

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 400 052**

51 Int. Cl.:

G01T 7/00

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **10.07.2009 E 09793965 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **21.11.2012 EP 2310879**

54 Título: **Dispositivo de medición de magnitudes físicas de materiales nucleares y procedimiento de realización de tal dispositivo**

30 Prioridad:

10.07.2008 FR 0854715

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
05.04.2013

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**HUPONT, NICOLAS;
BERNARD, PHILIPPE;
MANTE, JEAN-FRANÇOIS;
COULON, JEAN-PIERRE y
SAUREL, NICOLAS**

74 Agente/Representante:

LINAGE GONZÁLEZ, Rafael

ES 2 400 052 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 medición de magnitudes físicas de materiales nucleares y procedimiento de realización de tal dispositivo

5

Ámbito técnico y técnica anterior

La presente invención se refiere principalmente a un dispositivo de medición de magnitudes físicas de material nuclear, más en particular a un dispositivo de determinación de las propiedades químicas o físicas de los materiales nucleares recurriendo a radiaciones electromagnéticas o a partículas para inducir por activación una emisión secundaria neutrónica. La presente invención se refiere asimismo a un procedimiento de realización de tal dispositivo.

Por ejemplo para el uranio (U), plutonio (Pu) y americio (Am), las magnitudes físicas de tipo cuantitativo, pueden ser las masas, las emisiones neutrónicas espontáneas y las emisiones neutrónicas inducidas y de tipo cualitativo, la multiplicidad de las emisiones neutrónicas espontáneas, la multiplicidad de emisiones neutrónicas inducidas, la naturaleza fisible de los materiales y su composición isotópica.

Cuando los materiales nucleares son irradiantes y/o contaminantes, es necesario respectivamente utilizar pantallas y/o asegurar el confinamiento para garantizar la protección del personal.

Las instalaciones nucleares comprenden por lo tanto celdas blindadas en las que los materiales nucleares son procesados o almacenados. Las celdas blindadas están constituidas por uno o varios recintos estancos denominados cajones. El o los cajones está(n) envuelto(s) por un blindaje radiológico asimismo calificado de biológico.

Las celdas blindadas están equipadas de dispositivos que permiten el adosado de recipientes blindados transportables para introducir o evacuar los materiales nucleares al tiempo que se asegura asimismo la continuidad de la protección del personal contra la irradiación y la contaminación.

Es necesario en el marco de su procesamiento o con ocasión de su evacuación medir estos materiales nucleares. El promotor de estas mediciones puede ser el operador de la instalación nuclear, pero también autoridades exteriores tales como la AIEA en el marco de sus misiones de control.

Para realizar estas mediciones, suele ser imperativo el aislamiento de estos materiales nucleares.

De manera conocida, las mediciones que se han de realizar en los materiales nucleares son efectuadas a distancia de las celdas blindadas. Para ello, se extraen los materiales nucleares de la celda, se los aísla en un recipiente blindado adosado a la célula blindada, a continuación se transfieren hacia una instalación dedicada para realizar las mediciones.

Ahora bien, por razones reglamentarias y de seguridad, el material nuclear solo puede ser evacuado de la celda blindada si responde a ciertas especificaciones entre ellas la cantidad de material fisible. Ahora bien, en las instalaciones actuales, no existe ningún medio para realizar esta medición in situ que permita garantizar el respeto de estas especificaciones.

En un marco de procedimientos derogatorios, se puede llevar a cabo la evacuación del material nuclear, pero a costa de operaciones numerosas, complejas, largas, costosas y que presentan riesgos. En efecto, durante el transporte del material nuclear, un accidente podría provocar una contaminación del entorno exterior.

Es conocido, a partir del documento FR 2 654 219, un dispositivo que permite la medición del caudal de dosis del material nuclear en un recipiente, estando el dispositivo adosado a la celda blindada.

Este dispositivo incluye un contenedor de transporte, de tipo "Padirac", montado sobre una plataforma de transporte. Este contenedor incluye un alojamiento cilíndrico que contiene un recipiente de transferencia. Cuando el contenedor de transporte está adosado a la pared exterior de la celda blindada, está abierta una puerta prevista en la pared de la celda blindada, asimismo está abierta una trampilla prevista en el contenedor de transporte. A continuación mediante un espeton de conexión introducido por una abertura practicada en el fondo del alojamiento del contenedor de transporte, el recipiente de transferencia se introduce en la celda blindada, en la que se carga de material nuclear. El recipiente de transferencia se vuelve a reintroducir parcialmente en el alojamiento del contenedor de transporte. Para la medición se introduce una sonda de medición de caudal de dosis por el orificio por el que se ha introducido el espeton, después de la retirada del mismo. La introducción de esta sonda en el alojamiento impide por lo tanto poder introducir completamente el recipiente de transferencia en el interior del contenedor de transporte, así como volver a cerrar la trampilla del contenedor de transporte.

Este dispositivo proporciona una medida de caudal de dosis, ahora bien esta magnitud física no puede ligarse de

manera unívoca a magnitudes físicas del material presente en el recipiente de transferencia, sin hipótesis complementarias sobre su naturaleza fisicoquímica. Además, la imposibilidad de poder volver a cerrar la trampilla del contenedor de transporte y por lo tanto poder aislar de manera estanca el material nuclear que sean de medir del resto de la celda blindada, dificultan la medición. En efecto, en este caso el caudal de dosis medido no puede atribuirse de manera exclusiva al del material contenido en el recipiente de transferencia. En este documento se menciona que, para evitar que las mediciones efectuadas en el interior del contenedor de transporte estén viciadas por errores que resultan del ruido de fondo procedente de la celda blindada de dosis, se puede efectuar, anteriormente a la medición del caudal de dosis, una medición de los ruidos de fondo efectuada asimismo con la ayuda de la sonda introducida por el orificio por el que se introduce el espetón de conexión.

Este dispositivo de medición necesita por lo tanto una etapa adicional de medición que prolonga el tiempo necesario para obtener una medición segura de los materiales nucleares. Además, esto supone llevar a cabo hipótesis, lo que reduce por lo tanto la precisión y la exactitud de las mediciones.

Además, el hecho de no poder volver a cerrar la celda blindada, supone durante un cierto tiempo tener un aislamiento reducido del material nuclear que contiene respecto del entorno exterior.

Asimismo, la utilización del orificio del espetón de conexión para el paso de la sonda supone que la misma un diseño complejo. En efecto, esta incluye un gran número de piezas, estando estas piezas unidas de manera mecánica entre sí, lo que aumenta asimismo los riesgos de fallo.

Por lo tanto un objeto de la presente invención es ofrecer un dispositivo de medición que ofrece una gran facilidad de transporte y de realización y una gran seguridad de uso, que permite efectuar mediciones de materiales nucleares contenidos en varias celdas blindadas.

Asimismo, un objeto de la presente invención es ofrecer un dispositivo de mediciones de magnitudes físicas de materiales nucleares contenidos en una celda blindada que ofrece una gran precisión al nivel de las mediciones efectuadas.

Exposición de la invención

Los objetos enunciados anteriormente se alcanzan mediante un dispositivo de medición que incluye un contenedor de transporte en el que está confinado el material nuclear que se ha de medir, estando el contenedor adosado a la célula en la que se toma el material nuclear que se ha de medir, incluyendo este dispositivo una envoltura que envuelve el contenedor de transporte, estando la envoltura equipada de sensores de detección de neutrones. El dispositivo es capaz de estar adosado a y desadosado de la celda blindada para poder efectuar mediciones de materiales nucleares contenidos en diferentes celdas blindadas.

El término adosado (respectivamente desadosado) significa que el dispositivo está montado y acoplado (respectivamente desmontado y desacoplado) a la celda blindada, de manera estanca, para introducir o evacuar materiales nucleares en dicha celda, al tiempo que se asegura la continuidad de la protección del personal contra la irradiación y la contaminación.

Además el dispositivo según la presente invención se puede desmontar con mucha facilidad, lo que permite su transporte en diferentes lugares para efectuar mediciones de materiales nucleares contenidos en diferentes celdas.

Es posible medir magnitudes físicas del material nuclear dispuesto en el interior del contenedor de transporte, estando el alojamiento del contenedor de transporte aislado de la celda blindada durante la medición.

Asimismo, este dispositivo no necesita el transporte del material nuclear, permite una medición de las magnitudes físicas de este material antes de su transporte, lo que permite adecuarse a las exigencias reglamentarias.

De manera ventajosa, el dispositivo incluye un módulo de emisión neutrónica alojado en un soporte de grafito en el que está dispuesto el contenedor.

La presente invención tiene entonces por objeto principalmente un dispositivo de medición de magnitudes físicas de material nuclear contenido en una celda blindada (2), capaz de adosarse a y desadosarse de dicha celda blindada (2), estando destinado dicho dispositivo a efectuar la medición en una posición adosada a la celda blindada, que incluye un carro, un soporte dispuesto en el carro, un recipiente blindado que contiene un recipiente de transferencia destinado a almacenar el material nuclear que se ha de medir, estando dicho recipiente blindado dispuesto en el soporte, incluyendo el recipiente blindado una abertura destinada a estar alineada con una abertura presente en una pared de la celda blindada que da acceso al material nuclear que contiene, en el que dicho dispositivo de medición incluye asimismo una envoltura que envuelve el recipiente blindado y medios de medición fijados a dicha envoltura.

El carro, el soporte y el recipiente blindado son de manera ventajosa capaces de separarse para permitir un desmontaje y un montaje fáciles de dicho dispositivo para su transporte hacia otra celda blindada y su uso con dicha

otra celda blindada.

De manera ventajosa, el soporte incluye un alojamiento que recibe un módulo de emisión neutrónica o de radiación electromagnética.

5 La envoltura y el soporte forman de manera ventajosa un cajón que envuelve por cinco lados el recipiente blindado, permitiendo el sexto lado abierto la comunicación con la celda blindada, reflejando este cajón los neutrones y los confina.

10 La envoltura incluye, por ejemplo dos paredes laterales, un fondo destinado a disponerse en oposición a la celda blindada respecto del recipiente blindado y un tejado, incluyendo dicho fondo una abertura para permitir la conexión del recipiente blindado a un espetón.

15 Por ejemplo, se prevé fijar dos medios de medición en cada pared lateral en el exterior de la envoltura y dos medios de medición en el tejado en el exterior de la envoltura. La realización de dos "medios de medición" permite obtener una eficacia de medición superior a la realización de un solo medio de medición. Además la disposición de estos medios justo en el exterior de la envoltura corresponde al emplazamiento donde el flujo neutrónico que se ha de medir es más fuerte.

20 Los medios de medición poseen cada uno un eje, los dos medios de medición por pared del recinto están entonces ventajosamente dispuestos para tener sus ejes paralelos y los medios de medición de dos paredes diferentes están de manera ventajosa ortogonales. Esta disposición presenta la ventaja de permitir la adquisición de las señales de los que se podrá extraer una información en la localización del material en el recipiente de transferencia y de este modo hacer que su medición sea más precisa.

25 Los pares de medios de medición están de manera ventajosa centrados en el objetivo del módulo de emisión, para mejorar las mediciones.

30 Por ejemplo, los medios de medición incluyen varios detectores, por ejemplo 4 o 7.

La envoltura y/o el soporte son de manera ventajosa de grafito, teniendo el grafito la propiedad de termalizar el flujo de neutrones y de reflejar este flujo. Se puede prever el recubrimiento del grafito de una chapa de aluminio anodizado para mejorar la resistencia mecánica y facilitar la descontaminación si fuese necesario.

35 Por ejemplo, el grafito es grafito purificado de tipo UCAR, que lleva la referencia CS 49 H.

De manera ventajosa, el dispositivo de medición según la invención incluye una protección radiológica que recubre el conjunto formado por el carro, el recipiente blindado y la envoltura de grafito para aislar dicho conjunto del entorno exterior. Esta protección permite entonces a los operadores encontrarse en proximidad del dispositivo de medición.

40 La protección radiológica incluye por ejemplo dos paredes laterales, un fondo y un tejado, siendo realizada una primera abertura en el fondo de la protección para el paso de los cables de alimentación y de control del módulo de emisión y medios de medición, dicha primera abertura está cerrada por un tapón y una segunda abertura para la conexión del espetón, estando dicha segunda abertura cerrada por un tapón.

45 De manera ventajosa, medios de guiado de la protección radiológica respecto del conjunto durante la colocación de la protección alrededor del conjunto están previstos para evitar el deterioro del conjunto.

50 La presente invención tiene asimismo por objeto un procedimiento de ensamblado del dispositivo de medición según la presente invención, que incluye las etapas de:

- colocación del carro,

- colocación del soporte sobre el carro,

55 - colocación del recipiente blindado sobre el soporte,

- colocación de la envoltura,

60 - colocación de los medios de medición sobre la envoltura.

El procedimiento de ensamblado según la invención, incluye de manera ventajosa, la etapa de colocación del módulo de emisión en el soporte.

65 Este procedimiento de ensamblado puede asimismo incluir la etapa posterior de colocación de la protección biológica.

La presente invención tiene asimismo por objeto un procedimiento de medición con el dispositivo de medición según la invención, que incluye las etapas de:

- 5 - apertura del recipiente blindado,
- apertura de la puerta de acceso al interior de la célula blindada,
- adosado del recipiente de transferencia al cajón,
- 10 - retirada del tapón del recipiente de transferencia,
- colocación del material nuclear en el recipiente de transferencia,
- 15 - recolocación del tapón en el recipiente de transferencia,
- recolocación del recipiente de transferencia en el recipiente blindado,
- cierre de la puerta de acceso al interior de la celda blindada,
- 20 - cierre del recipiente blindado,
- medición de las magnitudes físicas del material nuclear.
- 25 De manera ventajosa, este procedimiento incluye ciclos de “emisión-medición” repetidos a una frecuencia del orden de algunas decenas de Hz, siendo la emisión del tipo neutrónico o electromagnético.

Breve descripción de los dibujos

- 30 La presente invención se entenderá mejor con la ayuda de la siguiente descripción y de los dibujos anexos, en los que:
- la figura 1 es una vista en corte longitudinal de un dispositivo de medición según la presente invención,
- 35 - la figura 2 es una vista en corte longitudinal de un contenedor de transporte según la presente invención,
- las figuras 3A y 3B son vistas de cara y de lado de una chaveta de apertura del contenedor de transporte,
- la figura 4 es una vista en perspectiva de un ejemplo de un módulo de emisión neutrónica utilizable en el dispositivo
- 40 de medición,
- las figuras 5A a 5G son representaciones esquemáticas de diferentes etapas de colocación del dispositivo de medición según la presente invención sobre un celda blindada,
- 45 - la figura 6 es una vista en corte longitudinal del contenedor de transporte con el recipiente de transferencia en diferentes posiciones,
- la figura 7 es una vista en perspectiva esquemática de una envoltura según la presente invención representada de
- 50 manera aislada.

Exposición detallada de modos de realización particulares

- En la figura 1, se puede observar el dispositivo de medición según la presente invención adosado a una celda blindada 2, de la que se desea medir el material nuclear.
- 55 El dispositivo de medición según la presente invención está destinado a efectuar mediciones de la tasa de irradiación de cualquier tipo de objeto, puede tratarse de materia nuclear, pero también puede tratarse de cualquier tipo de objeto tal como un equipo fuera de servicio que estaría contenido en una celda blindada y que sería necesario evacuar. Antes de su evacuación, la tasa de irradiación de este equipo fuera de servicio debe medirse
- 60 para verificar que es inferior al umbral legal para el transporte de objetos irradiados. Si la tasa de irradiación es conforme, el equipo puede ser transportado, por ejemplo en el contenedor de transporte que ha servido para la medición como se describirá en lo sucesivo.
- El dispositivo de medición incluye un recipiente blindado 4, destinado a contener el material nuclear que se ha de
- 65 medir y en el interior del que se efectuarán las mediciones, una estructura de medición 6 que envuelven el recipiente blindado 4 y que incluye los medios de medición, que se describirán más adelante y un carro móvil 8 que permite el

adosado del dispositivo a la celda blindada 2.

La celda blindada 2 incluye una cavidad 10, en la que está almacenado el material nuclear (no representado), envuelto por una pared 12 que forma el blindaje. La pared 12 está constituida por lo general por un núcleo de hormigón cubierto por sus dos caras por una chapa de plomo. Además, la celda incluye un acceso 14 a la cavidad 10. Este acceso está formado por un paso de forma cilíndrica de sección circular de eje Y1, e incluye medios de obturación estanca formados, en el ejemplo representado, por una puerta 16, de tipo puerta de barrilete, móvil en rotación alrededor de un eje X vertical.

El recipiente blindado, representado en las figuras 2 y 6, es del tipo conocido y está por ejemplo descrito en la solicitud de patente FR 1 515 024. El recipiente blindado es por ejemplo del tipo contenedor "Padirac" ampliamente utilizado en el ámbito nuclear.

El recipiente blindado, denominado asimismo contenedor de transporte, está formado por un cuerpo 18 que delimita una cámara 20 de forma cilíndrica de eje Y y de un dispositivo amovible de obturación 22.

El cuerpo 18 está por ejemplo realizado en plomo cubierto interior y exteriormente por una envoltura de acero.

El dispositivo de obturación está por ejemplo formado por una puerta capaz de deslizarse a lo largo de una dirección ortogonal al eje Y de la cámara 20.

Además, un recipiente de transferencia 24 está dispuesto en la cámara 20, pudiendo el recipiente de transferencia 24 obturarse mediante un tapón 26. El recipiente de transferencia 24 es de forma cilíndrica y está recibido en un receptáculo tubular 28, él mismo alojado en la cámara 20. El receptáculo tubular 28 es capaz de desplazarse a lo largo del eje Y, para permitir sacar el recipiente de transferencia. El receptáculo 28 forma un mecanismo de transferencia estanca del recipiente de transferencia 24 del interior del contenedor hacia el exterior del contenedor, siendo el desplazamiento de este mecanismo accionado mediante un espetón de conexión 30 dispuesto en el exterior del contenedor. De este modo, el mecanismo de transferencia forma una protección adicional respecto del material nuclear.

El espetón de conexión 30 es de estructura conocida por el experto en la técnica y no se describirá en detalle.

El espetón de conexión 30 incluye un extremo destinado a engancharse al fondo del receptáculo 28 para provocar su desplazamiento axial a lo largo del eje Y por desplazamiento del espetón a lo largo del eje Y. En la figura 1, el espetón de conexión 30 está en su sitio. La conexión en el fondo del receptáculo 28 se efectúa, por ejemplo por una rotación del espetón de conexión 30 alrededor de su eje.

La puerta deslizante 22 está montada en carriles realizados en el cuerpo 18. El deslizamiento de la puerta 22 se obtiene mediante una chaveta de apertura 36 visible en las figuras 3A y 3B, su estructura es igualmente conocida por el experto en la técnica y no se describirá en detalle.

La chaveta de apertura 36, representada de manera aislada en las figuras 3A y 3B, incluye una platina 38 provista de un orificio 40 de dimensiones tales que el orificio 40 permite el paso del recipiente de transferencia 24. La chaveta de apertura 36 incluye igualmente medios 41 para mantener la puerta, estando los mismos desfasados axialmente respecto del orificio 40. La chaveta de apertura 36 está montada en el carro, el contenedor está colocado para disponer su puerta en los medios 41. Durante un deslizamiento de la chaveta de apertura 36 ortogonal al eje Y, la puerta 22 se desliza y el orificio 40 se pone en oposición al extremo libre de la cámara 20. La chaveta 36 asegura igualmente la continuidad de la protección contra la irradiación durante la apertura del recipiente blindado. Se prevé un anillo para la manutención de la chaveta de apertura 36.

El extremo libre de la cámara 20, está destinado a alinearse con el acceso 14 de la celda blindada. Para ello, el eje Y de la cámara está alineado con el eje Y1 del acceso 14, para formar un conducto continuo.

El carro 8 que soporta el contenedor incluye una bandeja horizontal 9, que forma un soporte móvil para el dispositivo y que permite adosar el dispositivo a la celda blindada 2. De manera ventajosa, se prevén unos carriles 11 para guiar el carro y obtener una alineación precisa entre el contenedor y el acceso 14 de la celda blindada, más en particular entre el eje Y de la cámara y el eje Y1 del acceso 14.

De manera ventajosa, la bandeja 9 es regulable en altura para facilitar una alineación entre el contenedor 4 y el acceso 14.

Se prevén unos medios 42 para desplazar en vertical la chaveta de apertura 36 en el carro 8. Los mismos están de manera ventajosa motorizados.

Se prevén asimismo medios de guiado vertical de la chaveta de apertura 36 en el carro, estos medios de guiado son por ejemplo dos correderas en forma de V verticales.

Los medios de desplazamiento de la chaveta de apertura 36 incluyen, por ejemplo dos tornillos verticales conectados por una traviesa que arrastra la chaveta en vertical. Estos tornillos están accionados por un motor eléctrico mediante reenvíos de ángulos.

5 La caja eléctrica que alimenta el motor puede estar implantada en el carro y el mando es, por ejemplo del tipo caja de botones accesible en el exterior de la protección biológica. La caja está alimentada por un cable desde una carcasa implantada en el muro adyacente.

10 Asimismo, se prevén topes de fin de carrera para limitar los movimientos de la chaveta de apertura 36. La parada en posición baja se realiza sobre un tope mecánico previsto en el carro. De manera ventajosa, el fin de carrera de la chaveta se lleva a cabo ligeramente más abajo para evitar dejar los tornillos de los medios de desplazamiento 42 cuasi permanentemente cargados.

15 En caso de avería, se prevé de manera ventajosa la posibilidad de maniobrar manualmente los medios de desplazamiento, por ejemplo dejando accesible un extremo libre del árbol motriz, en el que puede fijarse una manivela.

El desplazamiento del carro 8 puede ser manual o motorizado.

20 En el caso de un desplazamiento manual, se prevén de manera ventajosa medios de asistencia al desplazamiento para facilitar las maniobras del carro. Estos medios de asistencia están, por ejemplo, formados por una llave de trinquete 43 que coopera con formas hexagonales llevadas por las ruedas del carro dispuestas del lado más alejado de la celda. La llave de trinquete se manipula por el personal de explotación. Se pueden prever asimismo medios
25 para limitar la adherencia de las ruedas, siendo provocada la adherencia en particular por el peso del contenedor.

La llave de trinquete 43 está representada en línea de trazos en la figura 1, se entiende que se utiliza antes de la colocación de la protección 60.

30 En el ejemplo representado, el dispositivo incluye asimismo un soporte 44 para el contenedor, formado, por ejemplo, por un paralelepípedo de grafito que participa en la medición, como se verá más adelante.

El soporte 44 está por ejemplo fijado al carro 8 mediante dos tornillos.

35 Según la presente invención, el soporte de grafito 44 incluye un alojamiento 48 para recibir un módulo de emisión neutrónica 50 (no representado en la figura 1, representado solo en la figura 4 y representado en el dispositivo de medición en la figura 5G). El alojamiento 48 es de forma cilíndrica de sección circular, orientado para que su eje sea paralelo al eje del acceso 14. El alojamiento 48 no es pasante y su abertura desemboca en la cara del soporte opuesto a la que está opuesta a la celda blindada. En el módulo de emisión neutrónica, la zona "neutrónica" 50.1 es
40 casi puntual y está designada por el término "objetivo". Además, los neutrones están emitidos "en todas las direcciones". El alojamiento 48 está orientado para que el objetivo 50.1 esté centrado en el recipiente 24 y en los bloques de detección.

45 La utilización del grafito como material para el soporte del módulo de emisión neutrónica 50 permite termalizar el flujo neutrónico, es decir cambiar el espectro energético de los neutrones emitidos por el módulo, que son por ejemplo emitidos a 14 MeV, para hacerlos pasar al ámbito térmico.

Además, el grafito tiene como propiedad reflejar el flujo neutrónico hacia el recipiente de transferencia.

50 Por ejemplo, el grafito es grafito purificado del tipo UCAR, que lleva la referencia CS 49 H.

Se puede prever proteger las caras accesibles del soporte de grafito por una envoltura de aluminio anodizado, al igual que la cavidad que recibe el módulo de emisión neutrónica.

55 Por ejemplo, la cara superior está equipada con una chapa de aluminio anodizada de 10 mm de grosor para asegurar un reparto del peso del contenedor. En efecto, es esta cara la que va a soportar el contenedor, en particular por una forma de V de posicionamiento.

60 El módulo de emisión neutrónica 50 incluye conexiones eléctricas formadas por un cable 51 de alta tensión que sale directamente a través de una abertura prevista en una protección biológica, que se describirá más adelante. Este cable se une a un armario de alimentación eléctrica (no representado) previsto en el exterior del dispositivo de medición.

65 El módulo de emisión neutrónica 50 puede incluir asimismo cables cortos conectados a una carcasa fijada en la cara del soporte de grafito en oposición a la célula y desmontable rápidamente, que facilita el desmontaje del dispositivo según la presente invención.

Para efectuar las mediciones, se puede también recurrir a un módulo de emisión de radiaciones electromagnéticas. En el resto de la descripción, el módulo 50 será designado como “módulo de emisión”.

5 Los cables de salida de esta carcasa se encaminan, por ejemplo en el interior de la protección biológica hasta la abertura de salida de los cables.

Se prevé un elemento en forma de V 52 para mantener el contenedor sobre el soporte 44, estando el eje en forma de V orientado para estar contenido en un plano vertical que contiene el eje Y1 del acceso 14.

10 Según la presente invención, el dispositivo de medición incluye asimismo una envoltura de medición 53 que envuelve el contenedor, en la que están fijados los bloques de detección de los neutrones.

15 En el ejemplo representado, la envoltura 53 incluye dos paredes laterales (visibles en la figura 7), un fondo 56 ortogonal al eje Y y un tejado 58, realizados en grafito. Las paredes 54, 56, 58 están ensambladas de manera mecánica, por ejemplo por tornillos. La envoltura incluye de manera ventajosa estrechamientos para minimizar las fugas radiológicas, previstas al nivel de la unión entre dos paredes.

20 En un ejemplo particular, el dispositivo de medición incluye seis bloques de detección de neutrones 59 fijados en el exterior de las paredes laterales y en el tejado.

25 Las caras exteriores de las paredes laterales 54 y del tejado 58 están provistas de sistemas de fijación para los bloques de detectores. De manera ventajosa, dos bloques de detección están fijados en cada cara. Los “medios de medición” incluyen cada uno un eje. En una misma pared, los ejes de los medios de medición, son paralelos. Los medios de detección dispuestos en paredes diferentes están ventajosamente dispuestos para tener sus ejes ortogonales.

30 Esta disposición permite adquirir señales de las que se podrá extraer una información sobre la localización 24 y de este modo hacer más precisa su medición.

Los pares de bloques de detectores 59 están centrados de manera ventajosa en el objetivo 50.1 del módulo de emisión neutrónica, como se ha explicado anteriormente.

35 En la parte superior de la envoltura 53, puede estar previsto un anillo para la manipulación vertical de la envoltura sin desmontaje. La posición del punto de agarre está determinada cuidadosamente para evitar cualquier rotación durante la manipulación.

40 En el fondo 56 de la envoltura 53, una abertura 57 permite la conexión de un prolongador de espetón 55 en el contenedor.

El grafito de la envoltura puede ser idéntico al del soporte.

45 El soporte 44 puede estar realizado, por ejemplo en polietileno, plomo, boro, etc., para la aplicación de otros procedimientos de mediciones dirigidas en otras magnitudes físicas.

A título de ejemplo, la envoltura 53 puede presentar un grosor de 100 mm, estando cada cara de la envoltura revestida por aluminio anodizado.

50 De manera particularmente ventajosa, el soporte 44 coopera con la envoltura 53, para formar un cajón de forma paralelepípedica, cerrado por cinco lados, estando el sexto lado abierto y adosado a la pared del recinto blindado. De este modo, el recipiente de transferencia destinado a contener el material que ha de medirse está completamente envuelto por grafito. Como ya se ha mencionado, el grafito tiene como propiedad reflejar el flujo neutrónico, este flujo es reenviado por lo tanto hacia el recipiente de transferencia, es decir hacia el material, lo que permite mejorar las mediciones. Además, este cajón mejora el confinamiento de los neutrones.

55 En el ejemplo representado, el soporte 44 incluye, al nivel de su parte superior, una bandeja 44.1, que sobresale hacia atrás respecto de la parte del soporte que recibe el módulo de emisión neutrónica 50, lo que permite limitar el volumen del dispositivo.

60 De manera ventajosa, la bandeja 44.1 incluye una ranura 44.2 que aloja un extremo inferior del fondo 56 de la envoltura 53 que sobresale respecto de las paredes laterales, lo que aumenta el confinamiento de los neutrones.

65 En referencia a los cuerpos de los bloques de detección, los mismos están por ejemplo realizados en polietileno cubiertos por una hoja de cadmio.

Estos bloques detectores están por ejemplo equipados de cuatro o siete detectores al tiempo que ofrecen un

volumen exterior idéntico.

A título de ejemplo, los bloques de detección tienen las dimensiones exteriores: 780 mm de largo, 200 mm de ancho y 70 mm de grosor, para una masa de 10 kg.

5 Cada bloque detector posee un cable de conexión con el armario, este cable pasa por una muesca 60.1 prevista en la protección 60.

10 El encaminamiento de los cables evita su deterioro durante el desplazamiento de la protección biológica.

El módulo de emisión neutrónica es particularmente ventajoso ya que permite mejorar las mediciones, pero un dispositivo de medición que incluye bloques de detección sin tal módulo no sale del marco de la presente invención.

15 En un modo de realización, se prevé además cubrir el conjunto por una protección radiológica 60, denominada asimismo protección biológica. Esta protección es por ejemplo de polietileno borado al 10%.

20 La protección 60 cubre enteramente la envoltura que recubre el contenedor dispuesto, el mismo sobre el soporte 44 fijado al carro 8. La protección 60 está, además, apoyada contra la pared del recinto blindado alrededor del acceso 14, cuando el dispositivo está en posición de medición

25 La protección 60 incluye dos paredes laterales 60.2, un tejado 60.4 y un fondo 60.6, ensamblados de manera mecánica para formar un conjunto de una sola pieza. De manera ventajosa, las diferentes partes están provistas de estrechamientos para limitar las fugas radiológicas, estos estrechamientos están previstos al nivel de la unión entre dos paredes del recinto.

La protección 60 está de manera ventajosa montada sobre ruedas que cooperan con carriles (no representados) para permitir un adosado preciso y fácil.

30 Estos carriles permiten evitar el deterioro de los equipos como los bloques detectores o el prolongador del espetón, durante la colocación de la protección.

La protección 60 puede desplazarse como la envoltura 53, mediante una llave de trinquete 61 que coopera con formas adaptadas al nivel de las ruedas.

35 Un dispositivo de detección de fin de carrera puede estar previsto entre la protección 60 y la celda blindada 2, para prevenir la colocación de la protección 60. Este detector está conectado de manera ventajosa al sistema de control del módulo de emisión neutrónica 50, para provocar la parada de urgencia del módulo 50 en caso de detección de un cambio de posición de la protección 60.

40 Asimismo, se prevén medios de solidarización de la protección 60 a la pared de la celda blindada 2 para evitar cualquier desplazamiento intempestivo, por ejemplo de husillos.

45 Como ya se ha descrito anteriormente, se prevé además en el fondo 60.6 de la protección 60, una trampilla 63 en la parte baja que permite la conexión del cable 51 de alta tensión del módulo de emisión neutrónica 50.

Se prevé cerrar la abertura 63 con un elemento de protección adicional 64 que permite el paso del cable del módulo de emisión. El elemento 64 es un tapón, en el ejemplo representado, el mismo se presenta en dos partes, lo que permite simplificar la fabricación.

50 El tapón 64 está compuesto por una primera parte 64A que incluye un escariado de eje sensiblemente paralelo al suelo para permitir el paso del cable de alta tensión 51 y que se posiciona sin ningún medo de fijación en la abertura 63 y una segunda parte 64B que incluye un escariado en forma de cuarto de círculo, situándose el extremo alto del escariado en la prolongación del escariado del 64A y estando el extremo inferior del escariado sensiblemente paralelo al suelo, permitiendo dicho escariado el paso del cable de alta tensión 51. El semitapón 64B está fijado a la
55 protección 60 mediante tornillos.

El tejado 60.4 de la protección 60 está provisto del lado de la celda blindada 2 de una muesca 68 para el paso de la chaveta complementaria.

60 Una garganta en el lado permite asimismo el paso del árbol del mando manual de la chaveta de apertura.

La protección 60 permite que unos operadores permanezcan en proximidad del dispositivo de medición aislándolos de las radiaciones provocadas por el módulo de emisión neutrónica y por las emitidas por el material nuclear contenido en el contenedor 4.

65 El fondo de la protección 60 incluye asimismo una abertura 62 para el paso del espetón, alineada con las que se

encuentran en el fondo de la envoltura 53 y en el contenedor 2.

A título de ejemplo, el grosor de las paredes de la protección 60 es del orden de 200 mm.

5 Asimismo se prevé un armario (no representado) para los equipos electrónicos que contienen:

- el módulo de mando del módulo de emisión neutrónica,

- los amplificadores de los detectores de neutrones,

10

- un ordenador de control de la medición.

Asimismo se puede prever un dispositivo de control de la colocación de la protección radiológica 60, incluyendo el mismo varios detectores de apertura de los accesos al dispositivo de medición.

15

Asimismo se prevén de manera ventajosa medios para avisar de manera unívoca acerca del funcionamiento del módulo de emisión neutrónica 50, por ejemplo los mismos están formados por una lámpara rotativa de aviso.

20

Ahora se describirá el ensamblaje y la colocación del dispositivo de medición según la presente invención en proximidad de una celda blindada, con el objetivo de efectuar mediciones en el material nuclear que contiene, respecto de las figuras 5A a 5G.

En primer lugar, los carriles 11 se colocan según una dirección ortogonal a la pared de la celda blindada 2, para asegurar la alineación del contenedor 4 con el acceso 14.

25

El carro 8 se coloca a continuación en los carriles con la ayuda de un medio de elevación y de desplazamiento de una grúa (figura 5A), del tipo puente elevador.

30

La chaveta de apertura 36 se monta a continuación en el carro 8 al nivel de los medios de desplazamiento, siempre mediante una grúa (figura 5B).

El soporte de grafito se deposita a continuación en el carro 8, el carro 8 se puede aproximar a la celda antes de esta etapa (figura 5C).

35

Se deposita el anillo de agarre de la chaveta y se coloca una pieza de protección biológica de igual naturaleza e igual grosor que la protección biológica 60 para obturar la muesca de la cara superior de la protección biológica.

La envoltura 53 se coloca a continuación alrededor del contenedor de transporte 4, asimismo mediante la grúa (figura 5E).

40

El carro 8 puede eventualmente desplazarse en dirección a la celda 2 antes de la colocación de la envoltura 53.

Los bloques de detectores 59 están montados en la envoltura 53 y el módulo de emisión 50 está colocado en su alojamiento 48 en el soporte 44.

45

De manera similar, el fondo 56 de la envoltura 53 incluye una abertura para el espetón 30, se prevé, después del montaje de un prolongador de espetón, obturar la abertura con un tapón.

50

Durante una siguiente etapa, el conjunto así formado está completamente avanzado contra la celda blindada 2 hasta su posición de funcionamiento para que el contenedor de transporte 4 se encuentre enfrente del acceso 14 de la celda. El desplazamiento del carro 8 se efectúa con la ayuda de la llave de trinquete 43. La posición del carro 8 se bloquea a continuación topando contra la celda blindada 2 (figura 5F).

55

En la figura 5G, se puede observar la protección radiológica 60 colocada topando contra la celda blindada 2, la protección se ha desplazado mediante la llave de trinquete 61. La protección 60 se fija a continuación a la pared de la celda 2, por ejemplo mediante husillos.

60

Cuando la protección 60 está colocada, los cables de alimentación del módulo de emisión atraviesan la abertura en el fondo de la protección 60, la abertura está cerrada alrededor de los cables mediante un tapón.

65

Además, el prolongador del espetón atraviesa el fondo de la protección 60, el espetón 30 se conecta a continuación a este prolongador.

El dispositivo de medición está listo para funcionar, ahora se describirán las diferentes etapas de funcionamiento del dispositivo según la presente invención.

La transferencia del recipiente de transferencia 24 está realizada de la siguiente manera:

El espetón 30 está conectado al contenedor de transporte 4, más en particular al fondo del receptáculo 28.

5 La chaveta complementaria está montada para abrir el contenedor de transporte 4, deslizando la puerta 22.

La puerta de barrilete 16 de la celda blindada 2 es girada para dejar el paso libre.

El recipiente de transferencia 24 se introduce a continuación en la celda blindada 2.

10 Se retira el tapón del recipiente de transferencia 24 y se deposita el material nuclear en el recipiente de transferencia 24.

15 A continuación, efectuando las operaciones anteriores en el orden inverso, el recipiente de transferencia 24 es devuelto al contenedor de transporte 4.

Se gira la puerta de barrilete 16 y se cierra la puerta del contenedor 4 bajando la chaveta complementaria.

Entonces se lleva a cabo la medición.

20 Se pueden utilizar solo los bloques de medición 59 que se utilizan en el caso de una medición de tipo pasivo, o se puede utilizar previamente el módulo de emisión neutrónica antes de efectuar las mediciones para interrogar al material nuclear en el caso de una medición de tipo activo. En este último caso, se repiten ciclos de emisión-medición" a una frecuencia del orden de algunas decenas de hercios, siendo la emisión del tipo neutrónico o
25 electromagnético.

Este tipo de mediciones forma parte de los conocimientos generales del experto en la técnica y se describe en particular en el documento "*Active nondestructive assay of nuclear materials NUREG / CR-0602 SAI-MLM-2585*
30 *january 1981*" y en "*Mesure nucléaire non destructive dans le cycle du combustible*". *Partie 2 BN 3 406 des* "*Techniques de l'ingénieur*".

Al final de la medición, el dispositivo de medición se desmonta siguiendo las etapas de montaje en el orden inverso.

Después de la medición, el material nuclear puede ser evacuado por el contenedor de transporte hacia otra zona.

35 El dispositivo según la presente invención es modular, su montaje y su desmontaje son muy fáciles y pueden realizarse sin herramienta por personal sin cualificación particular, distinta de la manipulación. Asimismo, permite ser transportado con mucha facilidad en forma de piezas sueltas, a diferentes lugares de almacenamiento para efectuar mediciones de control, por ejemplo por un organismo internacional de vigilancia de los materiales nucleares. Puede
40 ser compartido entre varias celdas blindadas de un mismo lugar y evita por lo tanto tener que equiparse con un dispositivo de medición por celda.

REIVINDICACIONES

- 1.- Dispositivo móvil de medición de magnitudes físicas de material nuclear contenido en una celda blindada (2), capaz de adosarse a y desadosarse de dicha celda blindada (2), estando dicho dispositivo destinado a efectuar la medición en la posición adosada a una celda blindada (2), que incluye un carro (8), un soporte (44) dispuesto en el carro (8), un recipiente blindado (4) que contiene un recipiente de transferencia (24) destinado a almacenar material nuclear que ha de medirse, estando dicho recipiente blindado (4) dispuesto en el soporte (44), incluyendo el recipiente blindado (4) una abertura destinada a estar alineada con una abertura (14) presente en una pared de la celda blindada (2) que da acceso al material nuclear que contiene, caracterizado porque dicho dispositivo de medición incluye asimismo una envoltura (53) que envuelve el recipiente blindado (4) y medios de medición (59) fijados a la envoltura.
- 2.- Dispositivo de medición según la reivindicación 1, en el que el carro (8), el soporte (44) y el recipiente blindado (4) son capaces de separarse para permitir un desmontaje y un montaje fáciles de dicho dispositivo para su transporte hacia otra celda blindada y su uso con dicha otra celda blindada.
- 3.- Dispositivo de medición según la reivindicación 1 o 2, en el que el soporte (44) incluye un alojamiento (48) que recibe un módulo de emisión neutrónica (50) o de radiación electromagnética.
- 4.- Dispositivo de medición según una de las reivindicaciones 1 a 3, en el que la envoltura (53) y el soporte (44) forman un cajón que envuelve por cinco lados el recipiente blindado (4), estando el sexto lado abierto y permitiendo la comunicación con la celda blindada (2).
- 5.- Dispositivo de medición según una de las reivindicaciones 1 a 4, en el que la envoltura (53) incluye dos paredes laterales (54), un fondo (56) destinado a disponerse en oposición a la celda blindada (2) respecto del recipiente blindado (4) y un tejado (58), incluyendo dicho fondo (56) una abertura para permitir la conexión del recipiente blindado (4) a un espetón (30).
- 6.- Dispositivo de medición según la reivindicación anterior, en el que dos medios de medición (59) están fijados a cada pared lateral (54) en el exterior de la envoltura (53) y dos medios de medición (59) en el tejado (58) en el exterior de la envoltura (53).
- 7.- Dispositivo de medición según la reivindicación anterior, en el que los medios de medición (59) presentan cada uno un eje, teniendo los dos medios de medición (53) por pared (54, 58) del recinto sus ejes paralelos y teniendo los medios de medición de dos paredes diferentes sus ejes ortogonales.
- 8.- Dispositivo de medición según las reivindicaciones 6 o 7, en el que los pares de medios de medición (59) están centrados en el objetivo del módulo de emisión (50).
- 9.- Dispositivo de medición según una de las reivindicaciones 1 a 8, en el que los medios de medición (59) incluyen varios detectores, por ejemplo cuatro o siete.
- 10.- Dispositivo de medición según una de las reivindicaciones 1 a 9, en el que la envoltura (53) y/o el soporte (44) son de grafito.
- 11.- Dispositivo de medición según la reivindicación 9, en el que el grafito es grafito purificado de tipo UCAR, que lleva la referencia CS 49 H.
- 12.- Dispositivo de medición según la reivindicación 10 u 11, en el que el grafito está cubierto por una chapa de aluminio anodizado.
- 13.- Dispositivo de medición según una de las reivindicaciones 1 a 12, que incluye una protección radiológica (60) que cubre el conjunto formado por el carro (8), el recipiente blindado (4) y la envoltura de grafito (53) para aislar dicho conjunto del entorno exterior.
- 14.- Dispositivo de medición según la reivindicación 13 en combinación con la reivindicación 3, en el que la protección radiológica (60) incluye dos paredes laterales (60.2), un fondo (60.6) y un tejado (60.4), siendo realizada una primera abertura (63) en el fondo (60.6) de la protección (60) para el paso de los cables (51) de alimentación y de control del módulo de emisión (50) y medios de medición (59), estando dicha primera abertura (63) cerrada por un tapón y una segunda abertura (62) para la conexión del espetón (30), estando dicha segunda abertura (62) cerrada por un tapón.
- 15.- Dispositivo de medición según la reivindicación 13 o 14, que incluye medios de guiado de la protección radiológica (60) respecto del conjunto durante la colocación de la protección (60) alrededor del conjunto.
- 16.- Procedimiento de ensamblado del dispositivo de medición según una de las reivindicaciones anteriores, que

incluye las etapas de:

- colocación del carro (8),
- 5 - colocación del soporte (44) sobre el carro (8),
- colocación del recipiente blindado (4) sobre el soporte (44), caracterizado porque el procedimiento incluye las siguientes etapas:
- 10 - colocación de la envoltura (53),
- colocación de los medios de medición (59) sobre la envoltura.
- 15 17.- Procedimiento de ensamblado según la reivindicación anterior del dispositivo de la reivindicación 3, que incluye la etapa de colocación del módulo de emisión (50) en el soporte (44).
- 18.- Procedimiento de ensamblado según la reivindicación 16 o 17, que incluye la etapa posterior de colocación de la protección biológica (60).
- 20 19.- Procedimiento de ensamblado que aplica el dispositivo según una de las reivindicaciones 1 a 15, que incluye las etapas de:
- apertura del recipiente blindado (4),
- 25 - apertura de la puerta de acceso (16) al interior de la célula blindada (2),
- adosado del recipiente de transferencia (24) a la célula blindada (2),
- retirada del tapón del recipiente de transferencia (24),
- 30 - colocación del material nuclear en el recipiente de transferencia (24),
- recolocación del tapón en el recipiente de transferencia (24),
- 35 - recolocación del recipiente de transferencia (24) en el recipiente blindado (4),
- cierre de la puerta de acceso (16) al interior de la celda blindada,
- cierre del recipiente blindado (4),
- 40 - medición de las magnitudes físicas del material nuclear.
- 20.- Procedimiento de medición según la reivindicación anterior que aplica el dispositivo de medición según la reivindicación 3, que incluye ciclos de "emisión-medición" repetidos a una frecuencia del orden de algunas decenas de hercios.
- 45

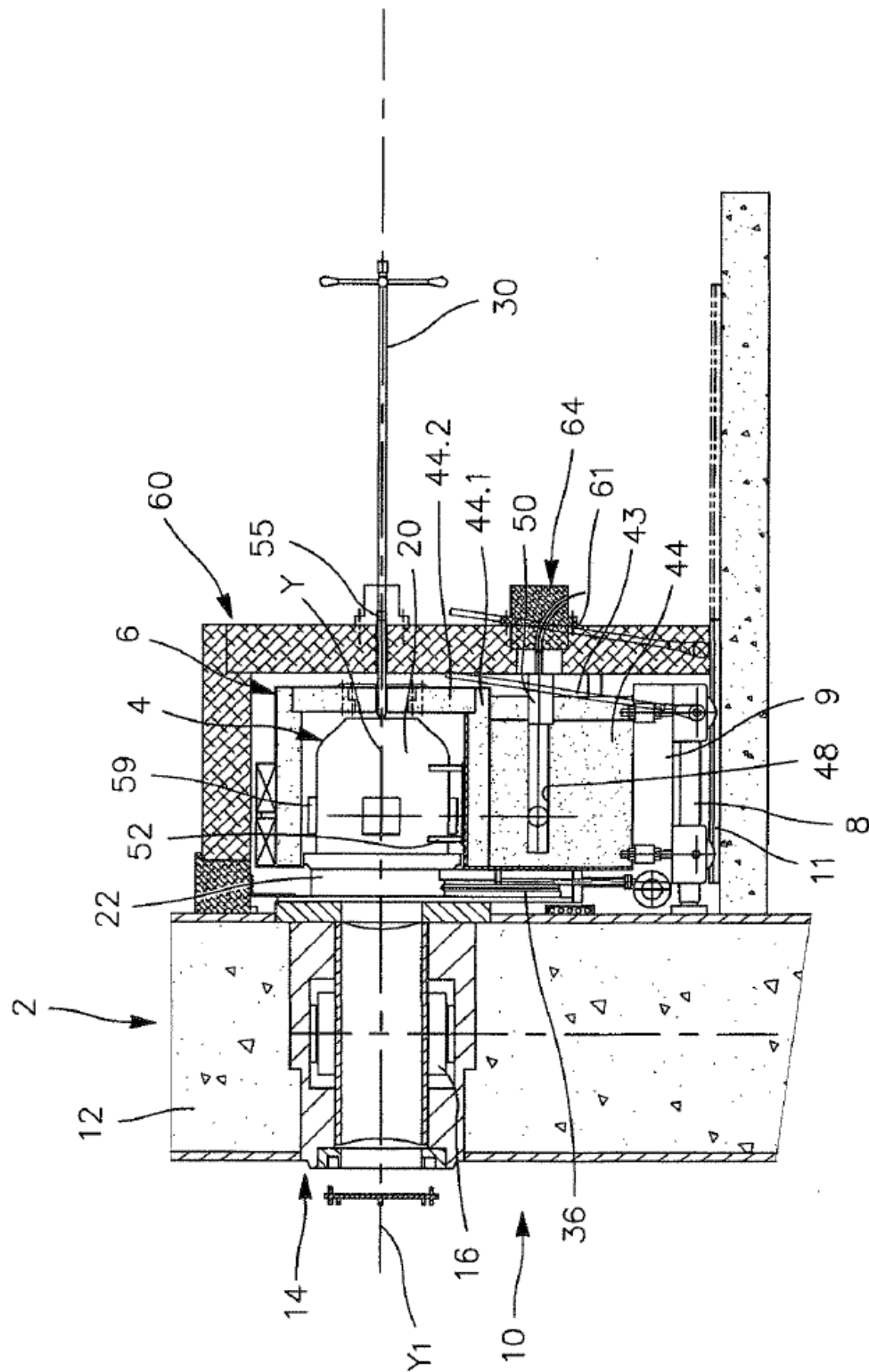
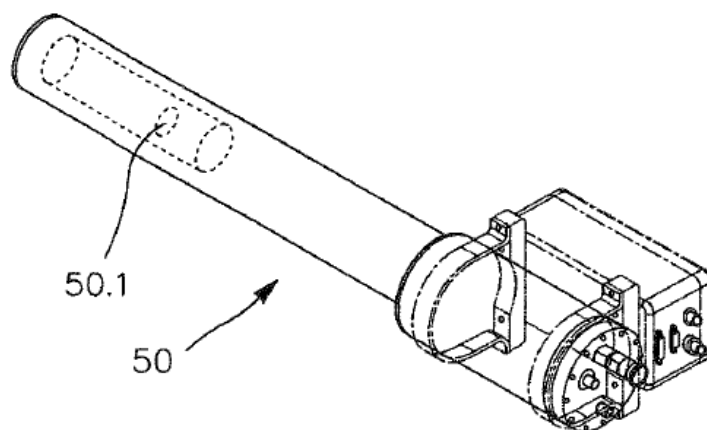
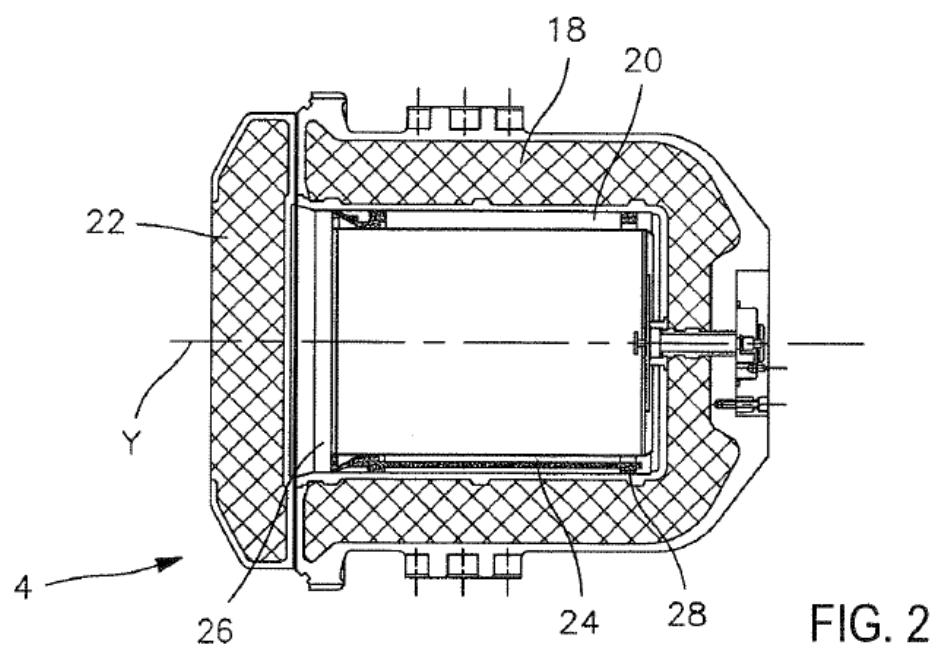


FIG. 1



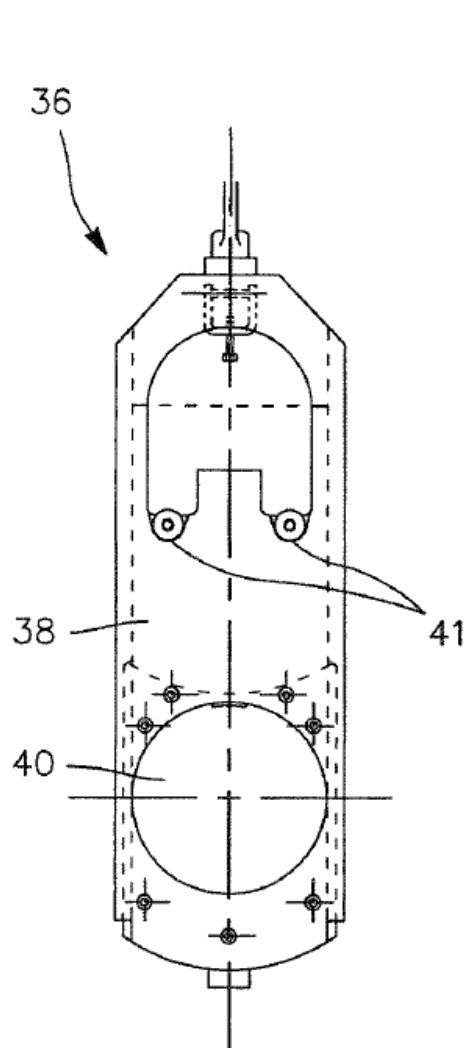


FIG. 3A

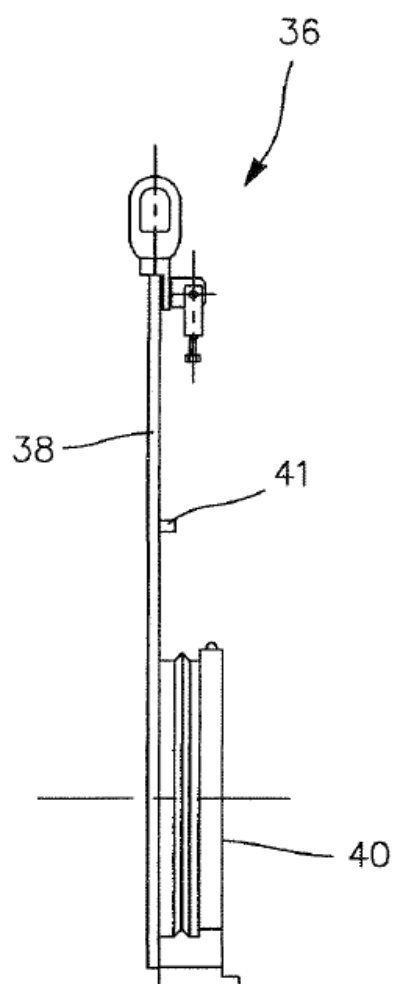


FIG. 3B

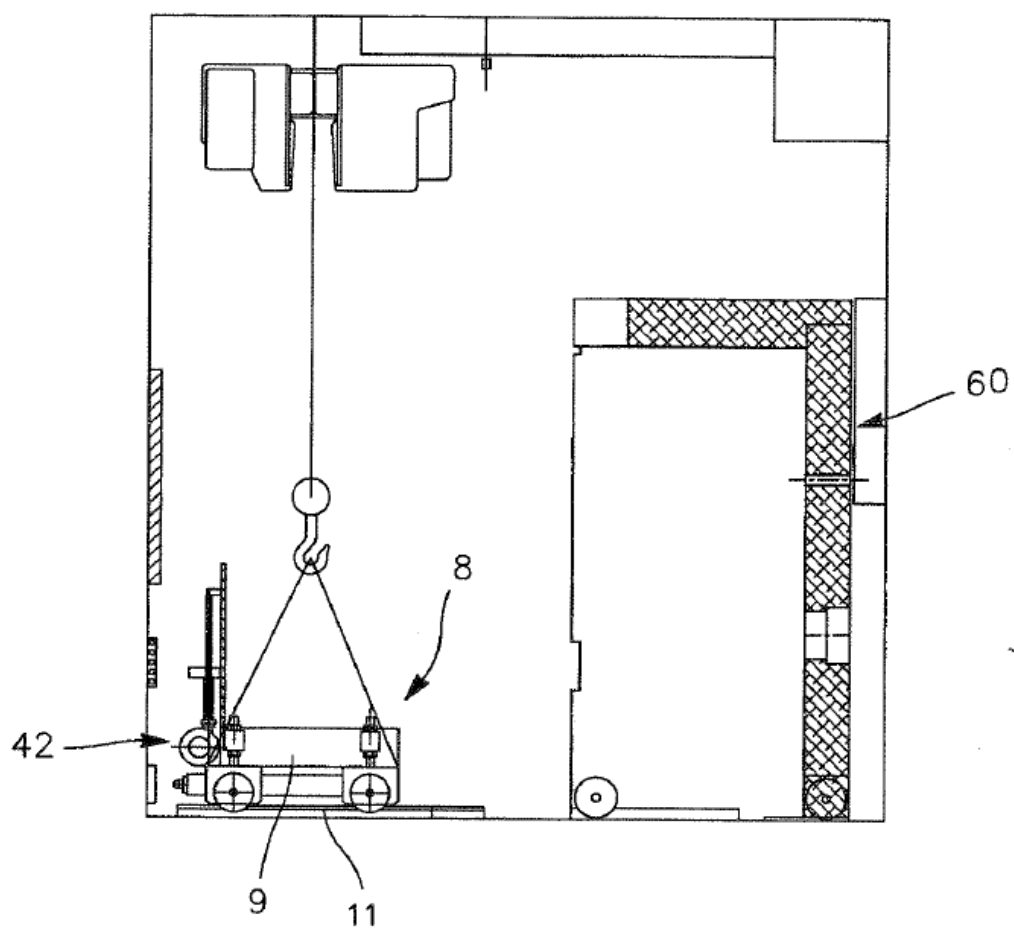


FIG. 5A

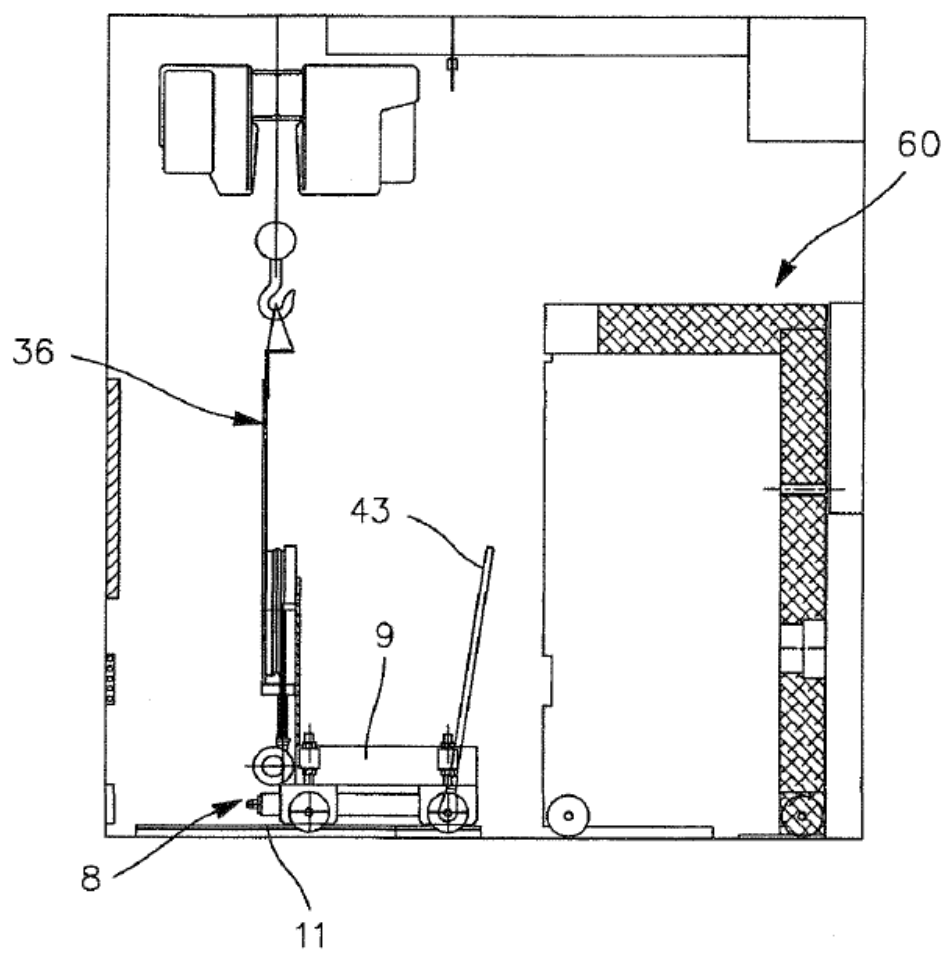


FIG. 5B

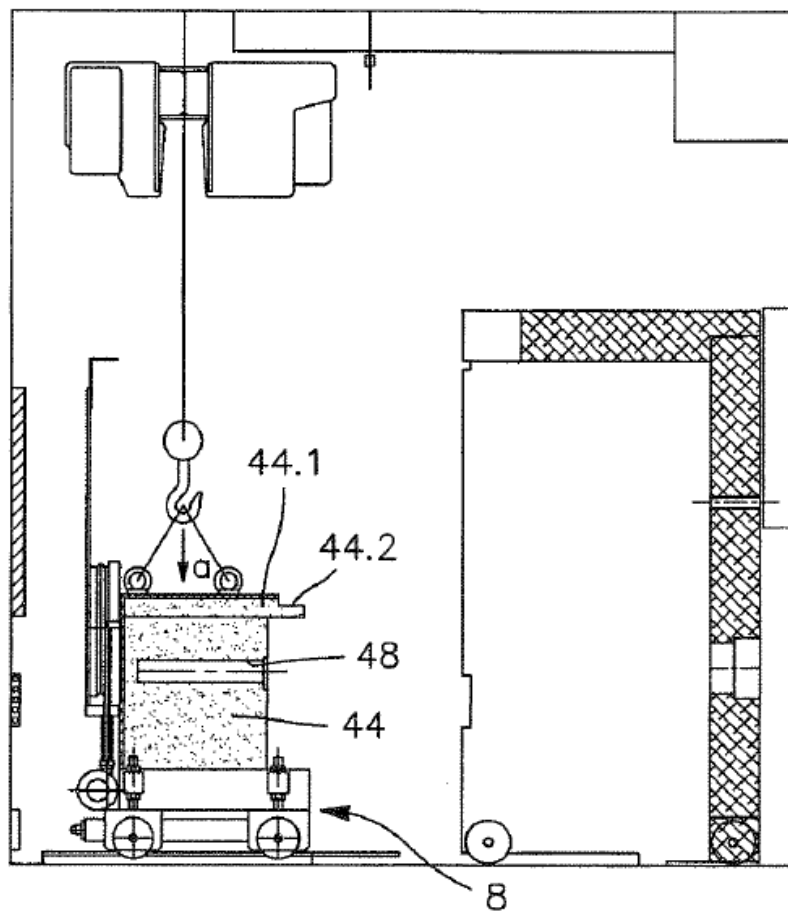


FIG. 5C

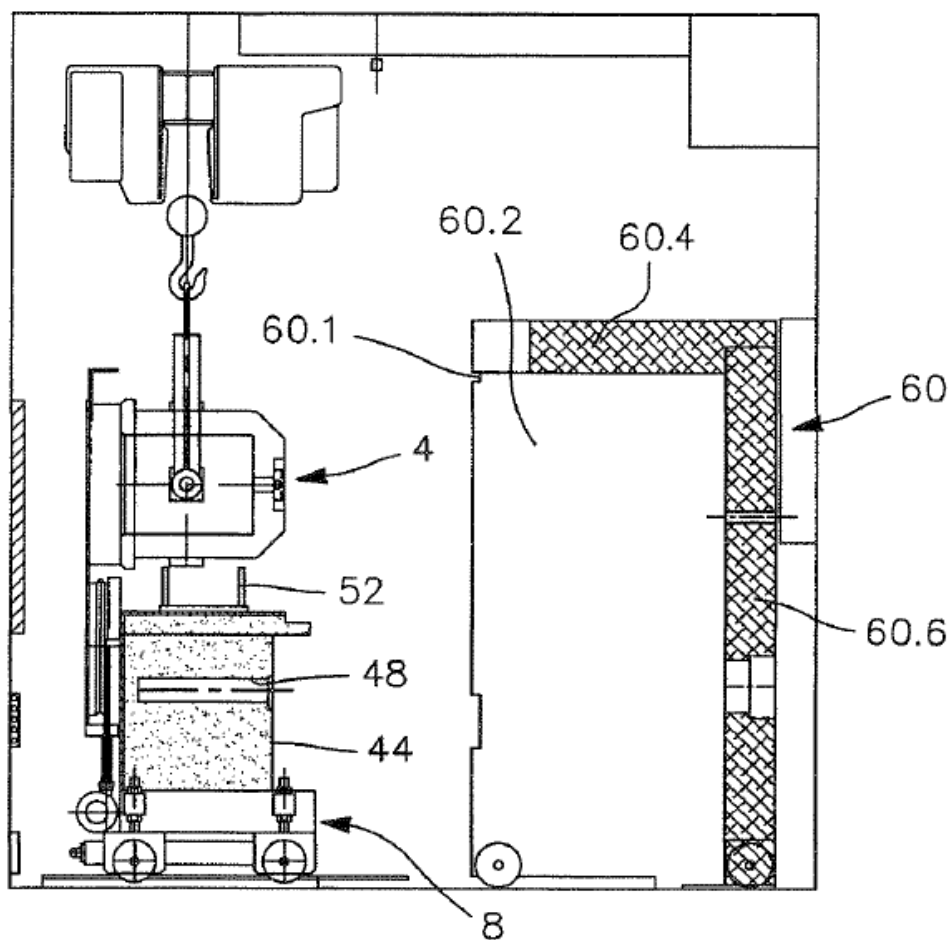


FIG. 5D

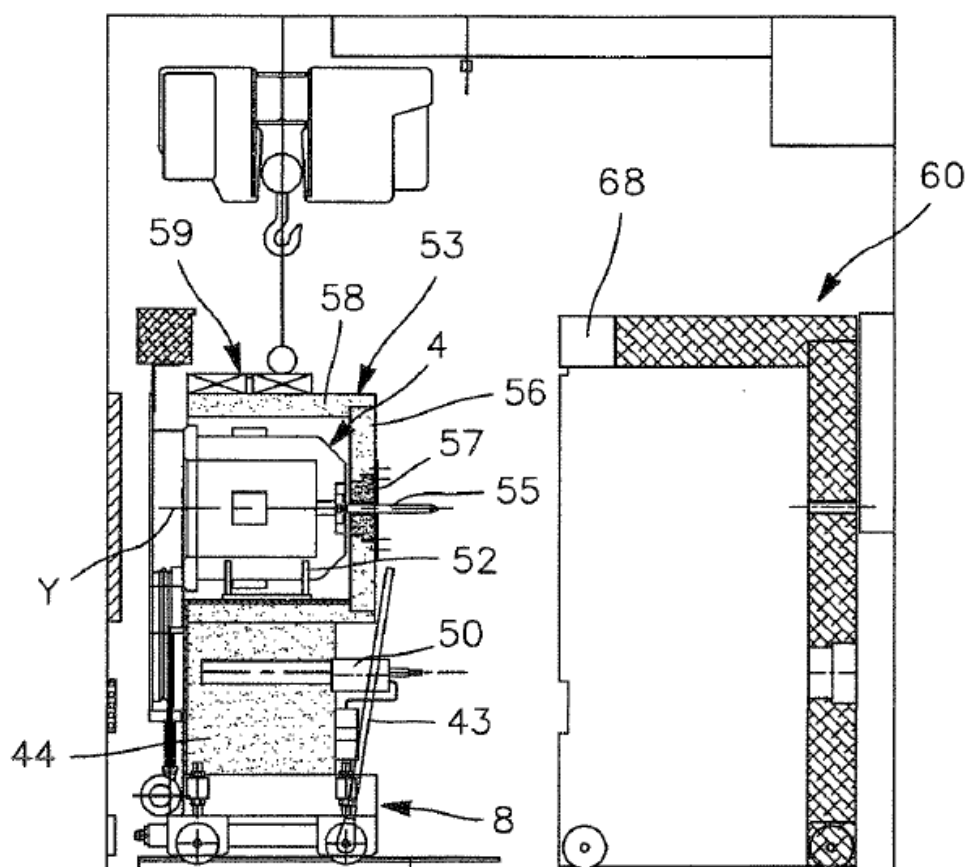
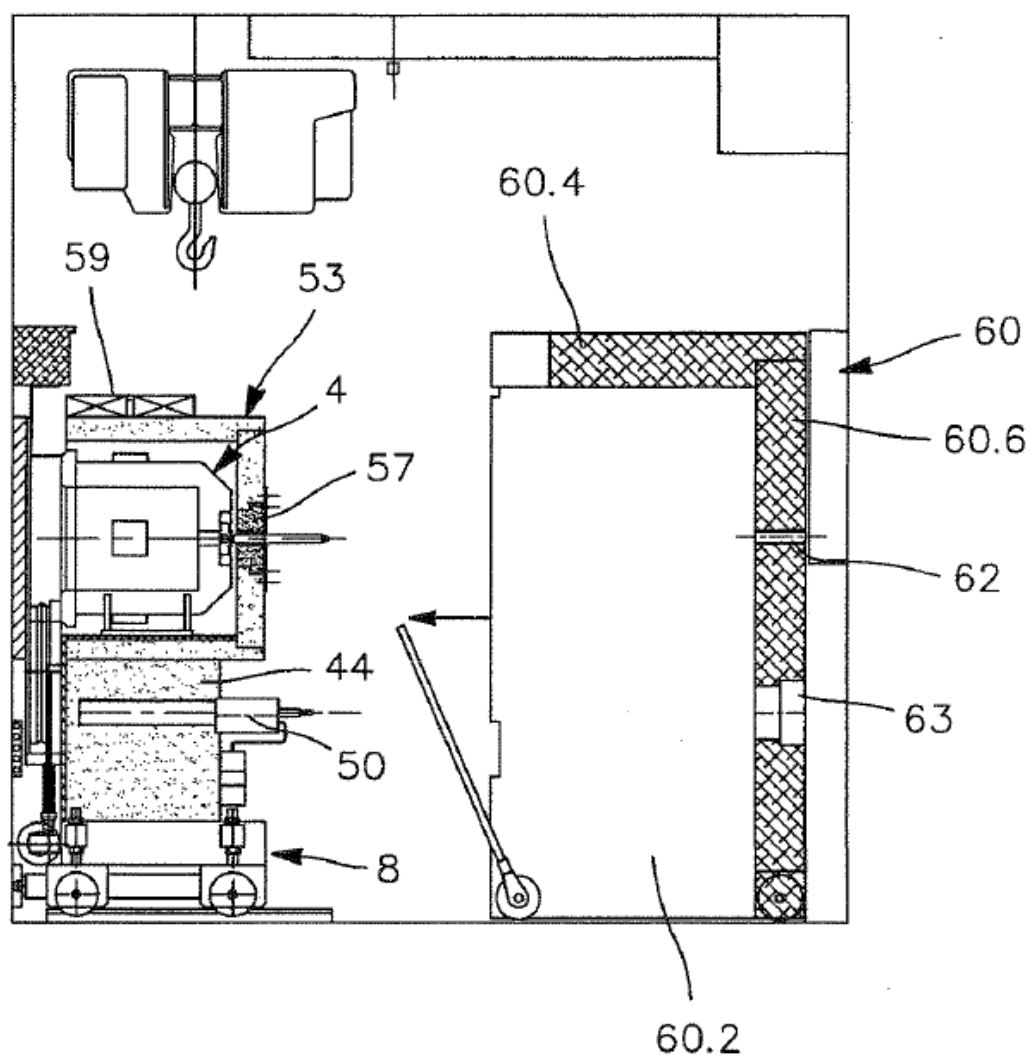


FIG. 5E



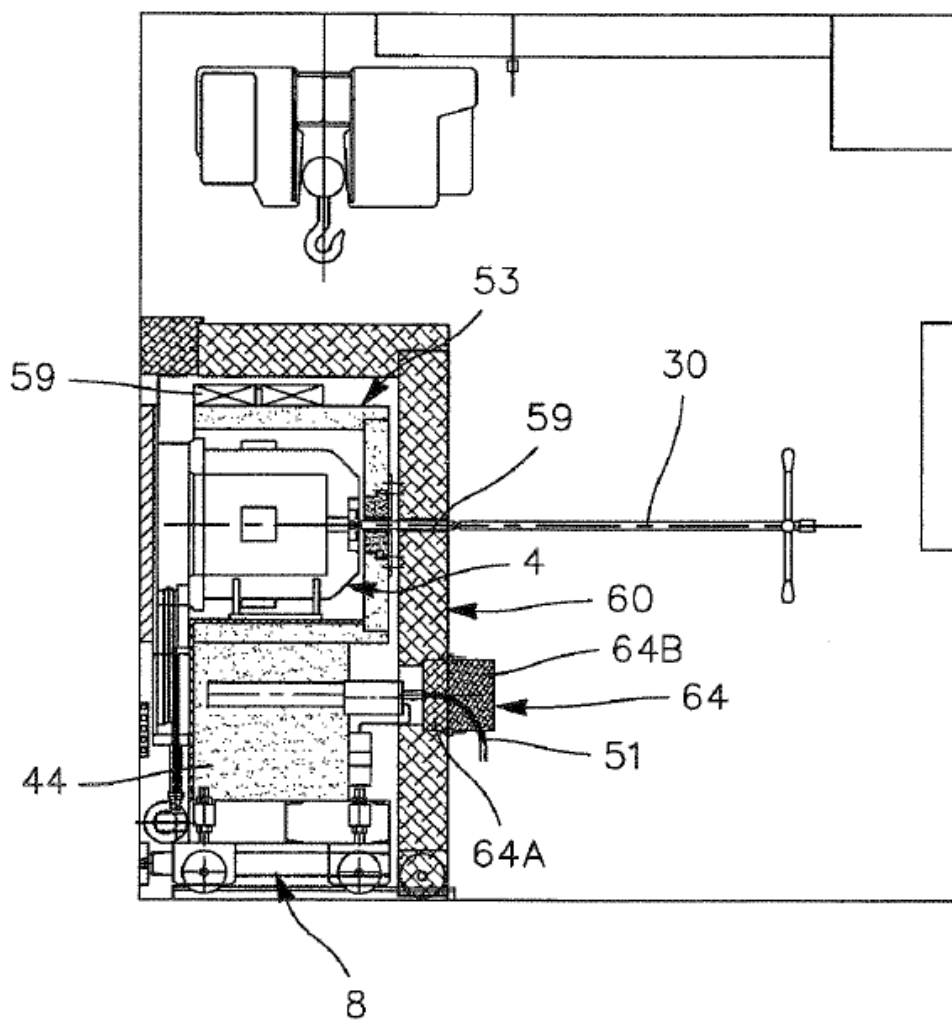


FIG. 5G

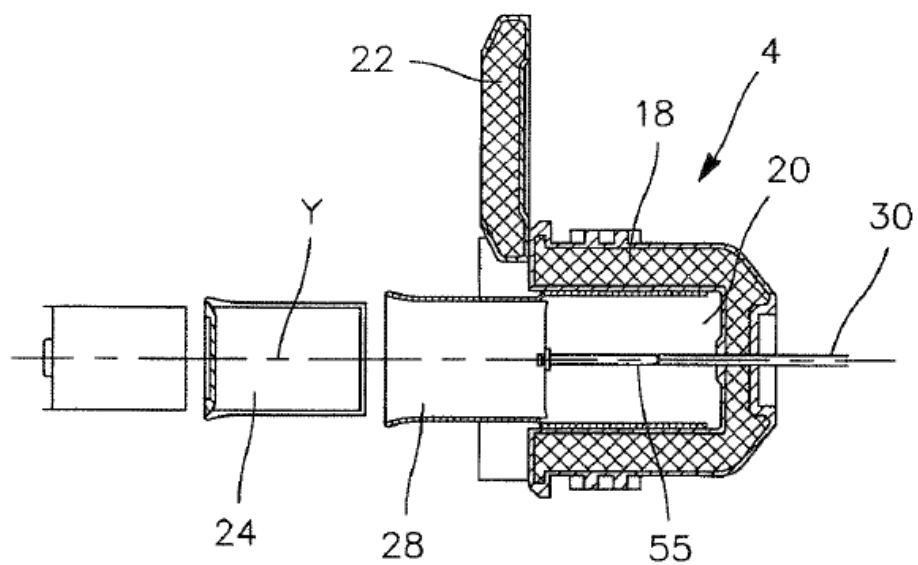


FIG. 6

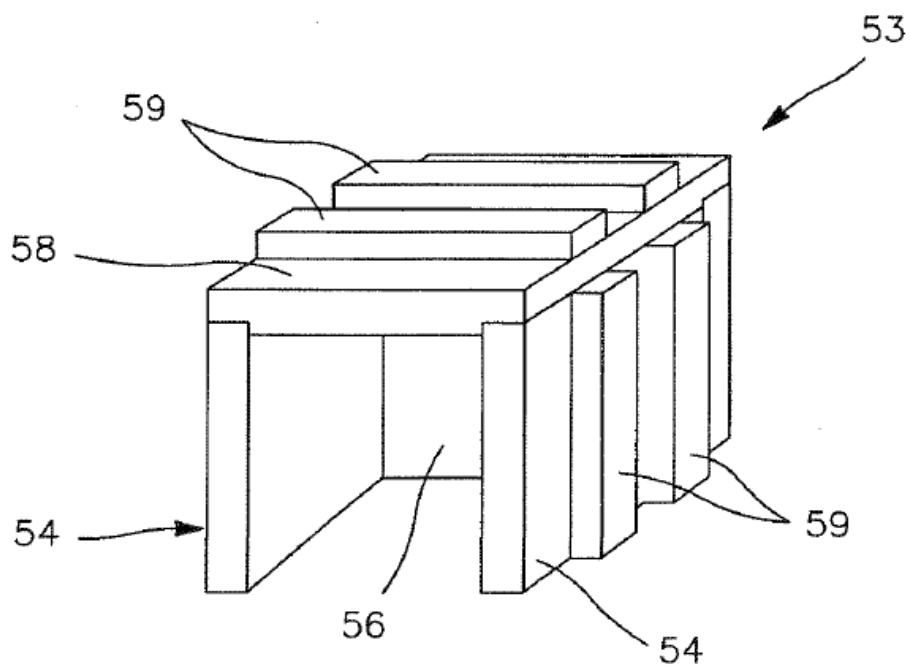


FIG. 7