

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 645 462**

51 Int. Cl.:

G21C 13/10 (2006.01)

G21F 9/02 (2006.01)

G21C 13/02 (2006.01)

G21C 19/303 (2006.01)

G21C 9/008 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **18.06.2013 PCT/US2013/046215**

87 Fecha y número de publicación internacional: **09.01.2014 WO14007977**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **18.06.2013 E 13813757 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **02.08.2017 EP 2870607**

54 Título: **Filtro para un sistema de ventilación de contención de reactor nuclear**

30 Prioridad:

06.07.2012 US 201261668585 P

11.03.2013 US 201313792401

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

05.12.2017

73 Titular/es:

WESTINGHOUSE ELECTRIC COMPANY LLC

(100.0%)

1000 Westinghouse Drive

Cranberry Township, Pennsylvania 16066, US

72 Inventor/es:

NILSSON, PER-OLOF

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 645 462 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

Filtro para un sistema de ventilación de contención de reactor nuclear

Referencia cruzada con la solicitud relacionada

5 La presente solicitud reclama prioridad de la Solicitud Provisional de Estados Unidos con N° de Serie 61/668.585, presentada el 6 de julio de 2012, titulada "Torre de lavado húmeda que usa filtros de fibra para ventilación de contención de PWR y BWR".

Antecedentes**1. Campo**

10 La presente invención pertenece, en general, a sistemas de ventilación de contención de reactor nuclear y más en particular a un filtro húmedo para tales sistemas.

2. Técnica relacionada

15 En muchas jurisdicciones, las centrales nucleares deben diseñarse para asegurar que incluso en caso de accidente, un mecanismo se proporcionará para evitar o minimizar el escape de material radiactivo y gases nobles. Para proteger contra liberaciones radioactivas, el sistema del reactor se aloja normalmente dentro de una estructura primaria de contención que se construye de acero y de hormigón reforzado. El recipiente primario de contención se diseña para ser capaz de soportar grandes presiones que pueden ser resultado de diversos escenarios de accidente. Sin embargo, se ha postulado que en graves accidentes, el recipiente de contención podría fallar como resultado de la presión gradualmente creciente. Aunque la probabilidad de tal caso se considera muy pequeña, los riesgos para la salud asociados con la exposición de la población cercana a las liberaciones radioactivas de tal caso han llevado a muchos a creer que un mecanismo debe proporcionarse para filtrar los gases y minimizar la liberación de radiactividad, si el recipiente de contención se ventila para reducir su presión. Es decir, se desea tanto proporcionar un dispositivo de liberación de presión para el recipiente de contención como un mecanismo para filtrar cualquier gas que pueda liberarse mediante la contención antes de que se libere en la atmósfera.

25 Los accidentes nucleares en Chernóbil, Ucrania en 1986 y más recientemente Fukushima Dai-ichi en Japón en 2011, muestran claramente las consecuencias de una liberación de productos de fisión con grandes tiempos de desintegración. Las grandes áreas de tierra que rodean las centrales nucleares dañadas se contaminaron y resultaron no adecuadas para el uso durante varias décadas. El impacto del coste es tremendo. Los productos de fisión de vida corta tales como yodo en diferentes formas, aunque son dañinos para la gente, tienen la consecuencia de que son más fáciles de gestionar. Los productos de fisión en la forma de pequeños aerosoles, que tienen una vida larga, pueden extenderse largas distancias, dependiendo de las condiciones meteorológicas. Como resultado de estos accidentes, los gobiernos de muchos países han decidido que las centrales nucleares deben instalar sistemas de ventilación de contención filtrados para proteger a la gente y las tierras de alrededor de los daños debido a la contaminación radiactiva.

35 En el pasado, un número de sistemas de filtración se han propuesto, tales como el que se describe en la Patente de Estados Unidos N.º 4.610.840, expedida a *Leach* y cedida al Cesionario de esta invención. *Leach* desvela un sistema de lavado de producto de fisión para un reactor nuclear. Específicamente, un segundo compartimento en comunicación de fluido con la contención se rellena parcialmente con agua. En caso de un gran incremento de presión, un disco de ruptura dispuesto dentro de una tubería de ventilación que emana del compartimento secundario revienta para liberar presión. Cuando el disco de ruptura explota, los gases radiactivos y vapores de la contención pasan a través del compartimento secundario relleno con agua y después se liberan a través de la tubería de ventilación ahora abierta. A medida que los gases y vapores calientes de contención pasan a través del agua almacenada dentro del compartimento secundario encerrado, una gran porción de los productos de fisión se lavarán a partir de los gases de contención. Mientras que tal sistema puede ser eficaz, todavía existe espacio para mejorar para reducir el tamaño e incrementar la eficacia de tal sistema para minimizar cualquier exposición que pueda causar potencialmente tal liberación.

Otro sistema de ventilación de contención filtrado se conoce a partir de la Patente de Estados Unidos N.º 4.873.050.

Por consiguiente, es un objeto de esta invención proporcionar un filtro más eficaz que minimice, o que elimine completamente cualquier efluente radiactivo que pueda transportarse en cualquier liberación de gases desde una contención nuclear primaria.

50 Es un objeto adicional de esta invención proporcionar tal sistema de filtración que pueda soportarse dentro de una contención nuclear primaria o construcciones existentes o nuevas entorno a la contención primaria sin ocupar un espacio sustancial.

Sumario

Estos y otros objetivos se logran mediante una instalación de generación de energía nuclear que tiene una contención primaria para alojar un reactor nuclear. La contención confina una porción sustancial de cualquier radiación que se escape del reactor nuclear. La contención primaria tiene una salida de ventilación para proporcionar una liberación controlada de un aumento de presión atmosférica dentro de la contención en caso de que la presión de un efluente atmosférico dentro de la contención aumente hasta un nivel que amenace con comprometer su integridad. Un filtro de acuerdo con la presente invención se define en la reivindicación 1. Las realizaciones adicionales se definen en las reivindicaciones dependientes. El filtro está conectado a la salida de ventilación e incluye un recipiente que tiene una tobera de entrada conectada a la salida de ventilación y un conducto de entrada en comunicación de fluido con la tobera de entrada, que se extiende dentro de una porción inferior de un interior del recipiente de filtro. Un colector está conectado al conducto de entrada y se extiende dentro de la porción inferior del recipiente. El colector incluye una pluralidad de salidas diseñadas para liberar una porción de un efluente atmosférico de contención primaria bajo una piscina de líquido contenida dentro del recipiente de filtro. En la salida del colector, se unen filtros de fibra. El efluente de la contención primaria, que se distribuye mediante el colector, se hace pasar a través de los filtros de fibra. Una salida del recipiente también se proporciona en comunicación de fluido con el interior del recipiente y puede operar para hacer salir el efluente atmosférico de contención filtrado al exterior de una atmósfera externa de la contención. De acuerdo con la invención, el colector y los filtros de fibra se cubren con un líquido tal como agua que puede tener tiosulfato de sodio disuelto dentro del líquido.

En una segunda realización, el filtro incluye un desnebulizador soportado dentro del recipiente por encima de la piscina de líquido para separar cualquier humedad desde una fracción de escape del efluente atmosférico de contención filtrado. Opcionalmente, un segundo conjunto de una pluralidad de filtros de fibras se extiende desde un segundo colector que está conectado a la salida del recipiente con los filtros de fibra preferentemente soportados por encima del desnebulizador. En esta realización, el segundo conjunto de filtros de fibra tiene una mayor densidad de fibras que el primer conjunto de filtros de fibra y de manera deseable ambos conjuntos de filtros comprenden fibras de metal. Preferentemente, el interior del recipiente se mantiene a una presión por encima de la presión atmosférica y se inertiza con nitrógeno durante condiciones de espera.

En otra realización adicional, el colector se extiende dentro de la porción inferior del recipiente en un ángulo agudo a un eje central del recipiente y preferentemente se configura como una "V" invertida que tiene una pata hacia abajo que se extiende desde cada lado de un vértice con las salidas extendiéndose desde al menos una de las patas. En esta configuración, el conducto de entrada se acopla preferentemente al colector en el vértice y cada una de las patas que se extienden hacia abajo tienen las salidas extendiéndose desde allí. De manera deseable, las salidas se extienden hacia arriba desde las patas de extensión.

Breve descripción de los dibujos

Un mayor entendimiento de la invención reivindicada a continuación puede obtenerse a partir de la siguiente descripción de realizaciones preferentes cuando se lea junto con los dibujos adjuntos que los que:

- la Figura 1 es un alzado en sección esquemático de una construcción de contención con componentes principales mostrados de un reactor de agua presurizada, al que esta invención puede aplicarse; y
- la Figura 2 es un esquema de una realización de esta invención.

Descripción de la realización referente

En referencia a la Figura 1, se ilustra de manera esquemática un sistema de generación de energía nuclear de reactor de agua presurizada que incluye una construcción de contención 10 (teniendo generalmente una capa de hormigón exterior relativamente gruesa sobre un revestimiento de acero) que aloja componentes del sistema de reactor nuclear, tal como un recipiente 12 del reactor, un generador 14 de vapor, una bomba 16 refrigerante del reactor, un depósito 18 acumulador y una grúa polar 20 elevada. Ya que todos estos componentes y sus relaciones se conocen bien y además, ya que no cooperan específicamente, estructural o funcionalmente, con la invención, no se describen ni ilustran en mayor detalle. Mientras que la realización preferente de la invención se describe en relación con un reactor de agua presurizada, debe entenderse que el sistema, de acuerdo con la invención, tal como se reivindica a continuación, es igualmente aplicable a reactores nucleares de cualquier otro diseño, tal como, por ejemplo, un reactor de agua hirviendo o un reactor de gas.

Una unidad de filtro, en una aplicación de contención primaria nuclear, tiene la tarea de separar materia radiactiva del gas liberado durante una despresurización de la contención para reducir de manera significativa la emisión de radiactividad, en caso de un accidente grave. El filtro de esta invención está conectado a un sistema de ventilación ya instalado o durante una nueva instalación de tal sistema. El filtro se coloca después de las válvulas de aislamiento y/o disco de ruptura, cerca de la contención y antes del disco de ruptura que conduce al escape de la central. En una condición de espera, el filtro se inertiza preferentemente con nitrógeno para evitar la combustión del hidrógeno y la degradación del agua de filtro y el interior del depósito.

Una realización de la unidad de filtro que incorpora los principios de esta invención se ilustra en la Figura 2. Las porciones mayores del filtro 22 se alojan en un depósito o recipiente a presión 24 que puede presurizarse para

reducir su tamaño. La presurización se logra a través de un orificio 28 ubicado directamente corriente abajo de la salida 26 del depósito de filtro. Una porción inferior del depósito 24 se rellena con agua 30 a través de una entrada 32 de agua. El agua 30 tiene dos funciones; eliminar el calor de desintegración de los productos de fisión capturados y mejorar la eficacia del filtro. Productos químicos tales como el tiosulfato de sodio pueden añadirse al agua 30 para que el yodo en forma gaseosa y de aerosol pueda capturarse y contenerse.

El gas ventilado desde el interior de la contención se conduce dentro de una tubería 34 de entrada central que conduce el gas ventilado dentro de un colector 36 en una porción inferior del depósito 24. El colector 36 inferior tiene dos patas 38 y 40 de extensión descendente que se extienden hacia abajo en un ángulo agudo desde un vértice 39 para formar una "V" invertida. Cada una de las patas 38 y 40 tiene una pluralidad de salidas 42 que se extienden en una dirección hacia arriba dentro de la piscina de agua 30. Un cartucho de filtros 44 de fibra de metal se extiende desde y se encuentra en comunicación de fluido con cada una de las salidas 42 del colector. Los filtros 44 de fibra de metal tienen dos funciones; filtrar aerosoles y atomizar el gas ventilado en pequeñas burbujas para que el gas pueda lavarse de manera más eficaz en la piscina de agua 30. Mientras que la fibra de metal y preferentemente los filtros de fibra de metal sintetizada se prefieren, otros medios de filtro también pueden usarse sin apartarse de los principios de esta invención. Los productos de fisión capturados en los cartuchos 44 de filtro generarán calor de desintegración pero no pueden generar temperaturas lo suficientemente altas como para dañarse ya que se colocan en el agua de filtro. Los aerosoles se distribuirán sobre el área de filtro de fibra de metal de cada cartucho para que no exista riesgo de que los filtros se obstruyan. Las patas 38 y 40 del colector se inclinan para que un número de cartuchos correspondiente a la pérdida de presión dinámica debido al flujo de volumen esté en uso. De esta manera, el sistema puede usarse en un intervalo de flujo amplio e incluso en una presión de contención y un flujo muy bajos. La pérdida de presión total en el filtro húmedo 22 será igual al nivel 46 del agua en el depósito 24 y ya que es relativamente bajo, el sistema de filtro permitirá una ventilación temprana de la contención primaria, cuando la presión sea baja, manteniendo la presión de contención primaria muy baja, lo que tiene ventajas en algunos escenarios de accidente.

Un desnebulizador 48 se soporta en la porción superior del depósito 24 por debajo de la salida 26. El desnebulizador elimina las gotas de agua que pueden transportarse mediante el vapor que abandona el depósito de filtro. Preferentemente, el sistema 22 también incluye un filtro secundario para eliminar aerosoles más pequeños que no podrían filtrarse mediante los filtros de fibra de metal sumergidos en el agua y mediante el propio agua. El filtro secundario incluye un segundo colector 50 superior justo por debajo y en comunicación de fluido con la salida 26 del depósito. El colector secundario incluye una pluralidad de entradas 52 que preferentemente se extienden hacia abajo que se conectan y se encuentran en comunicación de fluido con un conjunto secundario de filtros 54 de fibra de metal, uno para cada entrada 52, soportados encima del desnebulizador 48. Los cartuchos 54 de filtro de fibra de metal secundarios se fabrican normalmente del mismo tipo de cartuchos que los cartuchos 44, pero con una malla más fina y más densamente apretada para capturar aerosoles más pequeños. Ya que el segundo conjunto de filtros experimentará cantidades muy pequeñas de aerosoles, no se sobrecalentarán. Un drenaje 56 se proporciona en la parte inferior del depósito 24 para fines de mantenimiento. La entrada 32 de agua y el drenaje 56 también se usan para tomar muestras del agua tanto en espera como después de la activación. Preferentemente, el depósito 24 de filtro se instala detrás de un escudo de radiación y un panel de control protegido se coloca cerca del depósito. Preferentemente, el depósito se ubica dentro de una estructura corriente abajo de las válvulas 58 de aislamiento y discos de ruptura 60 en la salida del sistema de ventilación. De manera deseable, si se necesita la activación pasiva, las válvulas 68 se necesitan y las válvulas 70 y los discos de ruptura 60 son opcionales. Un segundo disco de ruptura 62 puede colocarse en la tubería 64 de salida del depósito que conduce a una salida a la atmósfera. El disco de ruptura 62 facilita la inertización del depósito 24 con nitrógeno y preferentemente tiene una baja presión de ruptura, por ejemplo, aproximadamente 130 kPa (a).

El sistema de filtro 22 no necesita energía externa y puede diseñarse para el uso completamente pasivo durante al menos 24 horas. Puede añadirse agua después de algún tiempo. Una alarma del nivel de agua y un sistema de medida, mostrados de manera figurada mediante el carácter de referencia 66, se usan para asegurarse de que el nivel de agua nunca sea demasiado bajo. El sistema de filtro 22 puede configurarse para manejar tanto ventilación de pozo seco como de pozo húmedo para reactores de agua hirviendo y ventilación de contención para reactores de agua presurizada.

Mientras que las realizaciones específicas de la invención se han descrito en detalle, los expertos en la materia apreciarán que diversas modificaciones y alternativas de esos detalles podrían desarrollarse dentro del alcance de la invención, que se define en las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Un filtro (22) que comprende:

un recipiente (24) de filtro que tiene una tobera (34) de entrada conectada a una salida (58) de ventilación para recibir un efluente atmosférico;

5 un líquido que ocupa una porción de un interior inferior del recipiente de filtro;

un conducto de entrada en comunicación de fluido con la tobera (34) de entrada y que se extiende dentro de la porción inferior de un interior del recipiente (24) del filtro;

10 un colector (36) conectado al conducto de entrada y que se extiende dentro de la porción inferior del recipiente (24) de filtro, incluyendo el colector una pluralidad de salidas (42) y diseñado para operar con las salidas que liberan una porción del efluente atmosférico a filtrar, bajo una piscina del líquido (30) contenido dentro del recipiente de filtro;

caracterizado por

15 un primer conjunto de una pluralidad de filtros (44) de fibra, estando cada filtro de fibra sumergido en el líquido y teniendo sustancialmente una primera densidad de fibras para filtrar el efluente atmosférico que escapa a través de la salida (42) correspondiente en el colector (36) con cada uno de los filtros de fibra en el primer conjunto conectado a, y en comunicación de fluido con, una de las salidas del colector y funcionando para filtrar aerosoles y para atomizar gas efluente ventilado en pequeñas burbujas para un lavado eficaz en el líquido; y

una salida (26) del recipiente de filtro en comunicación de fluido con el interior del recipiente (24) de filtro y que puede operar para hacer salir el efluente atmosférico filtrado a una atmósfera externa.

20 2. Una instalación de generación de energía nuclear que tiene una contención (10) para alojar un reactor (12) nuclear para confinar una porción sustancial de cualquier radiación que haya escapado desde el reactor nuclear, teniendo la contención una salida (58) de ventilación para proporcionar una liberación controlada de un aumento de presión atmosférica dentro de la contención en caso de que la presión de un efluente atmosférico dentro de la contención aumente hasta un nivel que amenace con comprometer su integridad estructural, incluyendo un filtro (22)

25 como se reivindica en la reivindicación 1, en el que un efluente atmosférico de contención se libera a través de dichas salidas de colector y dicha salida de recipiente de filtro puede operar para hacer salir el efluente atmosférico de contención filtrado a una atmósfera exterior externa a la contención.

30 3. La instalación de generación de energía nuclear de la reivindicación 2, que incluye tiosulfato de sodio disuelto en el líquido (30).

4. La instalación de generación de energía nuclear de la reivindicación 2, que incluye un desnebulizador (48) soportado por encima de la piscina de líquido (30) para separar cualquier humedad desde una fracción de escape del efluente atmosférico de contención filtrado.

35 5. La instalación de generación de energía nuclear de la reivindicación 2, que incluye un segundo conjunto de una pluralidad de filtros (54) de fibra que se extiende desde un segundo colector (50) que está conectado a la salida (26) del recipiente.

6. La instalación de generación de energía nuclear de la reivindicación 5, en la que el segundo conjunto de la pluralidad de filtros (54) de fibra tiene una mayor densidad de fibras que el primer conjunto de filtros (44) de fibra.

40 7. La instalación de generación de energía nuclear de la reivindicación 6, en la que el segundo conjunto de filtros (54) de fibra comprende fibras de metal.

8. La instalación de generación de energía nuclear de la reivindicación 2, en la que el primer conjunto de filtros (44) de fibra comprende fibras de metal.

45 9. La instalación de generación de energía nuclear de la reivindicación 2, en la que el recipiente (24) es un recipiente a presión que incluye un aparato (28) para mantener el interior del recipiente a una presión por encima de la presión atmosférica.

10. La instalación de generación de energía nuclear de la reivindicación 2, en la que el colector (36) se extiende dentro de la porción inferior del recipiente (24) según un ángulo agudo respecto a un eje central del recipiente.

50 11. La instalación de generación de energía nuclear de la reivindicación 10, en la que el colector (36) se extiende dentro de la porción inferior del recipiente (24) configurado como una "V" invertida que tiene una pata (38, 40) descendente que se extiende desde cada lado de un vértice (39) con las salidas (42) que se extienden desde al menos una de las patas (38, 40).

12. La instalación de generación de energía nuclear de la reivindicación 11, en la que cada una de las patas (38, 40) que se extienden hacia abajo tienen las salidas (42) que se extienden desde las mismas.

13. La instalación de generación de energía nuclear de la reivindicación 11, en la que las salidas (42) se extienden hacia arriba desde las patas (38, 40) de extensión.

14. La instalación de generación de energía nuclear de la reivindicación 2, en la que el recipiente (24) está inertizado con nitrógeno.

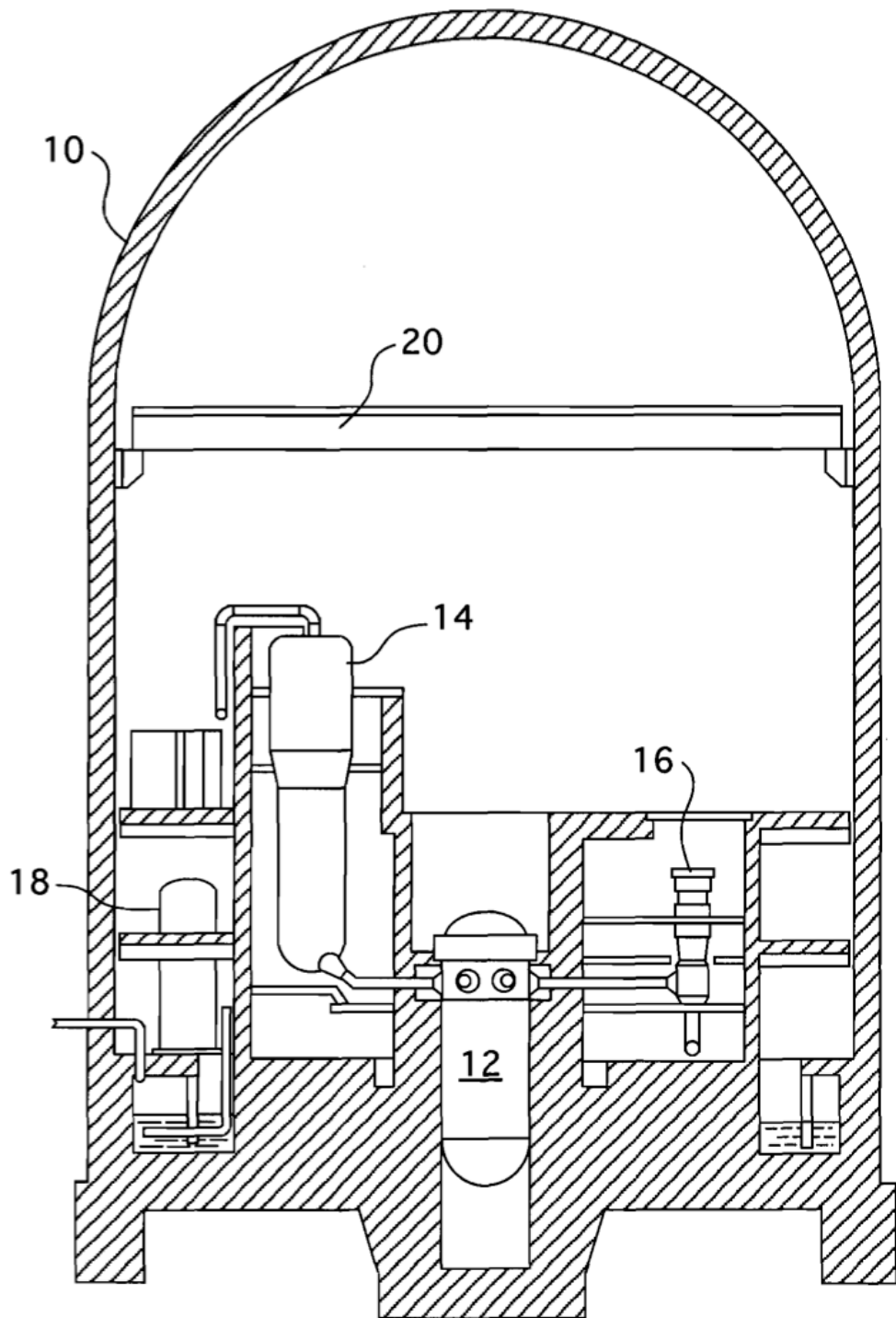


FIG. 1

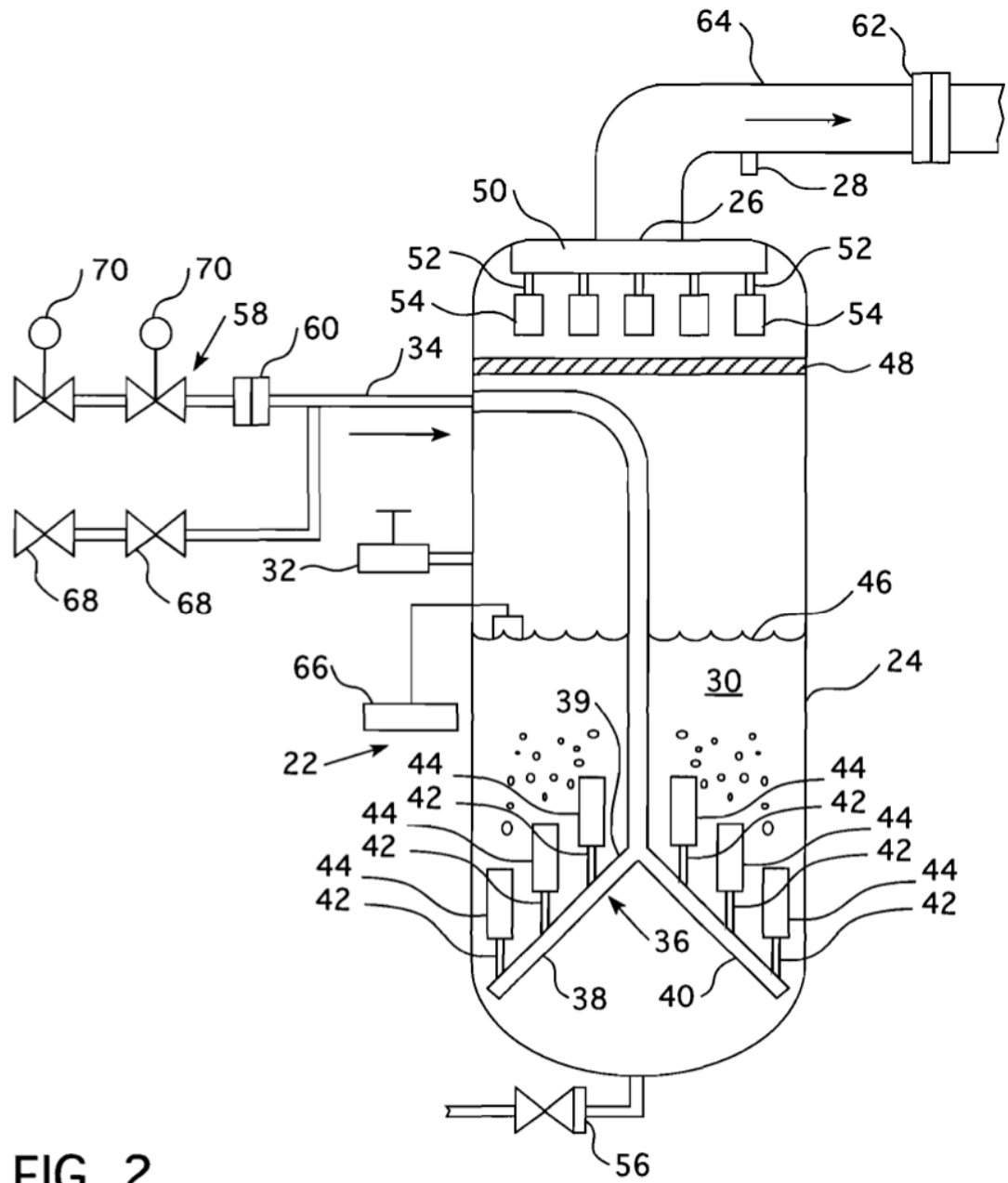


FIG. 2