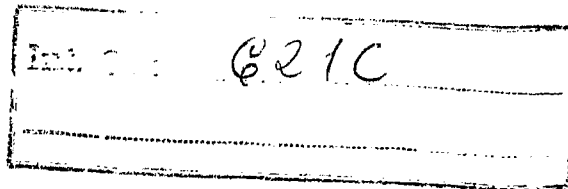


414511



## memoria descriptiva



CLASE DE REGISTRO	Una Patente de Invención, por veinte años en España.
NOMBRE Y NACIONALIDAD DEL SOLICITANTE	GENERAL ELECTRIC COMPANY -Sociedad de EE.UU.-
RESIDENCIA Y DOMICILIO	Schenectady, N.Y. 12305 1 River Road.
<input type="checkbox"/> OBJETO	"Mejoras en la construcción de elementos de combustible nuclear".
Prioridad	Solicitud Patente EE.UU. Serie nº 253.299 del 15.5.1972.
Inventores	1.- Richard THOMPSON PENROSE. (Ambos de nacionalidad de EE.UU.). 2.- John ROBERT THOMPSON.



1 El presente invento se refiere ampliamente a mejo-  
ras en la construcción de elementos de combustible nuclear  
para el uso en el núcleo de reactores de física nuclear, y  
5 más particularmente a elementos de combustible nuclear mejora-  
dos, que tienen dispuesto en el mismo un aditivo de un mate-  
rial conteniendo bario, colocado en el pleno del elemento de  
combustible y capaz de recoger gases por medio de reacción o  
absorción química.

10 Los reactores nucleares al presente se están dise-  
ñando, construyendo y haciendo funcionar, en que el combusti-  
ble nuclear está contenido en elementos de combustible, que  
pueden tener varias formas geométricas, tales como placas, -  
tubos o barras. El material del combustible está usualmente  
15 encerrado en un recipiente o revestimiento resistente a la  
corrosión, no reactivo, conductor del calor. Los elementos  
están revenidos en un entramado a distancias fijas entre sí  
en un canal o región de flujo de refrigerante formando un con-  
junto de combustible y se combinan suficientes conjuntos de  
combustible para formar la reunión o el núcleo de reactor, que  
20 reaccionan en fisión de cadena nuclear, capaz de reacción de  
fisión auto-sostenida. El núcleo, a su vez, está encerrado -  
dentro de un recipiente reactor a través del cual se hace pa-  
sar un refrigerante.

25 El revestimiento sirve para dos fines primarios:  
primero, impedir el contacto y las reacciones químicas entre  
el combustible nuclear, y bien sea el refrigerante, o el mode-  
rador, si estuviera presente, o ambos, y en segundo lugar, -  
evitar los productos de fisión radiactiva, alguno de los cua-  
les son gases, de que se liberen desde el combustible al re-  
30



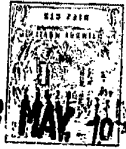
1 frigerante o al moderador, si estuviera presente, o a ambos.  
Los materiales comunes de revestimiento son aleaciones de -  
acero inoxidable, aluminio y sus aleaciones, circonio y sus  
aleaciones. El fallo del revestimiento, debido a la formación  
5 de presión de gas o por otras razones, puede contaminar el  
refrigerante o el moderador y los sistemas asociados con pro-  
ductos radiactivos de prolongada vida a un grado, que inter-  
fiere en el funcionamiento de las instalaciones.

10 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 reves-  
timiento, debido a la reactividad de estos materiales bajo  
ciertas circunstancias. El circonio y sus aleaciones, en cir-  
cunstancias normales, son excelentes materiales como reves-  
15 timiento de combustible nuclear, puesto que tiene bajas sec-  
ciones transversales de absorción de neutrones y a temperatu-  
ras por debajo aproximadamente de 600° F son extremadamente  
estables y no reactivos en presencia de agua desmineralizada  
o vapor, que se usan comunmente como refrigerantes y modera-  
20 dores del reactor. Dentro de los confines de una barra de com-  
bustible cerrada herméticamente, sin embargo, el gas hidrógeno  
generado por la lenta reacción entre revestimiento y agua -  
residual, se puede formar hasta llegar a niveles que, en cier-  
tas condiciones, puede dar por resultado hidroración localizada  
25 de la aleación, con concurrente deterioración de las propieda-  
des mecánicas del revestimiento. El revestimiento también -  
queda adversamente afectado por gases, tales como oxígeno -  
nitrógeno monóxido de carbono y dióxido de carbono a las tem-  
peraturas de funcionamiento del reactor.

30



1 El revestimiento de circonio de un elemento de com-  
bustible nuclear se expone a uno o varios de los gases arriba  
citados durante la irradiación en un reactor nuclear, no obs-  
tante al hecho de que estos gases no pueden estar presentes  
5 en el refrigerante o moderador del reactor, y además pueden  
haber sido excluidos lo más lejos posible de la atmósfera -  
ambiente de la fabricación del revestimiento y del elemento  
de combustible. Sinterizados refractarios y cerámicas, tales  
como dióxido de uranio y otras usadas como combustible nuclear,  
10 desprenden cantidades mensurables de los gases, antes mencio-  
nados, al calentarse, por ejemplo, durante la fabricación del  
elemento de combustible y especialmente durante la irradiación.  
Composiciones en partículas refractarias y cerámicas, tales -  
como polvo de dióxido de uranio y otros polvos usados como -  
15 combustible nuclear se conoce que liberan cantidades todavía  
mayores de los gases antes mencionados durante la irradiación.  
Estos gases reaccionan con material revestido con circonio -  
conteniendo combustible nuclear. Esta reacción puede dar por  
20 resultado la fragilidad del revestimiento, que pone en peli-  
gro la integridad del elemento de combustible. Aunque agua y  
vapor de agua pueden no reaccionar directamente para producir  
este resultado, a elevadas temperaturas el vapor reacciona  
con circonio y aleaciones de circonio para producir hidrógeno  
y este gas además reacciona localmente con el circonio y con  
25 las aleaciones de circonio para causar fragilidad. Estos re-  
sultados indeseados son exagerados por el desprendimiento de  
estos gases residuales dentro del elemento de combustible re-  
vestido con metal, cerrado herméticamente, puesto que incre-  
30 menta la presión interna dentro del elemento y así introduce

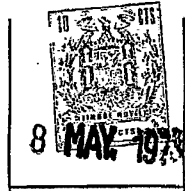


1 esfuerzos en presencia de condiciones corrosivas no anticipadas en el diseño original del tubo revestido.

5 En la industria electrónica, varios componentes electrónicos han sido diseñados para incorporar un "captador" para combinarse químicamente con las trazas residuales de gas en el componente. Un captador también se usa para mantener la pureza del vacío en componentes electrónicos vaciados. Este es un medio menos costoso de proteger el componente electrónico que el usar equipos extractores de vacío para evacuar  
10 completamente un componente electrónico. Los materiales empleados comúnmente como captadores en componentes electrónicos son bario y aleaciones de bario, tales como aleaciones de bario-aluminio. El bario y las aleaciones de bario son particularmente adecuados para este uso porque estos materiales  
15 son suficientemente estables como para permitir la manipulación segura durante el montaje del componente electrónico y además son suficientemente reactivos para enlazar efectivamente los gases residuales. Bario es el material metálico activo más ampliamente usado para los captadores del tipo relámpago  
20 en componentes electrónicos.

25 Captadores de contacto a granel se usan en ambientes de temperaturas más altas en volúmenes limitados, donde no es práctico un captador relámpago. Los captadores a granel, para ser eficaces tienen que llegar a calentarse, pero no se deflagran. Los metales, o mezclas de metales, usados en captadores a granel, incluyen torio, titanio, cesio, circonio, uranio, tantalio, hafnio, niobio, lantano o mezclas de elementos de tierra rara, tal como un metal mixto.

30 A la luz de lo que precede, se ha encontrado, que es



1     deseable reducir al mínimo agua, vapor de agua y otros gases,  
reactivos con el revestimiento, en el interior del elemento  
de combustible, a través del tiempo, en que se está usando  
el combustible nuclear en el funcionamiento de centrales de  
5     energía nuclear. Una de tales soluciones ha sido la de encon-  
trar materiales, que reaccionen químicamente con rapidez y que  
se combinen o absorban agua, vapor de agua y otros gases reac-  
tivos para eliminarles del interior del revestimiento. Aunque  
se han encontrado varios captadores para agua y vapor de agua,  
10    tal como el captador de circonio-titanio expuesto en la paten-  
te de EE.UU. nº 2.926.981, ha seguido siendo deseable desa-  
rrollar un captador teniendo rapidez igual o mayor de reacción  
con humedad y gases y teniendo la característica de reaccio-  
nar con rapidez igual o mayor reacción con humedad y gases y  
15    teniendo la característica de reaccionar rápidamente a las  
temperaturas, que se encuentran en la fabricación de un ele-  
mento de combustible nuclear.

Se ha determinado que en una práctica preferida un  
captador en forma de partículas deberá mantenerse en un re-  
20    cipiente, que asegure la retención no solo de las partículas  
originales de la aleación, sino también de cualesquiera pro-  
ductos de reacción de la aleación, que pudieran tener tamaño  
de partícula medio mucho menor. También se ha determinado que  
el recipiente para sostener la aleación en forma de partículas  
25    debería ser fácil de cargar, debería ser capaz de ser fabri-  
cado a dimensiones dadas con estrechas tolerancias y debería  
ser relativamente resistente a la deformación durante la ma-  
nipulación.

30             Se ha encontrado sorprendentemente, que una forma



1 en partículas de bario o de una aleación de bario (haciéndose  
referencia a ambos como material conteniendo bario) dispues-  
ta en el pleno de un elemento de combustible nuclear, puede  
proteger la integridad de un elemento de combustible nuclear  
5 y evitar el ataque del revestimiento, captando eficazmente  
agua, vapor de agua y gases reactivos con el revestimiento.  
Esto da por resultado una nueva combinación del elemento de  
combustible nuclear conteniendo un aditivo de un material con-  
teniendo bario reaccionando con agua, vapor de agua y gases  
10 reactivos a temperaturas que alcanzan desde la temperatura -  
ambiente hasta las temperaturas del pleno del elemento de com-  
bustible. En una ejecución preferida, el captador de un mate-  
rial conteniendo bario está en forma de partículas y se sos-  
tiene en un recipiente hueco, teniendo una gran cantidad de  
15 aberturas permeables al gas en una porción del recipiente, que  
está situada en el pleno del elemento de combustible nuclear.  
De esta manera, el material de bario está dispuesto en una de  
las situaciones más frías en el elemento de combustible du-  
rante el funcionamiento del reactor y esta situación elimina  
20 sustancialmente cualquier reversión de la reacción captadora  
del material conteniendo bario con agua, vapor de agua y ga-  
ses reactivos. El recipiente, que sostiene el material con-  
teniendo bario, asegura la retención no solo de las partículas  
originales del material de bario, sino también cualesquiera  
25 productos de reacción de la aleación, que pudieran tener un  
tamaño de partículas medio mucho menor, y el recipiente es  
fácil de cargar, puede ser fabricado en dimensiones dadas y  
es sustancialmente resistente a la deformación durante la ma-  
nipulación.  
30



1 La naturaleza de este invento resultará evidente para una  
persona experta en la técnica después de leer la siguiente me-  
5 moria descriptiva y las reivindicaciones adjuntas con refe-  
rencia a los dibujos anexos descritos inmediatamente a conti-  
nuación.

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

La fig. 2, muestra una vista recortada del pleno o  
porción de cavidad de un elemento, de combustible nuclear -  
ilustrando la colocación del captador en un recipiente permea-  
ble al gas, situado dentro de un miembro hãlicoidal en el ple-  
15 no.

La fig. 3, muestra el recipiente permeable al gas  
en sección sujetando el captador de un material conteniendo  
bario en forma de partícula.

Haciendo ahora referencia más particularmente a la  
20 fig. 1, se ilustra en la misma una vista seccional parcial-  
mente recortada de un conjunto 10 de combustible nuclear. Es-  
te conjunto de combustible consiste en un canal 11 de flujo  
tubular de sección transversal generalmente cuadrada con una  
bala elevadora 12 que se extiende por encima del canal 11 y  
25 una pieza prominente en el extremo inferior del canal 11 (no  
ilustrada debido a haberse omitido la porción inferior del -  
conjunto 10). El extremo superior del canal 11 está abierto  
en 13 y el extremo inferior de la pieza prominente está pro-  
visto de aberturas de flujo de refrigerante. Una disposición  
30



1 de elementos de combustible 14 está encerrada en el canal 11,  
mostrándose un elemento de combustible 14' en sección parcial  
y la disposición está soportada en el mismo por medio de una  
placa 15 terminal superior y una placa terminal inferior (no  
5 ilustrada debido a haberse omitido la porción inferior) . El  
refrigerante líquido ordinariamente entra a través de las -  
aberturas en el extremo inferior de la pieza prominente, pa-  
sa hacia arriba alrededor de los elementos de combustible 14  
y se descarga en la salida superior 13 en una condición par-  
10 cialmente vaporizada para reactores de ebullición o en una  
condición parcialmente vaporizada para reactores sometidos a  
presión a temperaturas elevadas.

Haciendo ahora referencia a la fig. 2, en adición  
a la fig. 1, se muestra un elemento o barra 14' de combusti-  
15 ble nuclear, en vista seccional parcial, establecida de acuer-  
do con las enseñanzas de este invento. El elemento de combus-  
tible incluye material de combustible 16, aquí mostrado como  
una cantidad de tabletas de combustible de material fisiona-  
ble y/o fértil colocado dentro de un revestimiento o recipien-  
20 te 17 estructural. En algunos casos las tabletas de combusti-  
ble pueden ser de varias formas, en otros casos pueden usar-  
se diferentes formas de combustible, tales como combustible en  
partículas. La forma física del combustible carece de impor-  
tancia material para este invento. Pueden usarse varios mate-  
25 riales de combustible nuclear, incluyendo compuestos de uranio,  
compuestos de plutonio, compuesto de torio y sus mezclas. Un  
combustible preferido es dióxido de uranio o una mezcla com-  
prendiendo dióxido de uranio y dióxido de plutonio. El reci-  
30 piente está cerrada herméticamente en sus extremos, por medio

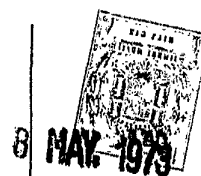
10 3 25-ETS  
8 MAY 1973  
SIEG 874

- 9 -

1 de tapones terminales 18, que pueden incluir vástagos 19 para facilitar el montaje de la barra de combustible en el conjunto. Una cavidad o pleno 20 está previsto en un extremo del elemento de combustible para permitir la expansión longitudinal del material combustible y la acumulación de gases desprendidos desde el material de combustible. Un miembro helicoidal 21 está colocado dentro del espacio 20 y es capaz de procurar soporte interno para aquella parte del revestimiento 17, que rodea el espacio 20 que, de otro modo, no está soportada contra la presión externa de los fluidos moderador-refrigerante. El miembro helicoidal 21 sirve para mantener la posición del combustible durante la manipulación y el transporte de los elementos de combustible. El revestimiento 17 se asegura a tapones terminales 18 por medio de soldaduras circunferenciales 22.

El elemento de combustible está destinado a procurar un excelente contacto térmico entre el revestimiento de combustible y el material de combustible. Un mínimo de absorción de neutrones parásitos y resistencia al combamiento y a la vibración, que se causan ocasionalmente por el flujo del refrigerante a elevada velocidad.

Haciendo referencia a las figuras 2 y 3, está colocado en el pleno 20 dentro del miembro helicoidal 21 (preferente un miembro 21 helicoidal de acero inoxidable) un recipiente hueco 23, preferentemente un recipiente metálico tal como un recipiente de acero inoxidable teniendo una gran cantidad de aberturas permeables al gas en una porción del recipiente, preferentemente un extremo o capuchón 25 del recipiente permitiendo que los gases y líquidos que entran en



1 el pleno 20, penetren en el recipiente 23. En el recipiente  
23 está dispuesto un aditivo de un captador 24 consistente  
en bario o aleaciones de bario conteniendo uno o varios com-  
5 ponentes aleadores de metal en adición al bario, tales como  
aluminio, circonio, níquel, titanio y combinaciones de los  
precedentes. El captador tiene preferentemente forma de par-  
tículas para aumentar al máximo el área de superficie, por  
un gas de peso del captador, disponible para reaccionar con  
los gases y líquidos, que entren en el recipiente 23.

10 Generalmente los componentes aleadores constituirán  
hasta el 15% de peso de la aleación, siendo el resto bario.  
Sin embargo, ciertas aleaciones ventajosas por encima de -  
15% de peso también se consideran en este invento. Una de ta-  
les aleaciones preferidas tiene alrededor de 50% de aluminio,  
15 siendo el resto bario; otra de estas aleaciones tiene alre-  
dedor de 10% de peso de níquel, alrededor de 40% de aluminio,  
siendo el resto bario, y todavía otra de estas aleaciones tie-  
ne alrededor de 15 hasta aproximadamente 20% de circonio, -  
siendo el resto bario.

20 Mientras que las figuras 2 y 3 presentan ejecucio-  
nes preferidas del captador de este invento, formas físicas  
adicionales del captador puede ser utilizados en el pleno -  
20 incluyendo hojas, láminas, películas, alambre, varilla,  
25 barra y combinaciones de los precedentes. Estas y otras for-  
mas físicas pueden ser colocadas en el pleno, preferentemente  
dentro del miembro 20 helicoidal y con preferencia en un re-  
cipiente, tal como un recipiente 23 de acero inoxidable.

30 El recipiente 23 en las figuras 2 y 3, tiene pre-  
ferentemente la forma de un cilindro circular recto, aunque  
también es adecuada cualquier otra configuración del reci-



1 piente. Un extremo o capuchón 26 en la porción 28 de pared  
cilíndrica es de metal sólido, preferentemente acero inoxi-  
dable y el otro extremo o capuchón 25 es con preferencia un  
5 material de criba y preferentemente una criba de acero ino-  
xidable de alrededor de 400 a 32 mallas. El recipiente es -  
reunido por soldadura a alta o baja temperatura o se cierra  
de otro modo el extremo sólido y el extremo de criba dentro  
de la porción 28 de la pared cilíndrica hueca. Los extremos  
o capuchones 25 ó 26 son preferentemente cóncavos o con ca-  
10 vidades dentro del cilindro, como se ilustra en la fig. 3 pa-  
ra facilitar la soldadura. Una cantidad eficaz del captador  
se carga dentro del recipiente con un extremo abierto, pre-  
ferentemente abierto el extremo de criba y entonces se efec-  
túa un cierre terminal típicamente por soldadura de puntos.  
15 Preferentemente alrededor de  $5 \pm 1$  gramos de captador se usan  
en una barra de combustible conteniendo alrededor de kilogra-  
mos de material de combustible nuclear sinterizado (o gene-  
ralmente alrededor de 1 gramo de captador, por kilogramo de  
material de combustible). Se usan cantidades mayores de capta-  
20 dor en barras de combustible de polvo y en barras de combus-  
tible de las que se sospecha que contienen grandes cantida-  
des de gases delétéræo.

El uso preferido del recipiente captador 23, aquí  
25 expuesto, da por resultado ventajas adicionales. El recipien-  
te 23 asegura la retención del captador en partículas y de  
cualquier producto de reacción resultante de la reacción del  
captador con gases reactivos en el elemento de combustible. De  
esta manera, material en partículas desde el plano no será  
30 capaz de entrar en la porción del elemento de combustible, -



1 ocupada por el combustible nuclear, y los productos de reac-  
ción del captador serán retenidos en el pleno, que es la por-  
ción de temperatura más baja del elemento de combustible. Es-  
to mantiene los productos de reacción del captador a tempe-  
5 raturas inferiores y reduciendo la posibilidad de exponer los  
productos de reacción a temperaturas más altas, tendentes a  
liberar los gases reactivos combinados para formar, el pro-  
ducto de reacción. El recipiente 23 es fácil de cargar, pue-  
de ser fabricado dentro de estrechas tolerancias dimensio-  
10 nales , y tiene excelente estabilidad dimensional debido a  
la resistencia del metal, que forma la porción de pared di-  
líndrica. Además, la resistencia del metal, que forma la por-  
ción de pared cilíndrica reduce al mínimo la deformación del  
recipiente durante la manipulación y reunión del elemento de  
15 combustible. En otra ejecución del recipiente, pueden prac-  
ticarse una o varias aberturas en una porción de la porción  
28 de pared cilíndrica para dar acceso a los gases al cap-  
tador. Esta ejecución puede retener el capuchón 25 terminal  
de criba, o puede tener un capuchón terminal sólido reempla-  
zado al capuchón 25 terminal de criba.

El captador usado en el elemento de combustible nuclear de este invento y sus propiedades ahora se describi-  
rán en detalle.

25 Se ha descubierto que, un material adecuado para controlar humedad y otros gases reactivos por combinación  
química con tales materiales gaseosos, un captador, debería tener una combinación de propiedades. Una propiedad deseable  
es la reducción al mínimo de cualquier hidrógeno libre des-  
30 pués de la reacción química del captador con agua, como la

8 MAY 1973

- 13 -

1 reducción al mínimo de hidrógeno libre impide cualesquiera  
fallos de hidruración del revestimiento de elementos de com-  
bustible nuclear. Así, el captador debería reaccionar aproxi-  
madamente de modo estequiométrico con el agua y vapor de agua  
5 (ambos denominados aquí agua) y de tal modo que exista una  
despreciable fuente neta de hidrógeno desde la reacción. El  
captador también debería reaccionar rápidamente con el agua  
a la temperatura, que prevalece en el sistema, en que se uti-  
liza el captador. El captador debería generalmente tener una  
10 baja sección transversal de neutrones y ser poco costoso de  
fabricar. El captador debería también tener la propiedad de  
reaccionar con hidrógeno, otros gases reactivos, tales como  
monóxido de carbono, dióxido de carbono, oxígeno, nitrógeno y  
compuestos conteniendo hidrógeno, tales como hidrocarburo.

15 Bario y las aleaciones de bario aquí descritas tie-  
nen las propiedades antes citadas y pueden adquirirse o fabri-  
carse fácilmente en una forma de partículas pequeñas tenien-  
do un tamaño de malla de criba de Tyler en el alcance desde  
aproximadamente el número 1 al número 8 teniendo una gran área  
20 de superficie para reacción con cualesquiera gases reactivos,  
presentes en el elemento de combustible. Aleaciones de bario,  
conteniendo uno o varios metales en adición al bario, tales  
como aluminio, circonio, níquel, titanio y sus combinaciones,  
pueden obtenerse comercialmente de modo fácil y cuando están  
25 disponibles en el alcance de tamaño antes citado, procuran  
una gran área de superficie reactiva con cualesquiera gases  
reactivos presentes en el elemento de combustible.

30 El contenido de impureza de los materiales conte-  
niendo bario no es crítico para el desarrollo de las prece-



1 dentes propiedades captadoras, y cantidades sustanciales de  
impurezas pueden estar incluidas en los materiales fabrica-  
dos conteniendo bario, en tanto que la superficie de los ma-  
teriales conteniendo bario tenga bario efectivamente expuesto  
5 a la reaccion. En la practica se ha descubierto que son tole-  
rables contenidos de oxigeno hasta varios miles de partes por  
millon en los materiales conteniendo bario. Son tolerables -  
contenidos de nitrogeno hasta alrededor de 750 partes por -  
millon en la utilizacion de los materiales conteniendo bario.  
10 Las otras impurezas halladas en los materiales conteniendo  
bario, usadas en este invento, que no impiden su uso como cap-  
tadores en barras de combustible nuclear, incluyen hidrogeno  
y carbono. Impurezas metalicas, halladas en los materiales -  
conteniendo bario, que no impden el uso de los materiales  
15 conteniendo bario como captadores son, hafnio en cantidades  
hasta alrededor de 1.000 parte por millon o mas, hierro en  
cantidades hasta alrededor de 1.000 partes por millon o mas  
y cromo en cantidades hasta alrededor de 1.000 partes por mi-  
llon o mas. El hecho de que el contenido de impureza de los  
20 materiales conteniendo bario no sea critico para su utiliza-  
cion como captadores de unidad, permite la fabricacion de -  
los materiales conteniendo bario a partir de correspondien-  
tes componentes metalicos de baja graduacion. Puesto que los  
materiales conteniendo bario son utilizados en el pleno de -  
25 los elementos de combustible, pequenas cantidades de impu-  
rezas de alta seccion transversal de absorcion de neutrones  
ofrecen interferencia despreciable.

30 Los materiales conteniendo bario, usados en este  
invento tienen la propiedad de reaccionar con agua durante

8  
MAY 1973

1 prolongados períodos de tiempo a un régimen de reacción rápido  
a través de un alcance de temperatura desde aproximadamente  
la temperatura ambiente (típicamente desde alrededor de 70° F)  
5 hasta la temperatura del pleno del elemento de combustible -  
(típicamente 650 ± 100° F) sin resultar pasivos. Durante la  
reacción con agua, los materiales conteniendo bario sustan-  
cialmente no dejan ningún hidrógeno libre, de modo que el re-  
vestimiento usado en asociación por los captadores de este -  
10 invento no quedaría expuesto a ningún hidrógeno sustancialmen-  
te por ello, eliminando la formación de hidruros metálicos,  
que finalmente conducen a la debilidad o al fallo del reves-  
timiento. Este desprendimiento mínimo de hidrógeno durante la  
reacción de los materiales conteniendo bario con agua, indica  
15 una reacción sustancialmente estequiométrica de los materia-  
les conteniendo bario con agua. Los estudios indican que los  
materiales conteniendo bario, usados en este invento, reaccio-  
nan fácilmente con hidrógeno sobre un alcance de temperatura  
desde temperatura ambiente hasta temperaturas de funcionamien-  
to de reactor, de modo que estos materiales son eficaces cap-  
20 tadores de hidrógeno. Los materiales conteniendo bario también  
reaccionan con compuestos conteniendo hidrógeno, tales como  
hidrocarburos y con otros gases, tales como nitrógeno, dióxido,  
de carbono, monóxido de carbono y oxígeno. Los materiales con-  
25 teniendo bario tienen una baja sección transversal de neutro-  
nes requerida para el uso en aplicaciones nucleares cuando -  
las impurezas teniendo alta sección transversal de neutrones  
se disminuyen al mínimo.

N O T A

=====  
30



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

5 1.- Mejoras en la construcción de elementos de com-  
bustible nuclear, caracterizadas porque cada elemento compren-  
de un recipiente revestido alargado, un cuerpo de material de  
combustible nuclear dispuesto en dicho recipiente revestido  
y rellenando parcialmente el mismo y formando una cavidad in-  
terna con un cierre terminal asegurado integralmente y cerra-  
do herméticamente en cada extremo de dicho recipiente reves-  
10 tido, y dispuesta en la cavidad una cantidad de un aditivo de  
bario o aleaciones de bario con el fin de efectuar la reco-  
lección de gases reactivos en el recipiente, conteniendo las  
aleaciones un componente aleador de aluminio, circonio, níquel,  
titanio o sus combinaciones.

15 2.- Mejoras según la reivindicación 1 caracteriza-  
das porque el aditivo es mantenido en un recipiente colocado  
dentro de un miembro helicoidal colocado en dicha cavidad, con  
un extremo de dicho miembro helicoidal adyacente a dicho cuer-  
po del citado material de combustible nuclear, sirviendo por  
20 ello para mantener la posición de dicho cuerpo de material de  
combustible nuclear en dicho recipiente revestido, teniendo  
el recipiente una gran cantidad de aberturas permeables a gas  
en una porción del recipiente.

25 3.- Mejoras, según las reivindicaciones 1 ó 2, ca-  
racterizadas porque la aleación de bario es una aleación de  
bario-aluminio, una aleación de bario-aluminio-níquel, una  
aleación de bario-circonio, una aleación de bario-níquel o  
una aleación de bario-titanio.

30 4.- Mejoras, según las reivindicaciones 1-3, carac-

10 819  
8 MAY 1979  
DIEZ CTS

- 17 -

1 terizadas porque el recipiente revestido consiste en circo-  
nio, aleaciones de circonio, aleaciones de acero inoxidable,  
aluminio o aleaciones de aluminio.

5 5.- Mejoras, según las reivindicaciones 1-4, caracte-  
terizadas porque el material de combustible nuclear consiste  
en compuestos de uranio, compuestos de plutonio, compuestos  
de torio o de sus mezclas.

10 6.- Mejoras, según la reivindicación 5, caracte-  
rizadas porque el material de combustible consiste en dióxido  
de uranio o una mezcla consistente en dióxido de uranio y dió-  
xido de plutonio.

7.- "Mejoras en la construcción de elementos de  
combustible nuclear".

15 Según se describe y reivindica en la presente me-  
moria descriptiva la cual consta de diecisiete hojas foliadas  
y escritas a máquina por una sola de sus caras y los planos  
que a la misma se acompañan.

Madrid, a

8 MAY 1979

CARLOS ROEB  
P. P.

20

Fde.: Alfonso Sánchez

25

30

8 MAY 1972

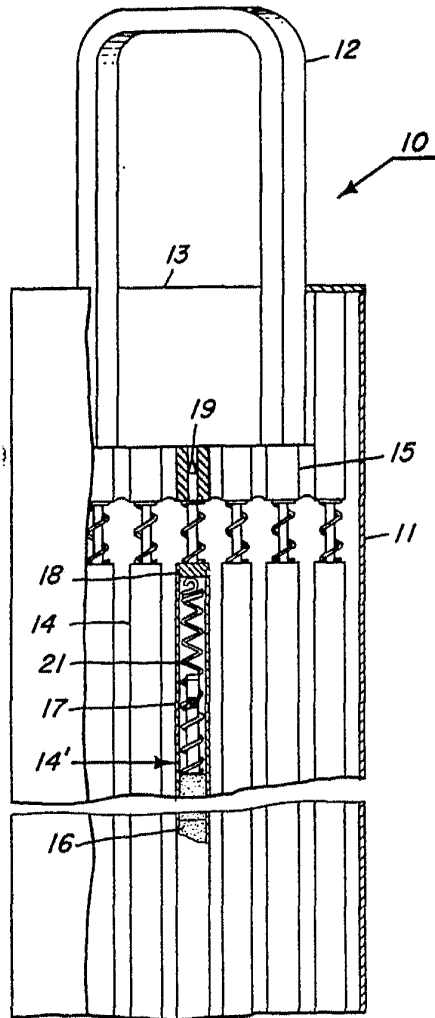


Fig. 1

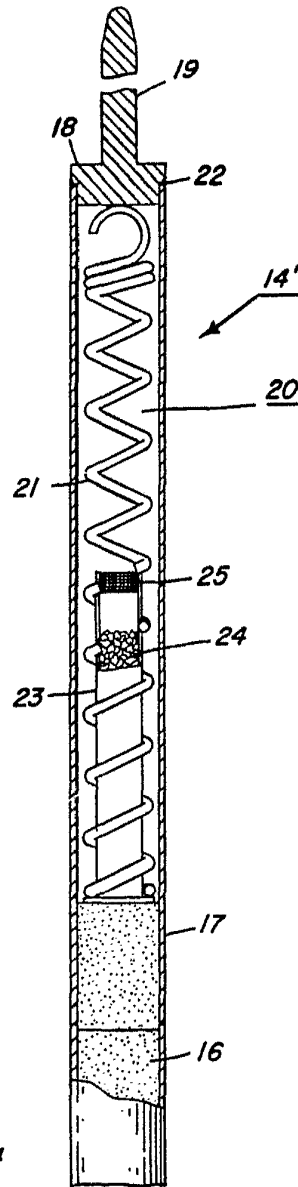


Fig. 2

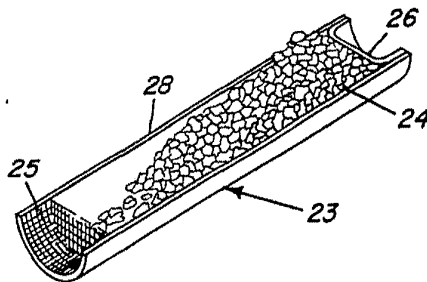


Fig. 3

ESCALA VARIABLE  
CARLOS ROEB  
P. P.

Fdo: Alfonso Sánchez