

361624

PATENTE DE INVENCION

Pats 24/A8629/22.

SECCION TECNICA
CLASIFICACION I. P. C.
CLASE <u>G-21</u>
SUBCLASE <u>e</u>

3616249



Memoria Descriptiva

sobre:

"Perfeccionamientos en la construcción de reactores nucleares".

Solicitante: UNITED KINGDOM ATOMIC ENERGY AUTHORITY, entidad inglesa, residente en: 11, Charles II, Street, Londres S.W.1., Inglaterra.

Este invento se refiere a elementos combustibles para reactores nucleares, en particular a aquél tipo de elemento combustible denominado comunmente barra combustible y cuyo término se empleará en adelante,

5. que tiene una vaina interna y una vaina externa con ma-

30:624

- 2 -



19 DEC 1950

- terial combustible contenido en el espacio anular comprendido entre las dos vainas. Este tipo de barra combustible se conoce en la profesión como barra combustible tubular. Este tipo de combustible ofrece grandes ventajas porque
5. permite que el refrigerante fluya por el interior a lo largo de la barra así como por su exterior, y mitiga en un cierto grado las dificultades que acarrea una conductividad térmica deficiente de los combustibles nucleares de materiales cerámicos como es el dióxido de uranio o una
10. mezcla de dióxido de uranio y plutonio, y de la fusión central que puede tener lugar con combustible de gran potencial en forma cilíndrica sólida. Su principal desventaja radica en el hecho de que se debe dejar tolerancia para un cierto grado de expansión diferencial entre las vainas interior y exterior durante el funcionamiento.
15. Aún cuando podría hacerse el diseño de forma que las temperaturas de los tabiques de las vainas interior y exterior a una diferencia de varios grados una respecto a la otra durante el funcionamiento normal, cabría esperar
20. que los dos factores que se citan a continuación produjeran una expansión diferencial. En primer lugar, el combustible se dilata en sentido longitudinal así como en sentido radial durante el funcionamiento, y puede suceder con facilidad que el combustible se acople más rígidamente a
25. una vaina que a otra, someténdola de este modo a un mayor grado de esfuerzo. En segundo lugar, los efectos transitorios serán probablemente importantes y en la parada de la reacción en cadena del reactor, el combustible cerámico tenderá a contraerse en sentido radial más que las vainas
30. y probablemente se establecería un espacio de separación



entre el combustible y la vaina exterior. Esto actuaría como aislamiento térmico y al aumentar la energía, se vería perturbado el equilibrio térmico. El mismo efecto se evidenciaría al reducir energía. La perturbación en el equilibrio térmico dará por resultado la diferenciación de las temperaturas de las vainas interior y exterior y, por lo tanto, se produciría una expansión diferencial.

5. Ambos factores son extremadamente complejos y, por consiguiente, la filosofía adoptada es aceptar que ha ya una expansión diferencial y que los diseños deben hacerse en consecuencia. El presente invento se refiere a las medidas a adoptar a este respecto.

10. Según el invento, una vaina combustible tubular alargada que tiene sus vainas exterior e interior sujetas herméticamente entre sí por un extremo de la barra combustible, comprende un primer medio de estanquidad para sellar u obturar los otros extremos de las vainas entre sí pero permitiendo un movimiento longitudinal relativo entre ambas, con lo que se prevee un recinto estanco entre las vainas; un segundo medio de estanquidad para sellar u obturar las vainas entre sí pero permitiendo un movimiento longitudinal relativo entre las mismas, estando dicho segundo medio de estanquidad dispuesto en una relación de separación adyacente con dicho primer medio de estanquidad y medios que preveen un conducto con salida al exterior de la barra combustible del espacio comprendido entre dichas vainas cuyo espacio se halla limitado por dichos primer y segundo medios de estanquidad.

15. Los citados primer y segundo medios de estanquidad están constituidos cada uno preferiblemente por un dis

30.

- 4 -
361624



1968

positivo de obturación por fuelle.

5. El citado conducto se extiende preferentemente en relación de continuidad con dicha barra combustible y hasta una posición alejada de la zona de dichos primer y segundo medios de estanquidad. El conducto prevee preferentemente un recorrido de desahogo más largo que la longitud de la barra combustible.

10. Dicho conducto es preferentemente un tubo capilar que se pone en comunicación por un extremo con el citado espacio en una posición comprendida entre los dos medios de estanquidad, encontrándose enrollado helicoidalmente alrededor de la citada vaina exterior y terminando abierto por un extremo en aquél extremo de la barra combustible alejado de dichos primer y segundo medios de estanquidad.

15. El tubo enrollado en helicoidal sirve, junto con los tubos correspondientes de barras adyacentes, como separador de las barras y promueve la mezcladura del refrigerante que fluye sobre las barras. El tubo enrollado en helicoidal da también una longitud de capilaridad mayor que la longitud del combustible para la extenuación de los productos de fusión por degradación de los de período corto.

20. Con el fin de que se pueda comprender plenamente el invento, se describirá a continuación un ejemplo de construcción del mismo, tomando como referencia los dibujos adjuntos, en los que:

25. La fig. 1, es una vista fragmentada de costado del corte central de una barra de combustible nuclear según el invento.

30. Las figs. 2, 3 y 4, son vistas en planta tomadas



a lo largo de las líneas de corte II-II, III-III y IV-IV respectivamente; y

5. La fig. 5, es una vista fragmentada en alzada, diseñada a menor escala que la de la figura 1, de la barra combustible ilustrada en dicha figura 1.

10. Refiriéndonos a los dibujos, en la construcción ilustrada en los mismos según se aplica a título de ejemplo a una barra de combustible para reactor nuclear concebida para emplearse con una pluralidad de barras combustibles similares en un subconjunto de combustible que se ha de emplear con una pluralidad de subconjuntos similares a

15. corta distancia para formar la zona activa o núcleo de un reactor nuclear rápido regenerable refrigerado mediante metal líquido como puede ser el sodio, se prevee una vaina tubular interior alargada 1 de acero inoxidable que

20. lleva sujeto por soldadura de canto anular en el punto 2 un adaptador extremo superior 3 también de acero inoxidable y que se sujeta asimismo, por soldadura a tope en el punto 4, una vaina tubular exterior alargada 5 de acero inoxidable que se extiende en sentido coaxial a la vaina 1 para formar una barra de combustible alargada 6 que

25. tiene entre sus vainas 1 y 5 un espacio anular, cuya parte superior contiene generalmente combustible nuclear y material fértil y cuya parte inferior consiste hablando en términos generales en un vacío y sirve para alojar productos de fusión gaseosos que surgen de la irradiación del combustible nuclear en la región activa de gran potencia del reactor nuclear.

30. El adaptador extremo 3 tiene a tope una pieza anular de separación 7 (que podría ser un resorte o elemen-

361624



- to de malla reticulada para sostener el combustible) de acero inoxidable y situada entre las vainas 1 y 5 y en contacto con las mismas. Una columna de nódulos ó pastillas anulares apiladas 8 de combustible de material fértil se coloca entre la piezas separadora 7 y un separador anular de acero inoxidable 9. Por debajo del separador 9 se encuentra el combustible fisil 10 que constituye, con las regiones equivalentes de las demás barras combustibles montadas en un subconjunto de combustible y con los demás conjuntos de combustible citados anteriormente, la región activa del reactor nuclear. El combustible fisil 10 tiene la forma de partículas vibro-compactadas de UO_2 y PuO_2 mezcladas que ocupan el espacio anular comprendido entre el separador 9 y una plataforma perforada 11 de molibdeno. El combustible fisil 10 tiene cinco separadores 12 de acero inoxidable (de los que sólo se ilustran 2 en la figura 1) situados equidistantemente a lo largo de la longitud de esta región. Los separadores 12 tienen la forma ilustrada en la figura 3 y están dispuestos de tal forma que dichos separadores 12 adyacentes tengan 3 salientes 13 escalonados unos con otros. Los separadores 12 proporcionan una medida de prevención contra el aplastamiento ó asentamiento del combustible después de un sobrecalentamiento inadvertido, actuando como inserciones para producir enfriamiento rápido. Además aseguran la concentricidad de las vainas interior y exterior en la región principal del combustible.

Entre la plataforma 11 y una plataforma similar pero invertida 14 separada de la anterior, se encuentra una masa 15 de malla reticulada de molibdeno. Las abertu



19 DEC 1953

ras en las plataformas 11, 14, permiten que los productos gaseosos de fisión producidos en el combustible por irradiación escapen por las mismas; la masa reticulada 15, además de actuar como una barrera a la pérdida de partículas de combustible durante la operación de vibrocompactación y el manejo previo a su utilización, retiene cualesquiera productos de fisión sólidos ó partículas de combustible que pudieran separarse de la masa de combustible 10 y quedaran ocluidos en un fujo de productos gaseosos de fisión procedentes de la masa de combustible 10. La vaina exterior 5 se estampa ó recalca hacia el interior ó se deforma de cualquier otro modo apropiado hacia el interior en el punto 16 para situar la plataforma 11 en el punto 17 y dejar situada la masa reticulada 15, y se deforma así mismo en el punto 18 para situar la plataforma 14.

Unos anillos separadores 19, 20, se disponen adyacentes a las plataformas 11, 14, respectivamente. El anillo separador 19 penetra en la masa de combustible 10 y sirve para situar la plataforma 11 durante el ensamble, mientras que el anillo separador 20 sirve para situar el extremo superior de una columna de nódulos ó pastillas anulares de material fértil 21, cuyo extremo inferior se sustenta por medio de un anillo perforado de retén 22 que se suelda por puntos a la vaina interior 1 según se indica en 23. El anillo 22 da término a la parte de contención del combustible de la barra combustible.

El resto de la barra combustible sirve en gran parte como depósito 27 para los productos gaseosos de fisión y contiene también medios de estanquidad y medios de desahogo. La parte extrema inferior 24 de la vaina inte-



19 016-038

361624

- rrior 1 es más gruesa que el extremo superior 25 y se forma separada del mismo soldándola a tope en dicho extremo superior 25 en el punto 26; ésto se debe principalmente a que el extremo superior 25 es un componente de retención de presión y se debilitaría si tuviera capas ó pastillas de combustible sujetas como ocurre con la parte 24; además facilita en ensamblaje. Asimismo, la parte extrema inferior de la vaina exterior 5 se forma en tres partes 29, 30 y 31 respectivamente; la razón principal de hacerlo así es facilitar el ensamblaje. Se observará que la longitud principal 28 de la vaina exterior 5 se extiende en sentido descendente bastante más allá de la unión soldada 26 de las partes de vaina interior. El extremo inferior de la longitud principal 28 de la vaina exterior 5 se suelda a tope en el punto 32 a una pestaña 33 de la parte 29. Esta tiene también una parte de casquillo 24 con ajuste holgado en la parte 24 de la vaina interior 1. La pestaña 33 se suelda a tope en el punto 35 al extremo superior de la parte 30 de la vaina exterior 5. El extremo inferior de la parte 30 se suelda a tope en el punto 36 a la parte 31 de la vaina exterior 5, teniendo también la parte 31 una parte de casquillo 37 con ajuste holgado en la parte 24 de la vaina interior 1. La parte 31 es sólida hasta la parte 24 y forma una terminación de la parte inferior del espacio anular entre las vainas 1 y 5. En esta parte sólida se encuentra un orificio simple longitud 38 con el que se pone en comunicación un extremo del tubo capilar largo 39 por medio de una abertura inclinada 40 en la que se sujeta el extremo del tubo 39 por cobresoldadura. El tubo 39 se describirá con mayor detalle
- 5.
- 10.
- 15.
- 20.
- 25.
- 30.

361624 19016468



más adelante. La parte 24 de la vaina interior 1 tiene su extremo inferior acoplado con holgura dentro de la parte de casquillo 37 de la parte 31 de la vaina exterior, según se ha mencionado. De este modo puede tener lugar

5. la expansión diferencial entre la vaina interior 1 y la vaina exterior 5 con un movimiento deslizante relativo entre las partes 24 y 37. No obstante la concepción de ésta barra combustible prevee que el depósito 27 para los

10. productos gaseosos de fisión que surgen de la masa de combustible 10 necesita quedar estanco para retener los productos de fisión en el depósito 27. Para obtener ésta estanquidad, teniendo en cuenta la susceptibilidad de movimiento relativo entre la vaina interior 1 y la vaina exterior 5, se dispone un dispositivo de estanquidad por fuelle 41 que consiste en partes de manguito coaxiales y separadas 42 y 43 soldadas a la parte 24 de la vaina interior 1 inmediatamente por debajo de la unión soldada 26 confinando entre las mismas la parte cilíndrica superior 44 del fuelle 45, cuya parte cilíndrica inferior 46 queda confinada entre una parte de manguito 47 soldada a la

15. parte de manguito 34 de la parte 29 de la vaina exterior. Mientras que la estanquidad por fuelle 41 permanece efectiva, el depósito 27 permanece estanco y la barra combustible es del tipo de cámara de sobrepresión estanca.

20. Si fallara la estanquidad por fuelle 41, el gas podría escapar del depósito 27 al vacío existente por debajo del dispositivo de estanquidad 41 y constituido por el espacio anular 48 comprendido entre la parte 24 de la vaina inferior y la parte 30 de la vaina exterior en ésta

25. región. Para asegurar que el gas producto de la fisión

30.

361624



- que llega a este espacio 48 no pueda escapar de la barra combustible en el extremo inferior pasando entre la parte 24 de la vaina interior y la parte de casquillo o manguito 37 de la parte 31 de la vaina exterior, entre cuyas partes existe un ajuste holgado, se prevee un dispositivo adicional de estanquidad por fuelle indicado por el número 40, constituido de un modo similar al dispositivo de estanquidad 41, ó sea: por partes de manguito ó casquillo coaxiales 50, 51, sujetas a la parte 24 de la vaina interior y confinando entre las mismas la parte cilíndrica superior 52 del fuelle 53 cuya parte cilíndrica inferior 54 queda confinada entre una parte de manguito ó casquillo 55 sujeta a la parte de manguito ó casquillo 37 de la parte 31 de la vaina exterior 5.
5. El extremo inferior de la barra combustible 6 está constituido por un adaptador extremo tubular 56 soldado a tope en el punto 57 en un rebajo 58 de la parte 31. Una placa con orificio 59 va montada en la cavidad del adaptador 56, eligiéndose el área del orificio para regular el flujo de refrigerante que puede fluir al interior de la vaina interior 1. Por ejemplo, las barras combustibles en la región exterior del haz de barras combustibles en un subconjunto combustible podría tener un área de orificio mayor que la de las barras combustibles en la región central de dicho haz. El adaptador extremo 56 tiene ranuras opuestas 60 en su pared tubular para proporcionar una entrada extra al refrigerante que llega al interior de la vaina interior 1.
10. Es indeseable que los productos gaseosos de fisión se descarguen en el refrigerante circundante en el
- 15.
- 20.
- 25.
- 30.

361624



DEC. 1968

- extremo inferior de la barra combustible por un cierto número de razones, siendo la más importante el hecho de que en el extremo inferior de la barra combustible, la carga de presión del refrigerante es mayor que en el extremo superior (puesto que el flujo de refrigerante es ascendente) y de este modo existe una mayor probabilidad, particularmente el principio del funcionamiento, de que penetre refrigerante en la barra combustible y alcance el combustible en lugar de que los productos gaseosos de fisión fueren su curso. Asimismo es importante evitar que se formen burbujas de gas producto de la fisión en el refrigerante que fluye sobre la región activa. El tubo de desahogo 39 mencionado anteriormente prevee que los productos gaseosos de la fisión se descarguen en el refrigerante en el extremo superior de la barra combustible.
5. Este tubo se enrolla en sentido helicoidal alrededor de la parte exterior de la vaina exterior 5 y termina en un orificio encarado hacia arriba e inclinado en dirección al eje de la barra combustible, consiguiéndose esto al sujetar el extremo superior 61 del tubo 39 en un rebajo 62 situado en una parte inclinada hacia el interior 63 del adaptador del extremo superior 3 de la barra combustible 6. Lo que es más importante, el tubo enrollado en sentido helicoidal 39 sirve, por acoplamiento con las vainas exteriores de las barras combustibles adyacentes, para separar dichas barras combustibles. Su larga longitud sirve también para atenuar la actividad del producto de la fisión proporcionando un largo recorrido capilar para la degradación ó desintegración de los productos de fisión de período corto ó transitorios. El tubo enrollado en
- 10.
- 15.
- 20.
- 25.
- 30.

361624



helicoidal 39 se puede ver con todo detalle en la figura 5 y se puede ver también en las figuras 2, 3 y 4, ilustrando la figura 1 sólomente su principio y fin.

5. En lugar de la masa de combustible 10 esté constituida por combustible vibrocompactado, podría estar constituida de otro modo por una columna de nódulos ó pastillas anulares de combustible apiladas, preferiblemente interpuestas con una pluralidad de elementos anulares separados para asegurar su concentricidad entre las vainas interior y exterior en la región combustible.

10. Una ventaja importante que ofrece la barra combustible descrita anteriormente es el hecho de que la disposición del tubo helicoidal de desahogo permite que se disponga de una cámara de sobrepresión del gas producto de la fisión en el extremo "frío" de la barra combustible, donde se puede almacenar a una presión dada una mayor masa de gas por unidad de volumen, mientras que en el caso de que fallara el fuelle 41 podría purgarse al extremo de descarga de la barra combustible, por las razones convenientes mencionadas anteriormente.

20.

N O T A

25. Descrita suficientemente la naturaleza del invento, así como la manera de realizarlo en la práctica, debe hacerse constar que las disposiciones anteriormente indicadas son susceptibles de modificaciones de detalle en cuanto no alteren su principio fundamental; también se hace constar que el invento se refiere a una solicitud de patente presentada en Inglaterra, con fecha 20 de diciembre de 1967, nº 57972/67, acogiéndose por lo tanto, a los
30. beneficios que conceden los Convenios Internacionales en



vigor, siendo lo que constituye la esencia del referido invento y por lo que se solicita Patente de Invención por 20 años en España, sobre: "Perfeccionamientos en la construcción de reactores nucleares"; caracterizándose por lo siguiente:

5.

1.- Perfeccionamientos en la construcción de reactores nucleares, del tipo que comprende una barra combustible tubular alargada que tiene vainas interior y exterior sujetas herméticamente entre sí en un extremo

10.

de la barra combustible, caracterizados porque dispone de un primer medio de estanquidad que obtura los otros extremos de las vainas entre sí al par que permite el movimiento longitudinal relativo entre las mismas, proporcionando de este modo un recinto estanco entre las vainas;

15.

porque dispone de un segundo medio de estanquidad que obtura las vainas entre sí al par que permite el movimiento longitud relativo entre las mismas, estando dispuesto dicho segundo medio de estanquidad en una relación de separación adyacente con dicho primer medio de

20.

estanquidad, y porque dispone de un medio de conducto para desahogar al exterior de la barra combustible el espacio comprendido entre las vainas que se encuentra limitado por dichos primer y segundo medios de estanquidad.

25.

2.- Perfeccionamientos, según la reivindicación 1, caracterizados porque dichos primer y segundo medios de estanquidad están cada uno constituidos por un dispositivo de estanquidad por fuelle.

30.

3.- Perfeccionamientos, según cualquiera de las reivindicaciones 1 y 2, caracterizados porque dicho medio de conducto se extiende en una relación de continuidad con

3616241



dicha barra combustible hasta una posición alejada de la zona de dichos primer y segundo medios de estanquidad.

5. 4.- Perfeccionamientos según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizados porque dicho medio de conducto proporciona un recorrido de desahogo más largo que la longitud de la barra combustible.

10. 5.- Perfeccionamientos según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizados porque dicho medio de conducto es un medio capilar, uno de cuyos extremos se extiende a través de dicha vaina exterior en comunicación con el citado espacio y porque dicho tubo se enrolla helicoidalmente alrededor de dicha vaina exterior, y porque dicho tubo termina con un extremo abierto en aquel extremo de la barra combustible alejado de dichos primer y segundo medios de estanquidad.

15. 6.- Perfeccionamientos en la construcción de reactores nucleares, tal y como queda sustancialmente descrito en la presente memoria e ilustrado en los adjuntos dibujos.

Esta Memoria consta de catorce hojas escritas a máquina, por una sola cara.

Madrid, 19 DIC. 1968

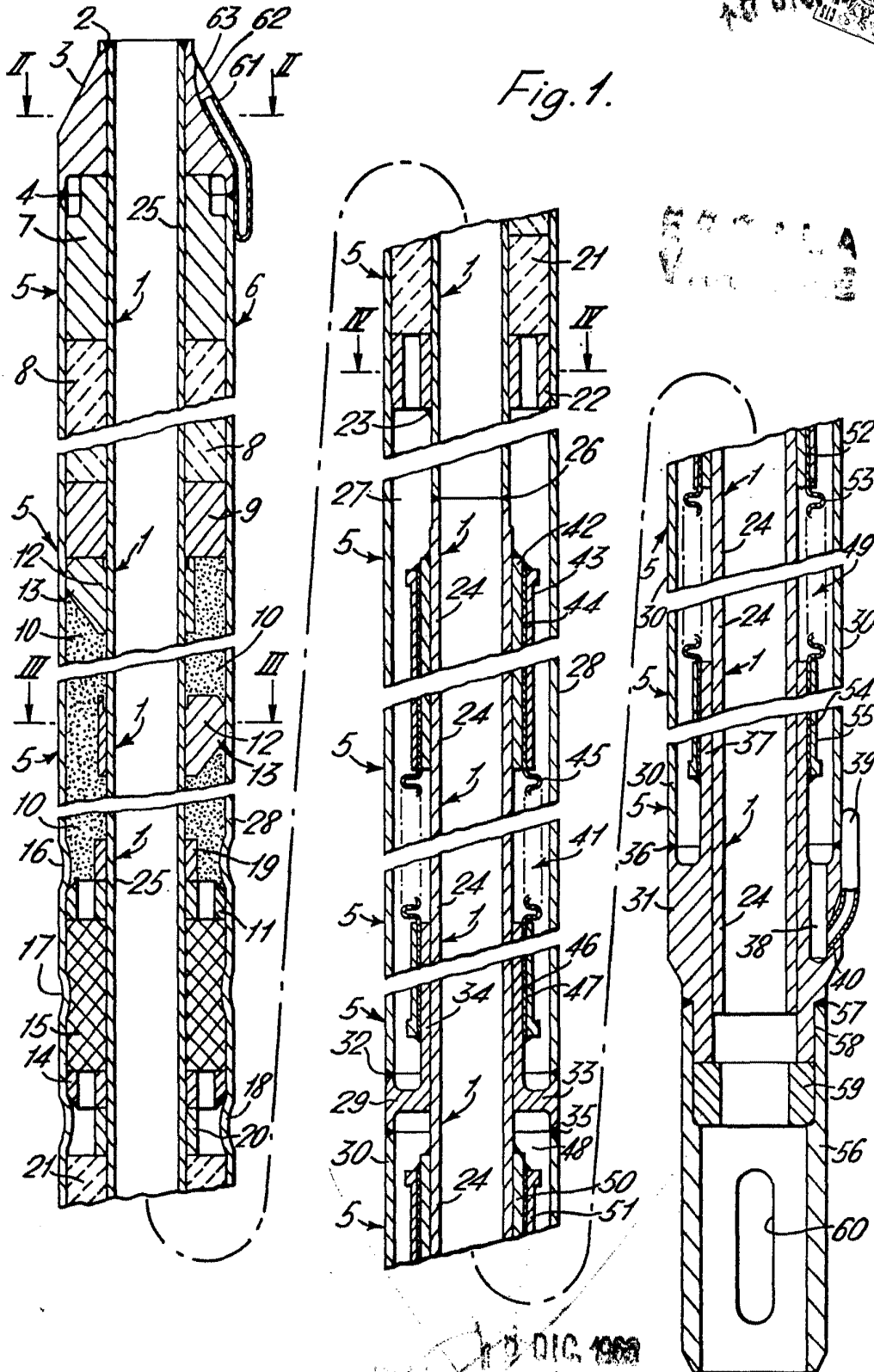
UNITED KINGDOM ATOMIC ENERGY AUTHORITY.

A. GOMEZ ACEBO Y MODEI
D. P. Firmado: F. Hernández Ruiz

351624



Fig. 1.



361624



Fig. 2.

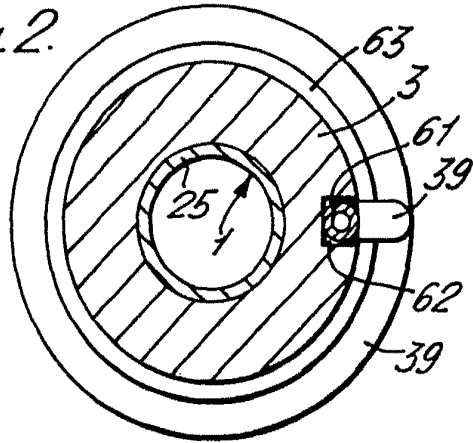


Fig. 5.

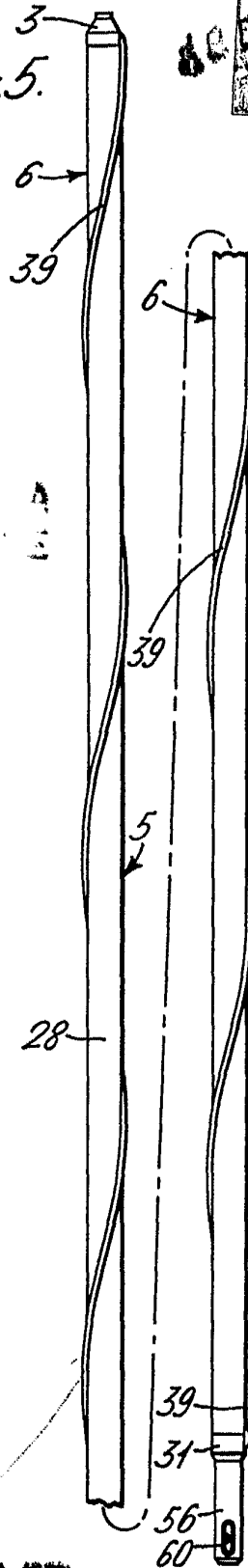


Fig. 3.

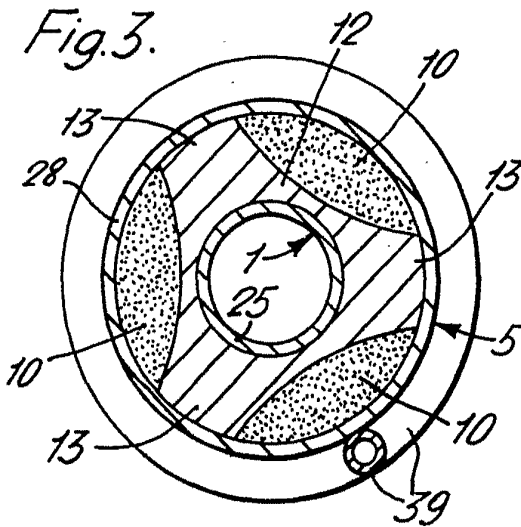
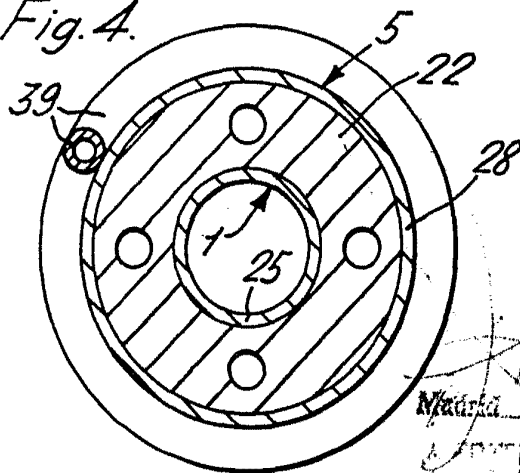


Fig. 4.



10 DIC. 1953
Márka
A. J. ...