

406865

A1. 406.865 750201 CO7C 10/200

memoria descriptiva

Int. Cl. G21C

CLASE DE
REGISTRO

Una Patente de Invención, por veinte años en España.

NOMBRE Y
NACIONA-
LIDAD DEL
SOLICITANTE

General Electric Company.

- sociedad de EE.UU. -

RESIDENCIA
Y DOMICILIO

Schenectady - N.Y. 12305 (EE.UU.)
1 River Road.

OBJETO

" Instalación de conjunto de combustible. "

INVENTORES

James Robert Fritz y Frederick Robert Channon.
- ambos de EE.UU. -

PRIORIDAD

Solicitud patente USA No. 185.115 del 30 de septiembre
de 1971.

POOR
QUALITY

1 tronos. Por lo tanto, desde el punto de vista de suministro
de combustible o reposición de combustible del núcleo del
reactor, el conjunto de combustible desmontable es la sub-
división reemplazable básica del núcleo de combustible.

5 Un conjunto típico de combustible está formado,
por ejemplo, por una disposición de 7 x 7 de barras de com-
bustible espaciadas, soportadas entre placas de arriostra-
miento superiores e inferiores, siendo las barras de varios
10 pies de longitud, en el orden de media pulgada de diámetro
y espaciadas entre sí por una fracción de una pulgada. Pa-
ra procurar flujo apropiado de refrigerante, pasando por
las barras de combustible, es importante mantener las ba-
rras de combustible en relación espaciada fija y evitar
15 que las mismas se arqueen y vibren durante el funcionamien-
to del reactor. Una pluralidad de espaciadores para barras
de combustible, colocados en relación espaciada por la lon-
gitud del conjunto de combustible, está prevista para este
propósito. Tales espaciadores se muestran, por ejemplo,
20 por J.L.Lase y otros en la solicitud de patente de EE.UU.
pendiente número 802.326 presentada el 17 de febrero de
1.969.

25 Un problema en el diseño de tal conjunto de com-
bustible es procurar una estructura eficaz y efectiva para
mantener los espaciadores de barras de combustible en sus
posiciones espaciadas axiales sin el uso de excesivos mate-
riales estructurales. En algunas disposiciones anteriores,
se han previsto miembros estructurales especiales para es-
30 te propósito. Es extremadamente importante reducir al mí-

1 nimo la cantidad de material estructural en un núcleo de
combustible, porque tales materiales capturan neutrones de
un modo no productivo y se requiere una cantidad adicional
de costoso combustible en el núcleo para compensar esta
5 pérdida de neutrones. Por lo tanto, es indeseable usar un
miembro estructural, cuyo único propósito es retener los
espaciadores. En otras disposiciones conocidas, los espa-
ciadores están retenidos axialmente por contacto con lóbulos
10 o semejantes en una o varias de las barras provistas de
combustible. Sin embargo, el uso de un elemento con combus-
tible para captura de espaciador presenta problemas de re-
sistencia de alta temperatura frente a la necesidad de re-
ducir al mínimo el grosor de revestimiento en una barra
15 con combustible.

Por lo tanto, un objeto del presente invento es
procurar una disposición mejorada para retener los espacia-
dores de barra de combustible en posición en un conjunto
de combustible.

20 Para procurar un período de ciclo de combustible
de longitud razonable, el núcleo de combustible es cargado
con exceso de combustible, que procura un exceso inicial
de reactividad, que tiene que ser controlado por un siste-
25 ma de materiales absorbentes de neutrones o materiales tó-
xicos. Típicamente, el sistema de control incluye el con-
trol mecánico en forma de una pluralidad de barras de con-
trol conteniendo tóxico, selectivamente accionables, que
pueden ser insertas y retiradas del núcleo según se requie-
30 ra. Un sistema de tóxico quemable fijo, mezclado en el com

1 combustible o contenido de otro modo en el núcleo también puede ser usado, según se expone, por ejemplo, por D.L. Fishner y otros en la solicitud de patente de E.E.U.U. pendiente número 104.614 presentada el 7 de enero de 1.971.

5 El combustible de un reactor de energía nuclear incluye usualmente átomos fértiles en adición a los arriba mencionados átomos fisiles. Por ejemplo, un combustible, usado comunmente, consiste en dióxido de uranio (UO_2) en que alrededor de 2-3% de los átomos de uranio son U-235, 10 que son fisionables en un flujo de neutrones térmicos, mientras que los restantes átomos de uranio son el isótopo fértil U-238 que no son significativamente fisionables en un flujo de neutrones térmicos. En el curso del funcionamiento 15 del reactor los átomos fisionables (U-235) son consumidos gradualmente y una parte de los átomos fértiles (U-238) se convierte en un isótopo fisionable de plutonio (Pu-239). La concentración de Pu-239 sube gradualmente y se acerca a un valor de equilibrio. Puesto que los átomos de Pu-239 son 20 fisionables por neutrones térmicos, contribuyen al mantenimiento de la reacción de fisión en cadena.

25 Sin embargo, en un reactor térmico (un reactor, en que la mayoría de las fisiones resulta de neutrones en el alcance de energía térmica) el régimen de producción de átomos fisiles es menor que el régimen de consumo de átomos fisiles. Además, algunos de los productos de fisión son absorbentes de neutrones o tóxicos de neutrones. Así, cuando se hace funcionar el reactor, se agotan los átomos fisiles, 30 se establecen tóxicos y eventualmente parte del combustible

1 gastado tiene que ser separado y remplazado por combustible fresco.

5 El combustible gastado e irradiado, separado del reactor, contiene, en adición a una cantidad valiosa de los materiales originales fisiles o fertiles, una cantidad significativa de plutonio, incluyendo Pu-239 y Pu-241 fisil y Pu-240 fértil. Tal combustible gastado puede ser elaborado de nuevo para separar y recuperar el uranio y el plutonio. Es deseable utilizar tal combustible de plutonio al repos-
10 tar combustible en el reactor y/o en la carga inicial de combustible de otro reactor.

15 El uso de combustible de plutonio en un núcleo de reactor originalmente diseñado para usar combustible de uranio, requiere cuidadosa consideración de las diferencias en el rendimiento del reactor, a causa de las diferencias en características nucleares de los dos combustibles. Por ejemplo, la captura de neutrones térmicos y las secciones transversales de fisión de los isótopos del plutonio fisiles, Pu-239 y Pu-241 son mayores que aquellos del uranio fisil U-235. Los núcléidos fisiles Pu-239 y Pu-241 tienen grandes resonancias de sección transversal de neutrones aproximadamente a 0,3 electrón voltios. La proporción de la probabilidad de un neutrón que sea capturado parasitariamente en Pu-239 y Pu-241 respecto a la probabilidad de que los neutrones causen fisión en estos isótopos, se incrementa considerablemente para neutrones con energías cercanas a estas energías de resonancia. A energías térmicas por debajo de
25 las energías de resonancia de 0,3 electrón voltios, el mismo

1 nuye el régimen de proporción de captura a fisión. También,
el isótopo fértil Pu-240 presenta una gran sección trans-
versal de captura para neutrones cercanos a un electrón
voltio de energía. Por estas razones, la eficacia nuclear
5 y económica se mejora colocando el plutonio en regiones de
baja energía de neutrones térmicos.

Disposiciones ventajosas para utilizar combusti-
ble de plutonio, particularmente en un núcleo de reactor
térmico, originalmente diseñado para usar combustible de
10 uranio, se describen por R.L. Crouther en la solicitud de
patente de EE.UU. pendiente, serie número 48.875 presenta-
da el 15 de junio de 1.970. Tal como se describe aquí, se
usa combustible de plutonio en menos de todos los elementos
15 de combustibles del conjunto para reducir la penalidad de
coste de fabricación del plutonio altamente tóxico. En una
ejecución descrita, el combustible de plutonio es colocado
en los elementos de combustible exteriores o periféricos,
adyacentes a las brechas de agua entre el conjunto y por
20 lo tanto, en zonas de máxima moderación de neutrones y mí-
nima energía de neutrones térmicos. Esta disposición redu-
ce al mínimo la proporción de captura de neutrones a fisión
para eficacia mejorada. En otra ejecución descrita el com-
25 bustible de plutonio se coloca en un grupo o ramo central
de elementos de combustible que esta rodeado por combusti-
ble de uranio en los elementos periféricos de combustible.
Esta disposición procura capacidad térmica incrementada y
disminuye la desproporción entre conjunto y conjunto. Don-
30 de se use combustible de plutonio en tal grupo central, es

1 deseable incrementar aquí la moderación de neutrones, pues
to que el plutonio se beneficia grandemente de un más sua-
ve espectro de neutrones (energía inferior) a causa de las
5 características dependientes de energía de las secciones
transversales del plutonio.

Por lo tanto, otro objeto del invento es procura-
rar una disposición mejorada para utilizar combustible de
plutonio en un reactor térmico.

10 Otro objeto es incrementar la moderación de neu-
trones en la zona interior de un conjunto de combustible.

Otro objeto es utilizar más eficazmente combus-
tible de plutonio en la zona interna de un conjunto de com-
bustible.

15 Estos y otros objetos del invento se consiguen
de acuerdo con la patente procurando un conjunto de combus-
tible, en que un primer grupo de elementos de combustible,
conteniendo combustible inicial de plutonio, se agrupan en
una zona central o interna, mientras que un segundo grupo
20 de elementos de combustible, conteniendo combustible de
uranio, careciendo de combustible significativo de plutonio
inicial, ocupan la zona periférica del conjunto de combus-
tible en combinación con uno o varios tubos conteniendo
25 más moderador o agua situados dentro de la zona interna en
el grupo de plutonio conteniendo elementos de combustible
para incrementar la moderación de neutrones y rebajar el
espectro de energía de neutrones térmicos en esta zona in-
terna. Para procurar una disposición mejorada para mante-
30 ner en posición los espaciadores de los elementos de com-

1 combustible, un tubo de agua es formado con apéndices o seme-
jantes, que entran en contacto con los espaciadores y evi-
tan que los espaciadores se desplacen axialmente.

5 El invento se describe más específicamente haciendo
de referencia a los dibujos anexos, en que:

La fig. 1, es un diagrama esquemático de un re-
actor de energía nuclear.

10 La fig. 2, es una vista en planta del núcleo de
combustible nuclear;

La fig. 3, es una vista en sección longitudinal
de un conjunto de combustible;

15 La fig. 4, es una vista en planta esquemática de
una primera ejecución ilustrada del conjunto de combusti-
ble según el invento;

20 La fig. 5, ilustra las secciones transversales
microscópicas, dependientes de energía térmica de gadoli-
nio e isótopos de uranio y plutonio; en esta figura 5 sig-
nifica A, sección transversal microscópica total (barns)
mientras que B significa energía (electrón voltios).

La fig. 6 es una vista en planta esquemática de
una segunda ejecución, ilustrada de un conjunto de combus-
tible según el invento.

25 La fig. 7 es una vista en planta esquemática de
una tercera ejecución ilustrada de un conjunto de combus-
tible según el invento;

30 La fig. 8 es una vista en alzado, parcialmente
en sección, de un moderador y tubo de captura de espacia-
dor del invento;

1 Las figuras 9, 10 y 11 son todas vistas en detalle (figuras 9 y 10 en planta y fig. 11 en alzado) ilustrando el contacto del tubo de captura de espaciador con un espaciador de barra de combustible; y

5 La fig. 12 ilustra una forma alternativa de apéndice de captura de espaciador.

10 El invento aquí se ha descrito en conexión con un reactor de agua hirviendo, uno de cuyos ejemplos se ilustra esquemáticamente en la fig. 1. Tal sistema de reactor incluye un recipiente de presión conteniendo un núcleo 11 de combustible, comprendido en una disposición de conjuntos de combustible espaciados, sumergidos en un moderador refrigerante, tal como agua ligera, y rodeado por una mortaja 12. Una pluralidad de barras 13 de control (mostradas en líneas punteadas) en forma de sección transversal cruciforme (véase fig. 2) y conteniendo material absorbente de neutrones, son selectivamente insertables dentro de espacios entre los conjuntos de combustibles, por medios de impulsión 14 para el control mecánico de la reactividad del núcleo nuclear.

15 Una bomba 16 hace circular el refrigerante a través del núcleo 11, tomando refrigerante desde el espacio anular alrededor de la mortaja 12 y dando presión a un plano 15, por el que el refrigerante es forzado hacia arriba, a través de los conjuntos de combustible del núcleo. El refrigerante separa calor de los elementos de combustible, por lo que una parte del agua refrigerante se convierte en vapor. El vapor, así producido, es aplicado a una tur-

1 una 17, que mueve un generador eléctrico 18. Vapor de escape es condensado y devuelto al depósito 10 por una bomba 19 de agua de alimentación.

5 La fig. 2 es una vista en planta del núcleo 11. El núcleo 11 esta formado por una pluralidad de conjuntos 20 de combustible, agrupados entre sí en grupos de cuatro, rodeando cada barra 13 de control. Brechas estrechas (N) estan dispuestas entre los grupos de conjuntos de combustible, mientras que brechas más amplias (U) se requieren
10 entre los conjuntos de combustible de cada grupo para recibir las barras 13 de control en forma cruciforme. Como se ha mencionado aquí anteriormente, el núcleo 11 esta sumergida en agua, contenida en la mortaja 12. Por lo tanto,
15 el espacio alrededor del núcleo y los espacios en las brechas N y U estan rellenos con agua. Cada uno de los conjuntos 20 de combustible es desmontable separadamente desde el núcleo. En una operación típica de reposición de combustible se reemplaza alrededor de una cuarta parte de los
20 conjuntos de combustible. Por ejemplo, un conjunto de combustible de cada uno de los grupos de cuatro conjuntos de combustible.

25 Un conjunto 20 de combustible esta ilustrado en vista de alzado en la fig. 3. El conjunto 20 de combustible comprende una pluralidad de elementos o barras 21 de combustible, soportadas entre una placa 22 de arriostamiento superior en forma de estructura y una placa 23 inferior de arriostamiento en estructura. Las barras 21 de
30 combustible pasan a través de una pluralidad de espacia-

1 dores 24 de barras de combustible, que procuran soporte
intermedio para retener las barras alargadas en relación
espaciada y para restringirlas de vibración lateral.

5 Cada una de las barras 21 de combustible esta
formada por un tubo alargado conteniendo combustible fisil
y otros materiales, tales como combustible fértil, tóxico
quemable, material inerte o semejantes, cerrado herméticamente
en el tubo, por tapones 26 y 27 superiores e inferiores.
10 Los tapones 27 terminales inferiores están formados
con una conicidad para registro y soporte en cavidades
29 de soporte, formadas en la placa 23 inferior de
arriostramiento. Tapones 26 de extremo superior están
formados con extensiones 28, que se ajustan en cavidades 31
15 de soporte en la placa 22 superior de arriostramiento.

 Varias de las cavidades 29 de soporte (por ejemplo,
algunas seleccionadas del borde o cavidades periféricas)
en la placa 23 inferior de arriostramiento están formadas
con roscas para recibir barras de combustible, teniendo
20 tapones 27' roscados de extremo inferior. Las extensiones
28' de los tapones 26' de extremo superior de estas mismas
barras de combustible, están alargadas para pasar a través
de las cavidades en la placa 22 superior de arriostramiento
y están formadas con roscas para recibir tuercas 32 de
25 retención. De esta manera, las placas de arriostramiento
superiores e inferiores y las barras de combustible se forman
en una estructura unitaria.

 El conjunto 20 de combustible incluye además un
30 canal 33 de flujo tubular de paredes delgadas, sustancial-

1 mente con sección transversal cuadrada, dimensionado para
formar un ajuste deslizante sobre las placas 22 y 23 de
arriostamiento superiores e inferiores y los espaciadores
24, de modo que el canal 33 pueda ser montado y desmontado
5 fácilmente. Fijado al extremo superior del canal 33 de flujo
está un saliente 34, por el que el canal está fijado a
un estativo 36 de la placa 22 de arriostamiento superior,
por medio de un perno 37.

10 La placa 23 de arriostamiento inferior esta formada
con una pieza de prominencia 38, adaptada para soportar
el conjunto 20 de combustible en un zócalo en una placa
de soporte de núcleo (no mostrada) en el depósito de presión
del reactor. El extremo de esta pieza de prominencia
15 esta formado con aberturas 39 para recibir refrigerante a
presión desde el pleno 15 (fig. 1) de modo que fluya hacia
arriba entre las barras de combustible.

20 Una ejecución del conjunto 20 de combustible se
ilustra en vista en planta esquemática en la fig. 4. De
acuerdo con un aspecto del invento, una pluralidad de barras
de combustible 21 (1) (con la leyenda de Pu) contiene
combustible de plutonio fisil inicial y están dispuestas
en un racimo o grupo, en las posiciones de barra de combustible
interiores del conjunto de combustible. Las barras de combustible
25 21 (1) están rodeadas por una pluralidad de barras de combustible
21 (2) (con la leyenda U)
conteniendo combustible de uranio fisil inicial, libre de
plutonio inicial significativo y dispuestas en las situaciones
30 de barra de combustible periféricas del conjunto

1 de combustible. Como se ha expresado en la solicitud pen-
diente al mismo tiempo, arriba mencionada, de EE.UU., se-
rie núm. 48.875, esta disposición incrementa la capacidad
térmica y alivia los problemas de mal emparejado de con-
5 junto a conjunto. También colocando combustible de pluto-
nio en menos que en todas las barras de combustible, se
reduce al mínimo el coste de penalidad de la fabricación
de plutonio.

10 Sin embargo, como resulta claro de la fig. 2,
los conjuntos de combustible están rodeados por una canti-
dad relativamente grande de agua refrigerante-moderador
en las brechas U y N. Por lo tanto, las barras de combus-
tible periféricas están expuestas a un espectro de neutro-
15 nes relativamente suaves (neutrones de energía térmica re-
lativamente baja), mientras que las barras de combustible
en la región interna más caliente y menos moderada del con-
junto del combustible se exponen a un espectro de neutro-
nes relativamente más duro (energía más elevada). Se ha
20 hallado que la eficacia de la producción de energía de com-
bustible de plutonio incial en un racimo central, como se
ilustra en la fig. 4, se incrementa significativamente pro-
curando mayor moderación de neutrones en esta región.

25 Por lo tanto, de acuerdo con otro aspecto del
invento, una barra de combustible en una posición central
de barra de combustible dentro del racimo de barras pro-
vistas de combustible de plutonio 21 (1) se remplaza por
un tubo 41 de agua (con la leyenda Wt). Por el término de
30 "dentro" del racimo se entiende que el tubo de agua está

1 rodeado por los cuatro lados por barras, provistas de com-
2 bustible de plutonio como se ilustra en las figuras 4, 6 y
3 7. Como se describe más específicamente a continuación, el
4 tubo 41 es similar a una barra de combustible, excepto que
5 no contiene ningun combustible y está abierta para permitir
6 flujo de agua refrigerante-moderador a través del mismo.
7 Por lo tanto, la moderación incrementada de neutrones, pro-
8 curada por el tubo de agua 41, da por resultado un espectro
9 de neutrones más frio de las barras 21 (1) provistas de com-
10 bustible de plutonio, para aprovechar la ventaja de la pro-
11 porción reducida de captura a fisión en Pu-239 y Pu-241 y
12 la captura de neutrones reducida en el plutonio fértil Pu-
13 240 (según se ilustra en la fig. 5). Se ha encontrado que
14 el uso de un tubo de agua a través del racimo de combusti-
15 ble de plutonio reduce la cantidad de plutonio fértil, re-
16 querida para una producción dada de energía sobre la vida
17 del combustible, tanto como por 2%. Ventajosamente, el plu-
18 tonio en las barras 21 (1) puede mezclarse con uranio na-
19 tural o agotado.

20 Variaciones de la disposición básica, mostrada
21 en la fig. 4, se ilustran en las figuras 6 y 7. En la fig.
22 6 se ilustra un conjunto de combustible 20 (1), en que un
23 racimo de barras 21 (1) de combustible provisto de plutonio,
24 están dispuestas en posiciones de barras de combustible
25 interior alrededor del tubo 41 central de agua. El racimo
26 de plutonio esta desplazado ventajosamente del centro del
27 conjunto de combustible a lo largo de la diagonal del con-
28 junto del combustible en dirección alejándose de la influen-
29 cia del tubo 41 central de agua.

1 cia de la barra 13 de control. Incluida en el racimo ilus-
trado en la fig. 6, está una pluralidad de barras de com-
bustible 21 (3) conteniendo combustible de uranio, con el
que está mezclado un tóxico quemable, tal como gadolinio,
5 samario o semejantes, para controlar el exceso de reactivi-
dad, según se describe, por ejemplo, en la solicitud de
patente de EE.UU. pendiente serie nº. 104.614, presentada
el 7 de enero de 1.971.

10 En la fig. 7, se ilustra un conjunto de combusti-
ble 20 (2) en que un racimo de barras 21 (1) con combusti-
ble de plutonio están dispuestas en posiciones interiores
de barra de combustible alrededor del tubo 41 central de
agua y de un similar segundo tubo 42 de agua. Esta dispo-
15 sición es útil cuando se desée mayor moderación en el ra-
cimo de plutonio, que la que se provée por un solo tubo
de agua. También se ilustra en la fig. 7 el uso de tóxico
quemable en una pluralidad de barras 21 (4), provistas de
combustible de plutonio.

20 Como se ha mencionado anteriormente aquí, un pro-
blema en el diseño de un conjunto de combustible es pro-
curar medios eficientes y efectivos para retener los espa-
ciadores de barras de combustible 24 en sus posiciones es-
25 paciadas sin el uso de miembros estructurales especiales
y sin comprometer el funcionamiento o la capacidad de otros
elementos del conjunto de combustible. (Por ejemplo, una
posibilidad obvia es sujetar los espaciadores 24 al canal
33 de flujo. Sin embargo, esto destruiría la capacidad de
30 fácil desmontaje del canal desde el conjunto de combusti-

1 ble.)

5 Por lo tanto, de acuerdo con otro aspecto del invento, uno de los tubos de agua, tal como el tubo de agua 41, está formado con medios para capturar y retener los espaciadores 24 de barra de combustible. Detalles de la disposición de captura de espaciador de tubo de agua se ilustran en las figuras 8-11 también con referencia a la ilustración de la fig. 3 del conjunto de combustible. Una ejecución del tubo de agua 41 de captura de espaciador se ilustra en vista de alzado en la fig. 8. La misma incluye un tubo 43 alargado continuo o sin segmentar, formado de material adecuado para el uso en un núcleo de un reactor, tal como acero inoxidable o circonio. Sujeto al extremo inferior del tubo 43 está un tapón 44 terminal inferior. El tapón 44 terminal inferior está formado con una prolongación 46 teniendo, por ejemplo, una sección transversal cuadrada. La extensión o prolongación 46 está adaptada para ajustar en una cavidad especial 29 (1), de forma correspondiente, en la placa 23 de arriostamiento inferior (fig.3), para evitar la rotación del tubo 41 después de estar colocado en posición. El tapón 44 de extremo inferior y su prolongación 46 pueden estar formadas por un paso 47 central para recibir refrigerante desde la pieza de prominencia 38.

25
30 Sujeto al extremo superior del tubo 43 está un tapón 48 de extremo superior, formado con una prolongación 49 para ajustar dentro de una cavidad 31 de soporte de la placa 22 de arriostamiento superior. Un paso 51 central

1 está formado a través del tapón terminal 48 y de la prolon-
gación 49, para procurar una salida para el flujo del re-
frigerante-moderador a través del tubo 43.

5 El tubo 43 también puede estar formado con una
pluralidad de agujeros 52 de admisión de refrigerante, cer-
ca de la parte inferior del tubo 43 y una pluralidad de
agujeros 53 de salida de refrigerante en la parte superior
del tubo 43. Los agujeros 53 de salida pueden estar gradua-
10 dos en un número y/o tamaño tales que una porción sustan-
cial del refrigerante relativamente frío en el tubo 43 sal-
ga del mismo a una elevación deseada en el conjunto de com-
bustible para mejorar la refrigeración y moderación de los
elementos de combustible adyacentes en aquella elevación,
15 por ejemplo, en la mitad superior del haz de combustible.

De acuerdo con el invento, el tubo de agua 43
está formado con una pluralidad de aletas o apéndices 54,
extendidos radialmente, espaciados axialmente, cada uno de
los cuales está adaptado para entrar en contacto con uno
20 respectivo de los espaciadores 24 de barra de combustible,
por lo que los espaciadores 24 son retenidos en posición
axil fija. Estos apéndices 54, que engranan con los espa-
ciadores, pueden estar sujetos al tubo 43, por ejemplo, por
25 soldadura.

La inserción del tubo de agua 41, de captura de
espaciador, dentro del conjunto de combustible, y el engra-
naje de los espaciadores 24, se ilustra en las figuras 9-
11. Un paso 55 de tubo de los espaciadores 24 está formado

30

1 de barras divisoras de interconexión superiores e inferiores 56 (1), 56 (2), 57 (1) y 57 (2), como se muestra y describe con mayor detalle en la arriba mencionada solicitud de patente de EE.UU núm. 802.326. Un muelle 58 ejerce una
5 fuerza lateral sobre el tubo 41 y le fuerza a contacto lateral con un par de miembros rígidos 59 y 61. El tubo 41 está inserto dentro del paso 55, como se muestra en la fig. 9, de tal modo que los apéndices 54 se extienden a lo largo de la diagonal del paso 55 hacia el ángulo entre el miembro
10 rígido 61 y el muelle 58 hasta que los apéndices 54 estén en una posición axial intermedia de las barras divisoras superiores e inferiores del espaciador. El tubo 41 entonces es girado por 45° en sentido contrario a la marcha de las agujas del reloj, como se ilustra en la fig. 10, para
15 llevar los apéndices 54 entre las barras divisoras superiores e inferiores 56 (1) y 56 (2) como se ilustra en la fig. 11. Para impedir ulterior rotación del tubo 41, la prolongación 46 del tapón 44 terminal inferior, como se ha
20 mencionado anteriormente, está formada con una sección transversal cuadrada. Con los espaciadores 24 ahora cogidos por los apéndices 54, la barra 41 y los espaciadores se mueven hacia abajo, por lo que la prolongación 46 se inserta dentro del zócalo emparejado o cavidad 29 (1) de la placa 23
25 de arriostamiento inferior (fig. 3).

Una forma alternativa de apéndice de captura de espaciador se ilustra en la fig. 12, en que un apéndice o pasador 62 está soldado en agujeros opuestos en el tubo 43
30 del tubo de agua 41 de tal modo que el pasador 62 se pro-

1 yecta entre las barras espaciadoras 56' (1) y 56' (2) para
ponerse en contacto así con el espaciador 24 para evitar
su desplazamiento axial.

5 La combinación arriba descrita tiene un número
de excelentes ventajas. El tubo (o tubos) de agua, procu-
ran moderación incrementada de neutrones en el racimo de
combustible de plutonio para mejorar el rendimiento de com-
10 bustible de plutonio. El tubo 41 de agua de captura de es-
paciador realiza la doble función de procurar moderación
incrementada en la región central del conjunto de combusti-
ble y retener los espaciadores 24 en posición axial, por lo
que se elimina la necesidad de miembros estructurales adi-
15 cionales, especiales de retención de espaciador y los pro-
blemas de usar una barra con combustible para captura de
espaciador.

A título de ejemplo, la tabla siguiente presenta
los parámetros iniciales de la ejecución del conjunto de
combustible del invento, ilustrado en la fig. 6.

20 Conjunto de combustible 20 (1)

Número de posiciones de barra de combustible	49
Número de barras con combustible	48
Número de tubos de agua	1
25 Número de barras 21 (1) con combustible de plu- tonio	10
Contenido medio de Pu fisil	2,8% de peso
Contenido medio de U natural	96,2% de peso
<u>Número de barras 21 (2) con combustible</u>	
30 <u>de uranio</u>	33

1	Contenido de Pu fisil medio	ninguno
	Contenido medio de U fisil	2,5% de peso
	<u>Número de barras 21 (3) con combustible intoxicado</u>	5
5	Contenido medio de Pu fisil	ninguno
	Contenido de U fisil medio	2,9% de peso
	Contenido medio de Gd	2,0% de peso

10 N O T A

La presente memoria consta de las siguientes reivindicaciones.

15 1. Instalación de conjunto de combustible, para uso con una pluralidad de conjuntos de combustible y un moderador de neutrones en un núcleo de reactor nuclear, comprendiendo dicho conjunto de combustible una pluralidad de elementos alargados de combustible, dispuestos en disposición espaciada, caracterizada porque dichos elementos de combustible están dispuestos en una pluralidad de grupos, incluyendo un primer grupo conteniendo plutonio fisil inicial y un segundo grupo conteniendo inicialmente uranio fisil enriquecido, libre de plutonio inicial significativo;

20 un tubo hueco continuo, situado dentro de la región de dicho primer grupo de elementos de combustible; medios para dirigir un flujo de dicho moderador dentro de dicho tubo; medios para descargar dicho moderador desde dicho tubo;

25 una pluralidad de espaciadores de elementos de combustible,

30

1 axilmente espaciados para soportar lateralmente dichos ele-
mentos de combustible, dichos medios de captura de espacia-
dor fijados a dicho tubo y engranando con dichos espacia-
5 dores para evitar desplazamiento axial sustancial de dichos
espaciadores.

2. Instalación según la reivindicación 1, caracte-
rizada porque dicho tubo es sustancialmente del mismo
diámetro exterior que dichos elementos de combustible.

10 3. Instalación según la reivindicación 1, caracte-
rizada porque dichos medios para descargar dicho modera-
dor desde el citado tubo se caracterizan por aberturas en
la mitad superior de dicho tubo.

15 4. Instalación según la reivindicación 1, caracte-
rizada porque dichos medios de captura de espaciador es-
tán caracterizados por una pluralidad de apéndices axial-
mente espaciados, fijados a dicho tubo y engranando con
dichos espaciadores.

20 5. Instalación según la reivindicación 4, caracte-
rizada porque dicho tubo es rotativo para desengranar
dichos apéndices desde los citados espaciadores.

25 6. Instalación según la reivindicación 5, caracte-
rizada además por medios para evitar la rotación de di-
cho tubo.

30 7. Instalación según las reivindicaciones prece-
dentes, comprendiendo una pluralidad de elementos de com-
bustible nuclear y un medio de soporte, que procura una
pluralidad de posiciones de soportes, para soportar dichos
elementos de combustible en disposición espaciada, carac-

1 terizada por un tubo hueco continuo, soportado en una de
dichas posiciones de soporte; medios para dirigir un flujo
de un moderador de neutrones dentro de dicho tubo; medios
para descargar dicho moderador desde dicho tubo; una plu-
5 ralidad de espaciadores espaciados axialmente para soportar
lateralmente dichos elementos de combustible y dicho tubo;
y medios de captura de espaciador, fijados a dicho tubo y
engranando con dichos espaciadores, para impedir despla-
zamiento axial sustancial de dichos espaciadores.

10

8. Instalación según la reivindicación 7, caracte-
rizada porque dicho tubo es de sustancialmente el mismo
diámetro exterior que dichos elementos de combustible.

15

9. Instalación según la reivindicación 7, caracte-
rizada porque dichos medios, para descargar dicho mode-
rador desde el citado tubo, se caracterizan por aberturas
en la mitad superior de dicho tubo.

20

10. Instalación según la reivindicación 7, caracte-
rizada porque dichos medios de captura de espaciador es-
tán caracterizados por una pluralidad de apéndices espacia-
dos axialmente, fijados a dicho tubo y engranando con dichos
espaciadores.

25

11. Instalación según la reivindicación 10, ca-
racterizada porque dicho tubo es rotativa para desengranar
dichos apéndices desde dichos espaciadores.

12. Instalación según la reivindicación 11, ca-
racterizada por medios anti-rotación para impedir la rota-
ción de dicho tubo.

30

13. Instalación según la reivindicación 12, ca-

1 racterizada porque dichos medios anti-rotación se caracte-
rizan por un tapón de extremo inferior de sección transver-
sal cuadrada, fijado a dicho tubo y un zócalo cuadrado, em-
parejado en dichos medios de soporte.

5 14. Instalación según la reivindicación 7, caracte-
rizada porque dicho tubo incluye tapones terminales en
cada extremo y porque dichos tapones terminales están for-
mados con pasos de moderador.

10 15. Instalación de conjunto de combustible.
Según se describe y reivindica en la presente
memoria descriptiva, y los dibujos que a la misma se acom-
pañan, la cual consta de 23 hojas foliadas y escritas a
máquina por una sola de sus caras.

15 Madrid,

20 SET 1972

CARLOS ROEB
P. P.

20

de: Francisco del Pozo

25

30

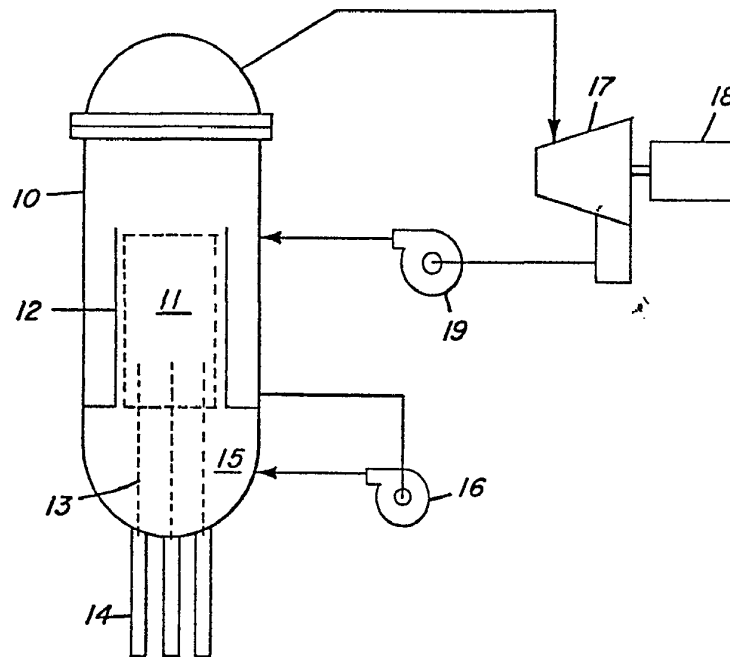


Fig. 1

ESCALA VARIABLE
CARLOS RUIZ
P. P.

FABR. PRINCIPAL DEL 2013

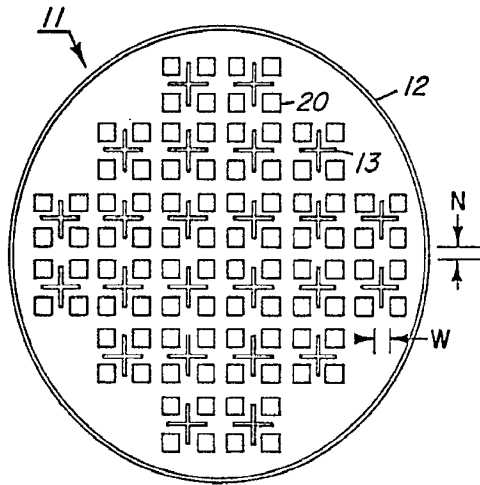


Fig. 2

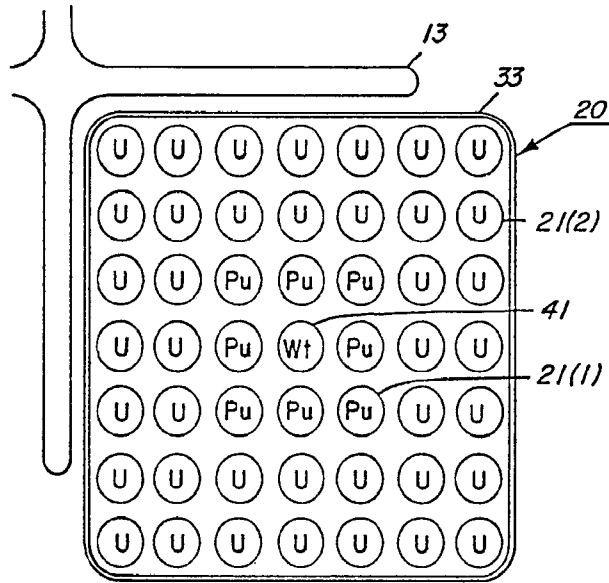


Fig. 4

Handwritten signature and stamp.

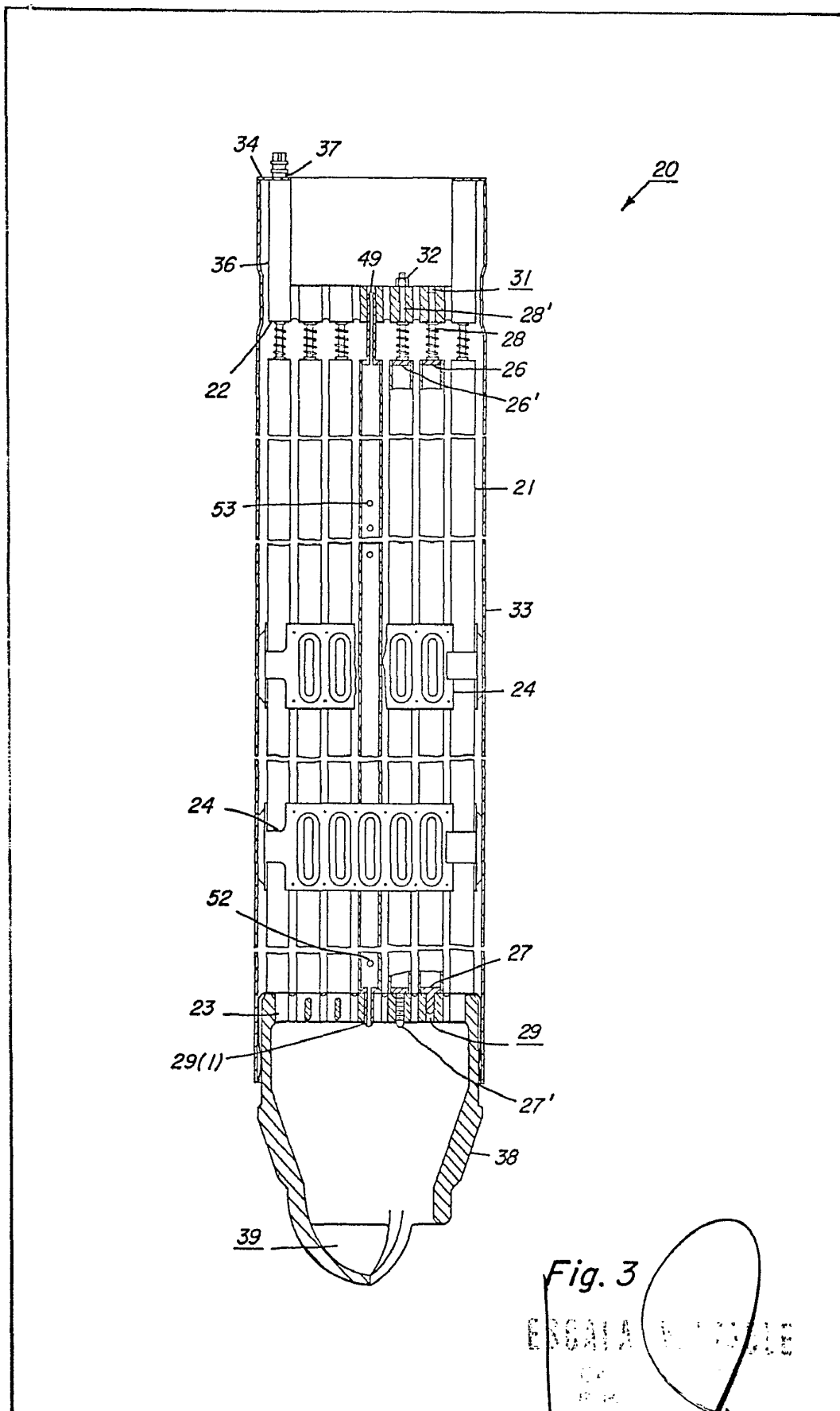


Fig. 3

ESCALA 1/2" = 1"

Fdo. Francisco del Pozo

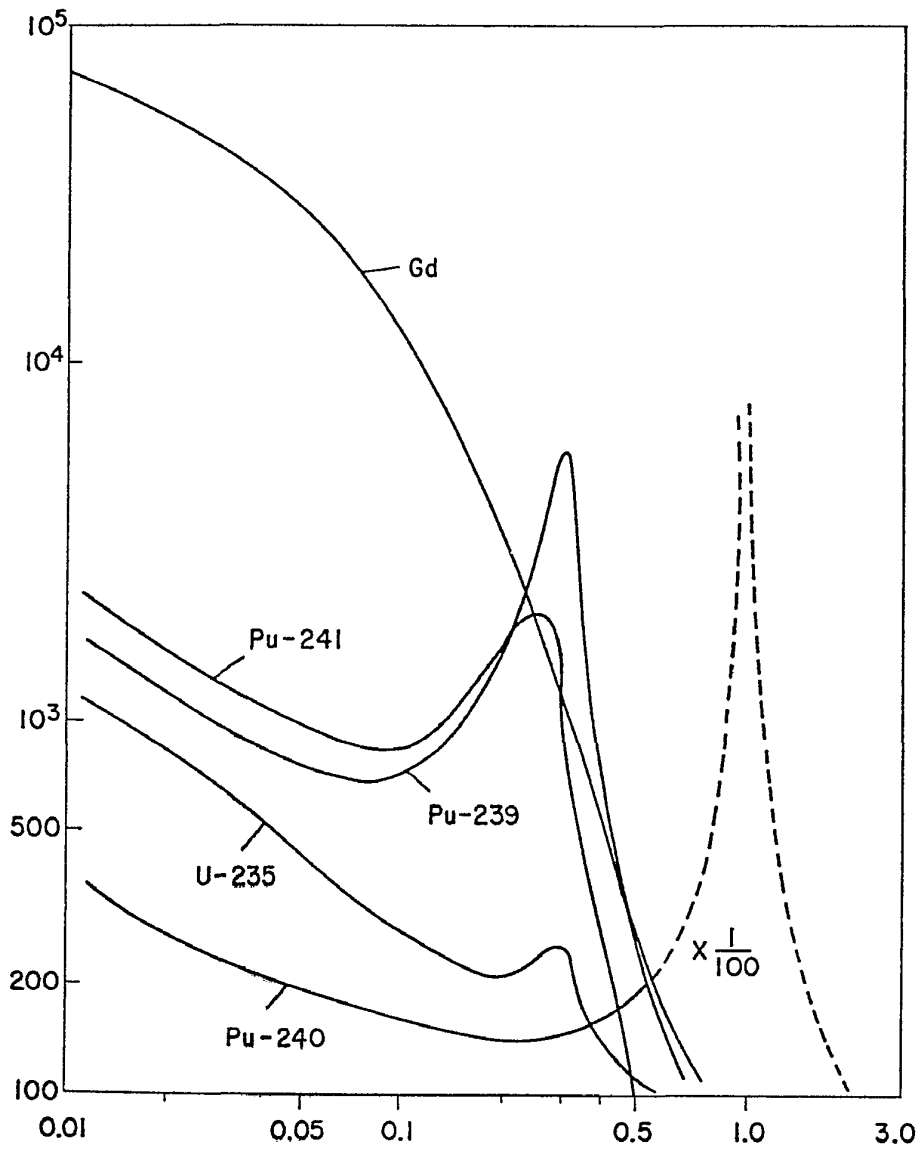


Fig. 5

A handwritten signature is present, along with a circular stamp that is partially obscured and difficult to read. The stamp appears to contain some text, possibly a date or a reference number, but it is not clearly legible.

General Electric Company

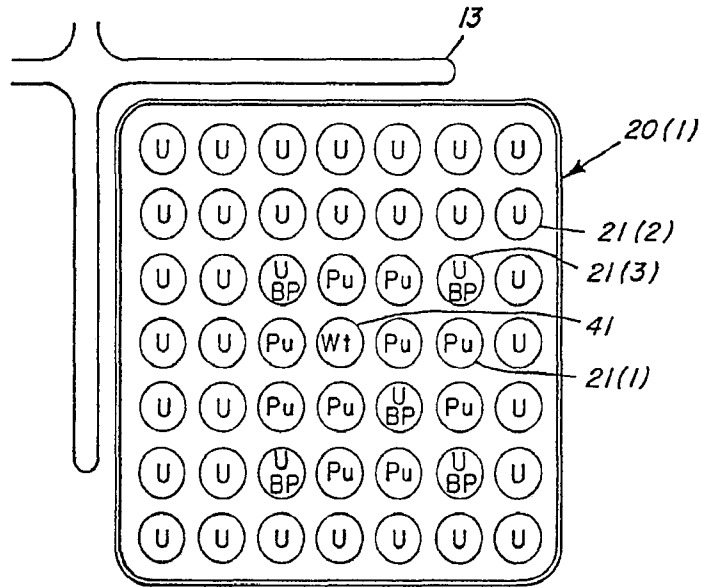


Fig. 6

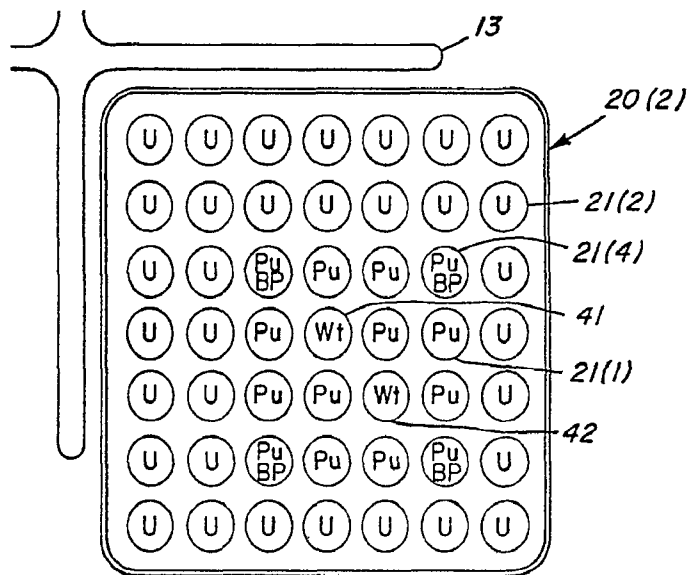


Fig. 7

SMITH WHEELER
CORPORATION
P. O. BOX 100
NEW YORK, N. Y.
10001
Folio: Franjete del Pas

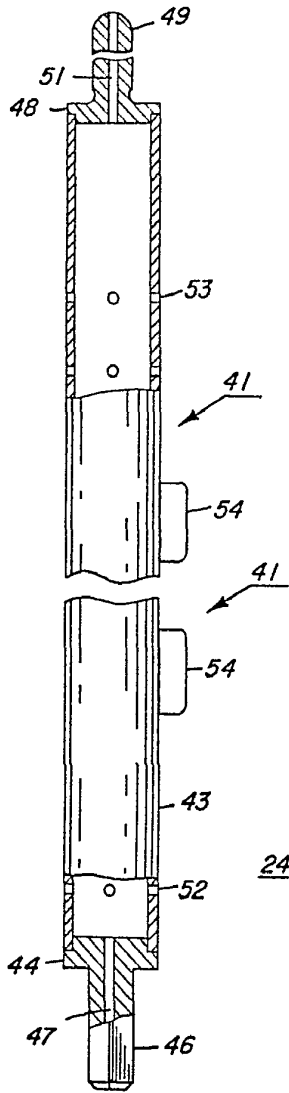


Fig. 8

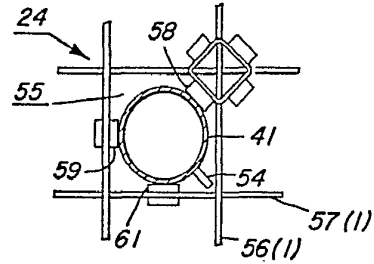


Fig. 9

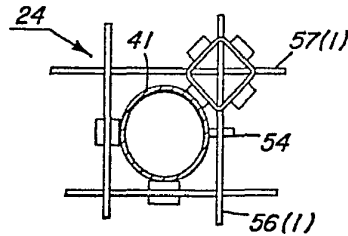


Fig. 10

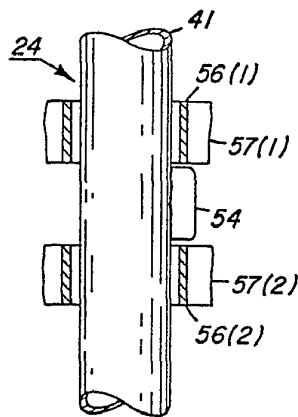


Fig. 11

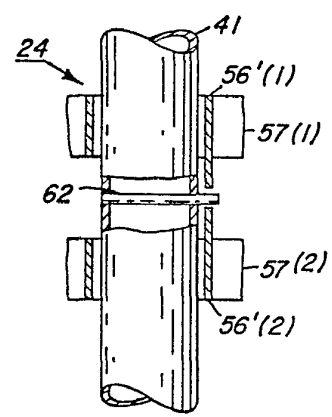


Fig. 12

Handwritten signature or scribble at the bottom right of the page.