

369515

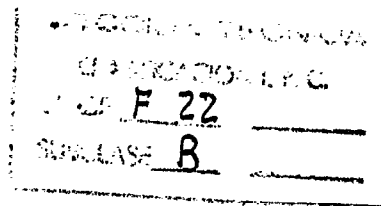
P - 42.333

DS 55696



1 SEP 1969

Memoria descriptiva



para solicitar PATENTE DE INVENCION

por 20 años

a nombre de FOSTER WHEELER CORPORATION

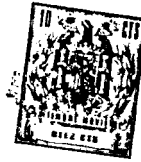
entidad / de nacionalidad norteamericana

con domicilio en 110 South Orange Avenue, Livingston, Nueva Jersey, Estados Unidos de América

por: "UN GENERADOR DE VAPOR CALENTADO POR SODIO"

(Clase Internacional F22b)

29.8.69



Este invento se refiere en general a intercambiadores de calor y, particularmente, a un generador de vapor de recirculación calentado por sodio, que utiliza una disposición de tubos múltiples en serpentín.

5 Se han considerado hasta ahora diferentes disposiciones de tubos para generadores de vapor calentados por sodio, con inclusión del serpentín helicoidal, el tubo de bayoneta y el tubo en U. Además, se han usado diferentes sistemas generadores de vapor calentados por sodio, tales como los sistemas de paso único o de recirculación. Estas disposiciones y sistemas usan un refrigerante líquido de sodio de un reactor nuclear en calidad de portador del calor, para evaporar un fluido tal como agua en un generador de vapor. El vapor del generador se usa, por ejemplo, para producir fuerza en una turbina para generar electricidad. En los años recientes se han hechos esfuerzos considerables para el desarrollo de una central térmica en circuito cerrado para la generación durante largo plazo de energía eléctrica por calor nuclear. En una central típica de esta clase, el punto de vista económico exige el empleo del mínimo número de tubos; por tanto, con una disposición de recirculación, es esencial aumentar el porcentaje de vapor en peso que abandona el grupo evaporador de tubos del generador hasta un máximo compatible con la no desviación desde la ebullición del nucleado.

10
15
20
25

El presente invento eleva la calidad de salida de un fluido bifásico hasta un máximo disponiendo un economizador o precalentador de corrientes concurrentes aguas arriba de un evaporador a contra-corriente, reduciendo de

30



este modo a un mínimo los flujos máximos de calor que experimenta el fluído bifásico que sale.

5 Este invento se refiere en general a sistemas de intercambio de calor y hace referencia en particular a un sistema generador de vapor de recirculación calentado por sodio que utiliza una disposición de tubos múltiples en serpentín para convertir el agua en vapor. Más particularmente, el generador de vapor que describimos en esta Memoria proporciona medios para un intercambio de calor entre sodio líquido calentado por un reactor nuclear y agua que está dentro de los tubos en serpentín para producir vapor a alta temperatura para hacer funcionar una turbina de vapor para generar electricidad, evitando al propio tiempo el alejamiento de la ebullición del nucleado.

15 El generador de vapor que aquí describimos comprende en esencia una estructura de contenedor o depósito a través de la cual es hecho circular sodio líquido y una serie de conjuntos en serpentín de tubos de intercambio de calor que se extienden hacia abajo dentro de una masa de sodio líquido contenida dentro de un recinto rectangular alargado de extremos abiertos soportada dentro del depósito.

20 Un objeto principal de este invento es proporcionar medios para impedir que un generador de vapor calentado por sodio se aparte, al funcionar, de la ebullición del nucleado, situando un economizador por encima de un evaporador y reduciendo por tanto el flujo máximo de calor que experimenta el evaporador y aumentando a su vez la calidad de salida del vapor al tiempo que se mantiene un circuito de sodio de flujo descendente y evitando por tanto



los problemas del estancamiento del sodio asociados con los sistemas de sodio de flujo ascendente.

Otro objeto de este invento es utilizar una configuración de tubos en serpentín que incluye codos en horquilla, para un conjunto de tubos de intercambio de calor que se presta de por sí al diseño de paso único y al de-
5 re circulación y, además, a extrapolación a tamaños mayores.

Todavía otro objeto de este invento es proporcionar un generador de vapor que tiene superficies de tubos
10 y que posee flexibilidad mecánica inherente para permitir libertad en la disposición de los soportes para reducir al mínimo la vibración sin reducir la capacidad de las superficies para absorber los efectos de la expansión
térmica.

Todavía otro objeto de este invento es proporcionar una disposición simplificada de tubos en serpentín en un plano, de modo que se facilite la fácil inspección de los tubos después del montaje y proporcionar medios para un desmontaje parcial y reparación de los tubos
20 después de ocurrido un desplazamiento térmico, tal como por reacción de sodio con agua.

Un objeto adicional de este invento es crear un generador de vapor que tiene un economizador de serpentín y un evaporador de serpentín que son idénticos en
25 disposición general y concepto mecánico para simplificar de este modo su fabricación y montaje.

Otros objetos de este invento resultarán evidentes por la siguiente descripción y las reivindicaciones y podrán comprenderse haciendo referencia a los dibujos
30 adjuntos que, a modo de ilustración, muestran una reali-



zación preferida del invento y lo que en la actualidad
consideramos el mejor modo de aplicar los principios del
mismo. Podrán usarse otras realizaciones del invento sin
apartarse del alcance del mismo tal como se expone en
5 las reivindicaciones finales.

En los dibujos:

La figura 1 es una ilustración diagramática del
circuito de circulación de flúido del sistema de genera-
ción de vapor con cierto equipo auxiliar;

10 la figura 2 es una vista en corte vertical a
través de un generador de vapor que incorpora el presen-
te invento tomada en esencia a lo largo de la línea 2-2
de la figura 4;

la figura 3 es una vista en corte transversal
15 tomada a lo largo de la línea 3-3 de la estructura mostra-
da en la figura 2; y

la figura 4 es una vista en corte transversal
tomada a lo largo de la línea 4-4 de la estructura mos-
trada en la figura 2.

20 Con referencia al dibujo y, más particularmente,
a la figura 1, un flúido de trabajo, tal como agua, es
entregado a una bomba de recirculación 10 del tipo de
chorro o del centrífugo, como se muestra por la flecha
12, cuya bomba impulsa el flúido de trabajo, tal como
25 agua, a una presión predeterminada, en una dirección re-
presentada por flechas 14, a un tubo 16 de entrada de
agua montado dentro de un recipiente o depósito de pre-
sión 18 de un generador de vapor 20 a través de un man-
guito térmico, como luego se explica con más detalle, y
30 sale como mezcla flúida bifásica tal como de vapor y agua



a través de un tubo de salida 22 montado en el depósito 18 a través de un manguito térmico, como luego explicaremos con más detalle, situado sobre el depósito 18 debajo del tubo de entrada 16.

5 La mezcla fluida bifásica de vapor y agua es dirigida luego, como se muestra por flechas 24, a un tambor separador de líquido 26, como se describe por ejemplo en la patente norteamericana No. 3.314.220 expedida el 18 de abril de 1967 a Goldstein y cedida a Foster Wheeler Corporation, el cual puede incluir separadores centrífugos
10 y secadores del tipo Chevron.

 El agua separada del fluido bifásico es dirigida luego, como se muestra por las flechas 28, de nuevo a la bomba 10, para su recirculación en el sistema. El vapor de
15 agua, entre tanto, es dirigido, como se muestra por las flechas 30, para ser recalentado y usado en un sistema usuario de vapor 32, tal como un sistema de turbina. El vapor puede ser condensado luego en el sistema 32 y dirigido, como se muestra por las flechas 34, de nuevo a la
20 bomba 10, como se muestra por la flecha 12, para ser enviado a continuación de un lado a otro del generador de vapor 20.

 El generador de vapor 20, como se muestra mejor en las figuras 2, 3 y 4, utiliza el principio de recirculación que incluye un tambor de separación 26 antes descrito. El agua es impulsada por la bomba 10, como se muestra por la flecha 36, a través del tubo de entrada 16, por medio del manguito térmico 38, a un colector alimentado por un solo extremo de entrada, 40, para ser distribuida
25 en una pluralidad de grupos de tubos múltiples paralelos
30



42 de configuración en serpentín.

Los tubos en serpentín 42 que transportan fluido de trabajo están dispuestos dentro de un recinto 44 de circulación de sodio, rectangular, alargado, de extremos abiertos, que se extiende verticalmente, el cual, a su vez, está soportado lateralmente por cuatro patines enterizos 46 que se extienden verticalmente, que pueden correr en pistas en U 48 dentro del recipiente o depósito de presión 18. Las pistas 48 están aseguradas rígidamente al depósito 18 por medios de fijación, como soldaduras 50, estando el recinto rectangular 44 libre para correr a lo largo de las pistas 48 para permitir la expansión del recinto 44 dentro del depósito 18 para compensar cualesquiera efectos de expansión diferencial. Además, en virtud de la movilidad de los patines 46 dentro de las pistas 48, el recinto rectangular 44 puede sacarse del depósito 18 cuando se desee.

El depósito 18 del generador de vapor 20 está formado con una parte cilíndrica 52 erecta con extremos abovedados o semiesféricos 54 y 56, siendo el extremo 54 desmontable en la brida 58 para retirar por completo el recinto 44 o para el desmontaje de los grupos 40. El extremo 56 incluye un faldón 60 que tiene una base 62, como se muestra mejor en las figuras 1 y 2, para soportar el generador de vapor 20 en posición erecta.

Como se muestra mejor en la figura 2, cada grupo 42 está formado por una pluralidad de tubos 64 de transporte de fluido situados en un plano. Cada tubo está conectado radialmente en un extremo 66, en interconexión para el fluido, con el colector 40 alimentado por el extremo



de entrada, para recibir agua de la bomba 10. Los tubos
64 están agrupados, todavía en el mismo plano y dirigidos
verticalmente hacia abajo, dentro del extremo superior
del recinto 44. Los tubos 64 de transporte de fluido re-
ciben luego una forma de serpentín en aproximadamente dos
5 o tres espiras de tubo dentro de la parte superior del re-
cinto rectangular 44 y están dirigidos luego verticalmen-
te en formación agrupada dentro de cubiertas aislantes 70
hacia abajo hasta el extremo inferior del recinto rectan-
10 gular 44.

Los tubos están de nuevo enrollados en configura-
ción de serpentín y están dirigidos hacia arriba para
encontrar la espira inferior de las dos o tres espiras
superiores en serpentín. En este lugar, los tubos están
15 protegidos de nuevo y dirigidos en formación agrupada ver-
ticalmente dentro de cubiertas aislantes 72 para ser co-
nectados radialmente en sus otros extremos 74 a un colec-
tor de salida 76 para recoger el fluido que hay en los
mismos y presentarlo al tambor 26, como se muestra mejor
20 por las flechas 24, a través del tubo 22 de salida de
agua y vapor por medio de un manguito térmico 78.

Las figuras 3 y 4 muestran que el recinto rec-
tangular 44 está dividido por placas 80 en cuatro pasos se-
parados rectangulares 81, 82, 83 y 84 para el sodio. Den-
tro de los pasos rectangulares se extienden los tubos 64
25 en relación paralela, en serpentín, en un plano, unos res-
pecto a otros. Además, dentro de los pasos 81, 82, 83 y
84, se extienden las cubiertas individuales 70 y 72, como
se muestra mejor en las figuras 3 y 4.

30 El sodio caliente del reactor entra en el genera-



dor de vapor 20, como se muestra por las flechas 86 y 88, a través de tubos de entrada 9P y 92 por medio de manguitos térmicos 94 y 96, que están diametralmente opuestos y soportados por el depósito 18 del generador de vapor 20.

5 El sodio entra luego en el recinto 44 por conductos 98 y 100 que, a su vez, están conectados a los tubos 90 y 92 por una brida 101 que a su vez soporta el recinto 44.

10 El sodio caliente es distribuído después por un deflector 102 sobre la parte superior de cada paso individual 81, 82, 83 y 84 del recinto 44, como se muestra por las flechas 104. El sodio será uniformemente distribuído entre los pasos 81, 82, 83 y 84, ya que no se impone restricción al paso del sodio mientras circula en flujo transversal a través de la parte superior del deflector 102.

15 Desde la zona del deflector 102, el sodio caliente circula hacia abajo sobre los tubos en serpentín contenidos dentro de cada paso rectangular 81, 82, 83 y 84 del recinto hasta el fondo del recinto 44 y del depósito 18 y hacia fuera, como se muestra por la flecha 108, a través del tubo 110 de salida del sodio por medio del manguito térmico 111, volviendo al reactor, que no se ha mostrado.

20 El recinto 44 está soportado contra los efectos de la presión hidrostática por los efectos compensadores del sodio estancado acumulado sobre la parte exterior del recinto 44 que se apoya contra el exterior del recinto. En condiciones de equilibrio, el recinto habrá de soportar solamente la fuerza exterior debida a la caída de presión por rozamiento. Como se muestra en la figura 2,

30



es ésta la diferencia entre un nivel normal de trabajo del sodio, 112, que está por encima de los tubos 90 y 92 de entrada del sodio y que está también situado cerca de la parte alta del recinto 44, y un nivel 114 del sodio estancado.

5 A medida que el sodio circula hacia abajo sobre los grupos de tubos, se enfría, siendo este perfil de temperatura reflejado en el sodio estancado de fuera del recinto 44, reduciendo así al mínimo los efectos de los esfuerzos térmicos. Como se ha señalado antes, el recinto 10 44 está montado sobre las pistas 48, que acomodan cualquier efecto de expansión diferencial.

Además, debe observarse que la división del recinto 44 en cuatro pasos separados 81, 82, 83 y 84 impedirá el daño total a los tubos 64 por contener dentro de un paso, cualquier desplazamiento térmico, tal como por una reacción de sodio y agua.

Como se muestra en la figura 2, las dos o tres espieras iniciales de los serpentines, que se extienden del nivel A al B, comprenden un economizador o precalentador del generador de vapor, al paso que el evaporador está formado por las espiras de los tubos en serpentín que se extienden del nivel B al C.

En el funcionamiento del generador de vapor 20, el depósito 18 del generador de vapor es llenado inicialmente con sodio líquido a través del tubo de salida 110, alcanzando finalmente el nivel ascendente del sodio una situación intermedia entre los niveles 112 y 114.

El sodio caliente del reactor es hecho pasar hacia y desde el generador de vapor 20 desde y hacia el



reactor, no representado, a través de los tubos de entrada 90 y 92 y el tubo de salida 110, respectivamente. El sodio es distribuido por el deflector 102 y dirigido sustancialmente de modo uniforme en todos los pasos 81, 82, 83 y 84 del recinto, y a través del precalentador para calentar inicialmente el agua relativamente fría, y hacia abajo en dirección en contra-corriente con el agua ascendente y el fluido de vapor dentro de los tubos enrollados en serpentín del evaporador. El sodio es dirigido luego hacia fuera del depósito 18 como se muestra por la flecha 108, a través del tubo 110 de salida del sodio.

Entre tanto, el agua de alimentación, entregada desde la bomba de recirculación 10, alimenta los tubos 66 a través del colector 40 alimentado por el extremo de entrada. El agua fría pasa entonces hacia abajo al recinto de circulación 44, donde el tubo forma el precalentador o economizador de dos o tres espiras enrolladas. Al salir del economizador, el agua de alimentación pasa hacia abajo de la sección protegida de descenso a través de las cubiertas 70 que conducen el evaporador en contra-corriente que comienza con la espira 121, como se muestra en la figura 2. El fluido bifásico es producido entonces dentro del evaporador y sube por la cubierta 72 por la cual sale del generador de vapor pasando hacia fuera por el tubo de salida 22 situado debajo del tubo de entrada 16. El fluido bifásico es hecho pasar finalmente al tambor 26, donde sufre separación centrífuga y secado, antes de pasar al recalentador dentro del sistema 32 de uso del vapor.

La configuración de tubos en serpentín de este sistema representa una unidad flexible que se presta por sí



misma a la disposición de paso único y a la de recirculación y a extrapolación a tamaños mayores. La flexibilidad de la disposición de serpentines se utiliza en el concepto de elevar el economizador por encima del evaporador y, por tanto, de reducir el flujo máximo de calor que experimenta el evaporador por la reacción térmica inicial del sodio caliente. Esta disposición aumentará la calidad de salida del fluido bifásico sin tropezar con desviaciones desde la ebullición del nucleado al tiempo que mantiene un circuito de sodio descendente y evita por tanto los problemas del estancamiento del sodio asociados con los sistemas de sodio ascendente. Por consiguiente, se apreciará que el precalentador o economizador colocado encima del evaporador dentro del recipiente del generador de vapor, en combinación con la disposición de espiras en serpentín del evaporador, presentando un flujo en contracorriente al sodio descendente, producirá un sistema muy bien avenido con los coeficientes altos de temperatura y de transferencia de calor, típicos de los reactores avanzados del tipo enfriado por sodio y producirá de este modo un permutador de calor por recirculación, más capaz de trabajar, al tiempo que se evitan las desviaciones respecto de la ebullición del nucleado, manteniendo todavía las elevadas calidades de la salida.

Aun cuando el presente invento ha sido descrito en relación con un sistema de intercambio de calor tal como un generador de vapor que emplea sodio líquido y agua como los dos medios de intercambio de calor, será evidente que este invento será útil en otras aplicaciones y en otros intercambiadores de calor en los cuales se intercambie calor



entre dos líquidos diferentes a los descritos en esta Memoria.

La presente solicitud, que corresponde a la presentada en Estados Unidos de América el 10 de Julio de 1968 bajo el nº. 743.679, se acoge a los beneficios del artículo 51 del vigente Estatuto sobre Propiedad Industrial.

REIVINDICACIONES

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 siguientes:

1.- Un generador de vapor calentado por sodio que comprende un recipiente para recibir sodio caliente en su nivel superior y dirigirlo hacia abajo, a través del recipiente, y hacia afuera a través de su nivel inferior, tubos de conducción de fluido, en configuración de serpentín, para recibir fluido de trabajo relativamente frío en el nivel superior de dicho recipiente, incluyendo dichos tubos en serpentín cierto número de espiras que se extienden hacia abajo dentro del sodio líquido contenido en el citado recipiente en el nivel superior del mismo, y dirigidos hacia el nivel inferior del citado recipiente, en el que son de nuevo arrollados en una configuración de serpentín, y hechos continuar hacia abajo



dentro del citado recipiente, hasta que alcanzan la por-
ción inferior de las citadas espiras de serpentín inicia-
les, en el nivel superior de dicho recipiente, siendo di-
rigido el fluido de trabajo en dichos tubos de serpentín,
5 en dirección de contraflujo o flujo ascendente, al flujo
de sodio dirigido hacia abajo, para producir un fluido de
trabajo de dos fases de líquido y vapor.

2.- Generador según la reivindicación 1, en el
que dichas espiras de serpentín iniciales, en el nivel
10 superior del citado recipiente, son utilizadas como pre-
calentador y dichas espiras de serpentín inferiores se
extienden desde el nivel inferior al nivel superior de
dicho recipiente, estando en la parte inferior de dicho
precalentador el evaporador para producir el fluido de dos
15 fases, e incluyendo un recinto que se extiende sustancial-
mente en la longitud de dicho recipiente, que encierra di-
cho precalentador y dicho evaporador, para dirigir el so-
dio líquido hacia abajo muy cerca de los tubos de serpen-
tín de conducción de fluido.

20 3.- Generador según la reivindicación 2, en el
que dichos tubos de conducción de fluido están en grupos
múltiples paralelos y tienen medios de cubierta para di-
rigir los tubos desde la espira de serpentín inferior de
dicho precalentador hacia abajo, a la espira de serpentín
25 inferior de dicho evaporador, y medios de cubierta para
recibir los tubos del la espira de serpentín inferior de
dicho evaporador y dirigirlos más allá del recalentador a
la salida de dicho recipiente, con lo cual se mejora el paso
de fluido de ambos fluidos y se hace sustancialmente mí-
30 nima la probabilidad de separación del punto de ebullición



del nucleado.

4.- Generador según la reivindicación 2, en el que dicho recinto está dividida en una pluralidad de pasos para recibir dichas espiras de los tubos en serpentín del precalentador y el evaporador y proteger el resto de dichas espiras de los tubos de serpentín en el caso de un desplazamiento térmico, tal como una reacción de sodio y agua dentro de uno de dichos pasos.

5.- El generador según la reivindicación 2, en el que dichos tubos de serpentín están agrupados en grupos de disposición simplificada de tubos de espiras en un plano, para permitir el montaje de una pluralidad de dichos tubos, con lo cual se forma sustancialmente una configuración rectangular en sección transversal, y siendo dichos pasos del recinto de configuración rectangular en sección transversal para recibir la pluralidad de dichos tubos, y con ello, facilitar la inspección de los tubos después del montaje y para proporcionar un desmontaje y reparación parciales de dichos tubos después de un desplazamiento térmico, tal como una reacción de sodio y agua.

6.- El generador según la reivindicación 1, en el que dichos tubos están presentados en grupos de tubos de espiras en un plano, que forman sustancialmente una configuración en sección transversal rectangular, siendo dicho recinto de configuración rectangular en sección transversal para, recibir dichos tubos, y comprendiendo además una pluralidad de vías alargadas opuestas, soportadas verticalmente dentro de dicho recipiente, incluyendo dicho recinto patines que se extienden verticalmente, estando soportado cada patín dentro de una vía de dicho



recipiente, con lo cual dicho recinto puede deslizar libremente a lo largo de dichas vías para extender dicho recinto dentro de dicho recipiente para acomodar cualquier efecto de expansión diferencial térmica, y permitir la rápida separación de dicho recinto del citado recipiente.

7.- El generador según la reivindicación 4, en el cual las espiras del serpentín del precalentador son de configuración y concepción mecánica sustancialmente idénticas y concepción mecánica que dicho evaporador, procurando con ello la fácil fabricación y montaje.

8.- El generador según la reivindicación 4, que comprende además un colector alimentado por el extremo de entrada para recibir dicho fluido de trabajo en el nivel superior de dicho recipiente, y distribuirlo a dichos tubos, primero dentro de dicho precalentador y, a continuación, dentro de dicho evaporador y un colector de salida, situado debajo de dicho colector de entrada, para recoger el fluido de dos fases producido dentro del evaporador, y medios de tambor para recibir dicho fluido de dos fases y separar el mismo en líquido y vapor.

9.- El generador según la reivindicación 4, que comprende además medios de entrada de sodio que incluyen una tubería de entrada de sodio, que conecta dicho recinto rectangular justo encima de las entradas a dichos pasos de sodio, un manguito térmico interpuesto entre dicha tubería de entrada de sodio y dicho recipiente, que protege operativamente a dicho recipiente contra tensiones debidas a diferencia de calor y un deflector plano dispuesto horizontalmente en la parte superior de dichos pasos para



recibir el sodio relativamente caliente en la parte superior del mismo, teniendo dicho deflector aberturas para dirigir uniformemente el sodio sobre la parte superior y dentro de cada uno de dichos pasos, más allá de cada grupo de tubos de serpentín.

5
10
15
20
25
30

10.- El generador según la reivindicación 4, que comprende además medios de entrada de fluido que incluyen una tubería de entrada de fluido, un colector alimentado por el extremo de entrada, cilíndrico, unido a dicha tubería de entrada de fluido, para distribuir fluido a dichos tubos, y un manguito termico interpuesto entre dicha tubería de entrada y dicho recipiente, en el nivel superior de éste, que protege operativamente el recipiente contra tensiones debidas a diferencias de calor, estando dichos tubos dispuestos en una pluralidad de grupos, extendiéndose cada grupo radialmente en una disposición en un plano alrededor de la circunferencia de dicho colector de entrada cilíndrico, para formar dicho precalentador y dicho evaporador y estando dichas espiras de serpentín del precalentador y dichas espiras del serpentín del evaporador en el mismo plano de los extremos de unión de dichos tubos, teniendo además dichos tubos medios de salida idénticos a dichos medios de entrada situados en el nivel superior de dicho recipiente, debajo de dichos medios de entrada, y estando dichos tubos del mismo grupo unidos radialmente a dichos medios de salida, en el mismo plano que el plano de los tubos que están unidos a los medios de entrada, con lo cual se producen operativamente unidades de grupo en un plano, que pueden ser desmontadas individualmente de dichos medios de entrada y de salida, separando



la conexión extrema de cada uno de dichos tubos, con lo cual cada grupo puede ser montado y desmontado con facilidad en unidades individuales sin afectar al otro grupo de tubos.

5

11.- Un generador de vapor calentado por sodio.

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 dieciocho hojas escritas a máquina por una sólo cara.

Madrid,

P. A.

4 SEP. 1969

30.8.69

BPD/.

3695151

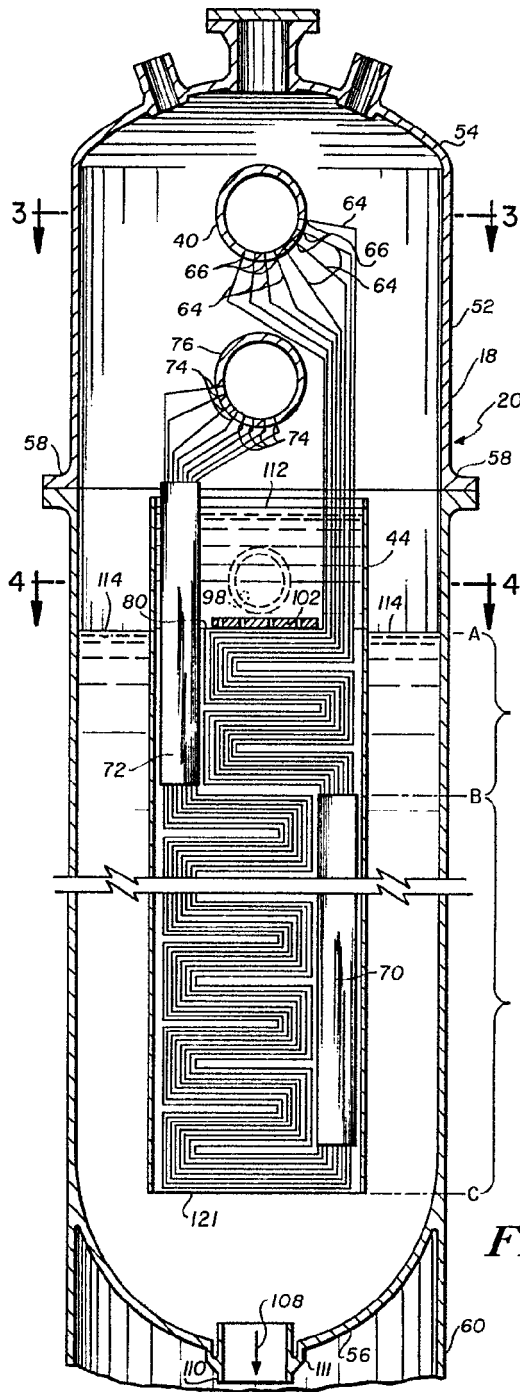


FIG. 2

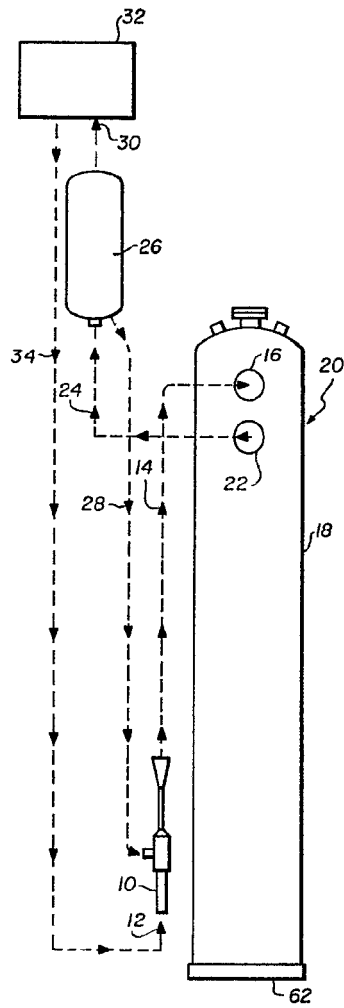


FIG. 1

W. F. Foster

367515

147335



FIG. 3

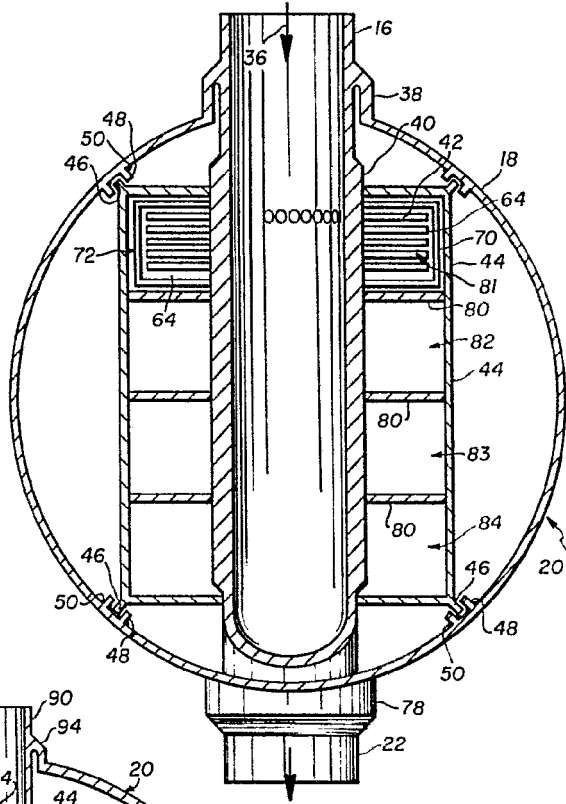
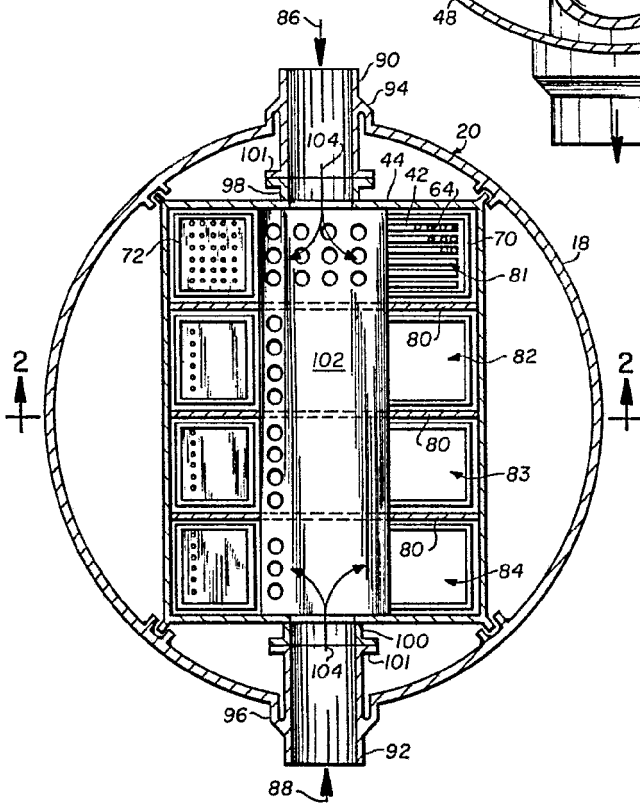


FIG. 4



W. L. ...