

MINISTERIO DE INDUSTRIA
REGISTRO DE LA PROPIEDAD INDUSTRIAL



ESPAÑA

10	ES	11	NUMERO	446545	10	A1
		21				
		22	FECHA DE PRESENTACION	31 MAR 1976		

PATENTE DE INVENCION

50 PRIORIDADES:		
51 NUMERO	52 FECHA	53 PAIS
358.736	9-5-1973	EE.UU.
47 FECHA DE PUBLICIDAD	51 CLASIFICACION INTERNACIONAL	52 PATENTE DE LA QUE ES DIVISIONARIA
	G21C	
54 TÍTULO DE LA INVENCION		
"Metodo para la fabricación de elementos de combustible nuclear". Como desglose de la Pte. nº 424.829"		
71 SOLICITANTE (ES)		
General Electric Company, de nacionalidad norteamericana.		
DOMICILIO DEL SOLICITANTE		
Schenectady, N.Y. 12305 (EE.UU.) 1 River Road		
72 INVENTOR (ES)		
1.- Wilfred Thomas ROSS. (Ambos de nacionalidad norteamericana) 2.- Harold Eugene WILLIAMSON.		
73 TITULAR (ES)		
General Electric Company. (de nacionalidad norteamericana)		
74 REPRESENTANTE		
D. Carlos Roeb Ungeher.		

1 El presente invento se refiere en terminos amplios a
método para la fabricación de elementos de combustible nuclear
para el uso en el núcleo de reactores de fisión nuclear y más
5 particularmente a un elemento de combustible nuclear mejorado,
teniendo en el mismo un dispositivo extractor, que comprende
un compuesto bimetálico teniendo los componentes de (1) un
substrato metálico teniendo encima (2) un revestimiento capaz
de ser fracturado y cubriendo por lo menos una porción del
10 substrato. El revestimiento es capaz de captar extrayendo una
fuente de hidrógeno, tal como hidrógeno, vapor de agua y com-
puesto y gases conteniendo hidrógeno. Al presente se diseñan,
construyen y hacen funcionar reactores nucleares, en que el
15 combustible nuclear está contenido en elementos de combusti-
ble, que pueden tener varias formas geométricas, tales como
placas, tubos o barras. El material de combustible está usual-
mente encerrado en un recipiente o revestimiento resistente
a la corrosión, no reactivo, conductor del calor. Los elemen-
20 tos son reunidos entre sí en una red, a distancia fija entre
sí, en un canal o región de flujo de refrigerante formando un
conjunto de combustible y suficientes conjuntos de combusti-
ble son combinados para formar el conjunto de reacción en ca-
25 dena, de fisión nuclear o núcleo de reactor, capaz de una reac-
ción de fisión auto-sostenida. El núcleo, a su vez, está ence-
rrado dentro de un recipiente de reactor, a través del cual se
hace pasar un refrigerante.

1 El revestimiento sirve para dos propósitos primarios:
primero, impedir el contacto y las reacciones químicas entre -
el combustible nuclear y, bien sea el refrigerante o bien el -
moderador, si estuviera presente, o ambos, si tanto el refrige-
5 rante, como el moderador, estuvieran presentes y, en segundo -
lugar, impedir que los productos de fisión radiactivos, algunos
de los cuales son gases, sean liberados de este combustible ha-
cia el refrigerante o moderador o hacia ambos, si están presen-
10 tes, tanto el refrigerante, como el moderador. Son materiales
comunes de revestimiento el acero inoxidable, aluminio y sus -
aleaciones, circonio, y sus aleaciones, niobio (columbio), cier-
tas aleaciones de magnesio y otros. El fallo del revestimiento
15 debido a la formación de presión de gas u otras razones, puede
contaminar al refrigerante o moderador y los sistemas asocia--
dos con productos radiactivos de larga vida en un grado que in-
terfiere con el funcionamiento de la instalación.

20 Se han encontrado problemas en la manufactura y en el
funcionamiento de combustible nuclear, que emplean ciertos me-
tales y aleaciones como material de revestimiento, debido a la
reactividad de estos materiales en ciertas circunstancias. Cir-
conio y sus aleaciones, en circunstancias normales son excelen-
25 tes materiales como revestimiento de combustible nuclear, pues-
to que tienen bajas secciones transversales de absorción de neu-
trones y a temperaturas por debajo de alrededor de 6000 F son
extremadamente estables y no reactivos en presencia de agua -
30 desmineralizada o vapor, que se usan comunmente como refrigeran

1 te y moderadores del reactor. Dentro de los confines de un ele-
mento de combustible cerrado herméticamente, sin embargo, el -
gas hidrógeno, generado por la lenta reacción entre el revesti-
5 miento y el agua residual. puede formarse a niveles que, en -
ciertas condiciones, pueden dar como resultado la hidruración
localizada del revestimiento, con concurrente deterioración en
las propiedades mecánicas del revestimiento. El revestimiento
también es adversamente afectado por gases, tales como oxígeno,
10 nitrógeno, monóxido de carbono y dióxido de carbono a través -
de un amplio alcance de temperaturas.

El revestimiento de circonio de un elemento de com-
bustible nuclear está expuesto a uno o varios de los gases arri-
15 ba indicados durante la irradiación en un reactor nuclear, no
obstante al hecho de que estos gases no pueden estar presentes
en el refrigerante del reactor en su moderador, y además pue-
den haber sido excluidos en tanto fuera posible desde la atmos-
fera ambiente durante la fabricación del revestimiento y del -
20 elemento de combustible. Composiciones sinterizadas refracta-
rias y cerámicas, tales como dióxido de uranio y otros, usados
como combustible nuclear, liberan cantidades mesurables de los
antes mencionados gases al calentar, por ejemplo, durante la -
25 manufactura de elemento de combustible y especialmente durante
la irradiación? Composiciones refractarias y cerámicas en par-
tículas, tales como polvo de dióxido de uranio y otros polvos
usados como combustible nuclear es conocido que liberan cantí-
30 dades todavía mayores de los antes mencionados gases durante -

1 la irradiación. Estos gases reaccionan con el revestimiento -
de circonio, que contiene el combustible nuclear. Esta reacción
puede dar por resultado la fragilidad del revestimiento, lo -
que pone en peligro la integridad del elemento de combustible.
5 Aunque agua y vapor de agua pueden no reaccionar directamente
para producir este resultado, a altas temperaturas el vapor -
de agua reacciona con circonio y aleaciones de circonio para
producir hidrógeno y esta gas reacciona además localmente con -
10 circonio y aleaciones de circonio para causar fragilidad. Es-
tos resultados indeseables son exagerados por la liberación
de estos gases residuales dentro del elemento de combustible
revestido con metal cerrado herméticamente, puesto que incre-
15 menta la presión interna dentro del elemento y así introduce
solicitaciones en la presencia de condiciones corrosivas no -
anticipadas en el diseño original del revestimiento.

A la luz de la que precede, se ha encontrado ser de
20 seable reducir al mínimo agua, vapor de agua y otros gases, es
pecialmente hidrógeno, reactivos con el revestimiento desde -
el interior del elemento del combustible a través del tiempo,
en que se usa el elemento de combustible en el funcionamiento
de instalaciones de energía nuclear. Uno de tales acercamien-
25 tos ha sido el encontrar materiales que químicamente reaccio-
nen con rapidez con el agua, vapor de agua y otras gases, pa-
ra eliminar estos desde el interior del revestimiento y tales
materiales se denominan extractores. Aunque se han encontrado -

1 varios extractores para agua y vapor de agua, tales como el ex-
tractor de circonio-titanio, expuesto en las patentes de EE.UU.
núm. 2.226.981 y 3.141.830 ha seguido siendo deseable desarro-
5 llar un extractor que tenga igual o todavía mayor rapidez de -
reacción con hidrógeno y compuestos conteniendo hidrógeno y te-
niendo la característica de producir despreciable gas de hidró-
geno durante la reacción con humedad.

También es deseable eliminar un problema asociado -
10 con el uso de circonio y aleaciones de circonio como un extrac-
tor en combustible nuclear; este problema es la tendencia del
circonio y aleaciones de circonio para formar una película con-
tinua protectora de óxido de circonio. Esta película inhibe la
15 reacción del circonio situado debajo con el material, que debe
ser extraído. La película de óxido de circonio se forma sobre
todas las superficies de un material de circonio expuestas a -
una atmósfera conteniendo oxígeno a las temperaturas del fun-
cionamiento del reactor.

20 Un extractor particularmente eficaz, que vence los -
problemas precedentes tiene la forma de un compuesto, que está
dispuesto en un elemento de combustible nuclear. El extractor
comprende un compuesto bimetálico con un substrato teniendo en
25 cima un revestimiento capaz de extraer gases reactivos inclu-
yendo una fuente de hidrógeno tal como hidrógeno, vapor de agua
y compuestos conteniendo hidrógeno. El revestimiento cubre por
lo menos una porción del substrato y el substrato tiene un coe-
30 ficiente de expansión térmica mayor (o más amplio) de lo que -

1 tiene el revestimiento, de modo que el substrato ejerce presión sobre el revestimiento, produciendo fractura intermitente de la película de superficie y en último lugar del revestimiento. La fractura de cualquier película sobre la superficie del revestimiento incluye cualquier película de óxido protectora y esto expone superficies frescas del revestimiento para extracción durante el ciclo de calentamiento del reactor nuclear. El compuesto puede estar dispuesto en el combustible nuclear, en el pleno del elemento de combustible o tanto en el elemento nuclear, como en el pleno. Esta disposición del elemento de combustible nuclear utiliza las propiedades del revestimiento para reacción con cualquier gas reactivo y particularmente cualquier fuente de hidrógeno, presente en el elemento de combustible y permite la exposición de superficies frescas del revestimiento, libre de películas protectoras, para reacción durante sustancialmente la vida funcional del elemento de combustible nuclear. Este invento incluye además un método para producir un elemento de combustible nuclear según se ha descrito arriba.

El invento del presente caso resultará evidente de la lectura de la siguiente memoria descriptiva y de las reivindicaciones anexas con referencia a los dibujos adjuntos descritos inmediatamente a continuación.

La fig. 1, presenta una vista parcial seccionada de un conjunto de combustible nuclear, conteniendo elementos de

1 combustible nuclear, contruidos de acuerdo con las enseñanzas
de este invento con un elemento mostrado en vista seccional -
parcial.

5 La fig. 2, muestra una vista seccionada de la porción
del pleno de un elemento de combustible nuclear ilustrando en-
señanzas de este invento de la colocación de un material com-
puesto, que sirve como extractor dentro de un miembro helicoi-
dal en el pleno y entre dos tabletas de combustible.

10 La fig. 3, muestra una vista seccional isométrica, -
grandemente aumentada, de un extractor en la forma de una tira
bimetálica de acuerdo con las enseñanzas de este invento.

15 La fig. 4, muestra una vista seccional recortada de
un extractor en la forma de una partícula discreta teniendo un
revestimiento sobre un substrato metálico, también de acuerdo
con la enseñanza de este invento.

20 La fig. 5, muestra una vista seccional isométrica -
grandemente aumentada de otra ejecución del extractor en la for-
ma de una cinta con la superficie de un substrato metálico, que
está revestido de acuerdo con la enseñanza de este invento.

25 Haciendo ahora referencia más particularmente a la -
fig. 1, en la misma se muestra una vista seccional parcialmen-
te recortada de un conjunto 10 de combustible nuclear. Este -
conjunto de combustible consiste en un canal 11 de flujo tubu-
lar de sección transversal cuadrada, provisto en su extremo su-
perior de una bala elevadora 12 y en su extremo inferior de -
30 una pieza de prominencia (no mostrada debido a que se ha omiti

1 do la porción inferior del conjunto 10). El extremo superior -
del canal 11 está abierto en 13 y el extremo inferior de la -
pieza de prominencia está provista de aberturas de flujo de re-
frigerante. Una disposición de elementos de combustible 14 es-
5 tá encerrada en el canal 11 y soportada en el mismo por medio
de una placa terminal superior 15 y una placa terminal inferior
(no ilustrada debido a haberse omitido la porción inferior). -
El refrigerante líquido ordinariamente entra a través de las -
10 aberturas en el extremo inferior de la pieza de prominencia,
pasa hacia arriba alrededor de los elementos de combustible 14
y se descarga en la salida superior 13 en una condición par- -
cialmente vaporizada para reactores hervientes o en una condi-
15 ción no vaporizada para reactores a presión a temperaturas ele-
vadas.

Haciendo ahora referencia a la fig. 2, en adición a
la fig. 1, un elemento de combustible nuclear o barra 14' se -
ilustra en vista seccional parcial construida de acuerdo con -
20 las enseñanzas de este invento. El elemento de combustible in-
cluye material de combustible 16, aquí mostrado como una plura-
lidad de tabletas de combustible de material fisionable y/o -
perfil, colocado dentro de un revestimiento o recipiente 17 es-
25 tructural. En algunos casos, las tabletas de combustible pue-
den ser de varias formas; en otros casos formas de combusti-
bles diferentes tales como combustible en partículas pueden -
utilizarse. La forma física del combustible carece de importan-

1 cia para este invento. Varios materiales de combustible nuclear
pueden ser usados incluyendo compuestos de uranio, compuestos
de plutonio, compuestos de torio y sus mezclas. Un combustible
5 preferido es dióxido de uranio o una mezcla comprendiendo dióxido
de uranio y dióxido de plutonio. El recipiente está cerrado
herméticamente en sus extremos por medio de tapones termina
les 18 que pueden incluir vástagos 19 para facilitar el montaje
de la barra de combustible en el conjunto. Un espacio hueco o
10 pleno 20, está previsto en un extremo del elemento de combusti
ble para permitir la expansión longitudinal del material de com
bustible y acumulación de gases liberados desde el material
combustible. Un medio 21 de retención de material de combusti
15 ble nuclear en la forma de un miembro helicoidal está colocado
dentro del espacio 20, últimamente para procurar una restric
ción contra el movimiento axial de la columna de tabletas espe
cialmente durante la manipulación y el transporte del elemento
de combustible. El revestimiento 17 está asegurado a tapones
20 terminales 18 por medio de soldaduras circunferenciales 22.

El elemento de combustible está destinado a procurar
un excelente contacto térmico entre el revestimiento y el mate
rial de combustible, un mínimo de absorción parásita de neutro
25 nes y resistencia al alabeo y vibración, que se causan ocasio
nalmente por el flujo del refrigerante a alta velocidad.

Haciendo referencia ahora a la fig. 2, allí se colo
ca el miembro helicoidal interno 21 en el pleno 20, un extrac
30 tor 23 en la forma de tiras bimetálicas. El extractor 23 comprende
un compuesto con un substrato metálico teniendo encima un re

1 vestimiento capaz de recoger gases reactivos incluyendo una -
fuente de hidrógeno, tal como hidrógeno, vapor de agua y com-
puestos conteniendo hidrógeno, y el revestimiento cubre por lo
5 menos una porción del substrato. El substrato tiene un coefi-
ciente de expansión térmica mayor que el revestimiento, y el
revestimiento desarrolla una película protectora como una pelí-
cula de óxido con el transcurso del tiempo, especialmente a -
10 temperaturas elevadas. Durante un periodo de tiempo a tempera-
turas de funcionamiento de reactor, la película protectora es
fracturada y porciones frescas del revestimiento son expues-
tas a cualquier gas reactivo incluyendo cualquier fuente de "H
15 hidrógeno presente en el elemento de combustible, permitiendo
la extracción eficaz del hidrógeno. La superficie del revesti-
miento, expuesta por la fractura de la película protectora ind-
20 cialmente, no tendrá una película protectora actuando como una
barrera a la extracción efectiva. Con ulterior transcurso de
tiempo, una fractura de la película protectora del revestimien-
to crecerá en una grieta en el revestimiento exponiendo ulte-
25 riores porciones del revestimiento capaces de recoger gases -
reactivos.

Con mayor detalle y haciendo referencia a la fig. 3,
25 el extractor tiene la forma de una tira metálica, y un substra-
to 24 del extractor 23 consiste en un material metálico, tal como
níquel o aleaciones de níquel teniendo un mayor coeficiente de
expansión térmica del revestimiento 25. El substrato 24 tiene

1 por lo mismo un revestimiento 25, tal como un revestimiento de
circonio o de aleaciones de circonio que podrían mencionarse
como revestimiento fracturable y un revestimiento, que desarro
5 lla fracturas al calentar el extractor. La superficie del re
vestimiento expuesta por las fracturas inicialmente no tendrá
una película protectora, tal como una película de óxido metá
lico, que pudiera actuar como una barrera a la extracción de
escape.

10 El compuesto tiene preferentemente la forma de ti--
ras 23 bimetálicas en la fig. 3 ó de un cilindro circular rec
to 26, como se muestra en la fig. 2, aunque es adecuada cual
quier otra configuración para el compuesto. A título de otro
15 ejemplo la fig. 4 presenta una vista seccional recortada de -
un extractor 27 en la forma de una partícula discreta, tenien
do el revestimiento 29 sobre un substrato 28 metálico. El subs
trato 28 de la partícula 27 de extractor consiste en un mate
rial metálico, tal como níquel o aleaciones de níquel, que -
20 tienen un mayor coeficiente de expansión térmica que el reves
timiento 29. El revestimiento 29 consiste en un material metá
lico, tal como circonio o aleaciones de circonio, que podrían
mencionarse como revestimiento fracturable y un revestimiento,
25 que fractura cualquier película de superficie al calentar el
extractor. La superficie del revestimiento, expuesta por la -
fractura de películas superficiales, no tendrá inicialmente -
ninguna película protectora actuando como barrera a la extrac
ción eficaz.
30

1 La fig. 5 presenta un extractor 30 en la forma de -
una cinta teniendo revestimiento 31 a cada lado de un substra
to metálico 32. El substato 32 de la cinta extractora 30 con-
5 siste en un material metálico tal como níquel y aleaciones de
níquel, que tienen un mayor coeficiente de expansión térmica
que los revestimientos 31. Los revestimientos 31 consisten en
un material metálico, tal como circonio o aleaciones de circo
nio, y el revestimiento desarrolla fracturas e n cualquier pe
10 lícula protectora al calentar el extractor. La superficie del
revestimiento expuesta por las fracturas, inicialmente no ten-
drá una película protectora, actuante como barrera a la extrac
ción eficaz.

15 Una cantidad eficaz del revestimiento para extrac-
ción se designa a ser incluida en el compuesto. Por ejemplo,
por lo menos alrededor de 4 g. de revestimiento metálico se -
destinan a ser incluidos en un típico elemento de combustible
nuclear. Una mayor cantidad se uña en la práctica y puede -
20 usarse en elementos de combustible conteniendo combustible nu
clear en forma de polvo y enelementos de combustible de los que
se sospeche que contienen grandes cantidades de gases deleté-
reos, tales como hidrógeno y vapor de agua.

25 Una descripción preferida del extractor y de sus pro
piedades, que forman un compuesto usado en el elemento de com
bustible nuclear de este invento ahora se describiran en deta
lle.

1 Un extractor adecuado para el revestimiento y capaz
de recoger una fuente de hidrógeno y otros gases reactivos -
combinando químicamente o absorbiendo tales materiales, debe-
ría tener una combinación de propiedades. Una propiedad desea-
5 ble es la reducción al mínimo de cualquier hidrógeno libre -
después de reacción química de un extractor con una fuente de
hidrógeno, con el fin de evitar fallos de hidruro del revesti-
miento del elemento de combustible, en que se use el extrac-
10 tor, Aquí, el extractor debería reaccionar de modo aproximado
estequiométricamente con vapor de agua, cuando ésta es la " "
fuente de hidrógeno, de modo que no exista ninguna fuente ne-
ta sustancial de hidrógeno procedente de la reacción. El ex-
15 tractor también debería reaccionar con vapor de agua a la tem-
peratura que prevalece en el sistema en que se utilice el ex-
tractor, que estaría en el alcance desde alrededor de 200 has-
ta alrededor de 650° C para una aplicación preferida del ex-
20 tractor en el pleno de elementos de combustible nuclear. El -
extractor debería tener también una baja sección transversal
de neutrones y ser poco costoso ~~y~~ fabricar. Preferentemente,
el extractor debería tener también la propiedad de reaccionar
con hidrógeno y compuestos conteniendo hidrógeno gaseosos, ta-
25 les como hidro-carburo y fluoruro de hidrógeno.

 La propiedades arriba discutidas para el extractor -
se incorporan en un número de metales y aleaciones, tales co-
mo circonio y aleaciones de circonio, preferentemente aleacio-
30 nes de circonio teniendo un contenido de circonio de por lo -

1 menos alrededor de 50% de circonio en peso. Una ejecución par
ticularmente preferida de este invento tiene un revestimiento
de circonio metálico y aleaciones de circonio, tales como -
Zircaloy-2, Zircaloy-3 y Zircaloy-4. También se encuentran -
5 dentro del alcance de este invento aleaciones de circonio con
niobio, titanio, níquel, itrio y sus mezclas.

El substrato metálico, usado para formar un material
compuesto, se requiere que tenga ciertas propiedades con el -
10 fin de aplicar una sollicitación tensil al revestimiento a tem
peraturas elevadas, suficiente para desarrollar fracturas en
la película de superficie del revestimiento. La aplicación de
sollicitación tensil es necesaria para asegurar que cualquier
15 película de óxido metálico, asociada con el revestimiento, -
tal como una película de óxido de circonio, asociada con el -
circonio y aleaciones de circonio, se fractura durante el ca-
lentamiento. Esto deja superficies no protegidas, desnudas del
revestimiento expuestas al ambiente del elemento de combustible
20 y disponibles para reaccionar rápidamente con cualquier gas -
reactivo, tal como una fuente de hidrógeno, que se ponga en -
contacto con el revestimiento. El substrato es seleccionado -
del grupo consistente en níquel, aleaciones de níquel, tales
25 como aleaciones de níquel-estaño, aleaciones ferrosas, tales
como aleaciones de hierro, cromo, níquel y un acero inoxidab-
le, tal como acero inoxidable austenítico 18-8, titanio y -
aleaciones de titanio, tales como aleaciones de titanio-ní- -
30 quel. Los metales precedentes y sus aleaciones tienen un ma--

1 yor coeficiente de expansión térmica que el revestimiento. Es-
to dar por resultado la fractura de la película de óxido metá-
lico sobre el revestimiento y en último lugar del revestimiento
5 como exposición de porciones frescas de la superficie del re-
vestimiento durante cada ciclo de calentamiento de elemento de
combustible nuclear.

El revestimiento debe sujetarse al substrato de modo
que la expansión térmica en el substrato sea transmitida al re-
10 vestimiento para iniciar y desarrollar fracturas.

El revestimiento es aplicado típicamente por plaquea-
do, trabazón de difusión, deposición de vapor, o trabazón mecá-
nica, tales como laminado, estampación, forjado y semejantes.
15 Cualquier medio adecuado para aplicar el revestimiento, para -
conseguir la sujeción del revestimiento al substrato se encuen-
tra dentro del alcance de este invento.

Secciones transversales de revestimiento preferidas
son por lo menos del orden de alrededor del 20% del grosor de
20 la sección transversal resultante y hasta alrededor de 60% del
grosor de la sección transversal resultante del extractor y un
alcance especialmente preferido de la sección transversal de -
revestimiento es desde alrededor de 30 hasta alrededor de 50%
25 del grosor del compuesto. Un grosor de revestimiento preferido
sobre un substrato en el alcance desde el alrededor de 1 a 100
milésimas de pulgada ha dado excelentes resultados.

El contenido de impurezas del metal o de sus aleacio-
30 nes, según este invento, que sirven como revestimiento, y ade-

1 cuadas para extraer una fuente de hidrógeno o otros gases reac-
tivos no es crítico para el desarrollo de las propiedades ex--
tractoras, y una cantidad sustancial de impurezas puede incluir
5 se en tal metal o sus aleaciones. En la práctica se ha descubier
to que contenidos de oxígeno hasta varios miles de partes por
millón, en el extractor, son tolerables. Contenidos de nitróge
no hasta alrededor de 750 partes por millón son tolerables en
la utilización del extractor. Las otras impurezas encontradas en
10 los extractores según se emplean en este invento, que no impi-
den el uso del extractor, incluyen hidrógeno y carbono. Impure
zas metálicas encontradas en el extractor, que no impiden el -
uso del mismo son hafnio y cronio. El hecho de que el conteni-
15 do de impurezas de los extractores usados en este invento no -
sea crítico para la utilización del extractor para extraer hi-
drógeno, permite la fabricación de la aleación a partir de com
ponentes de bajo grado. Un ejemplo sería el de usar circonio im
puro disponible de una instalación de producción de circonio -
20 por la ventaja del coste sobre circonio altamente refinado. -
Sin embargo, dependiendo de la posición del extractor en el -
elemento de combustible, la utilización de los extractores de
este invento en elemento de combustible nuclear, puede reque--
25 rir el control de impurezas de alta sección transversal de ab-
sorción de neutrones en los extractores.

Los extractores de este invento tienen la ventaja de
reaccionar con una fuente de hidrógeno durante prolongados pe-
30 riodos de tiempo debido a la fractura intermitente de la peli-
cula sobre el revestimiento y últimamente la fractura de las -

1 porciones frescas exponentes del revestimiento del extractor -
libre de cualesquiera películas.

- N O T A -
=====

5 La presente patente de invención comprende las si- -
guientes reivindicaciones:

10 1.- Método para la fabricación de elementos de com-
bustible nuclear, según las reivindicaciones precedentes, ca-
racterizado porque se rellena parcialmente un recipiente reves-
tido, abierto en un extremo, con material de combustible nu- -
clear, dejando una cavidad en el extremo abierto, insertando -
un medio de retención de material de combustible nuclear en di-
15 cha cavidad, insetando un extractor dentro del recipiente, con-
sistiendo el extractor en un substrato metálico teniendo enci-
ma del mismo un revestimiento cubriendo por lo menos una por-
ción del substrato, teniendo el substrato un mayor coeficiente
20 térmico de expansión que el revestimiento y siendo capaz el re-
vestimiento de recoger gases reactivos, aplicando un cierre al
extremo abierto del recipiente, dejando la cavidad en comunica-
ción con el combustible nuclear y después uniendo el extremo -
de un recipiente revestido con dicho cierre para formar entre
25 medias una junta hermética, por lo que dicho extractor es ex-
puesto a gases reactivos liberados dentro del recipiente reves-
tido.

30 2.- Método, según la reivindicación 1, caracterizado
porque el medio de retención de material de combustible nuclear

1 es un miembro helicoidal y el extractor está inserto en el miembro helicoidal.

3.- Método, según la reivindicación 1, caracterizado porque el extractor está dispuesto con el material de combustible nuclear.

4.- Método, según las reivindicaciones 1-3, caracterizado porque el revestimiento consiste en circonio o aleación del circonio.

5.- Método según la reivindicación 4, caracterizado porque la aleación de circonio tiene un componente de niobio, titanio, níquel, itrio o sus mezclas.

6.- Método según las reivindicaciones 3-4, caracterizado porque el substrato consiste en níquel, aleación de níquel, aleación ferrosa, acero inoxidable, titanio o aleación de titanio.

7.- Método, según las reivindicaciones 1-5, caracterizado porque el material de combustible nuclear consiste en compuestos de uranio, compuestos de plutonio, compuestos de torio o sus mezclas.

8.- Método según las reivindicaciones 1-7, caracterizado porque el material de combustible nuclear consiste en dióxido de uranio o en una mezcla consistente en dióxido de uranio y dióxido de plutonio.

9.- Método según las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque cuando debe protegerse un elemento de combustible nuclear ante una fuente de hidrógeno y otros gases

1 reactivos en el elemento de combustible nuclear durante el fun
cionamiento del reactor nuclear, se introduce un extractor en
el elemento de combustible nuclear consistiendo el extractor en
5 un substrato metálico teniendo encima un revestimiento, cubrien
do por lo menos una porción del substrato teniendo el substrato
un mayor coeficiente de expansión térmico que el revesti- -
miento y siendo el revestimiento capaz de recoger gases reacti
vos.

10 10.- Método, según la reivindicación 9, caracteriza
do porque el revestimiento consiste en circonio o aleación del
circonio.

15 11.- Método según la reivindicación 10, caracteriza
do porque la aleación de circonio tiene un componente de nio--
bio, titanio, níquel, itrio o sus mezclas.

20 12.- Método, según las reivindicaciones 9-11, caracte
rizado porque el substrato consiste en níquel, una aleación -
de níquel, una aleación ferrosa, acero inoxidable, titanio o -
una aleación de titanio.

13.- Método para la fabricación de elementos de com
bustible nuclear.

25 Según se describe y reivindica en la presente memo--
ria descriptiva y se ilustra con los planos reglamentarios que
a la misma se acompañan.

1 Consta la presente memoria de veinte hojas foliadas
y escritas a máquina por una sola de sus caras.

MADRID

5

31 MAR 1976
CARLOS ROEB
P. P.
Fde.: Pedro Matamoros

10

15

20

25

30

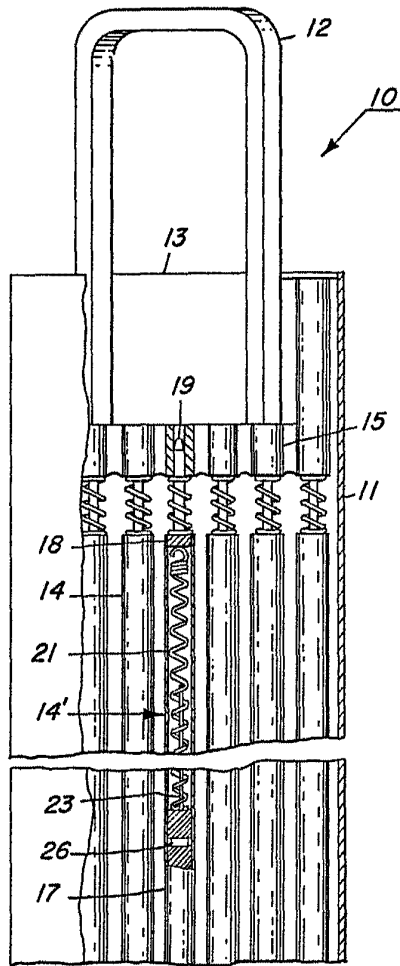


Fig. 1

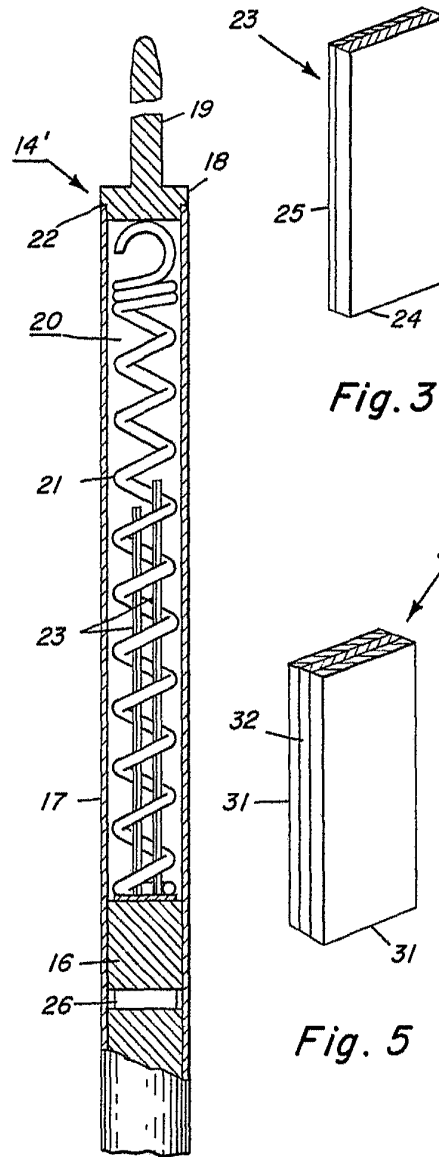


Fig. 2

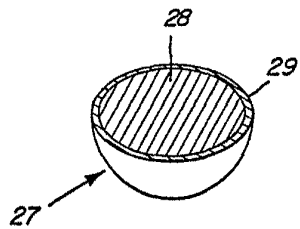


Fig. 4

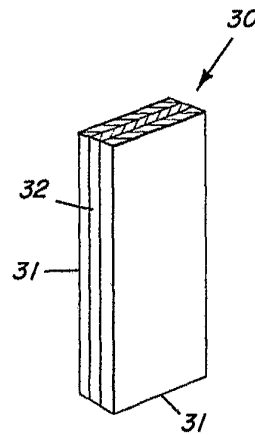


Fig. 5

ESCALA VARIABLE
CARLOS ROY B
R. P.

Fdo.: Pedro Mazamorón