



(19)



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 288 260**

(51) Int. Cl.:
A61B 6/00 (2006.01)

(12)

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

(86) Número de solicitud europea: **04742562 .4**

(86) Fecha de presentación : **22.04.2004**

(87) Número de publicación de la solicitud: **1615560**

(87) Fecha de publicación de la solicitud: **18.01.2006**

(54) Título: **Fantasma para el control de calidad de un sistema de simulación virtual de un tratamiento de radioterapia.**

(30) Prioridad: **23.04.2003 FR 03 04987**

(45) Fecha de publicación de la mención BOPI:
01.01.2008

(45) Fecha de la publicación del folleto de la patente:
01.01.2008

(73) Titular/es:
ASSISTANCE PUBLIQUE - HOPITAUX DE PARIS
3, avenue Victoria
75001 Paris, FR

(72) Inventor/es: **Foulquier, Jean-Noël;**
El-Balaa, Hanna y
Lefkopoulos, Dimitri

(74) Agente: **Carpintero López, Francisco**

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

Fantasma para el control de calidad de un sistema de simulación virtual de un tratamiento de radioterapia.

5 La presente invención se refiere al campo de la radioterapia. Más particularmente, se refiere a un dispositivo del tipo que se conoce con el nombre de “fantasma”, utilizado para la preparación del equipo durante las operaciones de simulación virtual que preparan la ejecución de un tratamiento de radioterapia mediante un escáner o similar.

10 El tratamiento de tumores por radioterapia es posible hoy en día utilizando aparatos que comprenden un dispositivo médico de tratamiento de imágenes, tal como un escáner, conectado con un dispositivo de emisión de radiación utilizado para el tratamiento del paciente. La preparación de estos aparatos, antes de la realización efectiva de la irradiación del paciente comprende una etapa denominada de “simulación virtual”.

15 Este término se refiere a un conjunto de aplicaciones informáticas que permite al operario definir o calcular lo que se denomina el “isocentro de tratamiento”, es decir, la zona puntual donde debe converger la radiación que debe destruir el tumor, a la hora de simular el tratamiento que se va a efectuar con la ayuda de negativos radiológicos reconstruidos. Se utilizan dos componentes de aplicaciones informáticas durante la fase de simulación virtual:

20 - aplicaciones informáticas que definen los contornos por una parte del tumor que se va a tratar y por otra parte de los órganos que es importante no alcanzar durante la emisión de la radiación;

- y aplicaciones informáticas que permiten colocar los haces gracias a la visión de los negativos radiológicos reconstruidos y al posicionamiento de las máscaras o las láminas del colimador.

25 El dispositivo que realiza la simulación virtual ofrece todos los movimientos de un acelerador de partículas con la ayuda aplicaciones informáticas configuradas. Pero normalmente, la pertinencia de los datos proporcionados por estas aplicaciones informáticas sólo se puede controlar durante una simulación efectuada en presencia del paciente, lo que es limitante para éste. Es por tanto deseable disponer de una herramienta que permitiría realizar un control de la pertinencia del funcionamiento de las aplicaciones informáticas de simulación virtual sin la presencia del paciente.

30 Se conoce el uso, para la calibración de los escáneres, de dispositivos denominados “fantasmas”. Están compuestos por un volumen de dimensiones conocidas de un material (agua, poliestireno de diversas densidades, plexiglás) que se comportan esencialmente del mismo modo que el tejido humano que concierne al examen, desde el punto de vista de la absorción y de la difusión de la radiación utilizada. Estos fantasmas conocidos no están adaptados a la realización de una simulación virtual tal como se ha definido.

35 Se ha propuesto en el documento “A quality assurance phantom for digitally reconstructed radiograph (DRRs) Med Phys 1994. 21, 902”, utilizar una fantasma formado por un armazón de poliestireno de 15 cm de lado, con cuatro caras de prueba. Esto permite realizar una evaluación de la resolución espacial del aparato. Sobre la cara principal se graban formas geométricas que permiten medir la función de transferencia de modulación, la nitidez del contraste, la linealidad espacial de los negativos radiológicos reconstruidos y la calidad del algoritmo de reconstrucción de los negativos radiológicos reconstruidos para un haz divergente. Pero este fantasma no permite realizar todas las operaciones necesarias para verificar la calidad de la simulación virtual. Para controlar la calidad de una simulación virtual en su conjunto, se requiere por tanto la realización de varios análisis sucesivos de objetos de prueba diferentes, 45 lo que requiere una disponibilidad importante del escáner y de la consola de simulación virtual.

50 El objeto de la invención es proporcionar un fantasma que permita probar el conjunto de las funciones de simulación virtual de un sistema de radioterapia usando un dispositivo de tratamiento de imágenes tal como un escáner, mediante un número mínimo de operaciones.

Para ello, la invención tiene por objeto un fantasma para el control de calidad de un sistema simulación virtual de un tratamiento de radioterapia que comprende un dispositivo médico de tratamiento de imágenes, caracterizado porque comprende:

55 - una cámara de soporte,

- un núcleo dispuesto en el interior de dicha cámara de soporte constituido por una pluralidad de elementos de formas, dimensiones y densidades diferentes, simulando dichas densidades las densidades de diversos órganos y medios del cuerpo humano, estando formados dos de estos elementos por dos troncos de pirámides de densidades diferentes 60 embutidos uno dentro del otro, al menos uno de ellos no presentando total simetría con respecto a su eje longitudinal,

- bolas de un material radiopaco dispuestas en el interior de dicho núcleo,

65 - al menos dos caras laterales amovibles opuestas entre sí, que contienen hilos metálicos que definen figuras geométricas.

Preferiblemente, el fantasma es de forma general cúbica.

ES 2 288 260 T3

Preferiblemente, una de las bolas se coloca en el centro del núcleo.

Preferiblemente, el fantasma comprende seis caras laterales amovibles que contienen hilos metálicos definen figuras geométricas.

Como se comprenderá, el fantasma la invención comprende en primer lugar una cámara de soporte, preferiblemente de forma cúbica. Sobre esta cámara de soporte se montan al menos dos placas sobre las cuales se realiza una figura geométrica con la ayuda de hilos metálicos que se incrustan en su interior, colocados opuestos entre sí sobre la cámara de soporte. Estas dos placas sirven para verificar que la divergencia de la imagen reconstruida se establece correctamente. De manera ventajosa, todas las caras de la cámara de soporte comprenden tales placas, de modo que es posible realizar un máximo de pruebas de divergencia en el transcurso de una única operación. La cámara está provista en su interior de volúmenes que presentan formas geométricas diferenciadas así como densidades diferentes, que permiten simular las densidades de diversos órganos (tales como los pechos, los músculos, los huesos, los pulmones llenos de aire). Uno de estos volúmenes, en particular, está formado por troncos de pirámides ajustados unos dentro de otros. En el interior de estos volúmenes se coloca un cierto número de bolas metálicas, preferiblemente de acero, en posiciones definidas. Preferiblemente, una de las bolas se coloca en el centro del fantasma. Estas bolas constituyen los puntos de referencia de los isocentros de tratamiento. La comparación entre la imagen de los volúmenes en el interior de la cámara y la realidad permite verificar la calibración de las aplicaciones informáticas de simulación virtual.

La invención se comprenderá mejor con la lectura de la descripción más adelante, que se proporciona con referencia a las figuras siguientes:

- la figura 1, que representa en perspectiva un ejemplo de cámara de soporte para fantasma según la invención y sus caras laterales asociadas

- la figura 2, que representa en perspectiva un ejemplo de núcleo previsto para insertarse en el interior de dicha cámara de soporte;

- la figura 3, que representa una vista de corte según III-III (figura 3a) y de corte según IV-IV (figura 3b) de una parte de dicho núcleo;

- la figura 4, que representa en perspectiva otra parte de dicho núcleo.

La cámara de soporte 1 representada en la figura 1 está formada por el ensamblado de dos elementos que, en el ejemplo representado, forman un cubo de 19 cm de lado. El primer elemento 2 es una caja abierta sobre su cara superior, cuya base es un cuadrado de 19 cm de lado y cuyas caras laterales tienen una altura de 18 cm. El segundo elemento 3 es una placa cuadrada de 19 cm de lado y de 1 cm de espesor que está dispuesta en la parte superior de la cámara 1 de manera que forme una cubierta para el primer elemento 2. Estos dos elementos 2, 3 están hechos de un material tal como el poliestireno de alto impacto (de densidad 1,05) pero podrían también estar hechos de polimetilmetacrilato (PMMA), por ejemplo. Estos dos elementos 2, 3 se unen mediante tornillos de material tal como nylon de 2 cm de largo.

La cámara de soporte 2 está prevista para contener un núcleo 4, un ejemplo del cual está representado en la figura 2.

Este núcleo 4 está formado por un ensamblado cúbico de 17 cm de lado, formado por elementos de los cuales algunos tienen propiedades geométricas diferenciadas, y presentan densidades diversas representativas de las densidades de diversos órganos y medios del cuerpo humano que puede atravesar la radiación del dispositivo de radioterapia. Entre estos elementos se encuentran cuatro cubos 5, 6, 7, 8 de 3,5 cm de lado que ocupan cada uno un vértice del núcleo 4. Dos de estos cubos 5, 6 se colocan sobre dos vértices diagonalmente opuestos. Estos cubos 5, 6, 7, 8 son todos de densidades diferentes. Por ejemplo, el cubo 5 tiene una densidad de 0,991 simulando la de un seno, el cubo 6 tiene una densidad de 1,609 simulando la de los huesos, el cubo 7 tiene una densidad de 1,062 simulando los músculos y el cubo 8 tiene una densidad de 0,465 simulando los pulmones vacíos. Sobre los vértices de los cubos 5, 6 situados en los puntos con las coordenadas (5;5;5) y (-5;-5;-5) con el origen en el centro del núcleo 4 se colocan bolas de un material radiopaco tal como acero 9, 10 previstas para simular isocentros de tratamiento. El acero se selecciona preferiblemente frente a otros materiales porque es bien visible en las imágenes reconstruidas y no causa demasiados artefactos sobre la imagen.

Otros de estos elementos están formados por un elemento 11 en forma de tronco de pirámide de largo "L" = 13,5 cm, cuya base mayor es un cuadrado de 5,5 cm de lado, y por un elemento 12 que envuelve al elemento 11 y tiene una forma exterior no totalmente simétrica con respecto a su eje longitudinal. Rodea al elemento 11 sobre un espesor "e" = 1 cm en tres de los lados de su base mayor y sobre un espesor "e" = 0,5 cm en el cuarto lado. Estos dos elementos 11, 12 tienen densidades diferentes. El conjunto formado por estos dos elementos 11, 12 está previsto para formar la parte central del núcleo 4. Tiene un largo "L" de 13,5 cm, que es por tanto inferior al largo de una arista del núcleo 4, que por lo tanto no atraviesa de lado a lado. Preferiblemente, en el interior del elemento 11, a una distancia "d" de la base mayor igual a 8,5 cm, se encuentra una bola de acero 13 simulando un isocentro de tratamiento. La distancia "d" se selecciona para que la bola 13 se encuentre exactamente en el centro del cubo formado por el núcleo 4 montado.

ES 2 288 260 T3

En el interior de la parte del núcleo 4 situada por detrás de los elementos en tronco de pirámide 11, 12, se incluyen igualmente tres elementos 14, 15, 16 de largo "l" = 6 cm, y de anchura y espesor iguales a 2 cm. Estos elementos se disponen de manera superpuesta y decalados longitudinalmente entre sí. Aquí también tienen cada uno densidades diferentes simulando diversos constituyentes del cuerpo humano.

El resto 17 del núcleo 4 cúbico, en cuyo interior se colocan los diferentes elementos 5, 6, 7, 8, 11, 12, 14, 15, 16, está formado por un cuerpo en poliestireno.

Finalmente, la cámara 1 está revestida sobre sus seis caras por placas 18, 19, 20, 21, 22, 23 cuadradas de 20 cm de lado y de 0,5 cm de espesor que se le fijan de manera desmontable mediante tornillos de 1 cm de largo en un material radiotransparente tal como el nylon. Estas placas 18-23 son de plexiglás, y comprenden, incrustados en su interior, hilos de un metal tal como el cobre que dibujan figuras geométricas tales como las que se representan en la figura 1. Cada una de estas figuras puede utilizarse para la verificación de una o varias funciones particulares de la aplicación informática, según la manera en que la aplicación informática le restituye la forma. El hecho de haber seis tales placas desmontables 18-23 es ventajoso en que permite probar un máximo de funciones en el transcurso de de un único ensayo. El espíritu de la invención contempla prever un número menor de placas desmontables. No obstante, se requiere un mínimo de dos placas 18-23 dispuestas sobre dos caras opuestas del núcleo 4 para verificar que la divergencia de la imagen reconstruida es correcta. Para ello, están particularmente indicados los dibujos de círculos tal como se representa sobre las placas 18, 21 de la figura 1.

El fantasma que se acaba de describir y representar no es más que un ejemplo; En particular, el espíritu de la invención contempla proporcionarle una forma distinta de la cúbica. El cubo presenta la ventaja de una gran facilidad de manejo y de una intercambiabilidad de las placas 18-23 que constituyen sus caras exteriores. Las formas y dimensiones de los elementos que forman el núcleo 4 pueden ser diferentes de las que se han descrito. No obstante, la presencia de elementos ajustados unos dentro de otros en los troncos de pirámide 11, 12 de densidades diferentes es indispensable.

Esto permite verificar:

- la capacidad de la aplicación informática para efectuar con precisión el perfilado automático de órganos de densidades diferentes;

- la precisión de los márgenes de seguridad que se pueden aplicar a un órgano que se va a mover durante el tratamiento; el hecho de que el elemento 12 sea disimétrico se desea para verificar una expansión de órgano no simétrica; conociendo los espesores de los elementos 11 y 12 es posible comparar la medición de estos elementos al cálculo del margen hecho por la aplicación informática que debe corresponder al espesor del material del elemento exterior 12;

- la capacidad de la aplicación informática para interpolar contornos diferentes, pudiendo así estimar la precisión de reconstrucción de volumen.

REIVINDICACIONES

1. Fantasma para el control de calidad de un sistema simulación virtual de un tratamiento de radioterapia que comprende un dispositivo médico de tratamiento de imágenes, **caracterizado** porque comprende:

- una cámara de soporte (1),

- un núcleo (4) dispuesto en el interior de dicha cámara (1) de soporte constituido por una pluralidad de elementos (5, 6, 7, 8, 11, 12, 14, 15, 16, 17) de formas, dimensiones y densidades diferentes, simulando dichas densidades las densidades de diversos órganos y medios del cuerpo humano, estando formados dos de estos elementos (11, 12) por dos troncos de pirámides de densidades diferentes embutidos uno dentro del otro, al menos uno de ellos no presentando total simetría con respecto a su eje longitudinal,

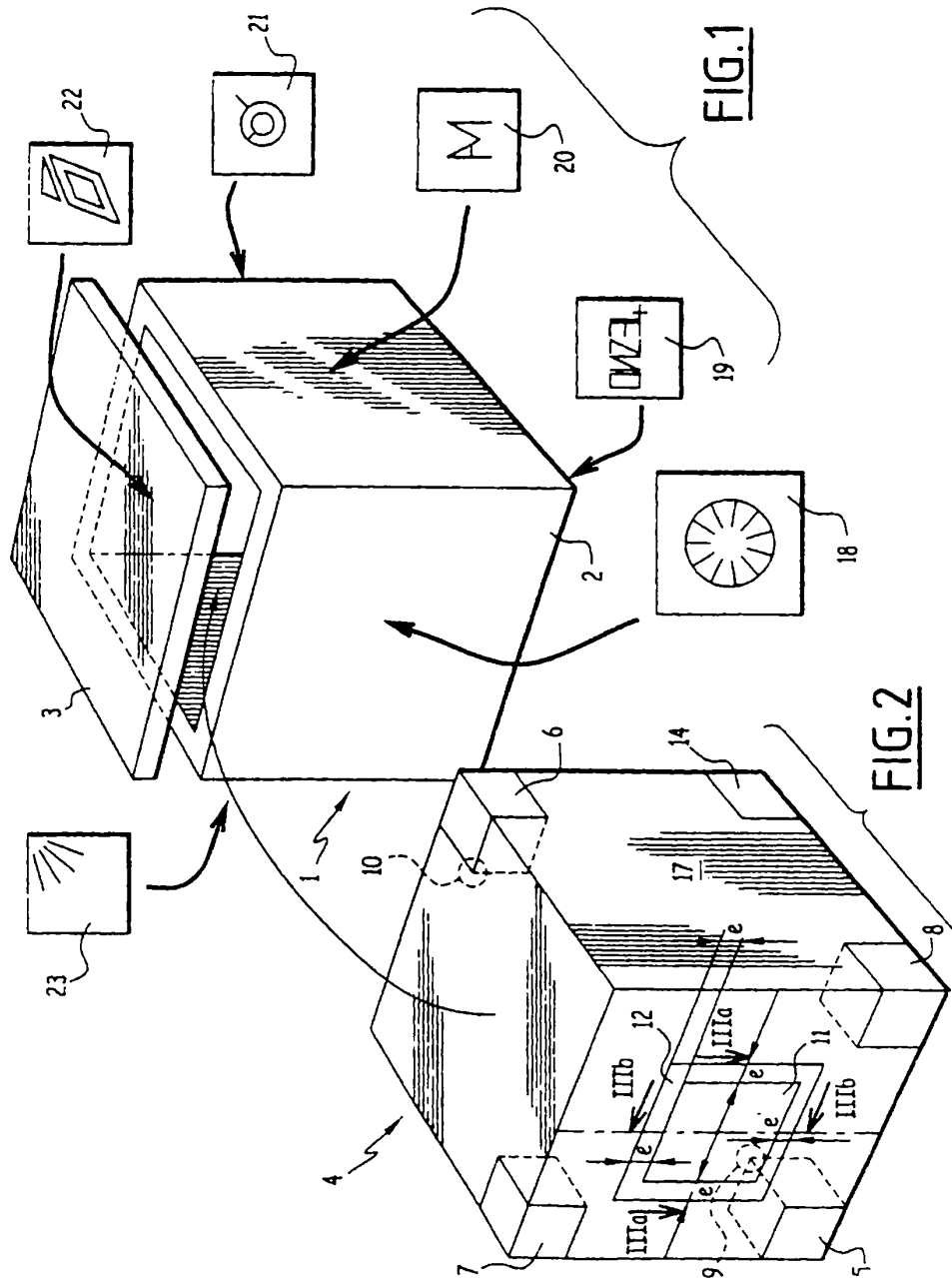
- bolas (9, 10, 13) de un material radiopaco dispuestas en el interior de dicho núcleo (4),

- al menos dos caras laterales amovibles (18, 21) opuestas entre sí, que contienen hilos metálicos que definen figuras geométricas.

2. Fantasma según la reivindicación 1, **caracterizado** porque tiene una forma general cúbica.

3. Fantasma según la reivindicación 1 ó 2, **caracterizado** porque una (13) de estas bolas se coloca en el centro del núcleo (4).

4. Fantasma según una de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizado** porque comprende seis caras laterales (18-23) amovibles que contienen hilos metálicos que definen figuras geométricas.



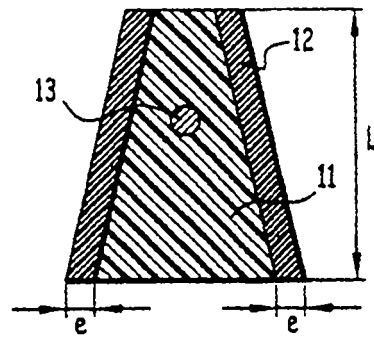


FIG. 3a

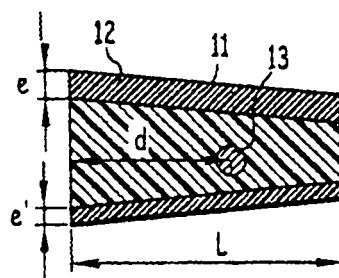


FIG. 3b

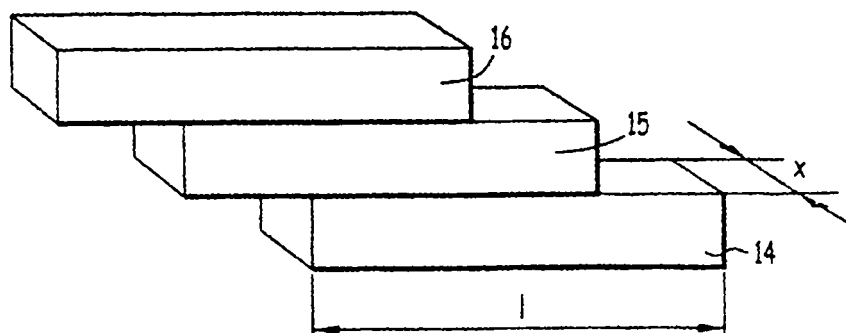


FIG. 4