



280 696

MEMORIA DESCRIPTIVA.

PATENTE DE INVENCION.

PAIS : ESPAÑA.

DURACION : 20 AÑOS.

OBJETO : "PROCEDIMIENTO Y APARATO PARA LA
"PRODUCCION DE COMBUSTIBLE NUCLEAR".

=====

A nombre de : GENERAL ELECTRIC COMPANY.

Residente en : SCHEENECTADY (New-York), 1 River-Road.

Nacionalidad : NORTEAMERICANA.



280696

La presente invención se refiere de manera amplia a la preparación de comprimidos de material cerámico y, más particularmente, a un procedimiento y aparato para producir combustible nuclear, destinado a ser usado en un reactor nuclear,

5.- partiendo de tales materiales.

El proceso de la fisión nuclear está perfectamente conocido en la actualidad. En pocas palabras, algunos átomos, como los de U^{233} , U^{235} , Pu^{239} y Pu^{241} experimentan la desintegración o fisión de su núcleo al recibir un neutrón en su núcleo.

10.- Esto produce dos o más productos de fisión de peso atómico inferior y cierto número de neutrones.

La gran energía cinética de los productos de fisión es disipada rápidamente en grados variables en todo material ambiente, con producción de calor. La generación neta de neutrones del fenómeno de fisión constituye la base de una reacción de fisión autosostenida o en cadena, en la cual cuando

15.- menos uno de tales neutrones provoca una fisión sucesiva. Los distintos tipos de reactores nucleares implican todos la disponibilidad de una forma de material fisionable a modo de

20.- "combustible" nuclear en un reactor, con medidas para eliminar el calor liberado haciendo pasar alguna clase de refrigerante en relación de intercambio térmico con el mismo y medidas para controlar la reacción nuclear y la velocidad de liberación de energía. A medida que avanza la reacción, el

25.- material fisionable se consume gradualmente, habiendo por fin

280696



que añadir más.

- Esta adición de nuevo combustible puede ser reducida, y en algunos casos eliminada, si puede hacerse que la reacción nuclear produzca, partiendo de un material "fértil" contenido en el combustible, un nuevo átomo neto fisionable por cada átomo gastado en la reacción. El Th^{232} y U^{238} son tales átomos fértiles. Por captación de neutrón y desintegración de la partícula beta doble, el Th^{232} es transformado en U^{233} que es fisionable por neutrones térmicos. Por el mismo mecanismo, el U^{238} es transformado en Pu^{239} , que es también fisionable por neutrones térmicos. La presencia de estos materiales fértiles en el combustible nuclear permite transformar átomos no fisionables en átomos fisionables, por lo cual pueden efectuarse simultáneamente varios grados de regeneración de combustible consumiendo la carga fisionable original.

- Es por tanto, deseable tener elementos de combustible de reactor nuclear que contengan tantos átomos fisionables como átomos fértiles. En los combustibles rápidos para reactores nucleares autorregenerables, donde las fisiones sucesivas son inducidas por la captura nuclear de neutrones que no son muy decelerados o moderados en su velocidad inicial, una proporción deseable entre los átomos fisionables y los átomos fértiles es del orden de 1 : 5. En los reactores térmicos, donde las fisiones sucesivas son inducidas por la captura nuclear de neutrones térmicos o muy lentos, una relación deseable es del orden de 1 : 100. En ambos casos, es deseable hacer funcionar el reactor a una elevada potencia específica (expresada corrientemente en kilovatios por kilogramo de combustible), con el fin de reducir al minimum la cantidad de material fisionable presente en el núcleo del reactor. Esto, sin embar-



go, aumenta la dificultad de eliminar calor liberado durante la reacción, ya que la conductibilidad térmica de la mayoría de los materiales fértiles es baja, y ello particularmente en el caso del ThO_2 y en grado menor en el caso del UO_2 . Con elevadas potencias específicas, la temperatura interna máxima del elemento de combustible requerida para ceder al refrigerante el calor liberado supera con frecuencia el punto de fusión del combustible. El ThO_2 funde a más de 5100°F y el UO_2 funde a 4500°F . Los problemas que se presentan en el proyecto de elementos de combustibles, especialmente en lo que se refiere a una eficaz cesión de calor, son evidentes.

Los distintos intentos previos realizados para superar estas dificultades no han tenido éxito. Un procedimiento ha sido el de producir elementos de combustible separados de material fértil y material fisiónable. Sin embargo, este procedimiento no utiliza de la manera más eficaz la superficie disponible para la cesión de calor. Al empezar el funcionamiento, los elementos de combustible que contienen material fértil contribuyen con una fracción de potencia total considerablemente inferior a aquella con la que contribuyen más adelante, una vez que los procesos de conversión descritos anteriormente han producido en ellos material fisiónable. Otro proyecto requería el uso de elementos de combustible muy delgados que proporcionaban una proporción de área de cesión de calor relativamente elevada por unidad de volumen de material combustible, reduciendo así la temperatura interna máxima requerida para un determinado nivel de potencia y de rapidez de cesión de calor. Sin embargo, estos elementos son excesivamente caros, en parte debido a los complicados procedimientos de fabricación que son necesarios y en parte debido al hecho de que



la cantidad de revestimiento necesario para proteger el combustible aumenta en proporción al aumento del área de cesión de calor. Un tercer procedimiento, que trataba de vencer el problema, requería la mezcla o la formación de filamentos de material altamente conductor en el material combustible. Sin embargo, esto también requiere un complicado procedimiento de fabricación y reduce además la cantidad de material combustible fértil y fisionable por unidad de volumen del elemento de combustible del reactor por la introducción de cierto volumen de material no fisionable o no fértil.

Se ha propuesto superar las anteriores dificultades utilizando un elemento de combustible cargado de forma anular, es decir un elemento de combustible compuesto en el cual la carga original de material fisionable está dispuesta, o cuando menos se encuentra concentrada inicialmente, en una capa adyacente a la superficie o superficies de cesión de calor de un núcleo interno de material fértil. Específicamente, en una forma de realización, una varilla alargada, que contiene U^{238} o Th^{232} como material fértil, está provista en su superficie exterior de una capa convenientemente gruesa que contiene U^{233} , U^{235} ó Pu^{239} , por ejemplo, como material fisionable. El espesor de la capa fisionable circundante varía de acuerdo con la cantidad de material fértil contenido en la varilla y la relación deseada entre los materiales fisionables y fértil. De desearse así, el material fértil puede ser de forma tubular, y tener una abertura central para el paso de refrigerante. En ambas superficies puede estar prevista una capa que contenga material fisionable. También, de desearse así, pueden emplearse secciones transversales de los elementos de combustible distintas de la circular. Puede añadirse una capa de revestimiento para



280696

proteger la superficie o superficies de cesión de calor del elemento compuesto de la acción del refrigerante, o del moderador líquido, de usarse.

La presente invención proporciona un método y un aparato
120.- to para producir eficientemente combustible de carga anular del tipo descrito en el párrafo inmediatamente anterior. Un elemento de combustible de carga anular adecuado tiene que poder resistir los choques mecánicos que sufra durante su manejo, tiene que proporcionar una buena cesión de calor a través del elemento de combustible a la superficie o superficies de cesión de calor y la unión entre las capas adyacentes del elemento de combustible tiene que quedar intacta durante la vida del combustible. Además, el procedimiento de producción de elemento de combustible de carga anular debería ser
125.- susceptible de producción en serie.
130.-

Por consiguiente, uno de los objetos de la presente invención es el de crear un método y un aparato para la producción de combustible de carga anular.

Un objeto específico de la presente Invención es el de
135.- crear un método y un aparato sencillos y económicos para producir combustible de carga anular, método y aparato fácilmente adaptables a las técnicas de una producción en serie.

Otro objeto de la presente invención es el de crear un método y un aparato para producir combustible de carga anular provisto de una cesión de calor mejorada a través de las capas del elemento.
140.-

Otro objeto de la presente invención es el de crear un método y un aparato para hacer combustible de carga anular en el cual la unión entre las capas del elemento quede intacta durante la vida del combustible.
145.-



Otros objetos y ventajas de la presente invención resultarán evidentes para las personas expertas en la especialidad a medida que avancen la descripción y la ilustración de la misma.

- 150.- Dicho en pocas palabras, según un aspecto de la presente invención están previstos una matriz y un macho para prensar los ingredientes en polvo del comprimido de combustible. Se introduce en la matriz un manguito que sirve para mantener la separación entre regiones adyacentes del material del comprimido durante la operación de carga de la matriz. Luego se retira la manga, se baja el elemento macho hasta que se pone en contacto con el material en polvo y se comprime el material. El material puede ser calentado, o no, durante la operación de compactación. Luego el contenido es expelido de la
- 155.- matriz. Este método es aplicable a toda combinación deseada de cargas de comprimidos de combustible. Por ejemplo el ThO_2 , el UO_2 agotado o natural, o mezclas de ThO_2 y UO_2 pueden ser empleados para formar la parte fértil de la carga con menos una capa anular de UO_2 enriquecido o U_3O_8 ThO_2 y UO_2 enrique-
- 160.- cido, o ThO_2 y U_3O_8 enriquecido como parte fisiónable de la carga. Además, el método no se limita a la geometría particular de la carga anular; es decir, que las regiones respectivas de la carga de combustible pueden no ser concéntricas o de sección transversal circular.
- 165.- El objeto que se considera invención está indicado de manera particular y reivindicado claramente en la parte final de la presente memoria. Sin embargo, la invención, tanto en lo que concierne su organización y su modo de funcionamiento, así como otros objetos y ventajas de la misma, puede ser com-
- 170.- prendida mejor gracias a la descripción siguiente, que se re-
- 175.-



fiere a los adjuntos dibujos, en los cuales:

La figura 1, es una vista esquemática en alzado y en sección transversal parcial de un reactor nuclear que contiene elementos de combustible y de control.

180.- La figura 2, es una vista en sección transversal del reactor de la figura 1 al nivel indicado.

La figura 3, es una vista en alzado en sección transversal parcial de un elemento de combustible típico del tipo de varilla que utiliza comprimidos huecos de combustible con una
185.- sola carga anular producida por el procedimiento y el aparato de la presente invención.

La figura 4 es una vista en sección transversal aumentada del elemento de combustible de la figura 3.

Las figuras 5 y 6, son vistas en sección transversal de
190.- variantes de elementos de combustible, y

Las figuras 7, 8 y 9, muestran aparatos contruidos de acuerdo con las enseñanzas de la presente invención y adecuados para producir elementos de combustible de carga anular como los representados en las figuras 4, 5 y 6 respectivamente.
195.-

Con referencia a la figura 1, se representa una vista en alzado esquemática y simplificada en sección transversal parcial de un reactor nuclear. El núcleo 10 del reactor nuclear está constituido por una pluralidad de conjuntos paralelos 12
200.- de combustible provistos de canales para el paso de refrigerante moderador y cada uno de los cuales contiene un conjunto de elementos de combustible del tipo de varilla ilustrado en la figura 3. Estos conjuntos de combustible descansan sobre una placa de soporte 14 y están sujetos en posición, en sus
205.- extremos superiores, mediante una rejilla de guía o de suje-

280696 SEP.



ción 16. El núcleo de reactor resultante está rodeado por la pantalla térmica 22, estando sujetos ambos, mediante los ángulos 18 y 20, dentro del recipiente 24 del reactor. Entradas y salidas 26 y 28 están previstas para la subida y la bajada del refrigerante a través del núcleo 10. Los elementos de control 30 están provistos de dispositivos 32 de accionamiento que sirven para controlar la velocidad de la reacción nuclear, y por tanto el flujo de neutrones y la energía producida por el reactor.

215.- La figura 2, es una vista en sección transversal del reactor de la figura 1. El recipiente 24 rodea la pantalla térmica 22 y el núcleo de reactor 10, constituido por una pluralidad de conjuntos paralelos 12 de combustible, está contenido dentro de la pantalla térmica. Cada conjunto de combustible comprende un canal de flujo 34 que contiene una pluralidad de elementos paralelos de combustible o varillas 36, separadas una de otra. Unos elementos de control 30, en forma de cruz, pueden desplazarse con movimiento de vaiven entre conjuntos adyacentes 12 de combustible.

225.- Con referencia a la figura 3, se ve en ella una forma de elemento de combustible del tipo de varilla adecuado para ser usado en el reactor de las figuras 1 y 2. La varilla 36 comprende una serie de discos 38 de combustible, alineados longitudinalmente, contenidos en un tubo 40 revestido de material resistente a la corrosión, como circonio, acero inoxidable o similares. El elemento de combustible está provisto de órganos terminales de unión 42 y 44 que permiten unir una pluralidad de tales elementos en relación de separación fija como la que se indica en la figura 2. Los elementos de combustible 38 pueden verse más fácilmente en la figura 4, que



muestra una sección transversal del elemento de combustible de la figura 3.

Con referencia a las figura 4, el disco de combustible 38 contenido en el tubo revestido 40 comprende un cuerpo 46 que
240.- contiene material fértil, como ThO_2 , o una mezcla ThO_2 y UO_2 . La carga anular está constituida por una capa 48 que contiene material fisionable, como UO_2 , U_3O_8 , ThO_2 y UO_2 , o ThO_2 y U_3O_8 . El disco de combustible de la figura 4 está representado hueco y provisto de una abertura central 50. Un aparato y
245.- un método para producir discos de combustible del tipo representado en la figura 4 están descritos con relación a la figura 7.

En la figura 5, se muestra una variante de combustible de carga anular. El disco de combustible 39 es de forma cilíndrica maciza y está constituido por el cuerpo 47 que contiene el material fértil, rodeado por la capa 49 que contiene el material fisionable. El disco está contenido en el tubo revestido 41. Tales discos de combustible pueden hacerse empleando al aparato y el método descrito con referencia a la
250.- figura 8.

En la figura 6 se muestra otra variante de combustible de carga anular, en la cual están previstas superficies de cesión de calor tanto interiores como exteriores. Están previstos tubos revestidos interior y exterior 50 y respectivamente 52, entre los cuales está contenida una pluralidad de comprimidos 54 constituidos por el cuerpo 56 que contiene el material fértil y por las capas, anulares interior y exterior 58 y respectivamente 60, que contienen material fisionable. Tales comprimidos de combustible pueden hacerse usando el
260.- aparato y el método descritos con referencia a la figura 9.

286696



Refiriéndose ahora a la figura 7, se ve un cuerpo de matriz 70, provisto de una cavidad 72, destinado a recibir los materiales en gránulos o polvo del comprimido antes de su compresión. Un macho 74 está provisto para la aplicación de la presión y la compresión del polvo y un mandril 76 está previsto para la obtención de la configuración hueca del comprimido ilustrado por la figura 4. Un manguito 78 se encuentra dispuesto en la cavidad 72 para permitir la carga de la matriz con gránulos o polvo de distintas composiciones y, por fin, para crear un comprimido constituido por varias capas. Para la expulsión del comprimido del cuerpo de la matriz, una vez concluida la operación de compresión, puede utilizarse un expulsor de comprimidos 80.

El procedimiento de la presente invención, tal como se aplica durante el funcionamiento del aparato de la figura 7, puede ser descrito como sigue. Estando en la posición representada en la figura 7 el aparato, se coloca en el espacio anular 82, comprendido entre el mandril 76 y el manguito 78, ThO_2 en polvo, UO_2 natural o agotado, o una mezcla de ThO_2 y UO_2 , como material fértil. Luego se coloca, en el espacio anular 84 entre el cuerpo de matriz 70 y el manguito 78, UO_2 o U_3O_8 en polvo enriquecido, ThO_2 y UO_2 enriquecido, o ThO_2 y U_3O_8 enriquecido, o cualquier otro material fisiónable adecuado deseado para la capa anular. Con los dos polvos así en su sitio, se retira luego el manguito 78 de la cavidad 72, dejando los polvos en contacto uno con otro. Entonces se hace bajar el macho 74 en la cavidad 72, comprimiendo en ésta los polvos. Si así se desea, el comprimido puede ser calentado simultáneamente. El comprimido acabado de hacer o precomprimido así formado por el procedimiento de compresión



300.- puede entonces ser expulsado, después de retirarse el macho 74, por el movimiento ascendente del expulsor 80. En caso de producción a gran velocidad, el manguito 78 puede ser retirado automáticamente en una cavidad no representada, pero prevista en el macho 74, lo que facilita así la rápida producción de comprimidos de combustible, pudiéndose usar agentes de liga de los polvos y lubricantes de matriz conocidos en la especialidad.

305.- Con referencia a la figura 8, se ve en ésta otra forma de realización de la presente invención, adecuada para producir los comprimidos macizos de combustible de carga anular descritos anteriormente, con referencia a la figura 5. El dispositivo es similar al de la figura 7, excepto en que no se necesitan el mandril central 76 ni la correspondiente abertura central del macho 74. Se emplean el cuerpo de matriz 70 con la cavidad 72, el expulsor 81, el manguito 78 y el macho 75. El procedimiento de formación de comprimidos que utiliza este dispositivo es idéntico al descrito anteriormente con referencia a la figura 7.

315.- Refiriéndose por fin a la figura 9, se ve en ésta otra forma de realización del aparato de la invención, adecuada para producir comprimidos de combustible de carga anular del tipo representado en la figura 6. El dispositivo es idéntico al representado en la figura 7, excepto en que se emplean dos manguitos 78a y 78b. Los otros elementos del dispositivo corresponden a los elementos de análogas referencias de la figura 7. El procedimiento de producción de comprimidos que utiliza este dispositivo es idéntico al descrito con referencia a la figura 7, excepto en que el compuesto fértil en polvo es introducido en el anillo central 90, mientras que el compues-

320.-

325.-



to fisionable en polvo es introducido en los anillos interior y exterior 92 y respectivamente 94. Se retiran ambos manguitos 78a y 78b y se comprime el material. Si así se desea, el macho 74 puede ser provisto de cavidades no representadas

330.- en las cuales ambos manguitos pueden retirarse para facilitar una elevada velocidad de producción de comprimidos.

El procedimiento y el aparato de la presente invención han sido descritos e ilustrados anteriormente con referencia a la preparación de comprimidos de óxido de U y de Th. Sin

335.- embargo, la invención no tiene que ser interpretada como así limitada, ya que ha sido aplicada con éxito a la producción de comprimidos de carga anular que contenían carburos, siliciuros, nitruros y óxido de torio, uranio y plutonio. En el caso de óxido de U, Pu y Th, es eficaz una compresión de los

340.- de los comprimidos seguida de sinterización a las temperaturas corrientes. Sin embargo, en el caso de carburos, nitruros y siliciuros de U, Pu y Th, es preferible emplear conocidas técnicas de prensado en caliente, en las cuales las matrices y los materiales en polvo son calentados durante su compresión.

345.- Las capas de los comprimidos de carga anular no necesitan ser concéntricas ni de sección transversal circular. Este método puede ser aplicado con igual éxito a comprimidos de combustible de carga anular de sección transversal de cualquier configuración.

350.- Habiendo descrito detalladamente la invención, resultará evidente para las personal expertas en la materia que podrán introducirse muchos cambios y modificaciones en las formas de realización descritas sin apartarse del espíritu y del objeto de la invención. Por consiguiente, la presente invención

355.-



tiene que ser considerada limitada sólo según las enseñanzas de la misma que se exponen en las adjuntas reivindicaciones.

N O T A.-

Los puntos de invención propia y nueva que se presentan
360.- para que sean objeto de esta Patente de Invención en España por veinte años, son los siguientes:

1ª.- Procedimiento para la producción de un combustible nuclear, en el que un comprimido laminar tiene partes constituidas por cuando menos dos materiales granulares distintos,
365.- caracterizado por comprender las fases de depósito de una pluralidad de materiales granulares en una matriz, manteniéndose la separación de distintos materiales granulares, y la compresión de los materiales granulares depositados sin mantener la separación entre ellos, permitiendo así el contacto entre los materiales contenidos en la matriz durante la compresión.
370.-

2ª.- Procedimiento para la producción de un combustible nuclear, en el que un comprimido laminar tiene partes constituidas por cuando menos dos materiales granulares distintos,
375.- caracterizado por comprender las fases de depósito de una cantidad de material granular en cuando menos una región de una matriz, el depósito de cierta cantidad de otro material granular en cuando menos otra región de la matriz, manteniéndose al propio tiempo la separación entre los distintos materiales granulares, y la compresión de los materiales granulares depositados sin mantener la separación, permitiendo así el contacto entre los materiales contenidos en la matriz durante la compresión.
380.-



3^a.- Procedimiento para la producción de un combustible nuclear, en el que un comprimido laminar cilíndrico está previsto de partes concéntricas constituidas por cuando menos dos materiales granulares distintos, caracterizado por comprender las fases de depósito de cierta cantidad de material granular en cuando menos una región anular de una matriz cilíndrica, el depósito de cierta cantidad de otro material granular en cuando menos otra región de la matriz, manteniéndose al propio tiempo la separación de los distintos materiales granulares, y la compresión de los materiales granulares depositados sin mantener la separación entre ellos, permitiendo así el contacto entre los materiales contenidos en la matriz durante la compresión.

4^a.- Procedimiento para la producción de un combustible nuclear en el que un comprimido laminar cilíndrico está previsto de capas concéntricas de cuando menos dos materiales granulares distintos, caracterizado por comprender las fases de depósito de cierta cantidad de material granular en cuando menos una región anular de una matriz cilíndrica, el depósito de cierta cantidad de otro material granular en el resto de la matriz, manteniéndose al propio tiempo la separación de los depósitos de distintos materiales granulares, y la compresión de los materiales granulares depositados sin mantener la separación, permitiendo así el contacto entre los materiales contenidos en la matriz durante la compresión.

5^a.- Procedimiento para la producción de un combustible nuclear en el que un comprimido laminar cilíndrico está previsto de capas concéntricas de cuando menos dos materiales granulares distintos, caracterizado por comprender las fases de colocación de cuando menos un cilindro hueco dentro de una

280696

11 SEP.



matriz cilíndrica, el depósito de cierta cantidad de material
415.- granular en cada uno de los espacios resultantes entre las superficies de dicho cilindro o cilindros huecos y las paredes de la matriz, la extracción del cilindro o cilindros huecos, permitiendo así el contacto entre los distintos materiales granulares, y la compresión de los materiales granu-

420.- lares para la obtención de un comprimido cilíndrico en capas.

6ª.- Procedimiento para la producción de un combustible nuclear en el que un comprimido laminar cilíndrico macizo está provisto de partes concéntricas de dos materiales granulares distintos, caracterizado por comprender las fases

425.- de colocación de un cilindro hueco dentro de una matriz cilíndrica, el depósito de cierta cantidad de uno de los materiales granulares en los espacios resultantes entre la superficie de dicho cilindro hueco y las paredes de la matriz, el depósito de cierta cantidad de los otros materiales granu-

430.- res dentro de dicho cilindro, la extracción del cilindro hueco, permitiendo así el contacto recíproco entre los materiales granulares distintos, y la compresión de los materiales granulares para la obtención de un comprimido cilíndrico en capas.

435.- 7ª.- Procedimiento para la producción de un combustible nuclear en el que un comprimido laminar cilíndrico hueco está provisto de capas concéntricas de dos materiales granulares distintos, caracterizado por comprender las fases de colocar un cilindro hueco dentro de una matriz cilíndrica, la coloca-

440.- ción de un mandril dentro de dicho cilindro, el depósito de cierta cantidad de material granular en el espacio resultante entre la superficie de dicho cilindro hueco y las paredes de dicha matriz, el depósito de cierta cantidad del otro material

280696 SEP



445.- granular entre la superficie de dicho cilindro y dicho mandril, la extracción del cilindro hueco, permitiendo así el contacto recíproco entre los distintos materiales granulares, y la compresión de los materiales granulares para la obtención de un comprimido cilíndrico hueco en capas.

8^o.- Procedimiento para la producción de un combustible nuclear en el que un comprimido laminar cilíndrico hueco está provisto de capas concéntricas de cuando menos dos materiales granulares distintos, caracterizado por comprender las fases de colocar un cilindro hueco interior y otro cilindro hueco exterior dentro de una matriz cilíndrica, la colocación de un mandril dentro de dicho cilindro interior, el depósito de cierta cantidad de material granular en el espacio resultante entre la superficie exterior de dicho cilindro hueco exterior y las paredes de la matriz, el depósito de cierta cantidad de material granular en el espacio resultante entre la superficie interior de dicho cilindro interior y el mandril mencionado, el depósito de cierta cantidad del otro material granular entre dichos cilindros interior y exterior, la extracción de los cilindros huecos, permitiéndoles así a los materiales granulares distintos ponerse en contacto recíproco, y la compresión de los materiales granulares para obtener un comprimido laminar cilíndrico hueco.

9^o.- Aparato para la producción de un combustible nuclear en el que un comprimido laminar está provisto de partes constituidas por cuando menos dos materiales granulares distintos, caracterizado por comprender medios que delimitan una cavidad destinada a contener material granular durante la compresión, medios para separar materiales granulares distintos durante la carga de dichos materiales en la cavidad mencionada, medios

280696 11 SEP



475.- para quitar dichos medios de separación antes de la compresión, y medios para comprimir dichos materiales granulares contenidos en la cavidad mencionada después de la extracción de dichos medios de separación.

10^a.- Aparato para la producción de un combustible nuclear en el que un comprimido laminar cilíndrico está provisto de partes constituidas por cuando menos dos materiales granulares distintos, caracterizado por comprender dicho aparato medios que delimitan una cavidad cilíndrica destinada a contener material granular durante la compresión, cuando menos un elemento cilíndrico hueco dentro de dicha cavidad, destinado a separar los materiales granulares distintos durante la carga de dichos materiales en la cavidad mencionada, medios para quitar dicho elemento o elementos cilíndricos huecos antes de la compresión, y medios para comprimir dichos materiales granulares en la mencionada cavidad después de quitar el mencionado o los mencionados elementos cilíndricos huecos.

11^a.- Aparato para la producción de un combustible nuclear en el que un comprimido laminar cilíndrico está provisto de capas concéntricas constituidas por cuando menos dos materiales granulares distintos, caracterizado por comprender medios que delimitan una cavidad cilíndrica destinada a contener material granular durante la compresión, cuando menos un elemento cilíndrico hueco contenido dentro de dicha cavidad y dispuesto concéntricamente en ella, destinado para separar materiales granulares distintos durante la carga de dichos materiales en la cavidad mencionada, medios para extraer dicho elemento o elementos cilíndricos huecos antes de la compresión, y medios para comprimir dichos materiales granulares contenidos



505.- en la cavidad mencionada después de la extracción de dicho elemento o elementos cilíndricos huecos.

12^a.- Aparato para la producción de un combustible nuclear en el que un comprimido laminar cilíndrico está provisto de capas concéntricas constituidas por cuando menos dos materiales granulares distintos, caracterizado por comprender medios que delimitan una cavidad cilíndrica destinada para contener material granular durante la compresión, cuando menos un elemento cilíndrico hueco contenido en dicha cavidad y dispuesto concéntricamente en ella, destinado para separar materiales granulares distintos durante la carga de dichos materiales en la cavidad mencionada, medios para extraer dicho elemento o elementos cilíndricos huecos antes de la compresión, y medios que delimitan un macho destinado a cooperar con la cavidad mencionada para comprimir dichos materiales granulares contenidos en la cavidad mencionada después de la extracción de dicho elemento o elementos cilíndricos huecos.

13^a.- Aparato para la producción de un combustible nuclear en el que un comprimido laminar cilíndrico macizo está provisto de partes concéntricas constituidas por cuando menos dos materiales granulares distintos, caracterizado por comprender medios que delimitan una cavidad cilíndrica destinada para contener material granular durante la compresión, un elemento cilíndrico hueco contenido en dicha cavidad y dispuesto concéntricamente en ella, destinado para separar distintos materiales granulares durante la carga de dichos materiales en la cavidad mencionada, medios para la extracción de dicho elemento cilíndrico hueco antes de la compresión y medios que delimitan un macho destinado para cooperar con di-



535.- cha cavidad para comprimir dichos materiales granulares contenidos en la cavidad mencionada, después de la extracción de dicho elemento cilíndrico hueco.

14^a.- Aparato para la producción de un combustible nuclear en el que un comprimido laminar cilíndrico hueco está provisto de capas concéntricas constituidas por cuando menos

540.- dos materiales granulares distintos, caracterizado por comprender medios que delimitan una cavidad cilíndrica destinada a contener material granular durante la compresión, un elemento cilíndrico hueco contenido en dicha cavidad y dispuesto concéntricamente en ella, destinado para separar materiales

545.- granulares distintos durante la carga de dichos materiales en la cavidad mencionada, un mandril dispuesto concéntricamente dentro de dicho elemento cilíndrico hueco, medios para extraer dicho elemento cilíndrico hueco antes de la compresión, y medios que delimitan un macho destinado a cooperar

550.- con dicha cavidad para comprimir los mencionados materiales granulares contenidos en dicha cavidad después de la extracción de dicho elemento cilíndrico hueco.

15^a.- Aparato para la producción de un combustible nuclear en el que un comprimido laminar cilíndrico hueco, está

555.- provisto de capas concéntricas constituidas por cuando menos dos materiales granulares distintos, caracterizado por comprender medios que delimitan una cavidad cilíndrica destinada para contener material granular durante la compresión, un elemento cilíndrico hueco interior y otro elemento cilíndrico

560.- hueco exterior contenidos en dicha cavidad y dispuesto concéntricamente en ella, destinados para separar materiales granulares distintos durante la carga de dichos materiales en la cavidad mencionada, un mandril dispuesto dentro de dicho ele-

11 SEP



565.- mento cilíndrico interior, medios para extraer dichos elementos cilíndricos huecos antes de la compresión, y medios que delimitan un mácho destinado para cooperar con dicha cavidad y comprimir los materiales granulares mencionados contenidos en dicha cavidad después de la extracción de dichos elementos cilíndricos huecos.

570.- 16a.- "PROCEDIMIENTO Y APARATO PARA LA PRODUCCION DE COMBUSTIBLE NUCLEAR", todo tal y conforme se describe en la presente Memoria, la cual consta de 573 líneas y a título de ejemplo se representa en los adjuntos dibujos.

Madrid, 11 SEP. 1962

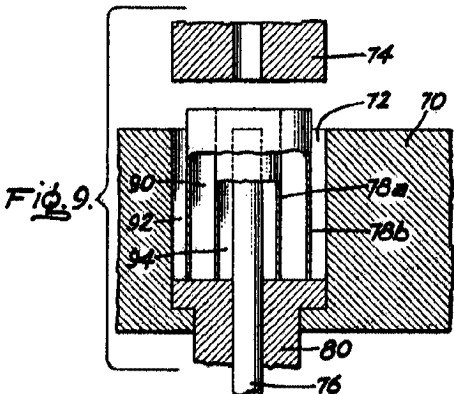
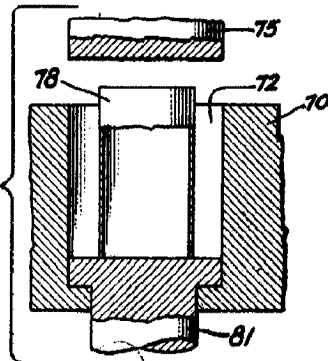
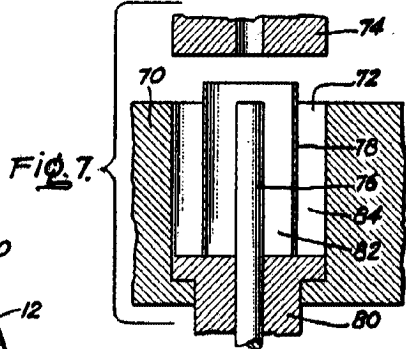
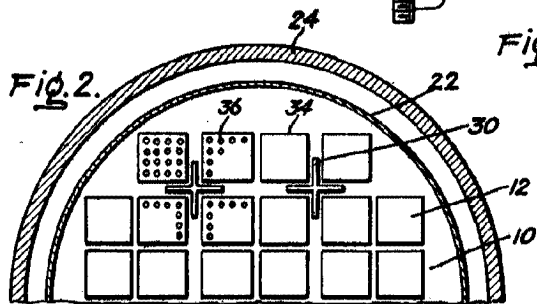
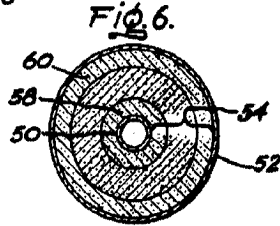
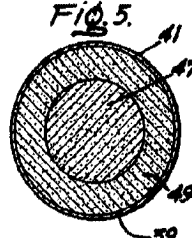
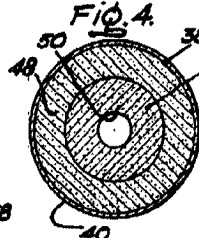
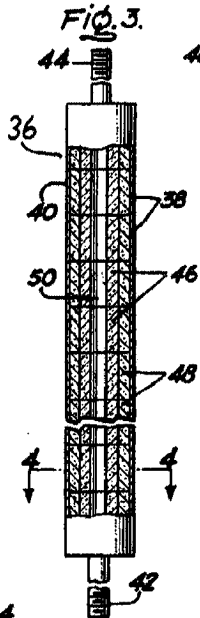
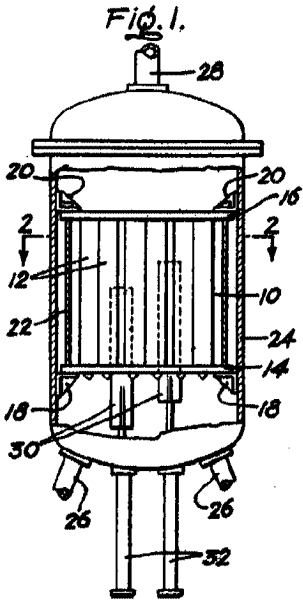
GENERAL ELECTRIC COMPANY.

H. A.

280696



11 SEP.



Madrid, 11 SEP. 1962
P. A.

280696