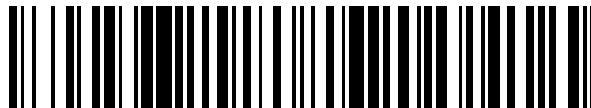


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 438 042**

51 Int. Cl.:

F24F 3/16 (2006.01)

F24F 5/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **02.12.2008 E 08170524 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **23.10.2013 EP 2071248**

54 Título: **Filtrado y tratamiento de aire para una zona de habitabilidad de un reactor nuclear**

30 Prioridad:

14.12.2007 US 957117

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

15.01.2014

73 Titular/es:

**GE-HITACHI NUCLEAR ENERGY AMERICAS LLC
(100.0%)
3901 CASTLE HAYNE ROAD
WILMINGTON, NC 28401, US**

72 Inventor/es:

SULVA, MICHAEL

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 438 042 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

Filtrado y tratamiento de aire para una zona de habitabilidad de un reactor nuclear

Campo

5 Las presentes enseñanzas versan acerca de sistemas y procedimientos para proporcionar aire filtrado a una zona de habitabilidad de una instalación de reactor nuclear.

Antecedentes

Las declaraciones de esta sección simplemente proporcionan información de antecedentes relacionada con la presente divulgación y pueden no constituir la técnica anterior.

10 Las centrales nucleares requieren sistemas de emergencia para proporcionar "aire limpio" a las zonas de habitabilidad de la sala de control (CRHA) de la central en el caso de un incidente radiológico y/o tóxico, es decir, la fuga o la liberación accidentales de contaminantes, gas o humo radiactivo y/o tóxico. Normalmente, se implementan sistemas de almacenamiento de aire presurizado para proporcionar aire limpio y seguro, es decir, aire libre de contaminantes radiactivos y tóxicos, para la habitabilidad de emergencia de la sala principal de control en tales situaciones. Tales sistemas conocidos de almacenamiento de aire presurizado requieren el almacenamiento de
15 grandes depósitos de aire presurizado y la instalación de canalizaciones, tuberías, válvulas, un regulador, instrumentación y controles operativos asociados. Además, los sistemas y equipos deben estar instalados para evitar una sobrepresurización durante la operación de tales sistemas conocidos de almacenamiento de aire presurizado. Por lo tanto, los sistemas conocidos de almacenamiento de aire presurizado pueden tener un diseño problemático, caro de instalar, implementar y operar, y ser problemáticos de mantener.

20 Además, los diseños conocidos de subsistema HVAC de la zona de habitabilidad de la sala de control normalmente utilizan unidades comerciales estándar de tratamiento de aire (AHU) de tipo de aspiración pasante para hacer circular y acondicionar el aire, es decir, calentar y enfriar aire, dentro de la CRHA. Se da a conocer un sistema tal en el documento EP 0967445. Más en particular, el trazado de tales diseños normalmente requiere que haya instalados uno o más AHU y ventiladores de retorno/escape en el exterior de la CRHA. Por ejemplo, a menudo hay ubicados
25 uno o más AHU y ventiladores de retorno /escape en una sala de equipos mecánicos que está separada de la CRHA. El uso de AHU y de ventiladores externos hace necesaria la instalación de una gran cantidad de tuberías aisladas que deben ser encaminadas desde el exterior de la CRHA hasta el interior de la CRHA. Tal encaminamiento de tuberías desde el exterior de la CRHA puede ser problemático a la hora de cumplir los requerimientos de seguridad relativos a la "fuga entrante" de aire contaminado radiactivo desde el exterior de la
30 CRHA durante un incidente radiológico y/o tóxico.

Sumario

La presente invención reside en un sistema para hacer circular y acondicionar aire en una zona de habitabilidad de un reactor nuclear como se especifica en las reivindicaciones adjuntas.

35 Serán evidentes áreas adicionales de aplicabilidad de las presentes enseñanzas a partir de la descripción proporcionada en el presente documento. Se debería comprender que la descripción y los ejemplos específicos están concebidos únicamente con fines ilustrativos y no se pretende que limiten el ámbito de las presentes enseñanzas.

Dibujos

40 Los dibujos descritos en el presente documento son únicamente para fines ilustrativos y no se pretende que limiten el ámbito de las presentes enseñanzas de manera alguna.

La Figura 1 es un bloque esquemático de un sistema de filtrado y de acondicionamiento de aire (AFC) para una zona de habitabilidad de una instalación de reactor nuclear, según diversas realizaciones de la presente divulgación.

45 La Figura 2 es un bloque esquemático de un subsistema de filtrado y de tratamiento de aire de operaciones normales del sistema de AFC mostrado en la Figura 1, según diversas realizaciones de la presente divulgación.

La Figura 3 es un bloque esquemático que ilustra un subsistema de filtrado de emergencia del sistema de AFC mostrado en la Figura 1, según diversas realizaciones de la presente divulgación.

50 La Figura 4 es un diagrama de bloque en corte transversal de una unidad de filtrado de aire de emergencia incluida en el subsistema de filtrado de emergencia mostrado en la Figura 3, según diversas realizaciones de la presente divulgación.

Descripción detallada

La siguiente descripción simplemente es de naturaleza ejemplar y no se pretende de ninguna forma que limite las enseñanzas, la aplicación, ni los usos presentes. En la presente memoria, se utilizarán números similares de referencia para hacer referencia a elementos similares.

5 La Figura 1 es un bloque esquemático de un sistema 10 de filtrado y de acondicionamiento de aire (AFC) para una zona 14 de habitabilidad de una instalación de reactor nuclear, según diversas realizaciones de la presente divulgación. La zona 14 de habitabilidad puede ser cualquier zona, sala o edificio de la instalación de reactor nuclear, tal como una central nuclear, que esté construida para ser ocupada por seres humanos. Por ejemplo, en diversas realizaciones, la zona 14 de habitabilidad puede ser una sala de control de una central nuclear que está estructurada y equipada para ser ocupada por una pluralidad del personal de la central para controlar la operación de la central. El sistema 10 de AFC está estructurado y es operable para generar un flujo de aire en la zona 14 de habitabilidad que proporciona aire respirable seguro a los ocupantes de la zona 14 de habitabilidad. Más en particular, como se describe a continuación, durante una operación normal de la instalación de reactor nuclear, el sistema 10 de AFC hace circular el aire en la zona de habitabilidad que está filtrado para eliminar diversos materiales particulados medioambientales no radiactivos ni tóxicos, tales como polvo, tierra, polen, etc. y acondicionado, es decir, calentado y/o enfriado, hasta una temperatura deseada. Además, como se describe a continuación, durante el acontecimiento de un incidente nuclear y/o tóxico, el sistema 10 de AFC sella, o aísla, la zona de habitabilidad contra una infiltración de aire contaminado con materia y materiales particulados radiactivos y/o tóxicos y hace circular aire en la zona de habitabilidad que está filtrado para eliminar tal materia y tales materiales particulados radiactivos y tóxicos.

En general, el sistema 10 de AFC incluye un subsistema 18 de filtrado y de acondicionamiento de aire de operaciones normales (NOAFC) y un subsistema 22 de filtrado de emergencia (EF). El subsistema 18 de NOAFC está estructurado y es operable durante condiciones operativas normales, del día a día, de la instalación de reactor nuclear, para acondicionar y para generar un flujo de aire en la zona 14 de habitabilidad. Más específicamente, el subsistema 18 de NOAFC está estructurado y es operable para hacer circular aire en la zona 14 de habitabilidad que es filtrado para eliminar diversos materiales particulados medioambientales no radiactivos ni tóxicos, tales como polvo, tierra, polen, etc., y acondicionado, es decir, calentado y/o enfriado, hasta una temperatura deseada. El subsistema 22 de EF está estructurado y es operable para proporcionar aire respirable seguro a la zona 14 de habitabilidad durante un incidente radiológico y/o tóxico. Más específicamente, el subsistema 22 de EF es operable durante un incidente nuclear y/o tóxico para proporcionar un flujo de aire en la zona de habitabilidad que está filtrado para estar sustancialmente libre de material, materia, materiales particulados, gas, etc. radiológico y/o tóxico.

El subsistema 18 de NOAFC incluye un subsistema 26 de recirculación y de acondicionamiento y un subsistema 30 de aire de sustitución. El subsistema 26 de recirculación y de acondicionamiento está estructurado y es operable para generar y acondicionar un flujo de aire de recirculación en la zona 14 de habitabilidad en ausencia de cualquier conducto de transporte de aire, es decir, de una tubería, que penetre el límite externo de la zona 14 de habitabilidad. El límite externo de la zona 14 de habitabilidad, según se utiliza en el presente documento, está definido como la estructura compuesta de las paredes, del techo y del suelo que rodea la zona 14 de habitabilidad. Por lo tanto, no hay aberturas en el límite externo para la entrada o salida de tuberías del subsistema 26 de recirculación y de acondicionamiento a través de las cuales el aire inseguro, es decir, aire contaminado con materia radiactiva y/o tóxica, pueda infiltrar la zona de habitabilidad durante un incidente radiológico y/o tóxico. Según se utiliza en el presente documento, un incidente radiológico y/o tóxico está definido como un incidente en el que se liberan o se producen fugas de material, materia, materiales particulados, gas, etc. radiológicos y/o tóxicos peligrosos y nocivos de un reactor nuclear de la instalación de reactor nuclear al aire.

El subsistema 30 de aire de sustitución está estructurado y es operable para trabajar conjuntamente con el subsistema 26 de recirculación y de acondicionamiento durante condiciones operativas normales, del día a día, de la instalación de reactor nuclear. En particular, el subsistema de aire de sustitución está estructurado y es operable para proporcionar aire de sustitución, filtrado para eliminar materiales particulados medioambientales no radiactivos ni tóxicos, tales como polvo, tierra, polen, etc., de la zona de habitabilidad. Por lo tanto, durante condiciones operativas normales, del día a día, de la instalación de reactor nuclear, el subsistema 26 de recirculación y de acondicionamiento y un subsistema 30 de aire de sustitución operan conjuntamente para proporcionar aire acondicionado, filtrado para eliminar materiales particulados medioambientales no radiactivos ni tóxicos, a los ocupantes de la zona 14 de habitabilidad.

Con referencia ahora a la Figura 2, la zona 14 de habitabilidad está construida para incluir un recinto superior 34 y un recinto inferior 38. En diversas realizaciones, el recinto superior 34 está formado entre una división 42 del techo colocada, por ejemplo colgada, en la zona 14 de habitabilidad y un techo 46 de la zona 14 de habitabilidad. De forma similar, en diversas realizaciones, el recinto inferior 38 está formado entre una división elevada 50 del suelo colocada en la zona 14 de habitabilidad y un suelo 54 de la zona 14 de habitabilidad. En el presente documento se denominará espacio 58 para los ocupantes al espacio dentro de la zona 14 de habitabilidad que se encuentra entre la división 42 del techo y la división 50 del suelo. La división 42 del techo incluye una pluralidad de agujeros 62 de ventilación que permiten que el aire procedente del interior del espacio 58 para los ocupantes fluya hasta el recinto

superior 34. Además, la división 50 del suelo incluye una pluralidad de registros 66 de ventilación que permiten que el aire procedente del interior del recinto inferior 38 fluya al interior del espacio 58 para los ocupantes.

5 Como se ha descrito anteriormente, el subsistema 18 de NOAFC incluye el subsistema 26 de recirculación y de acondicionamiento y el subsistema 30 de aire de sustitución. El subsistema 26 de recirculación y de
acondicionamiento y el subsistema 30 de aire de sustitución operan conjuntamente para generar un flujo de aire
acondicionado y filtrado en la zona 14 de habitabilidad durante la operación normal de la instalación de reactor
nuclear.

10 El subsistema 26 de recirculación y de acondicionamiento incluye una o más unidades 70 de tratamiento de aire de recirculación ubicadas en la zona 14 de habitabilidad. Es decir, las una o más unidades 70 de tratamiento de aire de recirculación están ubicadas e instaladas físicamente en los confines del límite externo de la zona 14 de habitabilidad. En diversas implementaciones, la o las unidades 70 de tratamiento de aire de recirculación están ubicadas en el espacio 58 para los ocupantes. En diversas realizaciones, como se ilustra en la Figura 2, el subsistema 26 de recirculación y de acondicionamiento puede incluir un par de unidades redundantes 70 de tratamiento de aire de recirculación. Las unidades redundantes 70 de tratamiento de aire de recirculación están
15 implementadas de forma que si una unidad 70 de tratamiento de aire de recirculación falla o se vuelve inoperable, la segunda unidad 70 de tratamiento de aire de recirculación será operable para generar el flujo de aire acondicionado y filtrado en la zona 14 de habitabilidad, como se describe a continuación. En diversas realizaciones, cada unidad 70 de tratamiento de aire de recirculación incluye una entrada 74 de aire, una salida 78 de aire, al menos un filtro 82 y un ventilador, o soplador, 86. El ventilador 86 es operable para aspirar aire al interior de la respectiva unidad 70 de
20 tratamiento de aire de recirculación, a través de la entrada 74, hacer pasar el aire a través del o de los filtros 82 y obligar al aire filtrado a salir a través de la salida 78.

Cada unidad 70 de tratamiento de aire de recirculación está conectada fluidamente con el recinto superior 34 por medio de una chimenea de ventilación o conducto 90 de entrada, que está conectado en un primer extremo a la
25 entrada respectiva 74 de la unidad de tratamiento de aire de recirculación. Un segundo extremo opuesto de cada chimenea de ventilación o conducto 90 de entrada se extiende a través de la división 42 del techo y termina en el recinto superior 34. Por lo tanto, el aire puede fluir desde el interior del recinto superior 34, a través de cada chimenea de ventilación o conducto 90 de entrada y al interior de la respectiva unidad 70 de tratamiento de aire de recirculación. Además, cada unidad 70 de tratamiento de aire de recirculación está conectada fluidamente al recinto inferior 38, de forma que el aire pueda fluir desde el interior de cada unidad 70 de tratamiento de aire de recirculación al interior del recinto inferior por medio de la salida respectiva 78 de aire. En diversas realizaciones, la salida 78 de aire de cada unidad 70 de tratamiento de aire de recirculación está ubicada en una parte inferior de la respectiva unidad 70 de tratamiento de aire de recirculación, de forma que cada salida 78 de aire está conectada fluidamente al recinto inferior 38 al estar ubicada cada salida 78 de aire sobre un respectivo orificio o abertura 94 de salida en la división 50 del suelo. Sin embargo, en diversas otras realizaciones, cada salida 78 de aire puede estar
35 conectada fluidamente al recinto inferior 38 mediante cualquier medio adecuado de conducto de aire, tal como tuberías, tubos flexibles o canalizaciones adecuados de aire conectados entre la salida respectiva 78 de aire y un orificio respectivo 94 de salida.

Por lo tanto, cada unidad 70 de tratamiento de aire de recirculación es operable, por medio del ventilador respectivo 86, para generar un flujo de aire forzado a través de la respectiva unidad 70 de tratamiento de aire de recirculación al aspirar aire desde el recinto superior 34 a través de la respectiva chimenea de ventilación o conducto 90 de
40 entrada y de la entrada 74, hacer pasar el aire a través del o de los filtros 82, y obligando al aire a salir hacia el interior del recinto inferior 38 a través de la salida respectiva 78 de aire. Más en particular, al aspirar aire del recinto superior 34 y forzar el aire al interior del recinto inferior 38, la operación de una cualquiera o más de las unidades 70 de tratamiento de aire de recirculación creará un flujo de aire de recirculación a través de la zona 14 de habitabilidad, y/o en la misma. Es decir, la operación de una cualquiera o más de las unidades 70 de tratamiento de aire de recirculación aspirarán aire desde el recinto superior 34 y forzarán el aire al interior del recinto inferior 38, lo que hará que el aire circule y vuelva a circular desde el recinto inferior 38, a través del espacio 58 para los ocupantes y al interior del recinto superior 34, por medio de los agujeros y registros 62 y 66. Por lo tanto, la operación de una cualquiera o más de las unidades 70 de tratamiento de aire de recirculación generará un flujo de aire de recirculación en la zona 14 de habitabilidad en ausencia de aberturas en el límite externo de la zona de habitabilidad para la entrada o la salida de tuberías que transporten aire del subsistema 26 de recirculación y de acondicionamiento a través de las cuales puede infiltrarse aire no seguro o nocivo la zona 14 de habitabilidad durante un incidente radiológico y/o tóxico.

55 Como se ha descrito anteriormente, según se fuerza aire a través de cada unidad respectiva 70 de tratamiento de aire de recirculación, el aire es hecho pasar a través de uno o más filtros 82. En diversas realizaciones, el o los filtros 82 pueden ser cualquier filtro o conjunto de filtros adecuado para eliminar diversos materiales particulados medioambientales no radiactivos ni tóxicos, tales como polvo, tierra, polen, etc. del flujo de aire de recirculación en la zona 14 de habitabilidad. Además, en diversas realizaciones, cada unidad 70 de tratamiento de aire de recirculación puede incluir un elemento 98 de calentamiento, por ejemplo, una bobina eléctrica de calentamiento. Cada elemento 98 de calentamiento es operable para calentar el flujo de aire de recirculación en la zona 14 de habitabilidad hasta
60

una temperatura deseada, al calentar el flujo de aire forzado a través de cada unidad respectiva 70 de tratamiento de aire de recirculación.

Además, en diversas realizaciones, el subsistema 26 de recirculación y de acondicionamiento puede incluir un depósito 102 de almacenamiento térmico de refrigerante enfriado que está conectado fluidamente a un serpentín 106 de enfriamiento de cada unidad respectiva 70 de tratamiento de aire de recirculación. En diversas realizaciones, el depósito 102 de almacenamiento térmico de refrigerante enfriado está ubicado alejado de la zona 14 de habitabilidad. Por ejemplo, en diversas implementaciones, el depósito 102 de almacenamiento térmico de refrigerante enfriado está ubicado en una sala 116A de equipos de la instalación que está separada de la zona 14 de habitabilidad. En general, el depósito 102 de almacenamiento térmico de refrigerante enfriado está estructurado y es operable para retener y enfriar una cantidad de refrigerante, por ejemplo, agua u otro refrigerante adecuado, que es bombeado a través de los serpentines 106 de enfriamiento de la unidad de tratamiento de aire de recirculación para enfriar el flujo de aire de recirculación en la zona 14 de habitabilidad hasta una temperatura deseada, al enfriar el flujo de aire forzado a través de las unidades 70 de tratamiento de aire de recirculación. Más en particular, el serpentín 106 de enfriamiento de cada unidad 70 de tratamiento de aire de recirculación está conectado fluidamente al depósito 102 de almacenamiento térmico de refrigerante enfriado por medio de una canalización 110 de refrigerante enfriado y una canalización 114 de retorno de refrigerante.

Hay conectadas bombas 118 de refrigerante en línea con la canalización 110 de refrigerante enfriado para bombear refrigerante enfriado desde el depósito 102 de almacenamiento térmico de refrigerante enfriado hasta los respectivos serpentines 106 de enfriamiento de la o las unidades 70 de tratamiento de aire de recirculación. Entonces, el refrigerante enfriado circula a través del o de los serpentines 106 de enfriamiento y es devuelto al depósito 102 de almacenamiento térmico de refrigerante enfriado por medio de la canalización 114 de retorno de refrigerante. Según circula el flujo de aire forzado a través de la o las unidades 70 de tratamiento de aire de recirculación, como se ha descrito anteriormente, el o los respectivos serpentines 106 de enfriamiento y el refrigerante enfriado que fluye a través de los mismos eliminan calor del aire que es forzado al interior del recinto inferior 38. Por lo tanto, el flujo de aire de recirculación que atraviesa y se encuentra dentro de la zona 14 de habitabilidad es enfriado hasta una temperatura deseada.

Con referencia ahora al subsistema 30 de aire de sustitución del subsistema 18 de NOAFC, generalmente el subsistema 30 de aire de sustitución proporciona aire filtrado de sustitución a la zona 14 de habitabilidad. La operación del subsistema 26 de recirculación y de acondicionamiento, como se ha descrito anteriormente, crea una presión positiva en la zona 14 de habitabilidad. La presión positiva obligará al aire del interior de la zona 14 de habitabilidad a salir de la zona 14 de habitabilidad cuando se crean aberturas en el límite externo de la zona de habitabilidad. Por ejemplo, una puerta abierta, enchufes eléctricos no cubiertos, etc., presentarán aberturas dentro del límite externo a través de las cuales puede infiltrarse aire del exterior de la zona 14 de habitabilidad. Por lo tanto, la presión positiva evita que el aire fuera de la zona 14 de habitabilidad infiltre, o entre, en la zona 14 de habitabilidad a través de tales aberturas. Para mantener la presión positiva en la zona 14 de habitabilidad, el subsistema 30 de aire de sustitución fuerza aire al interior del recinto superior 34 y/o del recinto inferior de la zona 14 de habitabilidad. Aunque la Figura 2 ilustra el flujo de aire de sustitución siendo forzado al interior del recinto superior 34, se debería comprender que el flujo de aire de sustitución podría ser forzado, similarmente, al interior del recinto inferior 38 y permanecer dentro del ámbito de la presente divulgación.

En diversas realizaciones, el subsistema 30 de aire de sustitución está ubicado alejado de la zona 14 de habitabilidad. Por ejemplo, en diversas implementaciones, el subsistema 30 de aire de sustitución está ubicado en una sala 116B de equipos de la instalación que está separada de la zona 14 de habitabilidad. Se debería comprender que aunque se ilustran las salas 116A y 116B de equipos de la instalación como salas de equipos separadas, en diversas realizaciones las salas 116A y 116B de equipos de la instalación pueden ser una única sala 16 de equipos de la instalación en la que pueden estar ubicados el depósito 102 de almacenamiento térmico de refrigerante enfriado, el subsistema 30 de aire de sustitución, y diversos equipos, sistemas y subsistemas adicionales descritos en el presente documento.

El subsistema 30 de aire de sustitución incluye una o más unidades 122 de tratamiento de aire de sustitución que generan un flujo de aire de sustitución al interior de los recintos superior y/o inferior 34 y/o 38. En particular, cada unidad 122 de tratamiento de aire de sustitución incluye una entrada 126 de aire, una salida 130 de aire, al menos un filtro 134 y un ventilador, o soplador 138. El o los filtros 134 de la unidad de tratamiento de aire de sustitución pueden ser cualquier filtro adecuado para eliminar diversos materiales particulados medioambientales no radiactivos ni tóxicos, tales como polvo, tierra, polen, etc., del flujo de aire de sustitución que es forzado al interior de los recintos superior y/o inferior 34 y/o 38 de la zona 14 de habitabilidad.

El ventilador 138 es operable para aspirar aire al interior de la respectiva unidad 122 de tratamiento de aire de sustitución, a través de la entrada 126, hacer pasar el aire a través del o de los filtros 134 y forzar el aire filtrado al exterior a través de la salida 130. Más específicamente, cada unidad 122 de tratamiento de aire de sustitución aspira aire desde un entorno en el exterior de la zona 14 de habitabilidad y fuerza al aire al interior de los recintos superior y/o inferior 34 y/o 38 a través del conducto que transporta aire de sustitución, por ejemplo tuberías 142. Las tuberías 142 de aire de sustitución están conectadas a la salida 130 de cada unidad 122 de tratamiento de aire de

sustitución, se extienden a través del límite externo de la zona de habitabilidad, y terminan dentro de los recintos superior y/o inferior 34 y/o 38. En consecuencia, cada ventilador 126 de unidad de tratamiento de aire de sustitución es operable para aspirar aire al interior de la unidad 122 de tratamiento de aire de sustitución desde un entorno fuera de la zona 14 de habitabilidad, hacer pasar el aire a través del o de los filtros respectivos 134, y forzar al aire filtrado al interior del recinto superior 34 y/o el recinto inferior 38 de la zona de habitabilidad, a través de las tuberías 142 de aire de sustitución. Como se ha descrito anteriormente, forzar aire al interior de al menos uno de los recintos superior e inferior 34 y 38 crea y mantiene una presión positiva en la zona 14 de habitabilidad que evitará que el aire exterior de la zona 14 de habitabilidad se infiltre, o entre, en la zona 14 de habitabilidad a través de diversas aberturas en el límite externo de la zona de habitabilidad.

En diversas realizaciones, el subsistema 30 de aire de sustitución incluye, además, un par de amortiguadores 146 de aislamiento dentro de las tuberías 142 de transporte de aire de sustitución. Los amortiguadores 146 de aislamiento están estructurados y son operables para proporcionar una junta sustancialmente hermética dentro de las tuberías 142 de transporte de aire de sustitución, de forma que el aire no pueda fluir al interior o fuera de los recintos superior y/o inferior 34 y 38, a través de las tuberías 142 de transporte de aire de sustitución, durante un incidente radiológico y/o tóxico. Más en particular, en diversas realizaciones, los amortiguadores 146 de aislamiento están ubicados dentro de las tuberías 142 de aire de sustitución de forma sustancial inmediatamente adyacentes al límite exterior de la zona 14 de habitabilidad, de forma que haya muy poca longitud de tuberías 142 de aire de sustitución, si es que la hay, extendiéndose entre los amortiguadores 146 de aislamiento y el exterior del límite externo de la zona de habitabilidad. Esto limita la cantidad de aire, por ejemplo aire contaminado o nocivo, que sale al interior las tuberías 142 de aire de sustitución entre los amortiguadores 146 de aislamiento y el exterior del límite externo de la zona de habitabilidad, que puede fluir al interior de la zona 14 de habitabilidad después de que se hayan cerrado los amortiguadores 146 de aislamiento.

Como se ilustra en la Figura 2, en diversas realizaciones, el subsistema 30 de aire de sustitución puede incluir un par de unidades 122 de tratamiento de aire de sustitución. Las unidades redundantes 122 de tratamiento de aire de sustitución están implementadas de forma que si una unidad 122 de tratamiento de aire de sustitución falla o se vuelve inoperable, la segunda unidad 122 de tratamiento de aire de sustitución será operable para generar el flujo de aire de sustitución al interior del recinto superior 34 de la zona de habitabilidad, como se describe a continuación.

Además, en diversas realizaciones, el subsistema 26 de recirculación y de acondicionamiento puede incluir una o más fuentes 150 de energía eléctrica acumulada. La o las fuentes 150 de energía eléctrica acumulada pueden ser cualquier fuente pasiva adecuada de energía eléctrica acumulada tal como un banco de baterías de corriente continua (CC). La o las fuentes 150 de energía eléctrica acumulada están estructuradas y son operables para proporcionar energía eléctrica a la o las unidades 70 de tratamiento de aire de recirculación y/o a las bombas 118 del depósito de almacenamiento térmico de refrigerante enfriado en ausencia de un suministro constante de energía, tal como cualquier generador exterior o *in situ* o una compañía eléctrica. Por ejemplo, si se produjese un incidente radiológico y/o tóxico, se puede inhabilitar o cortar el suministro constante de energía a la o las unidades 70 de tratamiento de aire de recirculación, un suministro de abastecimiento de refrigerante al depósito 102 de almacenamiento térmico de refrigerante enfriado, y a las bombas 118 del depósito de almacenamiento térmico de refrigerante enfriado. En tales casos, la o las fuentes 150 de energía eléctrica acumulada serían habilitadas automáticamente para proporcionar energía para operar la o las unidades 70 de tratamiento de aire de recirculación y/o las bombas 118 del depósito de almacenamiento térmico de refrigerante enfriado en el transcurso de una duración limitada de tiempo, por ejemplo, 1 hora, 2 horas, 3 horas, 4 horas, 1 día, 2 días, 3 días, 4 días, etc.

En diversas realizaciones, el subsistema 26 de recirculación y de acondicionamiento puede incluir una pluralidad de fuentes 150 de energía eléctrica acumulada, de forma que cada unidad 70 de tratamiento de aire de recirculación y/o las bombas 118 del depósito de almacenamiento térmico del refrigerante enfriado estén conectadas eléctricamente a una fuente respectiva de las fuentes 150 de energía eléctrica acumulada. Por lo tanto, cada una de las unidades 70 de tratamiento de aire de recirculación y/o las bombas 118 del depósito de almacenamiento térmico de refrigerante enfriado estarían alimentadas por una fuente independiente 150 de energía eléctrica acumulada en ausencia de un suministro constante de energía. De forma alternativa, en diversas realizaciones, el subsistema 26 de recirculación y de acondicionamiento puede incluir una única fuente 150 de energía eléctrica acumulada configurada para proporcionar energía eléctrica a cada una de las unidades 70 de tratamiento de aire de recirculación y/o a las bombas 118 del depósito de almacenamiento térmico de refrigerante enfriado en ausencia de un suministro constante de energía. O, además, en otras realizaciones, el subsistema 26 de recirculación y de acondicionamiento puede incluir una primera fuente 150 de energía eléctrica acumulada configurada para proporcionar energía eléctrica a cada una de la o las unidades 70 de tratamiento de aire de recirculación y una segunda fuente 150 de energía eléctrica acumulada configurada para proporcionar energía eléctrica a las bombas 118 del depósito de almacenamiento térmico de refrigerante enfriado en ausencia de un suministro constante de energía.

Con referencia de nuevo a la Figura 1, en diversas realizaciones, el subsistema 26 de recirculación y de acondicionamiento puede incluir un subsistema 154 de purga de humo. El subsistema 154 de purga de humo incluye un ventilador 158 de purga de humo que está ubicado en el exterior de la zona 14 de habitabilidad y está conectado fluidamente al recinto superior 34 por medio de un conducto o tubería 162 de salida de purga de humo que se extiende a través del límite externo de la zona de habitabilidad. El subsistema 154 de purga de humo incluye,

además, un conducto o tubería 166 de entrada de purga de humo, que conecta fluidamente un acceso exterior 170 de aire con el recinto inferior 38 a través de la tubería 166 de entrada de purga de humo. El subsistema 154 de purga de humo está estructurado y es operable para purgar rápidamente y sustituir el aire procedente del interior de la zona 14 de habitabilidad. Por ejemplo, si se llenase la zona de habitabilidad de humo debido a un accidente o incendio en la instalación de reactor nuclear o dentro de la zona 14 de habitabilidad, se puede activar el subsistema 154 de purga de humo para purgar rápidamente el humo al entorno en el exterior de la zona 14 de habitabilidad, por medio del ventilador 158 y la tubería 162 de salida. De forma sustancialmente simultánea, se aspirará aire de sustitución desde el exterior de la zona 14 de habitabilidad al interior de la zona 14 de habitabilidad, por medio del ventilador 158 y de la tubería 166 de entrada.

Además, en diversas implementaciones, el subsistema 154 de purga de humo incluye, además, un par de amortiguadores 174 de aislamiento de entrada dentro de la tubería 166 de entrada de purga de humo. Los amortiguadores 174 de aislamiento de entrada están estructurados y son operables para proporcionar una junta sustancialmente hermética dentro de la tubería 166 de entrada de purga de humo, de forma que no pueda fluir aire al interior o fuera de la zona 14 de habitabilidad a través de la tubería 166 de entrada de purga de humo, durante un incidente radiológico y/o tóxico. Más en particular, los amortiguadores 174 de aislamiento de entrada están ubicados dentro de la tubería 166 de entrada de purga de humo de forma sustancial inmediatamente adyacentes al límite exterior de la zona 14 de habitabilidad, de forma que haya muy poca longitud de la tubería 166 de entrada, si es que la hay, extendiéndose entre los amortiguadores 174 de aislamiento de entrada y el exterior del límite externo de la zona de habitabilidad. Esto limita la cantidad de aire, por ejemplo, aire contaminado o nocivo, que sale al interior de la tubería 166 de entrada entre los amortiguadores 174 de aislamiento de entrada y el exterior del límite externo de la zona de habitabilidad, y que puede fluir al interior o fuera de la zona 14 de habitabilidad después de que se han cerrado los amortiguadores 174 de aislamiento de entrada.

Además, en diversas implementaciones, el subsistema 154 de purga de humo incluye un par de amortiguadores 178 de aislamiento de salida dentro de la tubería 162 de salida de purga de humo. Los amortiguadores 178 de aislamiento de salida están estructurados y son operables para proporcionar una junta sustancialmente hermética dentro de la tubería 162 de salida de purga de humo, de forma que el aire no pueda fluir al interior o fuera de la zona 14 de habitabilidad por medio de la tubería 162 de salida de purga de humo, durante un incidente radiológico y/o tóxico. Más en particular, los amortiguadores 178 de aislamiento de salida están ubicados dentro de la tubería 162 de salida de purga de humo de forma sustancial inmediatamente adyacentes al límite exterior de la zona 14 de habitabilidad, de forma que haya muy poca longitud de la tubería 162 de salida, si es que la hay, extendiéndose entre los amortiguadores 178 de aislamiento de salida y el exterior del límite externo de la zona de habitabilidad. Esto limita la cantidad de aire, por ejemplo, aire contaminado o nocivo, que salen al interior de la tubería 162 de salida entre los amortiguadores 178 de aislamiento de salida y el exterior del límite externo de la zona de habitabilidad, que puede fluir al interior o fuera de la zona 14 de habitabilidad después de que se hayan cerrado los amortiguadores 178 de aislamiento de salida.

Con referencia ahora a la Figura 3, como se ha descrito anteriormente, el subsistema 22 de filtrado de emergencia (EF) está estructurado y es operable para proporcionar aire a la zona 14 de habitabilidad que está sustancialmente libre de contaminantes radiactivos y/o tóxicos durante un incidente radiológico y/o tóxico. El subsistema 22 de EF incluye una o más unidades 182 de filtrado de aire de emergencia (EAFU). En diversas realizaciones, como se ilustra en la Figura 3, el subsistema 22 de EF puede incluir dos o más EAFU redundantes 182. Las EAFU redundantes 182 están implementadas de forma que si una EAFU 182 falla o se vuelve inoperable, una segunda EAFU 182 será operable, etcétera, para proporcionar aire a la zona 14 de habitabilidad que está sustancialmente libre de contaminantes radiactivos y/o tóxicos durante un incidente radiológico y/o tóxico. Aunque el subsistema 22 de EF puede incluir una única EAFU 182 y permanecer dentro del ámbito de la presente divulgación, en aras de la claridad y de la sencillez, en el presente documento se describirá que el subsistema 22 de EF incluye dos o más EAFU redundantes 182.

En diversas implementaciones, las EAFU 182 están ubicadas alejadas de la zona 14 de habitabilidad. Por ejemplo, las EAFU 182 pueden estar ubicadas en una sala 116 de equipos de la instalación, por ejemplo la sala 116A de equipos, que está separada de la zona 14 de habitabilidad. Cada EAFU 182 está estructurada y es operable para proporcionar aire libre de contaminantes radiactivos y tóxicos a la zona de habitabilidad.

Con referencia también a la Figura 4, cada EAFU 182 incluye un alojamiento 186 conectado a una fuente 190 de aire exterior por medio de un conducto de ventilación o tubería 194 de entrada, y a la zona 14 de habitabilidad por medio del conducto de ventilación o tubería 198 de salida. Cada EAFU 182 incluye, además, un conjunto 202 de filtros (ilustrado de forma óptima en la Figura 4) dentro del alojamiento 186, y al menos un conjunto 206 de ventilador. Cada conjunto 206 de ventilador está estructurado y es operable para generar un flujo de aire desde la fuente 190 de aire exterior al interior de la zona 14 de habitabilidad al aspirar aire a través de la tubería 194 de entrada, obligando al aire a través del conjunto 202 de filtros para filtrar contaminantes radiactivos y/o tóxicos, y obligando al aire filtrado a salir a través de la tubería 198 de salida al interior del recinto superior y/o inferior 34 y/o 38 de la zona de habitabilidad.

En diversas realizaciones, como se ilustra en la Figura 3, cada EAFU 182 puede incluir dos conjuntos redundantes 206 de ventilador. Los conjuntos redundantes 206 de ventilador están implementados de forma que si un conjunto 206 de ventilador falla o se vuelve inoperable, el segundo conjunto 206 de ventilador será operable para proporcionar el aire filtrado a la zona 14 de habitabilidad que está sustancialmente libre de contaminantes radiactivos y/o tóxicos. Aunque cada EAFU 182 puede incluir un único conjunto 206 de ventilador y permanecer dentro del ámbito de la presente divulgación, en aras de la claridad y de la sencillez, en el presente documento se describirá que las EAFU 182 incluyen conjuntos redundantes 206 de ventilador.

El conjunto 202 de filtros de cada EAFU 182 incluye una pluralidad de filtros 210 de aire adecuados para eliminar contaminantes radiactivos y tóxicos del flujo de aire generado a través de la EAFU respectiva 182, por medio de los conjuntos respectivos 206 de ventilador. Por ejemplo, en diversas realizaciones, cada conjunto 202 de filtros puede incluir un primer filtro 210A de material particulado, un segundo filtro 210B de material particulado, un filtro 210C de lecho de carbón y un tercer filtro 210D de material particulado. El primer filtro 210A de material particulado puede ser cualquier filtro adecuado para eliminar las partículas radiactivas y/o tóxicas mayores del flujo de aire según entra el flujo de aire en la EAFU respectiva 182, por medio de la tubería 194 de entrada. Entonces, el flujo de aire puede pasar a través del segundo filtro particular 210B, por ejemplo, un filtro HEPA, para eliminar la mayor parte de las partículas radiactivas y/o tóxicas restantes. El filtro 210C de lecho de carbón puede ser cualquier filtro adecuado para filtrar aromáticamente el flujo de aire, es decir, eliminar olores y/o gases radiactivos no deseables del flujo de aire, y el tercer filtro 210D de material particulado puede ser cualquier filtro adecuado para eliminar cualquier partícula radiactiva y/o tóxica restante y cualquier polvo de carbón que pueda haber en el flujo de aire después de pasar a través del filtro 210C de lecho de carbón. Por lo tanto, el flujo de aire que sale de cada EAFU 182 y que es forzado al interior del recinto superior y/o inferior 34 y/o 38 de la zona de habitabilidad, por medio de la tubería 198 de salida estará libre de partículas de gas radiactivo nocivas y/o tóxicas.

En diversas realizaciones, el subsistema 22 de EF incluye una o más fuentes 214 de energía eléctrica acumulada. La o las fuentes 214 de energía eléctrica acumulada pueden ser cualquier fuente pasiva adecuada de energía eléctrica acumulada, tal como un banco de baterías de corriente continua (CC). La o las fuentes 214 de energía eléctrica acumulada están estructuradas y son operables para proporcionar energía eléctrica a las EAFU 182 en ausencia de un suministro constante de energía, tal como cualquier generador exterior o *in situ* o una compañía eléctrica. Por ejemplo, si se produjese un incidente radiológico y/o tóxico, se puede inhabilitar o cortar el suministro constante de energía a la o las EAFU 182. En tales casos, se habilitarían automáticamente la o las fuentes 214 de energía eléctrica acumulada para proporcionar energía para operar la o las EAFU 182, como se describe en el presente documento, en el transcurso de una duración limitada de tiempo, por ejemplo, 1 hora, 2 horas, 3 horas, 4 horas, 1 día, 2 días, 3 días, 4 días, 1 semana, 2 semanas, etc.

Como se ilustra en la Figura 3, en diversas realizaciones, el subsistema 26 de recirculación y de acondicionamiento puede operar, como se ha descrito anteriormente, conjuntamente con el subsistema 22 de EF durante un incidente radiológico y/o tóxico. Por ejemplo, durante un incidente radiológico y/o tóxico, la o las unidades 70 de tratamiento de aire de recirculación y el depósito 102 de almacenamiento térmico de refrigerante enfriado, es decir, las bombas 118, pueden operar, utilizando la o las fuentes 150 de energía eléctrica acumulada como se ha descrito anteriormente, para hacer circular, filtrar y enfriar el aire, libre de sustancias radiactivas y tóxicas, dentro de la zona 14 de habitabilidad que es proporcionado por el subsistema 22 de EF. Sin embargo, se debería comprender que es suficiente la operación del subsistema 22 de EF para hacer circular el aire, libre de sustancias radiactivas y tóxicas, en la zona 14 de habitabilidad, de forma que se proporcione a los ocupantes de la zona 14 de habitabilidad aire respirable seguro para sobrevivir cómodamente.

Con referencia en particular a la Figura 4, cada conjunto 206 de ventilador incluye un motor 218 operable para accionar un soplador 222 de aire, por ejemplo, un ventilador, para generar el flujo de aire a través de la EAFU respectiva 182. En diversas realizaciones, cada conjunto 206 de ventilador está ubicado en línea con la tubería 194 de entrada, o es interno a la misma, de forma que el aire aspirado al interior de la tubería 194 de entrada fluirá a través y/o en torno al motor respectivo 218. Según fluye el aire a través y/o en torno al motor respectivo 218, el aire extraerá el calor generado por el motor respectivo 218, aumentando de ese modo la temperatura del flujo de aire a través de la EAFU respectiva 182. En consecuencia, el calor generado por la operación de cada motor 218 puede ser utilizado para calentar el aire que está siendo forzado al interior del recinto superior y/o inferior 34 y/o 38 de la zona de habitabilidad y, de esta manera, calentar el aire que circula dentro de la zona 14 de habitabilidad durante la operación del subsistema 22 de EF. Además, el calor generado por la operación de cada motor 218 puede ser utilizado para secar el aire, es decir, eliminar la humedad del aire, que está siendo forzado al interior del recinto superior y/o inferior 34 y/o 38 de la zona de habitabilidad y, de esta manera, secar el aire que circula dentro de la zona 14 de habitabilidad durante la operación del subsistema 22 de EF.

Con referencia de nuevo a las Figuras 3 y 4, en diversas realizaciones, la tubería 194 de entrada, el conjunto 202 de filtros y la tubería 198 de salida del subsistema 22 de EF tienen áreas en corte transversal, o diámetros, que están dimensionados para proporcionar una pérdida de presión muy pequeña entre el aire que fluye a través de la tubería 194 de entrada y el aire que fluye a través de la tubería 198 de salida. Por ejemplo, en diversas implementaciones, la tubería 194 de entrada, el conjunto 202 de filtros y la tubería 198 de salida tienen áreas en corte transversal, o diámetros, que están sobredimensionados para ser lo suficientemente grandes como para que se produzca una

diferencia de presiones entre el aire que fluye a través de la tubería 194 de entrada y el aire que fluye a través de la tubería 198 de salida de aproximadamente 1 c.a. (columna de agua) hasta 5 c.a. En particular, el conjunto sobredimensionado 202 de filtros y tuberías 194 y 198 de entrada y de salida reduce la presión diferencial a través de los filtros 210. Es decir, el conjunto sobredimensionado 202 de filtros y tuberías 194 y 198 de entrada y de salida reduce la presión requerida del aire necesaria para hacer pasar el aire a través de los filtros 210 y reducir las pérdidas internas de las tuberías.

Además, el área en corte transversal, o diámetros, de gran tamaño de la tubería 194 de entrada, del conjunto 202 de filtros y de la tubería 198 de salida permiten que el subsistema 22 de EF, es decir, las EAFU 182, proporcionen un flujo de aire de presión sustancialmente positiva a través de la zona 14 de habitabilidad. Por ejemplo, en diversas implementaciones, el área en corte transversal, o diámetros, de gran tamaño de la tubería 194 de entrada, del conjunto 202 de filtros y de la tubería 198 de salida pueden permitir que cada EAFU 182 proporcione un flujo de aire de presión positiva en toda la zona 14 de habitabilidad de aproximadamente 8,50 m³/min hasta 14,16 m³/min.

Además, tales flujos de aire de presión positiva en toda la zona 14 de habitabilidad, que resultan del conjunto 202 de filtros y de las tuberías 194 y 198 de entrada y de salida sobredimensionados, proporcionan un mayor purgado y una mayor disolución del aire no filtrado que puede infiltrar la zona 14 de habitabilidad. Un mayor purgado y una mayor disolución de aire no filtrado que se infiltre en la zona 14 de habitabilidad reducen el riesgo que supondrán los contaminantes nocivos en aire infiltrante no filtrado para los ocupantes de la zona 14 de habitabilidad. Por ejemplo, en diversas realizaciones, el conjunto 202 de filtros y las tuberías 194 y 198 de entrada y de salida proporcionan un flujo de aire de presión positiva en toda la zona 14 de habitabilidad suficiente para purgar y diluir de forma segura la fuga entrante de aire no filtrado al interior de la zona de habitabilidad de aproximadamente 0,03 m³/min hasta 0,37 m³/min.

Además, la reducción de la presión interna del aire que fluye a través de cada EAFU respectiva 182 y las pérdidas internas del aire que fluye a través de las tuberías 194 y 198 de entrada y de salida debido al conjunto sobredimensionado 202 de filtros y tuberías 194 y 198 de entrada y de salida tienen como resultado un requerimiento de menos potencia de cada motor respectivo 218. Es decir, el sobredimensionamiento del conjunto 202 de filtros y de las tuberías 194 y 198 de entrada y de salida, reduciendo de ese modo la caída de presión a través del conjunto 202 de filtros, se traduce directamente en una reducción del requerimiento de potencia de cada motor 218 del conjunto de ventilador. Por ejemplo, en diversas realizaciones, cada motor respectivo 218 del conjunto de ventilador puede tener un régimen de aproximadamente 0,37 kW hasta 1,49 kW, por ejemplo, 1,12 kW, mientras que produce la diferencia de presiones y el flujo de aire de presión positiva en toda la zona 14 de habitabilidad descritos anteriormente.

Además, en diversas realizaciones, la fuente 190 de aire está ubicada en una ubicación fija, con respecto a un reactor nuclear de la instalación de reactor nuclear, de forma que se determina que el aire aspirado al interior de las EAFU 182 es sumamente probable que tenga la menor concentración de contaminantes radiactivos y/o tóxicos durante un incidente radiológico y/o tóxico. Por ejemplo, se puede utilizar un modelado matemático para determinar una ubicación óptima en la instalación del reactor nuclear que será sumamente probable que tenga la menor concentración de contaminantes radiactivos y/o tóxicos durante un incidente radiológico y/o tóxico. En consecuencia, en diversas realizaciones, la fuente 190 de aire estará ubicada en la ubicación óptima predeterminada, de forma que el subsistema 22 de EF operará, como se ha descrito anteriormente, para filtrar aire que se predetermina que sea sumamente probable que tenga las menores concentraciones de contaminantes radiactivos y/o tóxicos durante un evento radiológico y/o tóxico.

Se debería comprender que, aunque se pueden utilizar los términos primero, segundo, tercero, etc. en el presente documento para describir diversos elementos, componentes, regiones y/o secciones, estos elementos, componentes, regiones y/o secciones no deberían estar limitados por estos términos. Estos términos solo pueden ser utilizados para distinguir un elemento, un componente, una región o una sección de otro componente, otra región u otra sección.

Además, los términos espacialmente relativos, tales como “bajo”, “debajo”, “inferior”, “encima”, “superior” y similares, pueden ser utilizados en el presente documento para facilitar la descripción para describir la relación de un elemento o característica con otro/s elemento/s o característica/s como se ilustra en las figuras. Se comprenderá que se puede querer que los términos espacialmente relativos abarquen distintas orientaciones del dispositivo en uso u operación además de la orientación mostrada en las figuras. Por ejemplo, si el dispositivo es girado en las figuras, los elementos descritos como “debajo” o “bajo” otros elementos o características estarían entonces orientados “encima” de los otros elementos o características. Por lo tanto, el término ejemplar “debajo” puede abarcar tanto una orientación de encima como de debajo. El dispositivo puede estar orientado de otra manera (girado 90 grados o en otras orientaciones) y los descriptores espacialmente relativos utilizados en el presente documento pueden ser interpretados en consonancia.

Además, la terminología utilizada en el presente documento únicamente tiene el fin de describir realizaciones ejemplares particulares y no se pretende que sea limitante. Según se utilizan en el presente documento, se puede querer que las formas singulares “un”, “una”, “el” y “la” también incluyan las formas plurales, a no ser que el contexto

indique claramente lo contrario. Se comprenderá también que las expresiones “comprende” y/o “que comprende”, cuando son utilizadas en la presente memoria, especifican la presencia de los enteros, las características, las etapas, las operaciones, los elementos, los componentes, etc. indicados, pero no excluyen la presencia o adición de uno o más enteros, características, etapas, operaciones, elementos, componentes, grupos, etc. adicionales, de los mismos.

5

REIVINDICACIONES

1. Un sistema (10) para hacer circular y acondicionar aire en una zona (14) de habitabilidad de un reactor nuclear, comprendiendo dicho sistema:
 - 5 un recinto superior (34) formado entre una división rebajada (42) de techo en la zona (14) de habitabilidad y un techo (46) de la zona (14) de habitabilidad;
 - un recinto inferior (38) formado entre una división elevada (50) de suelo en la zona (14) de habitabilidad y un suelo (54) de la zona (14) de habitabilidad;
 - al menos una unidad (70) de tratamiento de aire de recirculación ubicada en la zona (14) de habitabilidad, teniendo la al menos una unidad (70) de tratamiento de aire de recirculación una entrada (74) de aire y una salida (78) de aire y es operable para generar un flujo de aire de recirculación dentro de la zona (14) de habitabilidad al hacer circular aire entre los recintos inferior y superior (38 y 34) por medio de dicha entrada (74) y dicha salida (78); y **caracterizado por**
 - 10 al menos una fuente (150) de energía eléctrica acumulada de la unidad de tratamiento de aire de recirculación estructurada y operable para proporcionar energía operativa a la al menos una unidad (70) de tratamiento de aire de recirculación en el transcurso de una duración limitada en ausencia de un suministro constante de energía.
2. El sistema de la reivindicación 1, en el que la al menos una unidad (70) de tratamiento de aire de recirculación que comprende un elemento (98) de calentamiento para calentar el flujo de aire de recirculación generado por la al menos una unidad (70) de tratamiento de aire de recirculación.
- 20 3. El sistema de la reivindicación 1 o 2, que comprende, además, un depósito (102) de almacenamiento térmico de refrigerante enfriado ubicado en una sala separada de la zona (14) de habitabilidad y conectado fluidamente a la al menos una unidad (70) de tratamiento de aire de recirculación para proporcionar refrigerante enfriado a la al menos una unidad (70) de tratamiento de aire de recirculación para enfriar el flujo de aire de recirculación generado por la al menos una unidad (70) de tratamiento de aire de recirculación.
- 25 4. El sistema de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, que comprende, además, al menos una fuente (150) de energía eléctrica acumulada del depósito (102) de almacenamiento térmico de refrigerante enfriado estructurada y operable para proporcionar energía operativa a una bomba (118) del depósito (102) de almacenamiento térmico de refrigerante enfriado en el transcurso de una duración limitada en ausencia de un suministro constante de energía.
- 30 5. El sistema de cualquiera de las reivindicaciones precedentes, que comprende, además, un subsistema (30) de aire de sustitución, incluyendo el subsistema (30) de aire de sustitución; al menos una unidad (122) de tratamiento de aire de sustitución ubicada en una sala separada de la zona (14) de habitabilidad, y
- 35 tuberías (142) de transporte de aire de sustitución que conectan la al menos una unidad (122) de tratamiento de aire de sustitución con uno del recinto superior (34) y del recinto inferior (38) para proporcionar aire de sustitución a la zona (14) de habitabilidad.
6. El sistema de la Reivindicación 5, en el que el subsistema (30) de aire de sustitución incluye, además, un par de amortiguadores (146) de aislamiento en las tuberías (142) de transporte de aire de sustitución de forma sustancial inmediatamente adyacente a un límite exterior de la zona (14) de habitabilidad, estructurados y operables los amortiguadores (146) de aislamiento para proporcionar una junta sustancialmente hermética en las tuberías (142) de transporte de aire de sustitución, de forma que el aire no pueda fluir al interior o fuera de la zona (14) de habitabilidad por medio de las tuberías de transporte de aire de sustitución.
- 40 7. El sistema de cualquiera de las reivindicaciones precedentes, que comprende, además, un subsistema (154) de purga de humo, incluyendo el subsistema (154) de purga de humo; un ventilador (158) de purga de humo ubicado en el exterior de la zona (14) de habitabilidad y conectado al recinto superior (34) por medio de la tubería (162) de salida de purga de humo, y una tubería (166) de entrada de purga de humo que conecta un acceso exterior (170) de aire al recinto inferior (38) por medio de la tubería (166) de entrada de purga de humo,
- 45 el ventilador (158) de purga de humo es operable para aspirar aire exterior al interior de la zona (14) de habitabilidad a través de la tubería (166) de entrada de purga de humo y purgar aire procedente del interior de la zona (14) de habitabilidad a un entorno exterior de la zona (14) de habitabilidad a través de la tubería (162) de salida de purga de humo.
- 50 8. El sistema de la Reivindicación 7, en el que el subsistema (154) de purga de humo incluye, además:
 - 55 un par de amortiguadores (174) de aislamiento de entrada en la tubería (166) de entrada de purga de humo de forma sustancial inmediatamente adyacente a un límite exterior de la zona (14) de habitabilidad, estructurados y operables los amortiguadores (174) de aislamiento de entrada para proporcionar una junta sustancialmente hermética dentro de la tubería (166) de entrada de purga de humo, de forma que el aire no

pueda fluir al interior o fuera de la zona (14) de habitabilidad por medio de la tubería (166) de entrada de purga de humo.

9. El sistema de la reivindicación 7 u 8, en el que el subsistema (154) de purga de humo incluye, además:

5 un par de amortiguadores (178) de aislamiento de salida dentro de la tubería (162) de salida de purga de humo de forma sustancial inmediatamente adyacente al límite exterior de la zona (14) de habitabilidad, estructurados y operables los amortiguadores (178) de aislamiento de salida para proporcionar una junta sustancialmente hermética dentro de la tubería (162) de salida de purga de humo, de forma que el aire no pueda fluir al interior o fuera de la zona (14) de habitabilidad por medio de la tubería (162) de salida de purga de humo.

10 10. El sistema de cualquier reivindicación precedente, en el que la división (42) del techo incluye una pluralidad de agujeros de ventilación y la división (50) del suelo incluye una pluralidad de registros de ventilación; y en el que la al menos una unidad (70) de tratamiento de aire de recirculación comprende:

15 un par de unidades (70) de tratamiento de aire de recirculación, estando conectada fluidamente la entrada (74) de aire de cada una al recinto superior, y estando conectada fluidamente la salida (78) de aire de cada una al recinto inferior e incluyendo cada una un ventilador operable para generar un flujo de aire forzado a través de la respectiva unidad (70) de tratamiento de aire de recirculación al aspirar aire desde el recinto superior (34) a través de la entrada respectiva (74) de aire y obligando al aire a salir hacia el interior del recinto inferior (38) a través de la salida respectiva (78) de aire, de forma que se cree el flujo de aire de recirculación en la zona de habitabilidad mediante aire que fluye fuera del recinto inferior (38) a través de los registros de la división (50) del suelo y hacia el interior del recinto superior (34) a través de los agujeros de la división (42) del techo.

20

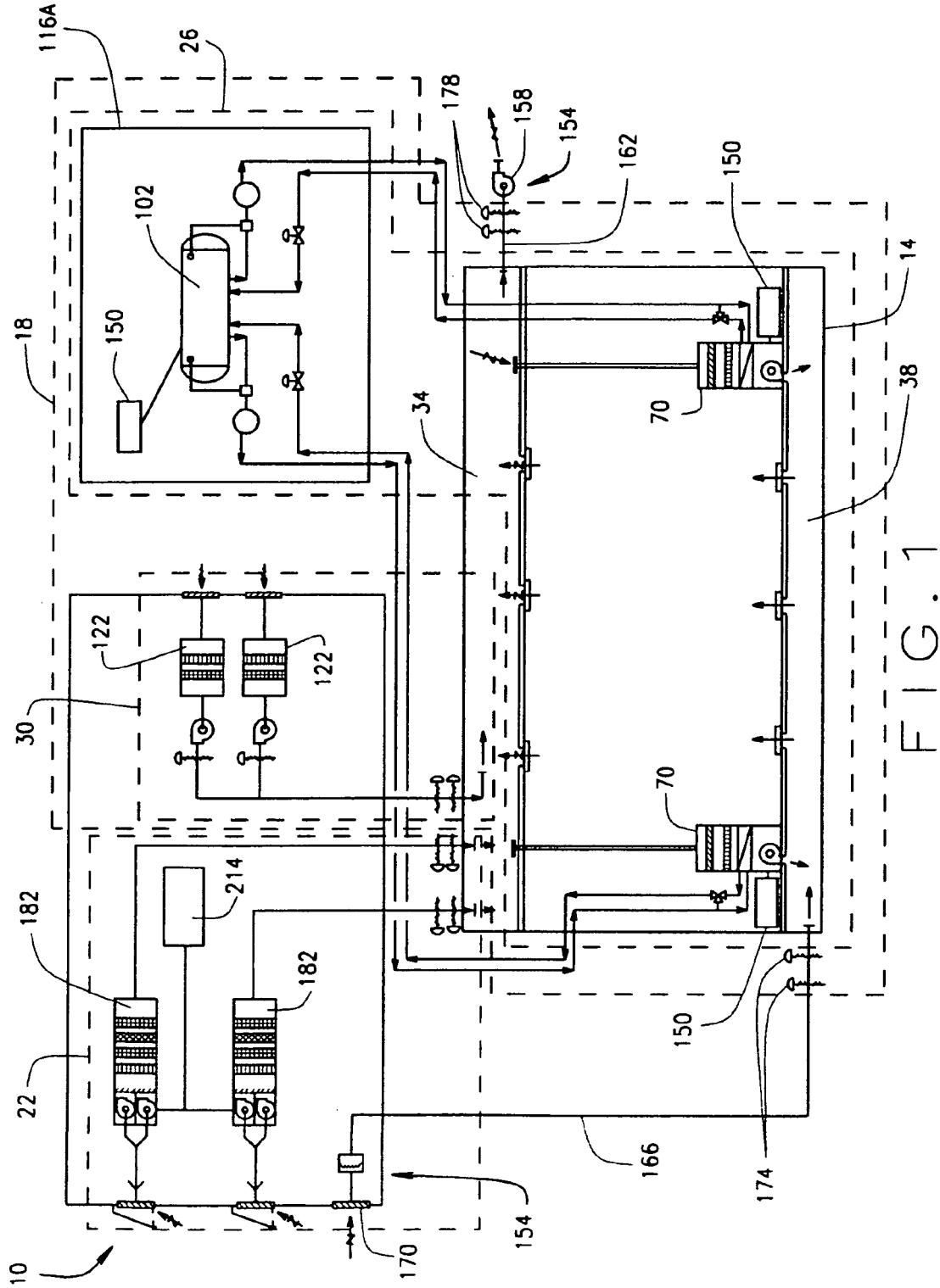


FIG. 1

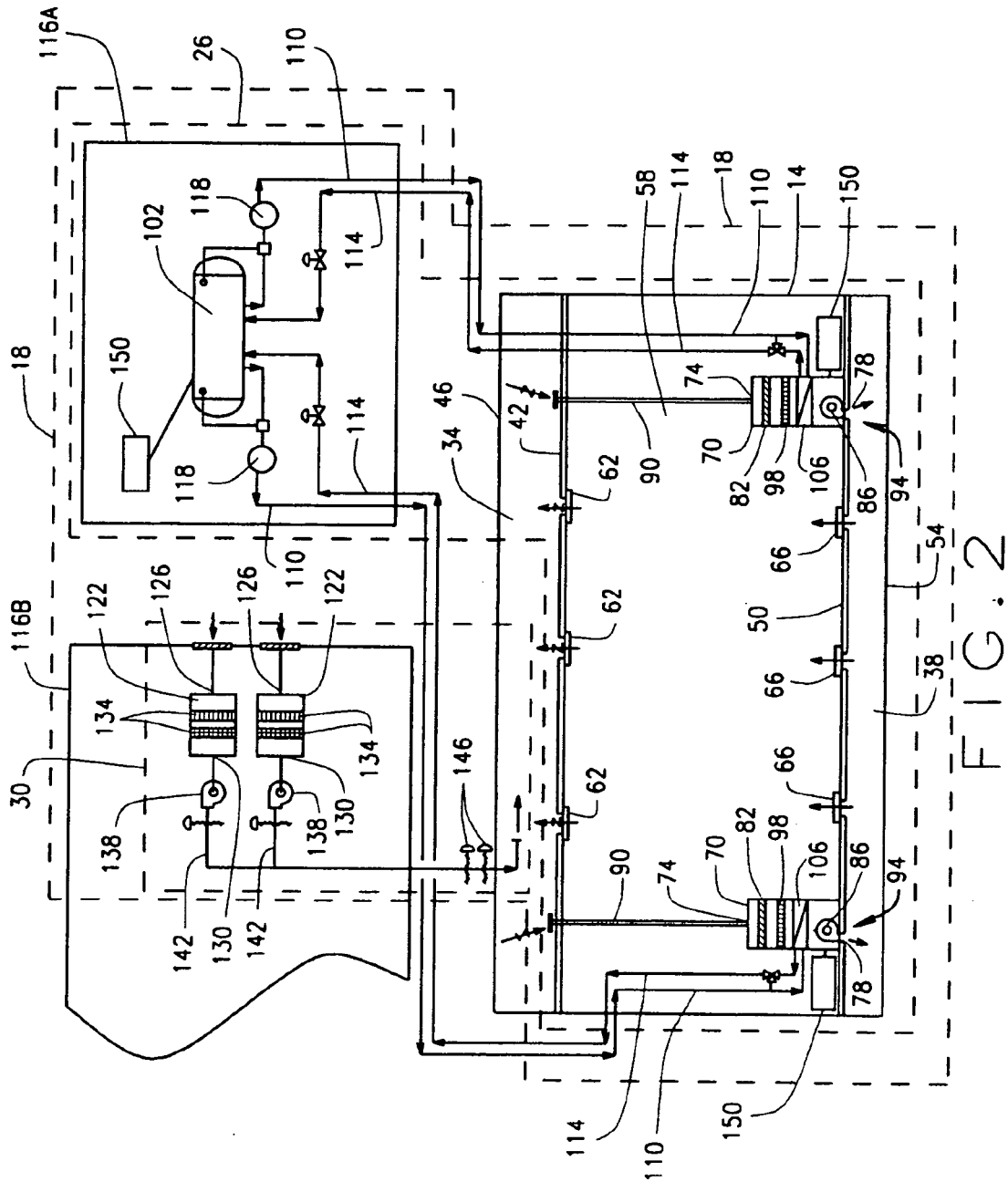


FIG. 2

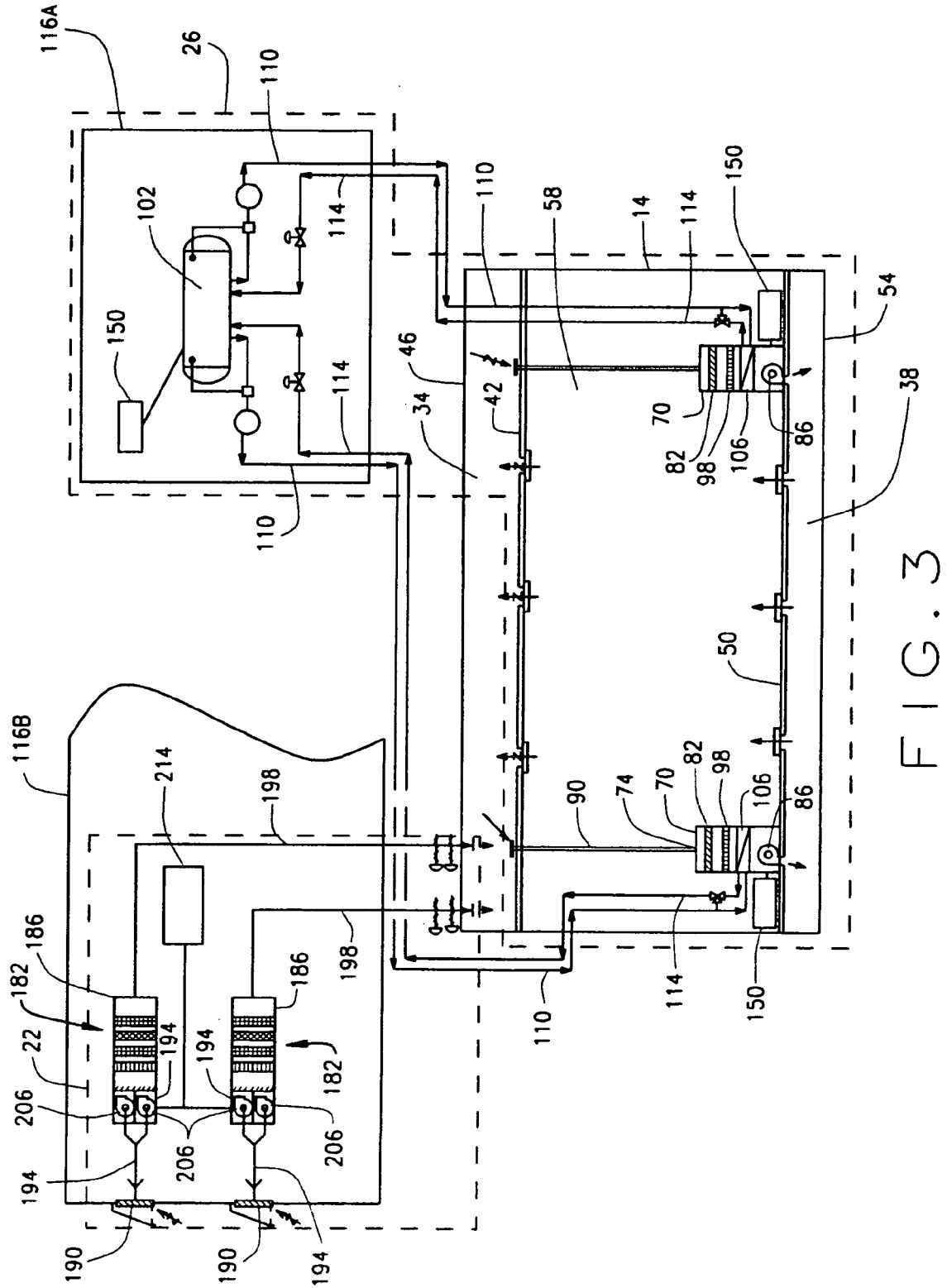


FIG. 3

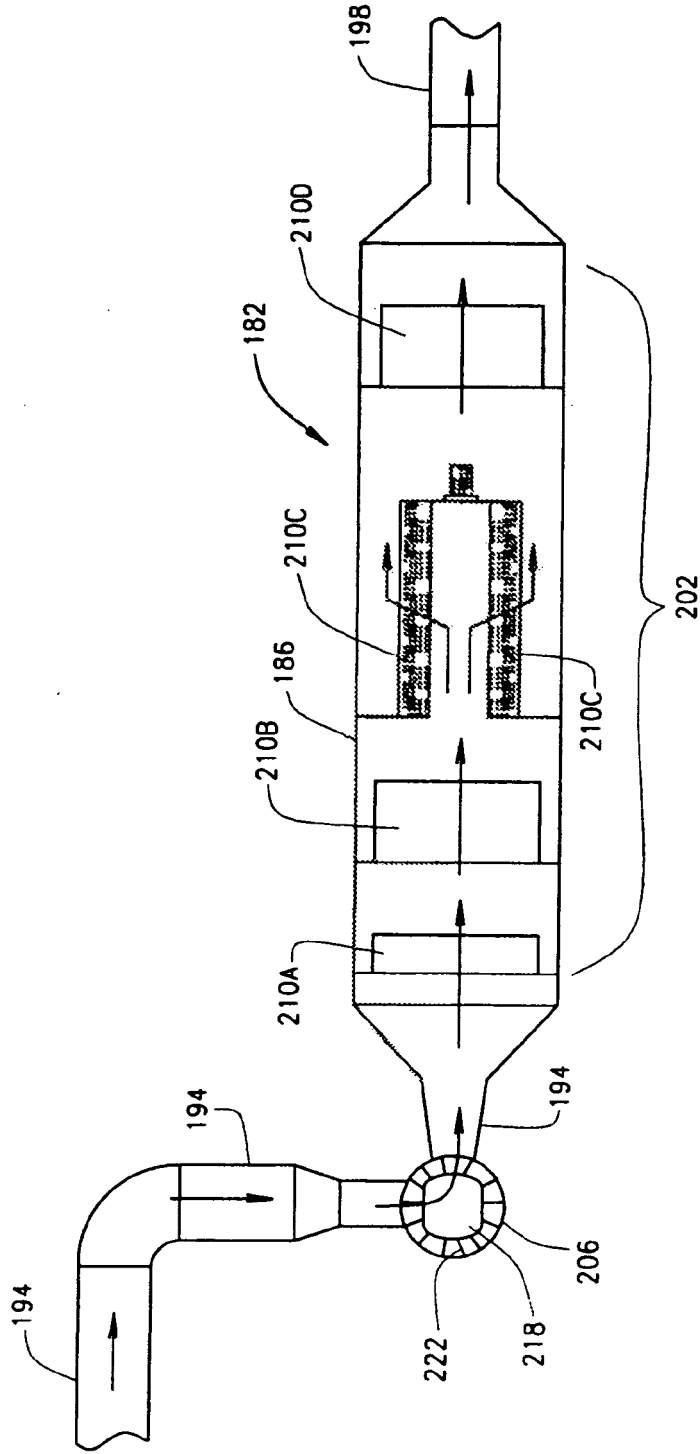


FIG. 4