

413416

memoria descriptiva

CLASE DE REGISTRO	Una Patente Invención, por veinte años en España.
NOMBRE Y NACIONALIDAD DEL SOLICITANTE	General Electric Company. - sociedad EE.UU. -
RESIDENCIA Y DOMICILIO	Schenectady N.Y. 12305 (EE.UU.) 1 River Road.
<input type="checkbox"/> OBJETO	* Perfeccionamientos en la fabricación de elementos de combustible nuclear*.
INVENTOR	Freddy TORE FRYDENDO (de nacionalidad norteamericana).
PRIORIDAD	Solicitud Pte. U.S.A. Serial nº 244.390 del 17 de Abril de 1972.

1 El presente invento se refiere ampliamente a una
mejora en elementos de combustible nuclear para el uso en
el núcleo de reactores de fisión nuclear, y más particular-
mente a elementos de combustible nuclear mejorados, tenien-
5 do un contenedor, conteniendo una aleación con los compo-
nentes esenciales de níquel, titanio y circonio en forma de
partículas, situada en el pleno del elemento de combustible
y capaz de reaccionar con agua, vapor de agua y gases reac-
10 tivos.

Los reactores nucleares se están diseñando, cons-
truyendo y haciendo funcionar al presente, de modo que el
combustible nuclear esté contenido en elementos de combust-
15 tible, que pueden tener varias formas geométricas, tales co-
mo placas, tubos o barras. El material de combustible está
usualmente encerrado en un contenedor o revestimiento re-
sistente a la corrosión, no reactivo, conductor de calor.
20 Los elementos están reunidos entre sí en un entramado a dis-
tancias fijas mutuas, en un canal o región de flujo de re-
frigerante formando un conjunto de combustible, y suficien-
tes conjuntos de combustible están combinados para formar
25 el conjunto de reacción nuclear de fisión en cadena o núcleo
de reactor, capaz de una reacción de fisión autosostenida.
El núcleo, a su vez, está encerrado dentro de un recipiente
reactor, a través del cual se hace pasar un refrigerante.

30 El revestimiento sirve para dos propósitos prima-

1 rios: primero, para impedir el contacto y las reacciones
químicas entre el combustible nuclear y, bien sea el re-
frigerante, o el moderador, si estuviera presente, o ambos;
y en segundo lugar, para evitar los productos de fisión ra-
5 diactivos, algunos de los que son gases, de que se liberen
desde el combustible hacia el refrigerante o moderador, ó
hacia ambos. Son materiales revestidores comunes, acero ino-
xidable, aluminio y sus aleaciones, circonio y sus aleacio-
10 nes y otros. El fallo del revestimiento, debido a la forma-
ción de presión de gas u otras razones, puede contaminar el
refrigerante o moderador y los sistemas asociados con pro-
ductos radiactivos de larga vida, a un grado que interfie-
15 re con el funcionamiento de la instalación.

Se han encontrado problemas en la fabricación y
en el funcionamiento de elementos de combustible nuclear,
que emplean ciertos metales y aleaciones como material de
20 revestimiento, debido a la reactividad de estos materiales
bajo ciertas circunstancias. Circonio y sus aleaciones, en
circunstancias normales, son excelentes materiales, como
revestimiento de combustible nuclear, puesto que tienen ba-
25 jas secciones transversales de absorción de neutrones y, a
temperaturas por debajo de 600° F aproximadamente, son ex-
tremadamente estables y no reactivos en presencia de agua
desmineralizada o vapor, que se usan comunmente como refri-
30 gerantes y moderadores de reactor. Dentro de los confines

1 de una barra de combustible cerrada herméticamente, sin em-
bargo, el gas hidrógeno generado por la baja reacción entre
el revestimiento y el agua residual o por descomposición de
5 otros materiales hidrogenados de altas temperaturas, puede
formarse hasta niveles que, en ciertas condiciones, pueden
dar por resultado hidruración localizada de la aleación, con
concurrente deterioración en las propiedades mecánicas del
revestimiento. El revestimiento también está adversamente -
10 afectado por gases tales como oxígeno, nitrógeno, monóxido
de carbono y dióxido de carbono a las temperaturas de funcio-
namiento de un reactor nuclear.

Las superficies internas del revestimiento de cir-
15 conio de un elemento de combustible nuclear, pueden estar
expuestas a gases conteniendo hidrógeno durante la irradia-
ción en un reactor nuclear, no obstante al hecho de que los
materiales conteniendo hidrógeno están excluidos en lo posi-
20 ble durante la fabricación del revestimiento y durante el
montaje del elemento de combustible. Composiciones refracta-
rias sinterizadas y cerámicas, tales como dióxido de uranio
y otras usadas como combustible nuclear, liberan cantidades
25 mensurables de los antes mencionados gases al calentar, por
ejemplo, durante la fabricación del elemento de combustible
y especialmente durante la irradiación. Composiciones refrac-
tarias y cerámicas en partículas, tales como polvo de dióxido
de uranio y otros polvos, usados como combustible nuclear, es
30

1 conocido que liberan cantidades todavía mayores de los an-
tes mencionados gases durante la irradiación. Estos gases
reaccionan con el material revestido de circonio, que con-
tiene el combustible nuclear. Esta reacción puede dar por
5 resultado la fragilidad del revestimiento, que pone en pe-
ligro la integridad del elemento de combustible. Aunque agua
y vapor de agua pueden no reaccionar directamente para pro-
ducir este resultado, a altas temperaturas el vapor de agua
10 si reacciona con circonio y aleaciones de circonio, para -
producir hidrógeno, y este gas reacciona además localmente
con el circonio y las aleaciones de circonio para causar
fragilidad. Estos resultados indeseables, son exagerados por
15 la liberación de estos gases residuales dentro del elemento
de combustible revestido de metal cerrado herméticamente, y
si la cantidad de estos gases residuales es suficientemente
grande para incrementar la presión interna dentro del ele-
20 mento, esto introduce solicitaciones en presencia de condi-
ciones corrosivas no anticipadas en el diseño original del
tubo revestido.

A la luz de lo que precede se ha encontrado desea-
25 ble reducir al mínimo el agua, vapor de agua y otros gases
reactivos con el revestimiento dentro del interior del mis-
mo, a través del tiempo, en que se usa el combustible nuclear
en el funcionamiento de las instalaciones de energía nuclear.
30 Uno de tales acercamientos ha sido encontrar materiales, que

1 reaccionen químicamente de modo rápido con el agua, vapor
de agua y otros gases, para eliminarles desde el interior
del revestimiento, cuyos materiales son denominados capta-
dores. Aunque se han encontrado varios captadores para agua
5 y vapor de agua, tales como el captador de circonio-titanio,
descrito en la patente de EE.UU. núm. 2.926.981, ha seguido
siendo deseable desarrollar un captador teniendo rapidez -
igual o todavía mayor para la reacción con humedad y gases
10 y teniendo la característica de producir despreciable canti-
dad de gas hidrógeno durante la reacción con humedad.

Un captador en la forma de una aleación que reac-
ciona rápidamente de modo estequiométrico con agua, vapor
15 de agua y gases reactivos, ha sido desarrollado y descrito
en la patente belga número 772.917. La solicitud precedente
ha sido transferida al mismo titular de la presente solici-
tud y la solicitud precedente se incorpora por ello como re-
20 ferencia. El invento incorporado en la solicitud de patente
precedente, cubre aleaciones, que reaccionan con agua, vapor
de agua y gases reactivos, a temperaturas en el alcance des-
de alrededor de 200 hasta alrededor de 650° C. Las aleacio-
25 nes tienen los componentes esenciales de circonio, níquel y
titanio y particularmente aquellas aleaciones conteniendo -
desde alrededor de 3 hasta aproximadamente 12 por ciento de
níquel y desde alrededor de 3 hasta alrededor de 30 por cien-
30 to de peso de titanio, siendo el resto circonio.

1 En la solicitud de patente de EE.UU. núm 206.119
transferrida al mismo titular de la presente solicitud, se
describe un método para producir una forma en partículas -
5 (tales como limaduras) de la aleación ternaria de la patente
belga núm. 772.917. Aquel procedimiento comprende la produc-
ción de aleación ternaria en la forma de un lingote fundien-
do juntos los constituyentes o usando técnicas metalúrgicas
de polvo. El lingote es entonces convertido a una forma de
10 partículas, por ejemplo, por mecanización, aprovechando la
naturaleza frágil de la aleación y aumentando al máximo el
área de superficie disponible para la reacción.

15 En la solicitud de patente de EE.UU. núm. 205.789
transferrida al mismo titular de esta solicitud se describe un
elemento de combustible nuclear que tiene dispuesto en el
mismo una aleación, teniendo los componentes esenciales de
níquel, titanio y circonio, según se describe en la antes -
20 mencionada patente belga núm. 772.917. La aleación se dispo-
ne en el pleno del elemento de combustible en la forma de
partículas en un recipiente hueco permeable al gas, preferen-
temente de material de criba, teniendo una gran cantidad de
25 aberturas de un tamaño menor que el tamaño de las partículas.
Las aberturas permiten que los gases y líquidos, que entren
en el pleno, se pongan en contacto con las partículas de -
aleación.

30 Se prefiere que la aleación en forma de partículas,

1 se mantenga en un recipiente, que asegurará la retención,
no sólo de las partículas originales de la aleación, sino
también de cualquier producto de reacción resultante de la
5 reacción de la aleación con gases reactivos, cuyos produc-
tos de reacción podrían tener tamaño de partícula medio mu-
cho menor que las partículas originales de la aleación. Tam-
bién se ha determinado que el recipiente para sostener la
aleación en forma de partículas, debería ser fácil de car-
10 gar, capaz de ser fabricado en dimensiones dadas, dentro de
estrechas tolerancias y debería ser relativamente resistente
a la deformación durante la manipulación.

15 Se ha encontrado que una forma de partículas de
una aleación ternaria, teniendo los componentes esenciales
de circonio, níquel y titanio puede capturar eficazmente -
agua, vapor de agua y gases reactivos con el revestimiento
de un elemento de combustible nuclear a temperaturas del -
20 ambiente del reactor cuando el captador está dispuesto en
un recipiente hueco, teniendo por lo menos una abertura y
preferentemente una gran cantidad de aberturas permeables
al gas en una porción del recipiente. El recipiente está
25 situado en el pleno del elemento de combustible nuclear. La
disposición precedente de un elemento de combustible nuclear,
utiliza las propiedades captadoras de la aleación ternaria
para reacción con agua, vapor de agua y gases reactivos con
30 el revestimiento extraído desde el elemento de combustible

1 hacia la aleación, pero físicamente restringe la aleación
y productos de reacción de la aleación, respecto al movimien
to libre dentro del elemento de combustible. De esta manera
la aleación está dispuesta en uno de los lugares mas fríos
5 en el elemento de combustible durante el funcionamiento, y
esta colocacion elimina sustancialmente cualquier inversión
de la reacción captadora de la aleación con agua, vapor de
agua y gases reactivos. El recipiente sosteniendo la ales-
10 ción, asegura la retención no solo de las partículas origi-
nales de la aleación, sino también cualquier producto de -
reacción de aleación que pudiera tener tamaño medio de par-
tículas mucho menor. El recipiente es fácil de cargar, pue-
15 de ser fabricado a dimensiones dadas y es sustancialmente
resistente a la deformación durante la manipulacion.

La naturaleza de este invento resultará aparente
para una persona experta en la técnica, al leer la siguien-
te memoria descriptiva y las reivindicaciones anexas, con
20 referencia a los adjuntos dibujos descritos inmediatamente
después.

La fig. 1 presenta una vista seccional parcial de
un conjunto de combustible nuclear conteniendo elementos de
25 combustible nuclear construídos de acuerdo con las enseñan-
zas de este invento, con un elemento mostrado en vista seccio-
nal parcial.

La fig. 2, muestra una vista recortada de la por-
30 ción del pleno del elemento de combustible nuclear, ilustra-

1 do la situación del captador en una ejecución de un reci-
piente permeable al gas, situado dentro de un miembro heli-
coidal en el pleno.

5 La fig. 3, muestra el recipiente permeable al gas
de la fig. 2 entero en sección sujetando el captador de una
aleación ternaria en forma de partícula.

La fig. 4, muestra otra ejecución de un recipiente
permeable al gas.

10 Haciendo referencia ahora más particularmente a
la fig. 1, en la misma se muestra una vista seccional par-
cialmente recortada de un conjunto 10 de combustible nuclear.
Este conjunto de combustible consiste en un canal 11 tubular
15 de flujo de sección transversal cuadrada, provisto en su ex-
tremo superior de una bala elevadora 12 y en su extremo infe-
rior de una pieza de prominencia (no ilustrada debido a ha-
berse omitido la porción inferior del conjunto 10). El ex-
20 tremo superior del canal 11 está abierto en 13 y el extremo
inferior de la pieza prominente está provisto de aberturas
de flujo de refrigerante. Una disposición de elementos 14
de combustible, está encerrada en el canal 11 y soportada en
25 el mismo por medio de la placa 15 terminal superior y una
placa terminal inferior (no ilustrada debido a haberse omi-
tido la porción inferior). El refrigerante líquido ordina-
riamente entra a través de las aberturas en el extremo infe-
30 rior de la pieza prominente, pasa hacia arriba alrededor de

1 los elementos de combustible 14 y se descarga en la salida
13 superior en una condición parcialmente vaporizada para -
reactores hirvientes o en condición no vaporizada para reac-
tores presurizados a temperaturas elevadas.

5 Haciendo ahora referencia a la fig. 2 en adición a
la fig. 1, un elemento o barra 14' de combustible nuclear se
ilustra en una vista seccional parcial, construido de acuerdo
con las enseñanzas de este invento. El elemento de combustible
10 incluye material de combustible 16, aquí ilustrado como una
pluralidad de tabletas de combustible de material fisiónable
y/o fértil, situado dentro de un revestimiento o recipiente
17 estructural. En algunos casos, las tabletas de combustible
15 pueden tener varias formas; en otros casos, pueden usarse di-
ferentes formas de combustible, tales como combustible en par-
tículas o en polvo. La forma física del combustible no entra
en consideración en este invento. Pueden usarse varios materia-
20 les de combustible nuclear, incluyendo compuestos de uranio,
compuestos de plutonio, compuestos de torio y mezclas de los
mismos. Un combustible preferido es dióxido de uranio o una
mezcla comprendiendo dióxido de uranio y dióxido de plutonio.
25 El recipiente está cerrado herméticamente en sus extremos por
medio de tapones terminales 18, que pueden incluir gorriones 19
para facilitar el montaje de la barra de combustible en el con-
junto. Un espacio hueco o pleno 20, está previsto en un extremo
del elemento de combustible para permitir expansión longitudi-

1 nal del material de combustible y acumulación de gases li-
berados desde el material de combustible. Un miembro 21 -
helicoidal está colocado dentro del espacio 20 y puede di-
5 señarse para procurar soporte interno para aquella parte
del revestimiento 17, que rodea al espacio 20 si se desea
(por ejemplo, para un reactor presurizado). El miembro he-
licoidal 21 sirve para mantener la posición del combustible
durante la manipulación y el transporte de los elementos de
10 combustible. El revestimiento 17 se asegura a los tapones
terminales 18 por medio de soldaduras circunferenciales 22.

15 El elemento de combustible está destinado a pro-
curar un excelente contacto térmico entre el revestimiento
del combustible y el material combustible, un mínimo de ab-
sorción parásita de neutrones y resistencia al arqueo y vi-
bración, que se causan ocasionalmente por el flujo del re-
frigerante a alta velocidad.

20 Haciendo referencia a la fig. 2 y 3, se coloca -
dentro del miembro helicoidal 21, en el pleno 20, un reci-
piente 23 hueco, preferentemente un recipiente metálico, -
tal como un recipiente de acero inoxidable, teniendo una plu-
25 ritud de aberturas permeables al gas en una porción del
recipiente preferentemente un extremo o capuchón 25 del re-
cipiente permitiendo que gases y líquidos, que entren en el
pleno 20, puedan penetrar en el recipiente 23. En el reci-
30 piente 23 está dispuesto un captador 24 de una aleación ter-
naria, preferentemente en forma de partícula para aumentar

1 al máximo el área de superficie por unidad de peso del cap-
tador, disponible para reaccionar con los gases y líquidos
que entren en el recipiente 23. Un tamaño preferido de par-
tícula para el captador, está seleccionado del alcance de
5 tamaño de partícula, que pase a través de aproximadamente
-10 hasta alrededor de + 60 mallas de la criba de Tyler.

El recipiente 23 con preferencia tiene la forma
de un cilindro circular recto aunque es adecuada cualquier
10 otra configuración del recipiente. Un extremo o capuchón -
26 y la porción 28 de pared cilíndrica, son de metal macizo,
preferentemente un acero inoxidable y el otro extremo o ca-
puchón 25 es con preferencia un material de criba y prefe-
15 rentemente un material de criba de acero inoxidable desde
alrededor de 400 hasta alrededor de 32 mallas. El recipien-
te es reunido por soldadura, remachado, soldadura a baja
temperatura, o por cierre hermético de otro modo del extre-
20 mo macizo y del extremo de criba dentro de la porción 28 de
pared cilíndrica hueca. El recipiente puede ser construido
inicialmente con un extremo o capuchón 26 macizo en su lugar
y con solo una abertura. Los extremos o capuchones 26 son
25 preferentemente cóncavos o con una cavidad dentro del ci-
lindro como se ilustra en la fig. 3 para facilitar la sol-
dadura. Una cantidad eficaz del captador se carga dentro
del recipiente con un extremo abierto y entonces se efectúa
30 un cierre de un extremo. Se usan preferentemente alrededor

1 de \pm 1 g. de captador en una barra de combustible conteniendo
alrededor de 5 kg. de material de combustible nuclear
sinterizado. Se usan mayores cantidades de captador en barras
de combustible de polvo y en barras de combustible, de
5 las que se sospeche que contiene grandes cantidades de gases
deletéreos.

La fig. 4 muestra una vista isométrica de otra
ejecución del recipiente 29, que tiene por lo menos una abertu-
10 tura 30 y preferentemente una gran cantidad de aberturas 30
en una porción de la pared 31 cilíndrica hueca del recipiente
29. Este recipiente tiene un extremo o capuchón terminal
32 macizo, mientras que el otro extremo cerca de las abertu-
15 ras 30, puede ser macizo o puede contener una o varias abertu-
turas o puede ser un material de criba. La construcción de
conjunto y carga del recipiente 29 es similar a las del re-
cipiente 23 en la fig. 3.

20 El uso de los recipientes captadores aquí descritos,
da por resultado ventajas adicionales. Los recipientes
aseguran la retención del captador en partículas y de cuales-
quiera productos de reacción resultantes de la reacción del
25 captador con gases reactivos en el elemento de combustible.
De esta manera, material en partículas del pleno no será ca-
paz de entrar en la porción del elemento de combustible, -
ocupada por el combustible nuclear, y los productos de reac-
ción del captador, quedarán retenidos en el pleno, que es
30

1 la porción de temperatura más baja del elemento de combusti-
ble, manteniendo así los productos de reacción del captador
a temperaturas más bajas y reduciendo al mínimo el riesgo
5 de exponer los productos de reacción a temperaturas más al-
tas, tendentes a liberar los gases reactivos combinados pa-
ra formar el producto de reacción. El recipiente 23 es fá-
cil de cargar, ya que el metal macizo de la porción de pa-
red cilíndrica no tiene aberturas en que pudieran resultar
10 atascadas partículas del captador. El recipiente 23 puede ser
fabricado dentro de tolerancias dimensionales muy estrechas
y tiene excelente estabilidad dimensional debido a la fuerza
del metal, que forma la porción de pared cilíndrica. Además,
15 la resistencia del metal, que forma la porción de pared ci-
lindrica, disminuye la deformación del recipiente durante
la manipulación y reunión del elemento de combustible.

El captador usado en el elemento de combustible
20 nuclear de este invento, y sus propiedades, ahora se descri-
birán en detalle.

Se ha descubierto que un material adecuado para
controlar humedad y otros gases reactivos, combinando quí-
micamente con tales materiales gaseosos, un "captador" de-
25 bería tener una combinación de propiedades. Una propiedad
deseable es la disminución al mínimo de cualquier hidrógeno
libre, después de la reacción química del captador con agua
o con el fin de impedir fallos de hidruro del revestimiento
30

1 asociado con el captador. Así, el captador debería reaccio-
nar aproximadamente de modo estequiométrico con el a-gua y
el vapor de agua (denominados aquí, ambos, como agua) y de
5 tal manera que exista una fuente neta despreciable de hidró-
geno desde la reacción. El captador también deberá reaccio-
nar rápidamente con el agua a la temperatura que prevalece
en el sistema, en que se utilice el captador, que estaría
en el alcance desde alrededor de 200 hasta alrededor de -
10 650° C para una aplicación preferida del captador. El capta-
dor también deberá tener una baja sección transversal de neu-
trones y ser poco costoso de fabricar. Preferentemente el
captador también debería tener la propiedad de reaccionar -
15 con hidrógeno, otros gases reactivos, tales como monóxido de
carbono, dióxido de carbono, oxígeno y nitrógeno y compuestos
conteniendo hidrógeno, tales como hidrocarburos.

Las propiedades precedentes estan incorporadas en
20 una clase de aleaciones, que tienen los componentes esencia-
les circonio, níquel y titanio, particularmente aquellas -
aleaciones conteniendo desde alrededor de 3 hasta alrededor
de 12 por ciento de níquel, desde alrededor de 3 hasta alre-
25 dedor de 30 por ciento de peso de titanio, siendo el resto
circonio. Las aleaciones pueden clasificarse como aleaciones
en base de circonio y los alcances de composición arriba ci-
tados, producen aleaciones teniendo por lo menos alrededor
de 0,5 por ciento de volumen de una fase intermetálica con-

1 teniendo níquel. Son representativas de las fases interme-
tálicas conteniendo níquel típicamente $NiZr_2$ y $Ni(0,9 Zr, -$
0.1 Ti) $_2$. Las aleaciones tienen un aspecto metálico y el -
examen metalográfico demuestra que las aleaciones tienen -
5 grano medio, teniendo un promedio de tamaño de grano de al-
rededor de 10 miras.

Composiciones particularmente preferidas de las
aleaciones ternarias de este invento, son las siguientes:

10 (a). 10 por ciento de peso de titanio, 5 por cien-
to de peso de níquel, y el resto circonio,

(b). 11 por ciento de peso de titanio, 4 por cien-
to de peso de níquel, y el resto circonio,

15 (c). 11 por ciento de peso de titanio, 12 por cien-
to de peso de níquel, y el resto circonio.

El contenido de impurezas de las aleaciones no es
crítico para el ^{de} desarrollo de las anteriores propiedades cap-
20 tivas y pueden incluirse cantidades sustancialmente de impure-
zas en las aleaciones fabricadas, en tanto que la superficie
de las aleaciones tenga la composición ternaria de circonio-
níquel-titanio efectivamente expuesta para reacción. En la
25 práctica se ha descubierto que contenidos de oxígeno hasta
varios miles de partes por millón en las aleaciones son to-
lerables. Contenidos de nitrógeno hasta alrededor de 750 par-
tes por millón son tolerables y aún deseables, en la utiliza-
ción de las aleaciones como captadores de humedad. Las otras
30

1 impurezas, encontradas en las aleaciones ternarias en este
invento, que no impidan el uso de las aleaciones como capta-
dores, incluyen hidrógeno y carbono. Impurezas metálicas, -
halladas en la aleación, que no impiden el uso de las alea-
5 ciones como captadores, son hafnio en cantidades hasta al-
rededor de 10.000 partes por millón, hierro en cantidades
hasta alrededor de 1.100 partes por millón y cromo en canti-
dades hasta alrededor de 1.000 partes por millón. El hecho
10 de que el contenido de impureza de las aleaciones no sea -
crítico para la utilización de las aleaciones como captado-
res de humedad, permite la fabricación de la aleación de -
componentes de bajo grado de níquel, titanio y circonio, te-
15 niendo contenidos de impurezas., Un ejemplo sería el uso de
circonio impuro disponible de una instalación de producción
de circonio por la ventaja del coste sobre circonio altamen-
te refinado. La utilización de las aleaciones de este inven-
to en aplicaciones nucleares, puede necesitar el control de
20 impurezas de alta sección transversal de absorción de neutro-
nes en las aleaciones.

Las aleaciones arriba mencionadas tienen la pro-
25 piedad de reaccionar con agua durante prolongados períodos
de tiempo a un rápido régimen de reacción en un alcance^{de}/tem-
peratura de alrededor de 200 hasta 650° C o más, elevado sin
resultar pasivas. Un régimen de reacción medido con vapor de
30 agua aproximadamente a 15 torr, fue de alrededor de 1 a 2 mi-

1 crogramos/centímetro cuadrado de área de superficie por mi-
nuto a una temperatura de alrededor de 300° C. Los datos de
reacción, a largo plazo, con agua, fueron obtenidos calen-
tando muestras de aleación en contacto con vapor de agua, y
5 la aleación no exhibió ninguna pasividad durante períodos
mayores de 30 horas. Durante la reacción con agua, las alea-
ciones no permiten sustancialmente ningún desprendimiento
de hidrógeno para ganancias de peso hasta alrededor de 6 por
10 ciento del peso inicial del captador, de modo que el reves-
timiento, usado en asociación con los captadores arriba men-
cionados, no se expondría sustancialmente a ningún hidróge-
no, eliminando por ello la formación de hidruros metálicos,
15 que últimamente pudieran conducir al fallo de los materia-
les metálicos. El desprendimiento mínimo de hidrógeno duran-
te la reacción de las aleaciones con agua, indica una reac-
ción sustancialmente estequiométrica de las aleaciones con
20 agua. Estudios indican que las aleaciones, usadas en este
invento, reaccionan fácilmente con hidrógeno en un alcance
de temperatura de alrededor de 200 hasta alrededor de 600° C.
de modo que las aleaciones usadas en este invento son efica-
ces captadores de hidrógeno. Las aleaciones también reaccio-
25 nan con compuestos conteniendo hidrógeno, tales como algunos
hidrocarburos y con otros gases tales como nitrógeno, dióxido
de carbono, monóxido de carbono y oxígeno. Puesto que las
aleaciones son aleaciones en base de circonio, las mismas -
30

1 tienen una baja sección transversal de neutrones, requeri-
da para el uso en aplicaciones nucleares, cuando se dismi-
nuyen al mínimo las impurezas teniendo alta sección trans-
5 versal de neutrones. Las aleaciones pueden fabricarse en
formas teniendo gran área de superficie.

N O T A

10 La presente patente de invención, comprende las
siguientes reivindicaciones:

15 1.- Perfeccionamientos en la fabricación de ele-
mentos de combustible nuclear, teniendo un recipiente alar-
gado de revestimiento, un cuerpo de material de combustible
nuclear dispuesto en dicho recipiente de revestimiento y re-
llenando parcialmente el mismo y formando una cavidad inter-
na en un extremo de dicho recipiente de revestimiento y un
20 cierre terminal asegurado integralmente y cerrado hermética-
mente en cada extremo de dicho recipiente de revestimiento
y un miembro de retención de material de combustible coloca-
do en la cavidad, caracterizados por un recipiente hueco
25 metálico de retención de partículas con capuchones termina-
les y una porción de pared, teniendo dicho recipiente metá-
lico hueco de retención de partículas una gran cantidad de
aberturas permeables a gas en un capuchón terminal, soste-
niéndose dicho recipiente metálico hueco de retención de -
30 partículas dentro de dicha cavidad, de modo que dicho capu-

1 chón terminal esté colocado alejado del material de combus-
tible nuclear y teniendo dicho recipiente metálico hueco de
retención de partículas, dentro del mismo, una gran cantidad
de partículas de aleación ternaria, teniendo los componentes
5 esenciales de circonio, níquel y titanio, consistiendo dicha
aleación esencialmente en alrededor de 3 hasta alrededor de
12 por ciento de peso de níquel, mayor que circonio, siendo
dicha aleación un material captador para agua, vapor de agua
10 y gases reactivos.

2.- Perfeccionamientos según la reivindicación 1,
caracterizados porque el miembro de retención de material de
combustible es un miembro helicoidal, y el recipiente metá-
lico hueco de retención de partículas está dispuesto dentro
15 del miembro helicoidal en dicha cavidad.

3.- Perfeccionamientos según las reivindicaciones
1 ó 2, caracterizados porque la aleación ternaria consiste
20 en alrededor de 4 por ciento de peso de níquel, alrededor de
11 por ciento de peso de titanio y el resto es circonio.

4.- Perfeccionamientos según las reivindicaciones
1 ó 2, caracterizados porque la aleación ternaria consiste
25 en alrededor de 12 por ciento de peso de níquel, alrededor
de 11 por ciento de peso de titanio y el resto es circonio.

5.- Perfeccionamientos según las reivindicaciones
1 ó 2, caracterizados porque la aleación ternaria consiste
30 en alrededor de 5 por ciento de peso de níquel, alrededor de

1 10 por ciento de peso de titanio y el resto es circonio.

5 5.- Perfeccionamientos según las reivindicaciones 1-5, caracterizados porque el recipiente metálico hueco de retención de partículas y el miembro de retención de material de combustible consisten en acero inoxidable.

10 7.- Perfeccionamientos según las reivindicaciones 1-6, caracterizados porque el recipiente de revestimiento consiste en circonio, aleaciones de circonio, acero inoxidable, aluminio o aleaciones de aluminio.

15 8.- Perfeccionamientos según las reivindicaciones 1-7, caracterizados porque el material de combustible nuclear se compone de compuestos de uranio, compuestos de plutonio, compuestos de torio y de sus mezclas.

20 9.- Perfeccionamientos según las reivindicaciones 1-8, caracterizados porque el recipiente metálico hueco de retención de partículas tiene una gran cantidad de aberturas permeables al gas en un capuchón terminal.

25 10.- Perfeccionamientos según las reivindicaciones 1-9, caracterizados porque la porción de pared de dicho recipiente metálico hueco de retención de partículas tiene una gran cantidad de aberturas permeables al gas, adyacentes a dicho capuchón terminal, que tiene la gran cantidad de aberturas permeables al gas.

30 11.- Perfeccionamientos según las reivindicaciones 1-10, caracterizados porque los capuchones terminales son

1 cóncavos y tienen cavidades hacia la oquedad del recipien-
ta metálico hueco de retención de partículas.

12.- "Perfeccionamientos en la fabricación de ele-
mentos de combustible nuclear".

5 Según se describe y reivindica en la presente me-
moria descriptiva la cual consta de veintidos hojas folia-
das y escritas a máquina por una sola de sus caras y los pla-
nos que a la misma se acompañan.

Madrid, a 6 de Abril de 1973

10

CARLOS ROEB
P. P.

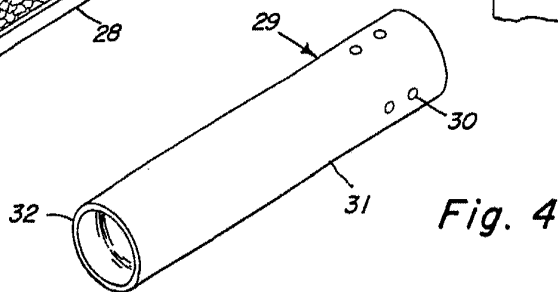
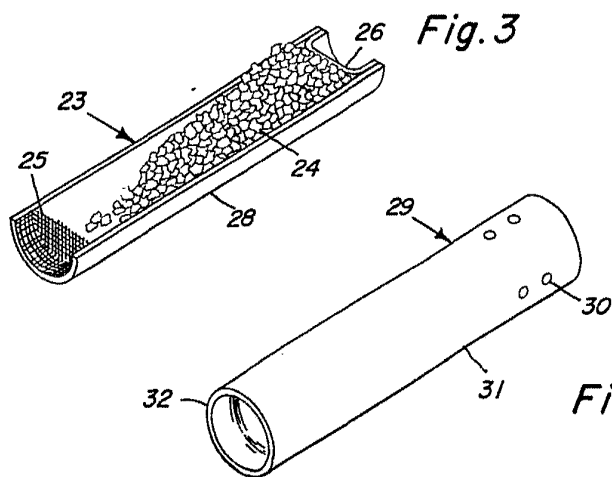
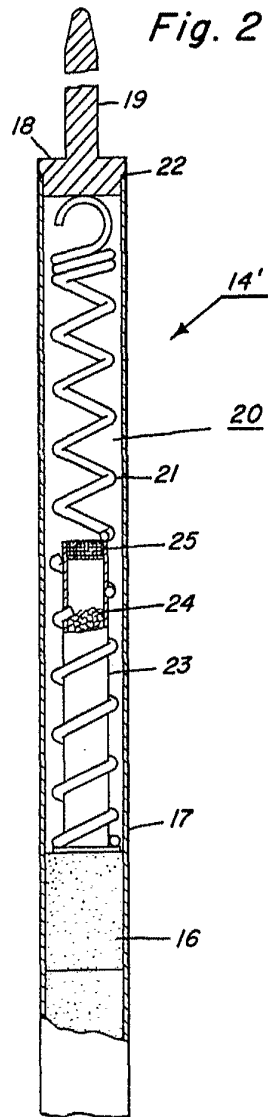
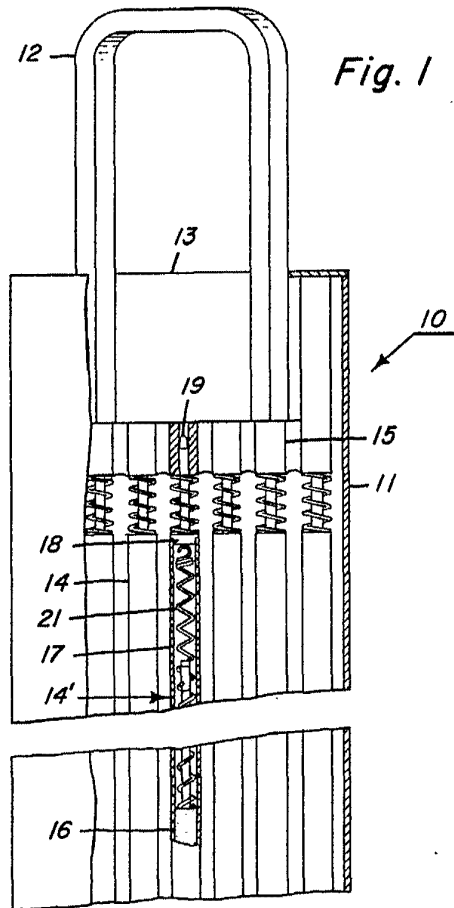
Fdo.: Alfonso Sánchez

15

20

25

30



ESCALA VARIABLE
CARLOS ROER
P. P.