(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 798 306**

(51) Int. Cl.:

***A61B 6/02*** (2006.01)
***A61B 6/00*** (2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(86) Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **13.03.2014 PCT/US2014/026572**

(87) Fecha y número de publicación internacional: **25.09.2014 WO14151856**

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **13.03.2014 E 14720806 (0)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.05.2020 EP 2967474**

(54) Título: **Dispositivo de reducción de dispersión de rayos X para su uso con mamografía en 2D y 3D**

(30) Prioridad:

**15.03.2013 US 201361790336 P**

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
**10.12.2020**

(73) Titular/es:

**HOLOGIC, INC. (100.0%)**
**250 Campus Drive**
**Marlborough, MA 01752, US**

(72) Inventor/es:

**FARBIZIO, THOMAS;**
**DEFREITAS, KENNETH F. y**
**SHAW, IAN**

(74) Agente/Representante:

**MARTÍN DE LA CUESTA, Alicia María**

**ES 2 798 306 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 de reducción de dispersión de rayos X para su uso con mamografía en 2D y 3D

### Campo de la invención

La presente invención se refiere de manera general a radiografía y más específicamente a dispositivos anti-dispersión y a métodos de reducción de dispersión de rayos X para la obtención de imágenes de mama.

### Antecedentes

Los sistemas de mamografía de rayos X se usan ampliamente para la obtención de imágenes de mama. Más recientemente, se han desarrollado sistemas de obtención de imágenes avanzados basados en tomosíntesis para su uso en la detección de cáncer de mama y otras lesiones. Los sistemas de tomosíntesis son sistemas de mamografía tridimensional (3D) que permiten una obtención de imágenes de mama de alta resolución basada en tomografía de ángulo limitado a niveles de dosis de rayos X mamográficos. A diferencia de sistemas de mamografía bidimensional (2D) típicos, un sistema de tomosíntesis adquiere una serie de imágenes de proyección de rayos X, obteniéndose cada imagen de proyección a un desplazamiento angular diferente a medida que la fuente de rayos X se mueve a lo largo de un trayecto, tal como un arco circular, sobre la mama. A diferencia de la tomografía computarizada (TC) convencional, la tomosíntesis se basa normalmente en imágenes de proyección obtenidas a desplazamientos angulares limitados de la fuente de rayos X alrededor de la mama. La tomosíntesis reduce o elimina los problemas provocados por el solapamiento de tejido y ruido de estructuras presentes en la obtención de imágenes de mamografía en 2D. La tomosíntesis de mama digital también ofrece la posibilidad de compresión de mama reducida, precisión de detección y diagnóstico mejorada, menores repeticiones de prueba y localización de lesiones en 3D.

Los rayos X dispersados generalmente provocan borrones y degradan la calidad de imágenes de rayos X. Normalmente se usan rejillas anti-dispersión en sistemas de obtención de imágenes de rayos X en 2D convencionales para reducir la dispersión de rayos X bloqueando de manera selectiva los rayos X dispersados, tales como rayos X dispersados por efecto Compton, mientras que permiten que los rayos X principales alcancen el detector de rayos X. Por tanto, una rejilla anti-dispersión potencia la calidad de imagen y el contraste tisular reduciendo el número de rayos X detectados que se han dispersado por tejido. Aunque se han desarrollado rejillas anti-dispersión para su uso en sistemas de obtención de imágenes de rayos X convencionales, tales como mamografía en 2D, existe una necesidad de métodos y dispositivos de reducción de dispersión de rayos X que funcionan con obtención de imágenes de tomosíntesis. El documento US2012/0170711 representa la técnica anterior más próxima que da a conocer el preámbulo de la reivindicación 1.

### Sumario

La invención se define mediante la reivindicación independiente 1. Aspectos y realizaciones de la presente divulgación se refieren a proporcionar sistemas y métodos de reducción de la dispersión de rayos X para obtención de imágenes de mama, y más particularmente para obtención de imágenes de tomosíntesis. Se dan a conocer rejillas anti-dispersión y sistemas de obtención de imágenes de rayos X que tienen rejillas anti-dispersión incorporadas en los mismos. En diversas realizaciones, un sistema de obtención de imágenes de rayos X puede tener una rejilla anti-dispersión configurada según aspectos dados a conocer en el presente documento y puede hacerse funcionar en al menos uno de un modo de mamografía en 2D y un modo de tomosíntesis (3D). El uso de una rejilla anti-dispersión es particularmente útil para la obtención de imágenes de una mama densa, por ejemplo, una mama heterogéneamente densa o extremadamente densa.

A continuación se comentan con detalle diversos aspectos, realizaciones y ventajas. Pueden combinarse realizaciones dadas a conocer en el presente documento con otras realizaciones de cualquier manera compatible con al menos uno de los principios dados a conocer en el presente documento, y las referencias a “realización”, “algunas realizaciones”, “una realización alternativa”, “diversas realizaciones”, “una realización” o similares no son necesariamente exclusivas de manera mutua y se pretende que indiquen que una característica, estructura o rasgo particular descrito puede incluirse en al menos una realización. Las apariciones de tales términos en el presente documento no se refieren necesariamente todas a la misma realización. No se pretende que características y ventajas comentadas en relación con una cualquiera o más realizaciones según uno o más aspectos se excluyan de un papel similar en cualquier otra realización o aspecto.

### Breve descripción de los dibujos

A continuación se comentan diversos aspectos de al menos una realización con referencia a las figuras adjuntas, que no se pretende que estén dibujadas a escala. Las figuras se incluyen para proporcionar ilustración y una comprensión adicional de los diversos aspectos y realizaciones, y se incorporan en, y forman parte de, esta memoria descriptiva, pero no se pretende que sean una definición de los límites de la divulgación. En las figuras, cada componente idéntico o casi idéntico que se ilustra en diversas figuras se representa mediante un número similar. Por

motivos de claridad, puede que no todos los componentes estén etiquetados en cada figura. En las figuras:

la figura 1A es una vista en sección transversal que ilustra la obtención de imágenes una mama de un sujeto usando una realización de un aparato de obtención de imágenes de tomosíntesis que tiene una rejilla anti-dispersión configurada según aspectos de la presente invención;

la figura 1B muestra la misma realización que la figura 1A, ilustrando además un movimiento de la rejilla anti-dispersión a lo largo de una dirección paralela al plano sagital del sujeto según aspectos de la presente invención;

la figura 2A es una vista desde arriba de una rejilla anti-dispersión lineal convencional;

la figura 2B es una vista desde arriba de una rejilla anti-dispersión celular convencional;

la figura 2C es una vista desde arriba de la rejilla anti-dispersión de la figura 1 según aspectos de la presente invención;

la figura 3A es una vista en perspectiva de la rejilla anti-dispersión de la figura 1 según aspectos de la presente invención;

la figura 3B es una vista lateral que ilustra una distancia entre tabiques adyacentes de la rejilla anti-dispersión de la figura 1 según aspectos de la presente invención;

la figura 4A es la vista en sección transversal del aparato de obtención de imágenes de tomosíntesis de la figura 1, que ilustra además un haz de rayos X en forma de cono según aspectos de la presente invención;

la figura 4B es una vista frontal del aparato de obtención de imágenes de tomosíntesis de la figura 1, que ilustra una posición central de la fuente de rayos X según aspectos de la presente invención;

la figura 4C es una vista frontal del aparato de obtención de imágenes de tomosíntesis aparato de la figura 1, que ilustra además un movimiento de la fuente de rayos X, y movimiento recíproco del detector de rayos X y la rejilla anti-dispersión según aspectos de la presente invención;

la figura 5 es una vista en perspectiva de una realización de un aparato para reducir la dispersión de rayos X según aspectos de la presente invención;

la figura 6 es una vista en perspectiva de otra realización de un aparato para reducir la dispersión de rayos X según aspectos de la presente invención; y

la figura 7 es una vista en planta de aún otra realización de un aparato para reducir la dispersión de rayos X según aspectos de la presente invención;

la figura 8 representa un sistema para reducir la dispersión de rayos X en un sistema de tomosíntesis;

la figura 9 representa un método de reducción de la dispersión de rayos X en un sistema de tomosíntesis.

**Descripción detallada**

A menudo se usan rejillas anti-dispersión en obtención de imágenes radiográficas para reducir los efectos de degradación de imagen de la radiación dispersa sobre la imagen. Las rejillas anti-dispersión estacionarias pueden provocar artefactos de patrón de Moire que son especialmente problemáticos en un detector de rayos X digital, por ejemplo debido a la interferencia del patrón de rejilla anti-dispersión con el patrón de píxeles del detector de rayos X. Por tanto, la imagen resultante muestra formación de patrón de Moire o artefactos de línea de rejilla que degradan la calidad de imagen. Los ejemplos no limitativos de rejillas anti-dispersión para su uso en obtención de imágenes radiográficas incluyen la publicación de solicitud de patente estadounidense n.º 2012/0170711 y las patentes estadounidenses n.$^{os}$ 7.418.076 y 7.715.524.

Aspectos y realizaciones de la presente divulgación se refieren a proporcionar métodos y sistemas de reducción de dispersión de rayos X que también permiten la reducción o corrección de patrones de Moire para su uso en mamografía en 2D y 3D. En algunas realizaciones, la rejilla anti-dispersión puede moverse con respecto al detector de rayos X, durante la exposición a rayos X, para emborronar patrones de Moire. En diversas realizaciones, los patrones de Moire también pueden reducirse usando técnicas de procesamiento de imagen.

Según un aspecto de la presente divulgación, se aprecia que el movimiento de la rejilla anti-dispersión presenta desafíos únicos para su uso en sistemas de obtención de imágenes de tomosíntesis, que han dificultado el uso de rejillas anti-dispersión para obtención de imágenes de tomosíntesis. Por ejemplo, el movimiento de la rejilla anti-dispersión debe sincronizarse con la señal de exposición a rayos X. Sin embargo, a diferencia de mamografía en 2D

convencional, la obtención de imágenes de tomosíntesis implica obtener múltiples imágenes de proyección de rayos X de la mama, cada una de las imágenes de proyección de rayos X obtenidas durante un tiempo de exposición de rayos X corto en cada uno de múltiples desplazamientos angulares de la fuente de rayos X con respecto a la mama. Por tanto, la rejilla anti-dispersión debe moverse una distancia eficaz para reducir los patrones de Moire durante duraciones de tiempo muy cortas que corresponden a exposiciones de rayos X de obtención de imágenes de tomosíntesis. Además, los sistemas obtención de imágenes de tomosíntesis normalmente imponen limitaciones espaciales ajustadas en la distancia a la que la rejilla anti-dispersión puede moverse durante la obtención de imágenes.

Diversos aspectos y realizaciones presentados en el presente documento abordan los desafíos descritos anteriormente. En diversas realizaciones, una rejilla anti-dispersión incluye tiras delgadas, también denominadas tabiques o láminas. Los tabiques pueden estar compuestos por un material radiopaco o un material de alta absorción de rayos X, tal como plomo, y pueden estar separados por espaciados. Los espaciados pueden estar compuestos por un material radiolúcido o un material de baja atenuación de rayos X tal como fibra de carbono o aluminio. A diferencia de las rejillas anti-dispersión convencionales, realizaciones de rejillas anti-dispersión dadas a conocer en el presente documento pueden estar configuradas para posicionarse con respecto a un dispositivo de obtención de imágenes de rayos X, y más particularmente un dispositivo de obtención de imágenes de tomosíntesis, de manera que cada tabique de la rejilla anti-dispersión está orientada longitudinalmente a lo largo de un eje que es sustancialmente paralelo al plano frontal del sujeto durante la obtención de imágenes. En algunas realizaciones, la rejilla anti-dispersión puede estar configurada para moverse a lo largo de una dirección sustancialmente paralela a un plano sagital del sujeto durante la obtención de imágenes. En algunas realizaciones, la rejilla anti-dispersión puede tener una densidad de tabiques, también denominada densidad de línea de rejilla, de al menos 70 tabiques por cm, a diferencia de rejillas anti-dispersión convencionales que normalmente tienen una densidad de tabiques en el intervalo de 30 a 50 tabiques por cm. Las diversas realizaciones dadas a conocer en el presente documento permiten que la rejilla anti-dispersión se mueva una distancia relativamente corta en comparación con rejillas anti-dispersión convencionales, en duraciones sincronizadas con las exposiciones de rayos X de obtención de imágenes de tomosíntesis, y en orientaciones configuradas para reducir los patrones de Moire en las imágenes resultantes.

Debe apreciarse que realizaciones de los métodos y aparatos comentados en el presente documento no se limitan en cuanto a su aplicación a los detalles de construcción y a la disposición de componentes expuesta en la siguiente descripción o ilustrada en los dibujos adjuntos. Los métodos y aparatos pueden implementarse en otras realizaciones y ponerse en práctica o llevarse a cabo de diversas maneras. En el presente documento se proporcionan ejemplos de implementaciones específicas sólo con fines ilustrativos y no se pretende que sean limitativos. En particular, no se pretende que acciones, elementos y características comentados en relación con una cualquiera o más realizaciones se excluyan de un papel similar en cualquier otra realización.

Además, las frases y terminología usadas en el presente documento son con fines de descripción y no deben considerarse limitativas. Cualquier referencia a realizaciones o elementos o acciones de los sistemas y métodos a los que se hace referencia en el presente documento en singular también pueden abarcar realizaciones que incluyen una pluralidad de estos elementos, y cualquier referencia en plural a cualquier realización o elemento o acción en el presente documento también puede abarcar realizaciones que sólo incluyen un único elemento. El uso en el presente documento de “que incluye”, “que comprende”, “que tiene”, “que contiene”, “que implica” y variaciones de los mismos significa que abarca los elementos indicados a continuación y equivalentes de los mismos así como elementos adicionales. Las referencias a “o” pueden interpretarse como inclusivas de manera que cualquier término descrito usando “o” puede indicar cualquiera de un único, más de uno y la totalidad de los términos descritos.

Debe apreciarse que, por simplicidad y claridad de ilustración, cuando se considera apropiado, pueden repetirse números de referencia entre las figuras para indicar elementos o etapas correspondientes o análogos.

Pasando ahora a los dibujos, la figura 1A ilustra una vista lateral en sección transversal de obtención de imágenes de una mama de un sujeto 100 usando un aparato 102 de obtención de imágenes de tomosíntesis que tiene una rejilla 104 anti-dispersión configurada según aspectos de la presente divulgación. En algunas realizaciones, el aparato 102 de obtención de imágenes de tomosíntesis puede hacerse funcionar adicionalmente en un modo de mamografía en 2D, tal como se describe, por ejemplo, en los documentos de patente US 7.831.296, US 2011/0216879 y US 2012/0219111.

El aparato 102 de obtención de imágenes de tomosíntesis incluye una fuente 106 de rayos X, también denominada tubo de rayos X. La fuente 106 de rayos X está configurada para suministrar un haz de rayos X hacia la mama del sujeto 100 tal como se indica por ejemplo mediante la línea 108. En el modo de mamografía en 2D, la fuente de rayos X puede dirigir el haz de rayos X durante una exposición de rayos X desde una posición fija. En modo de tomosíntesis, la fuente de rayos X puede moverse a lo largo de un trayecto tal como un arco por encima de la mama del sujeto 100, tal como se ilustra y describe adicionalmente a continuación con referencia a las figuras 4A a 4C. El aparato 102 de obtención de imágenes de tomosíntesis incluye además un detector 110 de rayos X posicionado para recibir los rayos X transmitidos a través de la mama de la que se están obteniendo imágenes. En algunas realizaciones, el detector puede ser un detector de rayos X digital. En obtención de imágenes de mamografía en 2D, el detector 110 de rayos X puede ser estacionario. En modo de tomosíntesis, el detector 110 de rayos X puede

moverse o rotar a lo largo de un trayecto que es recíproco al movimiento de la fuente 106 de rayos X, manteniendo de ese modo su orientación hacia la fuente de rayos X, tal como se ilustra y describe adicionalmente a continuación con referencia a las figuras 4A a 4C.

El aparato 102 de obtención de imágenes de tomosíntesis incluye además una plataforma 112 configurada para posicionar la mama del sujeto 100 entre la fuente 106 de rayos X y el detector 110 de rayos X. La plataforma 112 se posiciona entre la fuente 106 de rayos X y el detector 110 de rayos X y permanece estacionaria mientras al menos uno de la fuente de rayos X y el detector de rayos X rota alrededor de la plataforma durante la obtención de imágenes de tomosíntesis de la mama del sujeto 100. El aparato 102 de obtención de imágenes de tomosíntesis incluye además una estructura 114 de inmovilización configurada para comprimir e inmovilizar la mama para obtención de imágenes. La mama puede comprimirse para reducir el movimiento del sujeto y también reducir la dispersión, separar estructuras solapantes en la mama, hacer que el grosor de la mama de la que se obtienen imágenes sea más uniforme y proporcionar una exposición de rayos X más uniforme. Aunque que la plataforma 112 y la estructura 114 de inmovilización se han descrito como elementos independientes con referencia a la figura 1A, la plataforma y la estructura de inmovilización pueden proporcionarse como un elemento integrado.

La figura 1A ilustra además los planos del cuerpo del sujeto 100. La vista en sección transversal del sujeto 100 en la figura 1A es en un plano paralelo al plano sagital del sujeto. El plano sagital es un plano longitudinal que divide al sujeto 100 en partes derecha e izquierda. El plano sagital es paralelo al plano y-z que incluye el eje y 122 y el eje z 124 tal como se muestra en la figura 1A. El eje x (no mostrado en la figura 1A, pero mostrado y descrito adicionalmente a continuación con referencia a las figuras 4B y 4C) se extiende fuera de la página y es ortogonal al plano y-z. El plano 126 frontal del sujeto 100 es otro plano longitudinal que divide al sujeto en partes delantera y trasera. El plano 126 frontal, indicado por una línea discontinua en la figura 1A, es paralelo al plano x-z que incluye el eje z 124 y el eje x. El plano 128 transversal del sujeto 100 es un plano horizontal que divide al sujeto en partes superior e inferior. El plano 128 transversal, indicado por una línea discontinua en la figura 1A, es paralelo al plano x-y que incluye el eje y 122 y el eje x. El plano sagital, el plano 126 frontal y el plano 128 transversal son mutuamente ortogonales y paralelos al plano y-z, al plano x-z y al plano x-y respectivamente.

En el presente documento se usan referencias a planos del cuerpo para describir la orientación y el movimiento de rejillas anti-dispersión. Ha de apreciarse que una rejilla anti-dispersión puede fijarse con respecto a la posición de un brazo del aparato de obtención de imágenes de rayos X y el movimiento de rejilla anti-dispersión puede describirse basándose en las coordenadas cartesianas del brazo que puede posicionarse con respecto a los planos del cuerpo.

El aparato 102 de obtención de imágenes de tomosíntesis incluye la rejilla 104 anti-dispersión que tiene una pluralidad de tabiques 116. La rejilla 104 anti-dispersión tiene una densidad de tabiques de al menos 70 tabiques por cm. La rejilla 104 anti-dispersión se posiciona entre la plataforma 112 y el detector 110 de rayos X y está configurada para reducir que los rayos X dispersados por el tejido mamario alcancen el detector 110 de rayos X durante la obtención de imágenes. La rejilla 104 anti-dispersión se posiciona con respecto al aparato 102 de obtención de imágenes de tomosíntesis de manera que cada tabique 116 de la pluralidad de tabiques se extiende a lo largo de una dirección sustancialmente paralela al plano 126 frontal (o el plano x-z). En una realización, la pluralidad de tabiques pueden ser exactamente paralelos al plano frontal, estar ligeramente inclinados con respecto al (pero generalmente en el plano del) plano frontal, o alguna combinación de los mismos. Con fines de ilustración, como ejemplo, los tabiques más cercanos a la pared torácica del paciente pueden ser exactamente paralelos al plano frontal mientras que los tabiques más alejados de la pared torácica pueden estar ligeramente inclinados con respecto al (pero generalmente en el plano del) plano frontal. En otro ejemplo, los tabiques más cercanos a la pared torácica del paciente pueden estar ligeramente inclinados con respecto al (pero generalmente en el plano del) plano frontal mientras que los tabiques más alejados de la pared torácica pueden ser exactamente paralelos al plano frontal. La figura 1A muestra una vista lateral de los tabiques 116, que ilustra la altura y el grosor de los tabiques. Sin embargo, los tabiques 116 tienen longitudes que se extienden a lo largo de ejes paralelos al plano 126 frontal, tal como se ilustra y describe adicionalmente a continuación con referencia a la figura 3A. Para la obtención de imágenes de mama, la orientación de los tabiques 116 a lo largo de una dirección sustancialmente paralela al plano 126 frontal puede corresponder a que los tabiques sean sustancialmente paralelos a la pared torácica del sujeto 100. La configuración de los tabiques para extenderse longitudinalmente a lo largo de una dirección sustancialmente paralela al plano 126 frontal maximiza la transmisión a través de la rejilla anti-dispersión durante la obtención de imágenes de tomosíntesis. En una realización, los tabiques se enfocan a la fuente de rayos X, por ejemplo, de manera que los tabiques más cercanos a la pared torácica pueden no tener la misma alineación que los tabiques más alejados de la pared torácica. Adicional o alternativamente, los tabiques en la superficie superior de la rejilla anti-dispersión 104 son generalmente paralelos entre sí.

La figura 1B muestra la misma realización para la obtención de imágenes de la mama del sujeto 100, ilustrando además el movimiento de la rejilla 104 anti-dispersión. Tal como se muestra, la rejilla anti-dispersión se ha movido con respecto al detector 110 de rayos X. La rejilla 104 anti-dispersión se mueve a lo largo de una dirección sustancialmente paralela al plano sagital (o al plano y-z). Tal como se describió anteriormente, el movimiento de la rejilla anti-dispersión con respecto al detector de rayos X permite reducir los patrones de Moire en las imágenes resultantes. En diversas realizaciones, el movimiento de la rejilla anti-dispersión a lo largo de una dirección sustancialmente paralela al plano sagital maximiza la borrosidad de líneas de rejilla (patrones de Moire) y reduce la

intensidad de las líneas de rejilla.

Aunque el detector 110 de rayos X puede ser estacionario durante algunos modos de obtención de imágenes, el detector de rayos X puede moverse para mantener su orientación hacia la fuente de rayos X a medida que la fuente de rayos X se mueve durante la obtención de imágenes de tomosíntesis. El movimiento de la rejilla 104 anti-dispersión puede acoplarse además al movimiento del detector 110 de rayos X. Por ejemplo, la rejilla 104 anti-dispersión puede estar unida de manera rígida al detector 110 de rayos X. Por tanto, la rejilla anti-dispersión puede moverse junto con el detector de rayos X cuando se mueve el detector de rayos X. Por ejemplo, durante la obtención de imágenes de tomosíntesis, la rejilla anti-dispersión puede moverse o rotar con el detector de rayos X para mantener su orientación hacia un punto focal de la fuente 106 de rayos X, mientras que se mueve simultáneamente con respecto al detector de rayos X para reducir los patrones de Moire. En diversas realizaciones, la rejilla 104 anti-dispersión puede moverse junto con el detector 110 de rayos X mientras que los tabiques 116 mantienen su orientación a lo largo de una dirección sustancialmente paralela al plano 126 frontal. Por ejemplo, el detector 110 de rayos X junto con la rejilla 104 anti-dispersión puede rotar alrededor de un eje paralelo al eje y 122 (tal como se muestra por ejemplo en la figura 4C) mientras que los tabiques 116 mantienen una dirección longitudinal que es paralela al plano 126 frontal. En otras realizaciones, la rejilla anti-dispersión puede no moverse o rotar con el detector de rayos X. En aún otras realizaciones, la rejilla anti-dispersión puede ser estacionaria durante la obtención de imágenes de tomosíntesis. Por ejemplo, la rejilla anti-dispersión puede acoplarse a una plataforma estacionaria.

La rejilla 104 anti-dispersión está configurada además para moverse a lo largo de una segunda dirección que es sustancialmente paralela al plano 126 frontal del sujeto 100 durante la obtención de imágenes. En diversas realizaciones, la rejilla anti-dispersión puede moverse a lo largo de al menos una de una primera dirección que es sustancialmente paralela al plano sagital del sujeto 100 y una segunda dirección que es sustancialmente paralela al plano 126 frontal. Por ejemplo, el movimiento de la rejilla anti-dispersión a lo largo del eje x junto con el movimiento a lo largo del eje y permite un movimiento circular y/o elíptico. En el caso en que los tabiques están ligeramente desviados de la paralela con respecto a la pared torácica (plano frontal), el movimiento circular o movimiento elíptico puede emborronar adicionalmente las líneas de rejilla y reducir los patrones de Moire.

La rejilla 104 anti-dispersión puede moverse a lo largo de una trayectoria que permite reducir los patrones de Moire en las imágenes resultantes. La trayectoria de movimiento de la rejilla anti-dispersión puede ser lineal, circular o elíptica. Además, la rejilla 104 anti-dispersión puede moverse a una velocidad eficaz para reducir los patrones de Moire durante la obtención de imágenes de tomosíntesis. Los perfiles de velocidad pueden minimizar las variaciones de velocidad de rejillas anti-dispersión, reduciendo de ese modo las líneas de rejilla. El perfil de velocidad puede ser uno de un perfil sinusoidal y un perfil trapezoidal. Un perfil sinusoidal puede simplificar el algoritmo de movimiento. Por ejemplo, puede usarse un motor rotativo tal como se muestra y describe adicionalmente a continuación con referencia a la figura 5 para proporcionar un perfil sinusoidal. La velocidad constante de un árbol de motor rotativo puede producir un perfil sinusoidal, por ejemplo en la dirección del eje x y/o del eje y. Un perfil trapezoidal puede ser más eficaz emborronando líneas de rejilla en comparación con un perfil sinusoidal. Sin embargo, un perfil trapezoidal puede ser difícil de emplear en un motor rotativo y puede proporcionarse en vez de eso mediante un motor lineal tal como se muestra y describe adicionalmente a continuación con referencia a la figura 6. El movimiento de la rejilla 104 anti-dispersión puede sincronizarse con las exposiciones de rayos X durante la obtención de imágenes de tomosíntesis, de manera que la rejilla anti-dispersión se mueve a lo largo de una trayectoria que permite reducir los patrones de Moire durante cada exposición de una pluralidad de exposiciones de tomosíntesis.

En algunas realizaciones, la rejilla 104 anti-dispersión puede ser retráctil, o bien parcial o bien completamente, y/o desacoplable de manera que puede retirarse de la zona de obtención de imágenes entre la plataforma 112 y el detector 110 de rayos X y/o la rejilla 104 anti-dispersión puede intercambiarse por otra rejilla que tiene una configuración diferente. Por ejemplo, la rejilla 104 anti-dispersión puede retraerse y/o desacoplarse fuera de la zona de obtención de imágenes para el funcionamiento en un modo de mamografía en 2D y puede introducirse de nuevo en la zona de obtención de imágenes para el funcionamiento en el modo de tomosíntesis. Adicional y opcionalmente, la rejilla 104 anti-dispersión puede usarse en el modo de mamografía en 2D. Generalmente, para un sistema de mamografía de múltiples modos, la rejilla anti-dispersión puede estar en el campo de visión para un modo, o bien estacionaria o bien moviéndose durante una exposición, y/o fuera del campo de visión para otro modo, por ejemplo, en modo de mamografía en 2D, modo de aumento, etc. En diversas realizaciones, la rejilla 104 anti-dispersión puede estar configurada según una o más características dadas a conocer en el presente documento, tales como características descritas con referencia a las figuras 2 a 6.

La figura 2A es una vista desde arriba de una rejilla 200 anti-dispersión convencional que tiene una pluralidad de tabiques 202. Los tabiques 202 son lineales y se extienden longitudinalmente paralelos al eje y 122 mostrado en las figuras tanto 1 como 2. El eje x 204 mostrado en la figura 2A no es visible en la figura 1. Cuando la rejilla 200 anti-dispersión se usa junto con sistemas de mamografía en 2D convencionales, los tabiques 202 de la rejilla 200 anti-dispersión son perpendiculares al plano 126 frontal, a diferencia de la configuración de la rejilla 104 anti-dispersión en la que los tabiques 116 se extienden a lo largo de una dirección paralela al plano frontal.

La figura 2B es una vista desde arriba de una rejilla 206 anti-dispersión celular convencional que tiene una primera serie de tabiques 208 y una segunda serie de tabiques 210 que se extienden perpendiculares a la primera serie de

tabiques. Los tabiques 208 y 210 están orientados formando un ángulo no nulo con respecto al eje x 204 y al eje y 122, creando de ese modo un patrón reticulado. Haciendo referencia a las figuras 2A y 2B, las rejillas 200 y 206 anti-dispersión convencionales se usan normalmente en sistemas de obtención de imágenes de mamografía en 2D. Sin embargo, tal como se describió anteriormente, estas rejillas convencionales no abordan los desafíos asociados con la obtención de imágenes de tomosíntesis.

La figura 2C muestra una vista desde arriba de la rejilla 104 anti-dispersión ilustrada y descrita anteriormente con referencia a la figura 1. La figura 2C ilustra adicionalmente la longitud de los tabiques 116. En la figura 2C, se muestra que los tabiques 116 se extienden longitudinalmente a lo largo de la dirección del eje x 204 (el eje x no es visible en la vista en sección transversal de la figura 1). Más generalmente, los tabiques 116 pueden extenderse longitudinalmente a lo largo de la dirección de cualquier eje que sea sustancialmente paralelo al plano 126 frontal (o el plano x-z). Las rejillas anti-dispersión pueden estar caracterizadas por una densidad de tabiques igual a 1/(d+t) donde d es la distancia entre tabiques adyacentes y t es el grosor de los tabiques. La densidad de tabiques de la rejilla 104 anti-dispersión de determinados aspectos es de alrededor de 100 tabiques por cm. En otras realizaciones, la densidad de tabiques puede ser de al menos 70 tabiques por cm, preferiblemente de aproximadamente 100 tabiques por cm, a diferencia de rejillas anti-dispersión convencionales que normalmente tienen densidades de tabiques en el intervalo de 30 a 50 tabiques por cm. Una densidad de tabiques mayor permite que la rejilla anti-dispersión se mueva una distancia relativamente corta en comparación con rejillas anti-dispersión convencionales para reducir los patrones de Moire en las imágenes resultantes. Esto permite el uso de la rejilla anti-dispersión en sistemas de obtención de imágenes de tomosíntesis que normalmente imponen restricciones espaciales ajustadas en la distancia que puede moverse la rejilla anti-dispersión durante la obtención de imágenes. Debe observarse que aunque la densidad de tabiques aumentada de la rejilla 104 anti-dispersión tiene ventajas para la obtención de imágenes de tomosíntesis tal como se describió anteriormente, la densidad aumentada de los tabiques y/o razón de rejilla, definida por h/d donde h es la altura los tabiques y d es la distancia entre tabiques, también puede dar como resultado una reducción de rayos X principales que alcanzan el detector de rayos X, lo que puede necesitar suministrar una dosis de radiación aumentada al sujeto del que se están obteniendo imágenes.

La figura 3A muestra una vista en perspectiva de la rejilla 104 anti-dispersión que tiene una pluralidad de tabiques 116, que ilustra adicionalmente la orientación de la rejilla anti-dispersión con respecto al mismo sistema de referencia definido por los ejes ortogonales x, y y z de la figura 1. El plano 126 frontal de la figura 1 es paralelo al plano x-z que incluye el eje x 204 y el eje z 124, y el plano sagital del sujeto 100 de la figura 1 es paralelo al plano y-z que incluye el eje y 122 y el eje z 124. Cada tabique 116 es una tira delgada que tiene una longitud respectiva l, altura h y grosor t. Cada tabique 116 se muestra en la figura 3A para extenderse longitudinalmente a lo largo de un eje respectivo que es paralelo al plano x-z o el plano 126 frontal. Tabiques adyacentes están separados por una distancia d. Los espaciados entre los tabiques pueden incluir un material de baja atenuación de rayos X. En algunas realizaciones, la rejilla anti-dispersión puede incluir un soporte compuesto por aluminio u otro material de baja atenuación de rayos X.

La figura 3B muestra una vista lateral de la rejilla 104 anti-dispersión que tiene tabiques 116, que ilustra adicionalmente la distancia d entre tabiques adyacentes. En las figuras 3A y 3B, se muestra que los tabiques 116 de la rejilla 104 anti-dispersión están dispuestos en una configuración paralela en los que los tabiques son paralelos entre sí. Por ejemplo, la figura 3A muestra el plano definido por la longitud y altura de cada tabique 116 que es paralelo a los planos de los otros tabiques. En otras realizaciones, la rejilla anti-dispersión puede tener tabiques que están dispuestos en una configuración enfocada, estando los tabiques sustancialmente enfocados hacia el punto focal de la fuente de rayos X, tal como la fuente 106 de rayos X de la figura 1. En este caso, los planos definidos por la altura y longitud de los tabiques pueden no ser paralelos entre sí, sino que en vez de eso pueden estar ligeramente inclinados y orientados para coincidir con la divergencia de los haces de rayos X desde el punto focal de la fuente de rayos X hasta el detector de rayos X. Enfocar los tabiques de la rejilla anti-dispersión permite el paso de rayos X principales a lo largo de trayectos que emanan desde el punto focal de la fuente de rayos X y bloquea rayos X dispersados que se desplazan a lo largo de otros trayectos. Durante la obtención de imágenes de tomosíntesis, una rejilla anti-dispersión que tiene tabiques dispuestos en una configuración enfocada puede moverse para coincidir con el movimiento de la fuente de rayos X de manera que los tabiques permanecen enfocados hacia el punto focal de la fuente de rayos X. Debe apreciarse que las rejillas anti-dispersión que tienen tabiques enfocados también puede tener los tabiques extendidos longitudinalmente a lo largo de una dirección paralela al plano frontal del sujeto del que se están obteniendo imágenes según aspectos de la presente divulgación.

La figura 4A muestra una vista lateral en sección transversal del aparato 102 de obtención de imágenes de tomosíntesis de la figura 1, que incluye la fuente 106 de rayos X, el detector 110 de rayos X, la plataforma 112 y la rejilla 104 anti-dispersión posicionada entre la plataforma 112 y el detector 110 de rayos X. La figura 4A ilustra además un haz 400 de rayos X de forma cónica emitido por la fuente 106 de rayos X y transmitido a través de la mama 402 comprimida (estructura de compresión no mostrada en la figura 4A). Tal como se comentó anteriormente, la rejilla 104 anti-dispersión puede estar configurada de manera que los tabiques están dispuestos en una configuración enfocada para coincidir con la divergencia del haz 400 de rayos X desde el punto focal de la fuente 106 de rayos X hasta el detector 110 de rayos X, teniendo en cuenta por ejemplo la distancia entre la fuente de rayos X y la rejilla anti-dispersión.

La figura 4B es una vista frontal del aparato 102 de obtención de imágenes de tomosíntesis de las figuras 1 y 4A, que ilustra además que la fuente 106 de rayos X está posicionada por encima de la mama 402 comprimida y alineada con un eje 404 central. El detector 110 de rayos X y la rejilla 104 anti-dispersión se orientan en paralelo al plano x-y (o al plano 128 transversal de la figura 1). La rejilla 104 anti-dispersión tiene tabiques que se extienden longitudinalmente a lo largo de una dirección paralela al plano x-z (o al plano 126 frontal de la figura 1). Los tabiques pueden enfocarse además hacia el punto focal de la fuente 106 de rayos X. La figura 4B ilustra además un colimador 406 del aparato 102 de obtención de imágenes de tomosíntesis. El colimador 406 está posicionado entre la fuente 106 de rayos X y la plataforma 112 y está configurado para restringir el haz 400 de rayos X, dando como resultado un haz 408 de rayos X restringido para irradiar sólo la mama 402 de la que van a obtenerse imágenes. Usar el colimador 406 evita irradiar partes del sujeto de las que no se están obteniendo imágenes, y reduce adicionalmente la contribución de rayos X dispersados por efecto Compton a la imagen resultante.

La figura 4C es una vista frontal del aparato 102 de obtención de imágenes de tomosíntesis de las figuras 1, 4A y 4B, que ilustra adicionalmente el movimiento de la fuente 106 de rayos X y el movimiento recíproco del detector 110 de rayos X y la rejilla 104 anti-dispersión. Cuando el aparato 102 de obtención de imágenes de tomosíntesis está funcionando en modo de mamografía en 2D, la fuente 106 de rayos X es estacionaria y se obtiene una imagen que corresponde a la posición fija de la fuente de rayos X, tal como la posición alineada con el eje 404 central de la figura 4B. Cuando el aparato 102 de obtención de imágenes de tomosíntesis está funcionando en el modo de tomosíntesis, se toman múltiples imágenes de rayos X a medida que la fuente 106 de rayos X y el detector 110 de rayos X se mueven con respecto a la mama 402 inmovilizada y comprimida. La figura 4C muestra la fuente 106 de rayos X posicionada formando un ángulo con respecto al eje 404 central. La figura 4C muestra además que el detector 110 de rayos X y la rejilla 104 anti-dispersión se hacen rotar alrededor del eje 404 central para permanecer orientados hacia la fuente 106 de rayos X. Los tabiques del elemento 104 anti-dispersión pueden permanecer sustancialmente paralelos al plano x-z (o plano 126 frontal) a medida que la rejilla anti-dispersión se mueve junto con el detector 110 de rayos X. Además del movimiento de la rejilla anti-dispersión que está acoplado al movimiento del detector 110 de rayos X, la rejilla 104 anti-dispersión puede moverse adicionalmente con respecto al detector de rayos X tal como se describe e ilustra por ejemplo con referencia a la figura 1B. En algunas realizaciones, la rejilla 104 anti-dispersión puede rotar con el detector 110 de rayos X y puede trasladarse con respecto al detector de rayos X. Por ejemplo, el detector 110 de rayos X puede rotar para coincidir con diferentes posiciones angulares de la fuente 106 de rayos X entre exposiciones de rayos X y puede moverse con respecto al detector de rayos X para reducir patrones de Moire durante cada exposición de rayos X para la obtención de imágenes de tomosíntesis. En otras realizaciones, la rejilla anti-dispersión no necesita moverse junto con el detector de rayos X durante la obtención de imágenes de tomosíntesis. Por ejemplo, la rejilla anti-dispersión puede permanecer estacionaria o puede moverse a una velocidad diferente del detector de rayos X o puede moverse en una dirección diferente del detector de rayos X.

Aunque en la figura 4C sólo se ilustra una única posición descentrada de la fuente 106 de rayos X, en la práctica se toman datos de imagen en cada una de un número mucho mayor de posiciones de la fuente 106 de rayos X, por ejemplo, cada 1º de un arco que se extiende desde -15º hasta +15º con respecto al eje 404 central. En algunas realizaciones, la toma de datos de imagen puede producirse mientras que la fuente 106 de rayos X, la rejilla 104 anti-dispersión y el detector 110 de rayos X están parados en sus posiciones respectivas, después de moverse de una posición a la siguiente. Es decir, en cada posición que corresponde a la fuente 106 de rayos X, la rejilla 104 anti-dispersión y el detector 110 de rayos X, la fuente 106 de rayos X se energiza para emitir un haz de rayos X colimado para obtener una imagen respectiva de la mama 402. En otras realizaciones, el movimiento de uno o todos de la fuente 106 de rayos X, el detector 110 de rayos X y la rejilla 104 anti-dispersión puede ser continuo, acumulándose un conjunto respectivo de datos de imagen a lo largo de un pequeño incremento de movimiento continuo, por ejemplo un arco de 0,1º a 0,5º de movimiento de la fuente 106 de rayos X. Además, aunque la figura 4C ilustra la rotación del detector 110 de rayos X para mantener su orientación hacia la fuente 106 de rayos X, en otras realizaciones, el detector de rayos X puede moverse linealmente, por ejemplo, mientras que permanece paralelo y a la misma distancia de la plataforma 112. En todavía otras realizaciones, el detector 110 de rayos X rota en el mismo sentido que la fuente 106 de rayos X. La rotación del detector 110 de rayos X es tanto síncrona como angularmente proporcional a la fuente 106 de rayos X. Durante la tomosíntesis, el detector 110 de rayos X puede rotar a una velocidad fraccional de 1/3,5, es decir, ±4,3º, para una rotación de la fuente 106 de rayos X de ±15º. La fuente 106 de rayos X se acciona, y el detector 110 de rayos X la sigue, mediante un mecanismo de engranaje. En otras realizaciones, el movimiento de la fuente 106 de rayos X y el detector 110 pueden coordinarse mediante un controlador, como en el sistema descrito a continuación en la figura 8.

Los sistemas descritos en el presente documento permiten el movimiento de una rejilla anti-dispersión con respecto a cualquiera o ambos de una fuente de rayos X y un detector de rayos X. Por ejemplo, con referencia a las figuras 1A y 1B, la rejilla 116 anti-dispersión puede moverse a lo largo de un eje paralelo al eje z 124 (es decir, acercándose o alejándose de la fuente 106 de rayos X). En otra realización, la rejilla 116 anti-dispersión puede moverse a lo largo de un eje paralelo al eje y 122 (es decir, acercándose o alejándose del paciente 100). Alternativa o adicionalmente, la rejilla 116 anti-dispersión puede moverse a lo largo de un eje paralelo al eje x (no mostrado) (es decir, de lado a lado, con respecto al paciente 100). También se contempla un movimiento pivotante, por ejemplo, alrededor del eje y tal como se representa en la figura 4C anterior, o alrededor del eje x. También puede utilizarse si se desea un movimiento rotacional alrededor del eje 404 central representado en la figura 4B.

A continuación se describen con detalle adicional sistemas y estructuras a modo de ejemplo que permiten un movimiento con respecto a planos o ejes particulares. El movimiento de una rejilla anti-dispersión a lo largo de determinados ejes puede presentar resultados particularmente deseables cuando se usa junto con tomosíntesis. Aunque en los siguientes ejemplos se representa un único motor, pueden usarse múltiples motores o accionadores junto con una rejilla anti-dispersión para mover ese elemento en cualquier dirección, según se requiera o desee para una aplicación particular. Adicionalmente, un motor puede accionar una conexión u otro elemento que tenga múltiples grados de libertad para mover la rejilla anti-dispersión según se desee con respecto a cualquier plano o eje definido en el presente documento. Pueden utilizarse sistemas de engranaje para controlar velocidades de movimiento con respecto a cualquiera o ambos del detector y el emisor.

La figura 5 es una vista en perspectiva de una realización de un aparato 500 para reducir la dispersión de rayos X. El aparato 500 incluye una rejilla 502 anti-dispersión que puede estar configurada según una o más características dadas a conocer en el presente documento. Por ejemplo, la rejilla anti-dispersión puede tener una pluralidad de tabiques en la que cada tabique se extiende longitudinalmente a lo largo de una dirección paralela al plano x-z (o al plano 126 frontal de la figura 1). El aparato 500 incluye además un motor 504. En algunas realizaciones, el motor 504 puede ser un motor paso a paso o un servomotor. Una excéntrica 506 está acoplada al motor 504 en una posición descentrada. Además, la rejilla 502 anti-dispersión incluye una abertura 508 alargada. La abertura 508 alargada es alargada a lo largo de una dirección sustancialmente paralela a la longitud de los tabiques. La excéntrica 506 se inserta a través de la ranura 508 alargada. Puesto que la abertura 508 es alargada, se crea al menos un hueco a medida que se inserta la excéntrica 506 a través de la ranura 508 alargada. A medida que la excéntrica 506 rota, la rejilla 502 anti-dispersión se mueve en vaivén a lo largo de una dirección sustancialmente paralela al plano y-z (o paralela al plano sagital de la figura 1). En este caso, la rejilla 502 anti-dispersión se moverá en vaivén a lo largo de la dirección del eje y 122. El hueco creado a medida que se inserta la excéntrica 506 a través de la ranura 508 alargada impide que la rejilla anti-dispersión se mueva a lo largo de la dirección del eje x 204. Sin embargo, en otras realizaciones, el motor 504 puede acoplarse a la rejilla 502 anti-dispersión para permitir un movimiento a lo largo del eje x 204. Los motores que utilizan una excéntrica conectada a una rejilla anti-dispersión pueden orientarse según se desee para mover la rejilla anti-dispersión en cualquier dirección deseada, con respecto a cualquier plano o eje descrito en el presente documento.

Puede usarse un motor rotativo tal como el motor 504 de la figura 5 para proporcionar un perfil de velocidad sinusoidal. En diversas realizaciones, la velocidad constante de un árbol de motor rotativo puede producir un perfil sinusoidal, por ejemplo en la dirección del eje x y/o el eje y. En diversas realizaciones, un motor paso a paso rotativo puede ser un mecanismo rentable para proporcionar un perfil sinusoidal.

En una realización, la rejilla 104 anti-dispersión de la figura 1 puede estar configurada según el aparato 500 y la rejilla 502 anti-dispersión de la figura 5. Por tanto, la rejilla 502 anti-dispersión puede estar configurada para moverse a lo largo de una primera dirección sustancialmente paralela al plano sagital del sujeto 100 y puede estar configurada además para moverse a lo largo de una segunda dirección sustancialmente paralela al plano 126 frontal de la figura 1.

La figura 6 es una vista en perspectiva de otra realización de un aparato 600 para reducir la dispersión de rayos X. El aparato 600 incluye una rejilla 602 anti-dispersión que puede estar configurada según una o más características dadas a conocer en el presente documento. El aparato 600 incluye además un motor 604 acoplado a la rejilla anti-dispersión mediante un mecanismo 606. En diversas realizaciones, el motor 604 puede ser un motor lineal, un motor paso a paso, un motor piezoeléctrico o una bobina de voz. El motor 604 puede estar configurado para trasladar la rejilla anti-dispersión en vaivén a lo largo de una dirección, tal como una dirección paralela al plano sagital del sujeto 100 en la figura 1. En determinadas realizaciones, esta dirección puede ser paralela al eje y 122. En diversas realizaciones, puede usarse un motor lineal tal como el motor 604 de la figura 6 para proporcionar un perfil trapezoidal, que puede ser más eficaz emborronando líneas de rejilla en comparación con un perfil sinusoidal. Sin embargo, un motor lineal puede ser más caro en comparación con un motor rotativo. Independientemente del tipo de motor utilizado, tal motor puede conectarse a la rejilla anti-dispersión según se desee para mover la rejilla anti-dispersión en cualquier dirección deseada, con respecto a cualquier plano o eje descrito en el presente documento.

En diversas realizaciones, el motor (tal como el motor 504 de la figura 5 o el motor 604 de la figura 6) puede estar configurado para mover la rejilla anti-dispersión con un perfil de velocidad que es uno de un perfil sinusoidal y un perfil trapezoidal y puede estar sincronizado con las duraciones de exposición de rayos X del modo de obtención de imágenes de tomosíntesis. Tal como se describió anteriormente con referencia a las figuras 5 y 6, un perfil sinusoidal puede ser más fácil y más rentable de implementar, por ejemplo, usando un motor rotativo tal como se muestra en la figura 5. Un perfil trapezoidal puede ser más caro de implementar, por ejemplo, usando un motor lineal tal como se muestra en la figura 6. Sin embargo, un perfil trapezoidal puede reducir de manera más eficaz los patrones de Moire en comparación con un perfil sinusoidal.

La figura 7 ilustra una realización de la presente invención en la que el motor que retrae una rejilla anti-dispersión para un sistema de mamografía, por ejemplo, un sistema de mamografía integrado de múltiples modos, es el mismo motor que imparte movimiento a la rejilla anti-dispersión durante una exposición para la adquisición de imágenes de tomosíntesis. Una rejilla 700 anti-dispersión (tabiques no mostrados) se acopla a un carro 702 de rejilla. La rejilla 700

anti-dispersión y el carro 702 de rejilla se acoplan a un motor 704. Un ejemplo no limitativo de un acoplamiento de este tipo incluye un husillo 706 que se acopla al carro 702 de rejilla mediante una tuerca 708. Pueden utilizarse otras disposiciones mecánicas conocidas para acoplar el motor 704 al carro 706 de rejilla. Tal como se comenta en el presente documento, en un modo 708, el motor 704 puede retraer completamente la rejilla 700 anti-dispersión fuera del campo de visión. Alternativamente, el motor 704 puede retraer parcialmente la rejilla 700 anti-dispersión de modo que no está completamente en el campo de visión durante una exposición. En otro modo 708, el motor mueve la rejilla 700 anti-dispersión durante una exposición para adquisición de imágenes, tal como adquisición de imágenes de tomosíntesis.

La figura 8 representa un sistema para reducir la dispersión de rayos X en un sistema 800 de obtención de imágenes de tomosíntesis. El sistema incluye un emisor 802 de rayos X, un detector 804 y una rejilla 806 anti-dispersión. Cada uno de estos componentes incluye un sensor 802a, 804a, 806a de posición, respectivamente. Adicionalmente, cada componente puede accionarse (por ejemplo, moverse de manera lineal, rotativa, pivotante, etc.) por uno o más accionadores o motores 802b, 804b, 806b, respectivamente. Las señales indicativas de la posición, orientación, velocidad de movimiento, etc., se envían a un controlador 808 que puede accionar cualquiera de los tres componentes 802, 804, 806. Por tanto, el controlador determina la posición de cada componente con respecto a uno o más de los otros componentes y envía señales a los diversos accionadores para mover cada componente según se requiera o se desee.

La figura 9 representa un método 900 de reducción de dispersión de rayos X en un sistema de tomosíntesis. En la realización representada, un método 900 de reducción de dispersión de rayos X puede comprender posicionar una rejilla anti-dispersión configurada según una o más características dadas a conocer en el presente documento con respecto a un aparato de obtención de imágenes de rayos X, tal como un dispositivo de obtención de imágenes de tomosíntesis. En particular, el método puede incluir posicionar la rejilla anti-dispersión entre una fuente de rayos X y un detector de rayos X (operación 902) del aparato de obtención de imágenes de tomosíntesis, tal como se muestra por ejemplo en las figuras 1 y 4. El método puede incluir además orientar cada tabique de una pluralidad de tabiques de la rejilla anti-dispersión (operación 904) longitudinalmente a lo largo de un eje respectivo que es sustancialmente paralelo al plano frontal del sujeto durante la obtención de imágenes de tomosíntesis de la mama, tal como se ilustró y describió anteriormente con referencia a las figuras 1 a 4. En algunas realizaciones, la rejilla anti-dispersión puede tener una densidad de tabiques de al menos 70 tabiques por cm. Los tabiques pueden disponerse en una configuración paralela o una configuración enfocada con respecto a la fuente de rayos X.

En algunas realizaciones, el método puede incluir además al menos uno de inmovilización y compresión de la mama del sujeto (operación 906), por ejemplo, usando una estructura de inmovilización o comprensión tal como se muestra en la figura 1.

En diversas realizaciones, el método de reducción de dispersión de rayos X también puede abarcar reducir un patrón de Moire en una imagen resultante. Por tanto, el método de reducción de dispersión de rayos X puede comprender además acoplar un movimiento del elemento anti-dispersión al del emisor o detector de rayos X (operación 908) de modo que la rejilla anti-dispersión se mueve con el emisor o detector de rayos X durante la obtención de imágenes de tomosíntesis. Una vez acoplada, la rejilla anti-dispersión puede moverse (operación 910) con respecto a cualquiera o ambos del emisor o detector de rayos X. En diversas realizaciones, mover la rejilla anti-dispersión puede incluir rotar o trasladar la rejilla anti-dispersión. En algunas realizaciones, el método puede incluir mover la rejilla anti-dispersión a lo largo de una primera dirección que es sustancialmente paralela a un plano sagital del sujeto durante la obtención de imágenes de tomosíntesis, tal como se muestra por ejemplo en la figura 1B. En algunas realizaciones, el método puede incluir mover la rejilla anti-dispersión en una segunda dirección que es sustancialmente paralela a un plano frontal del sujeto durante la obtención de imágenes de tomosíntesis. En diversas realizaciones, mover la rejilla anti-dispersión puede incluir mover la rejilla anti-dispersión a una velocidad eficaz para reducir un patrón de Moire en una imagen resultante. Por ejemplo, el perfil de velocidad puede ser uno de un perfil trapezoidal y un perfil sinusoidal. Usar rejillas anti-dispersión con una densidad de tabiques relativamente alta en comparación con rejillas anti-dispersión convencionales permitirá además que la rejilla anti-dispersión reduzca de manera eficaz los patrones de Moire mientras que se mueve sólo una pequeña distancia dentro de los límites del aparato de obtención de imágenes de tomosíntesis durante cada exposición de rayos X.

En diversas realizaciones, el aparato de obtención de imágenes de rayos X puede ser un aparato de mamografía y tomosíntesis integrado configurado para poder funcionar en modos tanto 2D como 3D. En algunas realizaciones, el método de reducción de dispersión de rayos X puede incluir usar la misma rejilla anti-dispersión configurada según aspectos dados a conocer en el presente documento para obtención de imágenes en modos tanto 2D como 3D. En otras realizaciones, el método puede incluir retraer la rejilla anti-dispersión configurada según aspectos dados a conocer en el presente documento o intercambiar la rejilla anti-dispersión con una rejilla anti-dispersión convencional para obtención de imágenes en el modo de mamografía en 2D.

Habiendo descrito anteriormente varios aspectos de al menos una realización, debe apreciarse que a los expertos en la técnica se les ocurrirán fácilmente diversas alteraciones, modificaciones y mejoras. Se pretende que tales alteraciones, modificaciones y mejoras formen parte de esta divulgación y se pretende que estén dentro del alcance de la divulgación. Por consiguiente, la descripción y los dibujos anteriores sólo son a modo de ejemplo y el alcance

de la divulgación debe determinarse a partir de una interpretación apropiada de las reivindicaciones adjuntas.

**REIVINDICACIONES**

1. Aparato (500, 600) para reducir la dispersión de rayos X, comprendiendo el aparato:

un motor (504, 604);

una rejilla (502, 602) anti-dispersión acoplada al motor, teniendo la rejilla anti-dispersión una pluralidad de tabiques (116), y estando la rejilla anti-dispersión configurada para posicionarse con respecto a un dispositivo de obtención de imágenes de rayos X de modo que cada tabique de la pluralidad de tabiques se extiende a lo largo de una dirección sustancialmente paralela a un plano frontal de un sujeto durante la obtención de imágenes del sujeto usando el dispositivo de obtención de imágenes de rayos X,

en el que el motor está configurado para mover la rejilla anti-dispersión con respecto a un detector (110) del dispositivo de obtención de imágenes de rayos X en el campo de visión en un segundo modo del dispositivo de obtención de imágenes de rayos X,

caracterizado porque el motor está configurado para retraer el elemento anti-dispersión fuera del campo de visión en un primer modo del dispositivo de obtención de imágenes de rayos X, en el que el segundo modo es un modo de tomosíntesis,

en el que el detector está configurado para rotar durante la obtención de imágenes en el segundo modo, y en el que la rejilla anti-dispersión está configurada para moverse en un sentido de rotación correspondiente con el detector durante la obtención de imágenes en el segundo modo.

2. Aparato según la reivindicación 1, en el que cada tabique de la pluralidad de tabiques es sustancialmente lineal.

3. Aparato según la reivindicación 1, en el que la rejilla anti-dispersión tiene una densidad de al menos 70 tabiques por cm.

4. Aparato según las reivindicaciones 1 ó 3, en el que la pluralidad de tabiques está caracterizada por al menos uno de:

ser cada tabique de la pluralidad de tabiques una tira delgada que tiene una longitud que se extiende a lo largo de la dirección sustancialmente paralela al plano frontal del sujeto;

estar la pluralidad de tabiques dispuestos en una configuración paralela; y

estar la pluralidad de tabiques dispuestos en una configuración enfocada, estando orientados hacia un punto focal de una fuente de rayos X.

5. Aparato según la reivindicación 1, en el que el dispositivo de obtención de imágenes de rayos X es un dispositivo de obtención de imágenes de tomosíntesis, preferiblemente configurado para funcionar en un modo de mamografía en 2D y el modo de tomosíntesis.

6. Aparato según la reivindicación 1, en el que la rejilla anti-dispersión está configurada además para moverse a lo largo de al menos una de:

una primera dirección sustancialmente paralela a un plano sagital del sujeto durante la obtención de imágenes del sujeto usando el dispositivo de obtención de imágenes de rayos X;

una segunda dirección sustancialmente paralela al plano frontal del sujeto durante la obtención de imágenes del sujeto usando el dispositivo de obtención de imágenes de rayos X;

una trayectoria y a una velocidad eficaces para reducir un patrón de Moire en una imagen resultante durante la obtención de imágenes del sujeto usando el dispositivo de obtención de imágenes de rayos X que funciona en el modo de tomosíntesis, preferiblemente durante cada exposición de una pluralidad de exposiciones de tomosíntesis, preferiblemente en el que la rejilla anti-dispersión tiene una densidad de al menos 70 tabiques por cm para confinar una distancia de movimiento requerida para reducir el patrón de Moire.

7. Aparato según la reivindicación 1, que comprende además:

el motor acoplado a la rejilla anti-dispersión y configurado para mover la rejilla anti-dispersión durante la obtención de imágenes de una mama del sujeto usando el dispositivo de obtención de imágenes de rayos X que funciona en el modo de tomosíntesis, en el que preferiblemente el motor es uno de un motor paso a

paso, un servomotor, un motor lineal, una bobina de voz y un motor piezoeléctrico.

8. Aparato según la reivindicación 7, en el que el motor está configurado además para mover la rejilla anti-dispersión a lo largo de una primera dirección sustancialmente paralela a un plano sagital del sujeto durante la obtención de imágenes de la mama usando el dispositivo de obtención de imágenes de rayos X que funciona en el modo de tomosíntesis, o

con un perfil de velocidad que es uno de un perfil trapezoidal y un perfil sinusoidal.

9. Aparato según las reivindicaciones 1 ó 3, en el que la rejilla anti-dispersión está configurada además para ser retráctil.

10. Aparato según la reivindicación 1, que comprende:

una fuente (106) de rayos X configurada para moverse para la obtención de imágenes en el modo de tomosíntesis; y

una plataforma (112) configurada para posicionar la mama entre la fuente de rayos X y el detector, en el que el detector es un detector de rayos X, en el que preferiblemente el motor es uno de un motor paso a paso, un servomotor, un motor lineal, una bobina de voz y un motor piezoeléctrico.

11. Aparato según la reivindicación 10, en el que el detector de rayos X está configurado para moverse caracterizado por al menos uno de:

un movimiento en un sentido recíproco con respecto a un movimiento de la fuente de rayos X durante la obtención de imágenes en el modo de tomosíntesis, en el que preferiblemente la rejilla anti-dispersión se acopla al detector de rayos X de manera que la rejilla anti-dispersión se mueve con el detector de rayos X durante la obtención de imágenes en el modo de tomosíntesis;

un movimiento a lo largo de una primera dirección sustancialmente paralela a un plano sagital del sujeto durante la obtención de imágenes en el modo de tomosíntesis, en el que preferiblemente la rejilla anti-dispersión está configurada además para moverse a lo largo de una segunda dirección sustancialmente paralela al plano frontal del sujeto durante la obtención de imágenes en el modo de tomosíntesis;

un movimiento a lo largo de una trayectoria y a una velocidad eficaces para reducir un patrón de Moire en una imagen resultante durante la obtención de imágenes en el modo de tomosíntesis, en el que preferiblemente la rejilla anti-dispersión tiene una densidad de al menos 70 tabiques por cm para confinar una distancia de movimiento requerida para reducir el patrón de Moire, y en el que preferiblemente la rejilla anti-dispersión está configurada además para moverse a lo largo de la trayectoria durante cada exposición de una pluralidad de exposiciones de tomosíntesis.

12. Aparato según la reivindicación 10, en el que el motor está configurado además para mover la rejilla anti-dispersión con un perfil de velocidad que es uno de un perfil trapezoidal y un perfil sinusoidal.

13. Aparato según la reivindicación 11 ó 12, en el que la rejilla anti-dispersión está caracterizada por al menos uno de:

estar configurada además para ser retráctil para permitir retirar la rejilla anti-dispersión de una zona de obtención de imágenes; y

tener una densidad de al menos 70 tabiques por cm.

14. Aparato según la reivindicación 11 ó 12, en el que cada tabique de la pluralidad de tabiques es al menos uno de: sustancialmente lineal; y una tira delgada.

15. Aparato según la reivindicación 11 ó 12, en el que la pluralidad de tabiques están dispuestos en al menos una de: una configuración paralela; y una configuración enfocada, que está orientada hacia un punto focal de la fuente de rayos X.

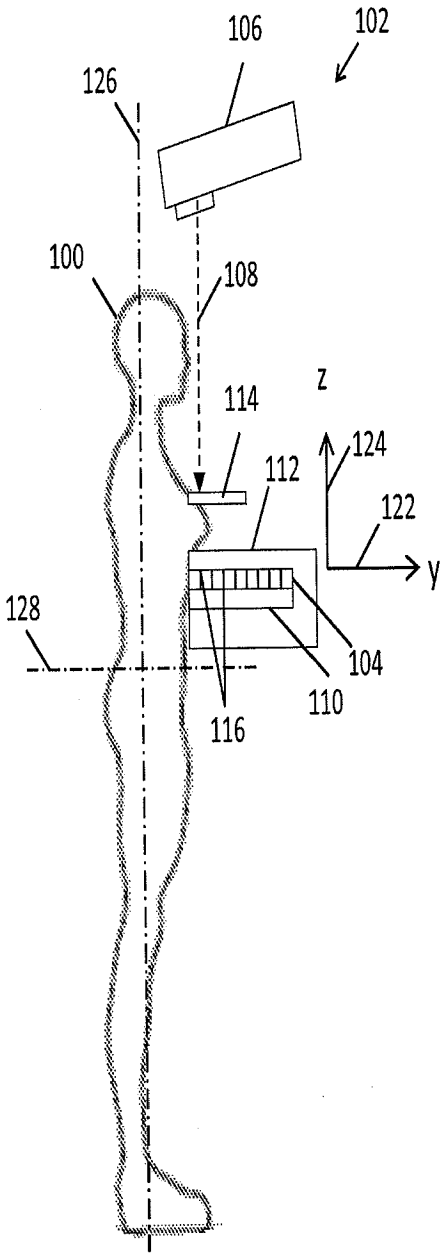
106
102
126
100
108
z
114
124
112
122
y
128
104
110
116

FIG. 1A

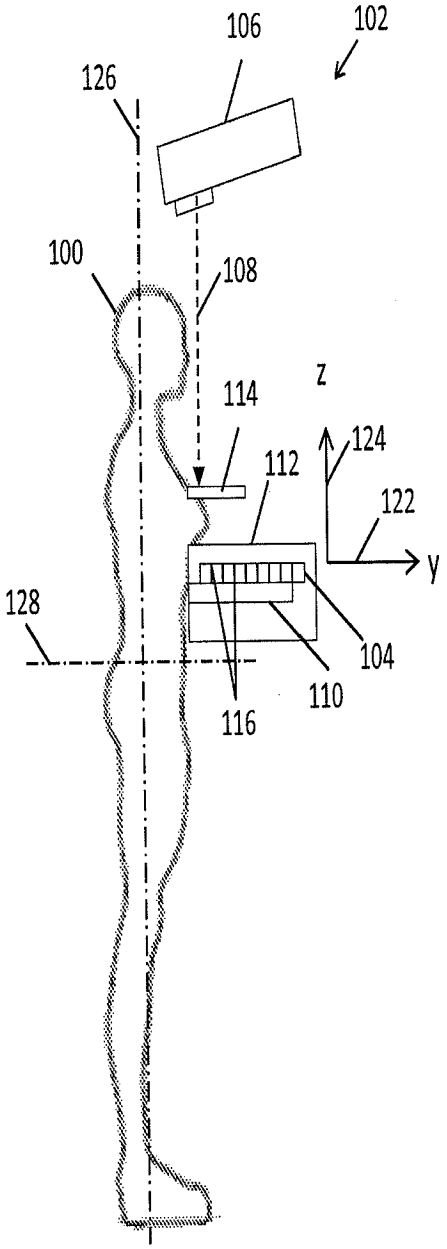
106
102
126
100
108
z
114
124
112
122
y
128
104
110
116

FIG. 1B

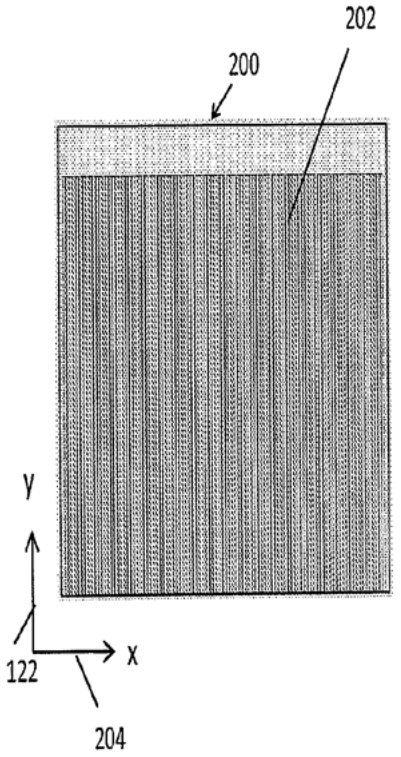


FIG. 2A
(técnica anterior)

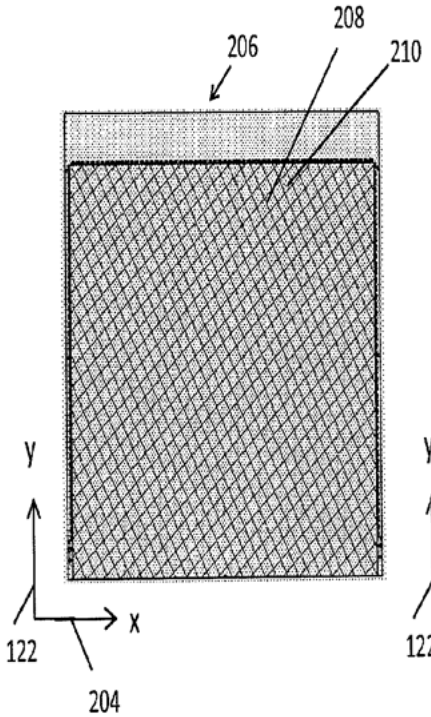


FIG. 2B
(técnica anterior)

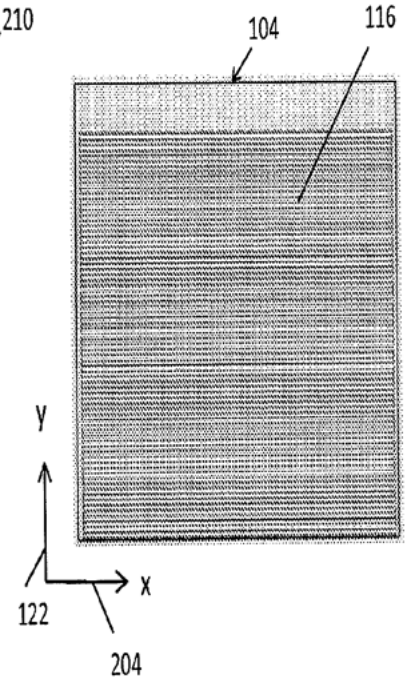


FIG. 2C

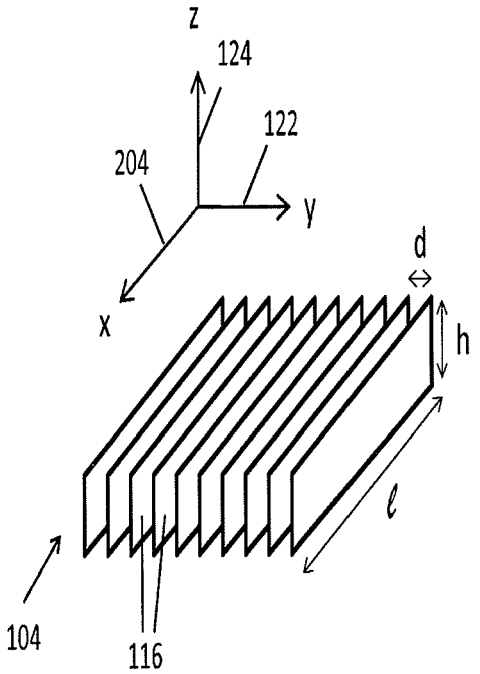


FIG. 3A

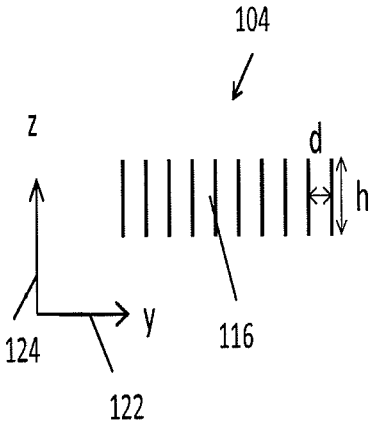


FIG. 3B

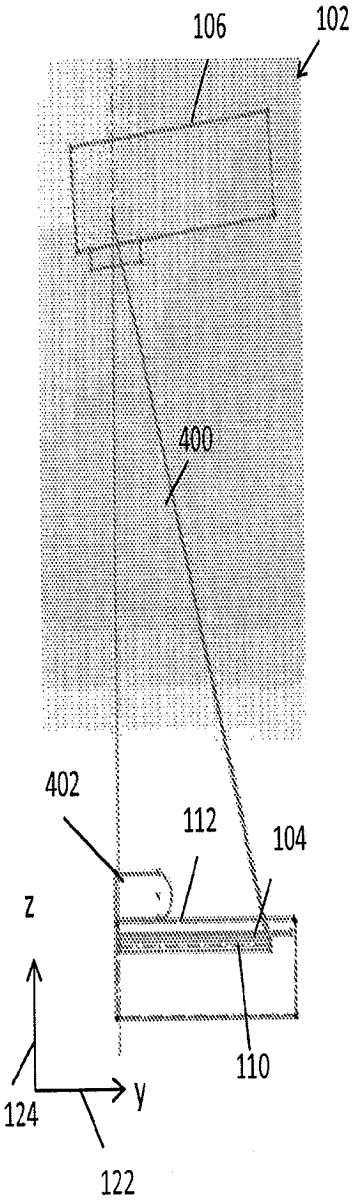


FIG. 4A

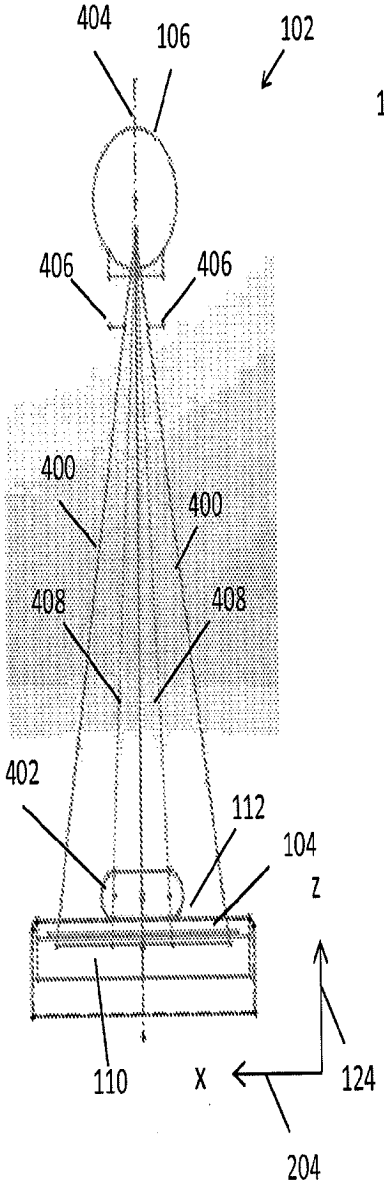


FIG. 4B

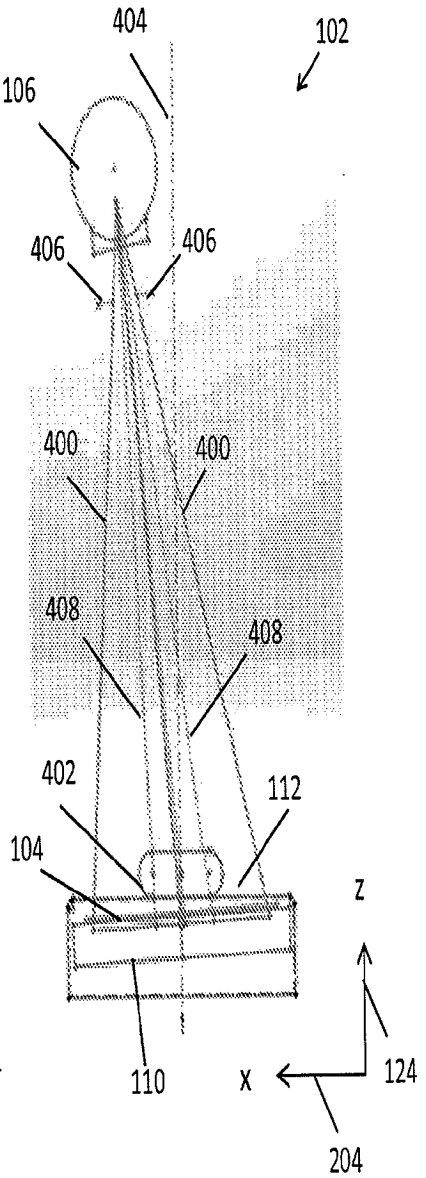


FIG. 4C

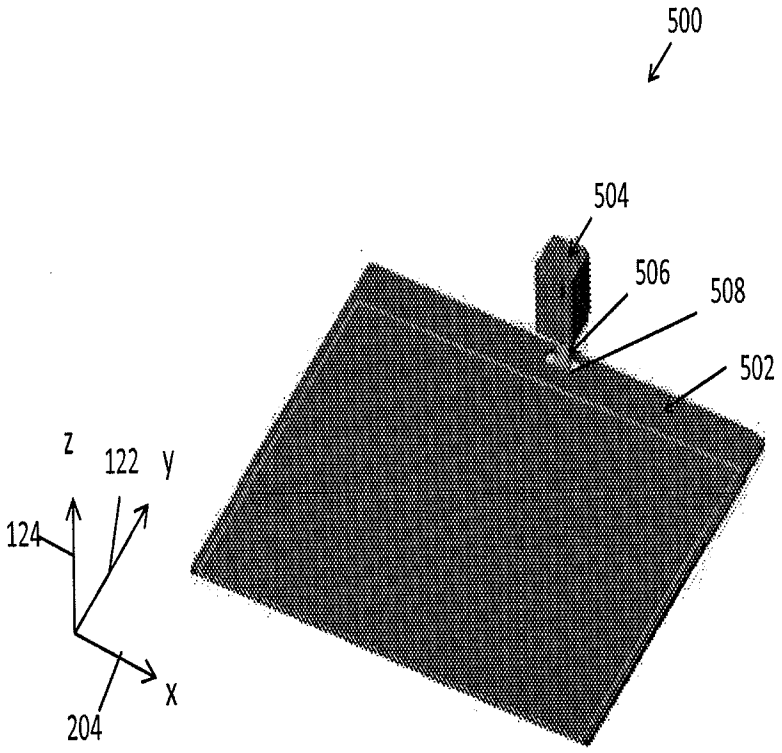


FIG. 5

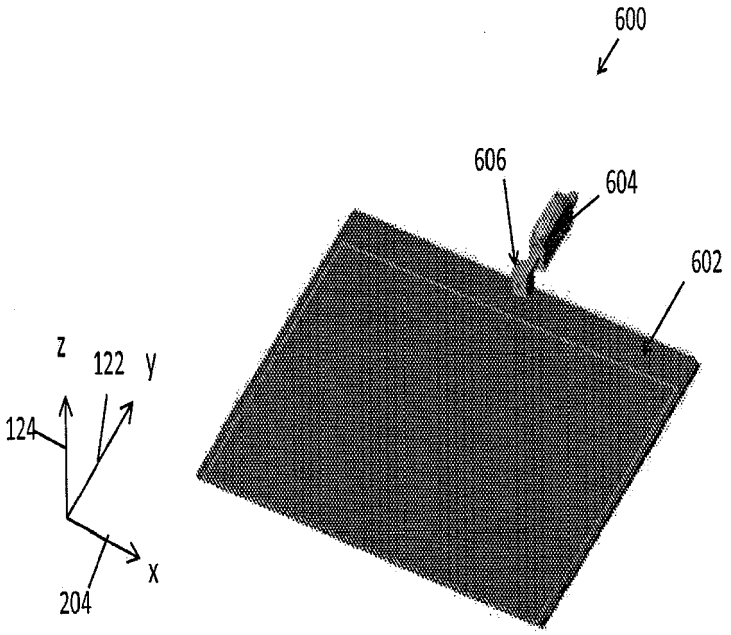


FIG. 6

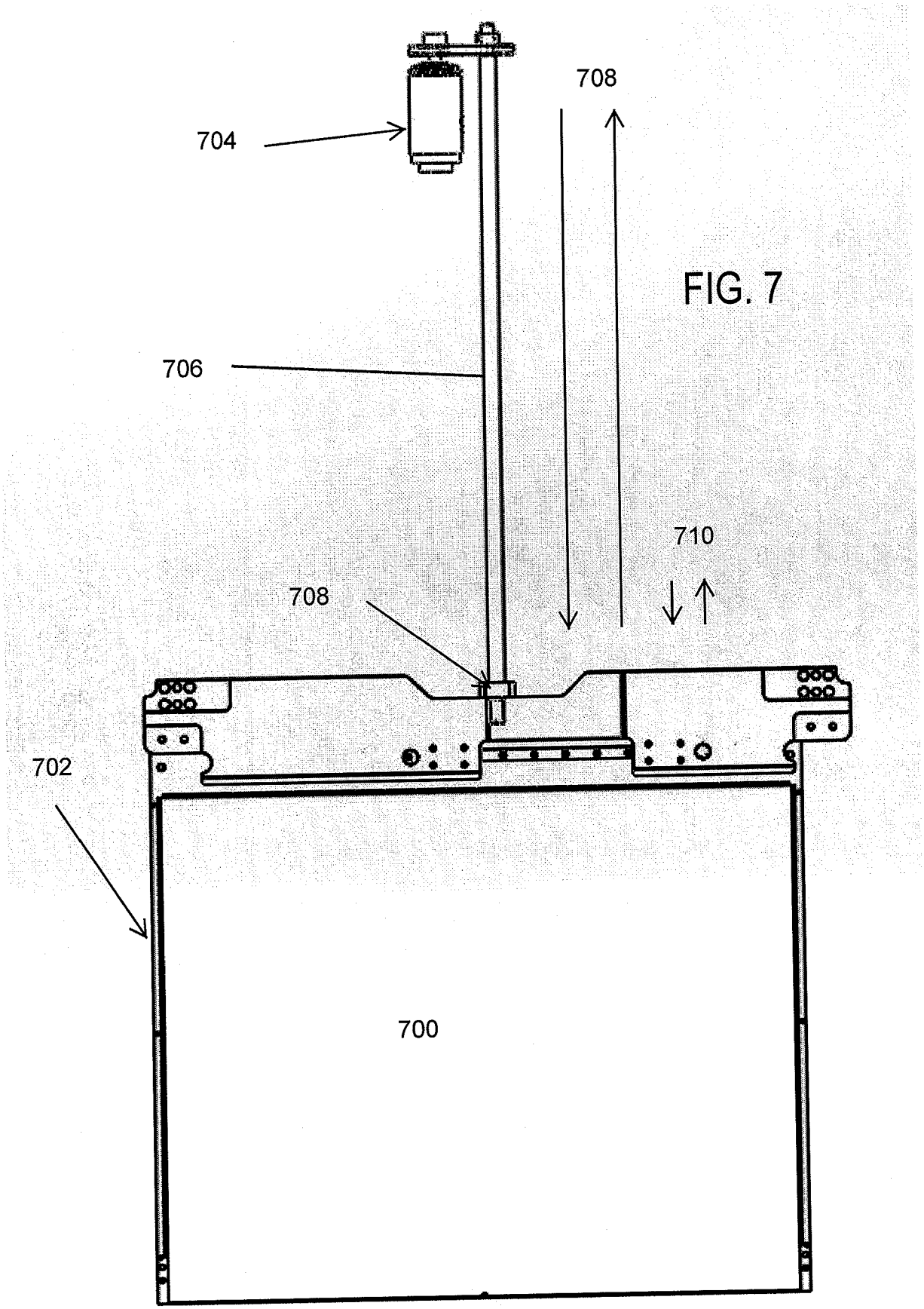


FIG. 7

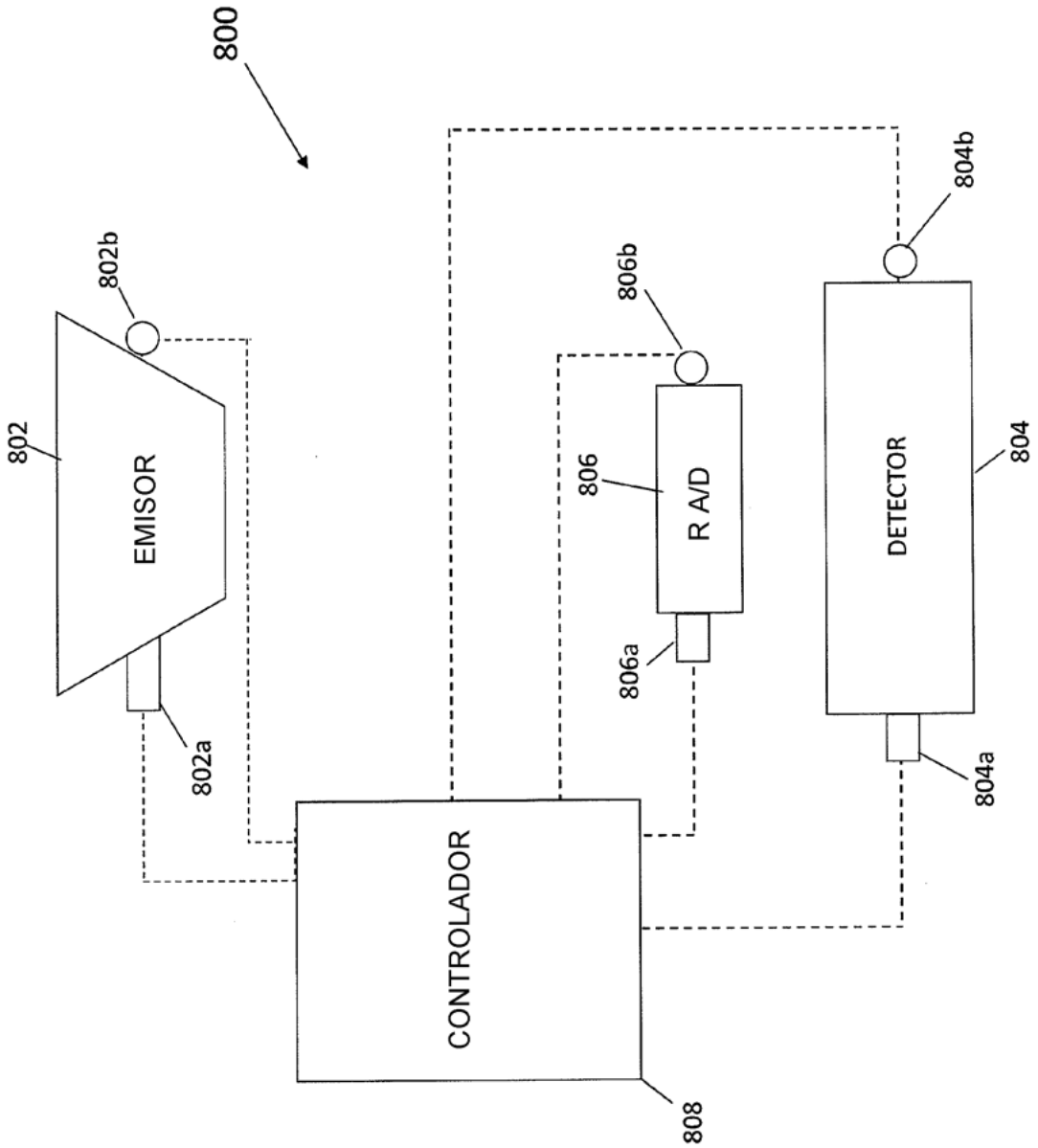
800
802
EMISOR
802a
802b
806
R A/D
806a
806b
804
DETECTOR
804a
804b
CONTROLADOR
808

FIG. 8

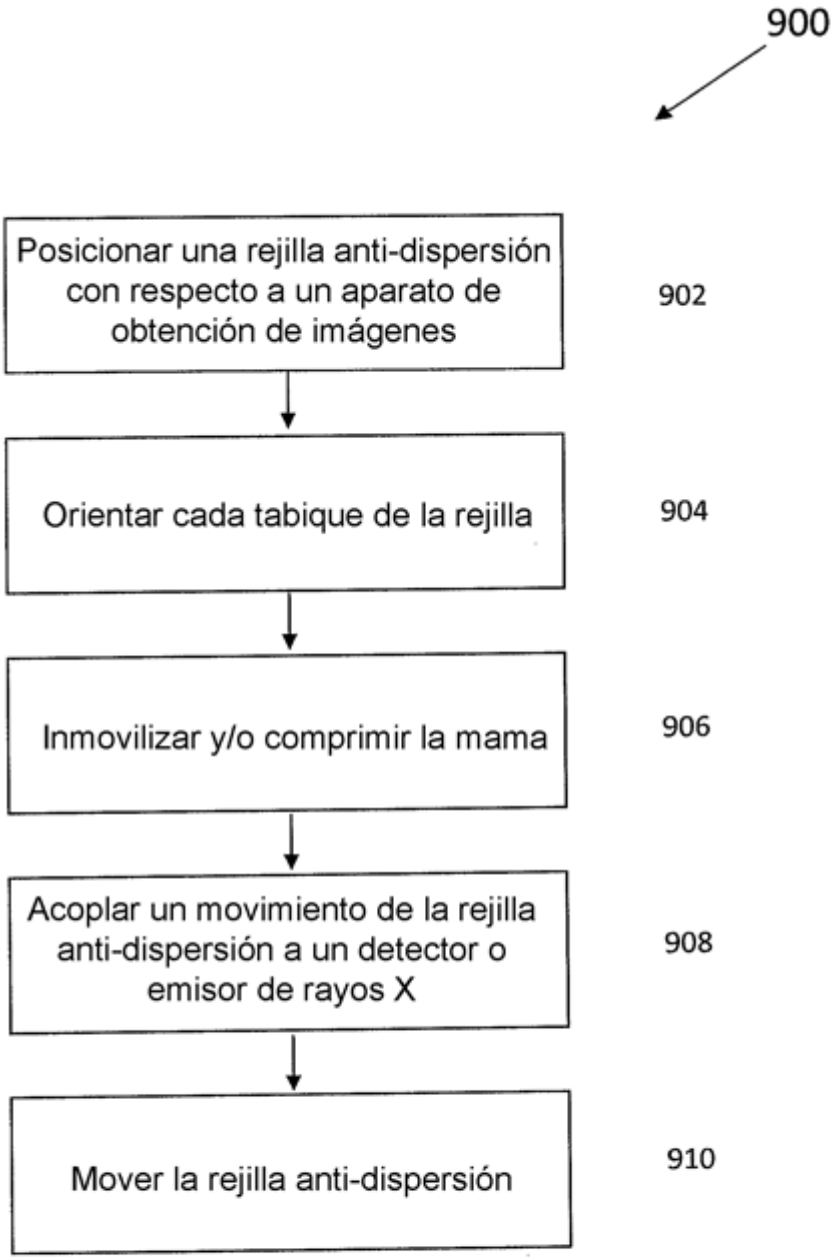
900
Posicionar una rejilla anti-dispersión con respecto a un aparato de obtención de imágenes
902
Orientar cada tabique de la rejilla
904
Inmovilizar y/o comprimir la mama
906
Acoplar un movimiento de la rejilla anti-dispersión a un detector o emisor de rayos X
908
Mover la rejilla anti-dispersión
910

FIG. 9