

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 430 860**

51 Int. Cl.:

G01T 1/169 (2006.01)

G01T 7/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **11.03.2010 E 10710264 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **10.07.2013 EP 2406662**

54 Título: **Dispositivo de caracterización radiológica protegido contra fuentes parásitas de radiación ionizante**

30 Prioridad:

13.03.2009 FR 0951594

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

22.11.2013

73 Titular/es:

**COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE ET
AUX ENERGIES ALTERNATIVES (100.0%)
Bâtiment "Le Ponant D" 25, rue Leblanc
75015 Paris, FR**

72 Inventor/es:

**GIRONES, PHILIPPE;
BRENNEIS, CHRISTOPHE;
LAMADIE, FABRICE y
DUCROS, CHRISTIAN**

74 Agente/Representante:

LINAGE GONZÁLEZ, Rafael

ES 2 430 860 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Dispositivo de caracterización radiológica protegido contra fuentes parásitas de radiación ionizante

5 **Ámbito técnico**

La presente invención se refiere a un dispositivo de caracterización radiológica protegido contra fuentes parásitas de radiación ionizante parásitas. Por caracterización radiológica, se entiende que se podrán efectuar, con el dispositivo, mediciones cuantitativas, es decir de tasa de dosis, y mediciones de la calidad de los radioelementos presentes gracias a la espectrometría.

Las intervenciones en medios hostiles son frecuentes en la industria nuclear, especialmente en operaciones de desmantelamiento de instalaciones nucleares. Estas operaciones se enmarcan evidentemente dentro de reglas, prácticas y procedimientos de optimización, por ejemplo mediante la aplicación de principio ALARA (as low as reasonably achievable, es decir tan bajo como sea razonablemente posible). Este principio fue implantado por industriales con objeto de reducir las exposiciones a radiaciones ionizantes de manera que sean lo más bajas posibles, teniendo en cuenta los factores económicos y sociales. En la práctica, las operaciones técnicas pasan por el dominio del contexto y, más concretamente, por la caracterización radiológica *in situ*, es decir por un conocimiento del nivel de concentración de la contaminación y su localización, así como de la calidad de los radioelementos presentes en un lugar dado.

Estado de la técnica anterior

Existen dispositivos de caracterización radiológica, como los descritos en la solicitud de patente francesa FR 2789304, que asocian una cámara gamma con un detector de espectrometría gamma colimado; teniendo el colimador un campo de observación incluido en el campo de observación de la cámara gamma. En este dispositivo, el colimador es fijo y rodea el detector de espectrometría gamma. El documento "Caracterización y modelización de un sitio radioactivo mediante el uso combinado del escáner gamma unidireccional EDR y la herramienta de planificación VISIPLAN 3D", F. Vermeersch et al., 2003, muestra el uso de un analizador gamma en el que está alojado un detector gamma de tipo cristal CsTi acoplado a un fotodiodo en un cajetín de acero equipado en su cara anterior con un blindaje troncocónico, estando este blindaje prolongado por un colimador de acero. Se observa que, para poner en evidencia fuentes de radiación ionizante de niveles muy distintos, como se pueden encontrar en los edificios en desmantelamiento, es necesario tener a disposición colimadores intercambiables de distintos tamaños.

Se conoce asimismo, un dispositivo de caracterización radiológica denominado Radscan 600, ilustrado en la figura 1 de la patente US 7095030. El dispositivo posee un cabezal de inspección que incluye una cámara de vídeo, un detector gamma colimado y un dispositivo de telemetría láser. En este dispositivo, el colimador es intercambiable. El inconveniente de este dispositivo es que, en funcionamiento, unos puntos calientes de menor intensidad corren el riesgo de quedar ocultados por puntos calientes más intensos fuera del campo de observación del colimador.

Finalmente, se conoce asimismo, un dispositivo de caracterización radiológica que incluye una sonda de medición radiológica de la que un extremo sensible se coloca en un colimador intercambiable (véase el documento US 3107276).

45 **Exposición de la invención**

La presente invención tiene por objeto proponer un dispositivo de caracterización radiológica que no presente las limitaciones y dificultades anteriores y, especialmente, que sea capaz de caracterizar fuentes de radiación ionizante incluso de menor intensidad, en presencia de fuentes de radiación ionizante más intensas, sin la interferencia del ruido parásito.

Otro objeto de la invención es proponer un dispositivo de caracterización radiológica colimado ajustable.

Otro objeto de la invención es proponer un dispositivo de caracterización radiológica con sonda de medición radiológica intercambiable.

Para conseguirlo, la presente invención es un dispositivo de caracterización radiológica que incluye al menos una sonda de medición radiológica colimada, de la que un extremo sensible se coloca en un colimador intercambiable que tiene un campo de observación y una abertura. El colimador está soportado por un porta-colimador y el conjunto de colimador y porta-colimador se inserta en un apilamiento entre dos pantallas de blindaje, siendo las pantallas que garantizan el blindaje intercambiables para de este modo ajustar su grosor, garantizando el conjunto de colimador y porta-colimador y las pantallas de blindaje la protección de la sonda frente a radiaciones ionizantes parásitas procedentes de fuentes de radiación ionizante situadas fuera del campo de observación del colimador, teniendo el colimador sensiblemente forma de U, con una abertura y un fondo a cuyo nivel se aloja el extremo sensible de la sonda de medición.

Pudiéndose alojar colimadores con aberturas de distintos tamaños en el porta-colimador.

De manera ventajosa, la sonda de medición es asimismo intercambiable.

5 La sonda de medición puede ser una sonda de espectrometría gamma o una sonda de tasa de dosis.

Además, el dispositivo de caracterización radiológica incluye preferiblemente un porta-sonda amovible en el que se coloca la sonda; permitiendo el porta-sonda, cuando está alojado en el colimador, posicionar el extremo sensible de la sonda en el colimador.

10 Cuando el porta-sonda aloja varias sondas, éstas están dispuestas en haz.

Ventajosamente, cada pantalla de blindaje incluye una o varias placas de blindaje; cuando hay varias placas, éstas forman una pila. De esta forma, es posible ajustar el grosor de la pantalla de blindaje.

15 Una placa de blindaje vecina del colimador puede estar achaflanada a proximidad de la abertura del colimador para aumentar su campo de observación.

20 Una de las pantallas de blindaje incluye un orificio pasante por el que pasa la sonda.

Se pueden prever medios de bloqueo en rotación y traslación de las pantallas de blindaje con relación al porta-colimador y al colimador.

25 El dispositivo de caracterización radiológica puede incluir, además, una cámara de luz visible o de infrarrojos y/o un dispositivo de telemetría solidario a los medios de bloqueo y/o un foco de iluminación. Son de mucha utilidad cuando se examinan escenas complejas.

30 Es preferible prever, asimismo, medios de bloqueo de la sonda cuando está colocada en el colimador, para de este modo poder desplazar el dispositivo de caracterización sin problemas.

Descripción de los dibujos

La presente invención se entenderá mejor mediante la descripción de ejemplos de realización, dados a modo únicamente indicativo y en ningún caso limitativo, con referencia a los dibujos adjuntos, en los cuales:

35 - las figuras 1A, 1B, 1C muestran respectivamente una vista de despiece ordenado, en corte y ensamblado, de un ejemplo de dispositivo de caracterización radiológica objeto de la invención;

40 - la figura 2A es un gráfico que ilustra el caudal de fluencia captado por la sonda de medición en función de la energía de la fuente de radiación ionizante observada, y la figura 2B un gráfico que ilustra la relación señal-ruido aportada por el colimador en función de la energía de la fuente de radiación ionizante observada;

45 - las figuras 3A, 3B ilustran, en vista inferior, el poder de colimación del colimador del dispositivo de caracterización radiológica de la invención, comparándolo con un dispositivo de caracterización radiológica sin colimador;

- las figuras 4A a 4H ilustran el procedimiento que se ha de aplicar para cambiar el colimador del dispositivo de caracterización radiológica de la invención;

50 - las figuras 5A a 5C ilustran cómo modificar la secuencia de las figuras 4 para cambiar la sonda de medición;

- las figuras 6A, 6B, 6C ilustran en corte transversal diversos porta-sondas;

55 - las figuras 7A, 7B, 7C son mapas de tasa de dosis de una casilla en la que se encuentra un cuba que contiene o ha contenido soluciones de productos de fisión, siendo dicha casilla sometida a un procedimiento de saneamiento.

Las distintas configuraciones representadas del dispositivo de caracterización radiológica deben entenderse como no exclusivas unas de otras.

60 Algunas partes idénticas, similares o equivalentes de las distintas figuras descritas a continuación llevan las mismas referencias numéricas para de este modo facilitar el paso de una figura a otra.

Las distintas partes representadas en las figuras no siguen necesariamente una escala uniforme, para hacer que las figuras sean más legibles.

65 **Exposición detallada de realizaciones particulares**

A continuación, se hace referencia a la figura 1A, que es una vista de despiece ordenado de un ejemplo de dispositivo de caracterización radiológica según la invención. La figura 1B representa un corte transversal del mismo dispositivo de caracterización radiológica según la invención. Incluye un porta-colimador 1 destinado a recibir un colimador 2. El colimador 2 tiene sensiblemente forma de U con un fondo a partir del cual parten dos ramas que contribuyen a delimitar la abertura 2.1 del colimador 2. El porta-colimador 1 puede tener sensiblemente forma de U o de C, alojándose el fondo de la U del colimador en el porta-colimador 1. De este modo, el colimador 2 es intercambiable y el porta-colimador 1 es capaz de recibir colimadores 2 con aberturas 2.1 de distinto tamaño pero con una misma base. En la figura 1A, se ha representado un juego de cuatro colimadores 2 que pueden instalarse en el porta-colimador 1 por turnos. Estos cuatro colimadores 2 poseen aberturas 2.1 de distintos tamaños, que corresponde por ejemplo a ángulos incluidos entre 10° y 90° , estando dichos ángulos representados, en la figura 1A, decrecientes según nos alejamos del porta-colimador 1. El conjunto formado por el colimador 2 montado en el porta-colimador 1, que se denominará en lo sucesivo conjunto de colimación 3, está situado en sándwich en un apilamiento 4 entre dos pantallas de blindaje 5. Preferiblemente, las pantallas de blindaje 5 son sensiblemente planas. Las pantallas de blindaje 5 son intercambiables, lo que permite ajustar su grosor en función de la localización de una fuente de radiación ionizante gamma que se ha de observar con relación a una o varias fuentes de radiación ionizante gamma vecinas y consideradas parásitas. Las fuentes de radiación ionizante no están representadas.

La abertura 2.1 del colimador 2 se encuentra al nivel de un borde del apilamiento 4. El dispositivo de caracterización radiológica incluye, además, al menos una sonda de medición radiológica 6 que tiene una parte sensible alojada en el colimador 2 al nivel del fondo de la U, estando libre la abertura 2.1 del colimador 2. Esta sonda de medición 6 es, asimismo, intercambiable. Esta sonda de medición 6 puede ser una sonda de medición de tasa de dosis, por ejemplo la sonda SHI de la sociedad Saphymo. En una variante, puede tratarse de una sonda de espectrometría gamma basada en semiconductores tales como, por ejemplo, CdZnTe. Es posible utilizar simultáneamente varias sondas 6 de espectrometría gamma dispuestas en haz 7, como se verá más adelante. Se prevé preferiblemente, un porta-sonda 8 para posicionar con precisión la sonda 6 (o las sondas) en el colimador, lo que ofrece la posibilidad de utilizar sondas de medición 6 que no tengan las mismas secciones transversales. El porta-sonda 8 es amovible y puede adoptar la forma de un manguito en el que se inserta la sonda de medición 6 o el haz 7 de sondas de medición, estando el conjunto porta-sonda 8, sonda de medición alojado en el colimador 2 al nivel del fondo de la U. Este porta-sonda 8 puede realizarse a base de un material como el cobre, lo que permite, además, filtrar radiaciones ionizantes de las energías más bajas.

El porta-sonda 8 puede asociarse a una sonda de medición 6 dada; posee una sección transversal exterior correspondiente al espacio delimitado por el fondo del colimador 2 y una sección transversal interior correspondiente a la sección transversal de la sonda de medición 6 o del haz 7 de sondas de medición. El conjunto porta-sonda 8 – sonda de medición 6 se denominará en lo sucesivo conjunto de medición 11. El conjunto de medición 11 se apoya contra la pantalla de blindaje 5 que remata el conjunto de colimación 3.

Las dos pantallas de blindaje 5 y el conjunto de colimación 3 permiten proteger la sonda de medición 6 de cualquier radiación ionizante parásita procedente de fuentes de radiación ionizante situadas fuera del campo de observación del colimador 2. Las dos pantallas de blindaje 5 pueden estar formadas cada una por una o varias placas 5.1; cuando existen varias placas 5.1, están apiladas. Las pantallas de blindaje 5 y el porta-colimador 1 estarán realizados en un material que constituya un obstáculo para la radiación ionizante como, por ejemplo, el plomo. El colimador 2 podrá ser de tungsteno por ejemplo.

Una de las pantallas de blindaje 5 incluye un orificio pasante 5.2 a través del cual pasan la sonda de medición 6 y el porta-sonda 8, si existiese.

El número de placas de blindaje 5.1 no es forzosamente el mismo por un lado y por el otro del conjunto de colimación 3.

Es posible prever que al menos una placa de blindaje 5.1, la más próxima posible del colimador 2, posea un borde achaflanado 5.3 al nivel de la abertura 2.1 del colimador para de este modo aumentar el campo de observación del colimador 2.

Se pueden prever, además, medios de bloqueo 9 para bloquear los distintos constituyentes del apilamiento 4 tanto en rotación como en traslación. Los medios de bloqueo 9 incluyen una platina inferior 9.1 desde la que se proyectan tres varillas de centrado 9.2. Éstas Atraviesan las pantallas de blindaje 5 y el porta-colimador 1. Estas varillas de centrado 9.2 impiden la rotación de uno de los constituyentes del apilamiento 4 respecto de los demás. El apilamiento 4 reposa sobre la platina inferior 9.1. En el ejemplo, se han representado tres varillas de centrado 9.2.

Estos medios de bloqueo 9 incluyen, asimismo, una platina superior 9.3 a través de cual pasan las varillas de centrado 9.2. Ésta está destinada a cubrir el apilamiento 4. Se encuentran, asimismo, tuercas 9.4 para enroscar en las varillas de centrado 9.2 que van roscadas al menos localmente para mantener la platina superior 9.3 adherida contra la pantalla de blindaje 5 que cubre. Se prevén asimismo medios de bloqueo 10 de la sonda de medición 6 que pueden adoptar la forma de una barra 10.1 en la que un extremo está provisto de un orificio pasante 10.2 para introducir una de las varillas de centrado 9.2, y el otro está provisto de una muesca 10.3 destinada a ajustarse en

otra varilla de centrado 9.2. Cuando la barra 10.1 está en posición de bloqueo, se mantiene adherida a la platina superior 9.3 gracias a las tuercas 9.4 que se enroscan en las varillas de centrado 9.2. Ésta impide que la sonda de medición 6 se desplace en traslación.

5 La platina superior 9.3 puede estar provista de una empuñadura 9.30 para facilitar el desplazamiento del dispositivo de caracterización y la orientación angular del colimador 2 y, más concretamente, de su abertura 2.1.

El apilamiento 4 se ha representado en forma de cilindro de revolución, pero no es limitativo. En este caso, las pantallas de blindaje 5 pueden adoptar la forma de discos.

10 Con tal dispositivo, es fácil modificar el número de placas de blindaje 5.1 en función de la configuración del espacio en el que se utiliza el dispositivo de caracterización radiológica objeto de la invención. De este modo, es posible añadir placas de blindaje 5.1 entre la platina inferior 9.1 y el conjunto de colimación 3, si una fuente de radiación ionizante (no representada) muy intensa se sitúa bajo el dispositivo. Por supuesto, sería posible añadirlas entre la
15 platina superior 9.3 y el conjunto de colimación 3, si la fuente de radiación ionizante muy intensa está situada por encima del dispositivo. De este modo, las dos pantallas de blindaje 5 no poseen forzosamente el mismo grosor, como se muestra en las figuras 5A a 5C. Éstas no poseen forzosamente el mismo número de placas de blindaje 5.1. Es asimismo posible que las placas de blindaje 5.1 no tengan todas, el mismo grosor. En las figuras 5A a 5C, la placa de blindaje 5.1 que reposa en la platina inferior 9.1 es más gruesa que las demás. Esto solo es un ejemplo. Se
20 adaptarán las longitudes de las varillas de centrado 9.2 en función del grosor de las dos pantallas de blindaje 5 aplicado.

En la figura 1C, el dispositivo de caracterización radiológica objeto de la invención se muestra en tres dimensiones. Incluye además, montada en la empuñadura 9.30 de la platina superior 9.3, una cámara de infrarrojos o de luz
25 visible 21, en blanco y negro o color y/o un dispositivo de telemetría 22. La cámara 21 permite tomar una foto de luz visible o infrarroja de la escena observada. El dispositivo de telemetría 22 permite medir la distancia que separa el dispositivo de caracterización radiológica de una fuente de radiación ionizante observada. Un foco de iluminación de referencia 23 permite iluminar la escena.

30 La eficacia de un conjunto de colimación 3 con un colimador 2 que tiene una abertura, es decir un ángulo de apertura de 90°, ha sido comprobada gracias a una serie de cálculos con la ayuda del código de cálculo avanzado MERCURE 6.2. Se trata de un código de cálculo que permite evaluar, para una fuente de radiación ionizante que tiene una energía dada, la tasa de fluencia gamma al nivel del detector. Recordamos que la fluencia es, en un punto
35 dado del espacio, el cociente del número de partículas que penetran en un intervalo de tiempo dado en una esfera convenientemente pequeña centrada en este punto, por el área del gran círculo de esta esfera. La tasa de fluencia es el cociente de la variación de la fluencia por unidad de tiempo.

La fuente de radiación ionizante es de gran volumen, 10 metros por 6 metros por 2 metros. La sonda de medición de tasa de dosis está situada a 1 metro de la fuente de radiación ionizante. Se han dado a la fuente de radiación
40 ionizante cinco valores discretos de energía que son 100 KeV, 500 KeV, 1 MeV, 2 MeV, 10 MeV. Se han efectuado estos cálculos de tasa de fluencia con el dispositivo de caracterización radiológica de la invención, estando el colimador en su sitio o ausente. El gráfico de la figura 2A muestra la tasa de fluencia en función de la energía de la fuente de radiación ionizante; la curva de referencia (b) corresponde al caso en que el colimador está ausente del dispositivo de caracterización, y la curva de referencia (a) corresponde al caso en que el colimador está presente en
45 el dispositivo de caracterización. Los cálculos realizados con el colimador muestran que la tasa de fluencia varía en función de la energía de la fuente. Sin el colimador, la tasa de fluencia es sensiblemente constante.

Utilizando siempre la misma fuente de radiación ionizante y el dispositivo de caracterización radiológica objeto de la invención, se ha intentado evaluar la relación señal-ruido proporcionada por el conjunto de colimación. A
50 continuación se hace referencia a la figura 2B. Para cada una de las energías discretas mencionadas anteriormente, se ha calculado la fluencia, en una primera configuración, en la que la fuente de radiación ionizante está situada en el campo de observación del colimador y, en una segunda configuración, en la que la fuente de radiación ionizante está situada estrictamente fuera del campo de observación del colimador. La relación señal-ruido es una magnitud proporcional a la relación de los valores calculados en la primera configuración respecto de los valores calculados en
55 la segunda configuración. La relación señal-ruido varía entre aproximadamente 2 y aproximadamente 1 y decrece mientras que las energías aumentan. El código de cálculo MERCURE normaliza la fuente a una actividad volumétrica de 1 Bq/cm³.

En las figuras 3, se ha representado una modelización del flujo captado por la sonda de medición en el caso en que el colimador está presente (figura 3A) y en el caso en que está ausente (figura 3B). El dispositivo de caracterización radiológica está representado en parte en vista superior. El flujo captado por la sonda de medición 6 es mucho
60 menor en presencia del colimador.

A continuación, con relación a las figuras 4A a 4H, se va a mostrar cómo es posible cambiar el colimador 2. En la
65 figura 4A, el dispositivo de caracterización radiológica incluye un colimador 2 con gran campo de observación. Incluye asimismo tres sondas de medición 6 dispuestas en haz 7. En la figura 4B, se ha desbloqueado el conjunto

de medición 11, liberando la barra 10.1 de una de las varillas de centrado 9.2.

En la figura 4C, se ha extraído el conjunto de medición 11 del colimador 2 levantándolo. Se puede dejar el conjunto de medición 11 insertado en la pantalla de blindaje 5 que posee el orificio pasante 5.2. En la figura 4D, se ha extraído el colimador 2 del porta-colimador 1, tirando del mismo como de un cajón. En la figura 4E, se aloja un nuevo colimador 2 en el porta-colimador 1, empujándolo como un cajón. En la figura 4F, el nuevo colimador 2 está en su sitio. Incluye un campo de observación menor que el que se ha retirado. En la figura 4G, se ha vuelto a poner en su sitio el conjunto de medición 11 bajándolo a la pantalla de blindaje 5 superior y el colimador 2, hasta que hace tope contra la otra pantalla de blindaje 5 en la que reposa el conjunto de colimación 3. Solo queda colocar de nuevo la barra de bloqueo 10.1, como se muestra en la figura 4H. Si se desea cambiar la sonda de medición 6, es posible efectuar las siguientes operaciones. Se efectúan las operaciones descritas en las figuras 4A a 4C. Se retira entonces por completo el conjunto de medición 11 como en la figura 5A, y se sustituye por otro como en las figuras 5B, 5C. En la figura 5C, el nuevo conjunto de medición 11 está en su sitio. Solo queda colocar de nuevo la barra de bloqueo 10.1, como se muestra en la figura 4H. Por supuesto, es posible, en una sucesión de etapas, combinar al mismo tiempo el cambio de colimador 2 y el del conjunto de medición 11.

La sonda de medición 6 recibe el espectro gamma emitido por la fuente de radiación ionizante (no representada). Las señales proporcionadas por la sonda de medición en respuesta al espectro gamma recibido permiten estimar el caudal de flujo o la actividad de cada radioelemento emisor de radiación ionizante presente en el espectro. De este modo, la interpretación del espectro gamma permite, por ejemplo durante una fase de saneamiento de un local, el seguimiento "en línea" de cada radioelemento presente en el espectro recibido.

Las figuras 6A, 6B, 6C muestran cortes transversales de varios porta-sondas 8. Los porta-sondas son cilindros de revolución cuyo diámetro exterior es el mismo cualquiera que sea la sonda que va a recibir. El porta-sonda 8 de la figura 6A está destinado a recibir un haz de varias sondas de medición de espectrometría; en el ejemplo, se prevén tres (como se ilustra en la figura 4A por ejemplo), pero este número no es limitativo. Las tres sondas pueden ser iguales o tener distintos volúmenes. Se podría prever, por ejemplo, sondas de volumen creciente, por ejemplo de 1 mm^3 , 5 mm^3 y 60 mm^3 . Las mediciones realizadas permiten cubrir una dinámica de medición importante. En una variante, es posible utilizar sondas de igual volumen y sumar los espectros de radiación gamma captados por cada una de las sondas. Esta última configuración permite conservar la resolución de la detección utilizando un detector de escaso volumen, aumentando al mismo tiempo el rendimiento con relación al caso en que se utilizara una única sonda de volumen triple. En las figuras 6B, 6C, el porta-sonda 8 está destinado a recibir una única sonda, y el volumen de la sonda que debe estar situada en el porta-sonda de la figura 6B es más importante que el de la sonda de medición que debe colocarse en el porta-sonda de la figura 6C.

El dispositivo de caracterización radiológica objeto de la invención se puede utilizar explotando directamente las señales emitidas por la o las sondas de medición y asegurando el procesamiento de dichas señales "en línea" con la ayuda de una simple instrucción o una tabla. Se utiliza un procedimiento absoluto de medición. Se desplaza el dispositivo de caracterización radiológica en al menos una vertical delante de la escena que se ha de caracterizar colgándolo de una pértiga y dándole una o varias orientaciones angulares por altura. En función de las señales emitidas, se puede cambiar el colimador, el grosor de una, de la otra o de ambas pantallas de blindaje o incluso la sonda de medición.

En una variante, es posible realizar un procesamiento a posteriori. Se utiliza un procedimiento relativo de medición. Para una fuente de radiación ionizante dada y un colimador dado, se lleva a cabo un mapa de la escena observada en términos de tasas de dosis. Se definen ángulos de orientación que se aplicarán al dispositivo de caracterización y, por lo tanto, a la sonda de medición, por uno y otro lado de un ángulo nulo en el que el eje de mira del colimador es sensiblemente normal a la escena observada. Se definen, asimismo, una pluralidad de alturas. Se mide, por ejemplo, la tasa de dosis para una altura dada y un cierto número de ángulos de orientación. Se puede trazar de este modo un primer mapa, como se ilustra en la figura 7A. Este Delimita puntos o áreas de concentración de la contaminación. Si, a continuación, se sanea la escena, se puede proceder, al término de dicho saneamiento, a una nueva serie de mediciones y a la constitución de un nuevo mapa con las mismas alturas y los mismos ángulos, para evaluar la eficacia de la descontaminación. Se puede asimismo, cambiando la sonda de medición para utilizar una sonda de espectrometría gamma, estimar la calidad de los radioelementos observados. A continuación, se puede acoplar el mapa de tasa de dosis al espectro gamma para evaluar la actividad de la escena observada.

Las figuras 7A, 7B, 7C son mapas de tasa de dosis de una casilla que contiene una cuba de recogida y almacenamiento de soluciones de productos de fisión. Las mediciones se han realizado a profundidades comprendidas entre -1 metro y -5,25 metros. El barrido se ha realizado en una horquilla de ángulos de entre -90° y $+90^\circ$. La casilla se encuentra en el subsuelo de un edificio, bajo una solera de hormigón 70. Estos mapas corresponden a un estado justo anterior al inicio del saneamiento (figura 7A), a un estado en el transcurso del saneamiento (figura 7B) y a un estado final del saneamiento (figura 7C).

En la figura 7A, se distinguen tres zonas para las que el nivel de contaminación es importante. Se trata de una zona nº 1, próxima al techo, una zona nº 2 y una zona nº 3 en el fondo de la casilla. La zona nº 1 es atribuida a tuberías tales como un bote de toma de muestras. La zona nº 2 es atribuida a una parte interna de la cuba del tipo eyector o

ES 2 430 860 T3

de tipo zona de oscilación de nivel. La zona nº 3 se atribuye al fondo de la cuba que aún contiene soluciones activas.

5 En la figura 7B, se observa que las tasas de dosis han disminuido al menos para las zonas nº 2 y nº 3. La inspección tiene lugar cuando se han iniciado operaciones de saneamiento y que la cuba ha sido vaciada. Una nueva zona de contaminación intensa, denominada zona nº 4, ha aparecido en la parte izquierda del mapa, a una altura comprendida entre aproximadamente -3,75 y -4,5 metros. Corresponde a tuberías utilizadas para vaciar la cuba. La zona nº 1 sigue presente ya que el bote de toma de muestras no ha sido tratado.

10 Las operaciones de saneamiento han continuado, se ha enjuagado la cuba y no se puede negar la eficacia del enjuague en la figura 7C. La zona nº 4 ha desaparecido, la intensidad de la zona nº 3 ha disminuido. Solo subsiste de manera intensa la zona nº 1, que no ha sido descontaminada. Los resultados del mapa y las observaciones de eficacia de la contaminación son concluyentes y precisos.

15 Se entenderá que se pueden aportar distintos cambios y modificaciones al dispositivo de caracterización radiológica sin salir del marco de la invención.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Dispositivo de caracterización radiológica que incluye al menos una sonda de medición radiológica (6) colimada, de la que un extremo sensible se coloca en un colimador (2) intercambiable que tiene un campo de observación, caracterizado porque el colimador (2) está soportado por un porta-colimador (1), estando el conjunto de colimador y porta-colimador (3) insertado en un apilamiento entre dos pantallas de blindaje (5), siendo las pantallas de blindaje (5) intercambiables para de este modo ajustar su grosor, garantizando el conjunto de colimador y porta-colimador (3) y las pantallas de blindaje (5) la protección de la sonda (6) frente a las radiaciones ionizantes parásitas procedentes de fuentes de radiación ionizante situadas fuera del campo de observación del colimador (2), teniendo el colimador
- 10 sensiblemente forma de U, con una abertura (2.1) y un fondo al nivel del cual está alojado el extremo sensible de la sonda de medición.
- 15 2. Dispositivo de caracterización radiológica según la reivindicación 1, en el que el porta-colimador (1) está destinado a alojar colimadores (2) con aberturas (2.1) de distintos tamaños.
3. Dispositivo de caracterización radiológica según una de las reivindicaciones 1 o 2, en el que la sonda de medición (6) es intercambiable.
- 20 4. Dispositivo de caracterización radiológica según una de las reivindicaciones 1 a 3, en el que la sonda de medición (6) es una sonda de espectrometría gamma o una sonda de tasa de dosis.
5. Dispositivo de caracterización radiológica según una de las reivindicaciones 1 a 4, que incluye, además, un porta-sonda (8) amovible en el que se coloca la sonda (6), permitiendo el porta-sonda (8), cuando está alojado en el colimador (2), posicionar el extremo sensible de la sonda (6) en el colimador (2).
- 25 6. Dispositivo de caracterización radiológica según la reivindicación 5, en el que cuando el porta-sonda (8) aloja varias sondas (6), están dispuestas en haz (7).
- 30 7. Dispositivo de caracterización radiológica según una de las reivindicaciones anteriores, en el que cada pantalla de blindaje (5) incluye una o varias placas de blindaje (5.1); cuando existen varias placas (5.1), están apiladas.
8. Dispositivo de caracterización radiológica según la reivindicación 7, en el que una placa de blindaje (5.1) vecina del colimador (2) posee un borde achaflanado (5.3) a proximidad de la abertura (2.1) del colimador (2) para aumentar su campo de observación.
- 35 9. Dispositivo de caracterización radiológica según una de las reivindicaciones anteriores, en el que una de las pantallas de blindaje (5) incluye un orificio pasante (5.2) por el que pasa la sonda (6).
- 40 10. Dispositivo de caracterización radiológica según la reivindicación 9 vinculada a la reivindicación 5, en el que el porta-sonda (8) pasa a través del orificio pasante (5.2).
- 45 11. Dispositivo de caracterización radiológica según una de las reivindicaciones anteriores, que incluye, además, medios de bloqueo en rotación y en traslación (9) de las pantallas de blindaje (5) con relación al porta-colimador (1) y al colimador (2).
- 50 12. Dispositivo de caracterización radiológica según la reivindicación 11, que incluye, además, una cámara de luz visible o de infrarrojos (21) y/o un dispositivo de telemetría (22) solidario a los medios de bloqueo (9) y/o un foco de iluminación (23).
13. Dispositivo de caracterización radiológica según una de las reivindicaciones anteriores, que incluye, además, medios de bloqueo (10) de la sonda (6) cuando se encuentra dispuesta en el colimador (2).

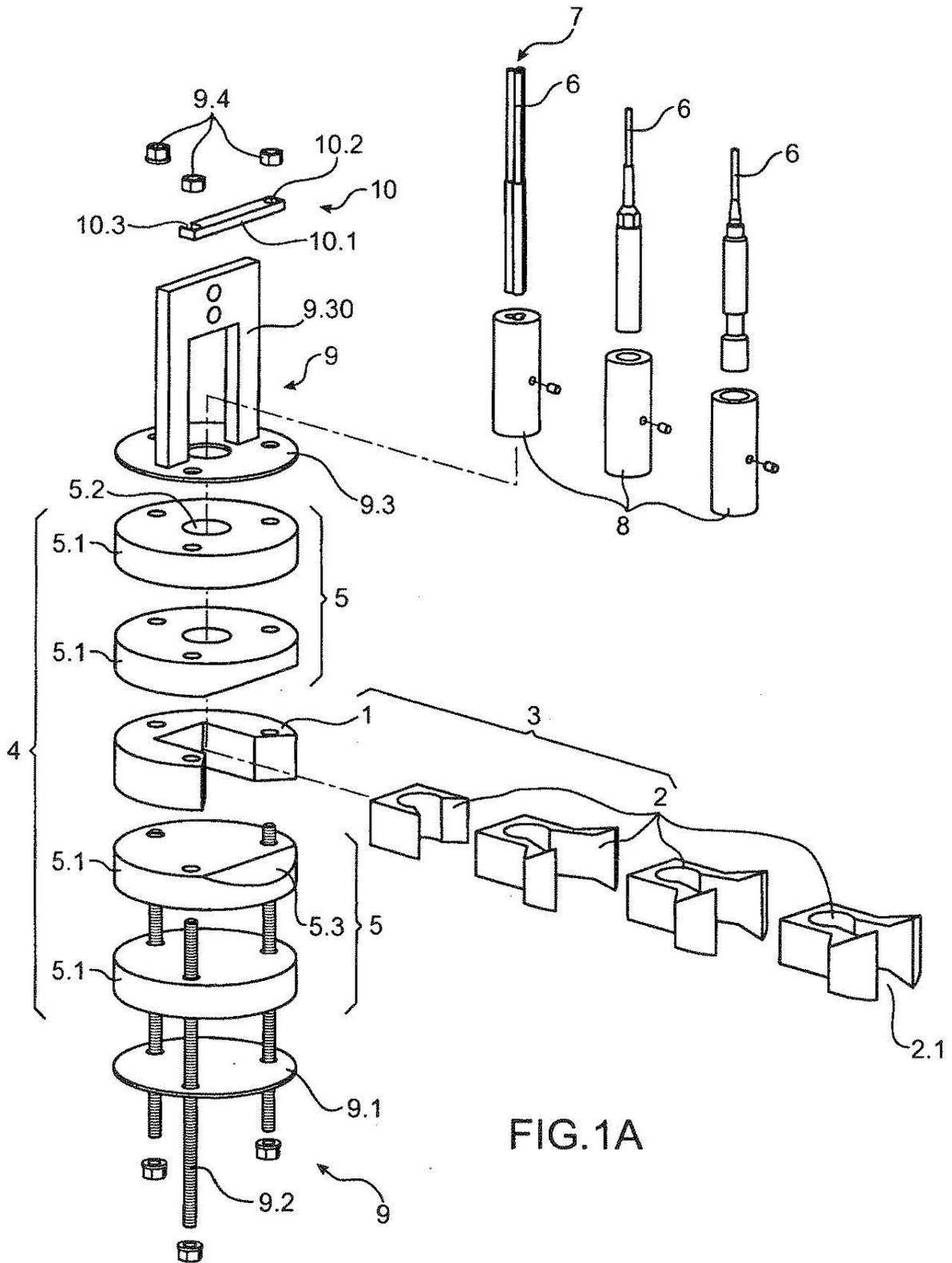


FIG.1A

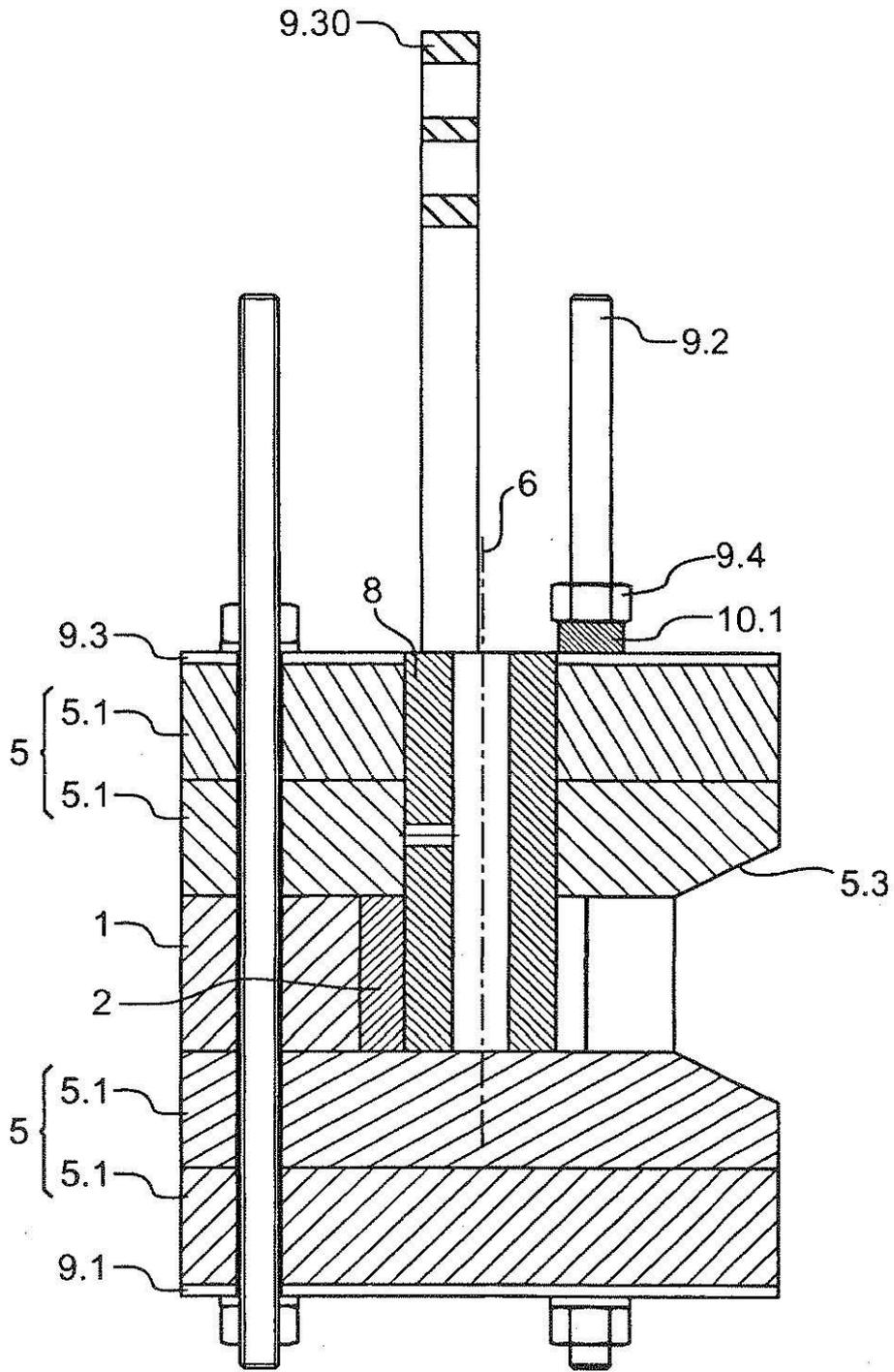


FIG.1B

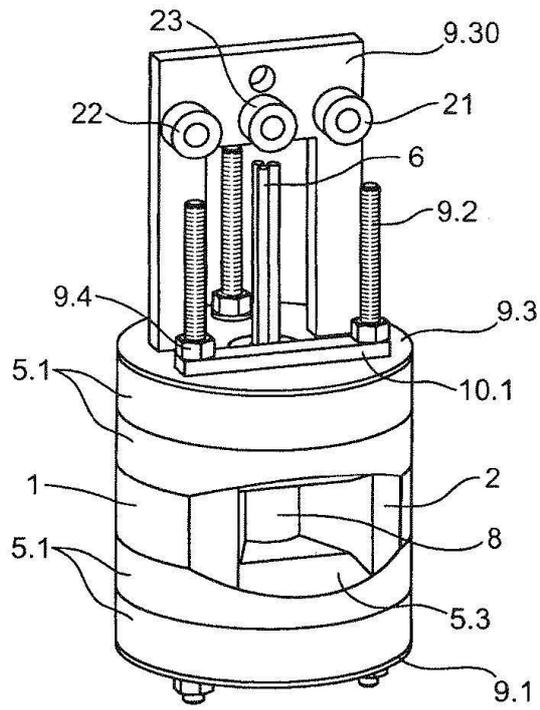


FIG.1C

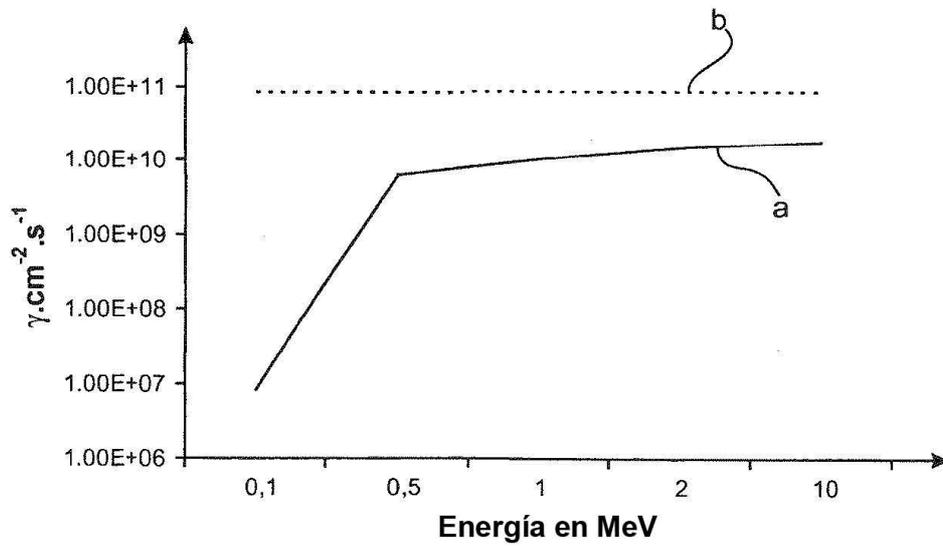


FIG.2A

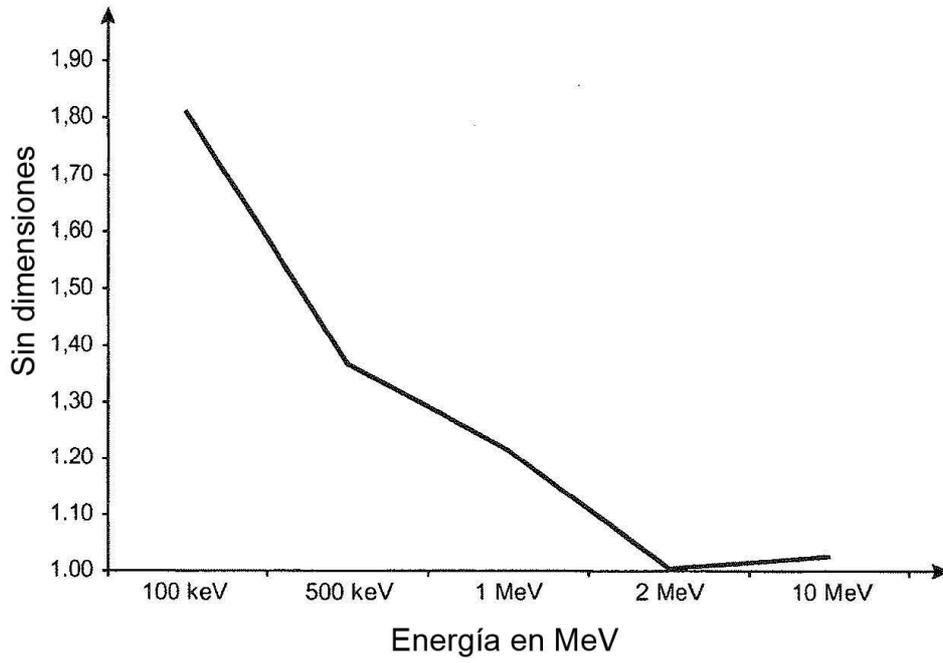


FIG.2B

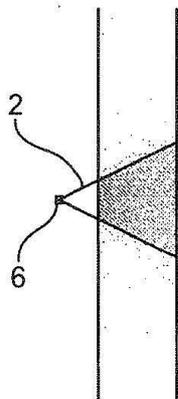


FIG.3A

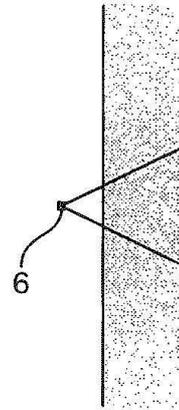


FIG.3B

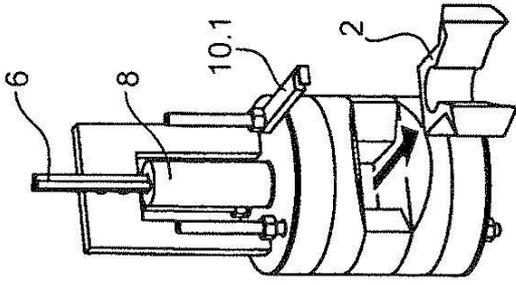


FIG. 4D

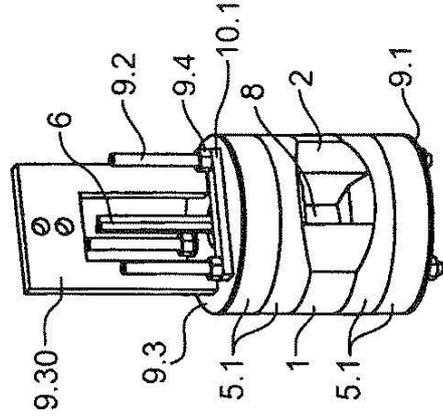


FIG. 4H

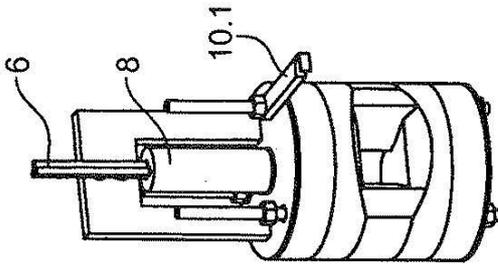


FIG. 4C

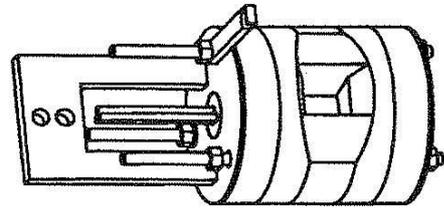


FIG. 4G

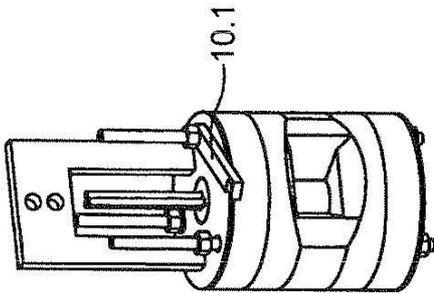


FIG. 4B

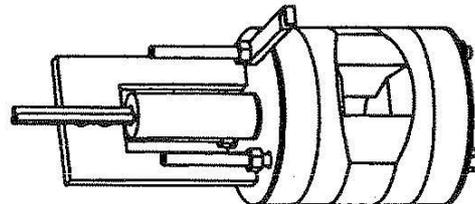


FIG. 4F

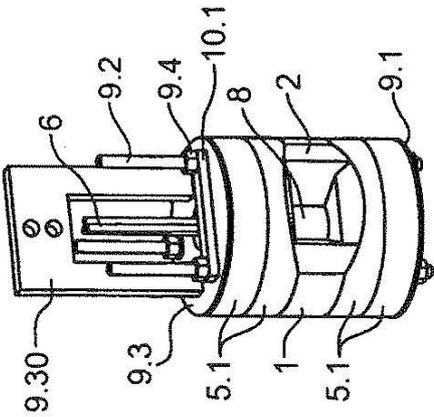


FIG. 4A

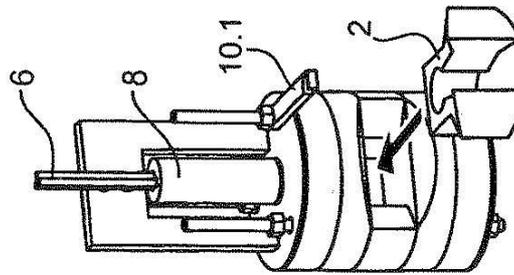


FIG. 4E

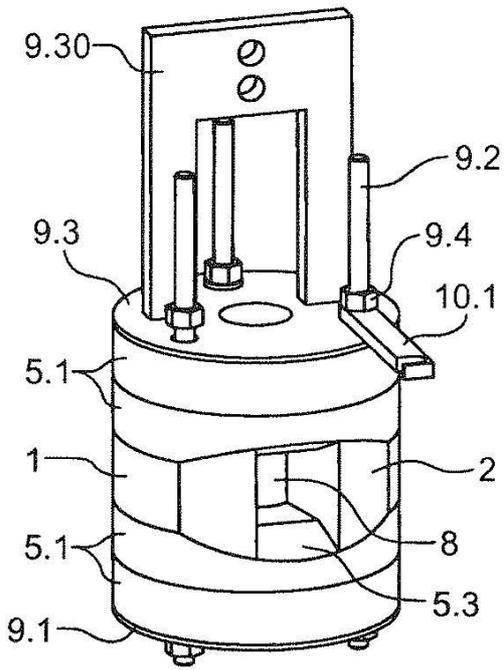


FIG. 5A

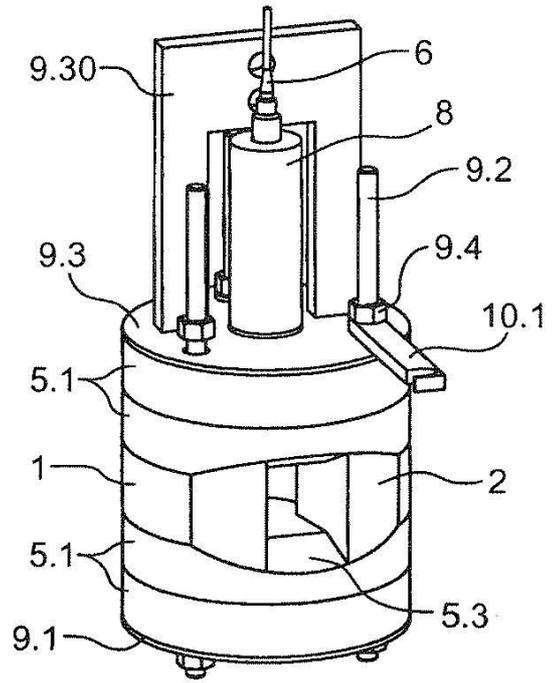


FIG. 5B

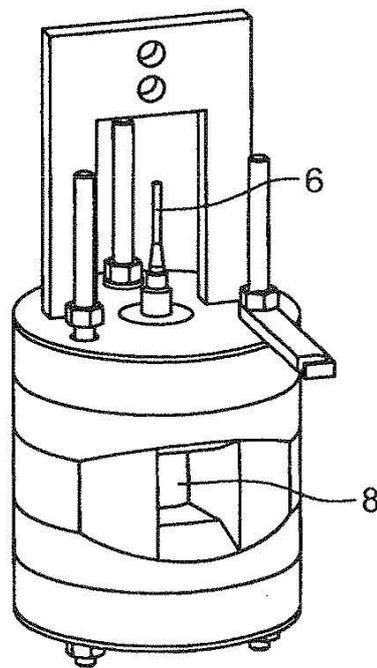


FIG. 5C

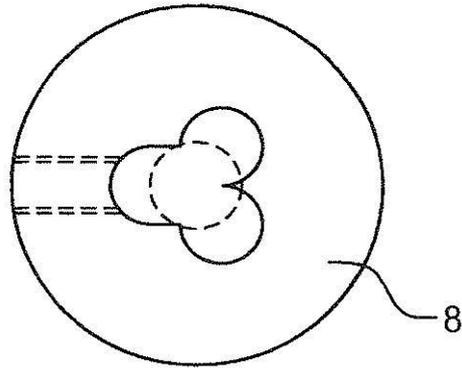


FIG. 6A

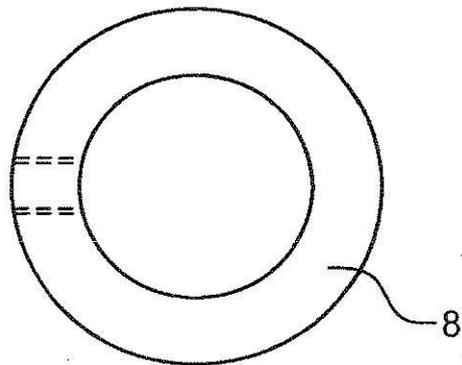


FIG. 6B

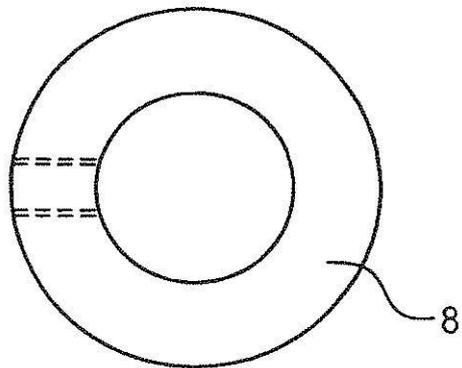


FIG. 6C

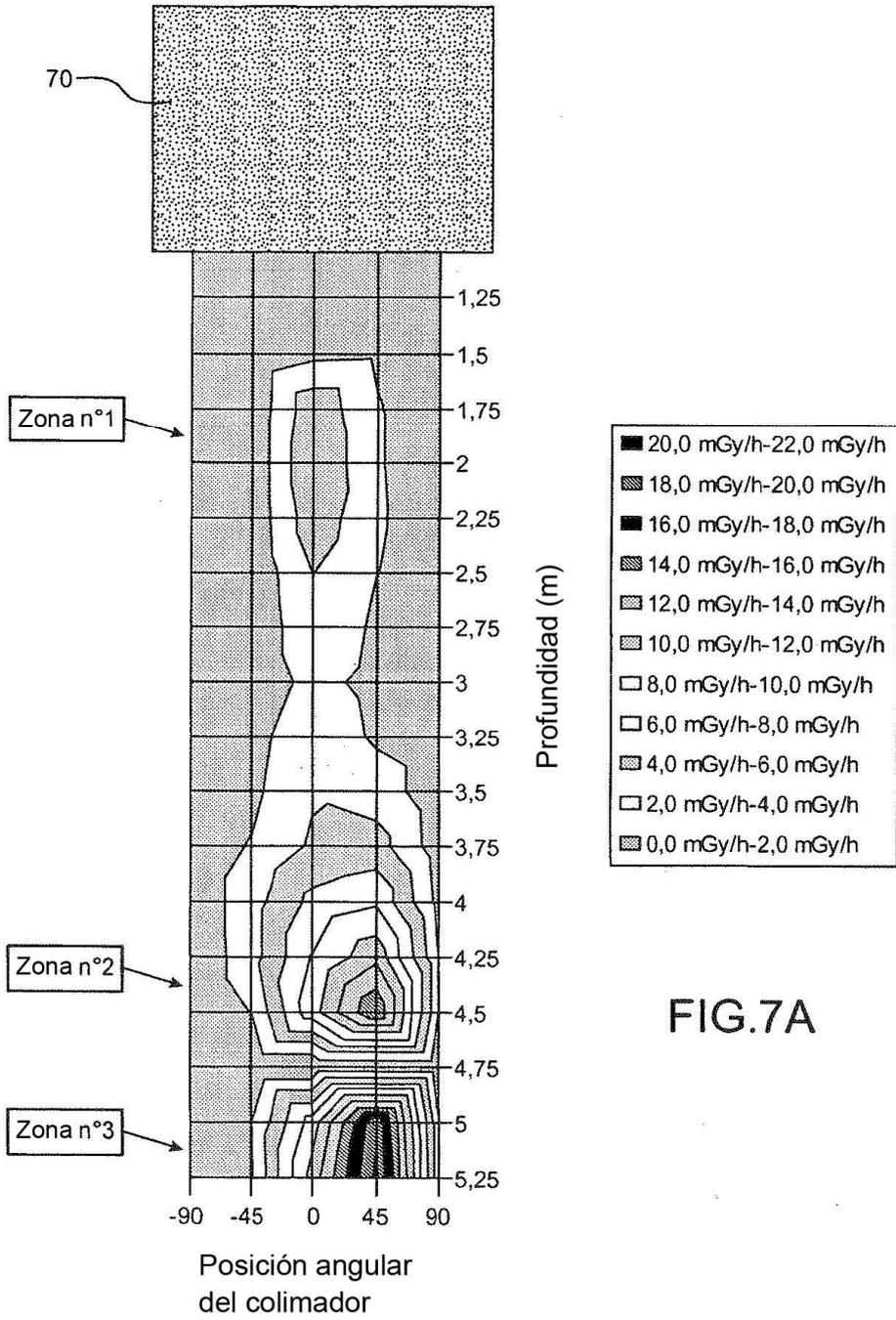


FIG.7A

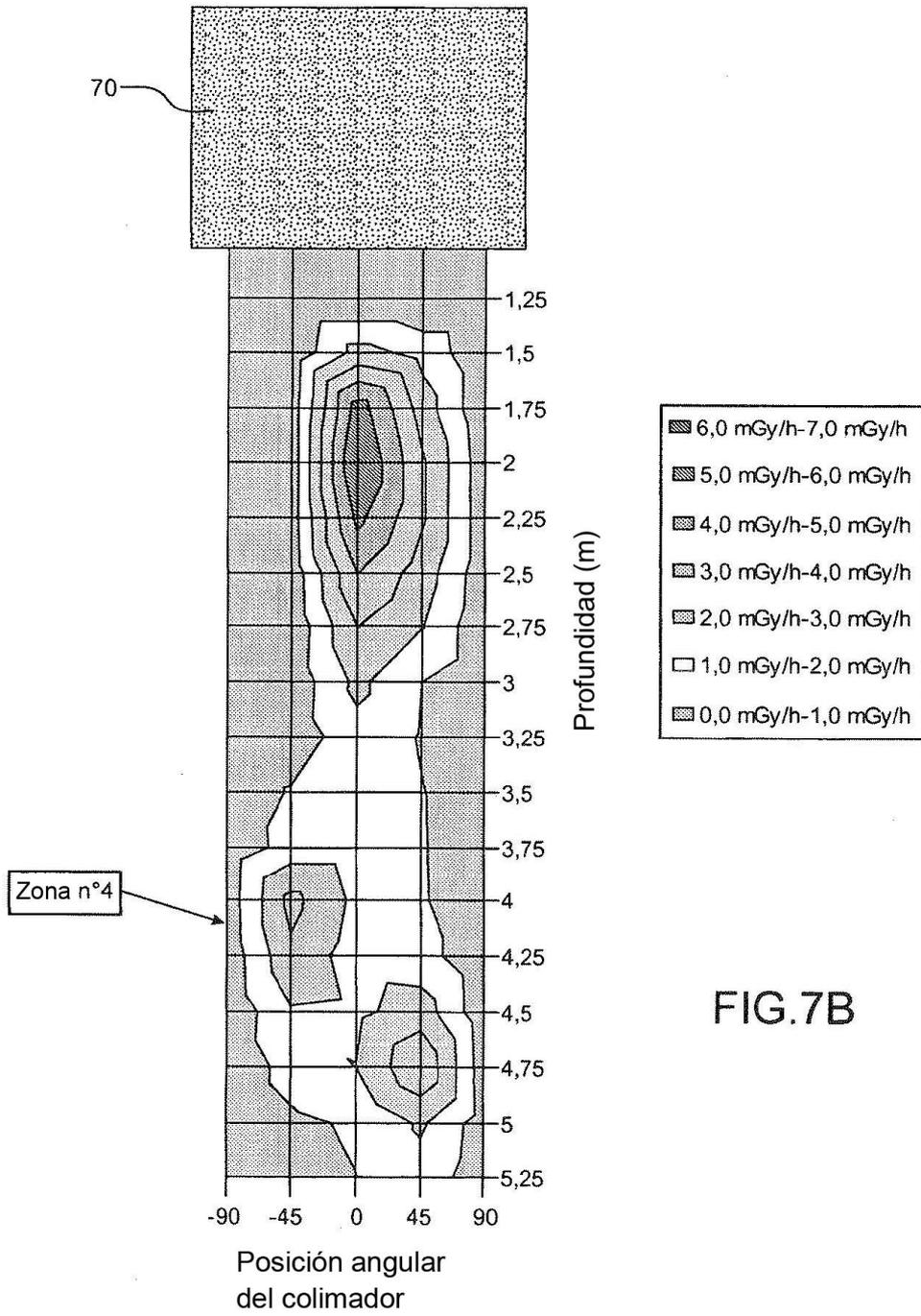


FIG.7B

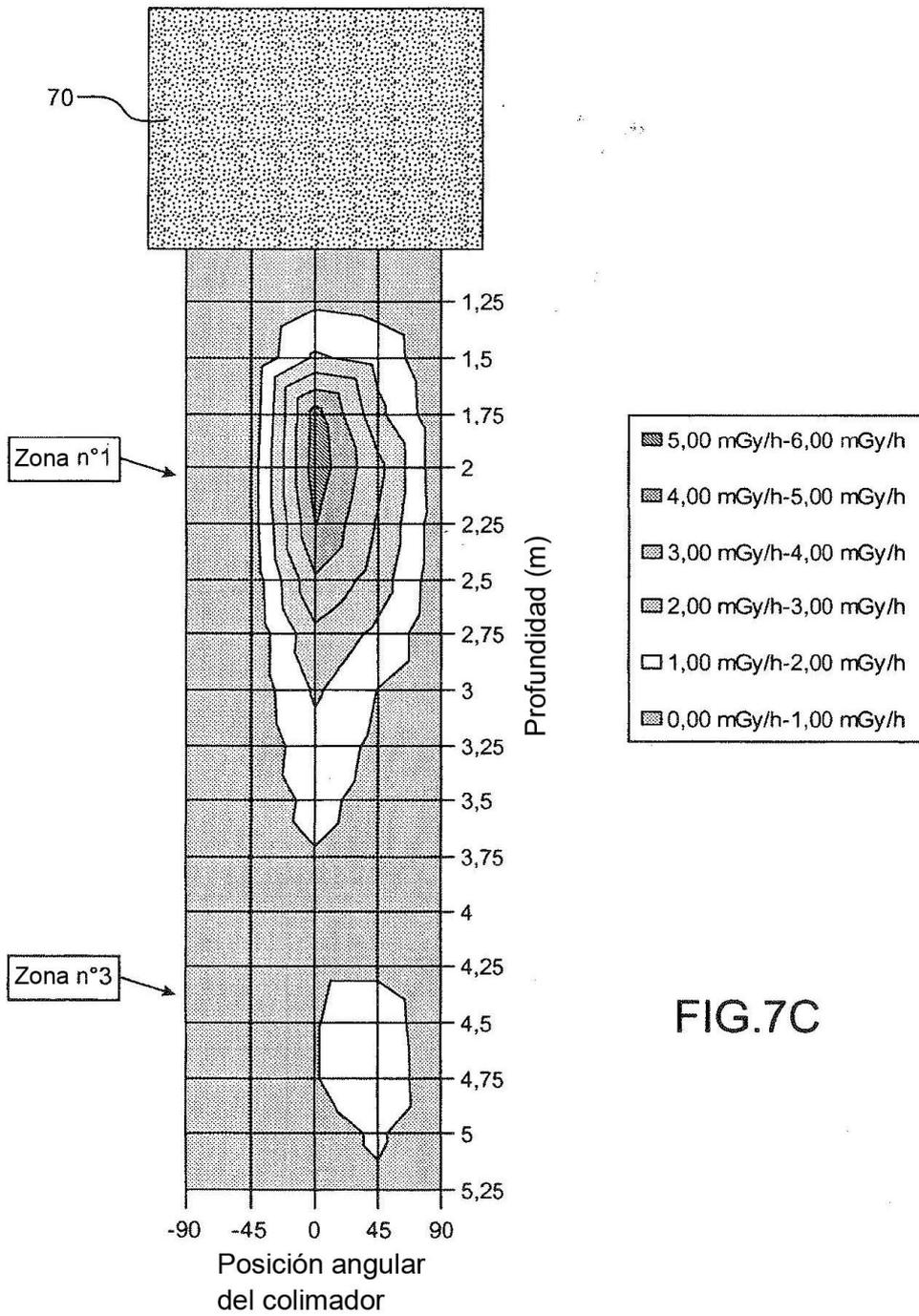


FIG.7C