

P.- 34.881

WE 35.406. A



339596

Memoria descriptiva

para solicitar PATENTE DE INVENCION **porveintiseis**

a nombre de WESTINGHOUSE ELECTRIC CORPORATION

entidad / de nacionalidad norteamericana

con domicilio en Pittsburgh, Pensilvania, Estados Unidos
de América

por:

" UNA DISPOSICION DE COMBUSTIBLE PARA
UN REACTOR NUCLEAR "

(Clase Internacional G21)



La presente invención se refiere a un conjunto combustible para un reactor nuclear y, más en particular, a la distribución del flujo del refrigerante, a su través.

5

La salida de energía de un reactor nuclear viene limitada por la velocidad a la que puede extraerse calor del núcleo del reactor, y la velocidad de transferencia de calor determina las temperaturas desarrolladas en un núcleo de reactor. Por consiguiente, la energía

10 máxima de funcionamiento del reactor viene limitada por cierto valor de entalpía y/o de temperatura en el núcleo del reactor.

15

Una forma estructural general utilizada comúnmente para proporcionar un inventario del combustible nuclear en reactores nucleares es aquella en la que se dispone una pluralidad de elementos o barras de combustible nuclear alargados que contienen material nuclear dentro de un volumen prescrito en una agrupación en paralelo en dirección vertical entre las placas superior e inferior

20 de soporte del núcleo del reactor. Para proporcionar integridad en las realizaciones de soporte, se dividen en grupos las barras de combustible; y se forman las barras en cada grupo a manera de conjunto combustible antes de su colocación entre las placas de soporte del núcleo del

25 reactor. Un refrigerante fluido, que tiene, si se desea, propiedades moderadoras de neutrones, fluye longitudinalmente a lo largo de y entre las barras de combustible, como vehículo para la transferencia de energía.

25

30

La variación del fluido de neutrones en el núcleo del reactor hace que los conjuntos de combustible



en el núcleo trabajen a diferentes niveles de energía, y esta variación se produce incluso entre las barras de combustible dentro de un solo conjunto combustible. Las variaciones de energía dan por resultado variaciones en el aumento de entalpía del refrigerante entre los diferentes canales de flujo del refrigerante en todo el núcleo del reactor. La existencia de tolerancias de fabricación requiere el uso de una herramienta de ingeniería conocida como "factor de canal caliente" para corresponder al efecto de estas tolerancias, y se supone que la máxima variación de tolerancia se produce en el canal de circulación, en el que el flujo de neutrones es también máximo. Por consiguiente el factor de canal caliente se utiliza para diseñar un núcleo de reactor, en el que la temperatura obtenida por el material del núcleo durante las condiciones de estado uniforme y de funcionamiento transitorio, no excederán de la temperatura de diseño del material del núcleo. Como el núcleo de reactor tiene que proyectarse para condiciones de funcionamiento seguras en el canal caliente, el aumento de entalpía del refrigerante en el canal "caliente" afecta directamente a la máxima energía disponible que puede obtenerse del núcleo del reactor. Como el aumento de entalpía del refrigerante en el canal caliente puede ser de 2- 1/2 a 3 veces el aumento medio de entalpía en el núcleo del reactor, una reducción en la razón entre el aumento de entalpía del canal caliente y el aumento de entalpía del canal medio, dá por resultado un aumento proporcional en la energía del núcleo del reactor.

Es muy deseable mezclar flujo de un canal de circulación a otro. Los diseñadores anteriores han uti-

339596



lizado alambres enrollados en espiral para espaciar lateralmente las barras de combustible y han obtenido un efecto beneficioso secundario por la mezcla en espiral que se producía en el refrigerante. Sin embargo, las barras de combustible enrolladas en espiral desarrollan una caída de presión alta a través del núcleo del reactor y producen solamente una mezcla gradual del refrigerante. Además, la utilización del mismo dispositivo tanto para espaciar las barras de combustible como para producir una mezcla de refrigerante en espiral pone limitaciones en los diseños de mezcla que pueden utilizarse.

Por consiguiente, el objeto principal de esta invención es crear un flujo de refrigerante lateral entre las barras de combustible adyacentes e inducir con ello la mezcla del flujo de refrigerante entre los canales de flujo.

Con este objeto a la vista, la invención reside en un conjunto combustible para un reactor nuclear que comprende una pluralidad de elementos de combustible alargados dispuestos en una agrupación generalmente en paralelo y que forman una pluralidad de canales de flujo de refrigerante longitudinales, una pluralidad de estructuras de rejilla espaciadas dispuestas en relación longitudinalmente espaciada a lo largo de dichos elementos de combustible y que se extienden lateralmente desde ellos, teniendo dichas estructuras de rejilla aberturas alineadas a través de las que se extienden dichos elementos de combustible y teniendo dichas estructuras de rejilla partes dispuestas en cada uno de dichos canales de flujo, medios para soportar dichos elementos de combustible y dichas estructuras de re-

339596



48 JUN

jas para producir una mezcla de refrigerante con una ental-
pía y/o temperatura medias que están comprendidas entre las
entalpías y/o temperaturas más altas y más bajas anterior-
mente mencionadas.

5

Preferiblemente los medios de soporte alar-
gados comprenden una pluralidad de miembros o tubos de so-
porte alargados lateralmente espaciados, llamados en lo que
sigue "manguitos", que tienen sus partes extremas asegura-
das a placas extremas perforadas transversales. Las reji-
llas longitudinalmente espaciadas se extienden transversal-
mente y están aseguradas a los manguitos, añadiendo así ri-
gidez a todos los medios de soporte. Las barras de combus-
tible se extienden a través de las aberturas de rejilla y
en una agrupación en paralelo, siendo los manguitos parale-
los a y estando entremezclados entre las barras de combus-
tible. Las barras de combustible están dispuestas entre
las placas extremas y están verticalmente soportadas por
la placa extrema inferior. Las aberturas en el miembro de
rejilla están formadas por una pluralidad de tiras que es-
tán entrelazadas para proporcionar una red estructural, si-
milar a "una jaula de huevos". Las tiras de rejilla, a su
vez, están provistas de al menos medios elásticos para apli-
carse a y situar lateralmente las barras de combustible.
Algunas o todas las rejillas están provistas adicionalmen-
te de aletas mezcladoras que penetran en sus canales de flu-
jo adyacentes para desviar lateralmente el flujo de refri-
gerante longitudinal.

30

Las aletas mezcladoras pueden también orien-
tarse para producir un flujo de refrigerante transversal a
través de todo el conjunto combustible. Las aletas mezcla-

339596



doras pueden orientarse adicionalmente para que produzcan un flujo transversal libre del refrigerante entre conjuntos combustibles adyacentes. Este flujo transversal, entre los conjuntos combustibles es ahora libremente posible, y debido a que solamente se utilizan manguitos transversalmente espaciados alargados para dar rigidez al conjunto combustible en lugar de recintos o botes alargados que rodean completamente sus barras de combustible contenidas dentro de un solo conjunto combustible. Sin embargo, es también posible el flujo transversal de refrigerante entre los conjuntos combustibles, si los botes tienen aberturas grandes en la proximidad de las aletas mezcladoras.

5

10

15

20

25

Para desviar el flujo de refrigerante longitudinal cada aleta está dispuesta en voladizo en dirección longitudinal desde el borde de una de las tiras de rejilla. Además, cada aleta está también acodada en un ángulo predeterminado desde el eje vertical del conjunto combustible para penetrar en al menos uno de los canales de flujo adyacentes. Cada aleta está también situada entre barras de combustible adyacentes y, por consiguiente, no interfiere con el paso de las barras de combustible a través de la rejilla. Las aletas mezcladoras se extienden hacia fuera desde ambos lados de una rejilla. Por consiguiente, una rejilla completa tiene aletas mezcladoras tanto por encima como por debajo de la rejilla.

30

La invención resultará más evidente de la siguiente descripción detallada de realizaciones preferidas de la misma, ilustrada a modo de ejemplo en los dibujos adjuntos, en los que:

339596



La figura 1 es una vista en alzado, parcialmente en sección, con partes arrancadas por razones de claridad, de un conjunto combustible formado de acuerdo con los principios de esta invención;

5

la figura 2 es una vista en planta de la figura 1;

10

la figura 3 es una vista parcialmente en sección transversal tomada a lo largo de la línea de referencia III-III de la figura 1 con partes retiradas por razones de claridad. La figura 3 muestra primariamente una forma de perfil en vista en planta de una rejilla de aletas mezcladoras con las aletas mezcladoras superiores ilustradas, pero con las aletas mezcladoras inferiores omitidas;

15

La figura 4 es una parte agrandada de y es más detallada que la figura 3, estando algunas de las mismas partes en sección transversal en ambas figuras para fines de orientación y mostrando además una parte del régimen de flujo transversal del refrigerante;

20

la figura 5 es una vista en alzado parcialmente en sección, a mayor escala, de una parte de la figura 4 y está tomada a lo largo de la línea de referencia V-V de la misma;

25

la figura 6 es una vista en planta de un cuarto de una rejilla que tiene una disposición de aletas mezcladoras diferente de la mostrada en la figura 4 y es también una vista en planta de partes de otras tres rejillas adyacentes. La figura 6 muestra adicionalmente partes de las trayectorias de flujo transversal de refrigerante generalmente diagonales y también muestra una parte de

30

339596



la trayectoria de flujo de refrigerante de entrecruzado transversal entre rejillas adyacentes; y

la figura 7 es una vista isométrica, con aletas mezcladoras omitidas por razones de claridad, de partes de tres rejillas verticalmente alineadas que muestran la trayectoria general de flujo del refrigerante a medida que el refrigerante fluye hacia arriba a través del conjunto combustible. Las tres barras de combustible mostradas en la figura 7 en forma de trazos representan las tres barras de combustible en sección transversal mostradas en la figura 6 y son para fines de orientación.

Haciendo referencia a las figuras 1 y 2 de los dibujos, se muestra un conjunto combustible 10 que comprende una estructura extrema superior 12, una estructura extrema inferior 14, una pluralidad de medios de soporte tubulares alargados o "manguitos" 16, una pluralidad de rejillas situadoras 18, al menos una rejilla situadora 20 que tiene aletas mezcladoras formadas sobre ella, y una pluralidad de elementos o barras de combustible 22. Para formar el conjunto combustible 10, se aseguran en primer lugar las rejillas longitudinalmente espaciadas 18 y 20 a los manguitos de soporte alargados 16; luego se asegura la estructura extrema inferior 14 a las partes extremas inferiores de los manguitos; se insertan las barras de combustible 22 a través de la rejilla 18 y 20 desde arriba y se soportan verticalmente por la estructura extrema inferior 14; y luego se asegura la estructura extrema superior a las partes extremas superiores de los manguitos 16.

Volviendo ahora a una descripción de cada uno de los componentes individuales anteriormente menciona

339596



dos, la estructura extrema superior 12 tiene una boquilla
extrema superior 24 longitudinalmente dispuesta y de for-
ma rectangular. Una placa extrema superior 26 que tiene
una pluralidad de barras enlazadas transversales 28 que
5 forman unas aberturas 30, está asegurada a la parte infe-
rior de la boquilla extrema 24. Una pestaña anular 32, est
tá asegurada a la parte superior de la boquilla extrema 24.
La pestaña 32 tiene una abertura 34 que es suficientemen-
te grande para permitir que un conjunto de control 36 de
10 grupo de barras, a describir en lo que sigue, pase a tra-
vés de la abertura 34 en una dirección vertical. Dos re-
sortes laminares 38 opuestamente dispuestos están asegu-
rados a la cara superior de la pestaña 32 por unos bloques
de esquina 39 y unos tornillos 40. Cada resorte laminar
15 38 tiene una parte estrecha 42 que se extiende a través de
una ranura de guía 44. Otros dos bloques de esquina 48 es-
tán diagonalmente dispuestos entre sí y están soldados a
la superficie superior de la pestaña 32. Cada bloque 48
tiene una abertura 50 que se extiende tanto a través del
20 bloque 50 como de la pestaña 32. Cada abertura 50 recibe
una clavija (no mostrada), que se extiende hacia abajo des-
de una placa superior del núcleo de reactor (no mostrada).
Después de que, tanto el conjunto combustible 10 como la
placa de núcleo superior (no mostrada) han sido insertados
25 en su posición final dentro del núcleo del reactor (no mos-
trado), se dispone espaciadamente la placa superior del nú-
cleo desde las superficies superiores de los bloques de es-
quina 39 y 48 para permitir la dilatación longitudinal del
conjunto combustible 10. Además, las clavijas no mostra-
30 das en la placa superior del núcleo se extienden hacia aba



jo en las aberturas 50 para proporcionar soporte lateral al conjunto combustible 10. La placa de núcleo superior también desvía los resortes laminares 38 para cargar de antemano el conjunto combustible 10 suficientemente para impedir que el conjunto combustible sea movido hacia arriba por las fuerzas hidráulicas producidas por un refrigerante que fluye hacia arriba.

La estructura extrema inferior 14 tiene una boquilla extrema inferior 52 longitudinalmente dispuesta y de forma rectangular, y la boquilla extrema inferior 52 tiene cuatro soportes 54 de esquina que se extienden hacia abajo. Los soportes 54 son de forma similar a los bloques 39 y 48 previamente descritos. Cada uno de dos soportes 54' diagonalmente dispuestos tiene una abertura 56 que se extiende a su través. Las dos aberturas 56 están longitudinalmente alineadas con las aberturas 50 situadas en la parte superior del conjunto combustible 10. Cuando se inserta el conjunto combustible 10 en su núcleo de reactor (no mostrado), los cuatro soportes 54 descansan sobre la placa inferior del núcleo (no mostrado); y las aberturas 56 reciben las clavijas (no mostradas) que se extienden hacia arriba desde la placa inferior del núcleo. Unas barras transversales 58 se extienden a través de la parte superior de la boquilla extrema inferior 52, y las dos partes extremas de cada barra 58 están encajadas en unos rebajos respectivos 60 formados en las dos paredes opuestas de la boquilla extrema 52, estando aseguradas a ella.

Como se ve en las figuras 1, 3, 4 y 5, el conjunto combustible 10 incluye dos tipos de rejillas situadas designadas por los caracteres de referencia 18 y 20.

339596



Las rejillas situadoras 18 en este ejemplo, comprenden las dos rejillas más inferiores y la rejilla más superior del conjunto combustible 10 y difieren de las restantes rejillas situadoras 20 en que las rejillas situadoras 20 incluyen aletas mezcladoras formadas sobre ellas (como se describirá) mientras que las rejillas situadoras 18 no incluyen aletas mezcladoras sobre ellas. Cada rejilla situadora 20 comprende una pluralidad de tiras 62 que están entretejidas a manera de rejilla. En las figuras 3 y 4, unos trazos 64 o líneas 62' indican las líneas centrales de la rejilla situadora 20, con aletas mezcladoras y han sido designados así para fines de orientación. Las líneas 62 que están entrelazadas para proporcionar una red estructural similar a una "jaula de huevos", forman una pluralidad de aberturas 66. Las tiras de rejilla 62 están también provistas de medios rígidos y elásticos formados integralmente en ellas y que penetran en cada abertura 66 a través de la que pasa una barra de combustible 22. Los medios rígidos y elásticos soportan las barras de combustible 22 contra desplazamiento lateral y, hasta cierto punto a fricción contra movimiento longitudinal. Los medios rígidos comprenden dos salientes 68 rígidos longitudinalmente espaciados que se aplican a la barra de combustible en un lado. Los medios elásticos comprenden un dedo elástico 70 que se aplica a la barra de combustible 22 en el lado directamente opuesto a los salientes rígidos en un punto longitudinal preferiblemente a mitad de camino entre los salientes rígidos 68. Otro grupo idéntico de soportes laterales está formado en las otras dos tiras, que forman la abertura 66, para soportar las barras de combustible 22 en la misma po-



sición longitudinal, pero sustancialmente perpendicular al primer grupo de soportes laterales. Así, está previsto un soporte lateral de seis puntos, para cada barra de combustible 22 en cada abertura 66 a través de la que pasa la barra de combustible.

5

La rejilla situadora 20 con aletas mezcladoras, proporciona también aberturas 66 a través de las que se extienden los manguitos 16 ajustadamente contra las paredes de las tiras 62. Cuatro apéndices arqueados 74 se extienden longitudinalmente desde los bordes de las tiras 62 junto al manguito 16 y están adaptados en forma a la periferia del manguito. Dos apéndices opuestamente dispuestos 74 se extienden hacia arriba desde las tiras 62 de rejilla, y dos apéndices opuestamente dispuestos 74 se extienden hacia abajo desde las tiras 62. Sin embargo el par superior de apéndices 74 está lateralmente dispuesto 90° separado del par inferior de apéndices 74. Los manguitos 16 están asegurados a cada apéndice 74 por unos medios adecuados, tales como una soldadura 76. Además cada tira 62 de rejillas 20 tiene una pluralidad de aletas mezcladoras inferiores en voladizo 78a y 78b, respectivamente. Cada una de las aletas mezcladoras, designadas en general por 78, se extienden longitudinalmente hacia fuera desde los bordes de su tira asociada 62 y también en el mismo plano vertical que el de la tira 62. Cada aleta 78 se desvía también en un ángulo de aproximadamente 20° a 40°, y, preferiblemente, 28° a 30°, del plano vertical de sus tiras asociadas 62. Cada aleta 78 está situada en una intersección 82 de dos tiras 62, y cada tira 78 tiene dos partes arqueadas 84 en su extremo exterior o libre para

10

15

20

25

30

339596



5 permitir el paso de las barras de combustible adyacentes
22 a través de la rejilla 20 con aletas mezcladoras sin
interferir con la aleta mezcladora 78. Sin embargo, las
aletas periféricas inferiores 80 situadas en las tiras pe-
5 riféricas 62'' son de forma más corta y gruesa que las ale-
tas mezcladoras 78, debido a que las últimas se utilizan
primariamente para fines de guía, a describir en lo que
sigue. Todas las aletas 78a y 80 en las tiras periféri-
cas 62'' están dobladas hacia el centro del miembro 20 de
10 rejilla para impedir cualesquiera salientes hacia fuera de
las tiras periféricas 62''. Todas las otras aletas mezclado-
ras superiores 78a están dispuestas en primer grupo de ti-
ras paralelas 62, mientras que todas las aletas mezclado-
ras inferiores 78b están dispuestas en un segundo grupo de
15 tiras paralelas 62 que son perpendiculares al primer gru-
po. Ha de apreciarse también que ninguna de las aletas mez-
cladoras 78a está situada por encima de alguna de las ale-
tas mezcladoras inferiores 78b o de las aletas periféricas
inferiores 80. Esto es para evitar la necesidad de hendir
20 la aleta mezcladora en dos partes para permitir el entre-
lazado de las tiras enlazadas transversales 62, ya que se
entrelazan las tiras 62 por el uso de ranuras opuestas (no
mostradas), que permiten que las tiras 62 queden enclava-
das entre sí en sus diversas intersecciones.

25 Como se ha señalado anteriormente, la reji-
lla situadora 18 es sustancialmente la misma que el miem-
bro 20 de rejilla situadora y aletas mezcladoras con todas
las aletas mezcladoras 78 retiradas, a excepción de las
aletas mezcladoras superiores 78a en las tiras periféri-
cas 62'' y las aletas periféricas inferiores 80. Las ale-
30

339596



Las aletas mezcladoras superiores 78a y las aletas perifé-
ricas inferiores 80 se dejan en la rejilla situadora 18
para servir de medios de guía durante la inserción del
conjunto combustible 10 en el núcleo del reactor (no mos-
5 trado). Volviendo ahora a las figuras 1 y 2, se utiliza
la rejilla situadora 18 para situar lateralmente las ba-
rras de combustible 22 mientras que se utiliza la rejilla
situadora 20 con aletas mezcladoras, tanto para situar la-
teralmente los elementos combustibles como también al ob-
10 jeto de forzar un flujo lateral del refrigerante entre los
elementos combustibles adyacentes 22 de cada conjunto com-
bustible y entre los elementos combustibles de los conjun-
tos adyacentes, induciendo así la mezcla de flujo de refri-
gerante entre unos canales de flujo adyacentes 86.

15 Al montar el conjunto combustible 10 se ase-
gura una pluralidad de rejillas longitudinalmente espacia-
das 18 y 20 al grupo en paralelo de manguitos 16 que han
sido entremezclados a través de las rejillas, como se mues-
tra en la figura 3. En esta realización, se sitúan las re-
20 jillas 18 y 20 en un espaciamiento longitudinal de aproxi-
madamente 28 cm., utilizándose un total de nueve rejillas
18 y 20. Aun cuando las nueve rejillas pueden ser reji-
llas situadoras 18 o rejillas situadoras 20 con aletas mez-
cladoras, en esta realización se han utilizado tres reji-
25 llas situadoras 18 y seis rejillas 20 con aletas mezclado-
ras, siendo las dos rejillas más inferiores y una rejilla
más superior rejillas situadoras 18. No se utilizaron re-
jillas 20 con aletas mezcladoras en lugar de las dos reji-
llas situadoras más inferiores 18, debido a que el refrige-
30 rante tenía una temperaturata relativamente baja en la región

339596



mas inferior y no se requería una mezcla lateral. No se utilizó la rejilla 20 con aletas mezcladoras en las partes superiores de las barras de combustible 22, debido a que el refrigerante está alcanzando el final de su recorrido longitudinal a través del conjunto combustible 10 y no tenía un aumento de temperatura apreciable en la parte superior del conjunto combustible 10. Por consiguiente, apenas se requiere ninguna otra mezcla lateral en vista de la mezcla que se ha producido ya durante el paso longitudinal del refrigerante a través del conjunto combustible 10.

Después de asegurar las rejillas 18 y 20 a los manguitos 16, se fija la estructura extrema inferior 14 a las partes extremas inferiores de los manguitos 16. Cada manguito 16 tiene un taco 87 y una prolongación 88 de taco en su extremo inferior. Cada prolongación 88 está insertada en su agujero asociado previamente perforado a través de la barra transversal 58. Cada taco 87 se apoya en su barra transversal asociada 58; y la prolongación 88 se suelda a la barra transversal 58, como se indica por el carácter de referencia 90. Luego se insertan las barras de combustible 22 a través de la rejilla 18 y 20 y quedan soportadas verticalmente por las barras transversales 58 o por la periferia de la boquilla extrema inferior 52 sobre la que se apoyan las barras de combustible 22.

La parte superior de la estructura extrema superior 12 se asegura seguidamente a las partes extremas superiores de los manguitos 16, soldando los manguitos 16 a unos casquillos 92 que han sido insertados previamente a través de la placa extrema superior 26 y asegurados a ella.

339596



Así, cada manguito 16 está asegurado a la estructura extrema inferior 14 para cada una de las rejillas 18 y 20 y a la estructura extrema superior 12. Ha de apreciarse que la estructura extrema superior 12 está situada espaciada-

5 mente desde la parte superior de los elementos combustibles 22 para permitir la dilatación térmica diferencial entre los manguitos 16 y las barras de combustible 22.

Además, las barras transversales 28 recubren la parte superior de los elementos combustibles 22 para impedir cualquier posibilidad de que los elementos combustibles 22 se muevan en una dirección hacia arriba superior a una cantidad predeterminada.

10

En resumen, los manguitos 16, las rejillas 18 y 20 y las estructuras extremas 12 y 14 han sido unidas formando una estructura continua que tiene una gran rigidez. Además, la rigidez global del conjunto combustible 10 se aumenta cuando las barras de combustible 22 están en su sitio, debido a la fricción generada entre las barras de combustible 22 y los medios de soporte laterales, por ejemplo, el soporte lateral de seis puntos anteriormente mencionado.

15

20

Se verá que se ha tenido el gran cuidado de eliminar todos los bordes en la periferia exterior del conjunto combustible 10. Esto se ha efectuado achaflanando todos los bordes agudos, tales como los indicados por los números de referencia 94 en la estructura extrema superior 12, y 96 en la estructura extrema inferior 14. Además, no hay salientes que se extiendan hacia afuera desde las tiras periféricas 62'' en las rejillas 18 y 20. Además, las tiras 62'' tienen aletas mezcladoras superior-

25

30



res 78a y aletas periféricas inferiores 80, que están do-
bladas hacia dentro y se utilizan para fines de guía cuan-
do el conjunto combustible 10 está insertado en un núcleo
de reactor a lo largo de los conjuntos combustibles adya-
centes. Para impedir adicionalmente la posibilidad de a-
plicación del conjunto combustible con un conjunto combus-
tible adyacente, cuando se inserta en el núcleo, las tiras
periféricas 62'' están provistas de unos bordes biselados
98 entre las aletas mezcladoras superiores adyacentes 78
y también entre las aletas periféricas inferiores adyacen-
tes 80.

El conjunto 36 de control del grupo de ba-
rras comprende un eje de accionamiento 100 al que está a-
segurada una araña de múltiples dedos 102. Un grupo de
barras 104 absorbedoras de neutrones tiene sus partes ex-
tremas superiores aseguradas a la araña 102. Cada barra
104 absorbidora de neutrones que está longitudinalmente
alineada con y se mueve verticalmente en su propio mangui-
to de guía tubular asociado 16, formando parte el último
del conjunto combustible 10. Las barras 104 absorbedoras
de neutrones están situadas en una disposición simétrica
dentro de un solo conjunto combustible 10, y sus mangui-
tos de guía asociados 16 sustituyen a las barras de com-
bustible 22 dentro de la retícula del conjunto combusti-
ble 10. Los manguitos de guía 16 tienen también aberturas
laterales 106, que permiten que el refrigerante entre en
la parte inferior de cada manguito de guía y circule hacia
arriba entre el manguito de guía 16 y su barra asociada
104 absorbidora de neutrones para fines de refrigeración y,
también para fines de amortiguación durante la rápida inser



ción de emergencia del conjunto de barras de control. El
eje de accionamiento 100 está acoplado a un mecanismo de
accionamiento de barras de control (no mostrado) montado
sobre la cabeza de la cuba del reactor (no mostrada) y es
5 subido y bajado por el mecanismo de accionamiento. Por
consiguiente, todo el grupo de barras 104 absorbedoras de
neutrones entra en y sale de cada conjunto combustible 10
como una unidad.

La mayor parte de los componentes anterior
10 mente mencionados están hechos de un metal resistente a la
corrosión, tal como acero inoxidable o una aleación a base
de circonio. Las barras 104 absorbedoras de neutrones, en
este ejemplo, están hechas de barras de aleación de plata-
indio-cadmio herméticamente cerradas en un tubo "autónomo"
15 de acero inoxidable.

Volviendo ahora a la figura 4, se describi-
rá la disposición de flujo lateral del refrigerante. A me-
dida que el refrigerante circula hacia arriba a través del
conjunto combustible 10 (figura 1), entra en contacto con
20 las aletas mezcladoras inferiores 78b y las aletas mezcla-
doras superiores 78a. Cada aleta mezcladora 78 desvía en-
tonces el flujo de refrigerante en una dirección lateral.
Cuando el refrigerante choca con una aleta mezcladora in-
ferior 78b, el refrigerante es desviado lateralmente en di-
25 rección opuesta a la inclinación de la aleta mezcladora
78b, por ejemplo, como se indica por una flecha 108 de flu-
jo verticalmente mostrada. Si el refrigerante golpea una
aleta mezcladora superior 78a, el refrigerante es desviado
en la misma dirección que la inclinación de la aleta mezcla-
30 dora superior 78 a, por ejemplo, como se indica por la fle-

339596



cha 108 de flujo horizontalmente mostrada. La orienta-
ción de las aletas mezcladoras 78 mostradas en la figura
4 se diseña para producir un flujo en general diagonalmen-
te lateral a y desde la rejilla 20 con aletas mezcladoras,
5 por ejemplo, como se muestra por las flechas de flujo 108.
En cualquier caso, el refrigerante que fluye longitudinal-
mente a través del conjunto combustible 10 es forzado de
un canal de flujo 86 (figura 1) a otro canal de flujo 86,
induciendo con ello la mezcla del refrigerante entre cana-
10 les de flujo adyacentes 86. Si se compara la figura 3
con la figura 4, se verá que la disposición de aletas mez-
cladoras para la parte de la rejilla 20 con aletas mezcla-
doras no mostrada en la figura 4 es exactamente la misma
que para la parte mostrada en la figura 4, cuando la últi-
15 ma es hecha girar lateralmente 180° en torno a la línea
central del conjunto combustible 20, es decir, la tira 62'.

Haciendo ahora referencia a la figura 6,
se muestran partes de las rejillas 110 con aletas mezcla-
doras adyacentes, que se construyen de manera similar a
20 la rejilla 20 con aletas mezcladoras, pero tienen una dis-
posición de aletas mezcladoras diferente. En este ejem-
plo, las aletas mezcladoras 78 producen una trayectoria
de flujo lateral como se indica por la línea 112 represen-
tativa del flujo que se extiende en una dirección general-
25 mente diagonal a través de la rejilla 110 con aletas mez-
cladoras. También se muestra aquí una línea de flujo la-
teral 114 que se pasa de un lado a otro entre conjuntos
combustibles adyacentes 110. Las líneas de flujo lateral
112 y 114 indican el flujo lateral forzado producido por
30 las aletas mezcladoras 78 y facilitado por las aletas peri



féricas inferiores 80. Sin embargo, las aletas mezcladoras 78 producen también una trayectoria de flujo inducido, como se indica por la línea de trazos 116 de flujo lateral que está entre las líneas 112 de flujo lateral forzado y en la dirección opuesta. Cuando el refrigerante fluyente hacia arriba toca con la aleta mezcladora 78a', el refrigerante se desviará hacia la izquierda de la aleta mezcladora, como se indica por la flecha de flujo 118. El desplazamiento lateral anteriormente mencionado del refrigerante produce una presión más baja a la derecha de la aleta mezcladora 78a' que a la izquierda de la aleta mezcladora 78a'. Por consiguiente, el refrigerante fluyente hacia arriba a la derecha de la aleta mezcladora 78a' será inducido a circular lateralmente hacia la izquierda, como se indica por la flecha de flujo de trazos 120, hasta que se iguale la presión a través de la aleta mezcladora 78a'. Un flujo similarmente inducido es producido por las aletas mezcladoras inferiores 78b y así se crea una trayectoria representativa 116 de flujo lateral inducido. Así, puede verse fácilmente que se producirá una mezcla considerable del refrigerante entre canales de flujo adyacentes y se proporcionará con ello aproximadamente la misma temperatura de refrigerante a través de la rejilla 110 con aletas mezcladoras.

Haciendo ahora referencia a la figura 7, se muestra la trayectoria de flujo del refrigerante, como se indica por la trayectoria del flujo 122 en línea de trazos, a medida que el refrigerante fluye longitudinalmente hacia arriba a través de rejillas con aletas mezcladoras sucesivamente más altas 11Ca, 11Cb y 11Cc. Los lugares de los



elementos combustibles 22a, 22b y 22c en la figura 7 se muestran también en la vista en planta de la figura 6. Así, se incorpora una parte representativa de la línea de flujo lateral 112 con el flujo longitudinal vertical para mostrar un posible flujo resultante que se produciría combinando el componente de flujo lateral con el componente de flujo longitudinal. Se apreciará que la trayectoria de flujo 122 en línea de trazos muestra una trayectoria de flujo resultante, cuando se combinan los componentes de flujo lateral y longitudinal. La figura 7 muestra claramente cómo es desviado el refrigerante por la aleta mezcladora 78 desde un canal de flujo a otro canal de flujo creando con ello la mezcla del refrigerante. Específicamente, si se observa la rejilla 110a con aletas mezcladoras, el flujo de refrigerante es adyacente a la barra de combustible 22c. Sin embargo, en el momento en que el refrigerante fluye longitudinalmente a través de la rejilla 110b con aletas mezcladoras y la rejilla 110c con aletas mezcladoras, se ha desviado lateralmente el flujo de refrigerante más allá de la barra de combustible 22b y también más allá de la barra de combustible 22a.

Se apreciará que la combinación de aletas mezcladoras con los medios situadores de la barra de combustible no añade esencialmente material parásito al núcleo del reactor. Además, se soportan ahora más rígidamente las barras de combustible. Tal soporte tiene tendencia a elevar la frecuencia natural de las barras de combustible sobre los soportes elásticos, haciéndole así menos sensible a las vibraciones inducidas por el flujo. También las aletas mezcladoras aumentan la capacidad del núcleo de

339596



bido al aumento reducido de entalpía del refrigerante.

Pueden hacerse diversas modificaciones dentro del espíritu de la invención por ejemplo, pueden desarrollarse muchas disposiciones de aletas mezcladoras diferentes para producir muchos tipos diferentes de regímenes de flujo lateral. Si se desea, no es necesario utilizar aletas mezcladoras tanto por encima como por debajo del miembro de rejilla, sino que pueden utilizarse solamente en un lado. Pueden también alterarse las formas y situaciones de las aletas mezcladoras.

Esta solicitud, que corresponde a la presentada en Estados Unidos de América, el 25 de Mayo de 1966, bajo el nº 552.899 y 25 de Mayo de 1966, número 552.900, se acoge a los beneficios del artículo 51 del vigente Estatuto sobre Propiedad Industrial.

- N O T A -

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

1.- Una disposición de combustible para un reactor nuclear, que comprende una pluralidad de elementos combustibles alargados dispuestos en una agrupación generalmente paralela y que forman una pluralidad de cana-

339596



les longitudinales de flujo del refrigerante, una pluralidad de estructuras de rejilla espaciadas dispuestas en relación longitudinalmente espaciada a lo largo de dichos elementos combustibles y que se extienden lateralmente desde ellos, teniendo dichas estructuras de rejilla aberturas alineadas a través de las que se extienden dichos elementos combustibles y teniendo dichas estructuras de rejilla partes dispuestas en cada uno de dichos canales de flujo, medios para soportar dichos elementos combustibles y dichas estructuras de rejilla, y medios montados sobre al menos algunas de dichas estructuras de rejilla para desviar lateralmente al menos una parte de un flujo del refrigerante en general longitudinalmente entre al menos canales de flujo adyacentes.

2.- Una disposición de combustible según la reivindicación 1, en la que dichos medios de desviación del refrigerante están conformados para desviar al menos una parte de dicho refrigerante lateralmente a través de al menos una parte de dicho conjunto combustible, a medida que dicho refrigerante fluye en general longitudinalmente a través de dicho conjunto combustible.

3.- Una disposición de combustible según las reivindicaciones 1 ó 2, en la que dichos medios de desviación de refrigerante están conformados para desviar al menos una parte de dicho refrigerante en una dirección generalmente diagonal a través de al menos una parte de dicho conjunto combustible.

4.- Una disposición de combustible según las reivindicaciones 1, 2 ó 3, en la que cada una de dichas algunas estructuras de rejilla comprende una pluralidad de tiras rígidamente aplicadas entre sí formando dichas

339596



tiras dichas partes de dichas estructuras de rejilla dis-
puestas en los canales de flujo y en el que dichos medios
de desviación de refrigerante son aletas mezcladoras de
refrigerante dispuestas en voladizo longitudinalmente des-
de los bordes de dichas tiras y que penetran en dichos ca-
nales de flujo.

5

5.- Una disposición de combustible según
la reivindicación 4, en la que dichas aletas mezcladoras
penetran en dichos canales de flujo bajo un ángulo agudo
predeterminado con respecto a la dirección longitudinal de
dichos canales de flujo.

10

6.- Una disposición de combustible según
la reivindicación 5, en la que dicho ángulo agudo es de
20° a 40°.

15

7.- Una disposición de combustible según
las reivindicaciones 4, 5 ó 6, en la que dichas tiras rí-
gidamente acopladas entre sí están enlazadas en cruz y di-
chas aletas mezcladoras están dispuestas en las intersec-
ciones de dichas tiras.

20

8.- Una disposición de combustible según
cualquiera de las reivindicaciones 4 a 7, en la que están
dispuestas aletas mezcladoras sobre los lados superior e
inferior de dicha estructura de rejilla.

25

9.- Una disposición de combustible según
la reivindicación 8, en la que las aletas mezcladoras supe-
riores están dispuestas en un grupo de tiras paralelas, y
las aletas mezcladoras inferiores están dispuestas en otro
grupo de tiras perpendiculares a dicho primer grupo de ti-
ras.

30

10.- Una disposición de combustible según



las reivindicaciones 8 ó 9, en la que las aletas mezcladoras superiores están dispuestas en un grupo de intersecciones de dichas tiras, y las aletas mezcladoras inferiores están dispuestas en otro grupo de intersecciones de dichas tiras.

5

11.- Una disposición de combustible según cualquiera de las reivindicaciones 4 a 10, en la que todas las aletas mezcladoras en la periferia de dicha estructura de rejilla están desviadas lateralmente hacia dentro de dichas tiras.

10

12.- Una disposición de combustible según la reivindicación 7, en la que cada una de dichas aletas mezcladoras es más estrecha en su extremo libre que en la tira, cada una de dichas aletas mezcladoras tiene dos partes arqueadas en su extremo libre, y dicho extremo libre se extiende sobre una tira perpendicular a la tira desde la que dicha aleta mezcladora sobresale en voladizo.

15

13.- Una disposición de combustible según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en la que dichas estructuras de rejilla tienen medios situadores que se extienden dentro de al menos algunas de dichas aberturas de elemento combustible para situar lateralmente dichos elementos combustibles.

20

14.- " UNA DISPOSICION DE COMBUSTIBLE PARA UN REACTOR NUCLEAR " (Clase Internacional G21).

25

339596



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

Esta Memoria consta de veintisiete hojas escritas por una sola de sus caras.

5

Madrid,

- 8 JUN 1967

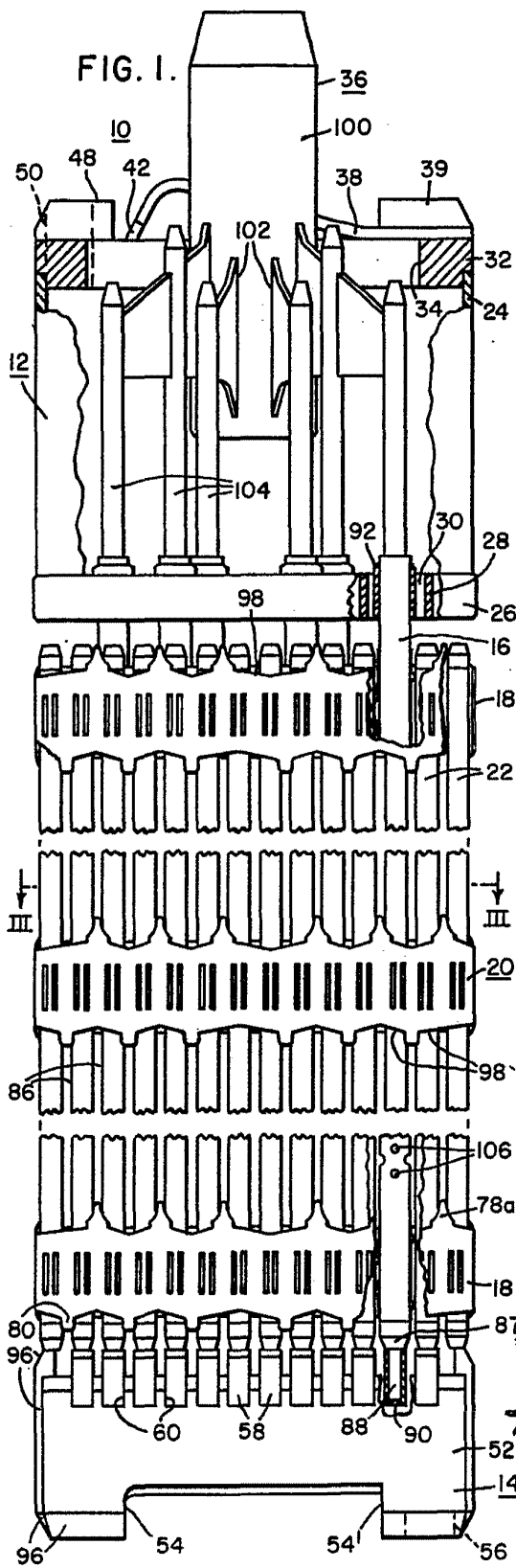
P. A.

Albano de Ezabura
P. A.

339596



FIG. I.



739596

Handwritten signature or initials.



FIG. 2.

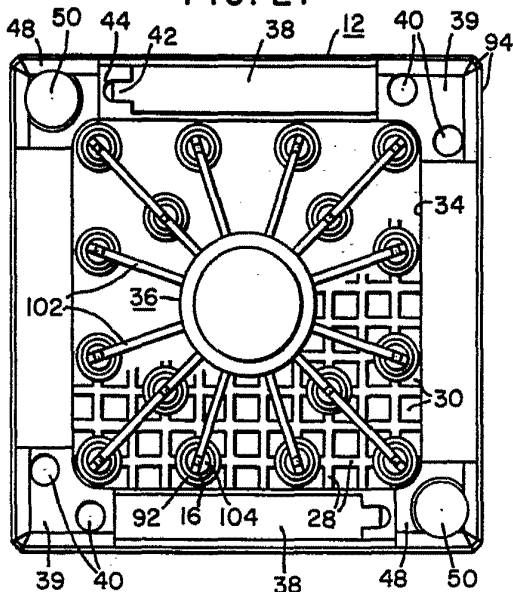
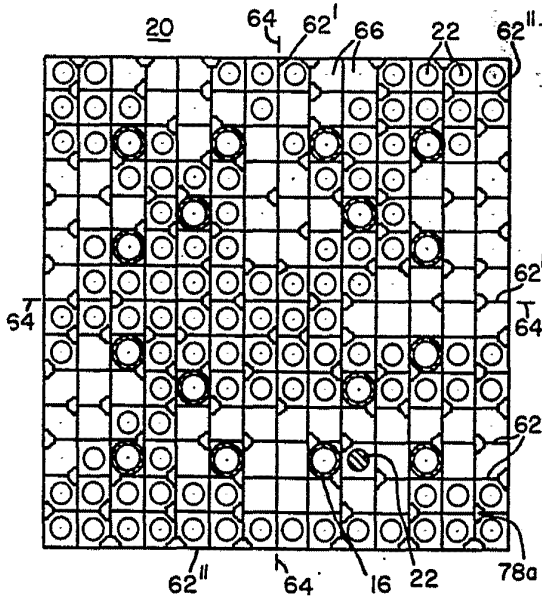


FIG. 3.



339596

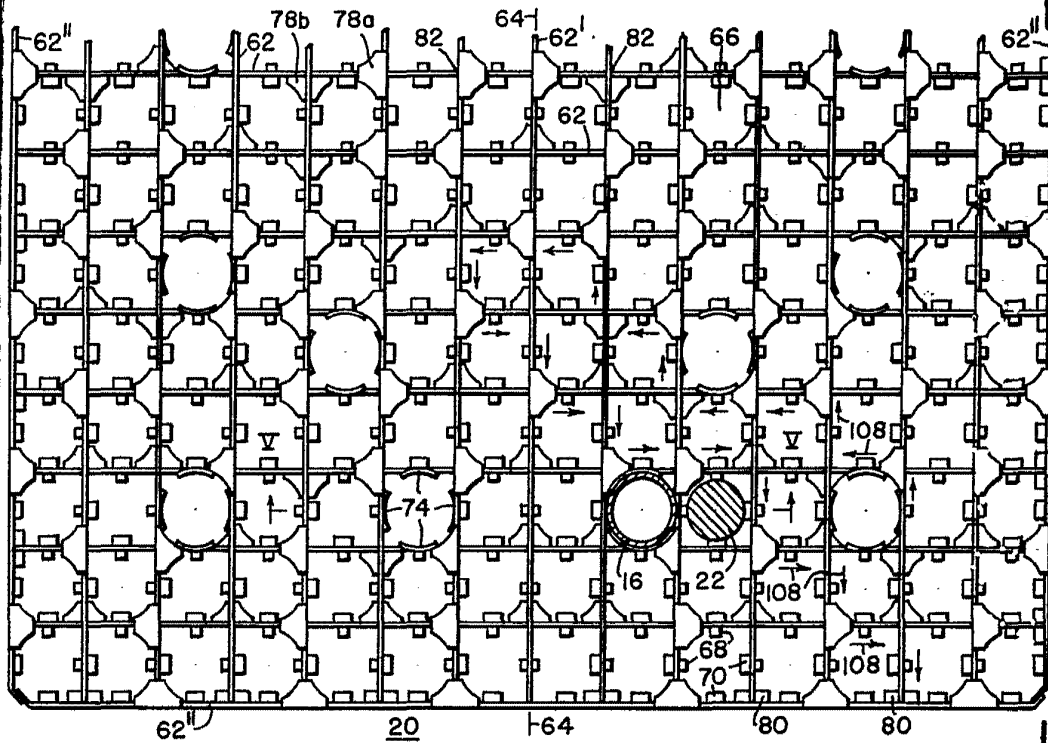


FIG. 4.

339590

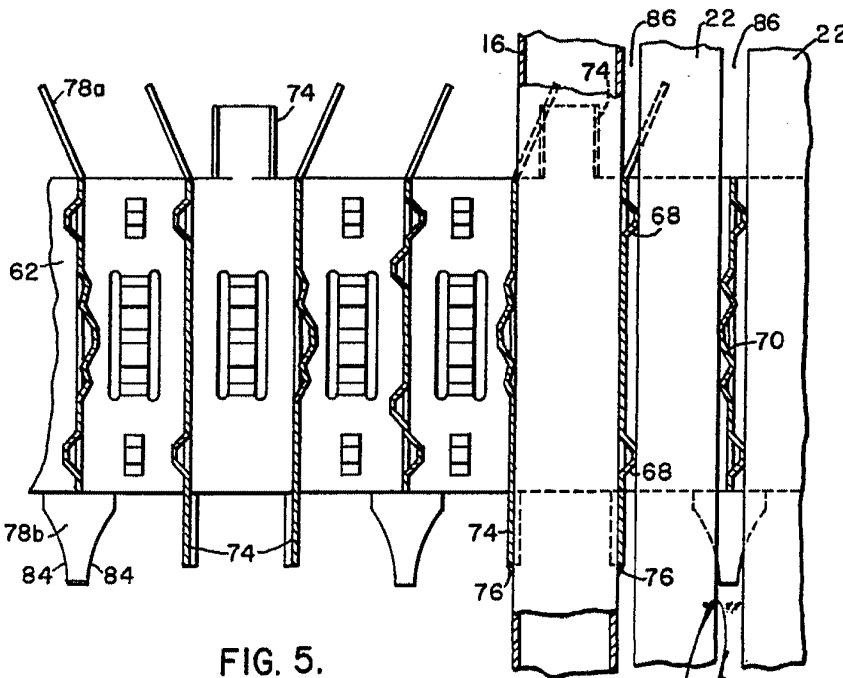


FIG. 5.

W. W. Winget

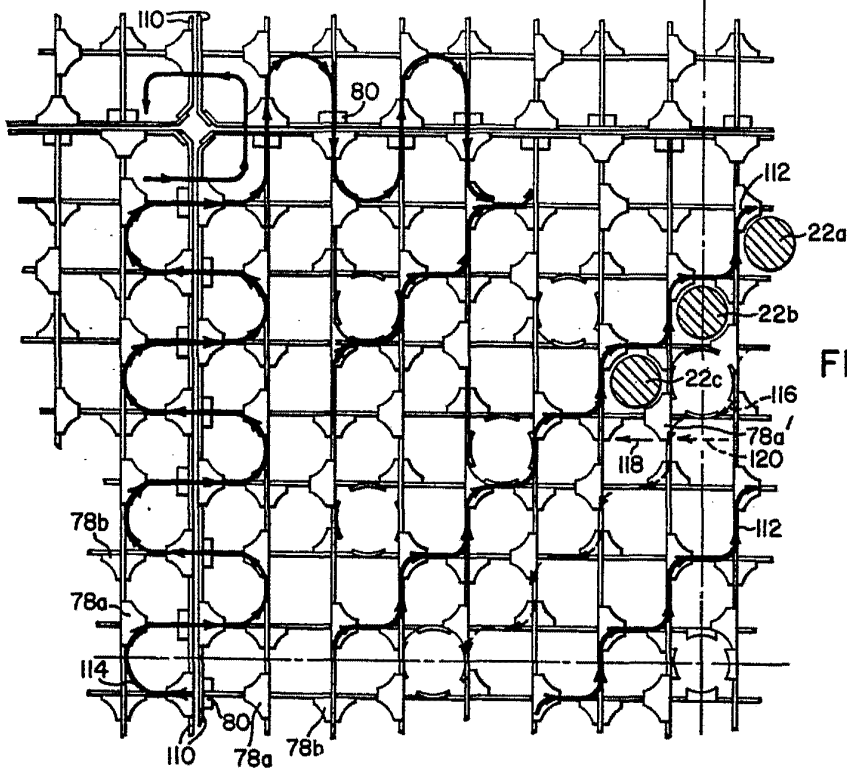


FIG. 6.

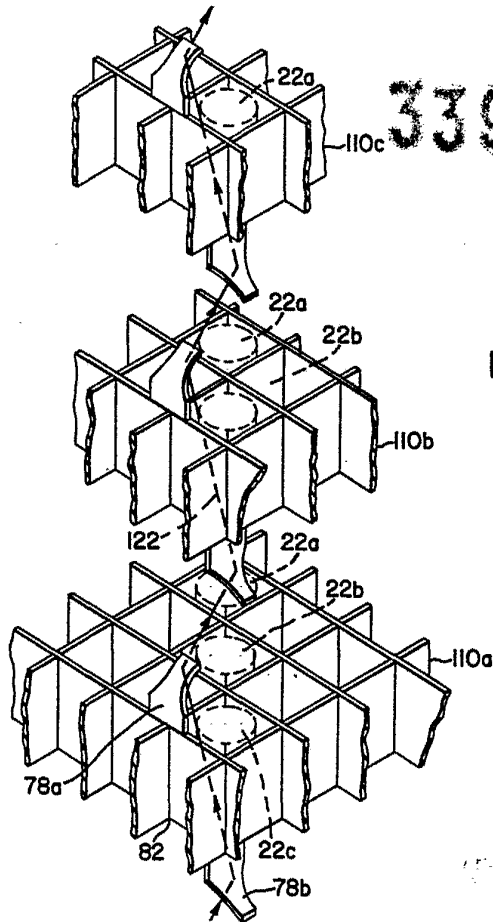


FIG. 7.

339596

Arv