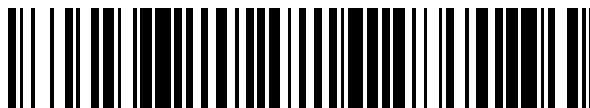


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 621 025**

21 Número de solicitud: 201630207

51 Int. Cl.:

G21C 17/06 (2006.01)

G01N 23/02 (2006.01)

G01N 9/24 (2006.01)

12

PATENTE DE INVENCION

B1

22 Fecha de presentación:

24.02.2016

30 Prioridad:

30.12.2015 KR 10-2015-0189178

43 Fecha de publicación de la solicitud:

30.06.2017

Fecha de la concesión:

20.02.2018

45 Fecha de publicación de la concesión:

27.02.2018

73 Titular/es:

**KEPCO NUCLEAR FUEL CO., LTD (100.0%)
242, Daedeok-daero 989beon-gil
305-353 Yuseong-gu, Daejeon KR**

72 Inventor/es:

**CHOI, Lak-min;
PARK, Chan Hyun;
KIM, Hyung-sup;
LEE, Shin-young;
BAEK, Mun-seog;
KIM, Do-in y
CHOI, Seong Yong**

74 Agente/Representante:

VÁZQUEZ FERNÁNDEZ-VILLA, Concepción

54 Título: **Dispositivo para medir la densidad de una barra de combustible**

57 Resumen:

Se divulga un dispositivo para medir la densidad de una barra de combustible, pudiendo ajustar el dispositivo una cantidad de la irradiación producida por una fuente gamma que aplica rayos gamma a la barra de combustible. El dispositivo incluye un blindaje (110) en el que se alojan fuentes gamma de Cs-137 (120) adyacentes a un orificio de transporte de barras de combustible (111) a través del que pasa la barra de combustible (1), y se inspeccionan defectos de la barra de combustible. El blindaje (110) incluye obturadores (130) que abren y cierran orificios de guía de rayos gamma (112) que conectan las fuentes gamma de Cs-137 (120) y el orificio de transporte de barras de combustible (111).

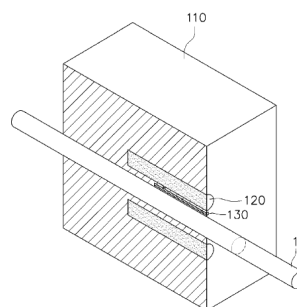


FIG. 2

ES 2 621 025 B1

Aviso: Se puede realizar consulta prevista por el art. 37.3.8 LP 11/1986.

DESCRIPCIÓN

Dispositivo para medir la densidad de una barra de combustible

5 ANTECEDENTES DE LA INVENCION

CAMPO DE LA INVENCION

10 La presente invención se refiere a un dispositivo para medir la densidad de una barra de combustible, pudiendo ajustar el dispositivo una cantidad de la irradiación producida por cada fuente gamma que aplica rayos gamma a la barra de combustible.

DESCRIPCION DE LA TECNICA RELACIONADA

15 En general, el combustible nuclear usado en un reactor está compuesto de haces de combustible que constituyen un elemento de combustible. Cada uno de los haces de combustible se forma sinterizando óxido de uranio para formar una pluralidad de pastillas, cargando la pluralidad de pastillas sinterizadas y un resorte de presión en cada tubo de revestimiento hueco que es de aproximadamente cuatro metros de longitud y está
20 formado de una aleación de circonio (Zircaloy), llenando los tubos de revestimiento con gas helio, y sellando los tapones para la fabricación de barras de combustible.

Las barras de combustible deben ser cargadas en el reactor después de que el grado de enriquecimiento, los huecos, defectos, etc., de las pastillas sinterizadas dentro de cada
25 una de las barras de combustible hayan sido inspeccionados previamente usando un escáner, de manera que sean capaces de llevar a cabo una fisión nuclear estable en el reactor; posteriormente, se eliminan los defectos.

Los ejemplos de escáneres para inspeccionar las barras de combustible pueden incluir
30 escáneres pasivos y activos disponibles de NDA-TECH Inc. (EE. UU.).

El escáner pasivo detecta defectos de una barra de combustible detectando y analizando la radioactividad emitida desde la barra de combustible, y no requiere una fuente de neutrones. Sin embargo, el escáner pasivo requiere un gran tamaño para garantizar una
35 detección precisa de los defectos de la barra de combustible, y por lo tanto requiere un

espacio excesivo para la instalación. En consecuencia, el escáner pasivo no se usa ampliamente.

5 Por el contrario, el escáner activo está configurado para detectar defectos de una barra de combustible por medio de la aplicación de neutrones a la barra de combustible usando una fuente de neutrones y detectando y analizando los rayos gamma emitidos por la reacción del uranio con los neutrones dentro de la barra de combustible; además, es capaz de medir un espacio entre pastillas, una longitud de la barra de combustible, una longitud de un resorte de presión, etc. usando la capacidad de penetración de una fuente
10 gamma. El escáner activo requiere un espacio pequeño para la instalación, y tiene una alta precisión en detectar de defectos de la barra de combustible. Por tanto, el escáner activo se usa ampliamente.

En referencia a la FIG. 1, un escáner activo de este tipo incluye una caja de blindaje
15 cilíndrica 10 formada de plomo, un densímetro 12 que está instalado en una posición de un puerto de carga 11 a través del cual una barra de combustible 1 es transportada a un lado de la caja de blindaje cilíndrica 10 y mide la longitud y densidad de una pastilla sinterizada, una fuente de Cf-252 13 dónde el Cf-252 actúa como radiación de una fuente de neutrones y está colocado en el interior de la caja de blindaje cilíndrica 10, y un
20 detector de rayos gamma 14 instalado en un lado externo de la caja de blindaje cilíndrica 10 desde el que se descarga la barra de combustible 1 y en el que están alojados un fotodetector, un detector de óxido de bismuto y germanio (BGO), etc. para poder detectar rayos gamma.

25 La barra de combustible se carga en la caja de blindaje cilíndrica 10 por medio de un transportador de barras de combustible (que no se reproduce) dispuesto en una entrada de la caja de blindaje cilíndrica 10; la barra de combustible cuya inspección ha sido completada se descarga al exterior de la caja de blindaje cilíndrica 10.

30 El densímetro usado en este escáner activo usa una fuente de Cs-137, y está compuesto de un colimador (diámetro de 1 mm) y un detector. El densímetro detecta la cantidad de rayos gamma penetrados después de que hayan sido aplicados a la barra de combustible por una fuente gamma, y mide un espacio entre pastillas usando una diferencia de densidad entre los componentes alojados en la barra de combustible.

35

Sin embargo, este escáner activo no está provisto por separado de medios capaces de

ajustar la cantidad de irradiación de rayos gamma entre la fuente de Cs-137 usada y la barra de combustible que se va a inspeccionar.

Lo anterior está destinado meramente a ayudar a entender los antecedentes de la presente invención, y no se pretende que signifique que la presente invención entra dentro del ámbito de la técnica relacionada que ya es conocida por los expertos en la técnica.

DOCUMENTOS DE LA TÉCNICA RELACIONADA

Documento de patente

(Documento de patente 1) patente coreana nº 10-0988574

RESUMEN DE LA INVENCION

En consecuencia, la presente invención se ha realizado teniendo en cuenta los problemas anteriores que se dan en la técnica relacionada, y la presente invención tiene la intención de proponer un dispositivo para medir la densidad de una barra de combustible, siendo el dispositivo capaz de ajustar la cantidad de irradiación producida por una fuente gamma que aplica rayos gamma a la barra de combustible en un escáner activo de barras de combustible.

Para lograr el objetivo anterior, de acuerdo con un aspecto de la presente invención, se proporciona un dispositivo de medición de la densidad de una barra de combustible para inspeccionar defectos de la barra de combustible. El dispositivo incluye: un blindaje en el que se alojan las fuentes gamma de Cs-137 adyacentes a un orificio de transporte de barras de combustible a través del que pasa la barra de combustible, en el que el blindaje incluye obturadores que abren y cierran los orificios de guía de rayos gamma que conectan las fuentes gamma de Cs-137 y el orificio de transporte de barras de combustible.

Aquí, los orificios de guía de rayos gamma están conectados verticalmente al orificio de transporte de barras de combustible.

Además, los obturadores son barras que se deslizan en paralelo con el orificio de

transporte de barras de combustible y abren y cierran los orificios de guía de rayos gamma.

Además, las barras se acoplan con un dispositivo de accionamiento separado que está
5 instalado fuera del blindaje y que se usa con un movimiento lineal.

En el dispositivo para medir la densidad de la barra de combustible de acuerdo con la presente invención, se forman los orificios de guía de rayos gamma en el blindaje para permitir el paso entre las fuentes gamma de Cs-137 y la barra de combustible que se va a
10 inspeccionar, y los obturadores se disponen para abrir y cerrar los orificios de guía de rayos gamma. De este modo, se puede ajustar la cantidad de irradiación producida por cada fuente gamma que aplica rayos gamma a la barra de combustible ajustando el tamaño de una ranura de un colimador, y se puede medir de forma más precisa la dimensión de un espacio entre pastillas.

15

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

El anterior y otros objetivos, características y otras ventajas de la presente invención se entenderán más claramente a partir de la siguiente descripción detallada cuando se toma
20 conjuntamente con los dibujos adjuntos, en los que:

la FIG. 1 es una vista en perspectiva que ilustra un escáner activo de barras de combustible típico, del que está cortada una parte;

25 la FIG. 2 es una vista que ilustra una configuración de las partes principales de un dispositivo para medir una densidad de una barra de combustible de acuerdo con la presente invención; y

las FIGS. 3A y 3B son vistas para describir un ejemplo de funcionamiento del dispositivo
30 para medir la densidad de la barra de combustible de acuerdo con la presente invención.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION

Las descripciones estructurales y funcionales de los modos de realización de la presente
35 invención divulgados en el presente documento son sólo con fines ilustrativos de los modos de realización de la presente invención. La presente invención se puede realizar

de muchas formas diferentes sin apartarse del espíritu y características significativas de la presente invención. Por lo tanto, la presente invención está destinada a cubrir no sólo los modos de realización ejemplares, sino también varias alternativas, modificaciones, equivalentes y otros modos de realización que pueden estar incluidos dentro del espíritu y
5 alcance de la presente invención como se define por las reivindicaciones adjuntas.

Se entenderá que, aunque los términos “primer”, “segundo”, etc. se pueden usar en el presente documento para describir diversos elementos, estos elementos no deben estar limitados por estos términos. Estos términos sólo se usan para distinguir un elemento de
10 otro elemento. Por ejemplo, un primer elemento analizado a continuación se podría denominar un segundo elemento sin alejarse de las enseñanzas de la presente invención. De forma similar, el segundo elemento también se podría denominar el primer elemento.

Se entenderá que cuando un elemento se denomina como “acoplado” o “conectado” a otro elemento, puede estar acoplado o conectado directamente al otro elemento o elementos intermedios pueden estar presentes entre los mismos. Por el contrario, se debe entender que cuando un elemento se denomina como “acoplado directamente” o “conectado directamente” a otro elemento, no están presentes elementos intermedios.
15 Otras expresiones que explican la relación entre elementos, tales como “entre”, “directamente entre”, “adyacente a” o “directamente adyacente a” se deben interpretar de la misma forma.

Además, en la siguiente descripción de la presente invención, se omitirá una descripción
25 detallada de las funciones y configuraciones conocidas incorporadas en el presente documento cuando se puedan hacer que la materia objeto de la presente invención quede poco clara. Por tanto, la descripción se centrará en una configuración de las partes principales asociadas con las características técnicas de la presente invención.

A continuación en el presente documento, se describirá en detalle un modo de realización preferente de la presente invención con referencia a los dibujos adjuntos.

En referencia a las FIGS. 2, 3A y 3B, un dispositivo para medir una densidad de una barra de combustible de acuerdo con la presente invención incluye un blindaje 110 en el
35 que se alojan fuentes gamma de Cs-137 120 en la proximidad de un orificio de transporte de barras de combustible 111 a través del que pasa la barra de combustible. El blindaje

110 está equipado con obturadores 130 que abren y cierran orificios de guía de rayos gamma 112 que conectan las fuentes gamma de Cs-137 120 y el orificio de transporte de barras de combustible 111.

- 5 El blindaje 110 puede estar formado de plomo (Pb), que es eficaz en blindar la radioactividad, y puede estar dispuesto en una caja de blindaje separada con la que está encerrado el blindaje 110. El blindaje 110 está formado de al menos dos materiales en lugar de un único material, y no se limita su material, estructura y conformación, siempre que pueda blindar eficazmente la radioactividad.

10

Las fuentes gamma de Cs-137 120 están instaladas en orificios de carga de fuente para que sean intercambiables en el blindaje 110.

- 15 El orificio de transporte de barras de combustible 111 se forma en el blindaje 110 para permitir que la barra de combustible 1 pase a través del mismo en una dirección horizontal, y las fuentes gamma de Cs-137 120 están dispuestas adyacentes al orificio de transporte de barras de combustible 111. En el presente modo de realización, las fuentes gamma de Cs-137 120 están dispuestas por encima y por debajo del orificio de transporte de barras de combustible 111, y tienen la misma configuración. Por tanto, la siguiente descripción se centrará en la fuente gamma de Cs-137 120 situada por encima.

20

- Para ser específicos, en referencia a las FIGS. 3A y 3B, el orificio de transporte de barras de combustible 111 y la fuente gamma de Cs-137 120 están separados entre sí en paralelo. Los orificios de guía de rayos gamma 112 están conectados verticalmente al orificio de transporte de barras de combustible 111.

25

- Los obturadores 130 se pueden deslizar en paralelo con el orificio de transporte de barras de combustible 111, y están formados de barras que abren y cierran los orificios de guía de rayos gamma 112. Aquí, cada una de las barras está formada de tungsteno.

30

- Los obturadores 130 se mueven linealmente. Por tanto, de acuerdo con una cantidad de movimiento, los obturadores 130 abren o cierran los orificios de guía de rayos gamma 112 o controlan una cantidad de abertura o cierre para ajustar una cantidad de radiación de rayos gamma aplicada a la barra de combustible.

35

Además, los obturadores 130 pueden estar acoplados con un dispositivo de

accionamiento separado que se instala fuera del blindaje y se usa para un movimiento lineal. Este dispositivo de accionamiento incluye un actuador hidráulico o eléctrico. Además, se puede transmitir mecánicamente una fuerza de accionamiento a los obturadores.

5

Aunque se ha descrito un modo de realización preferente de la presente invención con fines ilustrativos, los expertos en la técnica apreciarán que son posibles varias modificaciones, adiciones y sustituciones, sin apartarse del alcance y espíritu de la invención como se divulga en las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Un dispositivo para medir la densidad de una barra de combustible para inspeccionar defectos de la barra de combustible, que comprende:
 - 5 un blindaje en el que se alojan las fuentes gamma de Cs-137 adyacentes a un orificio de transporte de barras de combustible a través del que pasa la barra de combustible, en el que el blindaje incluye obturadores que abren y cierran los orificios de guía de rayos gamma que conectan las fuentes gamma de Cs-137 y el orificio de transporte de barras de combustible.
- 10 2. El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 1, en el que los orificios de guía de rayos gamma están conectados verticalmente al orificio de transporte de barras de combustible.
- 15 3. El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 2, en el que los obturadores son barras que se deslizan en paralelo con el orificio de transporte de barras de combustible y abren y cierran los orificios de guía de rayos gamma.
- 20 4. El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 3, en el que las barras se acoplan con un dispositivo de accionamiento separado que está instalado fuera del blindaje y que se usa para un movimiento lineal.

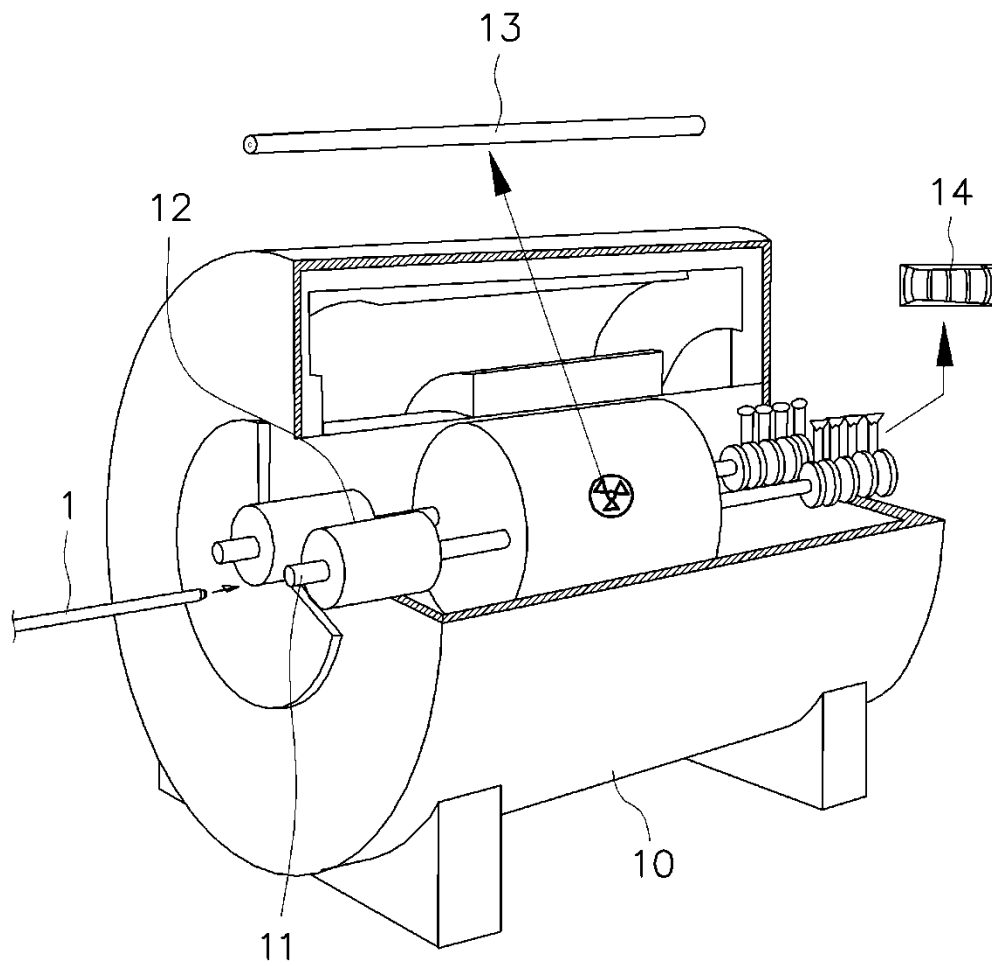


FIG. 1

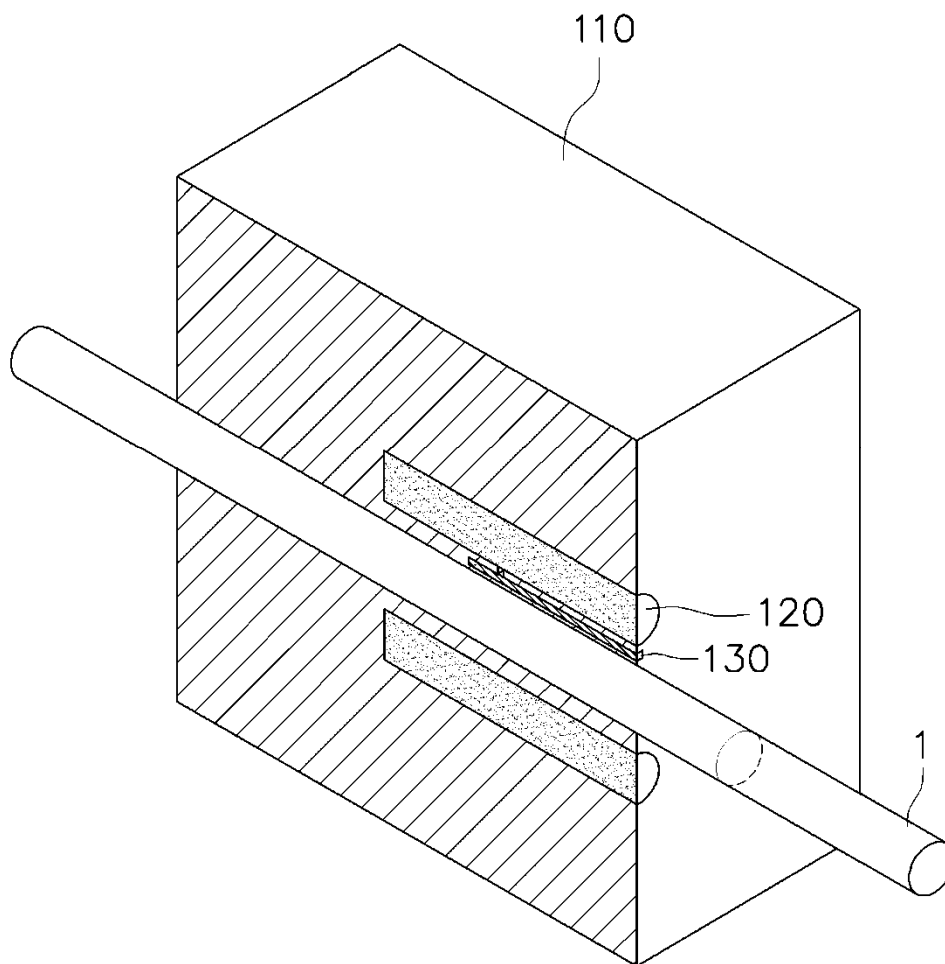


FIG. 2

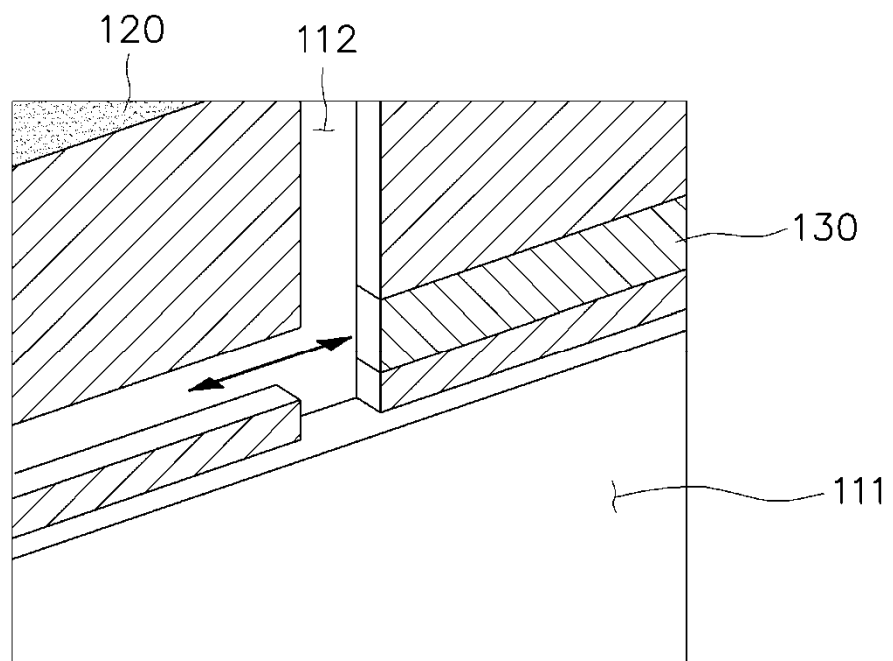


FIG. 3A

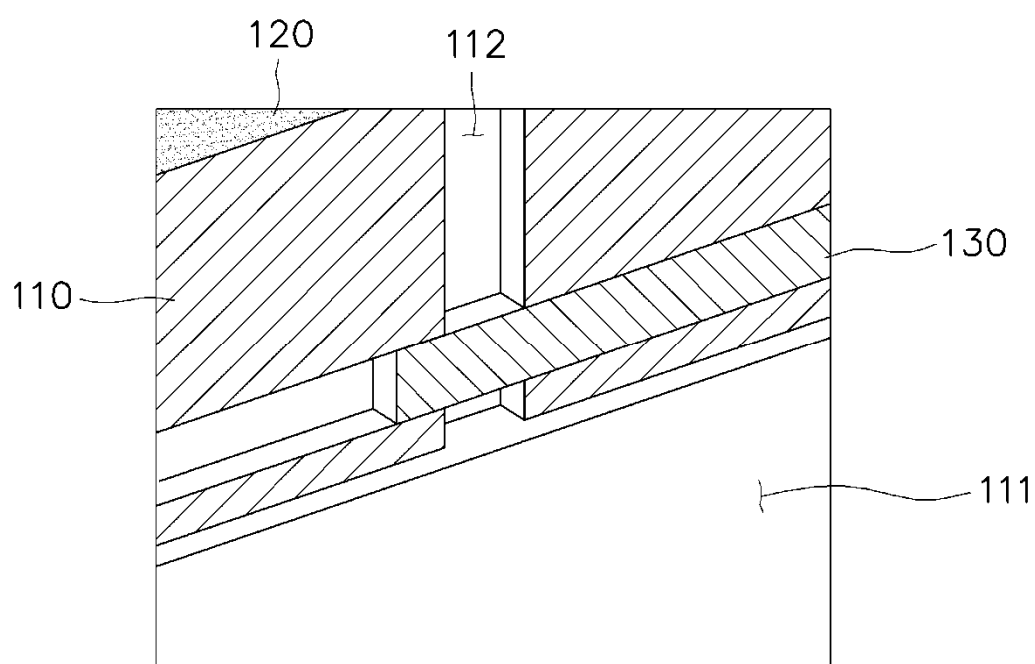


FIG. 3B



②① N.º solicitud: 201630207

②② Fecha de presentación de la solicitud: 24.02.2016

③② Fecha de prioridad: **30-12-2015**

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TECNICA

⑤① Int. Cl.: Ver Hoja Adicional

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	⑤⑥ Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
Y	ES 2391522 A1 (KOREA NUCLEAR FUEL CO LTD) 27/11/2012, Resumen, figura 1, página 9; líneas 23-26, página 16; línea 13-página 17; línea14 y D03; columnas 6-9)	1-4
Y	GB 2138129 A (DORYOKURO KAKUNENRYO) 17/10/1984, Resumen, figura 1, página 2, líneas 94-128)	1-4
A	ES ES2065952 T3 (GENERAL ELECTRIC COMPANY) 07/03/1990, Figura 1, columnas 6-9	1-4
A	JP 2012185108 A (NUCLEAR FUEL IND LTD) 27/09/2012, Resumen de la base de datos EPODOC y WPI. Recuperado de EPOQUE.	1-4

Categoría de los documentos citados

X: de particular relevancia

Y: de particular relevancia combinado con otro/s de la misma categoría

A: refleja el estado de la técnica

O: referido a divulgación no escrita

P: publicado entre la fecha de prioridad y la de presentación de la solicitud

E: documento anterior, pero publicado después de la fecha de presentación de la solicitud

El presente informe ha sido realizado

☒ para todas las reivindicaciones

☐ para las reivindicaciones nº:

Fecha de realización del informe
22.02.2017

Examinador
A. Barrios de la Fuente

Página
1/4

CLASIFICACIÓN OBJETO DE LA SOLICITUD

G21C17/06 (2006.01)**G01N23/02** (2006.01)**G01N9/24** (2006.01)

Documentación mínima buscada (sistema de clasificación seguido de los símbolos de clasificación)

G21C, G01N

Bases de datos electrónicas consultadas durante la búsqueda (nombre de la base de datos y, si es posible, términos de búsqueda utilizados)

INVENES, EPODOC, WPIAP,TCM, TXPE, TXPCN, TXPUS, TXPSP, TXPW OEA, XPESP, XPESP2, NPL,COMPDX, INSPEC, PUBCOM, PUBSUBS, INTERNET

Fecha de Realización de la Opinión Escrita: 22.02.2017

Declaración

Novedad (Art. 6.1 LP 11/1986)	Reivindicaciones 1-4	SI
	Reivindicaciones	NO
Actividad inventiva (Art. 8.1 LP11/1986)	Reivindicaciones	SI
	Reivindicaciones 1-4	NO

Se considera que la solicitud cumple con el requisito de aplicación industrial. Este requisito fue evaluado durante la fase de examen formal y técnico de la solicitud (Artículo 31.2 Ley 11/1986).

Base de la Opinión.-

La presente opinión se ha realizado sobre la base de la solicitud de patente tal y como se publica.

1. Documentos considerados.-

A continuación se relacionan los documentos pertenecientes al estado de la técnica tomados en consideración para la realización de esta opinión.

Documento	Número Publicación o Identificación	Fecha Publicación
D01	ES 2391522 A1 (KOREA NUCLEAR FUEL CO LTD)	27.11.2012
D02	GB 2138129 A (DORYOKURO KAKUNENRYO)	17.10.1984
D03	ES ES2065952 T3 (GENERAL ELECTRIC COMPANY)	07.03.1990
D04	JP 2012185108 A (NUCLEAR FUEL IND LTD)	27.09.2012

2. Declaración motivada según los artículos 29.6 y 29.7 del Reglamento de ejecución de la Ley 11/1986, de 20 de marzo, de Patentes sobre la novedad y la actividad inventiva; citas y explicaciones en apoyo de esta declaración

El objeto de la presente solicitud es un dispositivo para medir la densidad de una barra de combustible nuclear.

D01 y D03 divulgan dispositivos para medir la densidad de una barra de combustible nuclear (D01; Figura 1, página 9; líneas 23-26, página 16; línea 13-página 17; línea 14 y D03; columnas 6-9).

D02 divulga un dispositivo para medir el grado de enriquecimiento de U-235 en una muestra, mediante una densitometría (Resumen, figura 1, página 2; líneas 94-128).

D04 hace referencia a dispositivos de medida, como densímetros, cuya estructura comprende un blindaje que aloja una fuente de rayos gamma y que incluye obturadores (resúmenes EPO-WPI).

NOVEDAD (Art. 6.1 Ley patentes 11/86)

Ninguno de los documentos citados anticipa un dispositivo para medir la densidad de una barra da combustible nuclear como el que es objeto de la reivindicación 1, caracterizado porque comprende un blindaje en el que se alojan fuentes gamma Cs-137 adyacentes a un orificio de transporte de la barra combustible, donde el blindaje incluye obturadores que abren y cierra los orificios de guía de los rayos gamma.

Por lo tanto, se considera que el objeto de las reivindicaciones 1-4 es nuevo según el artículo 6.1 de la Ley de patentes 11/86.

ACTIVIDAD INVENTIVA (Art. 8.1 Ley de patentes 11/86).

D01 se considera el documento del estado de la técnica más próximo al objeto de la presente solicitud. Divulga un dispositivo para medir la densidad de una barra de combustible nuclear (3) que comprende un blindaje en el que se alojan las fuentes gamma de Cs-137, adyacentes al orificio de transporte de la barra da combustible nuclear (Figura 1, página 9; líneas 23-26, página 16; línea 13-página 17; línea 14).

La diferencia entre el objeto de la reivindicación 1 y D01 es que el dispositivo reivindicado incluye en su blindaje obturadores para abrir y cerrar los orificios de guía de los rayos gamma que conectan las fuentes gamma y el orificio de transporte de la barra.

Si bien en D01 no se menciona la presencia de obturadores en el blindaje, son ampliamente conocidos en el estado de la técnica los dispositivos de medida, como densímetros, que comprenden fuentes de rayos gamma alojados en un blindaje que incluye obturadores que cierran o abren los orificios de guía de los rayos gamma desde las fuentes de rayos gamma hasta el objeto a irradiar (D02 y D04).

Concretamente, D02 divulga un dispositivo de medida que comprende un blindaje que aloja una fuente de rayos gamma adyacente a la muestra a irradiar, donde el blindaje incluye obturadores que abren y cierran el orificio de guía de los rayos gamma desde la fuente de rayos gamma hasta la muestra a irradiar. El obturador es una barra de tungsteno que se desliza selectivamente para abrir y cerrar el orificio de guía de los rayos gamma (figura 1, página 2; líneas 94-128).

Sobre la base de lo expuesto, y a luz de la combinación de las enseñanzas técnicas de D01 y D02, un experto en la materia intentaría utilizar obturadores como por ejemplo los divulgados en D02 para abrir y cerrar los orificios de guía de los rayos gamma y así ajustar la cantidad de radiación.

En conclusión, se considera que el objeto de las reivindicaciones 1-4 no implicaría actividad inventiva para el experto en la materia según el artículo 8.1 de la ley de patentes 11/86.

PATENTABILIDAD (Artículo 4.1 de la ley de patentes 11/86)

Sobre la base de lo expuesto anteriormente, se considera que el objeto de las reivindicaciones 1-4 no satisface el requisito de patentabilidad según el artículo 4.1 de la Ley de patentes 11/86.