

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 770 729**

51 Int. Cl.:

G21C 19/20 (2006.01)

F22B 37/48 (2006.01)

F22B 37/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **18.08.2014 PCT/US2014/051463**

87 Fecha y número de publicación internacional: **28.01.2016 WO16014095**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **18.08.2014 E 14898160 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **18.12.2019 EP 3172736**

54 Título: **Procedimiento y aparato de manipulación de un equipo por dentro de un generador de vapor**

30 Prioridad:

23.07.2014 US 201414338368

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:

02.07.2020

73 Titular/es:

**WESTINGHOUSE ELECTRIC COMPANY LLC
(100.0%)
1000 Westinghouse Drive, Suite 141
Cranberry Township, PA 16066, US**

72 Inventor/es:

**SELFRIDGE, DAVID W., JR. y
LE GOFF, MARTIN**

74 Agente/Representante:

GONZÁLEZ PECES, Gustavo Adolfo

ES 2 770 729 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Procedimiento y aparato de manipulación de un equipo por dentro de un generador de vapor

Antecedentes

1. Campo

5 La presente invención se refiere a generadores de vapor y, más concretamente, a procedimientos y aparatos para manipular equipos alrededor del lado secundario de una placa de tubos de generadores de vapor.

2. Descripción de la técnica relacionada

10 Un generador de vapor nuclear es una vasija de presión dividida en unos lados primario y secundario. Los lados primario y secundario están separados por la "placa de tubos". Como en cualquier intercambiador de calor tanto el lado primario como el secundario incorporan una entrada y una salida. Para incrementar la superficie de intercambio de calor la placa de tubos está taladrada por una pluralidad de orificios organizados en dos grupos. El lado primario está dividido en dos secciones por una "placa divisoria" de manera que un grupo de orificios comunique con la entrada del lado primario (para formar la "rama caliente") y el segundo grupo de orificios comunique con la salida del lado primario (para formar la "rama fría"). Unos tubos con forma de U fijados a la placa de tubos se extienden en el lado secundario y conectan los orificios de la rama caliente con los agujeros procedentes de la rama fría. Estos tubos en forma de U forman el haz de los tubos. El agua caliente primaria puede entonces ahora entrar en la rama caliente, desplazarse a través de los tubos donde tiene lugar la transferencia de calor y salir del generador de vapor a través de la rama fría. Sobre el lado secundario, el agua relativamente fría ("agua de alimentación") entra a través de la entrada del lado secundario ("tobera del agua de alimentación"), se convierte en vapor debido a la transferencia de calor a través de los tubos y el vapor sale a través de la salida del lado secundario ("tobera de vapor"). Esta configuración se describe, por ejemplo, en la Memoria Descriptiva de las Patentes estadounidenses Nos. 8,238,510; 5,036,871; 4,273,076; y 4,079,701 (*Haberman; Ruggieri et al.; Lahoda et al., y Hickman et al.*, respectivamente), muchas de las cuales se refieren a la parte superior de la eliminación de los lodos de la placa de tubos.

25 Dado que el fluido primario contiene partículas radioactivas y está aislado del agua de alimentación únicamente por los tubos en U, las paredes de los tubos en U son el límite de aislamiento de estas partículas radioactivas respecto del lado secundario. Por consiguiente, es importante que los tubos en U se mantengan libres de defectos de manera que no se produzcan fugas / fisuras en los tubos en U.

30 Se han llevado a la práctica una diversidad de mecanismos de degradación sobre el lado de la carcasa de los generadores de vapor, esto es, el lado secundario. Estos mecanismos de degradación pueden dividirse, en términos generales, en dos categorías; degradación mecánica, como por ejemplo desgaste o abolladura y degradación químicamente inducida como por ejemplo fracturas por corrosión bajo tensiones mecánicas (SCC) o ataque inter / transgranular. Los niveles cáusticos elevados encontrados próximos a las fracturas de las muestras de tubos tomadas a partir de generadores de vapor en funcionamiento y la similitud de estas fracturas con las fallas producidas por entornos cáusticos sometidas a condiciones controladas en laboratorio, identificaron elevados niveles cáusticos como causa posible de la corrosión intergranular y, por tanto, de la posible causa de la fractura tubular. Las condiciones ácidas también han demostrado empíricamente la capacidad de provocar la degradación de la tubuladura. Elevadas concentraciones de especies deletéreas como por ejemplo plomo y cobre y condiciones con un potencial electroquímico elevado son también catalizadores para la degradación acelerada de la tubuladura como resultado de los esfuerzos mecánicos localizados a partir de la deformación de la tubuladura a través de la formación *in situ* de magnetita, conocido como abolladura. Estos mecanismos de degradación típicamente se producen en las inmediaciones de una pila de lodos existentes en la parte superior de la placa de tubos sobre el lado de la carcasa del generador de vapor. Los lodos son principalmente particulados de óxido de hierro y compuestos de cobre junto con trazas de otros minerales que se han asentado fuera del agua de alimentación sobre la placa de tubos, y por dentro del anillo entre la placa de tubos y los tubos. El nivel de acumulación de los lodos se puede inferior mediante la verificación de las corrientes parásitas con una señal de baja frecuencia sensible a la magnetita existente en los lodos. La correlación entre los niveles de los lodos y el emplazamiento de la degradación de la tubuladura parece constituir una prueba evidente de que los depósitos de los lodos constituyen una zona de concentración de impurezas en la pared tubular que se traduce en el asentamiento de la degradación de la tubuladura. Partes sueltas dentro del lado secundario pueden también provocar la degradación de la pared tubular y pueden también asentarse fuera de la parte superior de la placa de tubos.

55 Para eliminar estos depósitos, se han llevado a cabo limpieza con chorro a presión de lodos e inspecciones uno de cada dos interrupciones del suministro. En la actualidad, la práctica habitual implica la pulverización de agua a gran presión a través del haz de tubos dirigiendo el flujo hacia tubos elásticos de aspiración donde los depósitos sueltos pueden ser eliminados y filtrados. Estos tubos de aspiración pueden estar situados a una distancia importante a partir de la lanza de alta presión completamente separada. El proceso de la técnica anterior típicamente requiere sistemas de gran bombeo y filtrado que utilizan varios tubos elásticos para conseguir el medio de limpieza, que puede estar situado por encima de los 152,4 m de distancia. El agua a gran presión es típicamente distribuida a

partir del paso sin tubo (central) (paso sin tubos que separen el lado de la rama caliente del lado de la rama fría del haz de tubos por debajo de la región de curvatura en U del generador de vapor y "empuja" los depósitos hacia el interior del sistema de tubos de aspiración. El proceso de limpieza con chorro a presión requiere que la placa de tubos sea limpiada con chorro a presión varias veces para asegurar unos resultados de limpieza satisfactorios, lo que es dilatorio y escasamente rentable.

En la mayoría de los generadores de vapor nucleares en servicio hoy en día, generalmente hay unos agujeros de mano con un diámetro de 15,2 cm en la carcasa del generador de vapor cerca y por encima de la placa de tubos que incorpora un agujero asociado en la envuelta que permite acceso a la placa de tubos para la eliminación de los depósitos de lodos.

El documento WO 2011/151 191 A2 divulga un dispositivo para guiar una lanza flexible para inspeccionar y / o limpiar un recinto confinado de acceso difícil, que comprende un sistema para accionar y guiar una lanza flexible de manera articulada sobre un dispositivo y alimentar un líquido a presión entre medias de filas de tubos de un generador de vapor. El dispositivo comprende un medio para soportar y desplazarse a través de la superficie interna de la pared que define el recinto.

El documento FR 2 665 240 A1 divulga suministrar agua a presión que utiliza una lanza y dispositivos de aspiración situados a lo largo del anillo de un generador de vapor para extraer agua y lodos de la placa de tubos.

Teniendo en cuenta la descripción de la técnica expuesta en las líneas anteriores, existe la necesidad de un procedimiento y un aparato que puedan de manera eficaz limpiar e inspeccionar a distancia la parte superior de la placa de tubos de un generador de vapor con un coste relativamente bajo y de manera altamente eficiente, sin que se requieran múltiples pasos para obtener un resultado satisfactorio. Por consiguiente, un objetivo principal de la presente invención es procurar dicho procedimiento y aparato.

Sumario

Los procedimientos de acuerdo con la invención se describen en las reivindicaciones 1 y 2 y el aparato de acuerdo con la presente invención se describe en la reivindicación 4. Los problemas anteriormente mencionados se resuelven y se consigue el objetivo suministrando un procedimiento novedoso de manipulación de una herramienta, como por ejemplo un dispositivo de formación de imágenes de vídeo y / o una herramienta de eliminación de lodos, dentro del lado secundario de un generador de vapor que incorpora una placa de tubos con un haz de tubos que presenta una pluralidad de tubos de intercambio de calor que se extienden desde una placa de tubos en filas, extendiéndose el anillo alrededor de los tubos de intercambio de calor sobre una periferia del haz de tubos, entre los tubos y la envuelta que rodea el haz de tubos. En un ejemplo, el procedimiento incluye la etapa de insertar un vehículo robótico para transportar la herramienta a través de la envuelta y hasta el interior del anillo, estando el vehículo robótico dimensionado para desplazarse por dentro del anillo. El vehículo robótico es a continuación situado de manera que la herramienta quede alineada en un espacio libre dispuesto en dos filas de los tubos intercambiadores de calor y la herramienta se extiende hasta una distancia considerable por dentro del paso. La herramienta es operada mientras se encuentra en posición extendida dentro del espacio libre tubular para conseguir acceder alrededor de y por entre los tubos y, de modo más preferente, cuando la herramienta se extiende. En dicho ejemplo, la herramienta queda suspendida de una cabeza de trabajo que presenta un radio de curvatura capaz y una longitud para quedar contenida en un sistema de distribución de bobina, en el que la etapa de extensión incluye una etapa de rotación de bobina para hacer avanzar la herramienta por dentro y a través del paso tubular. El procedimiento puede también incluir las etapas de retirar la herramienta del espacio libre tubular; volver a situar el vehículo robótico alineado con otro espacio libre tubular; e insertar la herramienta a través del otro espacio tubular. En otro ejemplo adicional, el vehículo robótico presenta una cabeza de trabajo con un radio de curvatura capaz de desplazarse alrededor de un giro o curvatura de aproximadamente noventa grados en el que la manera es, al menos en parte, soportada de manera deslizable en o sobre el vehículo y se extiende fuera del vehículo robótico a una distancia sustancialmente paralela a la placa de tubos, al menos siempre que la herramienta esté insertada dentro del paso tubular. En el ejemplo precedente, una porción terminal de la manguera se extiende a lo largo del anillo y está conectada a un segundo vehículo robótico y otra porción terminal de la lanza, incurvada aproximadamente noventa grados, soporta la herramienta. En esta última forma de realización, la etapa de extender la herramienta comprende desplazar el segundo vehículo robótico hacia el primer vehículo robótico.

La invención también contempla un sistema robótico controlado a distancia para manipular una herramienta sobre una placa de tubos con un haz de tubos dentro de un lado secundario de un tubo y un generador de vapor de carcasa; presentando el haz de tubos una pluralidad de tubos de intercambio de calor que se extienden desde la placa de tubos en filas con un anillo que se extienden alrededor de los tubos de intercambio de calor sobre una periferia del haz de tubos, entre los tubos y una envuelta que rodea el haz de tubos. El vehículo robótico está dimensionado para desplazarse en y al menos parcialmente alrededor del anillo. Una cabeza de trabajo es soportada sobre y puede extenderse desde el vehículo robótico sustancialmente a través de un paso entre dos filas de tubos de intercambiadores de calor y es retraíble, a través del vehículo robótico, por fuera del espacio libre tubular; siendo la herramienta soportada desde una porción terminal de la cabeza de trabajo. Un controlador está dispuesto para controlar la extensión de la cabeza de trabajo y el funcionamiento de la herramienta durante la extensión.

5 En otro ejemplo del sistema robótico, el vehículo robótico incluye una manguera con un radio de curvatura capaz de desplazarse alrededor de un giro o curvatura de aproximadamente noventa grados, en el que la lanza es, al menos en parte, soportada de manera deslizable en o sobre el vehículo robótico y se extiende fuera del vehículo robótico en el anillo hasta una distancia sustancialmente paralela con la placa de tubos, al menos hasta en tanto en cuanto una distancia de la herramienta quede insertada dentro del paso tubular. Una porción terminal de la manguera se extiende a lo largo del anillo y está conectada a un segundo vehículo robótico y otra porción terminal de la lanza, con una curvatura de aproximadamente noventa grados soporta la herramienta, estando el segundo robot dimensionado para desplazarse por dentro del anillo.

10 La actual memoria descriptiva contempla además un procedimiento de eliminación de los lodos de la parte superior de la superficie de la placa de tubos de un tubo y un generador de vapor de carcasa que presenta una pluralidad de orificios manuales de entrada que permiten el acceso a la vía sin tubo y al conducto circular entre la envuelta y la carcasa, que comprende las etapas de: 1) abrir al menos un orificio manual que permite el acceso al paso tubular y / o al anillo, 2) introducir al menos un aparato de aspiración de lodos amovible dentro del paso sin tubo y / o al conducto circular, incluyendo dicho aparato una presión de succión con al menos un accesorio para tuberías de entrada de vacío; y 3) vaciar por aspiración el lado de la rama caliente y el lado de la rama fría del haz de tubos y la parte superior de la superficie de la placa de tubos con el aparato de aspiración de lodos amovible, haciendo posible el vaciado por aspiración de los lodos en los lados de las ramas caliente y fría del haz de tubos; en una forma de realización sin la introducción del agua de limpieza presurizada durante la actividad de eliminación del vaciado por aspiración de los lodos.

20 La memoria descriptiva actual también se basa en el uso de un aparato de aspiración de lodos amovible. Dicho aparato es capaz de distribuir un conjunto de cabeza de trabajo y de presión de succión dentro del haz de tubos y presenta una luz opcional y unos medios visuales. La cabeza de trabajo conecta con la presión de succión con el aparato de aspiración y el dispositivo óptico actúa para inspeccionar la eliminación de los lodos de la parte superior de la placa de tubos.

25 El procedimiento propuesto en esta memoria descriptiva se aproxima a la eliminación de lodos a través de un procedimiento de aspiración en haz local.. Este procedimiento proporciona la capacidad de limpiar áreas específicas de interés haciendo posible la inversión de menos tiempo en áreas ya limpiadas o de más tiempo para regiones con cargas más pesadas. El procedimiento, de modo preferente, incluye capacidades de inspección visual para proporcionar resultados de limpieza "dinámica", eliminando la necesidad de llevar a cabo una inspección separada que siga la limpieza con chorro a presión típica de los lodos de la técnica anterior. Las capacidades de inspección también proporcionan un 100% de inspecciones de la placa de tubos en haz accesibles. En la actualidad, las inspecciones en haz se llevan a cabo por separado siguiendo la aceptación de los resultados de la limpieza con chorro a presión de los lodos, y sobre un ámbito de actuación limitado.

Breve descripción de los dibujos

35 Aunque la memoria descriptiva concluye con las reivindicaciones que señalan de modo particular y de manera distintiva la materia objeto reivindicada de la invención, se considera que la invención se comprenderá mejor a partir de la descripción subsecuente tomada en combinación con los dibujos que se acompañan, en los que:

La FIG. 1 es una vista en alzado de un ejemplo de un tubo típico y de un generador de vapor nuclear de carcasa.

40 La FIG. 2 es una vista en planta esquemática de la mitad de una placa de tubos de un tubo y de un generador de vapor de carcasa;

la FIG. 3 es una porción de tamaño ampliado de la representación esquemática mostrada en la FIG. 1 con un vehículo robótico de una forma de realización de la presente invención, mostrado en el anillo entre el haz de tubos y la carcasa;

45 la FIG 4 es una vista lateral en sección transversal de una porción de representación esquemática mostrada en la FIG. 3;

la FIG. 5 es una porción de tamaño ampliado de la representación esquemática mostrada en la FIG. 1 que muestra una segunda forma de realización de la presente invención;

50 la FIG. 6 es una vista en planta de la placa de tubos y de los tubos de un generador de vapor, con un sistema estándar de limpieza con chorro a presión de lodos a alta presión de la técnica anterior en posición, generalmente requiere un equipo pesado.

55 La FIG. 7, que muestra de forma óptima la invención general, es una vista en planta de la placa de tubos, con el anillo y los tubos en un generador de vapor, donde un aparato de aspiración de lodos amovible compuesto por un cabezal de aspiración y un conjunto de cabeza de trabajo conectados a un lodos de vacío de un sistema de distribución a distancia directamente en el haz de tubos.

La FIG. 8 es un diseño conceptual de una posible forma de realización del conjunto del cabezal de aspiración y de la cabeza de trabajo que puede ser utilizado en la presente invención, mostrado vaciado por aspiración entre filas de tubos.

La FIG. 9 es una vista lateral de la cabeza de aspiración y de la cabeza de trabajo de la FIG. 4.

5 **Descripción de la forma de realización preferente**

Con el fin de comprender mejor la invención, se hace referencia a la FIG. 1, que muestra un generador de vapor convencional de tipo en U que incorpora una placa de tubos que soporta un haz de tubos en U de transferencia de calor. Durante la operación, los lodos se forman sobre la placa de tubos alrededor de los tubos en U y en el anillo que rodea los tubos, provocando un fallo potencial de los tubos. El fallo de los tubos puede provocar una liberación de partículas radioactivas procedentes del líquido refrigerante del reactor primario dentro del sistema del lado secundario. La invención, descrita en la presente memoria, es un procedimiento y un aparato para manipular una herramienta para inspeccionar de una manera más eficiente y eficaz la placa de tubos y las superficies adyacentes de los tubos y eliminar la acumulación de lodos mediante un proceso al vacío mejor que el proceso a alta presión llevado a cabo por la técnica anterior.

10
15
20
25
Con referencia ahora a la FIG. 1, el generador 10 de vapor nuclear comprende una carcasa 12 inferior conectada a una carcasa 14 de transición frustocónica que conecta la carcasa 12 inferior a una carcasa 16 superior. Un cabezal 18 acopado que presenta una tobera 20 de vapor dispuesta sobre ella engloba la carcasa 16 superior mientras la cazoleta 22 del generador de vapor, que presenta la tobera 24 de entrada y una tobera 26 de salida dispuesta sobre ella engloba la carcasa 12 inferior. Una placa 28 divisoria dispuesta en posición central en la cazoleta 22 del generador de vapor divide la cazoleta 28 del generador de vapor en un compartimento 30 de entrada y un compartimento 32 de salida estando cada compartimento cubierto por la placa 34 tubular. El compartimento 30 de entrada está en comunicación de fluido con la tobera 24 de entrada mientras que el compartimento 32 de salida está en comunicación de fluido con la tobera 26 de salida. La placa 34 tubular presenta unos orificios 36 de tubo en ellos, está fijada a la carcasa 12 inferior y a la cazoleta 22 de generador de vapor para aislar la porción del generador de vapor 10 por encima de la placa de tubos 34 desde la porción por debajo de la placa de tubos 34 de una manera estanca a los fluidos.

30
35
También aquí, con referencia a la FIG.1, en funcionamiento, el fluido H del líquido refrigerante del reactor después de haber sido calentado a partir de su circulación a través del núcleo del reactor, entra en el generador de vapor 10 a través de la tobera 24 de entrada y fluye por dentro del compartimento 30 de entrada. Desde el compartimento 30 de entrada, el fluido de líquido refrigerante del reactor fluye a través de los tubos 38 de la placa de tubos 34 hacia arriba a través de la curvatura con forma de U de los tubos 38 bajando por los tubos 38 hasta el interior del compartimento 32 de salida. Desde el compartimento 32 de salida, el líquido refrigerante C del reactor del ahora refrigerante (debido a la transferencia de calor) se hace pasar a través de la tobera 26 de salida y se hace circular a través del resto del sistema de refrigerante del reactor. El lado de entrada del haz de tubos proporciona una rama 31 caliente de tubo y el retorno del tubo proporciona una rama 33 fría tubular que sale hacia el compartimento 32 de salida.

40
45
Durante el funcionamiento, el agua de alimentación de entrada W entra en el generador de vapor 10 a través de la tobera 46 de entrada del agua de alimentación, fluye a través del distribuidor principal del agua de alimentación y sale del distribuidor principal del agua de alimentación a través de los orificios de descarga. La mayor porción del agua de alimentación que sale de los orificios de descarga fluye hacia abajo hasta la cámara 44 anular hasta que el agua de alimentación contacto con la placa de tubos 34. Una vez que alcanza el fondo de la cámara 44 anular cerca de la placa de tubos 34, el agua de alimentación es dirigida hacia dentro alrededor de los tubos 38 de tubo del haz 40, el cual por sí mismo está encerrado por una distancia por encima de la placa de tubos de la envuelta 42, donde el agua de alimentación pasa en una relación de transferencia de calor con los tubos 38. El fluido H del líquido refrigerante del reactor caliente, los tubos 38 transfiere el calor a través de los tubos 38 y con ello el agua de alimentación calentando con ello, el agua de alimentación. El agua de alimentación calentada a continuación se eleva por la circulación natural hacia arriba a través del haz 40 de tubos. En su desplazamiento alrededor del haz 40 de tubos, el agua de alimentación continúa siendo calentada hasta que se produce el vapor S y pasa a través de la tobera 20 de vapor.

50
55
60
En su sentido más amplio, la presente invención presenta un procedimiento y un aparato para manipular una herramienta por dentro del lado secundario de un tubo y de un generador de vapor de carcasa para caracterizar y / o dar servicio a una porción del lado secundario para evaluar y gestionar la integridad de los tubos de intercambio de calor. La FIG. 2 muestra una vista en planta esquemática de aproximadamente la mitad de una placa de tubos 34. Actualmente, la mayoría de las inspecciones de generadores de vapor en haces se llevan a cabo distribuyendo el herramental a través de los orificios para limpieza 62 que utilizan el paso 60 sin tubo del generador de vapor. El problema de este procedimiento es que a menudo se producen obstrucciones en la región, por ejemplo en los bloques de los pasos de los tubos, en las placas 68 divisorias, en los cilindros de anclaje centrales 70, etc., que pueden impedir que el herramental sea distribuido. Un ejemplo de ello se puede apreciar en la FIG. 2. En este ejemplo, de las doscientas dos columnas tubulares, nueve, representadas por las líneas 48, que se extienden desde los orificios para limpieza 62 a lo largo de la línea de visión, son susceptibles de ser inspeccionados con los actuales

procedimientos. Así mismo, este procedimiento de la técnica anterior únicamente hacen posible que las columnas de tubos sean inspeccionadas, dejando áreas por detrás de los tubos sin inspeccionar lo que podría provocar que una parte aislada no fuera inspeccionada.

5 El procedimiento y aparato preferentes de una forma de realización de distribución del proceso propuesto, esto es la inspección, evaluación, eliminación de lodos o reparación se muestra en las FIGS. 3 y 4 y incluiría una sonda 52 de inspección con un robot 54 de distribución, un cable 50 de control / señal y un procesador 56 de caja de regulación / procesador de vídeo. Como se muestra la sonda 52 de control presenta un radio de curvatura capaz y una longitud destinada a ser con tenida en un sistema 58 de distribución de bobina que es accionado alrededor del anillo 44 de generador de vapor, que se detiene en cada espacio libre tubular de interés donde la sonda de inspección es
10 entonces distribuida en haz la cual atraviesa la entera distancia del espacio tubular. De modo preferente, la plataforma de distribución, esto es, el robot 54 presenta unas cámaras 90 encaradas hacia delante y hacia atrás que pueden continuamente visualizar la capacidad de llevar a cabo una búsqueda de objetos extraños desde el exterior del haz 40 de tubos de generador de vapor. La sonda 52 de inspección comprende una manguera extensible con un sensor en un extremo. El sensor puede ser una cámara u otra herramienta de vigilancia. Aunque se mencionó un sistema de distribución de bobina se debe apreciar que se pueden emplear otros procedimientos para extender la
15 sonda como por ejemplo una sonda telescópica que extienda el sensor a través de los pasos tubulares.

La primera forma de realización de la presente invención se muestra en la FIG. 5. Esta forma de realización incorpora un robot 55 secundario, que podría ser utilizado para contribuir a la distribución de la sonda 52 de inspección. Mejor que un sistema de bobina utilizado, la sonda se mantendría por debajo de una pequeña cantidad
20 de tensión y la longitud resultaría traccionada o empujada alrededor de la longitud del anillo 44 dependiendo de la longitud requerida dentro del haz 40 de tubos.

La invención contempla además un procedimiento para la eliminación de depósitos de la parte superior de la placa de tubos de los generadores de vapor que pueden aprovechar el sistema de distribución identificado con anterioridad para llegar mejor hasta los espacios entre los tubos. El procedimiento puede desarrollarse en la práctica
25 mediante una cabeza de trabajo de aspiración que es capaz de ser distribuida en la mayoría de los espacios tubulares de los generadores de vapor. La cabeza de trabajo de aspiración es distribuida desde el orificio de limpieza, el paso sin tubo o desde el anillo del generador de vapor. Comprenderá de preferencia, al menos un cabezal de aspiración capaz de eliminar los depósitos de lodos suaves. Perfeccionamientos también incluyen inspección con iluminación y vídeo para visualizar los resultados y la posición de la herramienta.

30 Este procedimiento únicamente requiere el uso de una sola bomba de diafragma de funcionamiento neumático para una fuente de flujo de vacío. Ello sustituye el procedimiento actual de distribuir agua a alta presión con flujos desde 94,63 a 181,69 litros / minuto y hasta 204 atmósferas. El procedimiento (y su sistema de distribución) puede llevar a cabo inspecciones de limpieza dinámica, eliminando la necesidad de los montajes de varias plataformas que actualmente se utilizan.

35 Con referencia ahora a un ejemplo del proceso de eliminación de lodos de la técnica anterior mostrado en la FIG. 6, los lodos designados que se forman sobre la parte superior de la placa de tubos 34' y alrededor de los tubos 38. Estos lodos que generalmente comprenden óxidos de hierro, compuestos de cobre y otros metales se forman a partir de estos materiales apartando el agua de alimentación sobre la parte superior de la placa de tubos 34'. Cuando el reactor no está funcionando, como por ejemplo durante el repostaje, el generador de vapor puede ser
40 desactivado y drenado de la mayoría del agua de alimentación. Los orificios de limpieza, por ejemplo incluidos en las referencias numerales 62 y 63, pueden entonces abrirse para acceder al interior del generador de vapor. Los colectores 64 de inyección pueden estar situados a través de uno de los orificios de limpieza 63 mientras los colectores 66 de aspiración pueden ser situados a través de otro orificio de limpieza 62. El colector 64 de inyección y el colector 66 de aspiración están conformados para su ajuste a través de los orificios de limpieza 62 y 63 al tiempo que son capaces de ajustarse alrededor de cualquier obstrucción que pudiera bloquear el paso 60 sin tubo. El
45 colector 64 de inyección está conectado a las entradas 108 de fluido y a continuación a una alimentación 100 de fluido por ejemplo una alimentación de agua, los cuales pueden contener aditivos para contribuir a disolver / eliminar los lodos. Este fluido, en la alimentación de fluido 100, es bombeado 103, 103' mediante las bombas 102, 102'. Por otro lado, el colector 66 de aspiración está conectado a una bomba 104 de aspiración, como por ejemplo una bomba
50 de aspiración neumática, por medio del conector 106 de aspiración con el conducto 110' de salida de los lodos para su evacuación.

A continuación, de acuerdo con un aspecto de la técnica anterior, también mostrado en la FIG. 2, una lanza 76 amovible a gran presión con un cabezal 77 es insertada dentro de al menos uno de los orificios de limpieza 62 y 63, a través de una abertura 43 de la envuelta 42, por donde avanza hacia abajo por el paso 60 sin tubo entre los tubos
55 88 para limpiar los espacios libres 89. Como se puede apreciar, el cabezal 77 conectado a un suministro 100 de fluido de limpieza, expulsa el fluido 82 de limpieza (mostrado en forma de flechas), como por ejemplo agua a presión. Puede haber algún tipo de flujo inverso 114 dentro de la zona 112 limpiada. Una región de acumulación de grandes lodos se muestra con la referencia numeral 71 en la rama caliente 31. La rama fría se muestra en la referencia numeral 33 separada de la rama caliente mediante el paso sin tubo 60. Los colectores 64 pueden inyectar
60 el fluido 82' de limpieza por medio del anillo 44.

Con referencia ahora a la FIG. 7, que muestra una forma de realización de la invención, muchos de los mismos componentes se muestran y se marcan como en la FIG. 6. Los orificios de limpieza se muestran con las referencias numerales 62, 63, el paso sin tubo se muestra en la referencia numeral 60. Mediante la apertura de los orificios de limpieza, se hace posible el acceso al paso 60 del tubo central y al anillo 44. Al menos un aparato de aspiración de lodos amovible mostrado en términos generales con la referencia numeral 120 con una cabeza de trabajo 144 que incluye el cabezal 146 de aspiración con al menos una entrada 148 de vacío (mostrada en la FIG. 8), es desplazado / introducido en el anillo 44 a través del orificio de limpieza 63, como se muestra, para eliminar los lodos 130 por medio de la bomba 128 y del conducto 132 de salida de los lodos.

El (los) cabezal(es) de vacío proporciona(n) un espacio suficiente para eliminar los lodos acuosos de la superficie superior de la placa de tubos 34'. El vaciado por aspiración tiene lugar después de que el generador de vapor haya sido drenado, pero con un volumen suficiente de agua todavía existente sobre la parte superior de la placa de tubos para impedir que los lodos se dessequen. El vacío es suministrado a través de una tobera a uno u otro lado, a ambos lados, o en el fondo del cabezal de aspiración, suministrando una capacidad de limpieza a través de la columna de tubos cuando el cabezal de aspiración es avanzado a través del haz de tubos. El aparato debe ajustarse a través del paso 60 sin tubo a través del anillo 44.

En funcionamiento, tanto el lado de la rama 31 caliente como el lado de la rama 33 fría son vaciadas por aspiración individualmente con el aparato 120 de vacío de lodos amovible con su cabeza de trabajo 144 y su cabezal 146 de aspiración. El cabezal principal 64' es opcional. A medida que el agua es eliminada con los lodos, el agua limpia tendrá que ser retrobombeada para mantener un nivel de agua constante. El aparato 120 de aspiración de lodos amovible puede ser desplazado con un sistema de distribución robótico como el descrito anteriormente u otro dispositivo conectado a la bomba de vacío 128 por los lodos de salida / control umbilical 150. Las flechas 130 muestran la eliminación de los lodos. Se muestra un mecanismo 78 de montaje opcional para el aparato 120. La bomba 128 de vacío puede extraer lodos y enviar los lodos extraídos 130 a través del conducto 132 de salida.

Con referencia ahora a la FIG. 8, se muestra la cabeza de trabajo 144 y el cabezal 146 de aspiración de un aparato de aspiración de lodos amovible, incluyendo al menos una entrada 148 de vacío. Mostrada por la flecha 138 los conjuntos de cabeza de trabajo y la cabeza de succión pueden ser extendidas o retraídas, mediante cualquier mecanismo apropiado conocido en la técnica anterior fijada al aparato de vacío libre mostrado en las FIG. 7 con la referencia numeral 120. La cabeza de trabajo 144 puede ser plegable, telescópica, pivotante, flexible, etc. Los medios visuales así como un dispositivo 152 óptico de escaneo puede también estar montado / presente sobre o dentro de la cabeza 146 de succión para escanear los resultados de los lodos amovible. El lado no amovible se muestra en la referencia numeral 154 en la parte superior de la superficie superior de la placa de tubos 34'.

En la FIG. 9, la parte superior de la placa de tubos 34' libre de los lodos se muestra así como los tubos 38. Una iluminación 156 puede estar situada sobre o en el cabezal 146 de aspiración como medio de visualización 152. Se puede apreciar, en funcionamiento, los lodos 154 son arrastrados, véanse las flechas 130, hacia el interior del conducto de aspiración. Como se muestra, en una forma de realización, la sección de la cabeza de trabajo y el cabezal de aspiración avanzan sobre la parte superior de la superficie superior de la placa de tubos.

REIVINDICACIONES

- 5 1.- Un procedimiento de manipulación de una herramienta (52) dentro del lado secundario de un generador de vapor (10) que incorpora una placa de tubos (34) con un haz (40) de tubos que presenta una pluralidad de tubos (38) de intercambio de calor que se extienden desde la placa de tubos en filas con un anillo (44) que se extiende alrededor de los tubos de intercambio de calor con una periferia del haz de tubos entre los tubos y una carcasa (12) que rodea el haz de tubos que comprende las etapas de:
- 10 insertar un vehículo robótico (54) para transportar la herramienta (52), a través de la carcasa (12) y por dentro del anillo (44) estando dimensionado el vehículo robótico para desplazarse por dentro del anillo,
- posicionar el vehículo robótico (54) de manera que la herramienta (52) quede alineada con un paso (60) entre dos filas de tubos (38) de intercambio de calor;
- 15 extender una cabeza de trabajo (144) de la herramienta (52) hasta una distancia sustancial por dentro del paso (60);
- accionar la herramienta (52) mientras la cabeza de trabajo (144) está en una posición extendida dentro del paso (60) mediante la aplicación de un vacío sobre la placa de tubos (34) por medio de al menos una tobera (148) de vacío sobre la cabeza de trabajo para aspirar los lodos (130) acuosos libres existentes en las inmediaciones de la herramienta cuando la herramienta y la tobera son transportados a través de la placa de tubos;
- 20 en el que la herramienta (52) es un sistema (58) de distribución de bobina que incorpora dicha cabeza de trabajo (144) suspendida de ella y una bobina, presentando la cabeza de trabajo un radio de curvatura y una longitud capaces de quedar contenida en el sistema (52) de distribución de bobina, y en el que la etapa de extensión incluye la etapa de rotación de la bobina para hacer avanzar la cabeza de trabajo (144) dentro y a través del paso de tubo (60).
- 25 2.- Un procedimiento de manipulación de una herramienta (52) dentro del lado secundario de un generador de vapor (10) que incorpora una placa tubular (34) con un haz (40) de tubos que incorpora una pluralidad de tubos (38) de intercambio de calor que se extienden desde la placa de tubos en filas con un anillo (44) que se extiende alrededor de los tubos de intercambio de calor con una periferia del haz de tubos, entre los tubos y una carcasa (12) que rodea el haz de tubos, que comprende las etapas de:
- 30 insertar un primer vehículo robótico (54) para transportar la herramienta (52), a través de la carcasa (12) y por dentro del anillo (44) estando el primer vehículo robótico dimensionado para desplazarse dentro del primer anillo;
- posicionar el primer vehículo robótico (54) de manera que la herramienta (52) quede alineada en un paso (60) entre dos filas de los tubos (38) de intercambio de calor;
- 35 extender una cabeza de trabajo (144) de la herramienta (52) hasta una distancia sustancial por dentro del paso (60);
- operar la herramienta (52) mientras la cabeza de trabajo (144) está en una posición extendida dentro del paso (60) mediante la aplicación de un vacío sobre la placa de tubos (34) por medio de al menos una tobera (148) de vacío sobre la cabeza de trabajo para aspirar los lodos (130) acuosos libres dentro de las inmediaciones de la herramienta cuando la herramienta y la tobera son transportadas a través de la placa de tubos;
- 40 en el que la cabeza de trabajo (144) presenta un radio de curvatura capaz de desplazarse alrededor de una incurvación de aproximadamente noventa grados, en el que la cabeza de trabajo (144) es, al menos en parte, soportada de manera deslizable en o sobre el primer vehículo robótico (54) y se extiende fuera del primer vehículo robótico hasta una distancia sustancialmente paralela a la placa de tubos (34), al menos hasta en tanto en cuanto una distancia de la herramienta quede insertada dentro del paso (60) con una porción terminal de la cabeza de trabajo extendiéndose a lo largo del anillo y conectada a un segundo vehículo robótico (55) y otra porción terminal de la cabeza de trabajo (144) incurvada hasta aproximadamente noventa grados, conduciendo la herramienta, en el que el segundo vehículo robótico está
- 45 dimensionado para desplazarse por dentro del anillo, y en el que la etapa de extender la herramienta comprende el desplazamiento del segundo vehículo robótico (55) hacia el primer vehículo robótico (54).
- 50 3.- El procedimiento de la Reivindicación 2, que incluye las etapas de:

retirar la herramienta (52) del paso (60) de tubo reposicionando el primer vehículo robótico (54) para que quede alineado con otro paso (60) de tubo; e

insertar la herramienta (52) a través del otro paso (60) de tubo.

- 5 4.- Un sistema robótico controlado a distancia para manipular una herramienta (52) sobre una placa de tubos (34) dentro de un generador de vapor (10), comprendiendo el generador de vapor una carcasa (12) y un haz (40) de tubos alojado dentro de la carcasa en un lado secundario del generador (10), presentando el haz de tubos una pluralidad de tubos (38) de intercambio de calor que se extienden desde la placa de tubos (34) en filas, y un anillo (44) que se extiende alrededor de los tubos de intercambio de calor sobre una periferia del haz de tubos, entre los tubos de intercambio de calor y la carcasa, comprendiendo el sistema robótico:
- 10 un primer vehículo robótico (54) dimensionado para desplazarse en y, al menos parcialmente, alrededor del anillo (44);
- 15 una cabeza de trabajo (144), al menos en parte, soportada sobre y extensible desde el primer vehículo robótico (54) sustancialmente a través de un paso (60) entre dos filas de tubos (38) de intercambio de calor y retraíble a través del primer vehículo robótico (54), fuera del paso (60) tubular, siendo la herramienta (52) soportada desde una primera porción terminal de la cabeza de trabajo (144) que se extiende desde el primer vehículo robótico (54) a través del paso entre dos filas de tubos de intercambio de calor;
- un controlador (56) para controlar la extensión de la cabeza de trabajo (144) y el funcionamiento de la herramienta (52) durante la extensión; y
- un segundo vehículo robótico (55) está dimensionado para desplazarse por dentro del anillo (44);
- 20 en el que la cabeza de trabajo (144) presenta un radio de curvatura capaz de desplazarse alrededor de un giro aproximado de noventa grados, en el que la cabeza de trabajo es, al menos en parte, soportada de manera deslizable en o sobre el primer vehículo robótico (54) y se extiende hacia fuera respecto del primer vehículo robótico, dentro del anillo (44), hasta una distancia sustancialmente paralela a la placa de tubos (34), al menos en tanto en cuanto una distancia de la herramienta (52) tenga que ser insertada dentro del
- 25 paso (60) tubular entre las dos filas de tubos de intercambio de calor, con una segunda porción terminal de la cabeza de trabajo extendida a lo largo del anillo y siendo conectada con el segundo vehículo robótico (55) y la primera porción terminal de la cabeza de trabajo (144) incurvada en aproximadamente noventa grados, que soporta la herramienta, en el que la etapa de extender la herramienta comprende desplazar el segundo vehículo robótico (55) hacia el primer vehículo robótico (54).

30

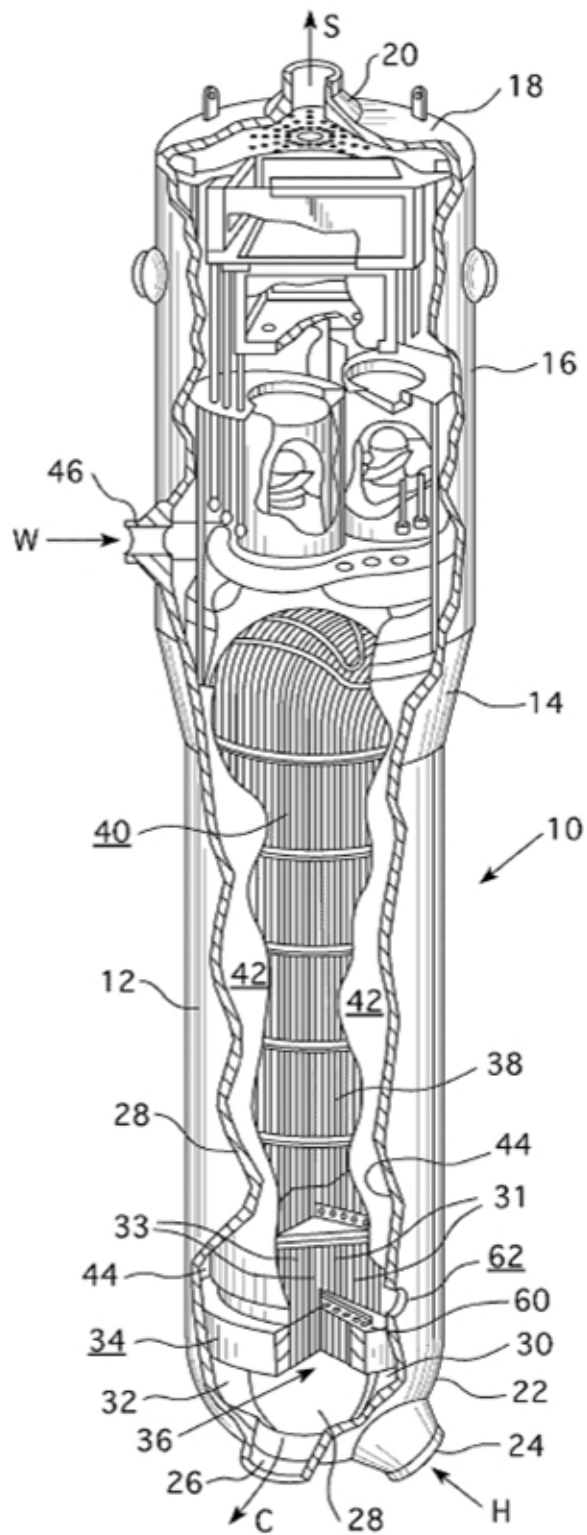


FIG. 1 Técnica Anterior

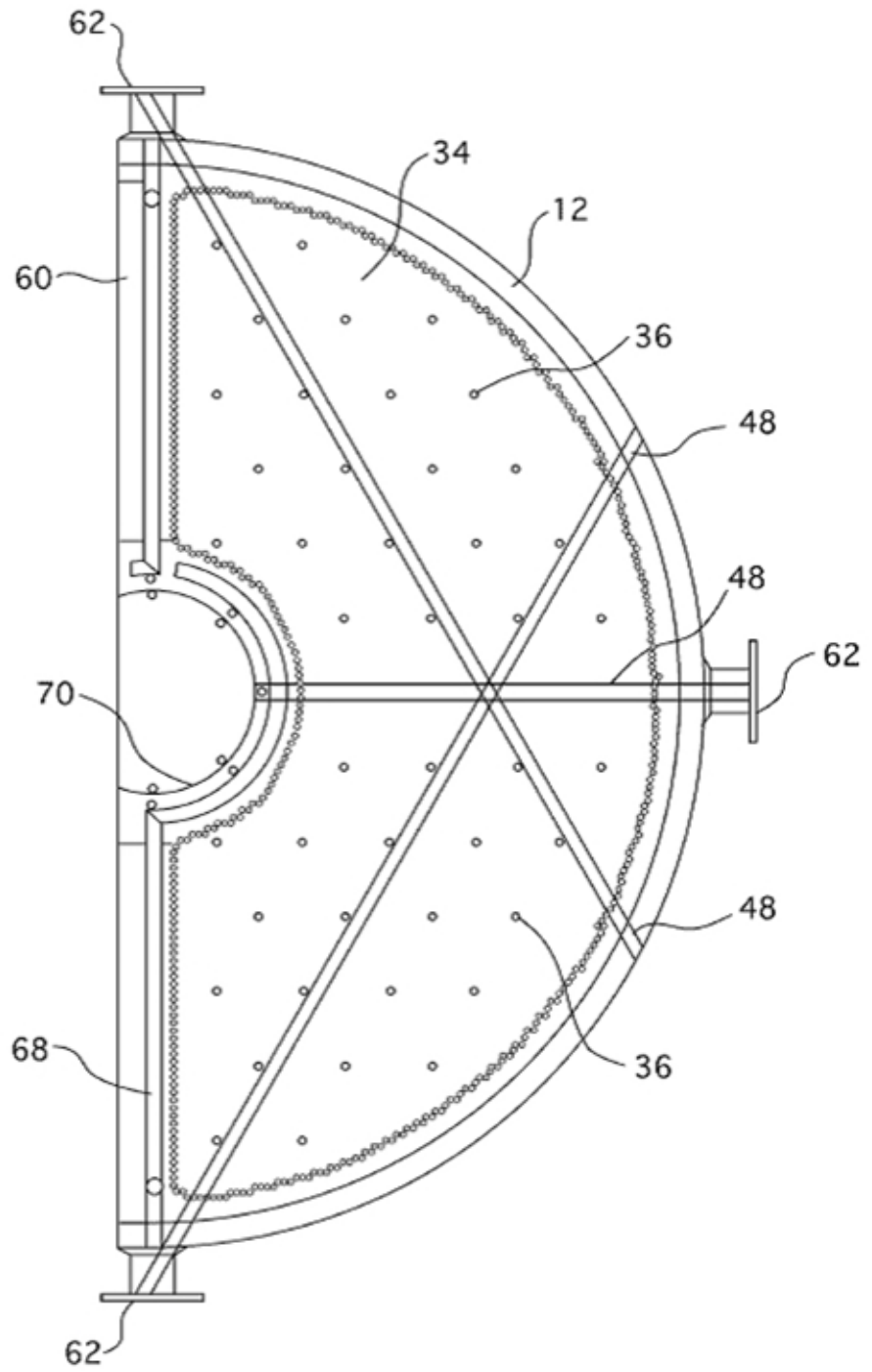


FIG. 2 Técnica Anterior

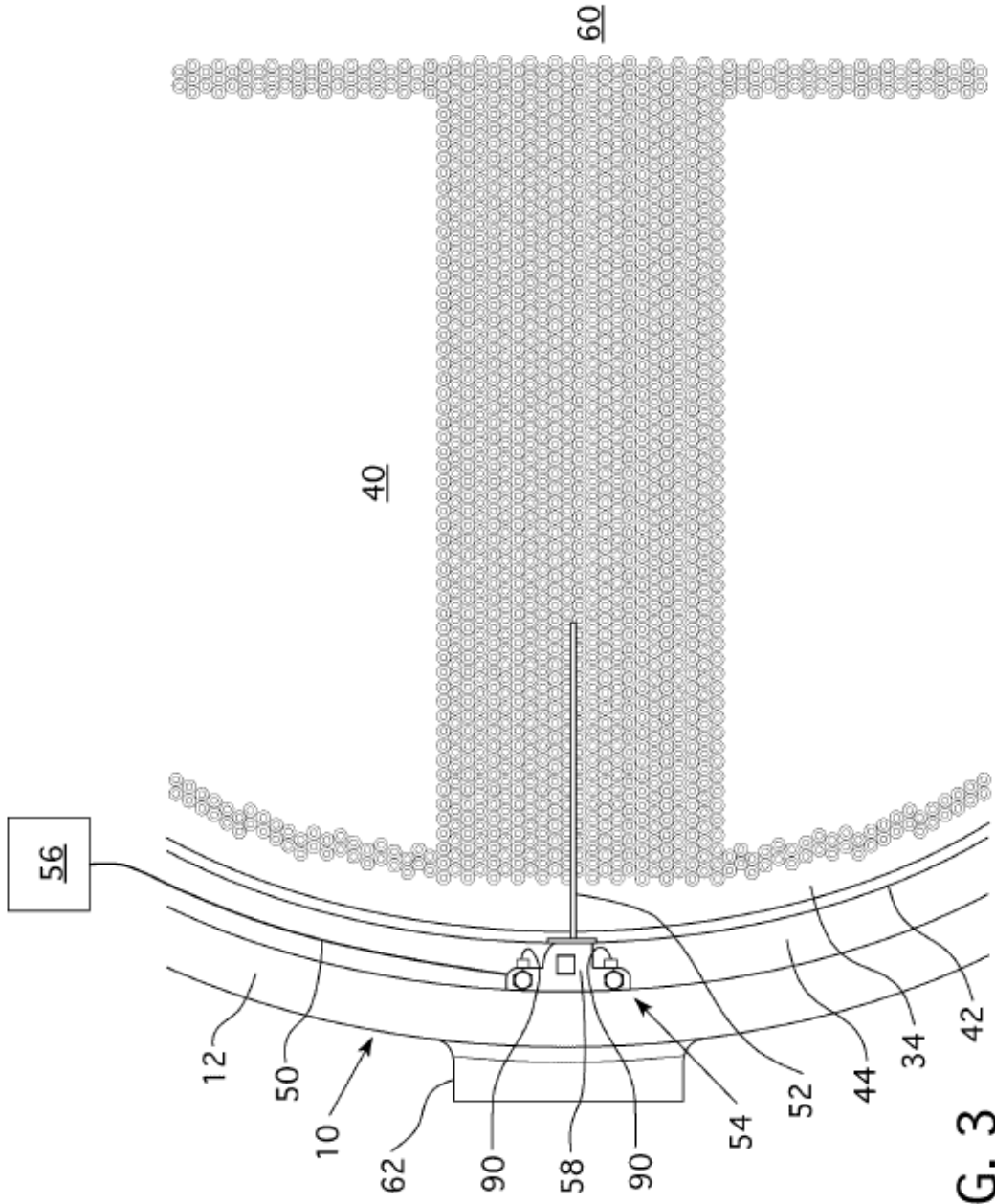


FIG. 3

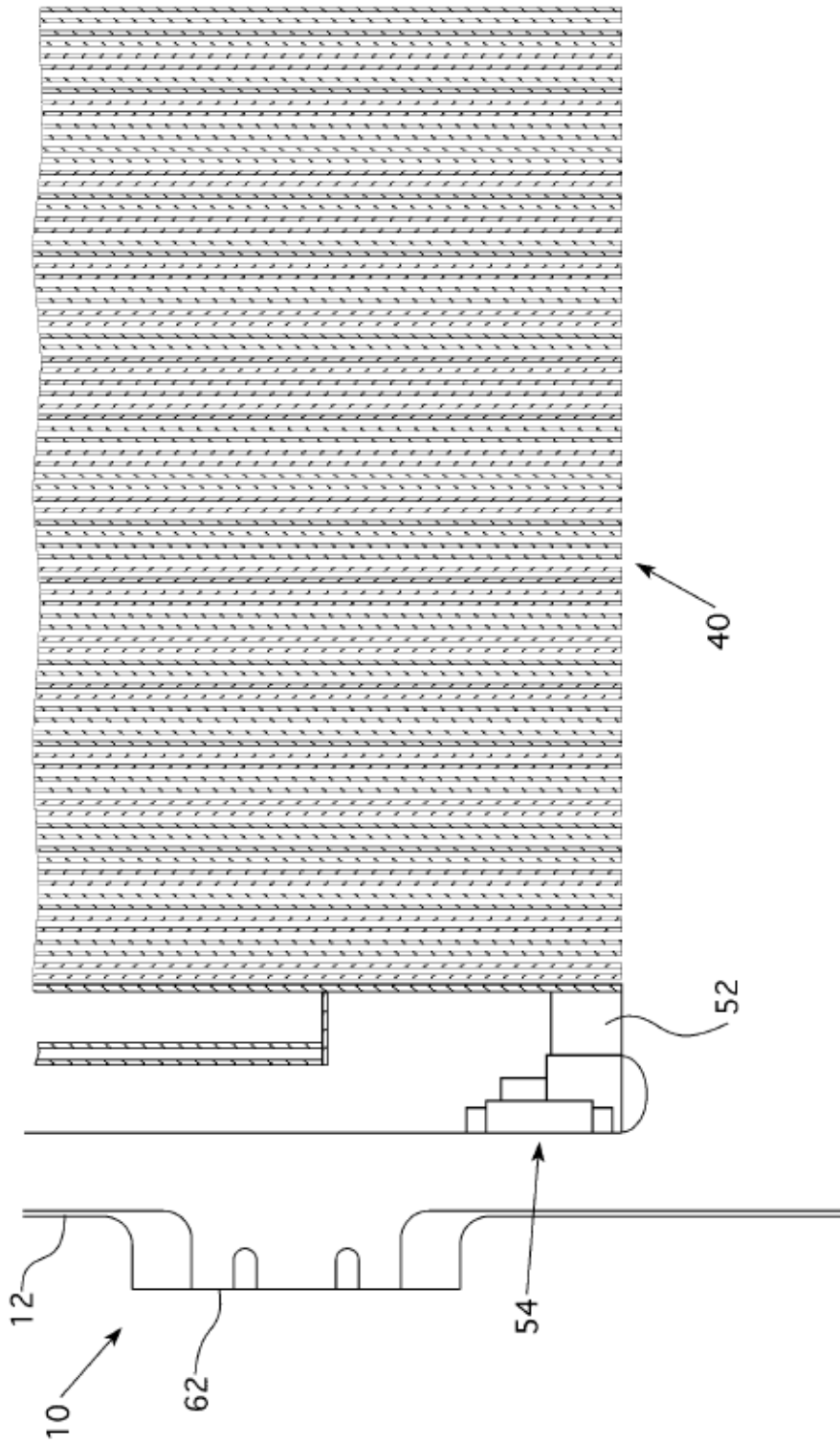


FIG. 4

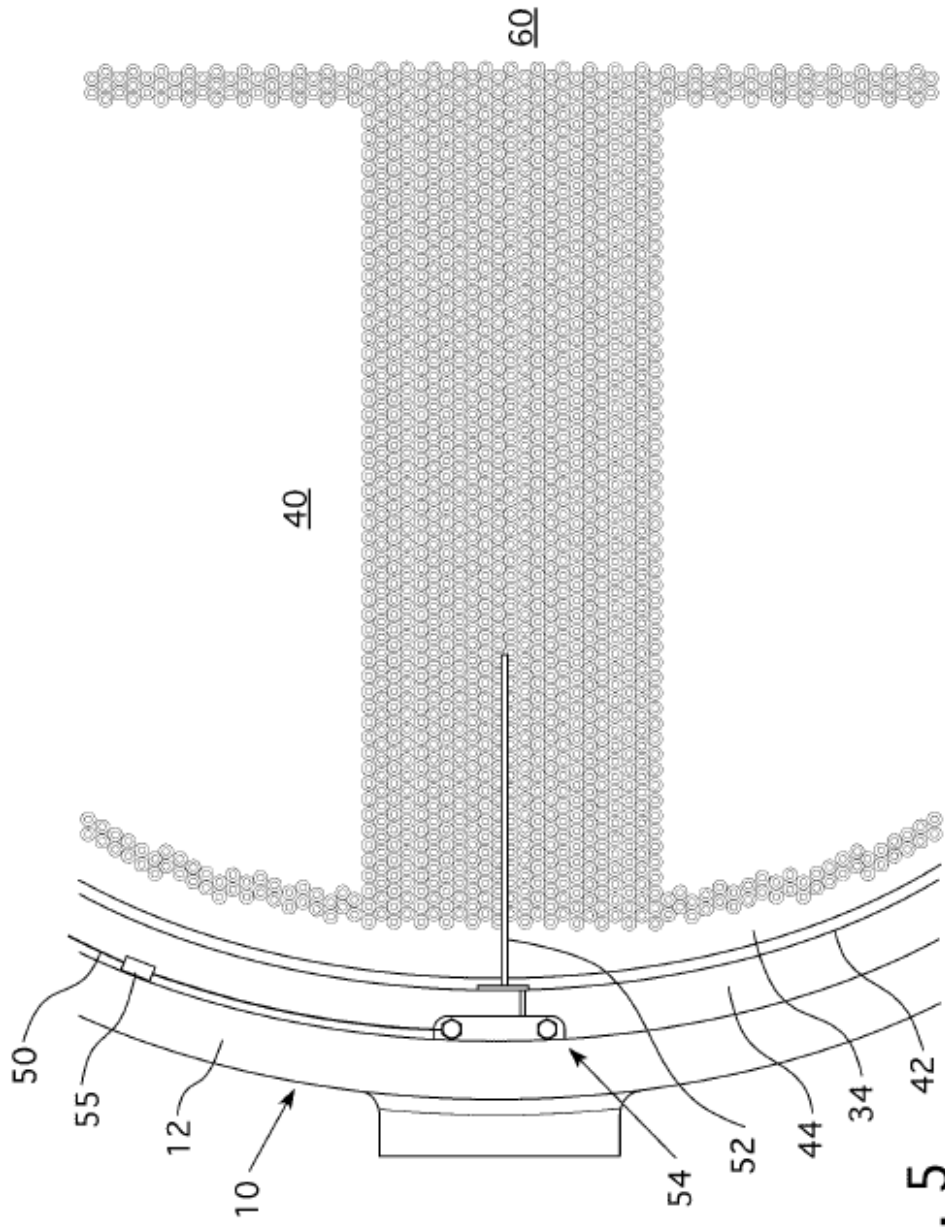


FIG. 5

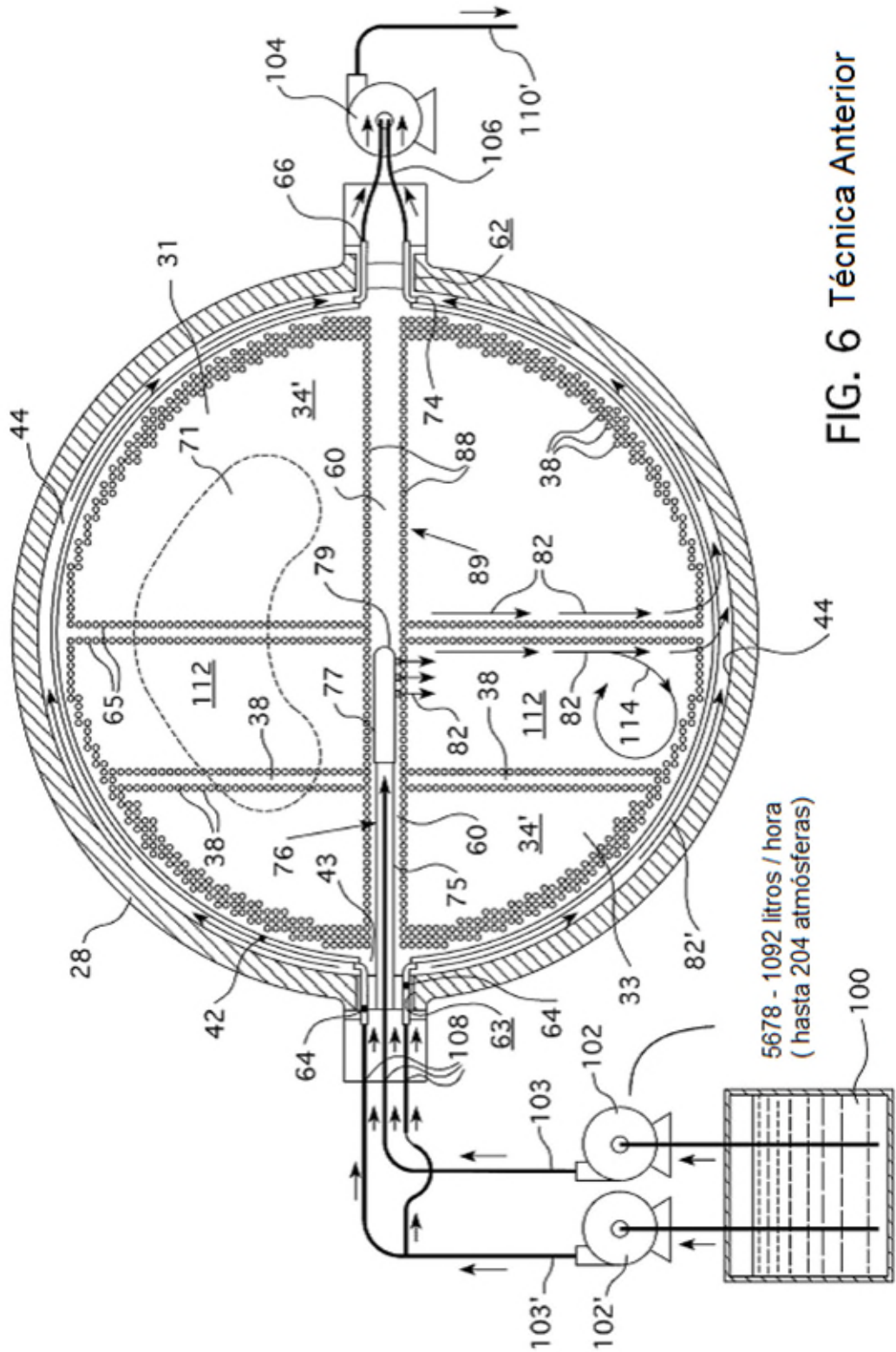


FIG. 6 Técnica Anterior

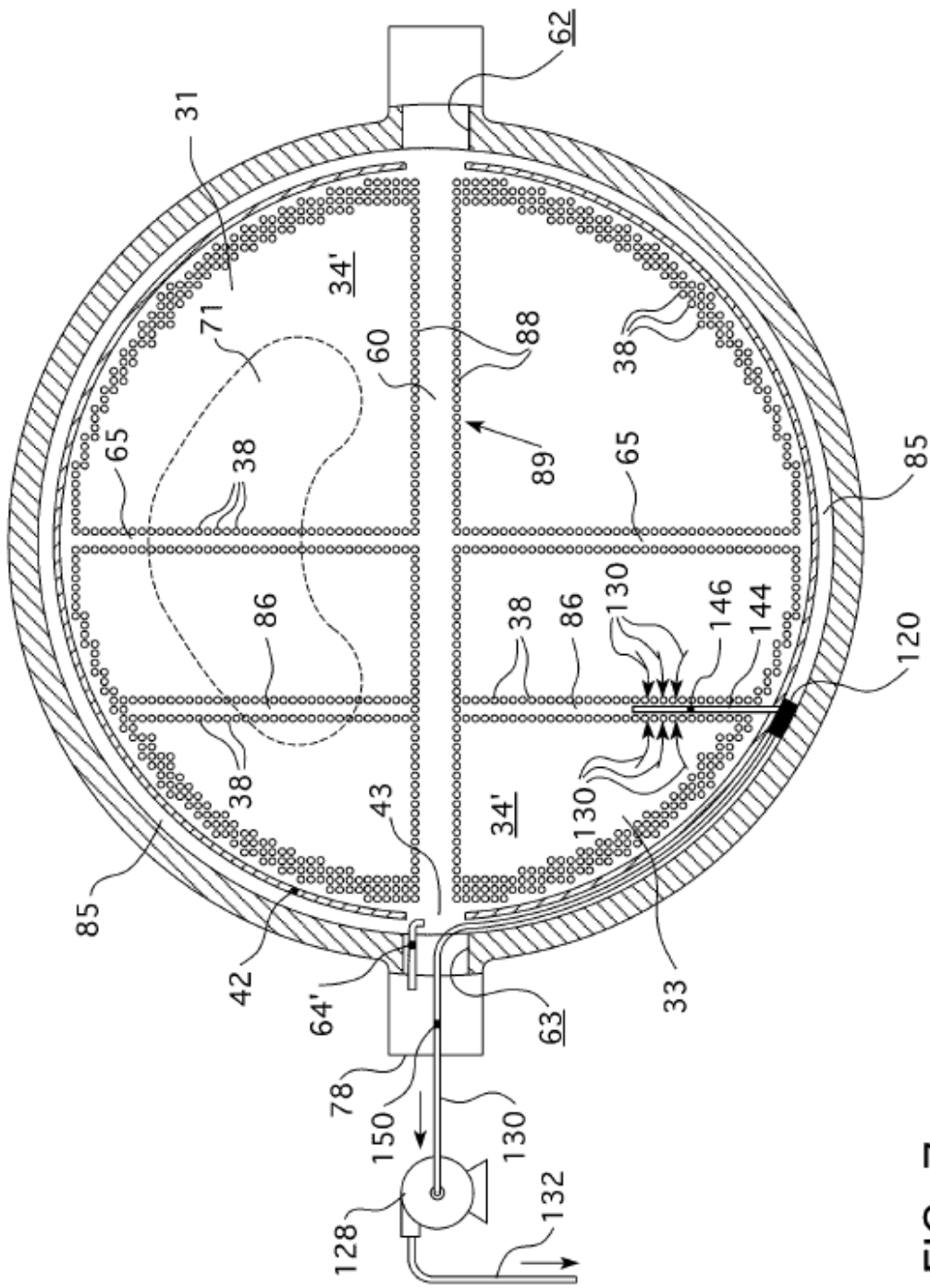


FIG. 7

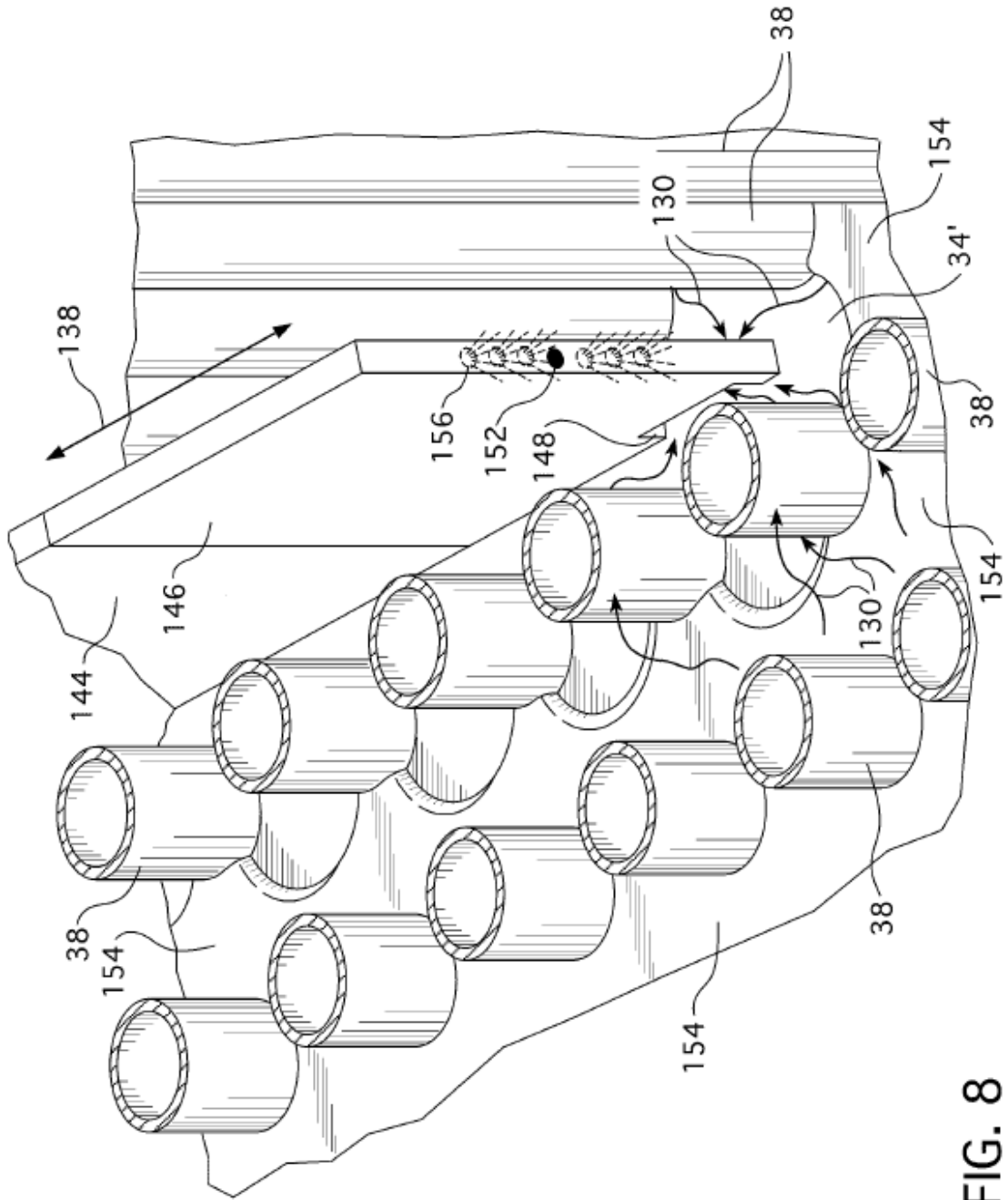


FIG. 8

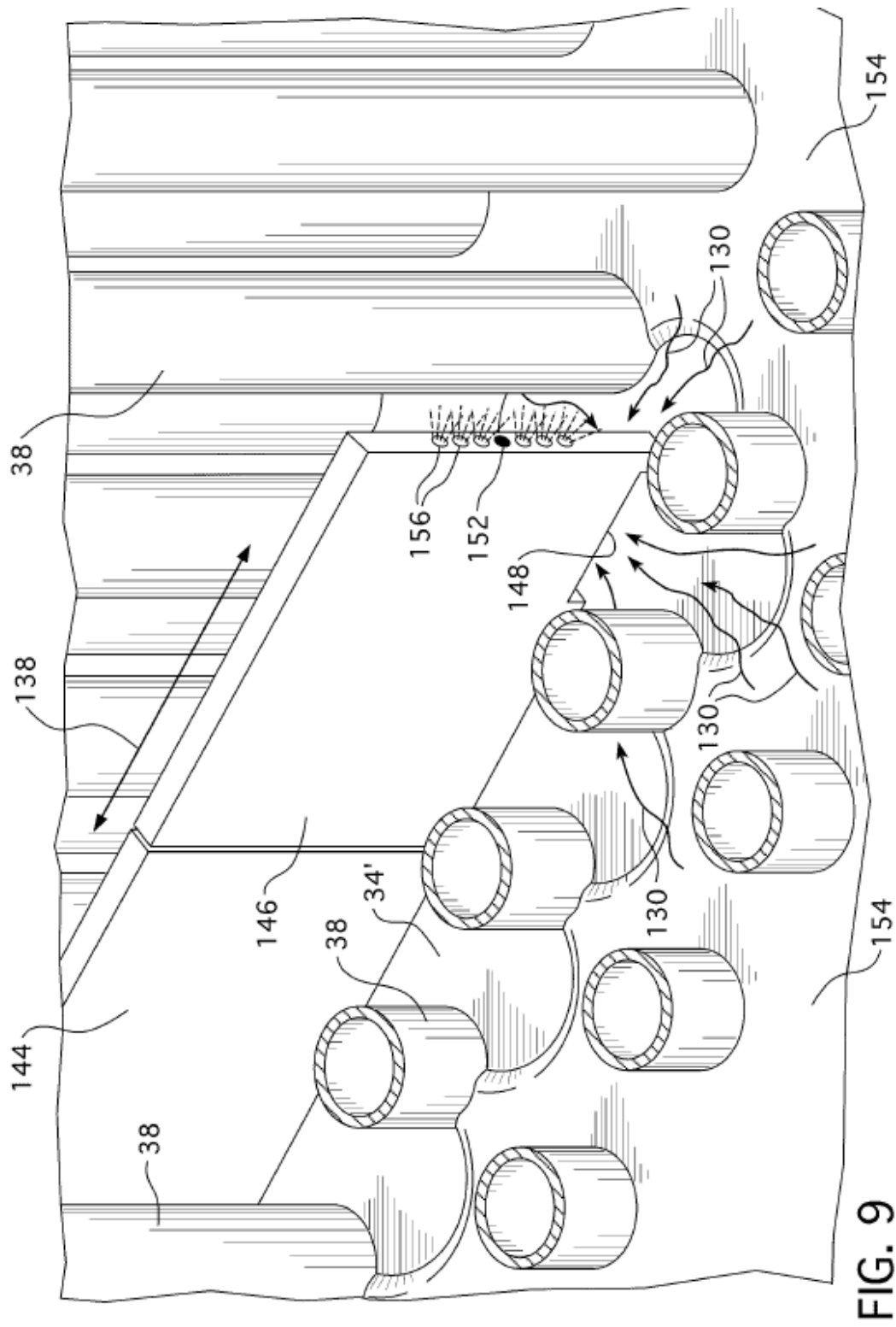


FIG. 9