está formada por un solo píxel (píxel 1) que se representa en la pantalla de visualización, por ejemplo, en toda la pantalla de visualización. En la figura **4B**, la imagen de hiperfrecuencia está formada por los dos primeros píxeles (píxel 1 y píxel 2) que están representados en la pantalla de visualización. A continuación, la imagen de hiperfrecuencia está formada por tres píxeles que se muestran (píxel 1, píxel 2 y píxel 3), estando el resto de la pantalla de visualización "inactivo". Finalmente, en la figura **4D**, la exploración se completa y la pantalla muestra los cuatro píxeles (píxel 1, píxel 2, píxel 3, píxel 4) que representan la totalidad del cuerpo u objeto escaneado y forman la imagen de hiperfrecuencia final.

Como alternativa, si un operador escanea un cuerpo o un objeto moviendo la zona de detección del sensor formando una "Z" sobre el cuerpo u objeto a escanear, entonces los píxeles de la imagen de hiperfrecuencia se ordenarán en la imagen de hiperfrecuencia para formar igualmente una "Z" (estando el resto de la pantalla inactiva).

Finalmente, para mejorar la detección de objetos en el cuerpo escaneado y para proteger la privacidad de la persona

escaneada, el dispositivo de formación de imágenes **1** comprende la cámara **6** capaz de capturar la radiación en el rango visible. La cámara **6** puede ser una cámara convencional, formada por células fotosensibles, como las que se pueden encontrar en las cámaras digitales. En el dispositivo de formación de imágenes **1** puede disponerse una óptica **13** delante del objetivo de la cámara **6**, con el fin de mejorar las propiedades ópticas de la cámara. Las señales emitidas por la cámara se transmiten a la unidad de procesamiento **5** que está conectada a la cámara por un medio de conexión, en este caso un cable de transmisión de datos (no mostrado). La unidad de procesamiento puede entonces superponer las imágenes obtenidas con el sensor **3** y con la cámara **6** con el fin de obtener una imagen más completa y fácilmente analizable para el operador.

La figura **2** representa una segunda realización de la invención en la que las referencias idénticas a la figura **1** designan los mismos elementos. La figura **2** representa un sistema de formación de imágenes **14** que comprende un dispositivo de formación de imágenes **1**. En el sistema de formación de imágenes **14**, la unidad de procesamiento, y opcionalmente los medios de visualización, ya no están montados en el bastidor **2** del dispositivo de formación de imágenes **1**, sino que están integrados en un dispositivo externo **15** conectado al dispositivo de formación de imágenes **1**, por ejemplo un ordenador.

El dispositivo de formación de imágenes **1** comprende por lo tanto un medio de conexión para conectar el dispositivo de formación de imágenes **1** al dispositivo externo **15**. El medio de conexión pueden ser un cable de datos o un enlace inalámbrico que permite comunicar datos entre el dispositivo de formación de imágenes **1** y el dispositivo externo **15**. En el caso de la realización mostrada en la figura **2**, el dispositivo externo **15** permite procesar la primera señal y la segunda señal emitidas por el medio de medición del desplazamiento **4** y el sensor **3**, así como la señal que proviene de la cámara, y proporcionar la imagen de hiperfrecuencia. El dispositivo externo **15** también puede comprender un medio de visualización, por ejemplo una pantalla, para visualizar la imagen de hiperfrecuencia. Como alternativa, el dispositivo externo **15** puede comprender un medio de conexión para transmitir la imagen de hiperfrecuencia a un medio de visualización integrado en el dispositivo de formación de imágenes **1**.

La figura **3** representa una tercera realización de la invención en la que las referencias idénticas a las figuras **1** y **2** designan los mismos elementos. La figura **3** representa un sistema de formación de imágenes **14** que comprende un dispositivo de formación de imágenes **1** y un dispositivo externo **15**, por ejemplo, un teléfono inteligente o un dispositivo electrónico, como una tableta, dispuesto en el dispositivo de formación de imágenes **1**. En el sistema de formación de imágenes **14**, la unidad de procesamiento, el medio de medición del desplazamiento, la cámara y los medios de visualización ya no están montados en el bastidor **2** del dispositivo de formación de imágenes **1**, sino que están integrados en el dispositivo externo **15**.

En particular, el dispositivo externo **15** que forma parte solidaria con el bastidor **2** del dispositivo de formación de imágenes **1** durante una exploración, el medio de medición del desplazamiento integrado en el dispositivo externo **15** es capaz de determinar el desplazamiento del sensor **3**. Para conocer la posición exacta del dispositivo externo **15** con relación al sensor **3**, está previsto un soporte **16** sobre el bastidor **2**, para posicionar de forma única y conocida el dispositivo externo **15** en el bastidor **2**. El soporte **16** también puede comprender el medio de conexión para conectar el dispositivo de formación de imágenes **1** al dispositivo externo **15**, así como una guía óptica, por ejemplo asociada a la óptica **13**, que permite utilizar la cámara del dispositivo externo **15** para captar la radiación visible de la zona de detección.

En el caso de la realización mostrada en la figura **3**, el dispositivo externo **15** permite procesar la primera señal emitida por el sensor **3** y medir el propio desplazamiento y opcionalmente la radiación visible de la zona de detección, para seguidamente procesar los datos y formar la imagen de hiperfrecuencia. El dispositivo externo **15** también puede comprender un medio de visualización, por ejemplo, la pantalla táctil del teléfono, lo que permite visualizar la imagen de hiperfrecuencia.

La figura **5** representa un diagrama de flujo de una implementación ilustrativa de un procedimiento de formación de imágenes **17** de acuerdo con la invención. El procedimiento de formación de imágenes **17** comprende así una primera etapa **18** de medición del desplazamiento de la zona de detección. En una segunda etapa **19**, el procedimiento detecta un desplazamiento determinado entre una primera posición y una segunda posición y realiza una adquisición, en una tercera etapa **20** la radiación electromagnética emitida en la zona de detección. A continuación, se añade en una cuarta etapa **21**, un píxel adicional a la imagen de hiperfrecuencia, teniendo el píxel adicional el valor obtenido durante la adquisición de la etapa **20**. El píxel adicional se coloca seguidamente en la imagen de hiperfrecuencia según el desplazamiento determinado en la etapa **19**, durante una quinta etapa **22**.

Algunas de las etapas **18** a **20** se pueden realizar en un orden diferente o al mismo tiempo, según el modo de implementación elegido.

El procedimiento **17** se reinicia seguidamente en la etapa **18**, hasta que finalice la exploración del cuerpo u objeto. Los diferentes píxeles obtenidos permiten así obtener, en la etapa **23**, una imagen final de hiperfrecuencia.

De este modo, el objeto de acuerdo con la invención facilita la obtención, utilizando un dispositivo portátil, en particular con una mano, una imagen de hiperfrecuencia de un objeto o un cuerpo que puede presentar un riesgo. El

dispositivo de formación de imágenes también permite centrar la exploración en un área muy específica del cuerpo o del objeto, lo que limita la duración de la exploración y el tiempo de procesamiento de la imagen.

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo portátil de formación de imágenes (1) que comprende un bastidor (2) y al menos un sensor de hiperfrecuencia (3), preferiblemente radiométrico, montado en el bastidor (2), estando el sensor de hiperfrecuencia (3) configurado para capturar la radiación electromagnética emitida o reflejada por un cuerpo u objeto en una zona de detección del sensor de hiperfrecuencia, y para transformarla en una primera señal representativa de dicha radiación,
5 **caracterizado por que** el dispositivo (1) comprende también:
 - 10 – un primer medio de conexión para conectar el dispositivo de formación de imágenes a un medio de medición del desplazamiento (4), estando configurado el medio de medición del desplazamiento (4) para emitir una segunda señal representativa del desplazamiento de la zona de detección, y
 - un segundo medio de conexión para conectar el dispositivo de formación de imágenes a una unidad de procesamiento (5), recibiendo la unidad de procesamiento (5) a la entrada la primera señal y la segunda señal, y
15 estando configurado para formar y, opcionalmente, mostrar en una pantalla (7), una imagen de hiperfrecuencia constituida por píxeles,

y **por que** durante el desplazamiento del bastidor (2) para explorar puntos de un cuerpo u objeto en la zona de detección, la unidad de procesamiento (5) está configurada para formar, y opcionalmente mostrar, de forma iterativa,
20 dicha imagen de hiperfrecuencia:

 - detectando, a partir de la segunda señal, un desplazamiento determinado de la zona de detección entre una primera posición y una segunda posición,
 - agregando un píxel adicional en la imagen de hiperfrecuencia, posicionado con relación al píxel anterior en
25 función de dicho desplazamiento detectado, y
 - dando a dicho píxel adicional un valor de la primera señal determinada cuando la zona de detección está en la segunda posición,

estando la unidad de procesamiento configurada para modificar el tamaño, y opcionalmente la posición, de los
30 píxeles de la imagen, al agregar un píxel adicional en la imagen de hiperfrecuencia.
2. Dispositivo de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende entre uno y diez sensores de hiperfrecuencia (3).
3. Dispositivo de acuerdo con la reivindicación 2, que comprende un único sensor de hiperfrecuencia (3).
35
4. Dispositivo de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que el medio de medición del desplazamiento (4) comprende una unidad inercial.
5. Dispositivo de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en el que la segunda señal corresponde
40 a un desplazamiento del sensor (3), y en particular de una antena de detección (10) del sensor (3).
6. Dispositivo de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en el que el bastidor (2) también comprende una cámara (6) que está configurada para captar la radiación visible emitida o reflejada en la zona de detección, y para transformarla en una tercera señal que es representativa de dicha radiación, y en el que la unidad
45 de procesamiento (5) está configurada para: formar una imagen visible correspondiente a la tercera señal; superponer la imagen de hiperfrecuencia y la imagen visible, y opcionalmente modificar una porción de dicha imagen de hiperfrecuencia.
7. Dispositivo de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en el que la unidad de procesamiento (5)
50 está montada en el bastidor (2).
8. Dispositivo de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, en el que el medio de medición del desplazamiento (4) está montado en el bastidor (2).
9. Sistema de formación de imágenes (14) que comprende un dispositivo de formación de imágenes (1) de acuerdo
55 con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, una unidad de procesamiento y un medio de medición del desplazamiento del sensor.
10. Sistema de formación de imágenes (14) de acuerdo con la reivindicación 9, en el que el medio de medición del
60 desplazamiento del sensor y/o la unidad de procesamiento están montados en un ordenador (15), opcionalmente un ordenador portátil o un teléfono móvil (15).
11. Procedimiento de formación de imágenes de hiperfrecuencia mediante exploración (17) que comprende:
65 – una etapa de adquisición (20) de la radiación electromagnética de hiperfrecuencia emitida por un cuerpo u

objeto en una zona de detección, para emitir una primera señal representativa de dicha radiación,

– una etapa de medición (18) del desplazamiento para emitir una segunda señal representativa del desplazamiento de la zona de detección,

– una etapa de formación (23), a partir de la primera señal y la segunda señal, de una imagen de hiperfrecuencia constituida por píxeles, destinada a ser visualizada en una pantalla, en el que, durante una exploración de los puntos de un cuerpo u objeto en la zona de detección, se forma, y opcionalmente se muestra, progresivamente, de forma iterativa, dicha imagen de hiperfrecuencia:

– detectando, a partir de la segunda señal, un desplazamiento (19) determinado de la zona de detección entre una primera posición y una segunda posición,

– agregando un píxel adicional (21) en la imagen de hiperfrecuencia, posicionado con relación al píxel anterior en función de dicho desplazamiento detectado, y

– dando a dicho píxel adicional un valor (22) de la primera señal cuando la zona de detección está en la segunda posición

y en el que se modifica el tamaño, y opcionalmente la posición, de los píxeles de la imagen, cuando se agrega un píxel adicional en la imagen de hiperfrecuencia.

12. Procedimiento de formación de imágenes (17) de acuerdo con la reivindicación precedente, en el que la exploración de los puntos de un cuerpo u objeto en la zona de detección comprende una exploración manual.

13. Procedimiento de formación de imágenes (17) de acuerdo con la reivindicación **11** o **12**, que comprende antes de las etapas de formación progresiva de dicha imagen de hiperfrecuencia, una etapa de inicialización en la que se mide la radiación emitida en la zona de detección para obtener un primera valor de la primera señal, y se forma un primer píxel en la imagen de hiperfrecuencia con dicho valor de la primera señal.

14. Procedimiento de formación de imágenes (17) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones **11** a **13**, en el que la exploración de los puntos del cuerpo u objeto se detiene cuando la imagen de hiperfrecuencia formada representa la parte del cuerpo u objeto deseada.

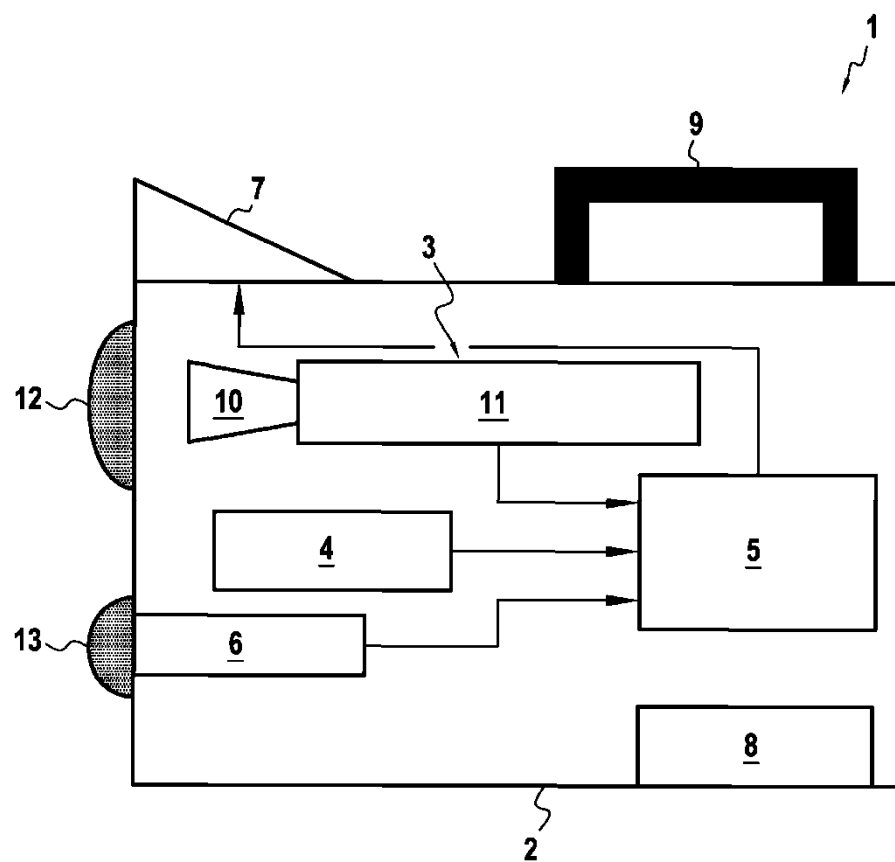


FIG.1

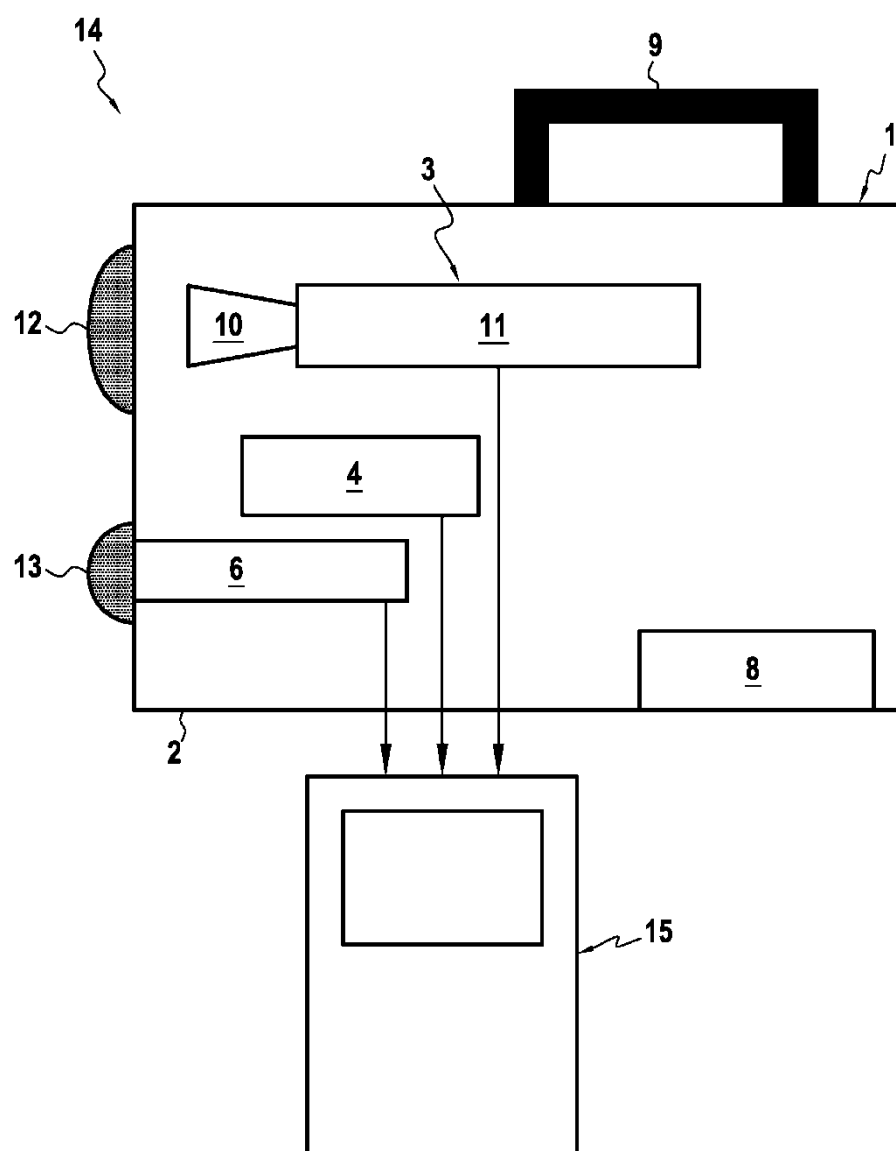


FIG.2

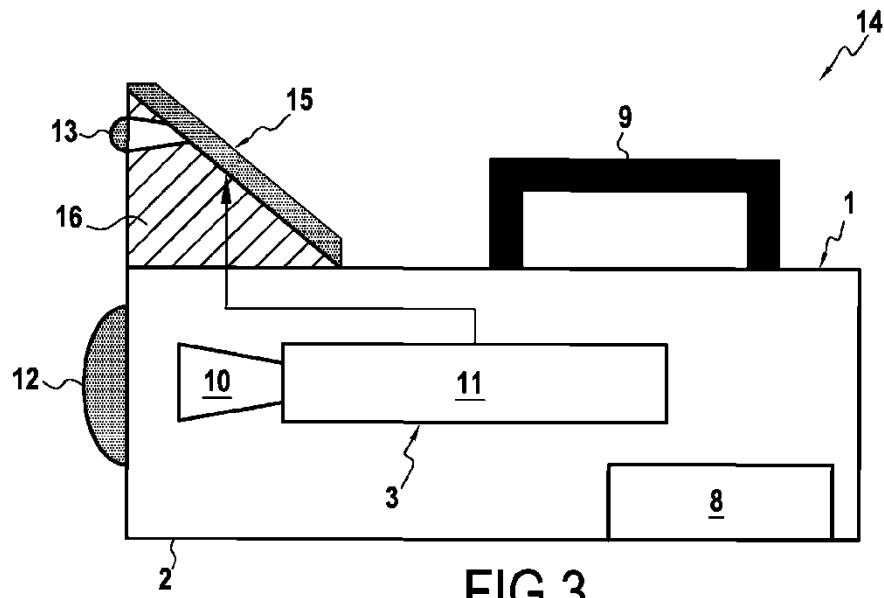


FIG.3

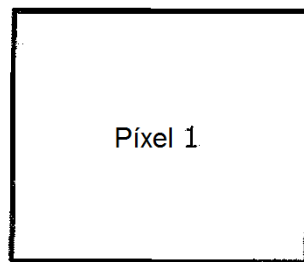


FIG.4A

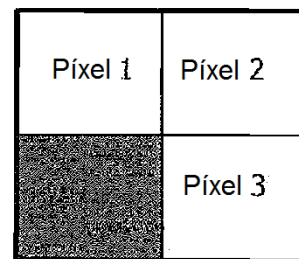


FIG.4C

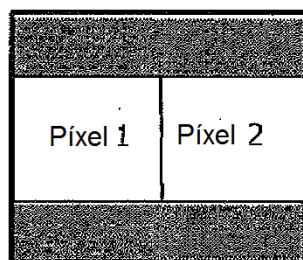


FIG.4B

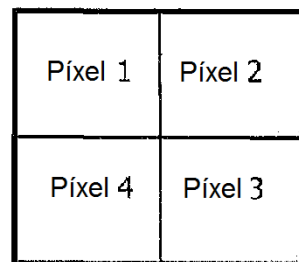


FIG.4D

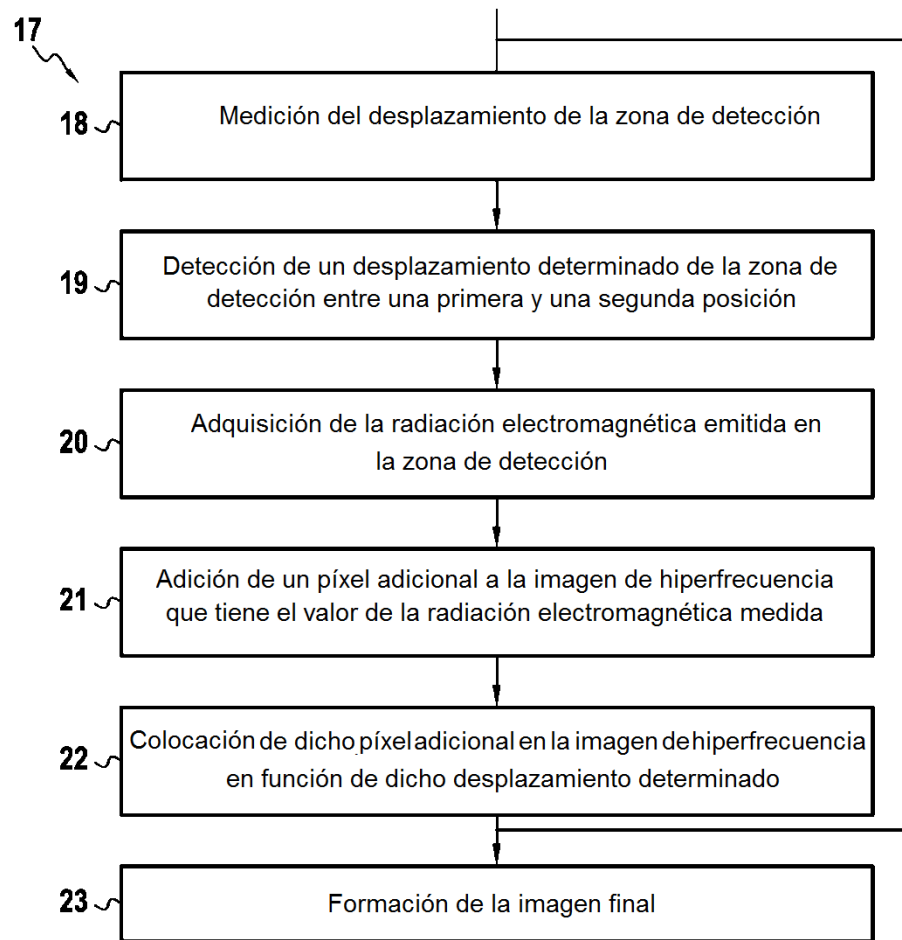


FIG.5