

409209

memoria descriptiva

CLASE DE
REGISTRO

Una Patente de Invención, por veinte años en España.

NOMBRE Y
NACIONA-
LIDAD DEL
SOLICITANTE

GENERAL ELECTRIC COMPANY
- sociedad de U.S.A. -

RESIDENCIA
Y DOMICILIO

Schenectady, N.Y. 12306 (U.S.A.)
1 River Road.

OBJETO

"Mejoras en la fabricación de elementos de combustible nuclear".

INVENTORES

Leonard Nathan GROSSMAN y Harry Albert LEVIN, ambos de U.S.A.

PRIORIDAD

Solicitud patente U.S.A. Serial No. 205.789 del 8 de diciembre de 1971.

1 El presente invento se refiere en términos genera-
les a mejoras introducidas en la fabricación de los elemen--
tos de combustible nuclear para el uso en el núcleo de reac-
tores de fisión nuclear y más particularmente a elementos de
5 combustible nuclear mejorados, teniendo una aleación con los
componentes esenciales de níquel, titanio y circonio, situa-
dos en el pleno del elemento de combustible y capaces de reac-
cionar con agua, vapor de agua y gases reactivos.

10 Los reactores nucleares, que se diseñan, constru-
yen y hacen funcionar al presente, en que el combustible nu-
clear está contenido en elementos de combustible, que pueden
tener varias formas geométricas, tales como placas, tubos o -
barras. El material de combustible está usualmente encerrado
15 en un recipiente o revestimiento resistente a la corrosión,
no reactivo, conductor de calor. Los elementos son reunidos
en un entramado a distancias fijas entre sí en un canal o re-
gión de flujo de refrigerante formando un conjunto de combus-
tible y suficientes a conjuntos de combustible se combinan -
20 para formar el conjunto o núcleo de reactor, que reacciona -
en cadena de fisión nuclear capaz de reacción de fisión auto-
sostenida. El núcleo, a su vez, está encerrado dentro de un
recipiente del reactor, a través del que se hace pasar un re-
frigerante.

25 El revestimiento sirve para dos propósitos princi-
pales: primero, impedir el contacto y las reacciones quími--
cas entre el combustible nuclear y, bien sea el refrigerante
o el moderador, si está presente, o ambos; y en segundo lu-
gar impedir que los productos radioactivos de fisión, algu--
30 nos de los que son gases, se liberen desde el combustible al

1 refrigerante o moderador, o a ambos. Los materiales de revestimiento comunes son acero inoxidable, aluminio y sus aleaciones, circonio y sus aleaciones, niobio (columbio), ciertas -
aleaciones de magnesio y otros. El fallo del revestimiento, -
5 debido a la formación de presión de gas u otras razones puede contaminar el refrigerante o moderador y los sistemas asociados con productos radiactivos de larga vida a un grado que interfiere con el funcionamiento de la instalación.

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 revestimiento, debido a la reactividad de estos materiales en ciertas circunstancias. El circonio y sus aleaciones en circunstancias normales son excelentes materiales como revestimiento
15 de combustible nuclear, puesto que tienen bajas secciones transversales de absorción de neutrones y a temperaturas por debajo de alrededor de 600° F son extremadamente estables y no reactivos en presencia de agua desmineralizada por vapor, que se usan comúnmente como refrigerantes y moderadores de
20 reactor. Dentro de los confines de una barra de combustible, cerrada herméticamente, sin embargo, el gas hidrógeno, generado por la lenta reacción entre el revestimiento y el agua residual pueden establecerse a niveles que, en ciertas condiciones, pueden dar por resultado hidruración localizada de la
25 aleación con concurrente deterioración en las propiedades mecánicas del revestimiento. El revestimiento también queda adversamente afectado con gases como oxígeno, nitrógeno, monóxido de carbono y dióxido de carbono a todas las temperaturas.

1 El revestimiento de circonio de un elemento de com
bustible nuclear está expuesto a uno o varios de los gases -
arriba citados durante la irradiación en un reactor nuclear,
no obstante al hecho de que estos gases pueden no estar pre-
5 sentes en el refrigerante reactor o moderador y además pue-
den haber sido excluidos en lo posible de la atmósfera am-
biente durante la manufactura del revestimiento y del clemen-
to de combustible. Composiciones sinterizadas refractarias y
cerámicas, tales como dióxido de uranio y otras usadas como
10 combustible nuclear, liberan cantidades mesurables de los an-
tes mencionados gases, al calentar, en casos como durante la
fabricación de combustible nuclear y especialmente durante la
irradiación. Composiciones en partículas, refractarias y cé-
ramicas, tal como polvo de dióxido de uranio y otros polvos,
15 usados como combustible nuclear, se conoce que liberan aún -
mayores cantidades de los antes mencionados gases de la irra-
diación. Estos gases reaccionan con el material de revesti-
miento de circonio conteniendo el combustible nuclear. Esta
reacción puede dar por resultado la fragilidad del revesti-
20 miento, que pone en peligro la integridad del elemento de -
combustible. Aunque agua y vapor de agua pueden no reaccio-
nar directamente para producir este resultado, a elevadas -
temperaturas el vapor de agua reacciona con circonio y alea-
25 ciones de circonio para producir hidrógeno y este gas reac-
ciona ulteriormente de modo local con circonio y aleaciones
de circonio para causar fragilidad. Estos resultados indesea-
bles son exagerados por la liberación de estos gases residua-
les dentro del elemento de combustible, revestido con metal,

30

1 cerrado herméticamente, puesto que incrementa la presión interna dentro del elemento y así introduce solicitaciones en presencia de condiciones corrosivas no anticipadas en el diseño original del tubo revestido.

5 A la luz de lo que precede, se ha encontrado deseable reducir al mínimo el agua, vapor de agua y otros gases, reactivos con el revestimiento, dentro del interior del revestimiento, durante el tiempo, en que se usa combustible nuclear en el funcionamiento de instalaciones de energía nuclear. Uno de estos intentos ha sido el encontrar materiales, que reaccionen químicamente de modo rápido con agua, vapor de agua y otros gases para eliminarles desde el interior del revestimiento, cuyos materiales se denominan captadores. Aunque se han encontrado varios captadores para agua y vapor de agua, tales como el captador de circonio-titanio expuesto en la patente de EE.UU. nº 2.926.981, ha seguido siendo deseable desarrollar un captador, que tenga igual o todavía mayor rapidez de reacción con humedad y gases y teniendo la característica de producir despreciable gas de hidrógeno durante la reacción con humedad.

15
20
25 Un captador en la forma de una aleación, que reacciona rápidamente de modo estequiométrico con agua, vapor de agua y gases reactivos, se ha desarrollado y se ha descrito en la solicitud de patente de EE.UU. pendiente simultáneamente, serie nº 74.471, titulada "Aleaciones para captar humedad y gases reactivos" presentada el 22 de septiembre de 1970 a nombre de L.N. Grossman y D.R. Packard. La antes mencionada solicitud ha sido transferida al mismo titular de la pre-

1 sente solicitud y la solicitud precedente se incorpora como
referencia. El invento, incorporado en la solicitud de paten
te precedente, cubre aleaciones, que reaccionan con agua, va
5 por de agua y gases reactivos a temperaturas en el alcance -
de alrededor de 200 hasta alrededor de 650°C. Las aleaciones
tienen los componentes esenciales de circonio, níquel y tita
nio y particularmente aquellas aleaciones conteniendo desde
alrededor de 3 hasta alrededor de 12% de peso de níquel y -
desde 3 hasta alrededor de 30% de peso de titanio, siendo el
10 resto circonio.

En una solicitud de patente de EE.UU. titulada "Pro
cedimiento para producir una aleación ternaria en forma de -
partículas" en nombre de H.A. Levin, L.N. Grossman y A.I. -
15 Kaznoff y presentada en la misma fecha de la presente solici
tud y transferida al mismo titular de esta solicitud, se des
cribe un método para producir una forma en partículas (tales
como viruta) de la aleación ternaria de la solicitud de pa--
tente de EE.UU. nº 74.471. quel procedimiento comprende el
20 producir la reacción ternaria en la forma de un lingote, fun
diendo los constituyentes conjuntamente o usando técnicas me
talúrgicas de polvo. El lingote después se convierte a una -
forma de partículas, por ejemplo, por mecanización, aprove--
chando la naturaleza frágil de la aleación y elevando al má--
ximo el área de superficie disponible para la reacción.
25

Se ha encontrado sorprendentemente, que una forma
en partículas de una aleación ternaria teniendo los componen
tes esenciales de circonio, níquel y titanio, puede captar -
eficacemente agua, vapor de agua y gases reactivos con el re--
30 vestimiento de un elemento de combustible nuclear a tempera-

1 turas ambientes de reactor, cuando el captador se dispone -
en un recipiente permeable al gas en el pleno del elemento -
del combustible nuclear. La disposición precedente de un ele-
5 mento de combustible nuclear utiliza las propiedades capta--
doras de la aleación ternaria como la posición y forma físi-
ca de la aleación en el pleno permite que agua, vapor de agua
y gases reactivos, con el revestimiento, se extraigan desde
el elemento de combustible hacia la aleación, pero físicamen-
te restringe que la aleación y productos de reacción de la -
10 aleación se muevan libremente dentro del elemento de combus-
tible. De esta manera, la aleación se dispone en uno de los
lugares más fríos en el elemento de combustible durante el -
funcionamiento y esta posición elimina sustancialmente cual-
quier inversión de la reacción captadora de la aleación con
15 agua, vapor de agua y gases reactivos.

Es un objeto del presente invento procurar un ele-
mento de combustible nuclear mejorado, teniendo un captador,
que comprende una aleación ternaria de circonio, níquel y ti-
20 tanio, situada en una región de baja temperatura de un ele-
mento de combustible nuclear.

Otro objeto de este invento es procurar una reali-
zación típica de gas de un captador, que comprende una alea-
ción ternaria de circonio, níquel y titanio en un elemento -
25 de combustible nuclear en una forma adecuada para una reac--
ción rápida con agua, vapor de agua y gases reactivos.

Todavía otro objeto de este invento consiste en -
procurar un método mejorado para la fabricación de elementos
de combustible nuclear revestidos metálicos, que incluye un
30 captador de una aleación ternaria, dispuesta en el elemento

1 de combustible para protección eficaz del elemento de combustible.

Otro objeto de este invento es procurar un elemento de combustible nuclear con un captador de una aleación ternaria, en que humedad y gases reactivos se extraerán al contacto con el captador para fomentar la reacción con el captador dando por resultado la formación de productos de reacción inócuos sólidos.

10 Todavía otro objeto de este invento es procurar un elemento de combustible nuclear incorporando un captador y una aleación ternaria en una forma de partículas, en un conjunto, impidiendo que el captador y productos de reacción del captador se muevan libremente dentro del elemento de combustible.

15 Otro objeto de este invento es procurar un diseño de elemento de combustible nuclear, que incluye un captador de una aleación ternaria, situado en una región de baja temperatura del elemento de combustible.

20 Otro objeto de este invento es procurar un elemento de combustible nuclear teniendo un captador y una aleación ternaria en forma de partículas en un recipiente permeable al gas en el pleno del elemento de combustible, estando situado el recipiente con preferencia dentro de un miembro helicoidal en el pleno.

25 Los precedentes y otros objetos de este invento, resultarán aparentes para una persona experta en la materia al leer la siguiente memoria descriptiva y las reivindicaciones anexas con referencia a los dibujos adjuntos, descritos inmediatamente a continuación.

30

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

La fig. 2 , muestra una vista recortada de la por-
ción del pleno del elemento de combustible nuclear, ilustran-
do la situación del captador en un recipiente permeable al -
gas, situado dentro de un miembro helicoidal en el pleno.

10 La fig. 3, muestra el recipiente permeable al gas
parcialmente en sección, sosteniendo el captador de una alea-
ción ternaria en forma de partículas.

Haciendo ahora referencia más particularmente a la
figura 1, se muestra en la misma una vista seccional recorta-
15 da parcialmente de un conjunto 10 de combustible nuclear. Es-
te conjunto de combustible consiste en un canal 11 de flujo
tubular, de sección transversal cuadrada provisto en su ex-
tremo superior de una pala elevadora 12 y en su extremo infe-
rior de una pieza prominente (no ilustrada, debido a que se
20 ha omitido la porción inferior del conjunto 10). El extremo
superior del canal 11 está abierta en 13 y el extremo infe-
rior de la pieza prominente está ~~provisto~~ provisto de aberturas de -
flujo de refrigerante. Una disposición de elementos 14 de -
25 combustible esta encerrada en el canal 11 y soportada en el
mismo por medio de una placa 15 terminal superior y una pla-
ca terminal inferior (no ilustrada debido a haberse omitido
la porción inferior). El refrigerante líquido ordinariamente
entra a través de las aberturas en el extremo inferior de la

1 pieza prominente, pasa ascendiendo alrededor de elementos de
combustible 14 y se descarga en la salida superior 13 en una
condición parcialmente vaporizada para reactores hirvientes
o en una condición no vaporizada para reactores, sometidos a
5 presión, a elevadas temperaturas.

Haciendo ahora referencia a la fig. 2, en adición a
la fig. 1, un elemento o barra 14' de combustible nuclear se
ilustra en vista seccional parcial, construido de acuerdo -
con las enseñanzas de este invento. El elemento de combusti-
10 ble incluye material de combustible 16, mostrado aquí como -
una pluralidad de tabletas de combustible de material fisio-
noble y/o fértil, situadas dentro de un revestimiento o reci-
piente 17 estructural. En algunos casos las tabletas de com-
15 bustible pueden ser de varias formas; en otros casos diferen-
tes formas de combustible, tales como en partículas de com-
bustible puede usarse. La forma física del combustible es in-
material en este invento. Pueden usarse varios materiales de
combustible nuclear incluyendo compuestos de uranio, compues-
20 tos de plutonio, compuestos de torio y sus mezclas. Un com-
bustible preferido es dióxido de uranio o una mezcla compren-
diendo dióxido de uranio y dióxido de plutonio. El recipiente
está cerrado herméticamente en sus extremos por medio de ta-
pones terminales 18, que pueden incluir vástagos 19, para fa-
25 cilitar el montaje de la barra de combustible en el conjunto.
Un espacio hueco o pleno 20 está previsto en un extremo del
elemento de combustible para permitir expansión longitudinal
del material de combustible y de la acumulación de gases li-
berados del material de combustible. Un miembro helicoidal 21

30

1 está situado dentro del espacio 20, últimamente para procurar
soporte interno para aquella parte del revestimiento 17, que
rodea el espacio 20 y que no está soportada de otro modo con
tra la presión externa de fluidos moderadores-refrigeradores.
5 El miembro helicoidal también 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 circunferen-
ciales 22. El elemento de combustible está diseñado para pro
10 curar un contacto térmico excelente entre el revestimiento de
combustible y el material de combustible, un mínimo de absor
ción parásita de neutrones y resistencia al arqueamiento y -
vibración, que se causan ocasionalmente por el flujo del re-
frigerante a alta velocidad.

15 Haciendo referencia a las figuras 2 y 3, se ha colo
cado dentro del miembro helicoidal 21 en el pleno 20 un reci
piente 23 hueco permeable al gas, preferentemente un reci -
piente metálico, tal como un recipiente de acero inoxidable
20 teniendo una cantidad múltiple de aberturas, que permiten -
que gases y líquidos, que penetran en el pleno, entren en el
recipiente. En el recipiente 23 está dispuesto un captador -
de una aleación ternaria preferentemente en forma de partícu
las para elevar al máximo el área de superficie por peso de
25 unidad del captador, disponible para reaccionar con los ga--
ses y los líquidos que entran en el recipiente 23.

30 El recipiente 23 tiene preferentemente la forma de
un cilindro circular recto, aunque es adecuada cualquier -
otra configuración para el recipiente. El recipiente es con

1 preferencia un material de criba de alrededor de 400 hasta -
alrededor de 32 mallas y el recipiente se monta por soldadu-
ra, de alta o baja temperatura ó de otro modo con tiras de -
5 junta hermética del material de criba en la configuración de
seada. Una cantidad eficaz del captador se carga dentro del
recipiente con un extremo abierto y efectuándose un cierre -
de un extremo. Con preferencia se usan alrededor de 4 ± 1 -
gramo de captador en una barra de combustible conteniendo al
rededor de 5 kilogramos de material de combustible nuclear -
10 sinterizado, Mayores cantidades de captador se usan en ba-
rras de combustible de polvo y en barras de combustible, de
las que se sospecha que tiene mayores cantidades de gases de
15 letéreos.

El captador, usado en el elemento de combustible -
nuclear de este invento y sus propiedades, se describirán aho-
ra en detalle.

Se ha descubierto, que un material adecuado para -
controlar humedad y otros gases reactivos combinando química-
mente con tales materiales gaseosos, aquí denominado un "cap-
20 tador" debe tener una combinación de propiedades. Una propie-
dad deseable es la reducción al mínimo de cualquier hidróge-
no libre después de la reacción química del captador con -
agua, con el fin de evitar fallos de hidruro del revestimien-
to, asociado con el captador. Por lo tanto, el captador debe
25 ría reaccionar aproximadamente de modo estequiométrico con -
el agua y vapor de agua (ambos denominados aquí, agua) de un
modo tal que exista una despreciable fuente neta de hidróge-
no de la reacción. El captador también debería reaccionar rá-
30

1 pidamente con el agua a la temperatura, que prevalece en el
sistema, en que se usa el captador, que podría estar en el
alcance desde alrededor de 200 hasta alrededor de 650° C pa-
5 ra una aplicación preferida del captador. El captador tam-
bién debería tener una baja sección transversal de neutrones
y ser poco costoso de fabricar. Con preferencia, el captador
también debería tener la propiedad de reaccionar con hidróge-
no, otros gases reactivos como monóxido de carbono, dióxido
de carbono, oxígeno y nitrógeno, y compuestos conteniendo hi-
10 drógeno, tales como hidrocarburos.

Las propiedades precedentes están incorporadas en
una clase de aleaciones teniendo los componentes esenciales
de circonio, níquel y titanio, particularmente aquellas alea-
ciones, que contienen desde alrededor de 3 hasta alrededor -
15 de 12% de peso de níquel, desde alrededor de 3 hasta alrede-
dor de 30% de peso de titanio, siendo el resto circonio. Las
aleaciones pueden ser clasificadas como aleaciones de base -
de circonio y los alcances de composición, arriba dados, pro-
ducen aleaciones teniendo por lo menos alrededor de 0,5% de
20 volumen y una fase intermetálica conteniendo níquel. Son re-
presentativos físicamente de fases intermetálicas contienien-
do níquel, $NiZr_2$ y $Ni(0,9Zr,0,1Ti)_2$. Las aleaciones tienen un
aspecto metálico y el examen metalográfico demuestra que -
25 las aleaciones tienen grano medio, teniendo un tamaño medio
de grano de alrededor de 10 micras.

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

(a) 10% de peso de titanio, 5% de peso de níquel y
30 siendo el resto circonio.

1 (b) 11% de peso de titanio, 4% de peso de níquel y
el resto circonio y

(c) 11% de peso de titanio, 12% de níquel y el res
to circonio.

5 El contenido de impurezas de las aleaciones no es
crítico para el desarrollo de las precedentes propiedades -
del captador y cantidades sustanciales de impurezas pueden -
incluirse en las aleaciones fabricadas, en tanto que la su--
perficie de las aleaciones tenga la aleación ternaria de cir
10 conio-níquel-titanio efectivamente expuesta para reacción. En
la práctica se ha descubierto que contenidos de oxígeno has-
ta varios millares de partes por millón en las aleaciones son
tolerables. Contenidos de nitrógeno hasta alrededor de 750 -
partes por millón son tolerables, incluso deseables, en la -
15 utilización de las aleaciones como captadores de humedad. -
Las otras impurezas, halladas en las aleaciones ternarias de
este invento, que no impiden el uso de las aleaciones como -
captadores, incluyen hidrógeno y carbono. Impurezas metáli--
20 cas halladas en la aleación, que no impiden el uso de las -
aleaciones como captadores, son hafnio en cantidades hasta -
alrededor 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 -
25 de que el contenido de impurezas de las aleaciones no sea -
crítico para la utilización de las aleaciones como captado--
res de humedad, permite la fabricación de la aleación a par-
tir de componentes de bajo grado de níquel, titanio y circo-
nio teniendo contenidos de impureza. Un ejemplo sería el usar
30 circonio impuro, disponible de una facilidad de producción -

1 de circonio por la ventaja de coste sobre el circonio altamen-
te refinado. La utilización de las aleaciones de este invento
en aplicaciones nucleares puede requerir el control de impure-
zas de sección transversal de absorción de neutrones elevada,
5 en las aleaciones.

Las aleaciones, arriba mencionadas, tienen la pro-
piedad de reaccionar con agua durante largo período de tiempo
a un régimen rápido de reacción a través de un alcance de tem-
peratura desde alrededor de 200 hasta alrededor de 650°C sin
10 quedar pasivos. Un régimen medido de reacción con vapor de -
agua a alrededor de 15 torr fue de alrededor de 1 hasta alre-
dedor de 2 microgramos/por centímetro cuadrado de área de su-
perficie por minuto a alrededor de 300°C. Los datos de reac-
15 ción a largo plazo con agua fueron obtenidos calentando mues-
tras de aleación en contacto con vapor de agua, y la aleación
no presentó ninguna pasividad durante períodos mayores de 80
horas. Durante la reacción con agua, las aleaciones no permii-
ten sustancialmente ninguna liberación de hidrógeno para ga-
nancias de peso hasta alrededor de 6% de peso inicial, del -
20 captador, de modo que el revestimiento, usado en asociación con
los captadores arriba mencionados, no se expondría sustancial-
mente a ningún hidrógeno, eliminando por ello la formación de
hidruros metálicos, que en última instancia conducen al fallo
25 de los materiales metálicos. Esta liberación mínima de hidró-
geno mediante la reacción de las aleaciones con agua indica -
una reacción sustancialmente estequiométrica de las aleaciones
con agua. Los estudios indican que las aleaciones, usadas en -
este invento, reaccionan fácilmente con hidrógeno, a través -

1 de un alcance de temperatura desde alrededor de 200 hasta al
rededor de 650°C, de modo que las aleaciones usadas en este
invento son eficaces captadores de hidrógeno. Las aleaciones
también reaccionan con compuestos conteniendo hidrógeno, ta-
5 les como algunos hidrocarburos y con otros gases, tales como
nitrógeno, dióxido de carbono, monóxido de carbono y óxido.
Puesto que las aleaciones son aleaciones de base de circonio
las aleaciones tienen una baja sección transversal de neutro-
nes, requerida para el uso en aplicaciones nucleares, cuando
10 las impurezas, que tienen alta sección transversal de neutro-
nes se reducen al mínimo. Las aleaciones pueden fabricarse -
fácilmente en formas que tengan gran área de superficie.

Como resultará evidente para los expertos en la -
técnica, pueden introducirse en el invento arriba descrito -
15 varias modificaciones y cambios, por lo tanto, existe la in-
tención de que el invento se considere de la manera más am-
plia dentro del espíritu y alcance expuestos en las adjuntas
reivindicaciones.

20 - N O T A -
=====

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

25 1.- Mejoras en la fabricación de elementos de com-
bustible nuclear, caracterizadas porque cada elemento com-
prende un recipiente alargado, un cuerpo de material de com-
bustible nuclear, dispuesto en dicho recipiente y llenándole
parcialmente y formando una cavidad interior, un cierre ter-
30 minal asegurado y empaquetado integralmente a cada extremo -

1 de dicho recipiente, un miembro helicoidal colocado en la ca-
vidad, un contenedor hueco, permeable a gas, dispuesto dentro
de dicha cavidad y teniendo en el mismo una gran cantidad de
partículas de una aleación ternaria, consistiendo la alea-
5 ción desde alrededor de 3 hasta alrededor de 12 por ciento de
peso de níquel, de mayor que alrededor de 3 a 30 por ciento -
de titanio y el resto es circonio, y siendo la aleación un ma-
terial captador para agua, vapor de agua y gases reactivos.

10 2.- Mejoras, según la reivindicación 1, caracteriza-
das porque el recipiente hueco permeable al gas está dispues-
to dentro del miembro helicoidal en dicha cavidad.

15 3.- Mejoras, según la reivindicación 1, caracteriza-
da porque la aleación ternaria tiene una fase intermetálica -
conteniendo níquel.

4.- Mejoras, según la reivindicación 1, caracteriza-
das porque la aleación ternaria consiste desde alrededor de -
4% de peso de níquel hasta alrededor de 11% de peso de tita--
nio y el resto es circonio.

20 5.- Mejoras, según la reivindicación 1, caracteriza-
das porque la aleación ternaria se compone de alrededor de -
12% de peso de níquel, alrededor de 11% de titanio y el resto
es circonio.

25 6.- Mejoras, según la reivindicación 1, caracteriza-
das porque la aleación ternaria comprende alrededor de 5% de
níquel, alrededor de 10% de titanio y el resto es circonio.

30 7.- Mejoras, según la reivindicación 1, caracteriza-
das porque el recipiente metálico y el miembro helicoidal con-
sisten en acero inoxidable.

1

8.- Mejoras, según la reivindicación 1, caracterizadas porque el recipiente alargado consiste en un metal seleccionada de la clase consistente en circonio, aleaciones de circonio, acero inoxidable, aluminio, aleaciones de aluminio, niobio, aleaciones de niobio y aleaciones de magnesio.

5

9.- Mejoras, según la reivindicación 1, caracterizadas porque el material de combustible nuclear está seleccionado del grupo consistente en compuestos de uranio, compuestos de plutonio, compuestos de torio y sus mezclas.

10

10.- Mejoras, según la reivindicación 1, caracterizadas porque el material de combustible nuclear consiste en dióxido de uranio:

15

11.- Mejoras, según la reivindicación 1, caracterizadas porque el material de combustible nuclear es una mezcla consistente en dióxido de uranio y dióxido de plutonio.

12.- Mejoras en la fabricación de elementos de combustible nuclear.

20

según se describe y reivindica en la presente memoria descriptiva y se ilustra con los planos reglamentarios que a la misma se acompañan.

25

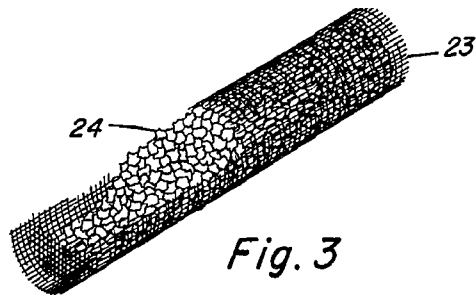
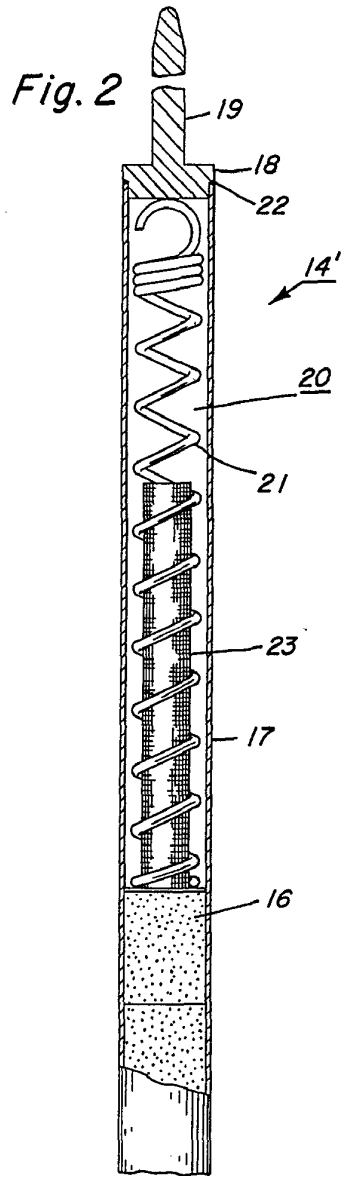
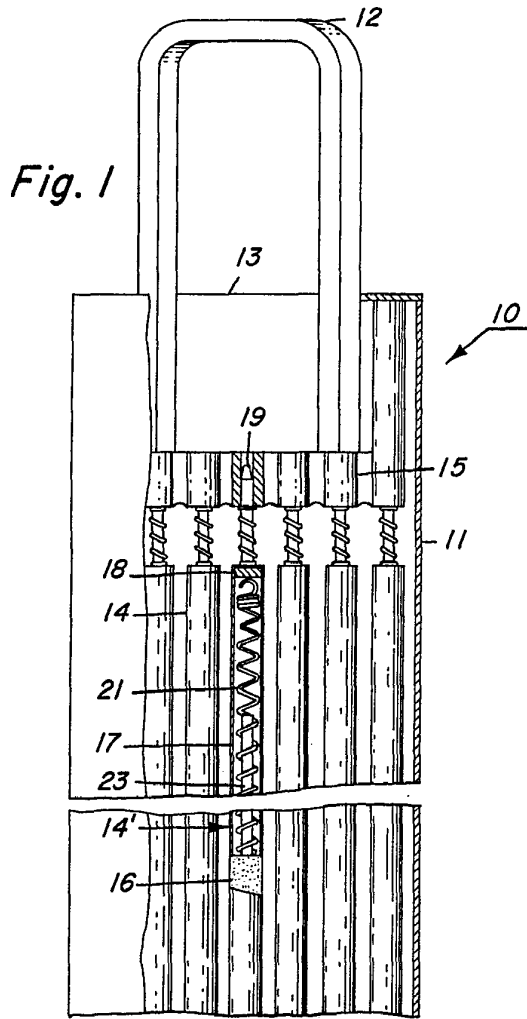
Consta la presente memoria de diecisiete hojas foliadas y escritas a máquina por una sola de sus caras.

MADRID 1- DIC 1972

CARLOS ROEB
P. R.

Fdo. Pedro Matamoros

30



ESCALA VARIABLE
CARLOS ROEBI
 P.T.
 Ing. Felipe Holmström