

PATENTE DE INVENCION

Your Ref. Pats/24/1756/22B

286938



Memoria Descriptiva

sobre:

"Perfeccionamientos en elementos de combustible
para reactores nucleares"

Solicitante: UNITED KINGDOM ATOMIC ENERGY AUTHORITY,
entidad inglesa, residente en 11-12,
Charles II Street, Londres, S.W. 1,
Inglaterra

Este invento se refiere al tipo de elementos de combustible para reactor nuclear destinados a funcionar en contacto con un refrigerante fluido y a retener los productos de fusión que se originan como resultado de la irradiación del combustible

5.



en el reactor nuclear, por cuyo medio se evita la contaminación del refrigerante por los mencionados productos de fisión.

5. De acuerdo con este invento, un elemento de combustible para reactor nuclear del tipo antes especificado, comprende un cuerpo que contiene una serie de esferoides de carburo de uranio sinterizados, cada uno de los cuales tiene un revestimiento de carburo de silicio, y los esferoides revestidos se hallan dispersados en un aglomerante de carburo de silicio; el aglomerante así cargado, constituye el cuerpo del combustible y se moldea de acuerdo con una forma deseada.

10. Los esferoides pueden ser de monocarburo de uranio o de dicarburo de uranio.

15. Es conveniente controlar la dispersión de los esferoides revestidos en el aglomerante, para conseguir que exista una ausencia de los mismos en o cerca de la superficie o de cada una de las superficies en contacto con el refrigerante, cuando el cuerpo de combustible funciona en un reactor nuclear.

20. El cuerpo de combustible puede ser macizo o hueco, de forma cilíndrica, y puede ser de tipo alargado.

25. Un elemento de combustible para reactor nuclear, de acuerdo con este invento, puede comprender una serie de dichos cuerpos de combustible, y medios para sostener y situar los cuerpos citados en una forma relativa deseada. Por ejemplo, los cuerpos, cuando son cilíndricos o en forma de manguito, pueden
- 30.



disponerse en haces o en grupos de haces.

- Este invento comprende también un procedimiento para la obtención de cuerpos de combustible que contienen esferoides de carburo de uranio sintetizados, en el que cada esferoide está separadamente revestido con una capa prácticamente uniforme de carburo de silicio, y los esferoides revestidos se dispersan en un aglomerante de carburo de silicio; el procedimiento citado comprende las etapas de granular dióxido de uranio y carbono mezclados, de esferoidizar los gránulos así formados, de llevar a cabo la reacción-sinterización de los esferoides de este modo preparados, para convertirlos en esferoides de carburo de uranio, de revestir los esferoides de carburo de uranio con carburo de silicio, de mezclar los esferoides revestidos con carburo de silicio y carbón, de expulsar la mezcla para formar cuerpos contactos y de realizar la autotrabazón de los cuerpos contactos llevando a cabo la reacción entre el carbono últimamente añadido y el silicio, para obtener cuerpos de combustible densos.
- 5.
 - 10.
 - 15.
 - 20.

- Con objeto de que este invento pueda comprenderse perfectamente y aplicarse en la práctica con más facilidad, se describe a continuación un procedimiento para obtener cuerpos de combustible moldeados, y un ejemplo de construcción de un elemento de combustible en el que se emplean dichos cuerpos de combustible.
- 25.

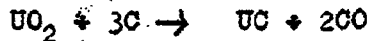
- El procedimiento para obtener los cuerpos de combustible, comprende las etapas siguientes:
- 30.



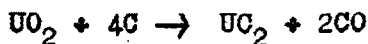
286938

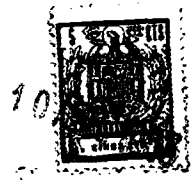
- primeramente, obtener esferoides de dióxido de uranio y carbón mezclados, junto con una cantidad adecuada de un aglomerante; en segundo lugar la reacción de sinterización de dichos esferoides para formar esferoides sinterizados, densos, de carburo de uranio;
5. en tercer término, el revestimiento de dichos esferoides sinterizados con carburo de silicio, luego el dispersar los mencionados esferoides revestidos en un aglomerante de carburo de silicio y, finalmente, el
10. moldear al aglomerante que contiene los esferoides revestidos y dispersados, para darle una forma deseada de densidad elevada.

- La primera etapa, se realiza moliendo con bolas de acero una mezcla en grado cerámico de dióxido de uranio (extensión superficial 3 m²/g), negro de carbón (extensión superficial 17 mg²/g) y estearato de aluminio con aglomerante, en recipiente de caucho o revestido de este producto, durante 16 horas. La relación de dióxido de uranio a carbón es de aproximadamente 1:3,02, que es relativamente en exceso de la relación estequiométrica para obtener monocarburo de uranio por la fórmula
- 15.
- 20.



- Un ejemplo típico contiene 500 g de UO₂ y 67 g de negro de carbón, junto con 0,25% en peso de estearato de aluminio. Para la preparación de dicarburo de uranio, se aplica la fórmula siguiente:
- 25.





286938

La relación de UO_2 a carbón es en este caso de 1:4,05 aproximadamente, y un ejemplo típico lo forman 500 g de UO_2 y 90 g de negro de carbón. Aunque el empleo de monocarburo de uranio parece tener alguna ventaja sobre

5. el uso del dicarburo de uranio como combustible nuclear, éste no es despreciable en modo alguno, y las referencias al monocarburo de uranio en los párrafos siguientes de la descripción debe tenerse presente que comprende el dicarburo de uranio, como variante,
10. La molienda, produce gránulos de una mezcla de los componentes, gránulos que han de trasladarse a un recipiente de politeno en el que se hacen girar, sujetando el recipiente a un sacudidor de tamices convencional, que comunica a la vez movimiento alternativo en una dirección vertical, y movimiento oscilatorio angular en un plano horizontal, al recipiente. Los esferoides de tamaño comprendido entre 200 y 250 micrones, se obtienen en el giro. Cuando se precisan esferoides de diámetro superior, los esferoides pueden hacerse "crecer"
15. por adición de más gránulos de la mezcla resultante de la molturación con bolas, a los esferoides, continuando la rotación durante períodos de alrededor de una hora, y tamizando luego para separar los esferoides menores formados por esferoidización independiente de aquellos gránulos que no han dado lugar al crecimiento de los esferoides todavía al realizarle la adición. Estos esferoides inferiores, se hacen retornar al molino de bolas, para la nueva granulación, antes de constituir ulteriores adiciones. Los esferoides
20. crecen o aumentan hasta un tamaño deseado (por ejemplo
- 25.
- 30.



- alrededor de 700 micrones), se separan del recipiente de politeno, se tamizan finalmente para separar los esferoides de tamaño demasiado pequeño, y los esferoides retenidos se colocan a continuación en recipientes de molibdeno, en un horno de resistencia de carbón, sometido a 1 micrón de vacío aproximadamente. La temperatura pasa desde la ambiente, a razón de 100-200°C/hora, hasta alcanzar una temperatura de 1360°C aproximadamente; la reacción entre el dióxido de uranio y el carbón, se realiza con desprendimiento de monóxido de carbono, que se separa de la zona de reacción, por la bomba de vacío. Cuando termina la reacción (lo cual se indica por no desprenderse más monóxido de carbono) la temperatura del horno se eleva, a razón de unos 100°C/hora, hasta una temperatura de sinterización a 1.700°C a la que se mantiene durante unas 4 horas la temperatura del horno. A continuación se realiza el enfriamiento a un ritmo controlado, y después de la separación del horno, se realiza el tamizado, solamente para desintegrar los aglomerados de esferoides. Los esferoides obtenidos, se comprueba que han retenido su forma esférica y tienen una densidad elevada.
- 5.:
- 10.
- 15.
- 20.

- Los esferoides de monocarburo de uranio, se dotan de un revestimiento de carburo de silicio, empleando para revestir, el vapor resultante de la descomposición del metil-tricloroxilano, tal como sugieren Kendall y Susman, en artículos distintos que figuran en el libre de consulta "Carburo de silicio" editado por J.R. O'Connor y J. Smiltens y publicado por Pergammon Press. Se ha desechado esta sugerencia prác-
- 25.
- 30.



tica, sometiendo los esferoides a dicho vapor en un reactor de cama o lecho fluidizado. En la fig. 1 de los dibujos adjuntos, se representa un reactor adecuado de lecho fluidizado, en vista de frente en corte central.

5. El reactor de lecho fluidizado, comprende un cuerpo cilíndrico hueco 1, que tiene una bolsa lateral 2 para un par termoeléctrico (no representado) empleado para acusar la temperatura del elemento de calefacción; el cuerpo 1 contiene una estructura 3 anular, térmicamente aislante, de ladrillos de alúmina 4 contenidos en una estructura 24 de acero dulce y provista de un reflector de molibdeno 5; la estructura 3 está en contacto con un gas de purga, convenientemente argon, introducido por la entrada 6 y que sale por el escape 23.
10. La estructura 3 rodea un manguito de grafito 7 que proporciona un elemento de caldeo de resistencia, alimentado por un generador de potencia 8. El manguito 7, rodea un conjunto de lecho, constituido por una parte inferior cilíndrica y hueca 9 de grafito, una parte cilíndrica superior 10 de grafito roscada a la parte 9 en 11, y una parte cilíndrica inferior hueca 12 de grafito, sostenida en su extremo inferior sobre un resalto anular 13 de la parte 9. El taladro de la parte 12 (generalmente de 37,5 cm de diámetro) forma la cámara 20 del lecho y es principalmente cilíndrico, pero en su extremo inferior tiene una parte 14 en forma de cono de 60° que constituye la base de la cámara 20 del lecho fluidizado y lleva a cabo la difusión hacia el exterior del gas de fluidización. Una abertura 15 proporciona la entrada para los gases de fluidización y revesti-
- 20.
- 25.
- 30.

286938

10 ABR 1957



- miento, y se halla dotada de una bola 16 de carburo de tungsteno para funcionar como válvula para impedir la pérdida del material del lecho cuando éste no se halla fluidizado. Los gases de fluidización y revestimiento se suministran a la cámara 20 del lecho fluidizado por un tubo 17 que se prolonga desde el exterior del cuerpo hasta cerca de la abertura 15 y está dotado de un revestimiento de agua 18. La temperatura del lecho la acusa un termopar 19, y los gases desprendidos en el lecho, pasan a lo largo del conducto de la parte superior 10 y al interior de un cabezal de expansión 21 refrigerado con agua, desde el cual se conducen a equipo convencional de lavado y filtración (no representado) por un tubo de salida 22.
15. El funcionamiento del lecho es el siguiente. El equipo se degasifica primero a 1.000°C en una corriente de argón, luego se enfría a 200-300°C y se introduce en la cámara 20, una carga de esferoides de carburo de uranio. El lecho se calienta por medio del elemento 7 a 1.200-1.850°C, clásicamente a 1.500°C, con una pequeña corriente (alrededor de 0,2 litros/minuto) de hidrógeno que pasa a través del lecho. Cuando se alcanza la temperatura deseada, la corriente de hidrógeno gaseoso se aumenta para fluidizar el lecho de esferoides (alrededor de 20 litros/minuto) y al mismo tiempo se introduce gas de reacción a la corriente de gas de fluidización. Esto se lleva acabo disponiendo una derivación (no representada) desde la corriente principal de hidrógeno gaseoso; la corriente derivada se barbotea a través de un recipiente (no repre-
- 5 .
- 10.
- 20.
- 25.
- 30.



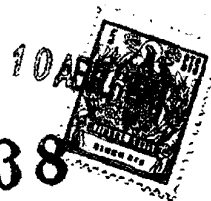
- sentado) que contiene metil triclorosilano y luego se conduce para reunirse con la corriente principal de gas. Cuando se ha conseguido el espesor de revestimiento deseado (75-100 micrones) se interrumpe la corriente de gas se cierra la entrada de potencial al elemento de caldeo 7, y el lecho se deja enfriar, después de lo cual los esferoides se purifican por decantación con agua, se secan, se lavan durante 8 horas en ácido nítrico hirviendo 5 M se decantan nuevamente con agua, se secan y luego vuelven a situarse en un ambiente limpio, (conseguido por sustitución de los elementos 9, 10 y 12 por elementos nuevos) para una nueva envoltura de carburo de silicio. Por medio de la segunda envoltura, todo carburo de uranio contaminado que se encuentre cerca de la superficie de las esferas inicialmente revestidas (debido por ejemplo a fractura de uno o más esferoides) queda envuelta por un revestimiento de carburo de silicio sin contaminar.
5. Para permitir el empleo de un revestimiento de carburo de silicio más delgado, sin afectar adversamente la integridad, se ha comprobado que una capa inicial de carbón pirolítico proporciona el resultado deseado. Esto puede realizarse en el mismo lecho, antes del revestimiento con carburo de silicio, fluidizando en argón a unos 5 litros/minuto y añadiendo metano o acetileno al gas de fluidización. Este sistema de carbón pirolítico y carburo de silicio, se denomina revestimiento duplex. Es también posible, si se desea, producir revestimientos "triplex"
- 10.
- 15.
- 20.
- 25.
- 30.



de capas alternadas de carburo de silicio, carbón pirolítico y carburo de silicio.

Los esferoides revestidos así obtenidos, se transforman en cuerpos de combustible dispersán-

5. Se mezclan en seco en un mezclador "cono-Y" polvo de carburo de alfa-silicio (de 10 μ aproximadamente), tamiz 600, grafito coloidal ultra-fino (por ejemplo DAG 621), y los esferoides revestidos, en la
10. proporción de 2 partes en peso del polvo de carburo de silicio para una parte en peso del grafito coloidal y el peso calculado de esferoides revestidos, para dar una carga de 40% en volumen de mezcla en seco. Esta mezcla se transforma en pasta fluida añadiendo
15. Cranco en metiletilketona, y una solución de resina epóxido, (por ejemplo Araldite AY 18 HZ 18). La metiletilketona se deja evaporar de la pasta fluida hasta que la mezcla tiene la plasticidad adecuada para la extrusión. Esta puede juzgarse por la presión de extrusión precisa para una muestra: es adecuada la de
20. 0,5 toneladas por pulgada cuadrada (nominal). Las cantidades típicas, son 100 g de carburo de silicio en polvo, 50 g de grafito coloidal, el peso necesario de esferoides (como se ha indicado), 75 ml de solución de Cranco y 75 ml de solución de la resina epóxido. A continuación se realiza la extrusión en matrices de acero endurecido, y una prensa hidráulica para obtener productos compactos "verdes" (sin someter a tratamiento térmico) que pueden tener, por ejemplo,
30. forma cilíndrica alargada y maciza. Los produc-



- tos compactos, se cargan en bandejas de alúmina para calentarse en un horno de aire, cuya temperatura se eleva a razón de 50°C/hora, hasta 250°C, a cuya temperatura se conserva el horno durante 5 horas. Por este medio, la resina epóxido se "cura" y el lubricante "Cranco" se evapora. Los productos compactos se calientan luego a 750°C en vacío a razón de 50°C/hora, manteniéndose durante 10 horas a 750°C para carbonizar la resina epóxido. La "siliconización" de los productos compactos, se realiza a continuación en vacío, en un calorífero de inducción a frecuencia elevada; los productos compactos se dejan permanecer en un crisol de grafito que contenga polvo de silíceo en ligero exceso con respecto al necesario para obtener la siliconización completa. Se impide el ataque del crisol por el silicio fundido, empleando un grafito de grano fino que se hace impermeable por impregnación con alcohol furfúrico, seguida por grafitización. La siliconización se realiza cuando el silíceo funde a 1.420°C, desarrollándose una reacción exotérmica entre el silíceo y el grafito coloidal en los productos compactos, que dá lugar a carburo de beta-silíceo, que traba los granos de carburo de alfa-silíceo en el producto compacto, entre sí. Los cuerpos combustibles de densidades de matriz del 92% de la teórica, son de obtención posible, y las densidades elevadas favorecen las excepcionales propiedades a temperaturas elevadas, de los cuerpos citados.

- Para disponer los cuerpos de combustible para el servicio en un reactor nuclear, cuando se ha-

10A5



-12- 286938

- llan acoplados con otros componentes en forma de elementos de combustible, cada uno de los cuerpos de combustible preparado como acaba de indicarse, se dota de una capa superficial de carburo de silíceo "limpio"
5. o sea, carburo de silíceo en el que no existen esferoides de combustible dispersados. Este método, permite un medio de molturación a dimensiones deseadas, si ello es necesario, y hace que ningún cuerpo de combustible se encuentre en o cerca de la superficie del
 10. mismo que el refrigerante barre, asegurando de este modo que no se producirá la contaminación del refrigerante mediante productos de fisión a causa del resultado de la irradiación. Cuando los cuerpos de combustible son de forma cilíndrica alargada y maciza,
 15. sus extremos, con preferencia, se hallan dotados de una parte relativamente gruesa de carburo de silíceo "limpio", con lo cual puede tolerarse la disposición, por ejemplo, de un rebajo, para colocar y sostener el mencionado cuerpo de combustible en un elemento de
 20. combustible. Estas capas superficiales pueden proporcionarse por métodos corrientes de pulvimetalurgia, empleando los materiales anteriormente especificados, a saber, carburo de alfa-silíceo, grafito coloidal, lubricante y resina, pero sin esferoides, llevando a
 25. cabo la co-extrusión, empleando como mandril la varilla de combustible maciza y llevando a cabo la auto-trabazón de la capa de carburo de silíceo con polvo de silíceo, y calentando como se ha dicho. Las partes extremas del carburo de silíceo pueden incorporarse pre-
 30. parándolas previamente en estado verde o sin tratamien



- to térmico, en una forma deseada, por ejemplo casquillos para los extremos de cada varilla, y luego sujetando dichos casquillos a las varillas y a la capa superficial citada, por medio del procedimiento de silicización indicado.
5. Un ejemplo del empleo de estos cuerpos de combustible protegidos en la superficie y los extremos, en un elemento de combustible de reactor nuclear, se halla descrito a continuación. El elemento de combustible destinado a usarse en un reactor nuclear moderado con grafito y enfriado con dióxido de carbono o helio, con temperaturas de salida del refrigerante del orden de 700°C, se representa en las figs. 2 y 3 de los dibujos adjuntos, siendo la fig. 2 una vista lateral en sección media, y la fig. 3 una vista en planta de un corte por la línea III-III de la fig. 2.
10. El elemento de combustible es en general análogo al que se representa y describe en la memoria de la Patente Británica nº 889.536 y comprende un manguito de grafito 30 provisto de un resalto anular 31 en el que se apoya la placa inferior de soporte 32 de carburo de silíceo, análoga a la placa intermedia de soporte 33 o a cada una de estas placas, representada en corte en la fig. 3 y que tiene (con referencia también a la fig. 3), aberturas 34 para la corriente de refrigerante, y aberturas 35 para la colocación final de las varillas de combustible 36, cada una de las cuales comprende un cuerpo de combustible de forma cilíndrica, maciza y alargada, cuya preparación se ha descrito anteriormente. La parte de una varilla 36, repre-
- 15.
- 20.
- 25.
- 30.



- sentada en corte en la fig. 2, tiende a mostrar, por partes de bordes 37 rayadas de modo distinto de la parte central 38, la capa superficial de carburo de silíceo libre de combustible, anteriormente mencionada,
5. La parte cortada tiende también a mostrar los casquillos 39 de carburo de silíceo exento de combustible, trabados a las partes 37 y 38 del modo antes explicado. Cada uno de los casquillos 39, tiene una espiga 40 que se ajusta en un taladro respectivo 35 de varilla de combustible. Las varillas de combustible 36
10. están sostenidas y situadas por la placa de soporte inferior 31 y por la placa 33, o cada una de las similares, intermedias, del modo representado, para permitir la dilatación ascendente de las varillas de combustible 36. La placa de sostén intermedia 33, o cada
15. una de ellas, se sitúa por medio de manguitos interiores de grafito 41, el inferior de los cuales está sostenido por la placa de soporte 31 inferior. Una placa superior de soporte 42 de carburo de silíceo, se apoya
20. en la parte superior de los manguitos de grafito 41 más elevados, y sirve para colocar los extremos superiores del grupo superior de varillas de combustible 36. Un anillo de trabazón 43 rosado en el extremo superior del manguito exterior de grafito 30, sirve para
25. retener, de modo suelto, la placa de soporte superior 42, con objeto de que no se desajuste del elemento de combustible.

Cada placa de soporte tiene una abertura central 44 que aloja, libremente, un manguito 45 de carburo de silíceo que forma un paso para acoplar una

30.



- varilla de sujeción metálica, por ejemplo de acero inoxidable (no representada), en la que se ajusta el elemento de combustible, junto con otros elementos de combustible análogos, de tal modo que puedan cargarse y descargarse una serie de elementos de combustible en el canal para los mismos (representado en 46 de la fig. 1) en forma de ristra o conjunto completo. El manguito 45, en una modificación (no representada) puede suprimirse, y disponer las aberturas centrales
5. 44 con revestimientos de carburo de silíceo. El manguito exterior 30 de grafito, tiene una pestaña anular 47 en su extremo inferior, para colocarse en el interior de una parte anular 48 de diámetro reducido del extremo superior del manguito exterior de grafito de un elemento de combustible adyacente del conjunto.
10. La junta se dispone de tal modo que reduzca al mínimo las fugas entre los manguitos de grafito exteriores de los elementos de combustible adyacentes.
- 15.

N O T A

20. 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 dos solicitudes de patente presentadas en Inglaterra con fecha 13 de abril de 1.962, número 14475/62 y de 11 de marzo de 1.963, nº 9538/63 accogiéndose, por lo tanto, a los beneficios que conceden los Convenios Internacionales en vigor, y siendo
- 25.
- 30.



lo que constituye la esencia del referido invento y por lo que se solicita Patente de Invención por 20 años en España: "PERFECCIONAMIENTOS EN ELEMENTOS DE COMBUSTIBLE PARA REACTORES NUCLEARES"; caracterizándose por lo siguiente:

5. 1º - Perfeccionamientos en elementos de combustible para reactores nucleares, especialmente cuerpos de combustible, de retención de productos de fisión, caracterizados porque dichos cuerpos, comprenden una gran cantidad de esferoides de carburo de uranio sinterizado, cada uno de los cuales tiene un revestimiento de carburo de silíceo, y los esferoides revestidos se hallan dispersados en un aglomerante de carburo de silíceo; el aglomerante así cargado, constituye el cuerpo de combustible y se moldea en forma deseada.
10. 2º - Perfeccionamientos, según reivindicación 1º, caracterizados por disponerse adicionalmente una capa de carbón pirolítico entre cada esferoide de carburo de uranio y su revestimiento de carburo de silíceo.
15. 3º - Perfeccionamientos, según reivindicación 1º, caracterizados porque cada esferoide de carburo de uranio, dispone adicionalmente una capa de carbón pirolítico entre un revestimiento inicial de carburo de silíceo y otro revestimiento de este último cuerpo.
20. 4º - Perfeccionamientos, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizados por existir una capa exenta de esferoides de carburo de si-
- 25.
- 30.

10 AB 1963

líceo en la superficie o en cada una de las superficies del cuerpo de combustible destinada a estar en contacto con el refrigerante, cuando el cuerpo de combustible se halla en funcionamiento en un reactor nuclear.

5.

5ª - Perfeccionamientos, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizados porque el cuerpo de combustible es de forma cilíndrica alargada y macizo.

10.

6ª - Perfeccionamientos, según cualquiera de las reivindicaciones 1ª a 4ª, caracterizados porque el cuerpo de combustible es de forma cilíndrica alargada y hueca.

15.

7ª - Perfeccionamientos, según reivindicaciones anteriores, caracterizados, por comprender las etapas de granular dióxido de uranio y carbón mezclados; de esferoidizar los gránulos así formados; de llevar a cabo la reacción-sinterización de los esferoides así obtenidos, para convertirlos en esferoides de carburo de uranio; de revestir estos últimos con carburo de silíceo, con o sin capa intermedia de carbón pirolítico; de mezclar los esferoides revestidos, con carburo de silíceo y carbón; de expulsar la mezcla para formar productos compactos y de

20.

llevar a cabo la trabazón de estos últimos, mediante la reacción entre el carbón y el silíceo últimamente añadidos, para producir cuerpos de combustible densos.

25.

30.

8ª - Perfeccionamientos, según reivindicación 7ª, caracterizados por comprender la etapa

10 ABR 1953

286938

adicional de proporcionar una capa exenta de combustible en la superficie del cuerpo de combustible, o en cada una de las superficies del mismo destinadas a estar en contacto con el refrigerante cuando el cuerpo de combustible funciona en un reactor nuclear.

5.

9ª - Perfeccionamientos en elementos de combustible, para reactores nucleares, tal y como queda substancialmente descrito en la presente Memoria, e ilustrado en el dibujo adjunto.

10.

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

10 ABR 1953

Madrid,

UNITED KINGDOM ATOMIC ENERGY AUTHORITY,

GOMEZ ACEBO Y MODER

FIG. 1.

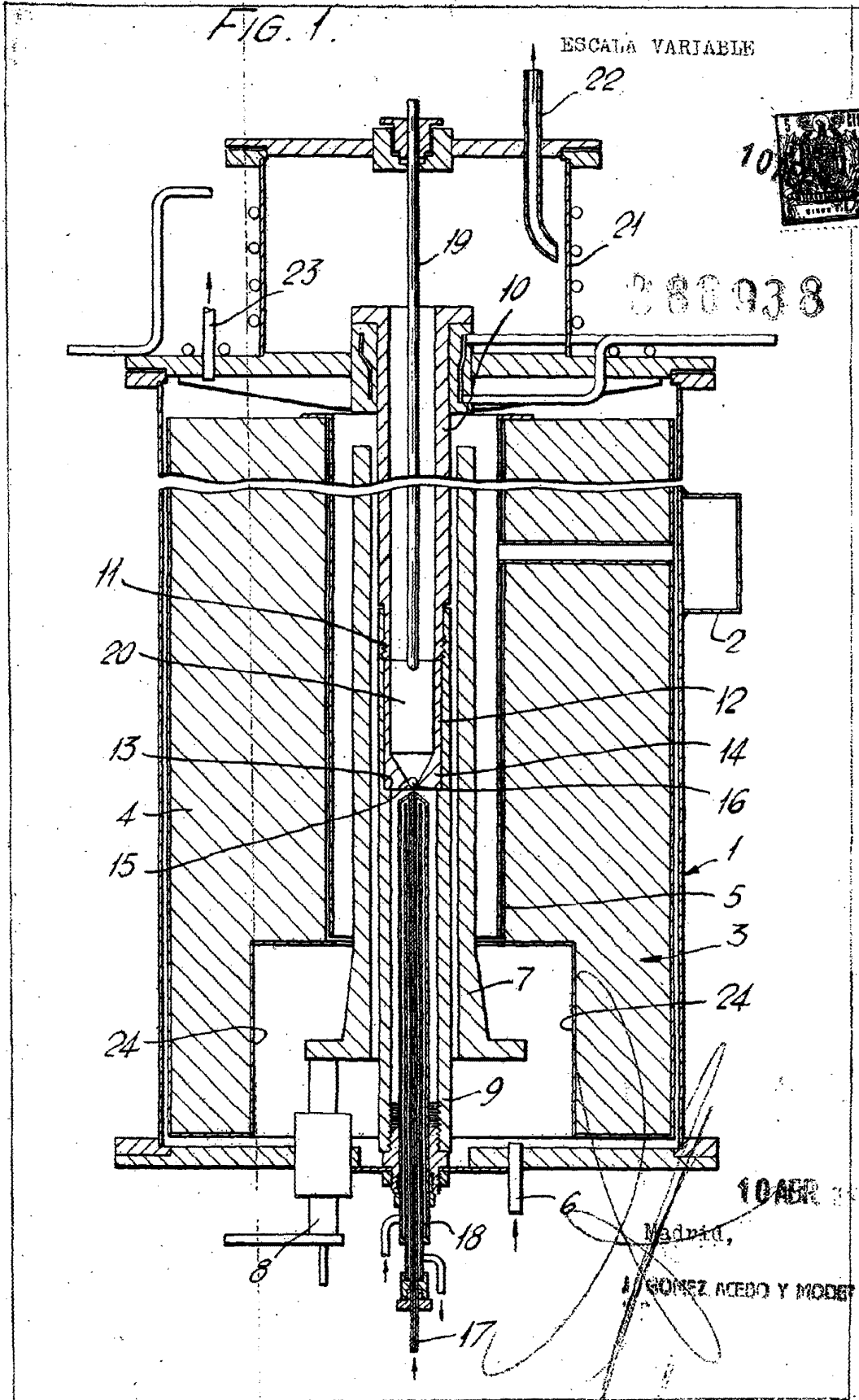
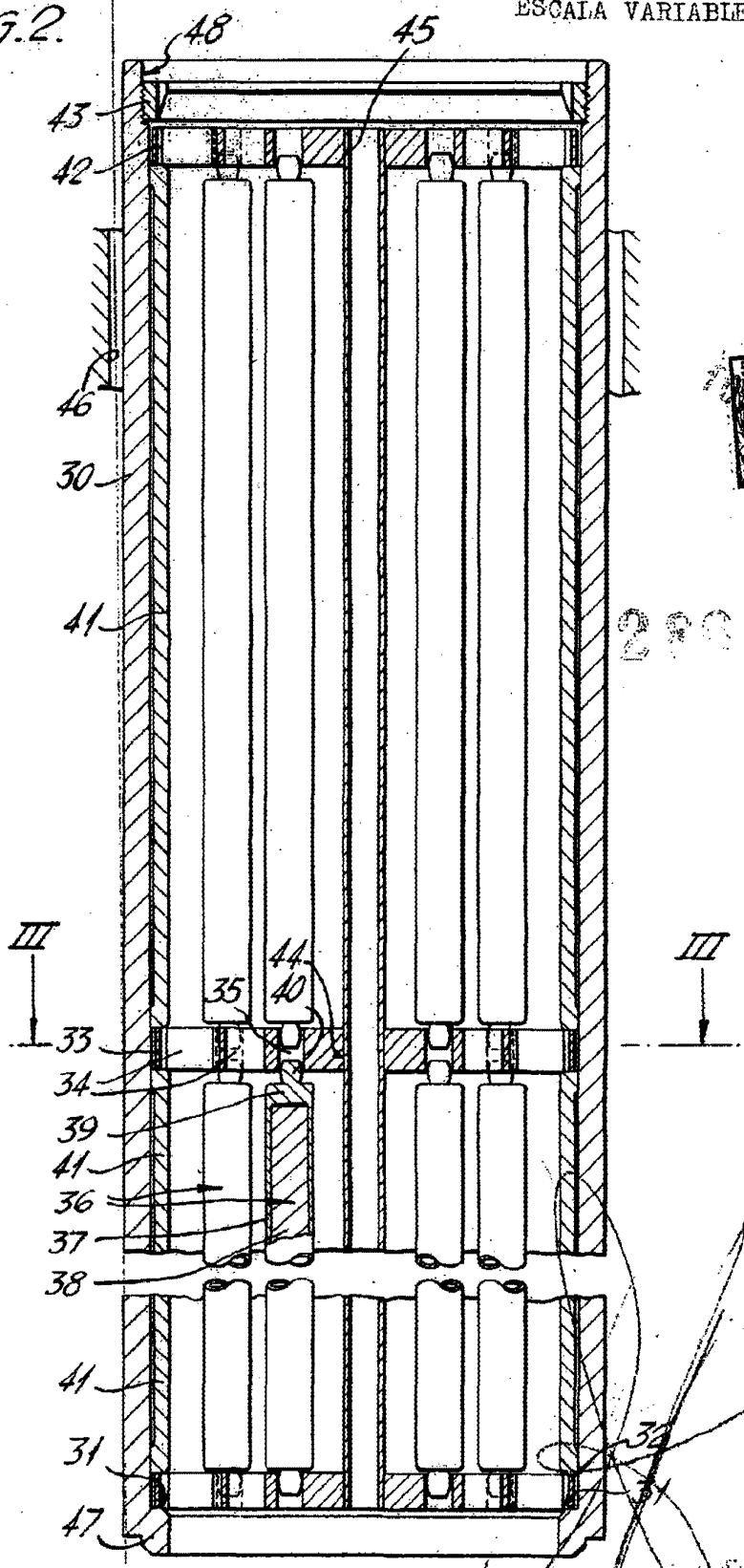


FIG.2.

ESCALA VARIABLE



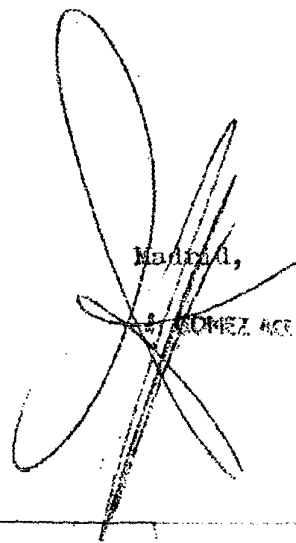
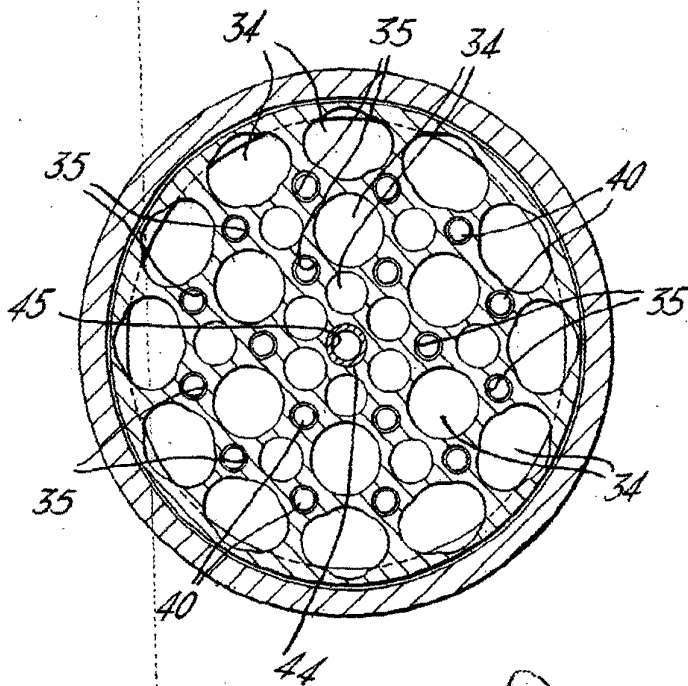
299038

Madrid

ESCALA VARIABLE



FIG. 3. 286938



10 ABR 1953

Madrid,

J. GOMEZ ACEBO Y MODER