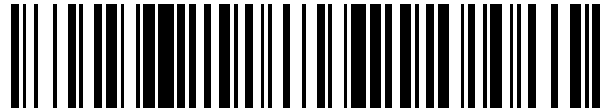


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 433 376**

51 Int. Cl.:

**G01T 1/169** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **07.05.2007 E 07719208 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **02.10.2013 EP 2016445**

54 Título: **Maniquí de agua**

30 Prioridad:

**05.05.2006 EP 06113586**

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

**10.12.2013**

73 Titular/es:

**ION BEAM APPLICATIONS S.A. (100.0%)  
CHEMIN DU CYCLOTRON, 3  
1348 LOUVAIN-LA-NEUVE, BE**

72 Inventor/es:

**PLOMPEN, ROB y  
MÜLLER, LUTZ**

74 Agente/Representante:

**DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto**

**ES 2 433 376 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

Maniquí de agua

**Campo técnico de la invención**

5 La presente invención está relacionada con un maniquí de agua para medir y verificar la distribución de dosis de un haz de partículas o un haz de radiación fotónica producido por un aparato de radioterapia.

**Estado de la técnica**

10 Los maniqués de agua se utilizan en radioterapia para mediciones de ensayos de aceptación, puesta en servicio y garantía de la calidad (QA). Los ensayos de aceptación son procedimientos de ensayo detallados, realizados normalmente una vez durante la vida útil de un aparato de radioterapia, en la fábrica, para asegurar la validez de las especificaciones del aparato de radioterapia y para verificar que el producto final a entregar cumple los requisitos y acuerdos con el cliente. Los ensayos de puesta en servicio de los sistemas de planificación de tratamiento (TPS) por radioterapia comprenden una serie de tareas que requieren un amplio conjunto de mediciones de perfiles de dosis de radiación. Utilizando estos datos específicos para un aparato de radioterapia, el TPS se puede ajustar para suministrar la dosis y la distribución de dosis requeridas. Los ensayos de puesta en servicio se deben realizar cada vez que se instala o modifica un TPS. El período de tiempo necesitado depende de muchos factores, tales como la disponibilidad y experiencia del personal y del instrumental apropiado, y el tipo de acelerador. Una única máquina de energía fotónica se puede poner en servicio en un tiempo de 2 a 4 semanas aproximadamente. Un acelerador multimodal con dos energías fotónicas y varias energías electrónicas puede llevar aproximadamente de 6 a 8 semanas de esfuerzo intensivo (lo que requiere turnos de 16 horas). El ensayo QA se realiza a intervalos regulares para asegurar que los haces suministrados por el aparato de radioterapia se mantienen dentro de las especificaciones.

25 Un maniquí de agua conocido en la técnica utiliza un único detector de dosis de radiación puntual, tal como una cámara de ionización o un diodo, y comprende medios para desplazar dicho detector hasta posiciones sucesivas en el campo de radiación. Tales sistemas comprenden típicamente un depósito de agua (que tiene un volumen de aproximadamente 200 litros), equipado con un mecanismo para desplazar un sensor de radiación, tal como una sonda para cámara estanca de ionización con aire o un diodo, en el volumen de agua. Un ejemplo de un maniquí de agua de esta clase es el "Blue Phantom", fabricado por el solicitante. En dicho maniquí de agua, el detector está situado en una posición en la que se desea una medición, se emite el haz de radiación mientras se toma la medición y, a continuación, se detiene. El detector es desplazado a continuación hasta la siguiente posición hasta que se obtiene un gráfico de dosis completo. Este procedimiento consume tiempo y, además, depende de la estabilidad de las características del haz entre mediciones. Además, este proceso no se puede aplicar a métodos de suministro de radiación en los que los colimadores son desplazados mientras irradian, tales como el método de cuñas virtuales o IMRT.

35 Otro maniquí de agua conocido en la técnica utiliza una agrupación lineal de detectores. Una agrupación lineal de esta clase es desplazada en dos dimensiones en un depósito de agua, para construir un gráfico tridimensional del campo de radiación. Un ejemplo de tal agrupación lineal de detectores es la LDA-99, que comprende 99 diodos con separación de 5 mm, fabricada por el solicitante, y que se puede utilizar en el "Blue Phantom" del solicitante.

Los detectores a utilizar con dichos maniqués de agua obviamente deben ser de una construcción resistente al agua. Esto puede ser un problema, especialmente cuando se utilizan como sensores unas cámaras de ionización.

40 La medición de los campos de radiación se puede realizar en dos configuraciones diferentes. En configuración TPR (relación entre tejido y maniquí) o SAD (distancia de captación de la fuente, figura 1a), la distancia de la fuente al detector es fija, mientras que la distancia de la fuente a la superficie del maniquí de agua varía. La configuración TPR o SAD requiere que el maniquí de agua esté equipado con un sensor del nivel de llenado y un control del bombeo bidireccional que permiten el ajuste del nivel del agua. En configuración DD (profundidad-dosis) o SSD (distancia de la fuente a la superficie, figura 1b), la distancia de la fuente a la superficie del maniquí de agua se mantiene constante, mientras que la distancia de la fuente al detector varía.

Aunque la utilización de un maniquí de esta clase es un estándar establecido desde hace muchos años, la manipulación de estos grandes maniqués de agua de exploración es engorrosa y consume tiempo.

50 Un maniquí de agua convencional se describe en el documento US-A-5.621.214. Dicho documento describe un sistema de escáner de haces de radiación que utiliza dos detectores de cámara de ionización, señal y referencia, situados dentro del depósito de agua y fuera de dicho depósito, respectivamente. Se describen asimismo medios para desplazar el detector de señales en el interior del depósito de agua. Dicho documento presenta algunos inconvenientes, como los siguientes: la exploración en 3D permite la medición de un punto en el espacio a la vez, lo que requiere varios días para ensayos de puesta en servicio TPS completos; además, debido al gran volumen de agua, los maniqués están acoplados a un depósito desplazable de agua y están montados en una mesa desplazable de soporte. Debido a su peso, no se pueden situar sobre la camilla de un paciente.

Otro maniquí de agua se describe en US-A-5.006.714, que revela una sonda de dosimetría con centelleador, situada dentro de un maniquí, para detectar una dosimetría de haces de alta energía. El centelleador crea una luz convertida en una señal de salida proporcional al grado de dosis de radiación incidente, siendo esta última incidente en el centelleador. Se describen asimismo medios de exploración mecánicos para desplazar el detector en el interior del maniquí. Una vez más, la exploración en 3D permite la medición de un punto en el espacio a la vez, lo que requiere varios días para ensayos de puesta en servicio TPS completos.

Otro maniquí de agua se describe en US-A-6.207.952. Este documento revela un aparato de determinación de la distribución de dosis, de tipo maniquí de agua, en el que un depósito de agua cerrado está lleno de agua, y un sensor está situado dentro de dicho depósito. El depósito está fijado a una boquilla de irradiación en un pórtico rotatorio. El sensor puede ser desplazado en el interior del depósito de agua, y el depósito de agua puede ser desplazado con respecto al elemento de fijación de la boquilla. No obstante, este maniquí de agua presenta los mismos inconvenientes que los maniquíes de agua descritos en esta memoria anteriormente, porque se necesita un proceso de desplazamientos y mediciones que consume tiempo, y porque no es posible la medición de campos de radiación dependientes del tiempo, tal como en el método de cuñas virtuales o IMRT.

Otro maniquí de agua se describe en FR-A-2723212. Dicho maniquí de agua comprende un dispositivo detector compacto que es desplazado en el interior del maniquí de agua por medios mecánicos. Dicho dispositivo comprende una pluralidad de detectores situados por su longitud. Por lo tanto, cada dispositivo detector es un detector de una dimensión y su utilización requiere medios de movimiento mecánicos para desplazar dicho dispositivo detector. Como consecuencia, este maniquí de agua consume tiempo y necesita varios días para ensayos de puesta en servicio TPS completos.

Otro maniquí de agua se describe en JP 2001346894, que se refiere a un centelleador que tiene un plano vertical a la dirección del haz de radiación. El centelleador es desplazado en el interior del depósito de agua por medios mecánicos y proporciona mediciones de la dosis absorbida. No obstante, un dispositivo de esta clase tiene algunos inconvenientes, como los siguientes:

- la respuesta del centelleador a las radiaciones es fuertemente dependiente de la energía del haz de radiación y, por lo tanto, no es suficiente para los requisitos de calidad;
- las radiaciones Cerenkov emitidas desde el agua atravesada por radiaciones interferirán fuertemente con las mediciones;
- la utilización de medios mecánicos, que se requieren para desplazar el centelleador en el interior del depósito de agua, hace que el proceso de las mediciones consuma tiempo;
- no es posible realizar mediciones de la distancia de la fuente a la superficie (mediciones SAD).

No obstante, ningún maniquí de agua anteriormente descrito puede proporcionar mediciones de campos dependientes del tiempo, ya que los detectores de exploración miden dichos campos de radiación en diferentes momentos. Además, no es posible realizar mediciones a poca profundidad (por ejemplo, menor que 1 cm).

### 35 **Objetivos de la invención**

La presente invención tiene por objetivo proporcionar un maniquí de agua para medir fácilmente la dosis absorbida en el agua, que permite superar todos los inconvenientes anteriormente descritos de la técnica anterior.

### **Sumario de la invención**

Según un primer aspecto de la presente invención, se proporciona un maniquí de agua para medir y determinar la distribución de dosis de radiación producida por un haz de partículas o un haz de radiación fotónica. El maniquí de agua comprende un depósito de agua que tiene una base, un detector de captación y medios para variar el nivel del agua en dicho depósito de agua. El detector de captación es un detector bidimensional que comprende una pluralidad de sensores para medir simultáneamente la dosis en una pluralidad de puntos en una zona, correspondiendo esencialmente dicha zona a la base del depósito. Esto permite una medida más fácil y más rápida de la distribución de dosis. Dicho detector está preferentemente fijado al depósito de agua o en una relación fija con el mismo y está situado en una posición relacionada con el depósito opuesta a la fuente de haces. A saber, si dicho haz es un haz vertical que irradia la parte superior del depósito de agua, el detector de captación está situado en una posición fija relacionada con el depósito, por debajo de dicho depósito de agua. Dicho detector está situado exterior al depósito de agua.

Además, debido a la ausencia de cualquier dispositivo mecánico de posicionamiento del detector y/o del sensor, el campo de radiación que llega al detector de captación no es perturbado por estos medios. Además, la ausencia de medios de posicionamiento mecánicos obviamente reduce costes.

En una realización ventajosa, dicha pluralidad de sensores es una pluralidad de cámaras de ionización.

Ventajosamente, el maniquí de agua está provisto además de un depósito lateral y un sistema de bombeo bidireccional para bombear agua entre el depósito de agua y el depósito lateral.

En una realización específica, el maniquí de agua comprende además un sensor del nivel del agua para controlar el nivel del agua en el depósito de agua.

5 En una realización típica, el detector de captación está acoplado a dispositivos electrónicos de lectura situados por debajo del depósito lateral.

10 En otra realización preferente, el maniquí de agua comprende medios para variar el nivel relativo del agua en el depósito de agua y la posición vertical correspondiente a la altura de dicho depósito de agua en la misma amplitud, pero en sentidos opuestos, de tal modo que la altura absoluta del agua en el depósito de agua permanece constante, de manera que la distancia de la fuente a la superficie del maniquí de agua se mantiene constante, mientras que varía la distancia de la fuente al detector.

15 Según un segundo aspecto de la invención, se ha previsto un método para medir y determinar la distribución de dosis de radiación producida por un haz de partículas o un haz de radiación fotónica en un volumen utilizando un dispositivo que comprende un depósito de agua y un detector de captación bidimensional y que comprende una pluralidad de sensores. Dicho detector está en una relación fija con el depósito de agua y está situado en una posición relacionada con dicho depósito opuesta a la fuente de haces. A saber, si dicho haz es un haz vertical que irradia la parte superior del depósito de agua, el detector de captación está situado en una posición fija relacionada con el depósito, por debajo de dicho depósito de agua. Dicho detector está situado exterior al depósito de agua. Dicho método comprende las etapas de: medir simultáneamente la distribución de dosis en una pluralidad de puntos en una zona definida, correspondiente esencialmente a la base del depósito, utilizando dicho detector de captación; variar el nivel del agua dentro del depósito de agua y repetir dichas mediciones hasta que se obtenga la distribución de dosis en todo el volumen del depósito de agua.

20 Una realización preferente del método según el segundo aspecto de la invención comprende las etapas de: ajustar el nivel del agua en el depósito de agua a diferentes valores subsiguientes; mantener cada vez el detector de captación fijo con respecto a dicho depósito de agua; proporcionar una medida bidimensional para cada valor del nivel del agua en el depósito de agua, hasta que se obtenga la distribución de dosis en todo el volumen del depósito de agua.

30 Otra realización preferente del método según el segundo aspecto de la invención comprende las etapas de: realizar mediciones con la altura absoluta del agua en el depósito de agua constante, mientras que el nivel relativo del agua en dicho depósito de agua y la posición vertical correspondiente a la altura de la mesa elevadora se ajustan a valores subsiguientes de tal modo que la distancia de la fuente a la superficie del maniquí de agua se mantiene constante, mientras que varía la distancia de la fuente al detector; proporcionar una medida bidimensional para cada valor de la etapa anterior hasta que se obtenga la distribución de dosis en todo el volumen del depósito de agua.

35 Preferentemente, según el segundo aspecto de la invención, dicha pluralidad de sensores es una pluralidad de cámaras de ionización.

Una utilización del dispositivo o el método es para ensayos de puesta en servicio de un aparato de radioterapia, reduciendo por ello de manera drástica la cantidad de tiempo requerida.

#### **Breve descripción de los dibujos**

40 La figura 1a representa una configuración de medición DD (Profundidad-Dosis) o SSD (distancia de fuente a superficie).

La figura 1b representa una configuración de medición TPR (relación entre tejido y maniquí) o SAD (distancia de captación de la fuente).

La figura 2 es una vista lateral que ilustra la configuración total de un maniquí de agua según una realización de la invención.

45 La figura 3 es una vista lateral que ilustra un maniquí de agua según otra realización de la invención.

#### **Descripción detallada de realizaciones preferentes de la invención**

50 Las figuras 1a y 1b representan el principio de la medición realizada en dos configuraciones diferentes. En dichas figuras, el depósito está situado esencialmente sobre un plano horizontal, mientras que el haz incidente está irradiando la parte superior de dicho depósito, esencialmente según un eje vertical. A saber, la figura 1a representa la configuración TPR (relación entre tejido y maniquí) o SAD (distancia de captación de la fuente), en la que la distancia de la fuente al detector es fija, mientras que la distancia de la fuente a la superficie del maniquí de agua varía, y la figura 1b representa en cambio la configuración DD (profundidad-dosis) o SSD (distancia de la fuente a la

superficie), en la que la distancia de la fuente a la superficie del maniquí de agua se mantiene constante, mientras que la distancia de la fuente al detector varía.

Las realizaciones de la invención descritas en lo sucesivo presentan las siguientes características:

- 5 1. Las mediciones de la dosis de radiación se pueden realizar en cualquiera de las configuraciones SAD o SSD;
2. En vez de tomar un conjunto de mediciones utilizando un dispositivo de exploración, una pluralidad de sensores toma una medición de toda la zona a la vez;
- 10 3. El volumen de agua total para un área activa de 40 x 40 cm y una profundidad máxima de medición de 30 cm es 48 l. Junto con los otros componentes del maniquí (alrededor de 15 kg), el peso total es menor que 70 kg. Por lo tanto, el maniquí de agua se puede colocar sobre la camilla de un paciente. Por ello, la posición del maniquí de agua se puede ajustar en los ejes X, Y, Z con una precisión de alrededor de 1 mm. Además, la posición angular se puede ajustar con alta precisión. Esta característica permite, en una de las realizaciones preferentes de la invención, realizar mediciones en la configuración SSD.
- 15 4. Un maniquí más grande según la invención se puede realizar asimismo con una mesa elevadora independiente.

La figura 2 muestra, con detalle, una realización preferente de la invención, en la que se pueden realizar mediciones de tipo SAD. El maniquí de agua 1 de esta realización comprende un detector de captación 5 compuesto por una matriz de cámaras de ionización situadas en un plano. La matriz comprende 1.020 cámaras de ionización individuales, pero se pueden utilizar asimismo matrices que tienen menos (100) o más (10.000) cámaras. Un depósito de agua 2 está colocado sobre la matriz del detector de captación 5 y comprende un sensor 7 del nivel del agua. Un depósito lateral 3 está provisto de un sistema de bombeo bidireccional 4 para ajustar el nivel del agua en el depósito de agua 2 de tal modo que se puede variar la distancia de la fuente a la superficie del maniquí de agua. Por debajo de dicho depósito lateral 3, el maniquí de agua 1 está provisto de circuitos de lectura 6 con un canal de conversión de carga para cada cámara de la matriz del detector de captación 5 a efectos de medir las cargas o corrientes producidas por un haz de radiación. Los valores de lectura son procesados por circuitos contadores independientes para cada canal y los valores de recuento se pueden integrar además en un segundo conjunto de registros para una lectura sincrónica de todos los canales. Se disponen asimismo un ordenador central que ejecuta software de análisis de datos y un sistema basado en microcontrolador para controlar los canales de captación y la nivelación del agua.

30 En esta realización preferente de la invención, se hacen mediciones de dosis de tipo SAD como sigue: una vez que el sistema de bombeo bidireccional 4 y el sensor 7 del nivel del agua han situado y llenado hasta el nivel requerido el maniquí de agua 1, se realizan las mediciones en una pluralidad de puntos en una zona, simultáneamente con el detector de captación 5 estacionario por debajo de dicho depósito de agua 2. Los circuitos de lectura 6 procesan los datos recogidos y se obtiene por ello un gráfico de dosis bidimensional. A continuación, el nivel del agua en el depósito de agua se ajusta a un valor subsiguiente diferente. Se realizan entonces mediciones bidimensionales con el detector de captación 5 situado todavía por debajo de dicho depósito de agua 2. Las mediciones anteriormente descritas se realizan hasta que se obtenga la distribución de dosis en todo el volumen del depósito de agua 2.

La figura 3 muestra, con detalle, otra realización preferente de la invención. Como se ha mencionado anteriormente, el maniquí de agua 1 se puede utilizar asimismo para mediciones de tipo SSD si se combina con un mecanismo elevador, que podría ser la camilla de un paciente o una mesa elevadora 8. Un maniquí de agua 1 de esta realización comprende además, con respecto a la realización anteriormente descrita, una bomba 10 y una mesa elevadora 8 con pistones hidráulicos 11. En esta realización, el nivel relativo del agua en el depósito de agua 2 y la mesa elevadora 8 son desplazados en la misma amplitud, pero en sentidos opuestos, de tal modo que la altura absoluta del agua en el depósito de agua 2 permanece constante, de manera que la distancia de la fuente a la superficie del maniquí de agua se mantiene constante, mientras que varía la distancia de la fuente al detector. Este movimiento sincrónico se puede realizar utilizando la bomba 10, que transfiere agua desde el depósito de agua 2 hasta los pistones hidráulicos 11 mediante una línea de conexión 9. Dicha mesa elevadora 8 puede utilizar n cilindros hidráulicos cuya sección transversal es  $B_n$ , respectivamente. Si el nivel del agua del depósito de agua 2 es A, cumplir la condición:  $\sum B_n = A$ , asegura el movimiento requerido tanto de la columna de agua en el depósito de agua 2 como de los pistones hidráulicos 11 de la mesa elevadora 8. No obstante, el cumplimiento de la condición anterior es difícil, ya que la sección transversal del depósito de agua 2 podría cambiar con la posición y dependiendo del nivel de llenado. Para superar esta dificultad, el depósito lateral 3 y el sistema de bombeo bidireccional 4 funcionan con el fin de corregir el nivel del agua del depósito de agua 2, para cumplir la condición de que la altura absoluta del agua en dicho depósito de agua 2 permanezca constante.

55 En esta realización preferente de la invención, se hacen mediciones de dosis de tipo SSD como sigue: se ajusta la distancia de la fuente a la superficie ajustando, por un lado, el nivel relativo en el depósito con el sistema de bombeo 4 y, por otro lado, la posición vertical del maniquí de agua mediante la mesa elevadora 8, la bomba 10 y los pistones hidráulicos 11. Las mediciones en una pluralidad de puntos en una zona se realizan con el detector de captación 5

estacionario por debajo de dicho depósito de agua 2. Las mediciones bidimensionales subsiguientes se realizan con la altura absoluta del agua en el depósito de agua 2 constante, mientras que se varían el nivel relativo del agua en el depósito de agua 2 y la mesa elevadora 8, como se ha descrito anteriormente. Los circuitos de lectura 6 procesan, cada vez, los datos recogidos, hasta que se obtenga la distribución de dosis en todo el volumen del depósito de agua 2.

5

El maniquí de agua según la invención presenta muchas ventajas:

10

- utilizando el maniquí de agua de la invención, el procedimiento QA es mucho más rápido y más fácil, hasta menos de una hora cuando se utiliza un maniquí según la invención (típicamente desde unas pocas horas hasta la mitad de un día utilizando los maniquíes de la técnica anterior). Por lo tanto, los ensayos QA se pueden realizar más a menudo y de modo más completo.

15

- El maniquí de agua de la invención es mucho más ligero (típicamente menos de 70 kg) que un maniquí de agua de la técnica anterior. Por lo tanto, el maniquí de agua se puede situar asimismo sobre la camilla de un paciente, en vez de sobre un soporte especial. Por ello, se pueden utilizar los controles posicionales de desplazamiento y rotación precisos de la camilla de un paciente, y determinar con precisión la posición de la distribución del campo de radiación con respecto a la camilla de un paciente.

20

- Debido a la ausencia de cualquier medio mecánico de posicionamiento de los sensores, los campos de radiación que llegan al detector no son perturbados por dichos medios. Además, su sencillez obviamente reduce costes.

- Uno de los inconvenientes más preocupantes de la técnica anterior es la enorme cantidad de tiempo requerida usualmente para los ensayos de puesta en servicio de un TPS. Utilizando el maniquí de agua de la invención, se puede reducir de manera drástica dicha cantidad de tiempo, superando dicho inconveniente.

25

- Una característica importante de la invención se refiere al hecho de que el detector 2D no está sumergido y no se desplaza en el agua. Este hecho evita la disposición de medios mecánicos complicados y poco precisos.

**REIVINDICACIONES**

- 5 1. Maniquí de agua (1) para medir y determinar la distribución de dosis de radiación producida por una fuente de haces de partículas o de haces de radiación fotónica, que comprende: un depósito de agua (2); medios (3; 4; 8; 9; 10; 11) para variar el nivel del agua en dicho depósito de agua (2); un detector de captación (5) situado en una posición fija con respecto a dicho depósito de agua (2) y opuesto a la fuente de haces con respecto a dicho depósito de agua (2); caracterizado por que dicho detector de captación (5) es un detector bidimensional que comprende una pluralidad de sensores y que puede medir simultáneamente la dosis en una pluralidad de puntos en una zona, en el que dicho detector de captación (5) está situado por debajo de dicho depósito de agua (2).
- 10 2. Maniquí de agua (1) según la reivindicación 1, en el que dicha pluralidad de sensores es una pluralidad de cámaras de ionización.
3. Maniquí de agua (1) según la reivindicación 1 ó 2, en el que dichos medios para variar el nivel del agua comprenden un depósito lateral (3) y un sistema de bombeo bidireccional (4) para bombear agua entre el depósito de agua (2) y el depósito lateral (3).
- 15 4. Maniquí de agua (1) según la reivindicación 2, en el que dichos medios para variar el nivel del agua ajustan el nivel del agua en el depósito de agua (2) de tal modo que varíe la distancia de la fuente a la superficie del maniquí de agua.
5. Maniquí de agua (1) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende además medios para controlar el nivel del agua en el depósito de agua (2).
- 20 6. Maniquí de agua según la reivindicación 4, en el que los medios para controlar el nivel del agua comprenden un sensor (7) del nivel del agua.
7. Maniquí de agua (1) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el detector de captación (5) está acoplado a dispositivos electrónicos de lectura situados por debajo de dicho depósito lateral (3).
- 25 8. Maniquí de agua (1) según las reivindicaciones 1 a 3, en el que dichos medios para variar el nivel del agua en dicho depósito de agua (2) comprenden medios (8, 9, 10, 11) para variar la posición vertical de dicho depósito de agua (2) y, en consecuencia, dicho nivel del agua con la misma amplitud, pero en dos sentidos opuestos.
9. Maniquí de agua (1) según la reivindicación 8, en el que dichos medios para variar la posición vertical de dicho depósito de agua (2) comprenden una mesa elevadora (8) con pistones hidráulicos conectados a una bomba (10) que transfiere agua desde dicha bomba del depósito de agua hasta los pistones hidráulicos (11) mediante una línea de conexión (9).
- 30 10. Maniquí de agua (1) según la reivindicación 9, en el que el nivel relativo del agua en el depósito de agua (2) y la mesa elevadora (8) son desplazados de tal modo que la altura absoluta del agua en el depósito de agua (2) permanece constante, de manera que la distancia de la fuente a la superficie del maniquí de agua se mantiene constante, mientras que varía la distancia de la fuente al detector.
- 35 11. Método para medir y determinar la distribución de dosis de radiación producida por un haz de partículas o un haz de radiación fotónica en un volumen utilizando un dispositivo que comprende un depósito de agua (2) y un detector de captación bidimensional (5) situado en una posición fija por debajo de dicho depósito de agua (2) y que comprende una pluralidad de sensores, en el que el método comprende las etapas de:
- 40 - dirigir dicho haz a la parte superior de dicho depósito (2), esencialmente según un eje vertical,
- medir simultáneamente la distribución de dosis en una pluralidad de puntos en una zona utilizando dicho detector de captación (5);
- variar el nivel del agua dentro del depósito de agua y repetir dicha etapa de medición hasta que se obtenga la distribución de dosis en dicho volumen.
- 45 12. Método según la reivindicación 11, en el que la medición de la distribución de dosis se realiza ajustando el nivel del agua en el depósito de agua (2) a diferentes valores subsiguientes y manteniendo el detector de captación (5) fijo con respecto a dicho depósito de agua (2).
- 50 13. Método según la reivindicación 11, en el que dicho dispositivo comprende además una mesa elevadora (8) con pistones hidráulicos conectados a una bomba (10) que transfiere agua desde dicha bomba del depósito de agua hasta los pistones hidráulicos (11) mediante una línea de conexión (9), para variar la posición vertical de dicho depósito de agua (2) y, en consecuencia, dicho nivel del agua con la misma amplitud, pero en dos sentidos opuestos, y en el que la medición de la distribución de dosis se realiza desplazando el nivel relativo del agua en dicho depósito de agua (2) y dicha mesa elevadora (8) en la misma amplitud, pero en sentidos opuestos, de tal modo que la altura absoluta del agua en el depósito de agua (2) permanece constante, y con el detector de

captación (5) estacionario por debajo de dicho depósito de agua (2), de manera que la distancia de la fuente a la superficie del maniquí de agua se mantiene, durante cada medición, constante, mientras que varía la distancia de la fuente al detector.

- 5 14. Método según cualquiera de las reivindicaciones 11 a 13, en el que dicha pluralidad de sensores es una pluralidad de cámaras de ionización.



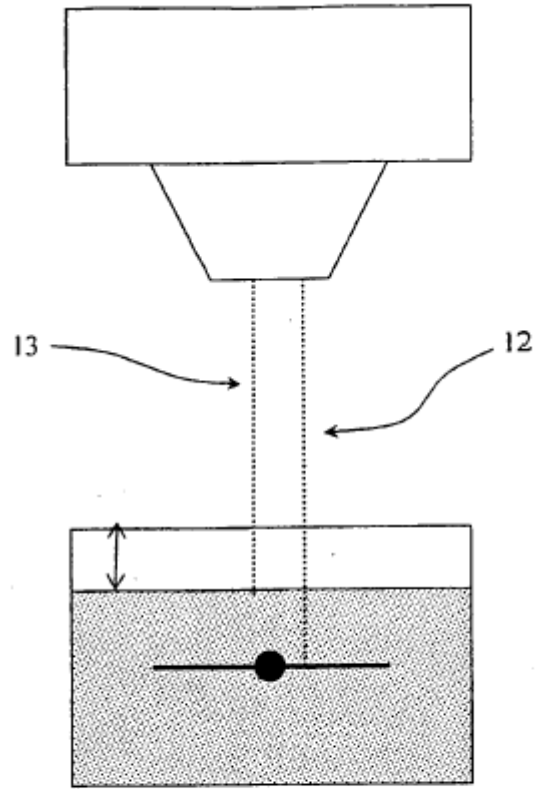


FIG. 1a

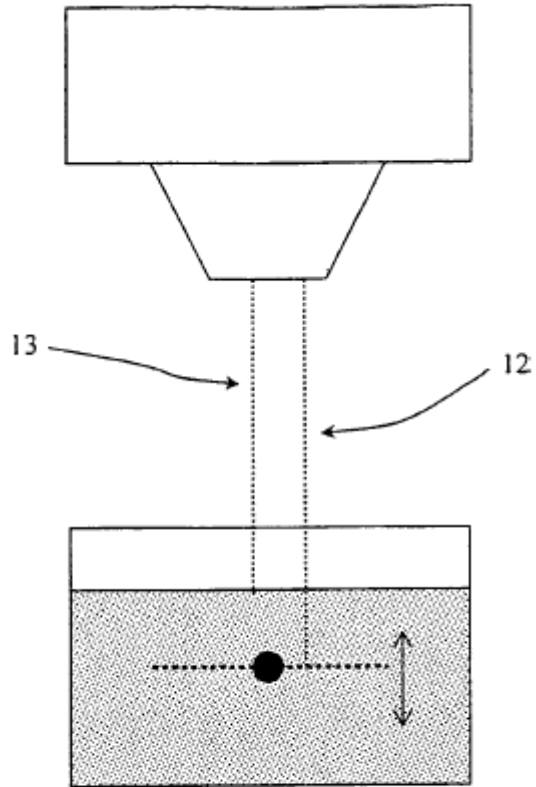


FIG. 1b

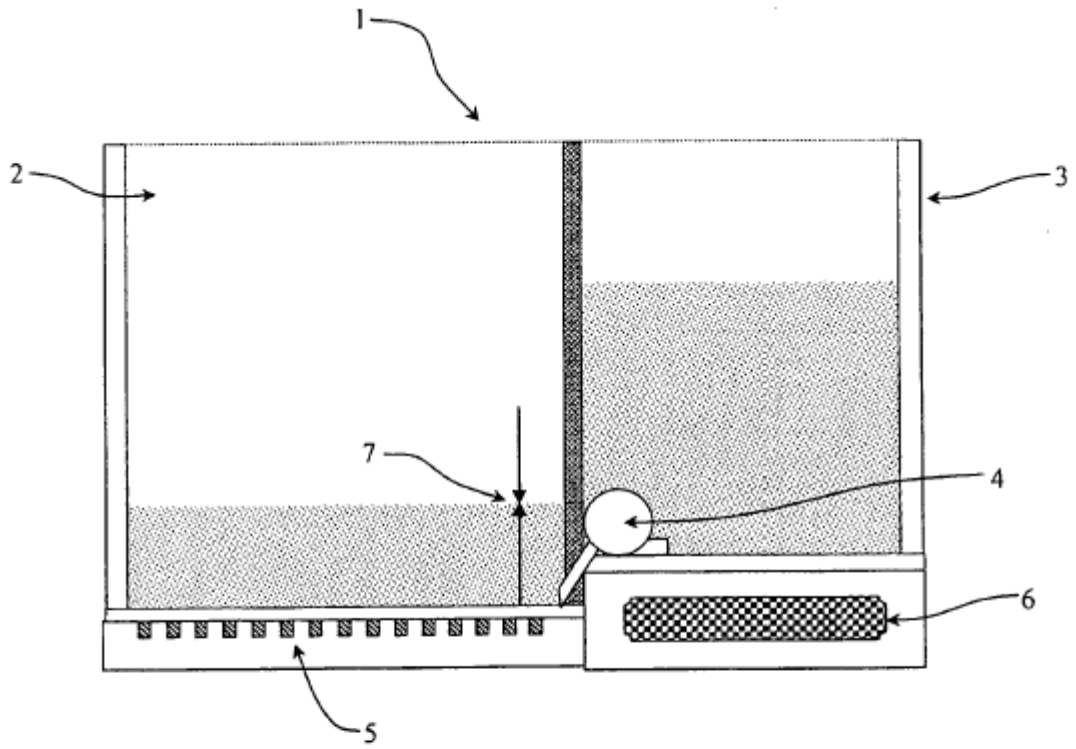


FIG. 2

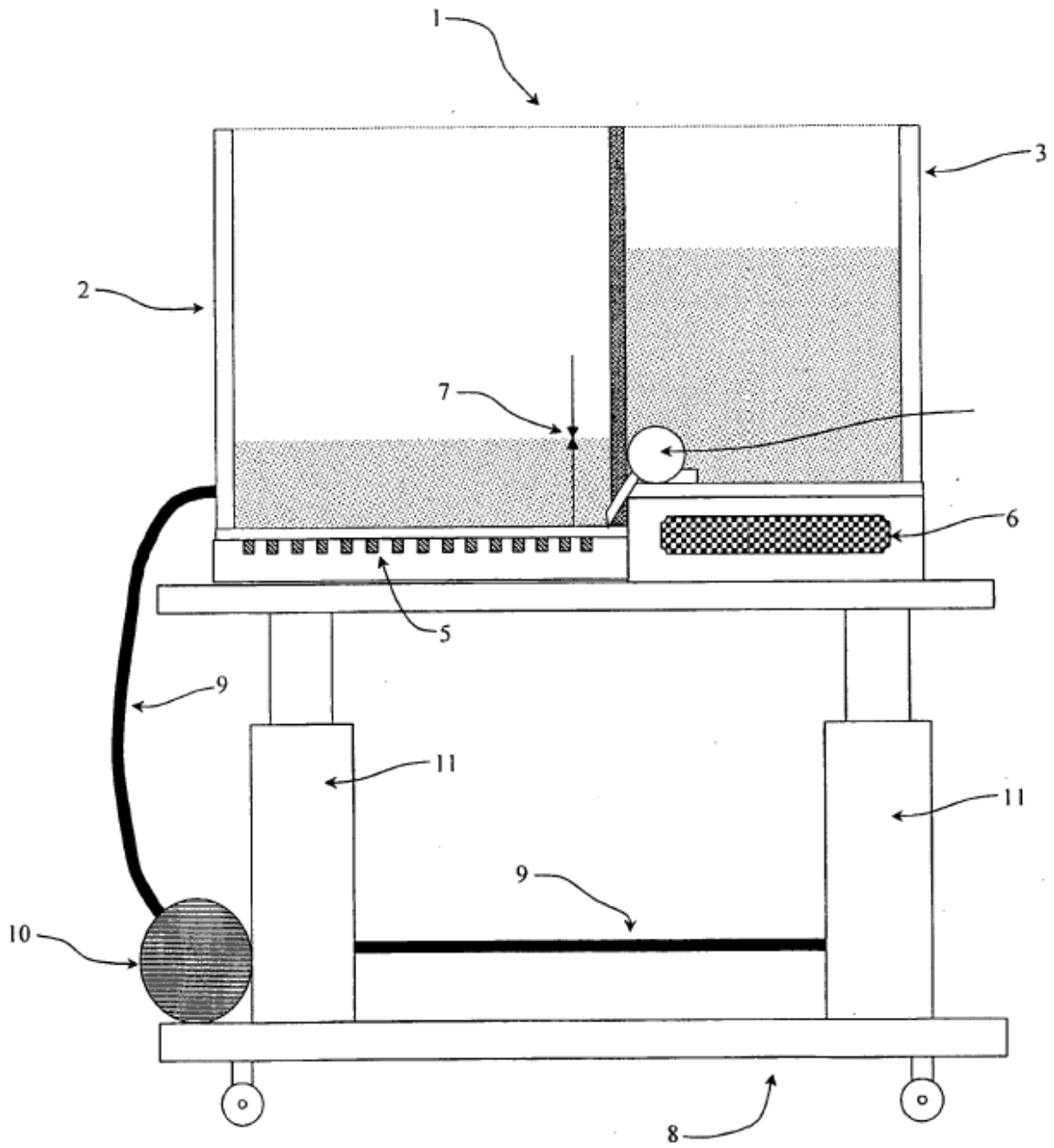


FIG. 3