

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 436 403**

51 Int. Cl.:

G01N 24/08 (2006.01)

G01R 33/44 (2006.01)

G01R 33/30 (2006.01)

G01R 33/385 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **07.06.2006 E 06756200 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **28.08.2013 EP 1893986**

54 Título: **Un sistema de control de calidad y procesos portátil para la adquisición de imágenes por resonancia magnética simultánea de múltiples muestras**

30 Prioridad:

09.06.2005 US 688761 P

19.07.2005 US 184249

03.11.2005 US 732653 P

03.11.2005 US 732652 P

03.11.2005 US 732702 P

03.11.2005 US 732709 P

03.11.2005 US 732701 P

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
30.12.2013

73 Titular/es:

ASPECT MAGNET TECHNOLOGIES LTD.

(100.0%)

17 MOSHAV BEN SHEMEN

73115 BEN SHEMEN, IL

72 Inventor/es:

RAPOPORT, URI

74 Agente/Representante:

ÁLVAREZ LÓPEZ, Fernando

ES 2 436 403 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

Un sistema de control de calidad y procesos portátil para la adquisición de imágenes por resonancia magnética simultánea de múltiples muestras.

5

CAMPO DE LA INVENCION

La presente invención se refiere generalmente a un sistema de control de calidad y procesos industrial portátil (QPC) que comprende, entre otros, al menos una disposición empaquetada de dispositivos de resonancia magnética de múltiples corrientes de sustancialmente ningún campo magnético marginal, adaptado para analizar líneas adyacentes de objetos opcionalmente *in situ* de forma simultánea, y un procedimiento del mismo.

10

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

15 Se conocen bien instrumentos basados en el electromagnetismo para medir las propiedades de la materia o identificar su composición. La espectroscopia de resonancia magnética es una de las principales técnicas de medición usadas para obtener información física, química y estructural sobre una molécula.

Un sistema de imágenes por resonancia magnética nuclear produce una imagen de una muestra que se basa en su estructura molecular. La muestra se somete a un campo magnético polarizante que tiene el efecto de alinear los espines de todos los núcleos atómicos de la muestra. Después, se usan ondas de radio a una frecuencia cercana a la frecuencia de Larmor de los núcleos para excitar los núcleos de tal forma que se invierte su alineamiento magnético. Una vez que se elimina la excitación, los núcleos regresan a su estado original emitiendo señales de radio características. Son estas señales de radio las que pueden usarse para crear imágenes de la muestra.

20

La frecuencia de Larmor exacta depende del campo magnético preciso. Mediante la creación de un gradiente de campo magnético en la cavidad para muestras la fuente de estas señales puede situarse de tal forma que pueda construirse una imagen global de la muestra.

30 La eficacia de este proceso depende de la consistencia de la intensidad del campo magnético en la cavidad para muestras. Este campo se controla típicamente dentro de 5 partes por millón. La extensión de la uniformidad del campo magnético determina la precisión con la que la frecuencia de Larmor puede medirse. Esto permite la resolución de desviaciones químicas más pequeñas.

35 Es muy difícil conseguir una uniformidad de los campos magnéticos a menos de 5 ppm sobre un volumen grande. Sin embargo, un dispositivo de resonancia magnética dirigido crea una imagen de una región de interés mucho más pequeña, sobre la que es más fácil conseguir una uniformidad mucho mayor de tal forma que pueden resolverse desviaciones químicas muy pequeñas.

40 Para superar fluctuaciones en el campo magnético permanente producido por un circuito magnético circundante, puede usarse una diversidad de procedimientos de compensación, tal como la inclusión de material ferromagnético de formas específicas en ubicaciones específicas, por ejemplo, como se describe en la patente N° GB 2.378.763, o el uso de bobinas de compensación con formas extrañas cuyos campos magnéticos pueden ajustarse controlando la corriente que pasa a través de ellas.

45

Con el fin de superponer un gradiente de campo magnético sobre el campo magnético uniforme en la cavidad para muestras, se usan bobinas de gradiente adicionales. Cuando mayor es el gradiente magnético que puede producirse por las bobinas de gradiente, mayor es la resolución de la imagen adquirida, sin embargo para que el gradiente cubra toda la cavidad para muestras requiere una bobina grande.

50

Cuanto más grandes son las bobinas, mayor es la potencia requerida para generar un gradiente magnético dado. Además, las bobinas grandes tienen una alta inductancia que reduce la velocidad de precesión que puede conseguirse con ellas.

55 Cuando una muestra viva, tal como un paciente humano, se somete a un campo magnético cambiante, puede darse a partir de un potencial inducido una estimulación nerviosa en las neuronas que conduce a efectos fisiológicos no deseados. Un dispositivo de resonancia magnética que expone únicamente el campo de interés a un campo magnético cambiante limitará el alcance de tales efectos puesto que la región que no se adquiere por imágenes no se somete a ningún campo estimulante.

Por lo tanto, existe desde hace tiempo la necesidad en la técnica de un dispositivo de resonancia magnética multicapa rentable y un procedimiento para realizar la adquisición de imágenes de alta resolución sobre una porción de su campo de visión total. Más particularmente un dispositivo de resonancia magnética adaptado para la inclusión de una cabeza humana que produce imágenes de alta resolución sobre el área de interés sin exponer toda la muestra a altos gradientes de campo magnético.

Además, para introducir una pluralidad de muestras en un único dispositivo de resonancia magnética es necesario un mecanismo de transporte. A menudo, un mecanismo de este tipo es la fuente de ineficacia en el sistema donde el mecanismo de transporte atraviesa la región de campo magnético uniforme ya que la región ocupada por el mecanismo de transporte no está disponible para la introducción de una muestra que se va a medir. Por lo tanto, es necesario un mecanismo de transporte que introduzca la muestra en la región de campo magnético uniforme sin su ocupar dicha región.

Para medir una muestra de fluido se proporciona un tubo de medida alrededor del cual se enrolla una bobina de gradiente. Por lo tanto, es posible realizar medidas por resonancia magnética sobre cualquier muestra que pase a través de dicho tubo. Para medir una pluralidad de fluidos diferentes es necesario proporcionar un colector que comprende un sistema de tubos de alimentación, cada uno conectado a través de una válvula al tubo de medida. Después, cada fluido separado se introduce en el tubo de medida de forma individual. Esta configuración es problemática ya que el paso de muchos fluidos a través del mismo tubo de medición lleva mucho tiempo especialmente cuando se tiene en cuenta la necesidad de limpiar el tubo entre las muestras. Un sistema que proporcione muchos tubos de medición que puedan funcionar al mismo tiempo sería significativamente beneficioso particularmente en entornos industriales. Por lo tanto, existe la necesidad desde hace tiempo en la técnica de un dispositivo de resonancia magnética de múltiples corrientes rentable y un procedimiento mediante el cual medir simultáneamente una pluralidad de muestras.

Además, la mayoría de los dispositivos de resonancia magnética disponibles en el mercado no son portátiles. Generan un potente campo magnético externo al analizar los artículos en su volumen interno. Dichos campos magnéticos marginales no deseados eliminan la opción de instalar un dispositivo de resonancia magnética de lado a lado.

Hoy en día, se obtienen fuerzas magnéticas significativamente reducidas al margen de algunos dispositivos de resonancia magnética, es decir, dispositivos ASPeCT TM, que permiten alcanzar un campo magnético de hasta dos Tesla con una uniformidad adecuado para el análisis por resonancia magnética sub-ppm y sobre 400 mm de un espacio de aire utilizable entre las piezas polares.

Los procedimientos y aparatos para analizar objetos por la técnica de resonancia magnética son diversos y bien conocidos, pero los dispositivos no portátiles disponibles actualmente no pueden determinar las propiedades de dichos objetos *in situ* y proporcionan un análisis de una pluralidad de líneas adyacentes de objetos simultáneamente. La solicitud de patente de Estados Unidos 2002/0030491 desvela un medio para proporcionar múltiples RF y múltiples bobinas de gradiente para realizar mediciones por IRM simultáneas en múltiples muestras. El aparato desvelado en esta solicitud aloja todas las muestras en un único campo magnético homogéneo y proporciona un único pulso de excitación simultáneo para todas las muestras. No se proporcionan medidas independientes de muestras diferentes, o campos magnéticos independientes para muestras diferentes. La patente Europea 1253433 desvela una sonda adecuada para su uso en espectroscopia basada en resonancia magnética. Esta sonda tiene un diseño toroidal extendido. Sin embargo, no se permiten mediciones simultáneas sobre múltiples muestras por el diseño desvelado en la misma.

Un uso típico de las técnicas de resonancia magnética es para productos agrícolas, para detectar de forma no destructiva cualquier anomalía en los artículos que se muestrean. La solicitud de patente PCT N° 02/059586 desvela un aparato y un procedimiento para analizar y mejorar los productos agrícolas. Sin embargo, en esta solicitud, el examen de la muestra no se realizó *in situ*. Zion y col. ("Detection of Pit in Olives Under Motion by Nuclear Magnetic Resonance", J. Sci. Food Agric. 1997, 75, 496-502) han demostrado que la IRM puede usarse para distinguir, con >95% de precisión, entre aceitunas con hueso y sin hueso que transcurren sobre una correa transportadora que pasa a través de un imán de RMN de 2 T y una bobina de adquisición de imágenes de 150 mm. Sin embargo, este procedimiento no es adecuado para un uso agrícola real. Puesto que se usó un imán superconductor, el transporte del instrumento a la fábrica o huerta (o desde una ubicación a otra, asumiendo que los propietarios de un huerto de olivos o la fábrica en la que se deshuesan o se enlatan estarán dispuestos a invertir en un sistema de RMN de alto campo) es imposible. Además, los campos marginales relativamente grandes asociados con los imanes

superconductores que limitan la proximidad de un sistema de este tipo a otro, por no mencionar el coste elevado asociado con la adquisición y el mantenimiento de un sistema de RMN de alto campo, eliminan cualquier posibilidad de que un sistema de este tipo pueda esperarse razonablemente que se use para mediciones simultáneas de múltiples muestras. Por lo tanto, para proporcionar un control de calidad adecuado para artículos agrícolas y para determinar el tiempo correcto para cosechar las verduras o la fruta, es necesario un dispositivo de control de calidad y procesos por resonancia magnética portátil.

Otro uso típico de las técnicas de resonancia magnética es la espectroscopia en pacientes, con el fin de detectar anomalías en tejido celular vivo.

10

La patente de Estados Unidos N° 2005204473 desvela un aparato de tomografía por imágenes, tal como un aparato de tomografía computerizada de rayos X o un aparato de tomografía de resonancia magnética, que tiene una cama para pacientes que puede conducirse hasta un dispositivo de adquisición de datos con forma de túnel o anular. Para aumentar la comodidad del paciente y la accesibilidad del personal médico, la cama del paciente tiene un respaldo giratorio conectado a un asiento.

15

Los pacientes de trauma requieren cuidados especializados, incluyendo estabilización, cirugía y a menudo transfusiones de sangre. Ocurren muchas muertes que podrían haberse evitado por una atención adecuada relativamente poco tiempo después de la lesión en el sitio de la lesión. Los técnicos médicos de emergencia, los paramédicos y a veces los cirujanos veterinarios, usan técnicas de estabilización para mejorar las probabilidades de supervivencia de un paciente de trauma en el viaje en ambulancia hasta el hospital. El cuello y la espalda se sujetan antes de mover a los pacientes inmovilizados para asegurar que la persona lesionada no queda incapacitada por un movimiento innecesario de la espina dorsal.

20

Para diagnosticar el daño causado por la lesión, el equipo médico tiene que transferir a los pacientes a las salas de resonancia magnética del hospital y proceder a una espectroscopia de resonancia magnética, donde se fijan los dispositivos para la realización. Pero, durante las investigaciones pre-hospitalización, intra-hospitalización y post-hospitalización, todo movimiento superfluo es innecesario y potencialmente dañino. Por esta razón, se necesita desde hace tiempo un dispositivo de control de calidad y procesos de resonancia magnética portátil para diagnosticar al paciente *in situ*.

30

Los procedimientos y aparatos para analizar objetos por la técnica de resonancia magnética son diversos y bien conocidos, pero los dispositivos no portátiles disponibles actualmente no pueden determinar las propiedades de dichos objetos *in situ*.

35

RESUMEN DE LA INVENCION

Por lo tanto, es un objeto de la presente invención presentar un sistema de control de calidad y procesos (QPC) industrial portátil como se define en la reivindicación 1.

40

Otro objeto de la presente invención es desvelar un procedimiento rentable y orientado a la industria como se define en la reivindicación 7.

BREVE DESCRIPCION DE LA INVENCION

45

Para comprender la invención y observar cómo puede implementarse en la práctica, a continuación se describirán algunas realizaciones, únicamente a modo de ejemplo no limitante, con referencia a los dibujos adjuntos, en los que

la figura 1 presenta una disposición empaquetada de dispositivos de resonancia magnética de acuerdo con una realización de la presente invención, adaptados para analizar líneas adyacentes de objetos de forma simultánea; y,

50

las figuras 2A-2C ilustran esquemáticamente diversas pilas de dispositivos de resonancia magnética de acuerdo con otra realización más de la presente invención, donde en la figura 2A i equivale a 2, $x = 2$, $y = 1$ y $z = 0$; en la figura 2B i equivalente a 6, $x = 3$, $y = 2$ y $z = 0$; y en la figura 2C i equivalente a 24, $x = 4$, $y = 3$ y $z = 2$;

55

la figura 3A representa esquemáticamente una sección transversal de un dispositivo de resonancia magnética de acuerdo con una realización de la presente invención;

la figura 3b representa esquemáticamente una vista superior del dispositivo de resonancia magnética que muestra

las posiciones de las bobinas de gradiente globales y locales (304) de acuerdo con la presente invención;

la figura 4a representa esquemáticamente una sección transversal a través del dispositivo de resonancia magnética que muestra el campo magnético en la cavidad para muestras producido por los imanes del circuito magnético cerrado, de acuerdo con la presente invención;

la figura 4b representa esquemáticamente una vista superior del dispositivo de resonancia magnética que muestra el campo magnético en la cavidad para muestras producido por los imanes del circuito magnético cerrado, de acuerdo con la presente invención;

la figura 5 representa esquemáticamente el gradiente de campo magnético por toda la cavidad para muestras producido por la bobina de gradiente global, de acuerdo con la presente invención;

la figura 6 representa esquemáticamente el gradiente de campo magnético, en el campo de interés, producido por una bobina de gradiente local, de acuerdo con la presente invención;

la figura 7 representa esquemáticamente el gradiente de campo magnético, producido por una bobina de gradiente local, que pasa a través de la cabeza de un paciente que se ha introducido en la cavidad para muestras, de acuerdo con un ejemplo útil para el entendimiento de la presente invención;

la figura 8 presenta esquemáticamente un sistema de alimentación estratificado en un dispositivo de resonancia magnética (1000) de acuerdo con una realización de la presente invención;

las figuras 9A a 9E ilustran vistas superiores esquemáticas fuera de escala de la cavidad en el interior de un dispositivo de resonancia magnética 1000;

la figura 10 representa esquemáticamente una realización de la presente invención, en la que las piezas polares se sitúan a los lados de la correa transportadora que se encuentra totalmente fuera de la región de campo magnético uniforme;

la figura 11 representa esquemáticamente otra realización de la presente invención, en la que dos capas ortogonales de tubos paralelos pasan a través de la región de campo magnético uniforme;

la figura 12 representa esquemáticamente una única unidad de adquisición de imágenes de fluidos que muestra el tubo, la bobina de gradiente y la dirección del flujo del fluido; y

la figura 13 presenta esquemáticamente un diagrama de un dispositivo de control de calidad y procesos portátil útil para el entendimiento de la presente invención.

40 DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LAS REALIZACIONES PREFERIDAS

La siguiente descripción se proporciona, junto con todos los capítulos de la presente invención, para permitir que cualquier experto en la técnica aproveche dicha invención y expone los mejores modos contemplados por el inventor de realizar esta invención. Sin embargo, serán evidentes diversas modificaciones para los expertos en la técnica, ya que los principios generales de la presente invención se han definido específicamente para proporcionar un sistema de control de calidad y procesos industrial portátil (QPC) como se define en la reivindicación 1 y un procedimiento como se define en la reivindicación 7.

La expresión "**dispositivo de resonancia magnética**" se aplica en lo sucesivo en el presente documento a un dispositivo, tal como un dispositivo RMN, RPE, RCN o IRM, adaptado para medir las señales de radio emitidas desde el núcleo de los átomos en una muestra cuando dichos núcleos se excitan por la radiación electromagnética.

La expresión "**disposición empaquetada**" se refiere en lo sucesivo en el presente documento a una disposición de dos o más dispositivos de resonancia magnética sustancialmente sin campos magnéticos marginales, en los que la distancia entre dichos dispositivos es respectivamente pequeña, de tal forma que una pluralidad de líneas de alimentación se dirigen a dicha disposición, y se proporciona simultáneamente un análisis rápido de una masa (es decir, a escala industrial) de objetos.

El término "**QPC**" se refiere en lo sucesivo en el presente documento a un dispositivo de resonancia magnética

adaptado para analizar las propiedades, composiciones o forma de los objetos *in situ*, así como procesos y reacciones, donde los términos "**análisis**" y/o "**QPC**" se refieren en lo sucesivo en este documento a cualquier detección, análisis, control, medición, estudio, observación o estudio de una materia o proceso determinado por medio de un dispositivo de resonancia magnética.

5 La expresión "**campo de visión**" se aplica en lo sucesivo en el presente documento a un volumen sobre el que se aplica un gradiente magnético.

10 El término "**resolución**" se aplica en lo sucesivo en el presente documento a una capacidad del dispositivo de distinguir entre dos elementos tal como la capacidad del dispositivo de resonancia magnética de distinguir la distancia entre dos señales.

La expresión "**jaula multicapa**" se aplica en lo sucesivo en el presente documento a una cubierta que rodea una cavidad que comprende una pluralidad de elementos dispuestos en capas.

15 La expresión "**cavidad para muestras**" se aplica en lo sucesivo en el presente documento a una cavidad en una cubierta contenedora en la que se introduce una muestra.

20 La expresión "**circuito magnético**" se aplica en lo sucesivo en el presente documento a la trayectoria del flujo magnético del polo magnético norte al polo magnético sur.

La expresión "**mecanismo de compensación**" se aplica en lo sucesivo en el presente documento a cualquier mecanismo para corregir las inhomogeneidades de un campo magnético debido a imperfecciones en el imán o la presencia de objetos ferromagnéticos externos. Un mecanismo de compensación puede incluir, entre otros, elementos de compensación pasivos, elementos de compensación activos, compensación controlada por realimentación, compensación controlada por CPU, elementos de compensación superconductores.

30 Las expresiones "**bobinas de compensación**" o "**elementos de compensación activos**" se aplica en lo sucesivo en el presente documento a bobinas situadas alrededor de los imanes para corregir cualquier inhomogeneidad del campo magnético.

La expresión "**elementos de compensación pasivos**" se aplica en lo sucesivo en el presente documento a piezas de material ferromagnético situadas alrededor de los imanes para corregir inhomogeneidades del campo magnético.

35 La expresión "**bobina de gradiente**" se aplica en lo sucesivo en el presente documento a una bobina usada para crear un gradiente magnético sobre al menos una porción de la cavidad para muestras.

40 El término "**pistas**" se aplica en lo sucesivo en el presente documento a cualquier medio de desplazamiento de un elemento con respecto a otro, tal como raíles por los que una bobina de gradiente se desliza con respecto a la cavidad para muestras.

La expresión "**velocidad de precesión**" se aplica en lo sucesivo en el presente documento a la velocidad de aumento o descenso de un gradiente magnético de cero a su valor máximo absoluto.

45 La expresión "**unidades de adquisición de imágenes de muestras**" se aplica en lo sucesivo en el presente documento a un dispositivo adaptado para proporcionar un medio para medir la resonancia magnética de una muestra en un campo magnético uniforme.

50 La expresión "**unidades de adquisición de imágenes de fluidos**" se aplica en lo sucesivo en el presente documento a un dispositivo adaptado para proporcionar un medio para medir la resonancia magnética de una muestra de fluido en un campo magnético uniforme.

La expresión "**tasa de conmutación**" se aplica en lo sucesivo en el presente documento al número de dispositivos separados que se activan en un periodo de tiempo dado.

55 La expresión "**pieza polar**" se aplica en lo sucesivo en el presente documento a un elemento de un material de alta permeabilidad usado para conformar la uniformidad del flujo magnético de un imán permanente. En un ejemplo de este tipo se construye una pieza polar a partir de gránulos pequeños de material ferromagnético, el diámetro de cada gránulo es del orden de un micrómetro. Dichos gránulos se incrustan en un revestimiento plástico que sirve para

reforzar los gránulos e impedir la distorsión de su forma. El material se corta en pequeños cubos que se apilan juntos con pegamento no conductor y con espaciadores entre los gránulos. Una construcción de este tipo impide la formación de grandes corrientes parásitas en la pieza polar, aumentando así la eficacia del imán.

- 5 La expresión "**imanes de pared lateral**" se aplica en lo sucesivo en el presente documento a imanes permanentes dispuestos alrededor de los lados de las piezas polares que mantienen la uniformidad del campo magnético del imán permanente.

El término "**pluralidad**" se aplica en lo sucesivo en el presente documento a cualquier número entero mayor de o igual a uno.

El término "**portátil**" se aplica en lo sucesivo en el presente documento a cualquier dispositivo de mano o transportable. Dicho dispositivo puede transportarse o llevarse por el cuerpo humano en una correa o en un bolsillo.

- 15 El término "**móvil**" se aplica en lo sucesivo en el presente documento a cualquier sistema vehicular, aéreo o a bordo de buques, sistemas inalámbricos en camiones, caravanas, coches, barcos o motocicletas.

El término "**plataforma**" se refiere en lo sucesivo en el presente documento a cualquier sistema móvil de vehículo, aeronave o a bordo de buques. Por ejemplo, el término se refiere también a tractores, orugas, dragalinas, cargadores, especialmente cargadores de rueda, palas, grúas, carretillas elevadoras de polvo.

El término "**cítrico**" se refiere en la presente invención a cualquier clementina, mandarina, naranjas, toronja, pomelo, rangpur, naranja dulce, lima, mandarina de cidrón o limón. Específicamente, de forma no limitante, el término cítrico se refiere adicionalmente a amanatsu, naranja bergamota, naranja amarga (naranja de Sevilla), calamondina (calamansi), lima dorada, híbrido entre el género citrus y el género fortunella, dancy, limón ichang, lima kaffir, lima ágría, kumquat, en el género relacionado fortunella, no cítrico; forma híbridos con cítricos, limequat, lima mandarina, naranja mandarina, limón meyer, mikan, minneola, orangelo (chironja), Naranjaquat, limón persa (Lima de Tahití), limón áspero, satsuma, shekwasha (mandarina de Taiwán), sweetie, naranja tachibana, tangelo, tangor ugly; yuzu, etc.

El término "**drupa**" se refiere en la presente invención a cualquier melocotón, pera, ciruela o albaricoque. En botánica, una drupa es un tipo de fruta en la que una parte carnosa exterior (exocarpio o piel y mesocarpio o carne) rodea una cáscara (el hueso o pepa) del endocarpio endurecido con una semilla dentro. Estas frutas desarrollan a partir de un solo carpelo y en su mayor parte de flores con ovarios superiores. La característica definitiva de una drupa es que la pepa dura y lignificada (o hueso) se obtiene de la pared del ovario de la flor. Específicamente, y se forma no limitante, el término drupa se refiere adicionalmente a café, azufaifa, mango, aceituna, todos los miembros del género *Prunus*, incluyendo la almendra (en el que el mesocarpio es algo coriáceo), albaricoque, cereza, melocotón, nectarina, ciruela, etc.

La expresión "**fruta climatérica**" se refiere en la presente invención a cualquier fruta que continúa madurando después de la cosecha. Las frutas y verduras pueden clasificarse como climatéricas y no climatéricas. La fruta climatérica continúa madurando después de la cosecha, mientras que la no climatérica no. La maduración es un proceso que incluye el desarrollo del color, del sabor y la textura (ablandamiento). Esto significa que el proceso de maduración continúa después de la abscisión (cuando la fruta cae).

El término "**maduración**" se refiere en la presente invención a un proceso en la fruta que la hace más comestible. Según las frutas maduran, se vuelven más dulces, menos ácidas, menos verdes y más suaves.

El sistema comprende, entre otros, al menos una disposición empaquetada de i dispositivos de resonancia magnética sustancialmente sin campos magnéticos marginales, adaptados para analizar hasta i líneas de objetos simultáneamente, don i es un número entero mayor de o igual a 2.

Está en el alcance de la presente invención, en la que dicha disposición empaquetada es una pila que comprende una pluralidad de i dispositivos de resonancia magnética, caracterizada por las dimensiones de x , y y z dispositivos de resonancia magnética; y adicionalmente donde i es un número entero mayor de o igual a 2, y x , y y z son números enteros mayores de o iguales a 0, de tal forma que en caso de que aquellos valores superiores o iguales a 1, $x*y*z$ equivale a i . La forma de al menos una porción de la pila es preferiblemente poligonal, circular o cualquier combinación de las mismas.

Está también en el alcance de la presente invención en el que al menos una porción de los objetos se suministran a los dispositivos de resonancia magnética por medio de una correa transportadora o similar, por medio de túneles, conductos o tubos, o cualquier combinación de los mismos. El sistema está adaptado adicionalmente para funcionar continuamente o por lotes.

5 Está también en el alcance de la presente invención en el que los imanes de los dispositivos de resonancia magnética están protegidos de forma pasiva y/o están protegidos de forma activa por medio de un blindaje RF y/o magnético.

10 El sistema QPC que se ha definido anteriormente comprende preferiblemente medios informatizados adicionales, adaptados para el reparto de tiempo de al menos un grupo que consiste, de forma no limitante, en un suministro de gradiente; transmisión y/o amplificación RF; recepción RF; procesamiento de señal digital, o una combinación de los mismos.

15 Ahora se hace referencia a la figura 1, que presenta esquemáticamente un sistema QPC industrial, que comprende, entre otros, al menos una disposición de dispositivos de resonancia magnética sustancialmente sin campos magnéticos marginales (1A-1D). Aquí, los dispositivos de resonancia magnética se disponen en paralelo de tal forma que la distancia (d) entre los dispositivos (1A-1D) es corta y se determina principalmente por los requisitos de alimentación, por ejemplo, la distancia óptima entre las diversas correas transportadoras de alimentación (por
20 ejemplo, 2B y 2C).

De acuerdo con este ejemplo, y de forma no limitante, dichos cuatro dispositivos de resonancia magnética (1A-1D) se suministran por cuatro correas transportadoras paralelas (2A-2D), cada transportador transporta en uno de los dispositivos de resonancia magnética una serie continua, segmentada o pulsada de objetos (3) que se van a
25 examinar.

Son posibles diversos modelos, tales como una instalación de clasificación adaptada para clasificar huevos de ave de incubadora, por ejemplo, dividir líneas de huevos por el género del embrión; un sistema adaptado para la eliminación selectiva de huevos fertilizados de la línea de productos, la evacuación de huevos caracterizados por un
30 tamaño o condición inapropiados, o dotados con una condición fisiológica predeterminada.

Otro ejemplo es la clasificación de frutas y otros productos y materias primas agrícolas, y especialmente la utilización en una planta envasadora de cítricos que se va a someter a QPC para inspeccionar la presencia de semillas, la presencia de un núcleo hueco en el interior de la fruta, definir las fases de maduración, daños por moho, daños por
35 congelación, el nivel de azúcar, el nivel de agua y el pH, etc. Este ejemplo se proporciona adicionalmente útil para otros sistemas de alimentación, tales como en los que los objetos están en un estado líquido, por ejemplo, el QPC de la industria de refinación de petróleo; en los que los múltiples tubos que comprenden el flujo de petróleo en sus diversos procesos de refinamiento sirven para forzar el flujo hasta los dispositivos de resonancia magnética para su análisis. De acuerdo con esta realización de la presente invención, cada línea de alimentación (por ejemplo, 2D)
40 entra en el dispositivo de resonancia magnética (1D, vista frontal) a través de al menos una apertura de entrada (4), y sale (5D) de dicho dispositivo de resonancia magnética a través de al menos una apertura de salida (no se muestra). El QPC se proporciona de forma continua o por lotes, por ejemplo, deteniendo la línea a un período de tiempo corto predeterminado antes del análisis por resonancia magnética de los objetos.

45 Por lo tanto, es de acuerdo con un aspecto de la presente invención en el que el QPC, como se ha definido anteriormente, está adaptado para clasificar huevos de ave de incubadora, y especialmente clasificar el género del embrión; eliminar selectivamente los huevos fertilizados de la línea de productos; o evacuar los huevos caracterizados por un tamaño o condición fisiológica inapropiados, o cualquier combinación de los mismos.

50 Por lo tanto, es de acuerdo con otro aspecto de la presente invención en el que el QPC, como se ha definido anteriormente, está adaptado para clasificar frutas y otros productos y materias primas agrícolas, y especialmente para utilizar en plantas de envasado de cítricos para inspeccionar la presencia de semillas, localizar un núcleo hueco en el interior de la fruta, definir las fases de maduración, explorar daños por moho, determinar daños por congelación, el nivel de azúcar, evaluar el nivel de agua, o determinar la acidez de la fruta, o cualquier combinación
55 de los mismos.

Es de acuerdo con otra realización más de la presente invención en la que dicho QPC habilitando en el dispositivo de resonancia magnética comprende adicionalmente medios informatizados (10A), que permiten, entre otros, el reparto de tiempo del suministro de gradiente (10B), el reparto de tiempo del transmisor y/o amplificador RF (10C), el

reparto de tiempo del receptor RF (10D), el reparto de tiempo del procesamiento de señal digital (10E). Dicho QPC se proporciona preferiblemente, pero no exclusivamente, mediante ventana (6, vista superior). Se reconoce a este respecto que es posible cualquier combinación de reparto de tiempo, como se ha definido anteriormente, con uno, algunos o todos los dispositivos de resonancia magnética.

5

Ahora se hace referencia a las figuras 2A, 2B y 2C que ilustran, forma no limitante, diversas pilas, en las que 2A y 2B describen una vista frontal de una pila poligonal, y la figura 2C presenta una vista lateral de la misma.

10 Está adicionalmente en el alcance de la presente invención en el que los objetos analizados son materia sólida o líquida; y especialmente en el que los objetos analizados se seleccionan entre materias primas o productos agrícolas, cosméticos, productos químicos, polvos, gases, artículos envueltos, medicamentos, materias industriales, utensilios metálicos o cualquier otro miembro continuo o discreto o combinación de sólido, líquido y gas.

15 De acuerdo con una realización de la presente invención se presenta un dispositivo de resonancia magnética para la adquisición de imágenes sobre un gran campo de visión y posteriormente la adquisición de imágenes sobre una porción del mismo a una resolución superior. Este dispositivo comprende una jaula multicapa que contiene la cavidad para muestras en la que se introduce y se adquiere en imágenes una muestra. La jaula comprende un circuito magnético cerrado construido a partir de imanes permanentes fuertes, y cuando sea necesario para el mantenimiento de un campo magnético uniforme, un mecanismo de compensación seleccionado entre una
20 disposición de bobinas de compensación, elementos de compensación pasivos o cualquier combinación de los mismos. La jaula comprende adicionalmente una bobina de gradiente global y una disposición de bobinas de gradiente locales. Dicho dispositivo proporciona imágenes seleccionadas entre imágenes de baja resolución sobre un gran campo de visión, imágenes de alta resolución sobre un campo de visión inferior, o cualquier combinación de las mismas.

25

Es de acuerdo con otra realización de la presente invención presentar un dispositivo de resonancia magnética en el que bobinas de gradiente locales adyacentes se superponen de tal forma que cada porción de la cavidad para muestras se sitúa en el campo de visión de al menos una bobina de gradiente local.

30 De acuerdo con una realización adicional de la presente invención se presenta un dispositivo de resonancia magnética que comprende adicionalmente pistas por las que se maniobra al menos una bobina de gradiente local de tal forma que su campo de visión cubre cualquier porción de la cavidad para muestras.

35 De acuerdo con aún otra realización de la presente invención se presenta un dispositivo de resonancia magnética, adaptado de tal forma que una muestra grande o una pluralidad de muestras más pequeñas se introducen en la cavidad para muestras y se adquiere en imágenes cualquier sección de muestra total en el mismo.

40 De acuerdo con aún otra realización de la presente invención se presenta un dispositivo de resonancia magnética para la adquisición en imágenes de una muestra grande que se extiende sobre una pluralidad de bobinas de gradiente locales, donde las bobinas de gradiente locales se caracterizan por una rápida velocidad de precesión de tal forma que una pluralidad de imágenes se adquieren secuencialmente a partir de una pluralidad de bobinas de gradiente locales.

45 De acuerdo con la presente invención se presenta un dispositivo de resonancia magnética en el que el circuito magnético cerrado se caracteriza por dos piezas polares y una disposición de imanes de pared lateral, que bloquean el flujo magnético en la estructura de imanes y la cavidad para muestras.

50 De acuerdo con la presente invención se presenta un dispositivo de resonancia magnética en el que el campo de visión de la bobina de gradiente global cubre todo el volumen de la cavidad para muestras.

50

De acuerdo con una realización adicional de la presente invención se presenta un dispositivo de resonancia magnética en el que el mecanismo de compensación comprende una disposición de elementos de compensación pasivos.

55 De acuerdo con una realización adicional de la presente invención se presenta un dispositivo de resonancia magnética en el que el mecanismo de compensación comprende una disposición de bobinas de compensación sintonizables, que pueden sintonizarse para crear un campo magnético uniforme sobre el campo de visión de al menos una bobina de gradiente local de tal forma que se obtiene un espectro de resonancia magnética de alta resolución de una muestra situada en este campo de visión.

De acuerdo con una realización adicional de la presente invención se presenta un dispositivo de resonancia magnética en el que el mecanismo de compensación comprende una disposición de bobinas de compensación sintonizables, que se sintonizan para crear un campo magnético uniforme sobre una región limitada de toda la muestra.

De acuerdo con otra realización de la presente invención se presenta un dispositivo de resonancia magnética en el que la disposición de imágenes de pared lateral se dobla de tal forma que el campo magnético se mantiene uniforme dentro del volumen adaptado para alojar la cabeza y los hombros.

De acuerdo con la presente invención se presenta en un QPC portátil multicapa, un dispositivo de resonancia magnética de múltiples corrientes que comprende los siguientes elementos. Una jaula que comprende un circuito magnético cerrado construido a partir de imanes permanentes fuertes y un mecanismo de compensación opcional seleccionado entre una disposición de bobinas de compensación activas, elementos de compensación pasivos o cualquier combinación de los mismos, una cavidad contenida en la que la intensidad del campo magnético es aproximadamente uniforme, y un medio, tal como una pluralidad de correas transportadoras, tubos o cualquier otro medio de transporte por el que se introducen una pluralidad de muestras en la región de campo magnético uniforme. Este dispositivo permite hacer mediciones por resonancia magnética sobre una pluralidad de muestras en la región de dicho campo magnético uniforme.

De acuerdo con la presente invención se presenta en un QPC portátil multicapa un dispositivo de resonancia magnética de múltiples corrientes en el que el circuito magnético cerrado está caracterizado por dos piezas polares y una disposición de imanes de pared lateral, que bloquean el flujo magnético en la estructura de imanes y la cavidad para muestras.

De acuerdo con una realización adicional de la presente invención se presenta en un QPC portátil multicapa un dispositivo de resonancia magnética de múltiples corrientes que comprende adicionalmente una pluralidad de unidades de adquisición de imágenes de muestras. Cada unidad de adquisición de imágenes de muestras comprende una correa transportadora que transporta una muestra a la región de campo magnético uniforme, una bobina de gradiente alrededor de dicha correa transportadora y una sonda de medición por resonancia magnética. Además, un medio, tal como una CPU, permite que las bobinas de gradiente de cada unidad de adquisición de imágenes de muestras se activen en una sucesión rápida de tal forma que las medidas por resonancia magnética se hagan sobre una pluralidad de muestras separadas dentro de la región de campo magnético uniforme.

De acuerdo con una realización adicional de la presente invención se presenta en un QPC portátil multicapa un dispositivo de resonancia magnética de múltiples corrientes en el que una pluralidad de unidades de adquisición de imágenes de muestras se sitúan paralelas entre sí de tal forma que una pluralidad de muestras se transportan a la región de campo magnético uniforme de forma simultánea a lo largo de una pluralidad de corrientes.

De acuerdo con otra realización de la presente invención se presenta en un QPC portátil multicapa un dispositivo de resonancia magnética de múltiples corrientes en el que las piezas polares del circuito magnético se orientan en horizontal a los lados de la cavidad contenida de tal forma que al menos una correa transportadora se sitúa fuera de la región de campo magnético uniforme mientras que transporta la muestra hasta la región de campo magnético uniforme.

De acuerdo con una realización adicional de la presente invención se presenta en un QPC portátil multicapa un dispositivo de resonancia magnética de múltiples corrientes en el que las piezas polares del circuito magnético se orientan en horizontal a los lados de la cavidad contenida de tal forma que al menos una correa transportadora se encuentra bajo la región de campo magnético uniforme mientras que transporta la muestra hasta la región de campo magnético uniforme.

De acuerdo con otra realización de la presente invención se presenta en un QPC portátil multicapa un dispositivo de resonancia magnética de múltiples corrientes en el que las piezas polares del circuito magnético se orientan en horizontal a los lados de la cavidad contenida de tal forma que al menos una correa transportadora se encuentra por encima de la región de campo magnético uniforme mientras que transporta la muestra hasta la región de campo magnético uniforme.

De acuerdo con una realización adicional de la presente invención se presenta en un QPC portátil multicapa un dispositivo de resonancia magnética de múltiples corrientes adaptado para la medición de muestras de fluido que

comprende una pluralidad de unidades de adquisición de imágenes de fluidos. Cada unidad de adquisición de imágenes de fluidos comprende un tubo en el que una muestra de fluido fluye a través de la región de campo magnético uniforme, una bobina de gradiente alrededor de dicho tubo, y una sonda de medición por resonancia magnética. Además, un medio, tal como una CPU, permite que las bobinas de gradiente de cada unidad de adquisición de imágenes de muestras se activen en una sucesión rápida de tal forma que las medidas por resonancia magnética se hacen sobre una pluralidad de muestras de fluido separadas dentro de la región de campo magnético uniforme.

De acuerdo con otra realización de la presente invención se presenta en un QPC portátil multicapa un dispositivo de resonancia magnética de múltiples corrientes en el que el menos dos unidades de adquisición de imágenes de fluidos se orientan de forma ortogonal de tal forma que las bobinas de gradiente de ambas unidades pueden activarse simultáneamente sin ninguna interferencia.

De acuerdo con una realización adicional de la presente invención se presenta en un QPC portátil multicapa un dispositivo de resonancia magnética de múltiples corrientes en el que al menos dos unidades de adquisición de imágenes de fluidos se orientan casi en ortogonal de tal forma que el tiempo de conmutación entre la activación de las bobinas de gradiente de cada una de las unidades puede activarse casi simultáneamente con un pequeño tiempo de conmutación entre ellas.

Ahora se hace referencia a la figura 3a, que presenta esquemáticamente una sección transversal de un dispositivo de resonancia magnética dirigido de acuerdo con una realización de la presente invención. Un circuito magnético cerrado, 301, comprende un imán permanente grande, 301a, una pieza polar, 301b y una disposición de imanes de pared lateral, 301c, rodeando una cavidad para muestras central, 305. Se usa un mecanismo de compensación, 302, para mantener el campo magnético uniforme dentro de la cavidad. Una bobina de gradiente global, 303, se extiende a lo largo de la longitud de la cavidad para muestras. Una disposición de bobinas de gradiente locales, 304, se sitúa a intervalos a lo largo de la longitud de la cavidad y se superponen de tal forma que cualquier sección volumétrica en la cavidad para muestras está dentro del campo de al menos una de las bobinas de gradiente locales.

Ahora se hace referencia a la figura 3b, que presenta esquemáticamente una vista superior del dispositivo de resonancia magnética de acuerdo con una realización de la presente invención. Este diagrama muestra las posiciones de la bobina de gradiente global, 303, y las bobinas de gradiente locales, 304, la bobina de gradiente local central, 304b, se superpone con las demás bobinas de gradiente locales. Se reconoce que las bobinas de gradiente locales, 304, representadas en esta figura como cuadrados, pueden adoptar cualquier forma, tal como circular, cilíndrica o cualquier geometría regular o irregular.

Ahora se hace referencia a la figura 4a, que representa esquemáticamente una sección transversal a través del dispositivo de resonancia magnética que muestra las líneas del campo magnético, 306, en la cavidad para muestras producidas por el circuito magnético cerrado, 301, que comprende un imán permanente grande, 301a, una pieza polar, 301b y una disposición de imanes de pared lateral, 301c, de acuerdo con la presente invención.

Ahora se hace referencia a la figura 4b, que representa esquemáticamente una vista superior del dispositivo de resonancia magnética que muestra el campo magnético, 306, en la cavidad para muestras producido por los imanes del circuito magnético cerrado, 301, de acuerdo con la presente invención.

Ahora se hace referencia a la figura 5, que representa esquemáticamente el gradiente de campo magnético, 307, por toda la cavidad para muestras del dispositivo de resonancia magnética, producido por la bobina de gradiente global, 303, de acuerdo con la presente invención.

Ahora se hace referencia a la figura 6, que representa esquemáticamente el campo magnético, 308, en el campo de interés en una sección volumétrica de la cavidad para muestras, producido por una bobina de gradiente local, 304b, de acuerdo con la presente invención.

Ahora se hace referencia a la figura 7, que representa esquemáticamente el gradiente de campo magnético, 309, producido por una bobina de gradiente local, 304c, que pasa a través de la cabeza de un paciente, 311, que se ha introducido en la cavidad para muestras, de acuerdo con un ejemplo útil para el entendimiento de la presente invención. El elevado campo magnético se dirige únicamente sobre el campo de interés reduciendo la exposición y la estimulación nerviosa en otras áreas del cerebro del paciente.

En un dispositivo de resonancia magnética, la presente invención desvela un sistema de alimentación mejorado que comprende al menos dos corrientes de alimentación adyacentes que transportan una pluralidad de objetos que se van a detectar o analizar simultáneamente o en cualquier secuencia predeterminada. Más específicamente, y de acuerdo con una realización de la presente invención, dicho dispositivo de resonancia magnética estratificado
 5 comprende al menos dos sistemas de alimentación, como se ha definido anteriormente, estando dichos al menos dos sistemas de alimentación orientados relativamente en un plano (2D). Adicionalmente, o como alternativa, se desvela un dispositivo de resonancia magnética estratificado que comprende al menos dos sistemas de alimentación como se ha definido anteriormente; dichos al menos dos sistemas de alimentación se orientan en una pluralidad de planos, estando de este modo en una orientación tridimensional. Dichas corrientes están posiblemente, pero no
 10 exclusivamente, en una orientación paralela, una orientación perpendicular o una combinación de las mismas.

Ahora se hace referencia a la figura 8, que presenta esquemáticamente un sistema de alimentación estratificado en un dispositivo de resonancia magnética (1000) de acuerdo con una realización de la presente invención. Aquí, por ejemplo, y de forma no limitante, el dispositivo de resonancia magnética comprende dos sistemas de alimentación
 15 adyacentes 100 y 200 que están en una orientación perpendicular respectivamente de tal forma que las líneas 103 y 104 se dirigen a lo largo del eje Z principal mientras que las líneas 203 y 204 se dirigen simultáneamente a lo largo del eje X principal del dispositivo. Las líneas 203 y 204, como las líneas 104 y 103 se ilustran por la presente como un ejemplo para una pluralidad de n líneas paralelas, donde n es cualquier número entero igual o mayor de 1. En este ejemplo, y únicamente para ilustrar la tecnología de forma no limitante, n de tanto las líneas X como las líneas Z
 20 equivalente a 2. En una realización, n está entre 2 y 6. En otra realización, n está entre 4 a 10. En otra realización, n es significativamente mayor de 8.

Por lo tanto, la capa inferior 200 comprende dos líneas de alimentación 203 y 204, adaptadas para transportar objetos, aquí huevos, por medio de dos correas transportadoras giratorias. Dichas correas transportadoras son
 25 paralelas, tal como los objetos de la correa 203 entran en la porción 200 en el dispositivo de resonancia magnética 1000 a través de la apertura 201 ó 211, mientras que los objetos de la correa 204 entran en la porción 200 en el dispositivo de resonancia magnética 1000 a través de la 202 ó 212. Por lo tanto, las direcciones de alimentación de las correas 203 y 204 pueden ser paralelas, opuestas, y en el caso de que n sea mayor de 2, cualquier combinación de las mismas. Se reconoce a este respecto que las correas transportadoras, o similares, se seleccionan de forma
 30 no exclusiva entre una forma lineal, una forma curvada, en zig-zag, con forma de U, o una combinación de las mismas. Aunque se ilustra por la presente una raíz bidimensional, una raíz de avance tridimensional de la correa también está en el alcance de la presente invención. Por lo tanto, por ejemplo, una correa con una posible forma de U 203 puede entrar en la cavidad 200 a través de la apertura 201 y salir por la misma a través de la cavidad 202 y viceversa.

35 De una forma muy similar, las correas transportadoras 103 y 104 son correas lineales y paralelas que transportan objetos, por ejemplo naranjas, a través de las aperturas 101 y 102, por toda la porción de la cavidad 100 del dispositivo 1000 para salir a través de las aperturas 112 y 113, respectivamente.

40 Está adicionalmente en el alcance de la presente invención en el que la estratificación del dispositivo de resonancia magnética 1000 está caracterizada por más de dos capas, que forman más de dos volúmenes de detección 100 y 200. Por lo tanto, es otra realización de la presente invención en la que dicho dispositivo de resonancia magnética comprende una pluralidad de m volúmenes de detección, donde m es cualquier número entero mayor de o igual a 2. En una realización, m está entre 2 y 6. En otra realización, m está entre 4 a 10. En otra realización, m es
 45 significativamente mayor de 8.

Está adicionalmente en el alcance de la presente invención en el que los objetos detectados en cada una de las correas transportadoras, o similares, es similar a los objetos detectados en la correa adyacente. Sin embargo, está también en el alcance de la presente invención en el que diversos objetos, ya sea en fase sólida, líquida y/o
 50 gaseosa, se detectan simultáneamente por medio del dispositivo de resonancia magnética 1000. El término simultáneamente se refiere a este respecto a un esfuerzo o tiempo de detección idéntico, o una secuencia de detección proporcionada en un transcurso rápido de acontecimientos de detección. Por lo tanto, dichas detecciones, así como los parámetros de alimentación, pueden ser objeto de un medio de procesamiento adaptado para controlar y coordinar las mismas.

55 Ahora se hace referencia a las figuras 9A a 9E que ilustran una vista superior esquemática fuera de escala de la cavidad en el interior de un dispositivo de resonancia magnética 1000. Dicho dispositivo comprende un sistema de alimentación, dos o más sistemas de alimentación adyacentes o una estratificación del mismo (por ejemplo, ambos sistemas 100 y 200). Con fines de simplicidad, se representa siempre un sistema que comprende tres líneas de

alimentación paralelas. La figura 9A muestra un dispositivo en rectángulo, que comprende nueve objetos que se van a detectar de forma simultánea o en una secuencia predeterminada. Las líneas de alimentación son paralelas al eje longitudinal principal del rectángulo. La figura 9B muestra el mismo sistema rectangular en el que las corrientes son paralelas a la anchura, que comprende seis objetos que se van a detectar de forma simultánea o en una secuencia predeterminada. La figura 9C muestra el mismo sistema rectangular en el que las corrientes son paralelas a una diagonal principal, que comprende ocho objetos que se van a detectar de forma simultánea o en una secuencia predeterminada. En este caso, la mayor parte de los objetos se detectan en el sistema longitudinal principal (figura 9A), sin embargo, la introducción de muestras en la región no uniforme del campo magnético durante un tiempo prolongado hace que los núcleos de la muestra alcancen una orientación estable antes de introducirse en la región de campo magnético uniforme. La figura 9D muestra un dispositivo cúbico simétrico, en el que las tres corrientes son paralelas al eje principal X o Y, que comprende seis objetos que se van a detectar de forma simultánea o en una secuencia predeterminada. La figura 9E muestra el mismo dispositivo cúbico simétrico, en el que las tres corrientes son paralelas a una diagonal del dispositivo, que comprende siete objetos que se van a detectar de forma simultánea o en una secuencia predeterminada, es decir, aproximadamente el 15% más de objetos.

15 Ahora se hace referencia a la figura 10, que presenta esquemáticamente una realización de la presente invención en la que las piezas polares, 1001a y 1001b, se encuentran a los lados de la correa transportadora, 1002, que se encuentra totalmente fuera de la región de campo magnético uniforme, 1003.

20 Ahora se hace referencia a la figura 11, que presenta esquemáticamente otra realización de la presente invención en la que dos capas ortogonales, 1004 y 1005, de tubos paralelos pasan a través de la región de campo magnético uniforme, 1003. Esta orientación permite que la bobina de gradiente de cualquier par de tubos ortogonales, por ejemplo el par 1004a y 1005a, se active simultáneamente.

25 Ahora se hace referencia a la figura 12, que presenta esquemáticamente una única unidad de adquisición de imágenes de fluidos que muestra el tubo, 1006, la bobina de gradiente, 1007 y la dirección del flujo del fluido, 1008.

De acuerdo con la presente invención, dicho dispositivo de resonancia magnética es una disposición empaquetada que comprende una pluralidad de dispositivos de resonancia magnética que se disponen en una disposición bidimensional o tridimensional.

Ahora se hace referencia a la figura 13, que presenta una vista esquemática de un QPC agrícola, que comprende, entre otros, al menos un dispositivo de resonancia magnética (1). Aquí, por ejemplo, el dispositivo de resonancia magnética se encuentra bajo el árbol de tal forma que la distancia entre el dispositivo y la fruta es corta. De acuerdo con esto, útil para el entendimiento de la presente invención, dicha resonancia magnética se encierra en una jaula (6) fijada sobre una pluralidad de brazos articulados ajustables y maniobrables (5), conectados a una plataforma móvil (2). Un controlador informatizado o que contiene un microprocesador (3) se activa por un operario (4), operando dicho dispositivo de resonancia magnética y activando dicha plataforma móvil. Un colector de residuos (7) está diseñado para capturar el material no deseado que pueda alterar el análisis. Por ejemplo, dicho dispositivo puede comprobar, en un cerezo, si la relación entre el azúcar y la acidez es adecuada para cosechar dicha cereza.

Un ejemplo de esta presente invención es la inspección de una fruta multicapa, tal como una naranja, para controlar la presencia y el tamaño de las semillas.

45 De acuerdo con otra realización de la presente invención, otro ejemplo es el examen de una fruta multicapa, tal como una pera, para controlar la madurez de la fruta a pesar de la dureza de la cáscara.

Aún otro ejemplo útil para el entendimiento de la presente invención es la identificación y desinfección de insectos, mediante la emisión de radiación de microondas, por ejemplo, a una frecuencia de aproximadamente 2,45 GHz.

50 Está adicionalmente en el alcance de la presente invención en el que el QPC portátil comprende adicionalmente el reparto de tiempo de al menos uno del grupo de suministro de gradiente; transmisor y/o amplificador RF; receptor RF; medios de procesamiento de señal digital, o cualquier combinación de los mismos.

55 Está adicionalmente en el alcance de la presente invención en el que el suministro de los objetos analizados está adaptado para material sólida o líquido o gas, o cualquier combinación de los mismos.

Está adicionalmente en el alcance de la presente invención en el que los objetos analizados son sólidos, líquidos o gaseoso, o una combinación de los mismos; y especialmente en el que los objetos analizados se seleccionan entre

materias primas o productos agrícolas, productos químicos, polvos, gases, materias industriales, artículos metálicos.

Las materias primas o productos agrícolas de los mismos se seleccionan, de forma no limitante, entre frutas; verduras; plantas; árboles; enredaderas; malas hierbas; semillas; cereales de gramíneas incluyendo cebada, maíz, 5 avena, arroz, centeno y trigo; cereales que no son de gramíneas, incluyendo trigo sarraceno, amaranto y quinua; leguminosas, incluyendo judías, guisantes y lentejas; frutos secos, incluyendo cocos, almendras y piñones; semillas oleaginosas, incluyendo sésamo, girasol y cáñamo; tubérculos, incluyendo patatas, mandioca y nabos; verduras de hoja, como amaranto, espinacas y col rizada; algas, incluyendo dulce, kombu y dabberlocks; hortalizas de tallo, incluyendo brotes de bambú, nopales y espárragos; hortalizas de inflorescencia, incluyendo alcachofas, brócoli y 10 lirios; hortalizas-fruta, incluyendo calabaza, okra y berenjena; hierbas y especias.

Todavía de una forma no limitante, las materias primas o productos agrícolas de los mismos también se seleccionan entre productos lácteos, incluyendo leche; huevos, incluyendo huevas y caviar; insectos, incluyendo miel; carne, incluyendo carne de res, ancas de rana, carne de perro, cabra, caballo, canguro, cordero, cordero, cerdo, ternera, 15 roedores; desperdicios, incluyendo sangre; aves de corral, incluyendo pollo, pavo, pato, ganso, palomo o paloma, avestruz, gallina pintada, faisán, codorniz; mariscos, incluyendo peces, tales como salmón y tilapia, y mariscos, tales como moluscos y crustáceos, caracoles, carne de caza. Los objetos analizados también se seleccionan entre cosméticos, medicamentos, productos industriales, materias primas de productos químicos o productos de los mismos.

20 Otro aspecto de la presente invención es proporcionar un QPC como se ha definido anteriormente, adaptado especialmente para inspeccionar la presencia de huevas en peces e invertebrados marinos.

Otro aspecto de la presente invención es proporcionar un QPC como se ha definido anteriormente, adaptado 25 especialmente para evaluar la cantidad de agua inyectada en la carne.

Otro aspecto de la presente invención es proporcionar un QPC como se ha definido anteriormente, adaptado especialmente para determinar la infección, la descomposición o la presencia de radicales libres en los objetos analizados.

30 Otro aspecto de la presente invención es proporcionar un QPC como se ha definido anteriormente, adaptado especialmente para determinar el nivel de congelación del producto examinado.

Otro aspecto de la presente invención es proporcionar un QPC como se ha definido anteriormente, en el que los 35 objetos analizados son verduras o frutas.

Las frutas se seleccionan posiblemente, aunque no exclusivamente, entre la familia de los cítricos, o kiwi, granada, drupas, manzana, melón, plátano, aguacate, piña, mango, tomate, pistacho, caqui, almendras, uvas, arándanos o cualquier otra fruta.

40 Está adicionalmente en el alcance de la presente invención en el que los objetos analizados son miembros estratificados, conglomerados, recubiertos, envueltos, continuos o discretos.

45 Son posibles diversos módulos, tales como una instalación de clasificación especialmente adaptada para clasificar frutas y otros productos agrícolas y materias primas, y especialmente para clasificar frutas antes o después de su cosecha para inspeccionar la presencia semillas, la determinación de su número y tamaño; para la detección de la presencia de un núcleo hueco, su longitud, anchura o volumen o cualquier combinación de los mismos en el interior de la fruta; para definir el nivel de maduración, el daño por moho, daño por congelación, daño por insectos internos; para determinar la sequedad; para evaluar el nivel de agua, la actividad del agua, el nivel de aceite o el líquido total 50 en la fruta; para determinar el número de secciones presentes en la fruta; para determinar la deformación o las magulladuras de la fruta; para determinar el grosor de la cáscara o la separación de la sección de la fruta, cavidades de aire, la descomposición interna de dicha fruta; para medir las texturas de la fruta, especialmente la dureza o una textura harinosa; para evaluar el contenido químico, como el nivel de azúcar, la acidez de la fruta, el pH, cualquier composición detectable por espectroscopia de resonancia magnética, o cualquier combinación de los mismos.

55 Es otra realización de la presente invención proporcionar un dispositivo adaptado para identificar la presencia de insectos u otros patógenos y para erradicar los mismos activando una radiación de alta frecuencia. Esta desinfección no química evita daños en las frutas y no es tóxica para la ingestión humana. El dominio de frecuencia es intervalos, por ejemplo, de aproximadamente 2 a aproximadamente 4 GHz.

Se reconoce a este respecto que el término insecto se refiere a cualquier microorganismo, organismos o patógenos, especialmente patógenos vegetales o animales, por ejemplo, organismos seleccionados de forma no limitante entre virus, bacterias, hongos, moho, insectos, moscas, bacterias, nematodos, protozoos, microsporodia, algas, muscae, etc.

Otro aspecto de la presente invención es proporcionar un QPC retroalimentado como se ha definido anteriormente, que está adaptado especialmente para identificar la presencia de insectos u otros patógenos y para activar los medios desinfectantes para erradicar los mismos.

Otro aspecto de la presente invención es proporcionar un QPC como se ha definido anteriormente, adaptado particularmente para localizar parámetros en el interior de la fruta seleccionada entre un núcleo hueco, longitud, anchura o volumen o cualquier combinación de los mismos.

Otro aspecto de la presente invención es proporcionar un QPC como se ha definido anteriormente, adaptado especialmente para definir un nivel de maduración.

Otro aspecto de la presente invención es proporcionar un QPC como se ha definido anteriormente, adaptado especialmente para explorar los daños por moho o por congelación.

Otro aspecto de la presente invención es proporcionar un QPC como se ha definido anteriormente, adaptado especialmente para determinar la sequedad.

Otro aspecto de la presente invención es proporcionar un QPC como se ha definido anteriormente, adaptado especialmente para evaluar el nivel de agua, la actividad del agua (a_w), el nivel de aceite o el líquido total en la fruta examinada.

Otro aspecto de la presente invención es proporcionar un QPC como se ha definido anteriormente, adaptado especialmente para determinar el número de secciones presentes en la fruta examinada.

Otro aspecto de la presente invención es proporcionar un QPC como se ha definido anteriormente, adaptado especialmente para determinar la deformación o las magulladuras de la fruta examinada.

Otro aspecto de la presente invención es proporcionar un QPC como se ha definido anteriormente, adaptado especialmente para determinar el daño de los insectos internos o externos.

Otro aspecto de la presente invención es proporcionar un QPC como se ha definido anteriormente, adaptado especialmente para determinar el grosor de la cáscara o la separación de la sección de la fruta.

Otro aspecto de la presente invención es proporcionar un QPC como se ha definido anteriormente, adaptado especialmente para determinar cavidades de aire en los objetos analizados.

Otro aspecto de la presente invención es proporcionar un QPC como se ha definido anteriormente, adaptado especialmente para determinar la descomposición interna de la fruta examinada.

Otro aspecto de la presente invención es proporcionar un QPC como se ha definido anteriormente, adaptado especialmente para analizar el contenido químico como el nivel de azúcar, la acidez de la fruta, el pH, cualquier composición detectable por espectroscopia de resonancia magnética, o cualquier combinación de los mismos.

Otro aspecto de la presente invención es proporcionar un QPC como se ha definido anteriormente, adaptado especialmente para medir las texturas de la fruta examinada y especialmente la dureza o una textura harinosa.

REIVINDICACIONES

1. Un sistema de control de calidad y procesos industrial, QPC, para imágenes por resonancia magnética sobre un gran campo de visión y posteriormente imágenes por resonancia magnética sobre una porción de dicho gran campo de visión a una resolución superior, en el que
- 5 - el sistema comprende al menos una disposición empaquetada de dispositivos de resonancia magnética (1A-1D), adaptado para analizar corrientes adyacentes de muestras (3) simultáneamente; en el que
- 10 - el sistema es portátil; en el que
- cada uno de dichos dispositivos de resonancia magnética comprende una jaula multicapa que comprende:
- un circuito magnético cerrado (301) construido a partir de imanes permanentes fuertes (301a) y dos piezas polares (301b) con una cavidad para muestras (305) por entre en la que puede introducirse y visualizarse una muestra, y una disposición de imanes de pared lateral (301c) que bloquean el flujo magnético en el circuito magnético y en la cavidad para muestras, careciendo, por lo tanto, el dispositivo de resonancia magnética de campos magnéticos marginales;
- 15 20 - una bobina de gradiente global (303) para proporcionar imágenes de baja resolución sobre dicho gran campo de visión, extendiéndose la bobina de gradiente global sobre la longitud de la cavidad para muestras y teniendo un campo de visión que cubre todo el volumen de dicha cavidad para muestras, y
- una disposición de bobinas de gradiente locales (304) para proporcionar imágenes de alta resolución sobre un campo de visión inferior, estando las bobinas de gradiente locales de dicha disposición situadas a intervalos a lo largo de la longitud de dicha cavidad para muestras de tal forma que cualquier sección volumétrica en la cavidad para muestras esté dentro del campo de visión de al menos una de las bobinas de gradiente locales; y en el que
- 25 30 - el sistema comprende adicionalmente un sistema de alimentación que comprende al menos dos corrientes de alimentación adyacentes capaces de transportar una pluralidad de muestras que se van a detectar o analizar, estando cada corriente de alimentación dispuesta para transportar en uno de los dispositivos de resonancia magnética una serie de dichas muestras.
2. El sistema QPC de acuerdo con la reivindicación 1, en el que dichos dispositivos de resonancia magnética de dicha disposición empaquetada se disponen en una disposición x por y por z, donde x, y y z son números enteros mayores de o iguales a 0.
- 35 3. El sistema QPC de acuerdo con la reivindicación 1, en el que las bobinas de gradiente locales adyacentes (304) se superponen.
- 40 4. El sistema QPC de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende adicionalmente medios informatizados (10A) adaptados para el reparto de tiempo de al menos uno del grupo de suministro de gradiente (10B); transmisión y/o amplificación RF (10C); recepción RF (10D); procesamiento de señal digital (10E), o cualquier combinación de los mismos.
- 45 5. El sistema QPC de acuerdo con la reivindicación 1, en el que, para cada dispositivo de resonancia magnética, el sistema de alimentación comprende una correa transportadora que se dispone para transportar una muestra hasta una región de campo magnético uniforme en la cavidad para muestras.
- 50 6. El sistema QPC de acuerdo con la reivindicación 6, en el que cada dispositivo de resonancia magnética comprende adicionalmente una bobina de gradiente alrededor de dicha correa transportadora.
7. Un procedimiento para realizar imágenes por resonancia magnética sobre un gran campo de visión y posteriormente imágenes por resonancia magnética sobre una porción de dicho gran campo de visión a una resolución superior, implicando el procedimiento analizar simultáneamente *in situ* múltiples corrientes adyacentes de muestras (3) por medio de un sistema control de calidad y procesos, QPC, realizando mediciones en dichas múltiples corrientes adyacentes de muestras, **caracterizado porque** dicho QPC es un QPC de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6.

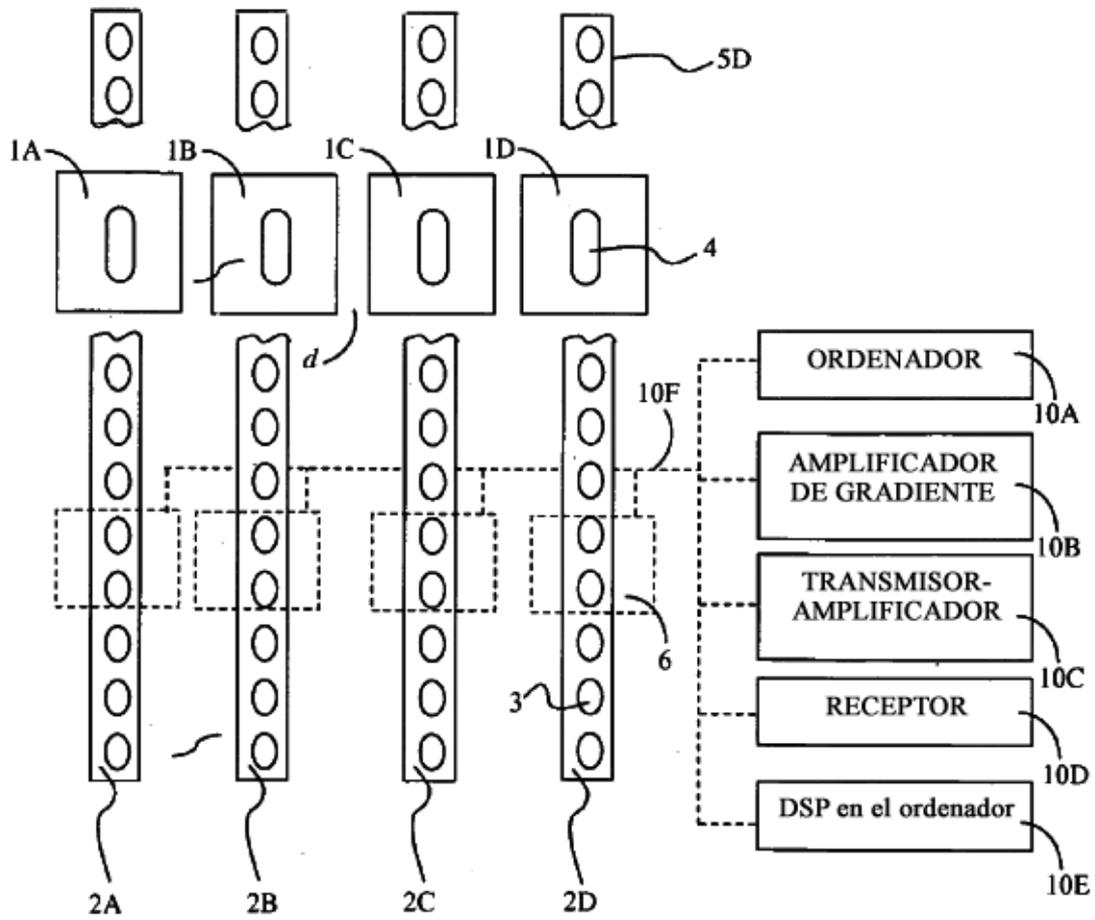


Fig. 1

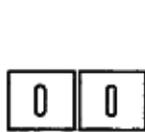


Fig. 2A

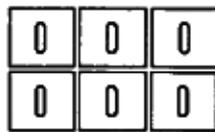


Fig. 2B

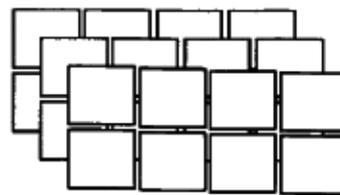


Fig. 2C

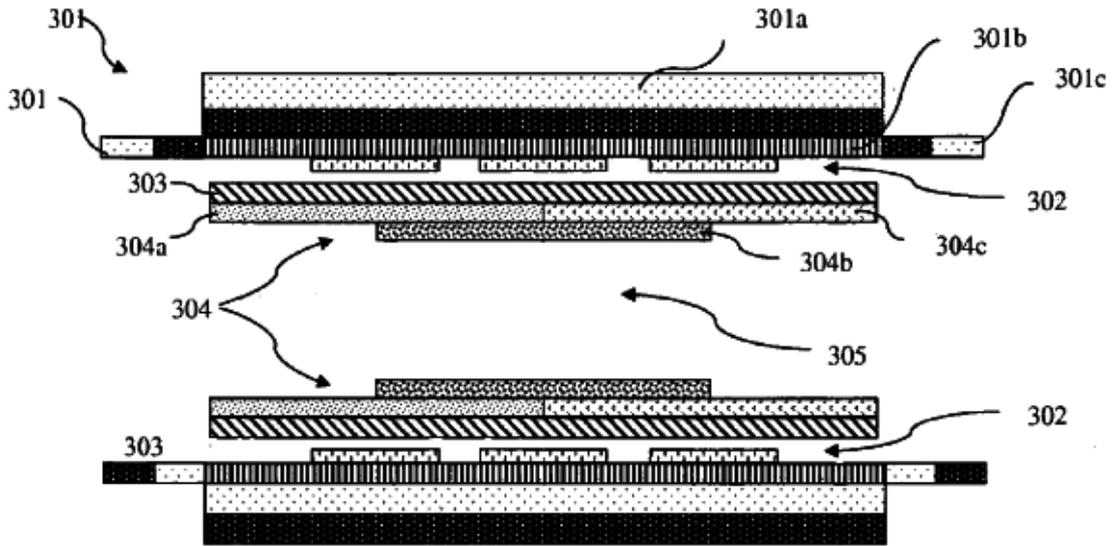


Fig. 3a

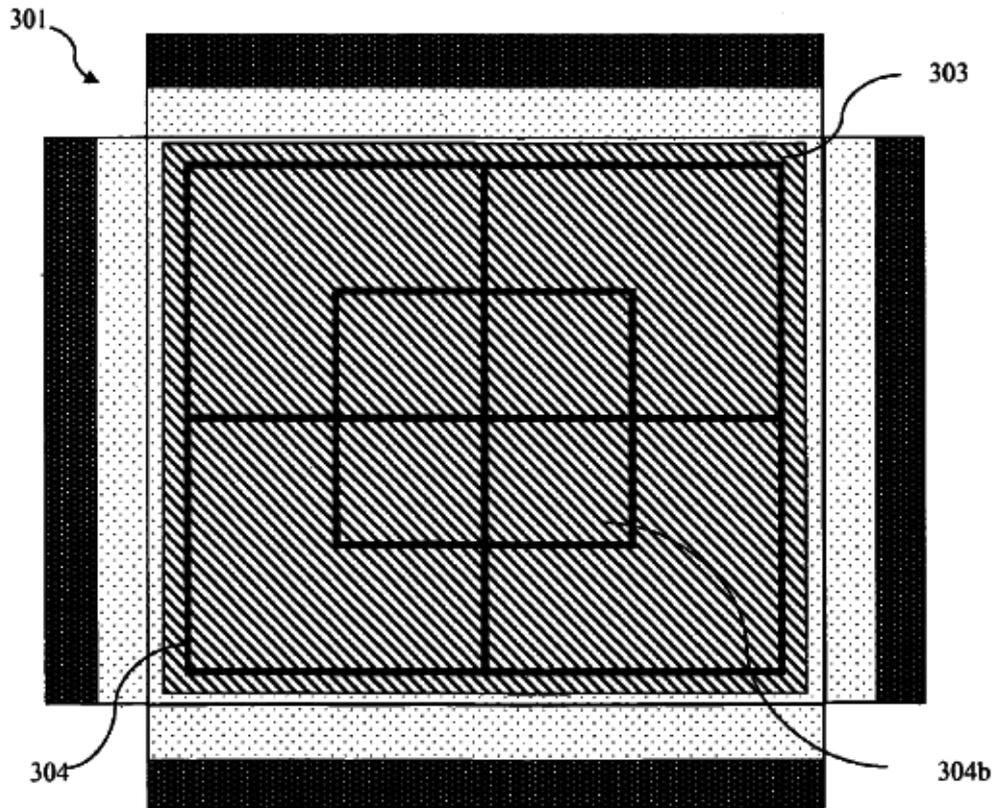


Fig. 3b

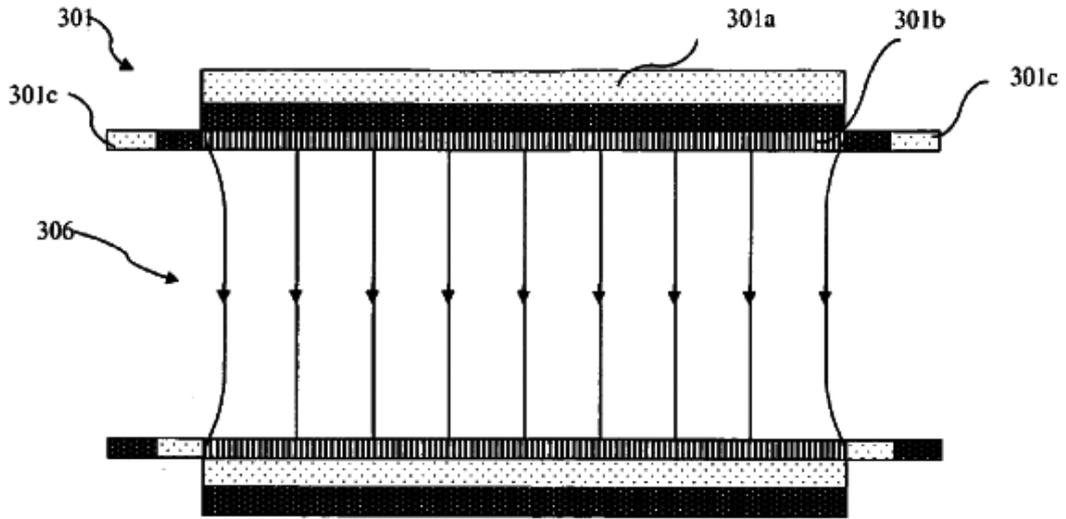


Fig. 4a

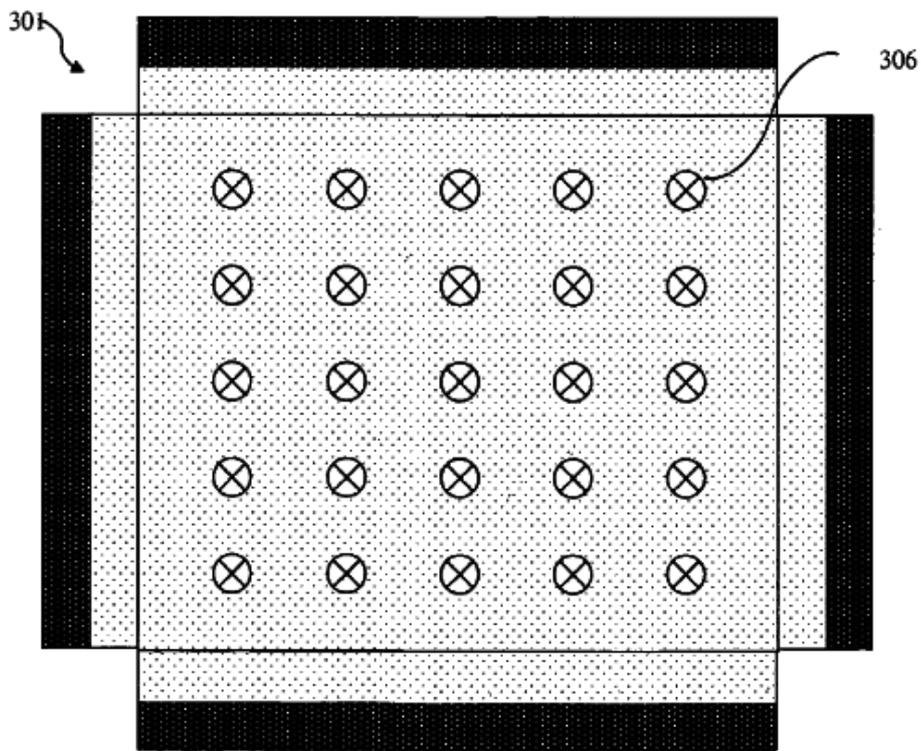


Fig. 4b

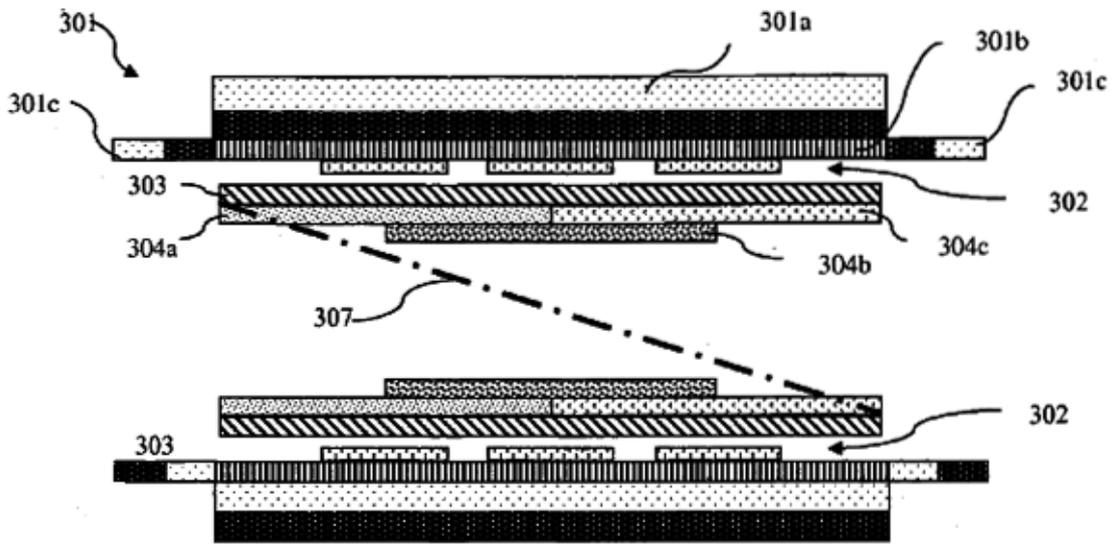


Fig. 5

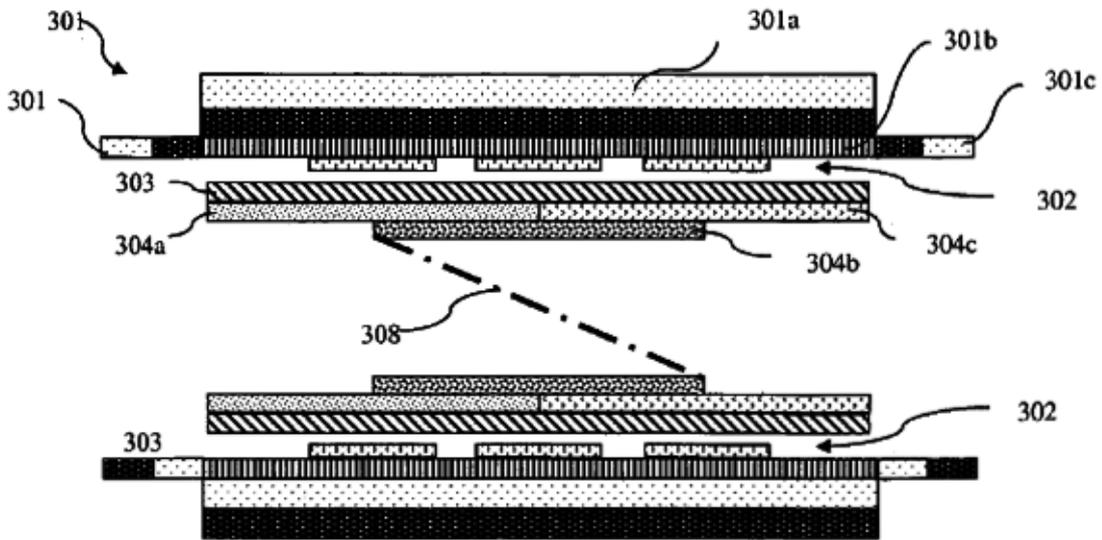


Fig. 6

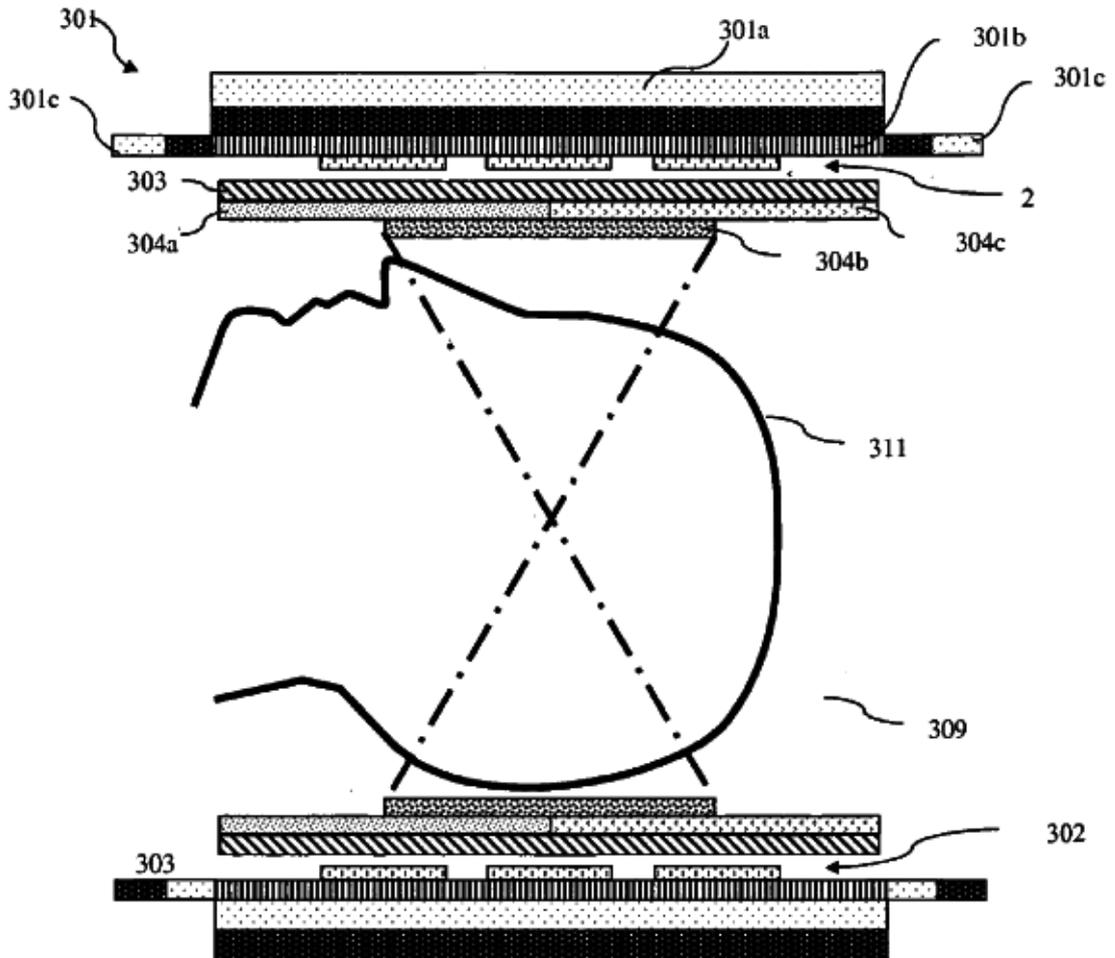


Fig. 7

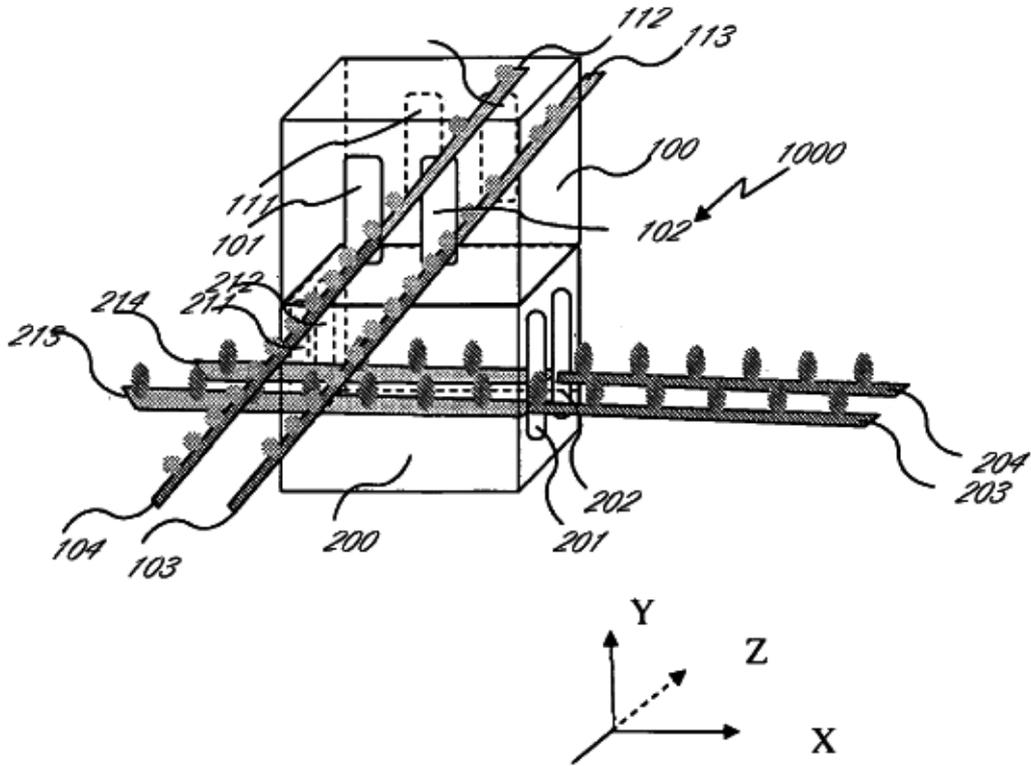


Fig. 8

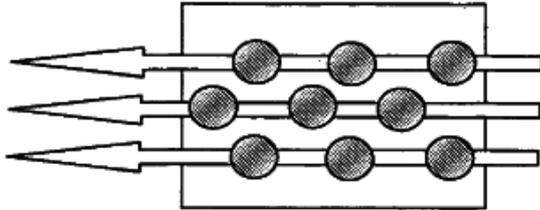


Fig. 9B

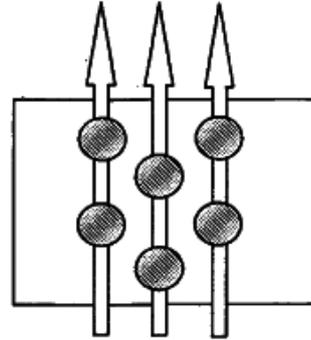


Fig. 9A

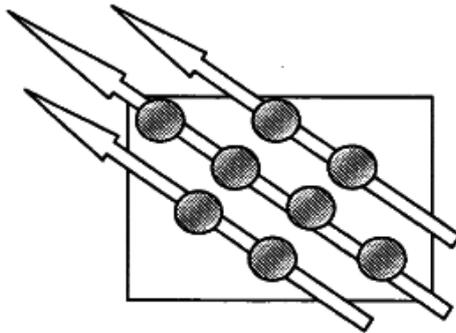


Fig. 9C

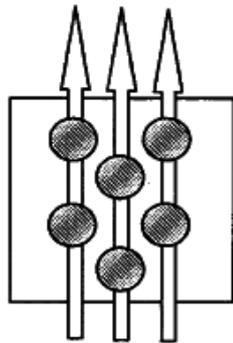


Fig. 9E

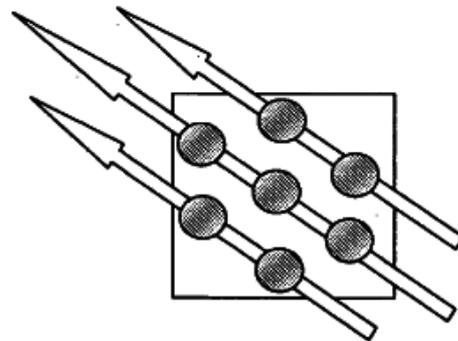


Fig. 9D

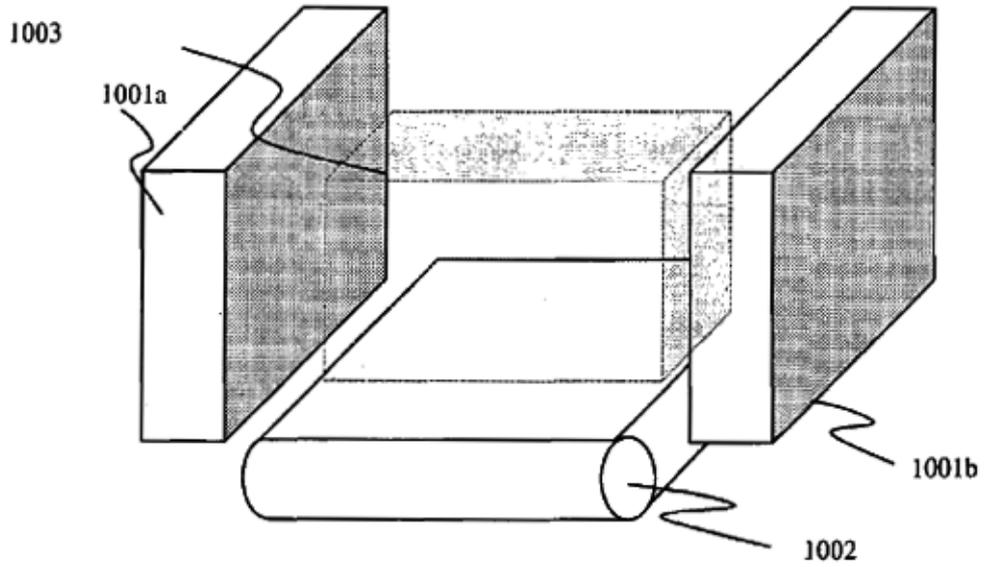


Fig. 10

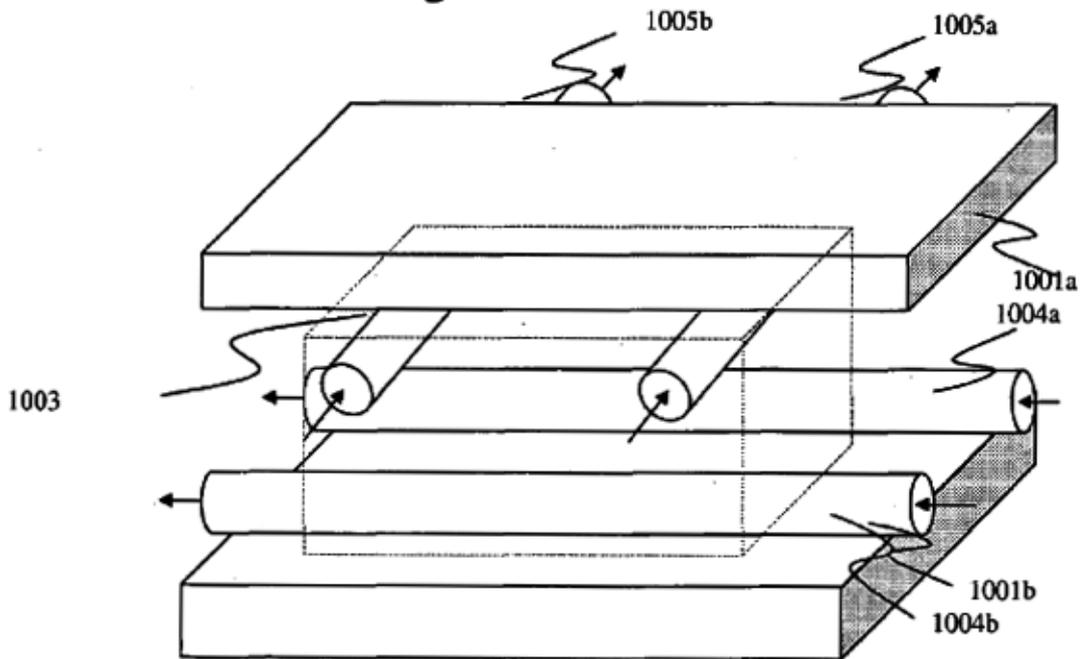


Fig. 11

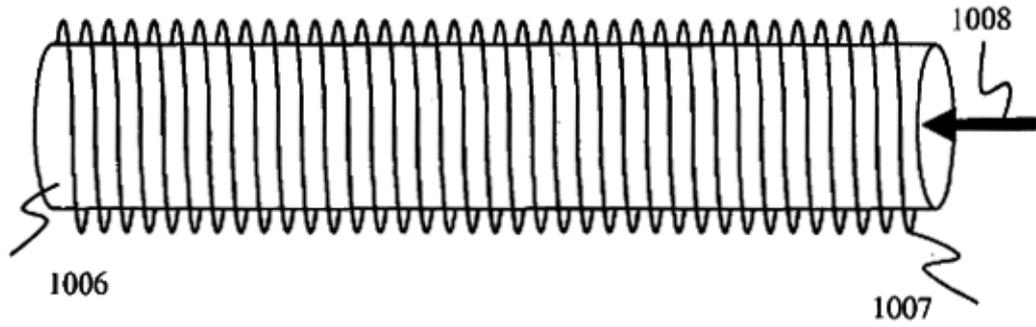


Fig. 12

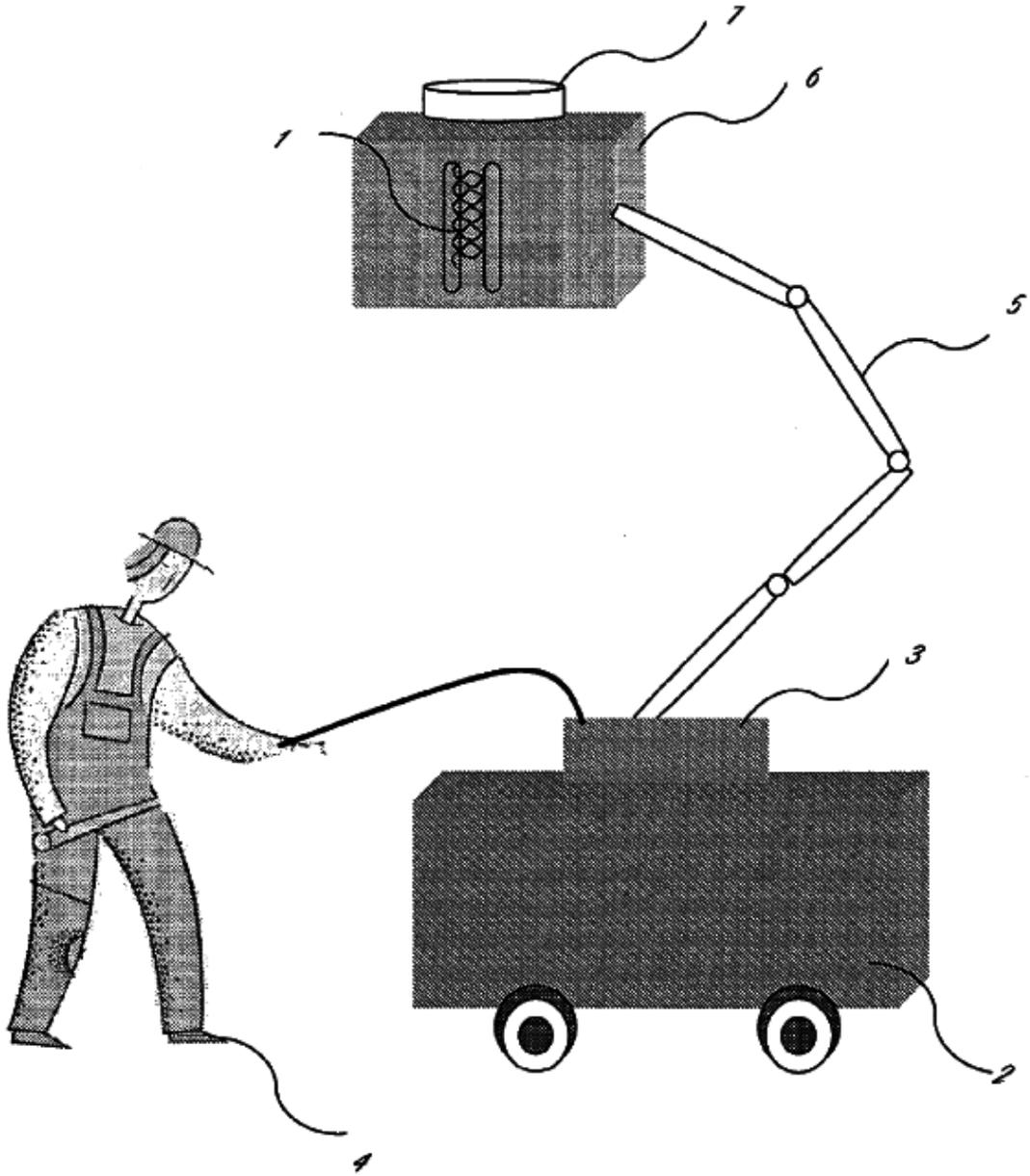


Fig. 13