



ESPAÑA

5 ENE 1970  
Concedido el Registro de acuerdo con los datos que figuran en la presente descripción y según el contenido de la Memoria adjunta.

11	10
21	A1
NÚMERO <b>466585</b>	
FECHA DE PRESENTACION 2-2-78	

PATENTE DE INVENCION

30	31	32	33
PRIORIDADES:	NUMERO	FECHA	PAIS
	766.717	8-2-77	Estados Unidos

47	51	62
FECHA DE PUBLICIDAD	CLASIFICACION INTERNACIONAL	PATENTE DE LA QUE ES DIVISIONARIA
	G01T	

54
TITULO DE LA INVENCION
DETECTOR DE NEUTRONES

71
SOLICITANTE (S)
GENERAL ELECTRIC COMPANY

DOMICILIO DEL SOLICITANTE
1 River Road, Schenectady, New York 12305 Estados Unidos

72
INVENTOR (ES)
James Howard Terhune y John Paul Neissel, ambos de nacionalidad estadounidense.

73
TITULAR (ES)

74
REPRESENTANTE
D. BERNARDO UNGRIA GOIBURU

1 El invento se refiere a un detector de neutrones del tipo de cámara iónica y más particularmente a detectores utilizados para medir el flujo de neutrones en un núcleo de reactor nuclear.

5 Un ejemplo de un sistema de detección de neutrones intranuclear del tipo con el cual puede utilizarse el presente invento, se describe en la patente de los Estados Unidos número 3.565.760, a nombre de G.R. Parkos y Socios.

10 Los detectores de neutrones del tipo de cámara iónica son bien conocidos y se describen, por ejemplo, en la patente de los Estados Unidos n° 3.043.954 a nombre de L.R. Boyd y Socios. Usualmente, estas cámaras incluyen un par de electrodos separados, aislados eléctricamente el uno del otro, con un material sensible a los neutrones y un gas ionizable entre ellos.

15 Por ejemplo, en una cámara iónica del tipo de fisión, el material sensible a los neutrones es un material tal como el uranio que es un material fisiónable por medio de los neutrones. Cuando los neutrones inducen fisiones del uranio en la cámara, los productos de fisión resultantes ionizan el gas proporcionalmente a la magnitud del flujo de neutrones en la cámara. Cuando se aplica una tensión de corriente continua entre los electrodos, se crea una corriente de salida que es proporcional al grado de ionización y por tanto proporcional al flujo de neutrones en la cámara.

25 Una importante dificultad inherente que se presenta con los detectores de neutrones del tipo de cámara iónica de fisión actualmente conocidos es su vida útil relativamente limitada debido al agotamiento del material fisiónable o activo que contienen. Por ejemplo, los detectores de neutrones de cámara de fisión intranucleares que se utilizan actualmente tie

30

1    nen una vida útil de aproximadamente 1,4 a 2 años y se proyec  
tan actualmente configuraciones más nuevas de núcleos de reac  
tores más perfeccionados que tienen flujos de neutrones más in  
tensos capaces de crear condiciones que reduzcan la vida útil  
5    de los detectores de neutrones aproximadamente a un año. El  
agotamiento del material activo contenido en el detector de  
neutrones necesita el cambio periódico de los detectores, lo  
que es costoso y requiere tiempo.

La vida útil del detector no puede ser prolongada  
10    simplemente mediante el incremento de la cantidad inicial de  
material activo que contiene. La cantidad de material activo  
que puede ser utilizada en el detector está limitada por varios  
factores en los cuales está incluida la necesidad de un peque  
ño volumen activo de gas para reducir lo más posible la sensi  
15    bilidad a la radiación gamma y la necesidad de realizar el re  
vestimiento de material activo de modo que sea suficientemente  
fino para permitir la salida de los productos de fisión en el  
volumen de gas activo de modo que contribuyan al proceso de  
ionización.

20    Se ha observado desde hace algún tiempo que la vida  
útil de los detectores puede ser prolongada combinando con un  
material fisionable inicialmente activo un material de repro  
ducción, tal como el U-234, el U-238, el Pu-238, el Pu-240 y  
el Th-232, el cual, al producirse la captura de neutrones, se  
25    transforma en un isótopo fisionable que permite asegurar conti  
nuamente el reabastecimiento del reactor con material activo.  
Estos detectores regenerativos han sido propuestos, por ejem  
plo, por D.E. Hegberg en un artículo titulado "Estudio de Via  
bilidad de Supervisión de Flujo de Neutrones Intranuclear con  
30    Detectores Regenerativos", HW-73335 Hanford Laboratories, Ju

1 nio 1972, y en la patente de los Estados Unidos n° 3.742.274  
a nombre de O'Boyle y Socios.

Es igualmente conocido que un factor importante que  
afecta la vida útil de un detector intranuclear es la magnitud  
5 de flujo de neutrones en la región donde está situado el detec  
tor en el interior del núcleo. Suponiendo que la sensibilidad  
del detector sea suficiente, la vida útil del detector puede  
también ser prolongada reduciendo la magnitud del flujo de neu  
trones al cual está sometido ese detector. En la técnica ante  
10 rior esto se ha efectuado reduciendo la cantidad de moderador  
de neutrones en la proximidad del detector y/o rodeando el de  
tector por un material de apantallamiento de neutrones adecua  
do, o un material veneno combustible. Sin embargo, estos méto  
dos de la técnica anterior para prolongar la vida útil de los  
15 detectores de neutrones no han podido prolongar suficien<sup>te</sup>men  
te la vida útil de los detectores de neutrones intranucleares.

Las ventajas del invento se obtienen gracias a un de  
tector de neutrones en el cual un material de reproducción se  
mezcla con el material inicial activo del detector y en el cual  
20 un material de apantallamiento de neutrones adecuado se sitúa  
para reducir la magnitud del flujo de neutrones al cual están  
sometidos los materiales activo y de reproducción. De acuerdo  
con el invento, los materiales de reproducción y de apantalla  
miento se eligen de modo que tengan secciones transversales de  
25 captura de neutrones sustancialmente adaptadas, con lo cual se  
favorecen mutuamente sus efectos individuales para incrementar  
la vida útil del detector.

La figura 1 es una ilustración esquemática de un de  
tector de neutrones situado en un núcleo de reactor.

30 La figura 2 es una ilustración esquemática de un de

1 tector de neutrones y de un circuito conectado con éste para  
medir el flujo de neutrones en el núcleo del reactor.

La figura 3 ilustra un detector de neutrones que  
constituye un modo de realización del invento.

5 La figura 4 ilustra otro modo de realización del in  
vento.

La figura 1 ilustra esquemáticamente una pluralidad  
de detectores 1 situados en un reactor nuclear 2 para supervi  
sar el flujo de neutrones en el interior de éste. Como es bien  
10 conocido, un núcleo de este tipo está constituido por una plu  
ralidad de conjuntos de combustible separados 3, que contienen  
cada uno una pluralidad de elementos de combustible o barras  
de combustible incluyendo un material fisionable, tal como el  
U-235. Unos tubos de protección 4 están situados en los espa  
15 cios que existen entre los conjuntos de combustible 3, para  
que puedan recibir los detectores 1. Un refrigerante, que es  
normalmente agua, se hace circular a través del conjunto de  
combustible para extraer el calor del mismo en la dirección in  
dicada por las flechas 5. Los tubos 4 pueden estar cerrados o  
20 abiertos como se representa para recibir la circulación de re  
frigerante más allá de los detectores. En la práctica, un cier  
to número de detectores se distribuyen en una configuración  
predeterminada en el núcleo incluyendo varios detectores a di  
ferentes alturas del núcleo en cada tubo 4 para obtener una in  
25 dicación exacta de la magnitud y de la distribución del flujo  
de neutrones en el núcleo. Un sistema de este tipo se represen  
ta y describe más detalladamente en la patente de los Estados  
Unidos n° 3.565.760, mencionada más arriba.

Un detector 1 destinado a ser utilizado en un sistema  
30 de detección de neutrones de acuerdo con el invento se represen

1 ta esquemáticamente en la figura 2. El detector 1 incluye dos  
electrodos conductores separados 11 y 12. El espacio 13 entre  
los electrodos 11 y 12 está herméticamente cerrado y está lleno  
de un gas ionizable, por ejemplo un gas noble tal como el argón.  
5 Sobre la superficie de uno o ambos electrodos 11 y 12 se halla  
una película, una capa, o un revestimiento 14 de un material  
activable por los neutrones, por ejemplo uranio fisionable. En  
la presencia del flujo de neutrones, el revestimiento 14 de ma  
10 terial fisionable está sometido a reacciones de fisión en un  
grado proporcional al flujo de neutrones. Los productos de fi  
sión resultantes dan lugar a la ionización del gas en el espa  
cio 13 proporcionalmente al número de fisiones. Una fuente de  
suministro de energía 15 de tensión adecuada conectada entre  
los electrodos 11 y 12 hace que los electrodos capturen pares  
15 de iones. Se produce de este modo una circulación de corriente  
a través del detector, la cual se indica en el medidor 16. La  
corriente indicada en el medidor 16 es proporcional al flujo  
de neutrones en la cámara.

Tanto si la capa 14 está constituida por un solo ma  
20 terial activo, o por una mezcla de materiales activo y de re  
producción, la vida útil del detector depende del grado de ago  
tamiento de los materiales activo y de reproducción, y por tan  
to depende de los componentes térmicos y epitérmicos del flujo  
de neutrones en la cámara. Los neutrones que tienen energías  
25 inferiores a 0,625 eV se llaman corrientemente neutrones térmi  
cos, y los neutrones que tienen energías superiores a 0,625 eV  
se llaman corrientemente neutrones epitérmicos. El presente in  
vento está basado sobre la observación que consiste en que,  
utilizando la reducción del flujo de neutrones tanto térmicos  
30 como epitérmicos y una mezcla de materiales activo y de repro

1 ducción en el detector, es posible prolongar la vida útil del  
detector hasta valores superiores a los que podían obtenerse  
con cualquiera de las técnicas anteriores mencionadas más arri  
5 ba, utilizando individualmente mezclas de reproducción o mate  
riales de apantallamiento.

De acuerdo con el invento, los materiales de repro  
ducción y de apantallamiento se eligen de modo que tengan sec  
ciones transversales de captura de neutrones similares o sus  
tancialmente similares de tal manera que sus efectos individua  
10 les sobre el incremento de la vida útil del detector se favorez  
can mutuamente. Los modos de realización prácticos del invento  
utilizan un material de apantallamiento que tiene una sección  
transversal de captura de neutrones importante para los neutro  
nes de energía térmica y que tienen una o varias crestas de re  
15 sonancia de sección transversal de captura de neutrones cerca  
de la cresta de resonancia de sección transversal de captura  
de los neutrones de energía más baja del material de reproduc  
ción. Haciendo referencia a la figura 2, se ve que el material  
de apantallamiento se añade normalmente al detector de neutro  
20 nes 1 bajo la forma de un manguito 17 que se sitúa encima de  
la capa 14. La capa 14 está constituida por una mezcla de mate  
rial activo y de material de reproducción, y la sección trans  
versal de captura de neutrones del material de apantallamiento  
del manguito 17 es similar, o sensiblemente similar a la sec  
25 ción transversal de captura de neutrones del material de repro  
ducción de la capa 14. Se ha comprobado que adaptando las sec  
ciones transversales de captura de neutrones de los materiales  
de reproducción y de apantallamiento de esta manera, se consi  
gue un efecto energético que aumenta mucho la vida útil del de  
30 tector. Se ha previsto que un detector dotado de una combina

1 ción de este tipo de materiales activo, de reproducción y de  
apantallamiento, tendrá una vida útil de hasta 10 años en el  
núcleo de un reactor nuclear.

Existen numerosas combinaciones posibles de materia  
5 les activos, de reproducción y de apantallamiento, que pueden  
ser utilizados con el invento. Por ejemplo, cuando se emplea  
U-234 como material de reproducción, se sitúa en el detector  
de neutrones una capa inicial de U-234 mezclado con U-235. El  
U-235 sirve como material inicial fisiónable o activo del de  
10 tector. Cuando se produce la captura de un neutrón, el U-234  
libera una cantidad suplementaria de U-235 fisiónable. La velo  
cidad con la cual el material inicial activo y el material de  
reproducción se agotan en el detector depende del número de  
neutrones capturado por los átomos de U-234 y U-235. Es conoci  
15 do que la sección transversal del U-234 es importante a ener  
gías térmicas inferiores a 0,625 eV y que existe una importan  
te cresta de resonancia a 5,19 eV. Igualmente, el U-235 tiene  
una importante sección transversal a importantes energías tér  
micas. Por tanto, el quemado o el agotamiento del U-234 y del  
20 U-235 se produce en gran parte por los neutrones que presentan  
estos niveles de energía.

De acuerdo con el invento, se ha previsto un material  
de apantallamiento adecuado, una mezcla o una aleación de mate  
25 riales de apantallamiento, con el objeto de capturar los neu  
trones bien en la región térmica, bien en la región epitérmica,  
o en las regiones de resonancia, o en ambas. Los materiales de  
apantallamiento que se consideran adecuados para ser utilizados  
en un detector de neutrón regenerativo del tipo que utiliza  
una mezcla de U-234 y U-235 se numeran en la Tabla I que si  
30 gue, que indica sus secciones transversales, a 0,0253 eV y el

1 emplazamiento de sus crestas de resonancia cerca de 5,19 eV.  
En ciertos casos, puede emplearse una mezcla o una aleación de  
dos o más de estos materiales. La sección transversal de captu  
ra de neutrones del material de apantallamiento a 0,0253 eV se  
5 indica bajo la forma de una medición de la capacidad del mate  
rial para capturar neutrones de energía térmica. Ya que la  
cresta de resonancia del U-234 y cualquiera de las crestas in  
dicadas en la tabla que sigue tienen una anchura definida, la  
alineación perfecta de las crestas no es necesaria para obte  
10 ner un apantallamiento eficaz con relación a la captura de re  
sonancia de los neutrones.

TABLA I

15	Material de apantallamiento	Sección transversal a 0,0253 eV	Emplazamiento de resonancia
	Iridio	440 barns	5,36 eV
	Distrosio	930	5,45
	Erbio	160	5,48, 5,98
	Tulio	127	3,92
20	Hafnio	105	5,89, 5,68
	Boro	759	*
	Plata	64	5,19
	Oro	99	4,91
	Lutecio	108	4,8, 5,22
25	Uranio-234	95	5,19

\* No hay cresta de resonancia pero la sección transversal es igual a 53 barns a 5,19 eV.

La información que se reproduce en la tabla que antecede ha sido obtenida de las siguientes publicaciones:

1

Donald J. Hughes & Robert B. Schwartz,  
"Neutron Cross Sections", Associated  
Universities Inc., Brookhaven National  
Laboratory, July 1, 1958 (BNL 325,  
Second Edition).

5

D. J. Hughes, B.A. Magurno, & M.K. Brussel,  
"Neutron Cross Sections", Associated  
Universities Inc., Brookhave National  
Laboratory, Jan. 1, 1960, (BNL 325, Second  
Edition, Supplement Number 1).

10

J.R. Stehn, et al., "Neutron Cross Sections,  
Vol. I. Z = 1 to 20". Associated Universities  
Inc., Brookhave National Laboratory, May, 1964,  
(BNL 325, Second Edition, Supplement no. 2).

15

M.D. Goldberg et al., "Neutron Cross Sections,  
Vol. IIA, Z = 21 to 40", Associated  
Universities Inc., Brookhave National  
Laboratory, Feb. 1966, (BNL 325, Second  
Edition, Supplement No. 2).

20

M.D. Goldberg et al., "Neutron Cross Sections,  
Vol. IIB, Z = 41 to 60", Associated  
Universities Inc., Brookhaven National  
Laboratory, May, 1966, (BNL 325, Second  
Edition, Supplement No. 2).

25

M.D. Goldberg et al., "Neutron Cross Sections,  
Vol. IIC Z=61 to 87", Associated Universities  
Inc., Brookhaven National Laboratory, Aug. 1966,  
(BNL 325, Second Edition, Supplement No. 2).

30

1 J. R. Stern et al., "Neutron Cross Sections,  
Vol. III, Z = 88 to 98", Associated  
Universities Inc., Brookhaven National  
Laboratory, Feb., 1965, (BNL 325, Second  
5 Edition, Supplement No. 2).

Haciendo referencia a la figura 3, se ilustra en ella un modo de realización particular de un detector de neutrones que utiliza el concepto del invento. El detector de neutrones incluye una cámara herméticamente cerrada 30, que contiene dos  
10 electrodos separados 31 y 32. La cámara herméticamente cerrada 30 está constituida por un tramo de tubo de acero inoxidable 33 herméticamente cerrado por unos obturadores de extremidad 34 y 35. El obturador de extremidad 34 está provisto de un dispositivo que permite el paso de un conductor eléctrico 36, y  
15 el obturador de extremidad 35 incluye un tubo de bombeo 37. En este caso, las paredes de la cámara 30 sirven como electrodo 31. Los electrodos 31 y 32 se mantienen aislados el uno respecto al otro por medio de separadores aislantes 38 y 39 hechos de cerámica que están soportados por los obturadores de extre  
20 midad 34 y 35, respectivamente. En este modo de realización, el electrodo central 32 sirve como ánodo y está conectado eléctricamente con el conductor eléctrico 36 que atraviesa axialmente la cámara 30 para conducir a una fuente de tensión externa adecuada. Un gas ionizable, tal como hidrógeno, argón  
25 o helio está situado en el espacio 40 entre los electrodos 31 y 32. En los modos de realización preferidos, el ánodo 32 es hueco, como se ilustra en la figura 3, y un espacio hueco 41 está lleno de gas ionizable que sirve como volumen de compensación de gas. Una fina película 42 de una mezcla de materiales  
30 activo y de reproducción está situada sobre la superficie del

1 ánodo 32. En otros modos de realización del invento, el diámetro interno del cátodo 31 puede soportar la película 42, o tanto el cátodo 31 como el ánodo 32 pueden incluir una película de mezcla de materiales activo y de reproducción. En el presente caso, la capa 42 está constituida por una mezcla de U-234 y U-235 con una relación variable entre 70:30 y 90:10, respectivamente, y esta capa está depositada sobre el diámetro externo del ánodo 32. En los modos de realización preferidos se emplea una mezcla de U-234 y U-235 con una relación de 80:20. El material fisionable puede depositarse en cualquiera de los electrodos 31 ó 32 por electrorevestimiento, proyección bajo vacío elevado, o cualquier procedimiento parecido. Como se ha indicado anteriormente, la exposición de este material fisionable a un flujo de neutrones da lugar a una fisión nuclear del U-235 proporcionalmente al flujo. Los neutrones resultantes de alta energía y los productos de fisión penetran en el gas ionizable cerca de los electrodos 31 y 32 creando iones de gas y permitiendo la circulación de una corriente proporcional a través del detector.

20 De acuerdo con el invento, una parte del detector de neutrones está constituida por un material de apantallamiento que presenta una sección transversal de captura de neutrones similar o sustancialmente adaptada a la sección transversal de captura de neutrones del U-234. En la tabla I se enumeran unos ejemplos de estos materiales de apantallamiento. En el presente modo de realización, el material de apantallamiento está incorporado en el detector utilizando un manguito 45 que se prolonga más allá de la longitud activa L del conjunto de detector. En otros modos de realización del invento, las paredes de la cámara 30 y/o los electrodos 31 y 32 pueden, simplemente hacer

1 se con uno de los materiales de apantallamiento enumerados en  
la Tabla I. Entre los materiales de apantallamiento enumerados  
en la Tabla I, el iridio y el hafnio tienen secciones transver  
5 sales de captura de neutrones más adecuadas para el apantalla  
miento de la mezcla de material activo y de material de repro  
ducción de U-234 y U-235. Sin embargo, puestos a elegir entre  
hafnio e iridio, se utiliza el hafnio como material de apanta  
llamiento en el modo de realización preferido, ya que el hafnio  
tiene un precio que representa aproximadamente el 3% del precio  
10 del iridio y es mucho más fácil de mecanizar.

Los detectores que tienen un ánodo hueco 32, tales  
como el que se ilustra en la figura 3, son los preferidos pues  
to que el ánodo hueco permite obtener un volumen de compensa  
ción de gas que sirve para mejorar notablemente la linealidad  
15 del detector. Sin embargo, el invento puede también utilizarse  
con detectores de neutrones de la técnica anterior del tipo do  
tado de un ánodo macizo 50, como el que se ilustra en la figu  
ra 4. El detector 51 ilustrado en la figura 4 es, en todos los  
aspectos, idéntico al detector ilustrado en la figura 3 con la  
20 excepción de la utilización de un ánodo macizo 50 en lugar del  
ánodo hueco 32 empleado en el modo de realización ilustrado en  
la figura 3. Se han utilizado los mismos números de referencia  
para designar componentes idénticos en los modos de realización  
ilustrados en las figuras 3 y 4.

25 En resumen, la presente patente de invención que se  
solicita deberá recaer en las siguientes

#### REIVINDICACIONES

1. Detector de neutrones que incluye:  
una cámara herméticamente cerrada que tiene dos elec  
30 trodos separados situados en ella;

1 un gas ionizable situado en el interior del espacio  
formado entre dichos electrodos;

estando una parte de dicho detector constituida por  
una mezcla de un material activo y de un material de reproduc  
5 ción; y

estando una parte de dicho detector formada por un  
material de apantallamiento situado para reducir el flujo de  
neutrones al cual están sometidos el material activo y el mate  
rial de reproducción,

10 teniendo dichos materiales de reproducción y de apan  
tallamiento unas curvas de sección transversal de captura de  
neutrones sustancialmente adaptadas, con lo cual se refuerzan  
mutuamente sus efectos individuales sobre la vida del detector.

2. Detector de neutrones según la reivindicación 1,  
15 caracterizado porque dicho material de apantallamiento tiene  
una importante sección transversal de captura de neutrones pa  
ra los neutrones de energía térmica y tiene una cresta de re  
sonancia de sección transversal de captura de neutrones cerca  
de la cresta de resonancia de sección transversal de captura  
20 de neutrones de energía baja de dicho material de reproducción.

3. Detector de neutrones según las reivindicaciones  
1 ó 2, caracterizado porque dicho material activo y dicho mate  
rial de reproducción son U-235 y U-234, respectivamente.

4. Detector de neutrones según la reivindicación  
25 3, caracterizado porque dicha mezcla de un material activo y  
de un material de reproducción está constituida por U-234 y  
U-235, respectivamente, con una relación variable entre 70:30  
y 90:10.

5. Detector de neutrones según la reivindicación 4,  
30 caracterizado porque dicha mezcla de un material activo y de

1 un material de reproducción está constituida por U-234 y U-235,  
respectivamente, con una relación de 80:20.

6. Detector de neutrones según las reivindicaciones  
3-5, caracterizado porque dicho material de apantallamiento  
5 tiene una elevada sección transversal de captura de neutrones  
a 0,0253 eV y una cresta de resonancia cerca de 5,19 eV.

7. Detector de neutrones según las reivindicaciones  
1-5, caracterizado porque dicho material de apantallamiento es  
iridio, disprosio, erbio, tulio, hafnio, boro, plata, oro, lu  
10 tecio, uranio-234, o una mezcla de dos o más de estos materia  
les de apantallamiento.

8. Detector de neutrones según las reivindicaciones  
1-7, caracterizado porque dicho material de apantallamiento es  
hafnio.

15 9. Detector de neutrones según las reivindicaciones  
1-8, caracterizado porque dicha cámara está hecha de material  
de apantallamiento.

10. Detector de neutrones según las reivindicaciones  
1-9, caracterizado porque dicha cámara incluye además una lon  
20 gitud activa y un manguito hecho de un material de apantalla  
miento que se prolonga más allá de la longitud activa de dicha  
cámara.

11. Detector de neutrones según las reivindicaciones  
1-10, caracterizado porque uno de dichos electrodos está hecho de  
25 un material de apantallamiento.

12. Detector de neutrones según las reivindicaciones  
1-10, caracterizado porque ambos electrodos están hechos de un  
material de apantallamiento.

13. Detector de neutrones según las reivindicaciones  
30 1-12, caracterizado porque uno de dichos electrodos incluye una

1 capa de dicha mezcla de un material activo y de un material de  
reproducción.

14. Detector de neutrones según las reivindicacioo  
nes 1-12, caracterizado porque cada uno de dichos electrodos  
5 incluye una capa de dicha mezcla de un material activo y de un  
material de reproducción.

15. Se reivindica por último como objeto sobre  
el que ha de recaer la Patente de Invención que se solicita:  
DETECTOR DE NEUTRONES.

10 Todo conforme queda descrito y reivindicado en la  
presente Memoria descriptiva que consta de dieciseis páginas  
mecanografiadas y dibujos adjuntos.

Madrid, 2 de Febrero de 1978

BERNARDO UNGRÍA  
P.P.

15

20

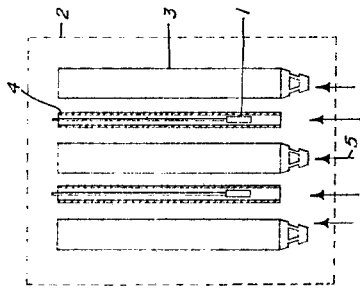


Fig. 1

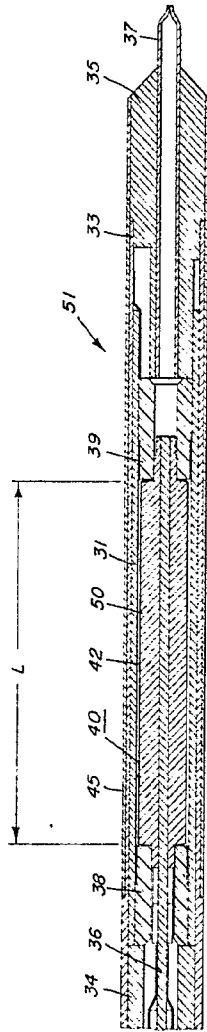


Fig. 4

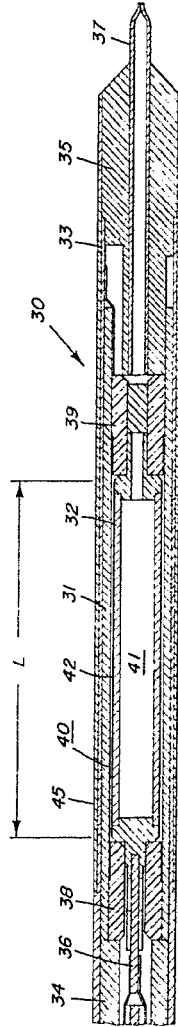


Fig. 3

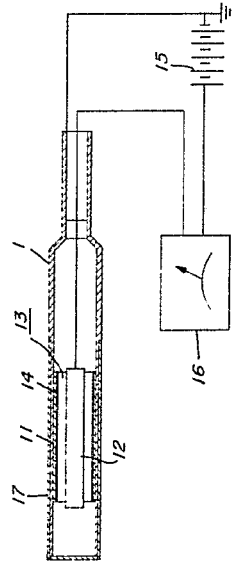


Fig. 2

ESCALA VARIABLE  
 Madrid, de Febrero 1978  
 BERNARDO CINGO  
 I.P.

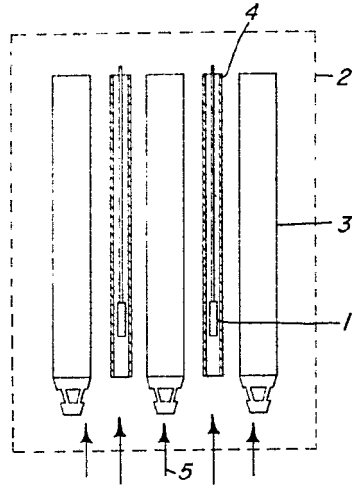


Fig. 1

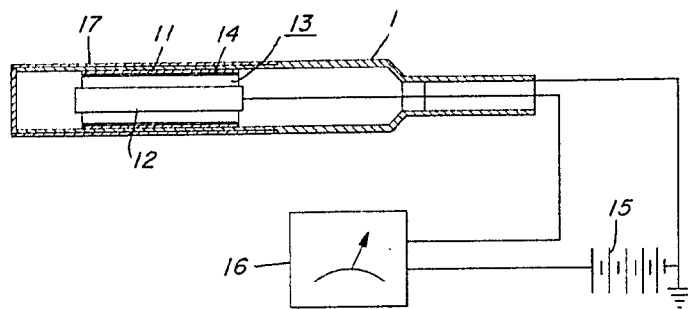
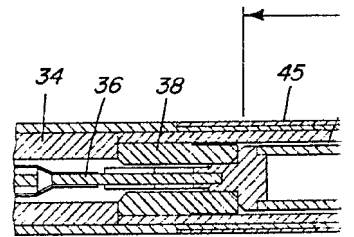
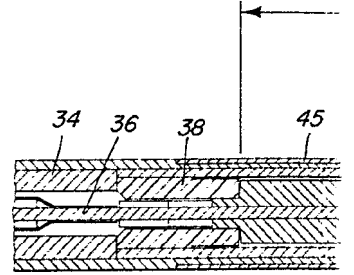


Fig. 2

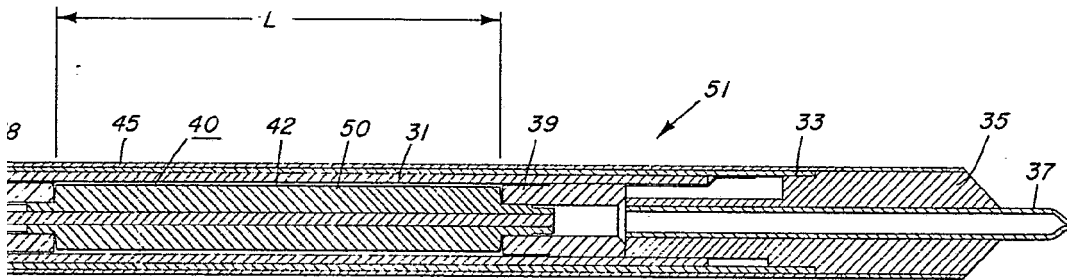


Fig. 4

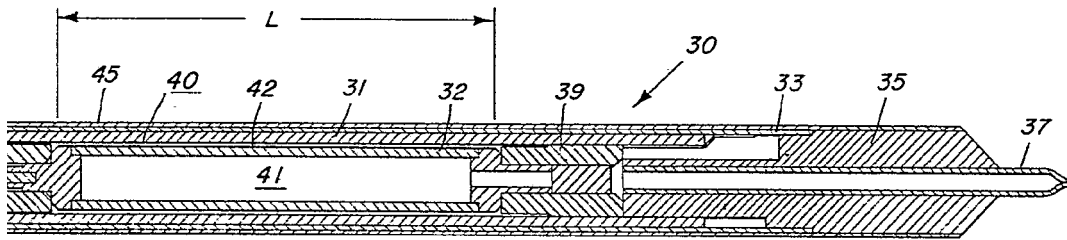


Fig. 3

ESCALA VARIABLE  
Madrid, 2 de Febrero 1978  
BERNARDO UNGRIZ  
p.p.