

418350



P.- 55.246

U.S. 285.209

MEMORIA DESCRIPTIVA

Int. Cl. <sup>a</sup> <u>G21C</u>

para solicitar PATENTE DE INVENCION en ESPAÑA por 20 años

a nombre de EXXON NUCLEAR COMPANY, INC.

entidad norteamericana

con domicilio en 777 106th Avenue N.E., Bellevue,  
Washington, Estados Unidos de América.

por: "PERFECCIONAMIENTOS INTRODUCIDOS EN UN NUCLEO DE  
REACTOR NUCLEAR REFRIGERADO POR LIQUIDO".

(Clase Internacional G21c)



#### ANTECEDENTES DEL INVENTO

Este invento se refiere, en términos generales, a sistemas y reactores nucleares y, más particularmente, a conjuntos espaciadores para elementos de combustible que tienen aletas generadoras de vórtices dispuestas para un mezclado mejorado del refrigerante.

Un problema asociado con muchos diseños de núcleo de reactor, particularmente en reactores nucleares del tipo de agua a presión ligeros, es el desarrollo de canales calientes resultantes de tolerancias geométricas, variaciones locales de los elementos de combustible y otros factores que controlan la concentración de calor en el núcleo. Para superar este problema, se han diseñado diversos conjuntos de combustible para efectuar un intercambio refrigerante desde regiones calientes del núcleo a regiones más frías del núcleo, y viceversa, cuando el refrigerante está circulando a través de los canales de circulación de refrigerante. Diseños típicos se describen en la Patente norteamericana número 3.281.327 de J. Webb y colaboradores, y titulada "Conjuntos de combustible nuclear", en la patente norteamericana número 3.344.855, de P. J. Clark y titulada "Conjunto intercambiador de calor que incluye una estructura de aletas de guía en ella", en la patente norteamericana número 3.379.619 de H. N. Andrews y colaborado-



res, titulada "Conjunto de combustible para reactores nucleares", y en la patente estadounidense número 3.395.077 de Long Sun Tong y colaboradores, y titulada "Conjunto combustible para reactores nucleares". Aunque estos diseños de la técnica anterior incrementan el intercambio de refrigerante desde regiones calientes del núcleo a regiones más frías del mismo, y viceversa, la magnitud de intercambio no es tan grande como se desea. En particular, la mayor parte del intercambio de refrigerante solamente ocurre entre canales secundarios de circulación adyacentes de refrigerante cuyo gradiente de temperatura no es grande. Además muchos de los diseños de circulación de refrigerante establecidos por los proyectos de la técnica anterior son difíciles de mantener. Por tanto, ocurrirán todavía canales calientes en estos diseños de la técnica anterior, lo que da como resultado una pequeña eliminación de calor del núcleo del reactor.

#### SUMARIO DEL INVENTO

Un objeto de este invento es superar los problemas y desventajas de la técnica anterior, mencionados. En particular, un objeto de este invento es proporcionar un diseño de núcleo de reactor que establecerá un diseño de circulación de refrigerante fácilmente mantenible entre conjuntos de combustibles adyacentes. Otro



objeto de este invento es proporcionar un diseño de núcleo de reactor que tendrá como resultado un menor gradiente de temperatura entre todas las regiones del núcleo del reactor. Todavía otro objeto es proporcionar  
5 un diseño de núcleo de reactor que eliminará eficazmente el calor que se genera en el núcleo del reactor.

Estos y otros objetos y ventajas de este invento resultarán evidentes a partir de la siguiente descripción del mismo.

10 En consecuencia, un conjunto de combustible está provisto de aletas desviadoras del refrigerante en voladizo desde los espaciadores del conjunto de combustible dentro de los canales de circulación del refrigerante, en posiciones tales que produzcan un diseño de  
15 circulación de refrigerante vortical con un diámetro que se extiende sobre tres o más aberturas del espaciador de los elementos de combustible.

En otra realización del invento, se proporciona un núcleo de reactor con aletas desviadoras del  
20 refrigerante, en voladizo desde los espaciadores del conjunto de combustible, que penetran en los canales de circulación del refrigerante dentro de los conjuntos de combustible, en posiciones tales que den lugar a más  
25 de un diseño de circulación de refrigerante de forma vortical con un diámetro que se extiende sobre tres o más



aberturas del espaciador de los elementos de combustible, en el que el diseño de circulación en un borde cualquiera no tenga una sección lateral contraria a un diseño vortical adyacente de circulación del refrigerante.

5 Más particularmente, las aletas desviadoras del refrigerante están situadas en al menos algunas de las aberturas del espaciador, según un diseño simétrico en torno a la región del núcleo de reactor donde tres o más conjuntos de combustible se encuentran adyacentes.

10

#### BREVE DESCRIPCION DE LOS DIBUJOS

La figura 1 es una vista isométrica, parcialmente en sección de un conjunto de combustible que utiliza una colocación preferida de las aletas mezcladoras de acuerdo con el presente invento.

15

La figura 2 es una vista isométrica de un diseño preferido de medios desviadores de refrigerante.

La figura 3 es una vista en sección transversal de cuatro conjuntos de combustible adyacentes ilustrando una disposición preferida de las aletas mezcladoras y los diseños de circulación de refrigerante resultantes.

20

La figura 4 es una vista en sección transversal que representa un posicionamiento preferido de

25

17 NOV 1973

los medios desviadores sobre el espaciador de los elementos de combustible de un conjunto de combustible.

#### REALIZACIONES PREFERIDAS DEL INVENTO

5                   En un núcleo típico de reactor, el combustible nuclear está colocado en elementos de combustible que se mantienen en agrupación paralela mediante una combinación de espaciadores de rejilla, placas de unión superior e inferior y otros miembros de conexión,  
10 todos los cuales constituyen un conjunto de combustible. Estos conjuntos se agrupan luego entre sí para formar el núcleo del reactor.

                  Un núcleo típico de reactor, al cual es particularmente aplicable este invento, es el del tipo  
15 de agua a presión, ligero. La figura 1 ilustra un conjunto de combustible típico que se emplearía en un núcleo de reactor de esta clase.

                  El conjunto de combustible mostrado en la figura 1 comprende una agrupación paralela de elementos  
20 de combustible tubulares 101, largos y delgados, asegurados y mantenidos en posición por placas de unión superior e inferior 102 y 103 respectivamente, y por espaciadores 104 de los elementos de combustible. Los elementos de combustible se montan con tapas extremas inferiores  
25 105 que pueden ajustar en aberturas coincidentes (no re-

24.9.73



presentadas) que se encuentran en la placa de unión inferior 103. Los elementos de combustible se montan luego a través de las aberturas 106 formadas en los espaciadores de rejilla 104 para situar aquéllos en paralelo.

5 El refrigerante circula hacia arriba a través de los orificios de la placa de unión inferior y entre los elementos de combustible. A medida que el refrigerante circula hacia arriba a través del conjunto de combustible, retira el calor generado del conjunto de combustible. Como la cantidad de calor generada en todas las partes del conjunto de combustible y en conjuntos de combustible adyacentes no es uniforme, la eficacia de eliminación de calor no es uniforme para todas las partes del conjunto de combustible individual y para los conjuntos de combustible adyacentes. Más particularmente, las áreas periféricas del conjunto de combustible son, en general, las más frías, y el área central es en general más caliente que las regiones superior e inferior del conjunto de combustible. Para obtener una eliminación uniforme del calor, es necesario distribuir el refrigerante de manera uniforme sobre los conjuntos de combustible adyacentes. Por esta razón, es deseable situar medios 107 desviadores del refrigerante en el conjunto de combustible, a fin de pro-

17 10/1/73



porcionar una mejor circulación de refrigerante desde las regiones frías a las regiones más calientes y viceversa.

Como se representa en la figura 2, los medios desviadores del refrigerante en forma de aletas 107, de configuración sustancialmente triangular, están montados en las tiras 108 entrelazadas del espaciador 104 y están voladas por encima de las aberturas 106 formadas por las tiras entrelazadas 108. De esta forma el refrigerante que circula a través de las aberturas 106 entra en contacto con los medios desviadores 107 y es obligado a desplazarse lateralmente a medida que pasa a través del conjunto. Esto da como resultado un intercambio de refrigerante entre distintas regiones del conjunto.

En una realización preferida, los medios desviadores 107 están montados en la intersección de las tiras entrelazadas 108 sobre las aberturas adyacentes 106, con el vértice de la aleta 107 superpuesto a la tira 108 y alineado con ella. En un diseño específico, los medios desviadores tienen una curvatura cóncava gradual que se extiende desde las tiras 108 y dos partes laterales arqueadas que se extienden desde su base conectadas a las tiras 108 y que terminan en el vértice de la aleta.

En diseños anteriores, los medios desvia-

17 NOV 1973  
10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25  
1973

dores del refrigerante han sido situados en los espaciadores de los elementos de combustible para provocar un movimiento en hélice dentro de una sola abertura o como máximo entre aberturas adyacentes o canales secundarios adyacentes, o un movimiento en zigzag longitudinal entre aberturas adyacentes, o una circulación opuesta en corrientes adyacentes. Los diseños de circulación de refrigerante no han sido tan eficaces como se desea debido a que son difíciles de establecer e incluso más difíciles de mantener. Además, aunque estos tipos de diseños efectúan una distribución de temperaturas algo más uniforme dentro de un conjunto de combustible, no hay casi circulación transversal suficiente del refrigerante entre conjuntos de combustible adyacentes.

En el presente invento, estas dificultades son superadas por la colocación de los medios desviadores en lugares específicos para desarrollar diseños de circulación de refrigerante vorticales que abarcan al menos tres aberturas y, más preferiblemente, con un diámetro de aproximadamente una vez y media la longitud y la anchura del conjunto de combustible.

Refiriéndonos a la figura 3, en ella se ve una disposición preferida de los medios desviadores de refrigerante en una agrupación de cuatro conjuntos de combustible adyacentes. Básicamente los medios desviadores



del refrigerante 107 están montados en las tiras 108 que se intersecan, que forman las aberturas 106, y están situados de tal modo que se desarrollen los diseños de circulación 109 vorticales indicados por las flechas.

5 Estos diseños de circulación tienen su centro en torno a la mitad de cada sección transversal del espaciador de los elementos de combustible. De esta forma, el refrigerante que atraviesa el centro caliente (es decir, la región de generación de alta potencia) de cada conjunto  
10 de combustible, es forzado hacia el perímetro más frío (es decir, la región de generación de menos potencia). Además del diseño de circulación vortical 109 desarrollado dentro de cada conjunto de combustible, los medios desviadores del refrigerante están situados y dispuestos  
15 para cooperar con otros medios desviadores del refrigerante en los conjuntos de combustible adyacentes con el fin de desarrollar los diseños de circulación vorticales 110 que se extienden a través de los límites de los conjuntos de combustible penetrando en conjuntos de combustible adyacentes y cuyo centro se encuentra en torno al  
20 punto 111, en que están agrupados los cuatro conjuntos para combustible adyacentes. Típicamente, existen mayores variaciones de temperatura entre conjuntos de combustible adyacentes. La disposición precedente de las aletas  
25 permite promediar la temperatura, haciendo que una

i

17 NOV.



componente de la circulación de refrigerante dirigida a través de un conjunto de combustible dado, se mezcle con componentes de circulación de conjuntos adyacentes. El refrigerante a temperaturas más bajas es llevado a regiones con temperaturas más elevadas, produciendo así un efecto de promediado de la temperatura. Esto reduce la temperatura del refrigerante en los canales más calientes y permite el funcionamiento a temperaturas medias más elevadas y con eficacias superiores sin exceder los límites de temperatura locales del componente y con mayores márgenes de seguridad térmicos provocados por las inestabilidades inherentes. Pueden obtenerse diversas distribuciones de velocidad vorticales dependiendo del diseño de las aletas.

Como se representa en una realización preferida de la figura 3, las aletas mezcladoras están situadas simétricamente en torno a diagonales a través de la sección transversal de los conjuntos de combustible adyacentes, de tal modo que la punta o vértice estrecho de las aletas apunte en la dirección deseada de circulación del refrigerante. Esta disposición simétrica es específica en torno a sólo algunas de dichas aberturas, asegura que se establecerán los diseños de circulación deseados. Debe reconocerse, sin embargo, que tal simetría puede no ser deseable, factible o necesaria en algunos di-

17 NOV 1973



seños, al tiempo que se obtienen sin embargo sustancialmente los mismos resultados y, también, en algunos diseños puede ser necesario incluir aletas en la mayoría o en todas las aberturas del espaciador para conseguir la compatibilidad de la caída de presión con el combustible. Incrementando el diámetro de los diseños de circulación no sólo pueden mantenerse más fácilmente, sino que se consigue una mejor circulación transversal del refrigerante a través del reactor.

10 Las aletas mezcladoras están montadas también en torno a las aberturas de modo que los diseños de circulación adyacentes no estarán dirigidos en sentido contrario entre sí y no provocarán, por tanto, la rotura de diseños de circulación sino que, en lugar de ello, cooperan entre sí para mantener los diseños de circulación establecidos.

20 En una realización preferida, las aletas mezcladoras o de rotación 107, de forma triangular, se extienden aguas abajo respecto a la circulación del refrigerante y están inclinadas con relación al plano del espaciador, estando dispuestas las puntas de las aletas formando ángulo obtuso con relación al mismo plano. Las aletas pueden describirse en general como dispuestas en ángulo agudo con relación a la dirección de flujo de refrigerante principal del reactor. Para ob-

17



tener la circulación rotacional deseada, de preferencia en forma de vórtices libres, las aletas están agrupadas en cuadrantes, teniendo las aletas del mismo cuadrante la misma postura, es decir, están dirigidas en el sentido de las agujas del reloj o en sentido contrario, dependiendo de la dirección de circulación deseada, en torno a la esquina del conjunto de combustible particular tomado como centro. La postura de las aletas es la misma en todos los cuadrantes. Asimismo, la omisión de estas aletas en la región de potencia más elevada (en que están situadas las barras de combustible entre dos tubos de guía de barra de control adyacentes) evita la restricción del flujo de circulación principal del refrigerante, consiguiéndose así la refrigeración máxima en esta región crítica. Sin embargo, se reconoce que en algunos diseños, puede ser necesaria la presencia de tales aletas.

Volviendo ahora a la figura 4, en ella se representa un posicionamiento preferido de los medios desviadores 107 sobre las tiras 108 entrelazadas del espaciador 104. Los medios desviadores 107 están montados en la intersección de las tiras 108 y están en voladizo por encima de dos aberturas adyacentes 106 en la dirección de los diseños de circulación 110 y 111. Más preferiblemente, los medios desviadores están montados sólo

17



en algunas de las intersecciones y están situados simétricamente en torno a una diagonal a través de la sección cuadrada del espaciador 104. En una realización más preferida, los medios desviadores serán simétricos en torno a cualquier diagonal a través de la sección cuadrada del espaciador 104.

Se ha ilustrado y descrito una disposición de aletas que favorece un flujo circular pero irrotacional (es decir, la circulación es nula) entre conjuntos de combustible adyacentes para aprovechar la ventaja de la amplia variación de las regiones de generación de potencia en conjuntos adyacentes, reduciendo la entalpía del refrigerante en los conjuntos de potencia más elevada. Así, se da comienzo al momento fluido que conserva el vórtice y éste persiste mucho más tiempo de lo que podría esperarse de otro modo. La disposición permite también conseguir los vórtices deseados con independencia de la orientación del conjunto. Debe entenderse, sin embargo, que las construcciones y disposiciones ilustradas y descritas en esta memoria tienen únicamente la función representativa de solo una realización preferida y que pueden realizarse en ellas ciertos cambios fácilmente y sin apartarse de las enseñanzas claras y del alcance del presente invento. En consecuencia, debe hacerse referencia a las siguientes reivindicaciones anejas para determinar

24.9.73

17 NOV 1975  
MEXICO

el alcance total y verdadero de este invento.

La presente solicitud, que corresponde a la presentada en Estados Unidos de América, el 31 de Agosto de 1972, bajo el número 285.209, se acoge a los beneficios del artículo 51 del vigente Estatuto sobre Propiedad Industrial.

10

- REIVINDICACIONES -

15

Los puntos de invención propia y nueva, que se presentan para que sean objeto de esta solicitud de Patente de Invención en España, por VEINTE años, son los que se recogen en las reivindicaciones siguientes:

20

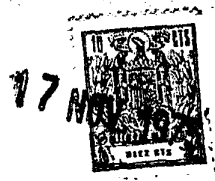
1ª.- Perfeccionamientos introducidos en un núcleo de reactor nuclear refrigerado por líquido que tiene una pluralidad de conjuntos de combustible adyacentes que son poligonales en sección transversal y tienen esquinas adyacentes que definen una intersección de dichos conjuntos de combustible, teniendo cada uno de

25

17  
17 NOV 1975

dichos conjuntos de combustible una pluralidad de elementos de combustible alargados, en disposición paralela, mantenidos en posición por medio de fijación superiores e inferiores y por espaciadores de los elementos de combustibles, teniendo cada uno de dichos espaciadores tiras intersecantes que forman aberturas a través de las cuales se extienden longitudinalmente los elementos y puede circular un refrigerante en una dirección longitudinal, y formando unos elementos adyacentes de entre dichos elementos de combustible, en las intersecciones de dichas tiras, canales secundarios para el flujo de refrigerante a su través, perfeccionamientos según los cuales cada uno de dichos conjuntos de combustible incluye una pluralidad de medios desviadores del flujo de refrigerante montados sobre al menos algunas de las intersecciones de dichas tiras de dichos espaciadores, estando dispuesta una primera pluralidad de dichos medios desviadores de flujo concéntricamente con relación a dicha intersección de dichas esquinas adyacentes de dichos conjuntos de combustible adyacentes y orientada en la misma dirección circunferencial para desviar al menos una parte del flujo de refrigerante longitudinal transversalmente dentro de cada conjunto de combustible para producir un primer diseño de flujo de vértice concéntrico, unidireccional y sustancialmente no restringido del refrigerante

Re



rante con relación a la intersección de dichas esquinas  
adyacentes de dichos conjuntos de combustible adyacentes,  
que transfiere sustancialmente todo el refrigerante des-  
viado por dicha primera pluralidad de medios desviadores  
5 de flujo en uno de dichos conjuntos de combustible a un  
solo conjunto adyacente de entre dichos conjuntos de com-  
bustible, y estando dispuesta una segunda pluralidad de  
medios desviadores de flujo concéntricamente con relación  
10 al centro de cada uno de dichos conjuntos de combustible  
y orientada en la misma dirección circunferencial para  
producir en ellos un segundo patrón de flujo de vórtice  
unidireccional y sustancialmente no restringido de refri-  
gerante con relación a dicho centro para efectuar un pro-  
15 medio de temperatura entre regiones de temperatura alta  
y baja de dichos conjuntos de combustible adyacentes y  
dentro de cada conjunto, siendo tal la orientación de di-  
chas pluralidades primera y segunda de medios desviado-  
res de flujo que unos vórtices adyacentes de entre los  
vórtices de flujo de refrigerante cooperen uno con otro  
20 para mantener los diseños de flujo establecidos.

2ª.- Perfeccionamientos de acuerdo con  
la reivindicación 1ª, según los cuales dicho primer di-  
seño de flujo concéntrico de refrigerante tiene un ra-  
dio máximo que es mayor que al menos tres de dichas aber-  
25 turas formadas por dichas tiras intersecantes.

14-11-75



3ª.- Perfeccionamientos de acuerdo con la reivindicación 1ª, según los cuales dichos medios desviadores de flujo de refrigerante se extienden sobre solamente unas aberturas preseleccionadas de entre dichas aberturas y dicha primera pluralidad de medios desviadores están dispuestos simétricamente alrededor de la intersección formada por dichas esquinas adyacentes de dichos conjuntos de combustible.

4ª.- Perfeccionamientos de acuerdo con la reivindicación 1ª, según los cuales la disposición concéntrica de dicha primera pluralidad de medios desviadores de flujo de refrigerante tiene un radio mínimo de al menos una de dichas aberturas formadas por dichas tiras intersecantes.

5ª.- Perfeccionamientos de acuerdo con la reivindicación 1ª, según los cuales dicha primera pluralidad de medios desviadores de flujo de refrigerante están orientados para producir dicho primer diseño de flujo de vórtice en sentido dextrógiro.

6ª.- Perfeccionamientos de acuerdo con la reivindicaciones 1ª, según los cuales dicha segunda pluralidad de medios desviadores de flujo de refrigerante están orientados para producir dicho segundo diseño de flujo de vórtice en sentido levógiro.

7ª.- Perfeccionamientos de acuerdo con la

14-11-75  
RS



reivindicación 1ª, según los cuales dichos conjuntos de combustible tienen cada uno una sección transversal horizontal generalmente cuadrada y dichas pluralidades primera y segunda de medios desviadores de flujo de refrigerantes están montadas en solamente unas intersecciones preseleccionadas de entre dichas intersecciones en forma simétrica con relación a una diagonal de dicha sección transversal horizontal cuadrada.

5  
10  
15  
8ª.- Perfeccionamientos de acuerdo con la reivindicación 7ª, según los cuales dichas pluralidades primera y segunda de medios desviadores de flujo de refrigerante están montadas simétricamente en cada cuadrante formado por diagonales intersecantes de dicha sección transversal cuadrada de cada uno de dichos conjuntos de combustible.

20  
25  
9ª.- Perfeccionamientos de acuerdo con la reivindicación 1ª, según los cuales dicho núcleo de reactor incluye cuatro conjuntos de combustible adyacentes, comprendiendo cada uno de dichos conjuntos de combustible un cuadrante y estando montados dichos medios desviadores de refrigerante en cada uno de dichos cuadrantes simétricamente con relación a dichos medios desviadores de refrigerante en un conjunto adyacente de entre dichos conjuntos de combustible.

10ª.- Perfeccionamientos introducidos en

14-11-75

17  
17 NOV 1975  
RECEIVED

un núcleo de reactor nuclear refrigerado por líquido.

Tal y como se ha descrito en la Memoria que antecede, representado en los dibujos que se acompañan y para los fines que se han especificado.

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

Madrid,  
P.A.

17 NOV. 1975

10

Alberto de Elabero  
For Poder.

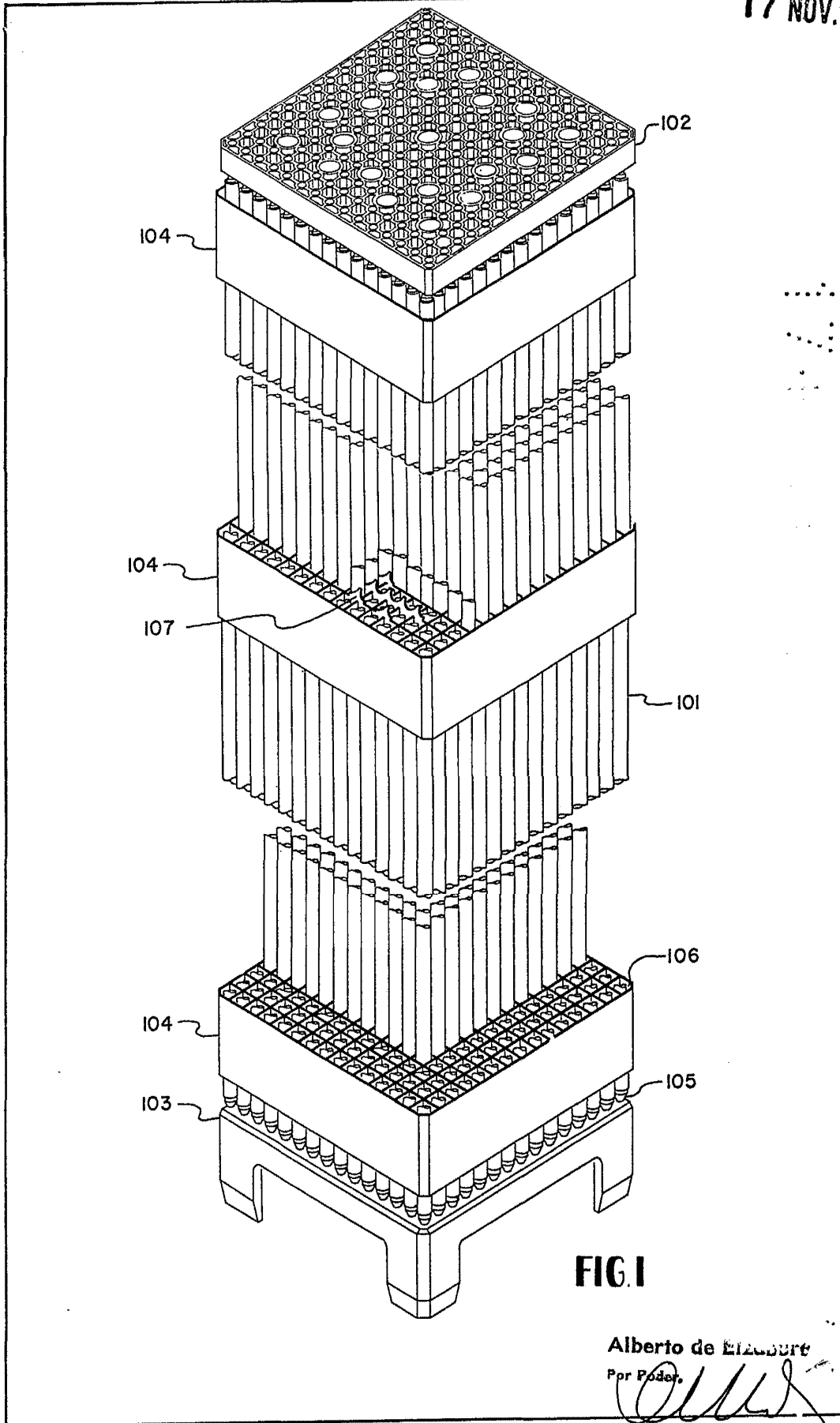


14-11-75

e.c.v.



17 NOV. 1975



Alberto de ELIZABETH  
Por Poder.

5517

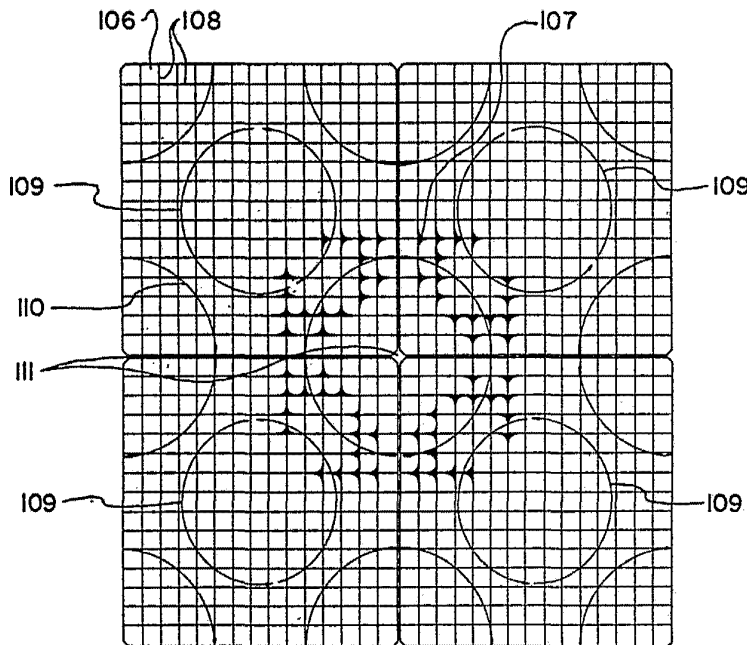


FIG. 3

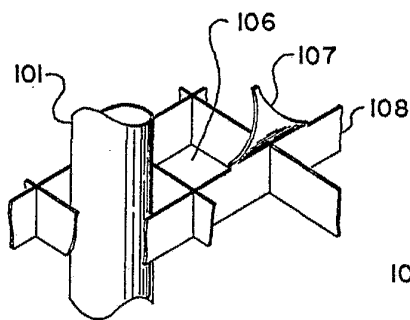


FIG. 2

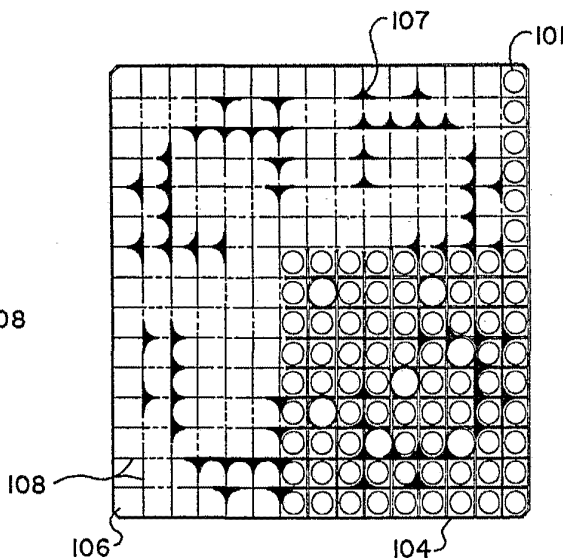


FIG. 4

Alberto de ELLERRE

Per ELLERRE