

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 623 100**

51 Int. Cl.:

B65B 1/04 (2006.01)

B64D 37/32 (2006.01)

B01D 53/86 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **06.07.2006 PCT/US2006/026631**

87 Fecha y número de publicación internacional: **18.01.2007 WO07008730**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **06.07.2006 E 06786697 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **01.03.2017 EP 1907283**

54 Título: **Sistema de reducción catalítica de componente reactivo y métodos para el uso del mismo**

30 Prioridad:

08.07.2005 US 697636 P
05.12.2005 US 742470 P

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
10.07.2017

73 Titular/es:

PHYRE TECHNOLOGIES, INC. (100.0%)
11803 Sorrento Valley Road, Suite A
San Diego, California 92121, US

72 Inventor/es:

LIMAYE, SANTOSH y
KOENIG, DONALD

74 Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 2 623 100 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

Sistema de reducción catalítica de componente reactivo y métodos para el uso del mismo

5 **Campo de la invención**

La presente invención se refiere al campo de sistemas de eliminación de componente reactivo a bordo, y sistemas de reacción y métodos para la eliminación de los componentes reactivos de la fase de vapor de los recipientes de almacenamiento de combustible. En un aspecto particular, la invención se refiere a sistemas y métodos para la
10 eliminación catalítica de componentes reactivos de la fase de vapor de recipientes de almacenamiento de combustible, específicamente de oxígeno y/o combustible, reduciendo así el potencial de incendio y explosión en dichos recipientes.

15 **Antecedentes de la invención**

Con el fin de evitar el riesgo de incendio o explosión en los tanques de combustible (por ejemplo, tanques de combustible de aviones, buques que transportan líquidos inflamables como carga, y similares), es necesario reducir la concentración de componentes reactivos (por ejemplo, oxígeno y/o vapores de combustibles) en la fase de gas que está en contacto con el combustible líquido. Se han adoptado muchos enfoques diferentes en los esfuerzos por
20 hacer frente a este problema. Uno de estos métodos, por ejemplo, consiste en tomar el aire de purga de un motor de avión, pasándolo a través de un separador de gas basado en una membrana para eliminar una cantidad suficiente de oxígeno a fin de reducir la concentración de oxígeno por debajo del 10 %. Este gas de contenido reducido de oxígeno se utiliza entonces como capa de gas inerte en el depósito de combustible.

Otro método empleado en la técnica implica el uso de un sistema de adsorción por oscilación de presión para separar el oxígeno del aire para generar gas inerte empobrecido en oxígeno.

Estos, así como otros sistemas descritos en la técnica anterior requieren una configuración elaborada y aumentan significativamente el coste operativo basado en la provisión de un sistema generador de un gas inerte a bordo
30 (OBIGGS). Por consiguiente, existe una necesidad de sistemas y métodos mejorados para la eliminación de componentes reactivos (por ejemplo, oxígeno y/o vapores de combustible), o para la reducción de niveles de los mismos, de la fase de vapor de los recipientes de almacenamiento de combustible.

35 **Sumario de la invención**

De acuerdo con la presente invención, se proporcionan sistemas y métodos simplificados para reducir catalíticamente la concentración de uno o más componente(s) reactivo(s) en la fase de vapor de los tanques de almacenamiento de combustible. El aparato sencillo descrito en este documento se puede utilizar para reemplazar sistemas OBIGGS complejos del mercado. En pocas palabras, en una realización de la invención, la fase de vapor
40 del depósito de combustible se hace pasar sobre un lecho catalítico que funciona a temperaturas apropiadas para permitir la reacción entre el oxígeno libre y el vapor de combustible por oxidación del vapor de combustible, desactivando de este modo los componentes reactivos en la fase de gas. Además, la circulación y el tratamiento de los vapores como se contempla en el presente documento minimiza la ventilación de vapores que contienen combustible a la atmósfera.

En otra realización de la presente invención, se proporcionan sistemas para la desactivación, reducción de la concentración, o eliminación de uno o más componentes reactivos (por ejemplo, oxígeno y/o vapores de combustible) de la fase de vapor de un depósito de almacenamiento de combustible. Los sistemas de la invención incluyen una zona de reacción que tiene una entrada y una salida, en el que la zona de reacción proporciona las
50 condiciones adecuadas para desactivar los componentes reactivos. Opcionalmente, los sistemas de la invención incluyen la capacidad de eliminar el calor y/o el agua de la fase de vapor.

En aún otra realización de la presente invención, se proporcionan sistemas de almacenamiento de combustible para su uso en una nave (por ejemplo, un avión, un barco que transporta fluidos inflamables como carga, y similares), dichos sistemas de almacenamiento de combustible que son capaces de mantener los niveles de concentración de uno o más componentes reactivos en la fase de vapor del depósito de almacenamiento de combustible a niveles suficientemente bajos a fin de reducir drásticamente el riesgo de incendio y explosión del mismo. Por otra parte, la circulación y el tratamiento de los vapores como se contempla en el presente documento minimiza la ventilación de los vapores que contienen combustible a la atmósfera.
60

En aún otra realización de la presente invención, se proporcionan métodos para la desactivación, reducción de la concentración, o eliminación de uno o más componentes reactivos de la fase de vapor de un depósito de almacenamiento de combustible. Los métodos de la invención comprenden hacer pasar al menos una porción de la fase de vapor del depósito de almacenamiento de combustible a través de una zona de reacción que sirve para desactivar los componentes reactivos antes de que la fase de vapor se devuelva al depósito de almacenamiento de combustible. Opcionalmente, los métodos de la invención incluyen la capacidad de eliminar el calor y/o el agua de la
65

fase de vapor.

Breve descripción de las figuras

- 5 La Figura 1 es una ilustración esquemática de una realización de un sistema de reducción de componente reactivo de acuerdo con la invención.
- La Figura 2 es una ilustración esquemática de otra realización de un sistema de reducción de componente reactivo de acuerdo con la invención.
- 10 La Figura 3 es una ilustración esquemática de otra realización de un sistema de reducción de componente reactivo de acuerdo con la invención.
- La Figura 4 ilustra el rendimiento de un sistema de eliminación de componente reactivo catalítico de la invención. A temperaturas relativamente bajas, un catalizador de metal noble convencional es capaz de reducir el nivel de oxígeno de un nivel de partida del 0,6 % a menos de 5 ppm.
- 15 La Figura 5 es una ilustración esquemática de otra realización de un sistema de reducción de componente reactivo de acuerdo con la invención.
- 20 La Figura 6 es una ilustración de una realización de una zona de reacción que contiene un catalizador con capacidad de intercambio de calor de acuerdo con la invención.
- La Figura 7 es una ilustración de una realización de un tubo que contiene un catalizador para la reducción del componente(s) reactivo(s) de acuerdo con la presente invención.
- 25 La Figura 8 es una ilustración de un tubo de catalizador que tiene un gradiente de densidad de acuerdo con la presente invención.
- 30 Las Figuras 9A y 9B ilustran dos formas de realización de un tubo de catalizador que tiene aletas internas adecuadas para el recubrimiento con el catalizador.
- La Figura 10 ilustra colectivamente tres formas de realización de un tubo de catalizador contemplado para su uso en la práctica de la presente invención. La Figura 10A es una vista de una realización de un tubo de catalizador que tiene aletas externas. La Figura 10B es una vista de una realización de un tubo de catalizador que tiene un cono interior que puede estar recubierto con un catalizador. La Figura 10C es una vista de una realización de un tubo de catalizador que tiene dos aletas externas y un cono interno que puede estar recubierto con un catalizador.
- 35 La Figura 11 es una vista de una realización de un sistema de reducción de componente reactivo de acuerdo con la presente invención.
- La Figura 12 es una vista de otra realización de un sistema de reducción de componente reactivo de acuerdo con la presente invención.
- 45 La Figura 13 es una vista de una realización de un sistema reactivo de reducción componente con enfriamiento por evaporación de acuerdo con la presente invención.
- La Figura 14 es una vista de una realización de un sistema de eliminación de agua giratorio contemplado para su uso en la práctica de la presente invención.
- 50 La Figura 15 es una vista de una realización de un tubo de catalizador contemplado para su uso en la práctica de la presente invención.

55 Descripción detallada de las realizaciones preferidas

De acuerdo con la presente invención, se proporcionan sistemas para reducir la concentración de uno o más componente(s) reactivo(s) de la fase de vapor de un depósito de almacenamiento de combustible (por ejemplo, por desactivación del componente(s) reactivo(s) en la misma), en el que dicho depósito de almacenamiento de combustible está provisto de una salida para la eliminación de vapor de la misma y una entrada para el retorno de vapor a la misma. Los sistemas de la invención comprenden:

60

una zona de reacción, en la que dicha zona de reacción proporciona las condiciones adecuadas para desactivar dichos uno o más componente(s) reactivo(s) cuando entra(n) en contacto con la misma,

65

una entrada a dicha zona de reacción en comunicación de fluido con el espacio de vapor de dicho depósito de

almacenamiento de combustible a través de la salida del depósito de almacenamiento de combustible, y

una salida de dicha zona de reacción en comunicación de fluido con el espacio de vapor de dicho depósito de almacenamiento de combustible a través de la entrada del depósito de almacenamiento de combustible.

5 Como es fácilmente reconocido por los expertos en la técnica, hay varios componentes reactivos que uno puede querer eliminar (o reducir su concentración) cuando está en contacto con el combustible (tal como combustible de aviación). Un componente reactivo contemplado para el tratamiento de acuerdo con la presente invención es el oxígeno. Otro componente reactivo contemplado para el tratamiento de acuerdo con la presente invención también puede incluir vapor de combustible, así como varios aditivos y/o impurezas asociados comúnmente al mismo. Una ventaja particular de la presente invención se refiere al hecho de que la circulación y el tratamiento de los vapores como se contempla en el presente documento minimizan la ventilación de los vapores que contienen combustible a la atmósfera, reduciendo de este modo el impacto ambiental provocado por la manipulación de dichos materiales.

15 Los sistemas de la invención opcionalmente comprenden una entrada/salida que permite el equilibrio de la presión dentro del recipiente en función de si el recipiente está expuesto a condiciones sub- o súper-atmosféricas. Por ejemplo, puede ser deseable proporcionar una fuente de gas auxiliar para equilibrar la presión dentro del sistema tras la exposición a condiciones sub-atmosféricas. Como alternativa, tras la exposición a condiciones súper-atmosféricas, puede ser deseable permitir la ventilación de la nave para reducir la presión en la misma. Por ejemplo, tras el ascenso o descenso de una aeronave, las presiones dentro de la aeronave, incluyendo los depósitos de almacenamiento de combustible en la misma, pueden variar significativamente. En el caso del descenso, por ejemplo, puede ser deseable complementar el contenido de gas de la nave. Por el contrario, tras el ascenso de una aeronave, puede ser deseable liberar el exceso de presión en el recipiente de almacenamiento de combustible. Opcionalmente, el gas auxiliar (o vapores ventilados) se someterá al método de la invención para la desactivación de uno o más componente(s) reactivo(s) en su interior (por ejemplo, mediante la reducción de la concentración del mismo) a fin de reducir los riesgos de seguridad asociados con la introducción de aire del exterior en el sistema, o la ventilación de vapores a la atmósfera.

30 Los sistemas de la invención opcionalmente pueden estar configurados como sistemas de circuito cerrado. Tal como se emplea en el presente documento, el término "circuito cerrado" se refiere al hecho de que el vapor, después de haber sido tratado para desactivar los componentes reactivos en el mismo, se devuelve al recipiente de almacenamiento de combustible, en lugar de ventilarse. Sin embargo, debe entenderse que los sistemas de circuito cerrado de la invención todavía contemplan la presencia de una o más entradas/salidas para fines tales como el equilibrio de la presión en el mismo, la eliminación de vapor de agua u otros componentes del mismo, y similares. La zona de reacción contemplada para su uso en la práctica de la presente invención se puede configurar de diferentes maneras, por ejemplo, la zona de reacción puede comprender un recipiente que contiene catalizador, en el que dicho catalizador es reactivo con dicho uno o más componente(s) reactivo(s) cuando entra(n) en contacto con la misma en condiciones adecuadas. En algunas formas de realización, el recipiente tiene un extremo de entrada y un extremo de salida, y el contenido de catalizador puede variar a lo largo del recipiente. En ciertas otras realizaciones, el contenido de catalizador puede aumentar desde el extremo de entrada al extremo de salida del recipiente.

45 Como se emplea en esta memoria, "desactivar" se refiere a la conversión de los componentes reactivos tales como el oxígeno, el vapor de combustible, y similares, en especies sustancialmente no reactivas, es decir, especies que son sustancialmente inertes en las condiciones a las que están expuestas. Preferentemente, las especies desactivadas no son inflamables.

50 Los catalizadores contemplados para su uso en la práctica de la presente invención incluyen opcionalmente catalizadores de metales soportados, tales como, por ejemplo, metales nobles (por ejemplo, platino, paladio, oro, plata, y similares), metales preciosos, metales de transición, óxidos metálicos, óxidos de tierras raras, nitruros, carburos, enzimas, y similares, así como mezclas de cualesquiera dos o más de los mismos. "Catalizador" se refiere a facilitar una reacción o interacción que implica uno o más reactivos. Los materiales catalíticos pueden incluir metales nobles, metales de transición, óxidos metálicos (por ejemplo, óxidos de metales de transición tales como RuO_x , $LaMnO_x$ y perovskitas), y similares, así como diversas combinaciones de los mismos.

55 Los materiales catalíticos contemplados para su uso en esta invención opcionalmente pueden estar soportados sobre varios materiales, tales como por ejemplo, soportes metálicos, carbón activado, negro de humo, y similares, así como mezclas de los mismos. También se pueden emplear óxidos inorgánicos como materiales de soporte, ya sea solo o en combinación, por ejemplo, sílice, alúmina, sílice-alúmina, magnesia, titania, zirconia, montmorillonita, y similares, o combinaciones de los mismos, por ejemplo, sílice-cromo, sílice-titania, y similares.

60 Cuando se emplea el tratamiento catalítico de los componentes reactivos, se contempla una amplia variedad de condiciones adecuadas para poner en contacto dicho catalizador con dicho uno o más componente(s) reactivo(s). Condiciones ilustrativas comprenden poner en contacto los materiales de la fase de vapor con el catalizador a una temperatura en el intervalo de aproximadamente 25 °C hasta aproximadamente 1200 °C. Las temperaturas preferidas actualmente contempladas para su uso en el presente documento oscilan de aproximadamente 50 °C a aproximadamente 400 °C. Son aún más preferidas temperaturas que oscilan de aproximadamente 100 °C a

aproximadamente 350 °C.

5 Para facilitar el control del proceso catalítico descrito anteriormente, el sistema de la invención opcionalmente además puede comprender un modulador de la temperatura. Opcionalmente, el modulador de la temperatura puede ser un intercambiador de calor, que puede incluir un medio de intercambio de calor. El medio de intercambio de calor opcionalmente puede incluir un líquido o aire externo. Opcionalmente, el intercambio de calor se puede lograr mediante enfriamiento por evaporación. El intercambiador de calor se puede colocar en diferentes sitios dentro del sistema de la invención, por ejemplo, el intercambiador de calor puede estar asociado al recipiente que contiene catalizador; o el intercambiador de calor se puede colocar aguas arriba o aguas abajo del recipiente que contiene catalizador; o el intercambiador de calor puede estar integrado con el recipiente de catalizador.

15 Cuando el modulador de la temperatura está colocado aguas arriba del recipiente que contiene catalizador, preferentemente se utiliza para precalentar el vapor de combustible, el aire, o una mezcla de los mismos. Cuando el modulador de la temperatura está colocado aguas abajo del recipiente que contiene catalizador, preferentemente se usa para reducir la temperatura del vapor que sale del recipiente que contiene catalizador. Cuando el modulador de la temperatura está asociado al recipiente que contiene catalizador, se puede utilizar para calentar o enfriar el recipiente de reacción, según sea necesario, para proporcionar las condiciones adecuadas para catalizar la reacción de oxígeno con vapor de combustible, desactivando de ese modo componentes reactivos (por ejemplo, oxígeno y/o vapor de combustible) en la mezcla de vapor de combustible y aire.

20 Los métodos alternativos para el tratamiento de componentes reactivos de acuerdo con la presente invención incluyen el empleo de una zona de reacción que comprende una fuente de energía de microondas suficiente para desactivar dichos uno o más componente(s) reactivo(s) cuando entra(n) en contacto con la misma.

25 Como otro método alternativo para el tratamiento de componentes reactivos de acuerdo con la presente invención, se puede emplear una zona de reacción, que comprende una fuente de energía de plasma suficiente para desactivar dichos uno o más componente(s) reactivo(s) cuando entra(n) en contacto con la misma.

30 Opcionalmente, los sistemas de la invención además pueden comprender un supresor de llama entre el depósito de almacenamiento de combustible y la zona de reacción a fin de evitar cualquier posibilidad de combustión para comunicar de nuevo al depósito de almacenamiento de combustible. Como alternativa, la zona de reacción puede estar diseñada de manera que se evite cualquier formación de llama.

35 Las características opcionales adicionales que se pueden incluir en los sistemas de la invención incluyen uno o más sensores de oxígeno, que pueden estar situados aguas arriba y/o aguas abajo de la zona de reacción con el fin de monitorizar los niveles de oxígeno en el gas de entrada y/o de salida del depósito de almacenamiento de combustible. Además, se podría proporcionar un circuito de retroalimentación a fin de ajustar las condiciones de contacto dentro de la zona de reacción en función de los niveles de oxígeno detectados antes y/o después de la zona de reacción.

40 Tal como se utiliza en el presente documento, el término "aguas arriba" se refiere a un elemento en un esquema de flujo que se encuentra delante o antes de un punto de referencia o elemento de referencia. Tal como se utiliza en el presente documento, el término "aguas abajo" se refiere a un elemento en un esquema de flujo que se encuentra después de un punto de referencia o elemento de referencia.

45 En ciertas realizaciones de la invención, el sistema también puede incluir un módulo de depuración de fluidos adaptado para eliminar el agua del aire tratado. Por ejemplo, el módulo de depuración de fluidos puede incluir un condensador para reducir la temperatura del vapor tratado por debajo del punto de rocío, lo que facilita la eliminación de cualquier exceso de agua. En una realización particular, el módulo de purificación de fluidos puede incluir un módulo de adsorción por oscilación de presión. En otras realizaciones, el módulo de purificación puede incluir membranas. Se puede proporcionar una línea de recirculación para transferir el fluido desde el módulo de purificación de fluido a la entrada a la zona de reacción. El módulo de depuración de fluidos puede estar situado aguas arriba o aguas abajo de la zona de reacción. En otras realizaciones, el agua se puede eliminar por una trampa de humedad.

55 Como se usa en el presente documento, "purificación" y "purificar" se refieren a la eliminación de un fluido de uno o más componentes. La eliminación puede ser parcial, completa o a un nivel deseado y puede incluir la eliminación de solo algunos o de todos los componentes.

60 En una realización, el sistema también puede incluir una línea de recirculación adaptada para transferir el líquido desde el separador a la entrada de la zona de reacción.

En una realización, el sistema también puede incluir una trampa de vapor adaptada para separar líquido vaporizado mezclado con el líquido del separador.

De acuerdo con un aspecto adicional de la presente invención, se proporcionan sistemas para la introducción de vapor empobrecido en componente reactivo en un recipiente de almacenamiento de combustible a medida que el combustible se extrae del mismo. Los sistemas de la invención comprenden:

- 5 una zona de reacción que tiene una entrada y una salida,
- una fuente de aire, en la que la fuente de aire está en comunicación de fluido con la entrada de la zona de reacción,
- 10 una fuente de vapor de combustible, en la que la fuente de vapor de combustible está en comunicación de fluido con la entrada de dicha zona de reacción, y
- opcionalmente un filtro/condensador, en el que cuando el filtro/condensador está presente, la zona de reacción está en comunicación de fluido con la entrada del filtro/condensador, y la salida del filtro/condensador está en comunicación de fluido con el recipiente de almacenamiento de combustible,
- 15 en el que dicha zona de reacción opera en condiciones adecuadas para eliminar o reducir la concentración de oxígeno en la fuente de aire cuando entra en contacto con el mismo en presencia de vapor de combustible, y está en comunicación de fluido con el recipiente de almacenamiento de combustible.
- 20

De acuerdo con un aspecto adicional de la presente invención, se proporcionan sistemas para desplazar el combustible en, o el vapor en el espacio de vapor de, un recipiente de almacenamiento de combustible con vapor empobrecido en componente reactivo (por ejemplo, a medida que se extrae combustible o vapor de combustible de su espacio de vapor). Los sistemas de la invención comprenden:

- 25 una zona de reacción que tiene una entrada y una salida,
- una fuente de aire, en la que la fuente de aire está en comunicación de fluido con la entrada de la zona de reacción,
- 30 una fuente de vapor de combustible, en la que la fuente de vapor de combustible está en comunicación de fluido con la entrada de dicha zona de reacción, y
- opcionalmente un filtro/condensador, en el que cuando el filtro/condensador está presente, la zona de reacción está en comunicación de fluido con la entrada del filtro/condensador, y la salida del filtro/condensador está en comunicación de fluido con el recipiente de almacenamiento de combustible,
- 35 en el que dicha zona de reacción proporciona las condiciones adecuadas para eliminar o reducir la concentración de oxígeno en la fuente de aire cuando entra en contacto con la misma en presencia de vapor de combustible, en el que la zona de reacción está en comunicación de fluido con el recipiente de almacenamiento de combustible.
- 40

De acuerdo con aún otro aspecto de la presente invención, se proporcionan sistemas de almacenamiento de combustible para su uso en aeronaves. Los sistemas de almacenamiento de combustible de la invención comprenden:

- 45 un depósito de almacenamiento de combustible que tiene una salida para la eliminación de vapor del mismo, y una entrada para el retorno de vapor al mismo, y
- una zona de reacción que tiene una entrada y una salida, en la que dicha zona de reacción proporciona las condiciones adecuadas para desactivar uno o más componente(s) reactivo(s) en la fase de vapor de dicho depósito de almacenamiento de combustible cuando entra en contacto con la misma,
- 50 en el que la salida de dicho depósito de almacenamiento de combustible está en comunicación de fluido con la entrada de la zona de reacción, y la entrada de dicho depósito de almacenamiento de combustible está en comunicación de fluido con la salida de dicha zona de reacción.
- 55

De acuerdo con todavía otro aspecto de la presente invención, se proporcionan sistemas para reducir la concentración de uno o más componentes reactivos de la fase de vapor de un depósito de almacenamiento de combustible (por ejemplo, mediante la desactivación del componente(s) reactivo(s) en la misma), en el que dicho depósito de almacenamiento de combustible comprende una salida para la eliminación de vapor del mismo y una entrada para el retorno de vapor al mismo. Los sistemas de la invención comprenden,

- 60 una zona de catalizador, dicha zona de catalizador que comprende un catalizador de metal opcionalmente soportado, dicho catalizador que es capaz de promover la reacción de uno o más componente(s) reactivo(s) cuando entra(n) en contacto con la misma en condiciones adecuadas,
- 65 una entrada a dicho sistema en comunicación de fluido con el espacio de vapor de dicho depósito de almacenamiento de combustible a través de la salida del depósito de almacenamiento de combustible, y

una salida de dicha zona de reacción en comunicación de fluido con el espacio de vapor de dicho depósito de almacenamiento de combustible a través de la entrada del depósito de almacenamiento de combustible.

5 Las realizaciones de la invención pueden incluir un modulador de la temperatura asociado a la zona del catalizador. En otras realizaciones, los sistemas de la invención pueden incluir una trampa para la eliminación de agua del vapor.

De acuerdo con todavía otro aspecto de la presente invención, se proporcionan sistemas de almacenamiento de combustible para su uso en aeronaves. Los sistemas de la invención comprenden:

10 un depósito de almacenamiento de combustible que tiene una salida para la eliminación de vapor del mismo, y una entrada para el retorno de vapor al mismo, y

15 una zona de reacción que tiene una entrada y una salida, en la que dicha zona de reacción proporciona las condiciones adecuadas para desactivar uno o más componente(s) reactivo(s) en la fase de vapor de dicho depósito de almacenamiento de combustible cuando entra en contacto con el mismo,

20 en el que la salida de dicho depósito de almacenamiento de combustible está en comunicación de fluido con la entrada de la zona de reacción, y la entrada de dicho depósito de almacenamiento de combustible está en comunicación de fluido con la salida de dicha zona de reacción.

25 De acuerdo con todavía otro aspecto de la presente invención, se proporcionan métodos para reducir la concentración de uno o más componente(s) reactivo(s) de la fase de vapor de un depósito de almacenamiento de combustible (por ejemplo, mediante la desactivación del componente(s) reactivo(s) en el mismo), en el que dicho depósito de almacenamiento de combustible está provisto de una salida para la eliminación de vapor del mismo y una entrada para el retorno de vapor al mismo. Los métodos de la invención comprenden:

30 pasar al menos una porción de la fase de vapor del depósito de almacenamiento de combustible a través de una zona de reacción, en el que dicha zona de reacción proporciona las condiciones adecuadas para desactivar dichos uno o más componente(s) reactivo(s) cuando entra(n) en contacto con la misma, produciendo de esta manera una fase de vapor después de haber reducido la concentración de componente(s) reactivo(s) en la misma, y a continuación

35 devolver la fase de vapor que tiene una concentración reducida de componente(s) reactivo(s) en la misma a dicho depósito de almacenamiento de combustible.

40 De acuerdo con aún otro aspecto de la presente invención, se proporcionan métodos para desplazar el combustible en, o vapores en el espacio de vapor de, un recipiente de almacenamiento de combustible con vapor empobrecido en componente reactivo (por ejemplo, a medida que se extrae combustible o vapor de combustible de su espacio de vapor). Los métodos de la invención comprenden:

40 combinar aire con combustible vaporizado,

45 pasar la combinación resultante a través de una zona de reacción bajo condiciones adecuadas para producir vapor empobrecido en componente reactivo,

opcionalmente eliminar cualquier agua del vapor empobrecido en componente reactivo para producir vapor sustancialmente libre de agua empobrecido en componente reactivo, e

50 introducir el vapor sustancialmente libre de agua empobrecido en componente reactivo resultante en dicho recipiente de almacenamiento de combustible.

55 Los métodos adicionales contemplados en este documento para desplazar combustible en, o vapores en el espacio de vapor de, un recipiente de almacenamiento de combustible con el vapor empobrecido en componente reactivo (por ejemplo, a medida que se extrae combustible o vapor de combustible de su espacio de vapor) comprenden:

poner en contacto una combinación de aire y combustible vaporizado en una zona de reacción bajo condiciones adecuadas para producir aire empobrecido en componente reactivo,

60 opcionalmente eliminar cualquier agua del aire empobrecido en componente reactivo para producir aire sustancialmente libre de agua empobrecido en componente reactivo,

introducir el aire sustancialmente libre de agua empobrecido en componente reactivo resultante dentro de dicho recipiente de almacenamiento de combustible.

65 Los métodos adicionales contemplados en este documento para desplazar combustible en, o vapores en el espacio de vapor de, un recipiente de almacenamiento de combustible con vapor empobrecido en componente reactivo

comprenden introducir vapor tratado en dicho recipiente de almacenamiento de combustible a medida que se extrae combustible o vapor de combustible de su espacio de vapor, en el que dicho vapor tratado se prepara pasando una combinación de aire y combustible vaporizado a través de una zona de reacción bajo condiciones adecuadas para producir aire empobrecido en componente reactivo, y
 5 opcionalmente eliminar cualquier agua del aire empobrecido en componente reactivo.

La Figura 1 es una ilustración esquemática de una realización de la presente invención. El sistema de reducción de componente reactivo **100** se suministra con una mezcla de aire (que contiene nitrógeno y oxígeno) y vapor de combustible desde el recipiente de combustible **102**. La mezcla de aire/vapor de combustible se suministra a través
 10 de la línea **104** al lecho de catalizador **106** que se mantiene en condiciones suficientes para reducir el contenido de oxígeno de la mezcla de aire y vapor de combustible. Opcionalmente, el aire se puede suministrar al (o eliminar del) lecho de catalizador **106** (según sea necesario) a través de la línea **108** para permitir la igualación de la presión en el recipiente de combustible. La mezcla de aire y vapor de combustible luego se puede suministrar desde el lecho de catalizador **106** a través de la línea **110** al recipiente de combustible **102**.

La Figura 2 es una ilustración esquemática de otra realización del sistema de reducción de componente reactivo de la invención que se muestra en la Figura 1. La bomba **112** se proporciona para facilitar el suministro de la mezcla de aire y vapor de combustible desde el recipiente de combustible **102** al lecho de catalizador **106**. Se puede proporcionar tapones porosos supresores de llama opcionales **114** y **116** aguas arriba y aguas abajo del lecho de catalizador **106**, respectivamente, para evitar que se extiendan llamas o chispas desde el lecho de catalizador o entren en contacto con el recipiente de combustible **102**. Se puede proporcionar un filtro de agua **118** aguas abajo del lecho de catalizador **106** y se puede proporcionar un supresor de llamas **116** para eliminar el agua presente en la mezcla de aire y vapor de combustible de un contenido reducido de componente reactivo antes de que la mezcla se haga recircular al recipiente de combustible **102**.

La Figura 3 es una representación esquemática de otra realización de la presente invención, en la que la fuente de aire **202** y la fuente de vapor de combustible **206** se suministran a la línea **210** a través de las líneas **204** y **208**, respectivamente, en la que se combinan para formar una mezcla de vapor de combustible/aire y se suministran al lecho de catalizador **212**. Como alternativa, el aire **202** y el vapor de combustible **206** se pueden suministrar directamente al lecho de catalizador **212** en el que se combinan. La mezcla de vapor de combustible/aire se somete a la acción de un catalizador tal que el catalizador reduce el contenido de componente reactivo de la mezcla de vapor de combustible/aire. En la práctica de la presente invención se pueden emplear cualquiera de una serie de catalizadores diferentes, por ejemplo, un catalizador preferido empleado actualmente es un catalizador de metal noble convencional. La mezcla de vapor de combustible/aire, que tiene un contenido reducido de componente reactivo, sale del lecho de catalizador **212** a través de la línea **214**, opcionalmente se puede pasar a través del filtro/condensador **216** para eliminar cualquier agua formada durante el tratamiento catalítico, y a continuación se introduce en el recipiente de almacenamiento de combustible **218** a medida que se extrae combustible del mismo.

La Figura 4 muestra el rendimiento de un catalizador con una baja concentración de oxígeno. Una mezcla de aire y vapor de combustible se hace pasar sobre gránulos de un catalizador de metal noble convencional empaquetado en un tubo de acero inoxidable de $\frac{1}{2}$ pulgada por 7 pulgadas a temperaturas variables, y se determina el contenido de oxígeno de sus gases efluentes. El gráfico muestra la concentración de oxígeno en el efluente de los tubos de reacción en función del aumento de la temperatura. Como se muestra en la Figura 4, el contenido de oxígeno en el efluente del tubo catalizador disminuye rápidamente a medida que la temperatura aumenta a aproximadamente 290°F (143°C), en el que se midió un contenido de oxígeno de aproximadamente 650 ppm. A medida que la temperatura se aumenta adicionalmente de 290°F (143°C) a 400°F (204°C), el contenido de oxígeno en el efluente disminuye gradualmente hasta menos de 5 ppm. Este ejemplo demuestra claramente la capacidad de funcionamiento de un sistema de reducción de dicho componente reactivo.

La Figura 5 muestra una realización de un sistema de eliminación de componente reactivo de la invención, que incluye un modulador de la temperatura y una zona de catalizador. El sistema de eliminación de componente reactivo **300** se suministra con vapor de un depósito de combustible (que puede incluir el oxígeno disuelto en el mismo) a través de la entrada **302**. La entrada **302** puede incluir el soplador **304**, que puede facilitar el movimiento del vapor a través de sistema de eliminación de componente reactivo **300**. La entrada **302** también puede incluir el puerto de muestras **306** para obtener muestras del contenido del gas de entrada, y también puede incluir la válvula de flujo inverso **308**. Se suministra vapor que entra en el sistema a través de la entrada **302** al modulador de la temperatura **310**, que puede incluir, por ejemplo, un intercambiador de calor de diseño de carcasa y tubos. El medio de intercambio de calor puede ser aire externo o gas, o puede ser un líquido. Opcionalmente, el vapor purificado a partir del sistema de eliminación de componente reactivo se puede utilizar como medio de intercambio de calor. El sistema también puede incluir el calentador **312** aguas arriba del lecho de catalizador **314**. El lecho de catalizador **314** se puede configurar de diferentes maneras, por ejemplo, un lecho fluidizado, o puede incluir catalizador soportado en las aletas o conos.

El modulador de temperatura **310**, que puede ser un intercambiador de calor, también puede incluir medios para la eliminación o agua de una corriente de vapor, y puede incluir agua de drenaje **322** y válvulas automáticas de drenaje de la humedad **320**. El vapor de contenido reducido de componente reactivo sale del sistema por la salida **328**, que

puede incluir el sensor de oxígeno **324** y la válvula de inversión de flujo **330**.

El sistema de eliminación de componente reactivo **300** puede ser del tamaño apropiado basado en el volumen de vapor a tratar y la velocidad deseada de eliminación de componente reactivo procedente del vapor. Del mismo modo, el intercambiador de calor **310** puede variar en tamaño basado en varios parámetros, incluyendo el medio de intercambio de calor empleado y el gradiente de temperatura.

En un ejemplo del sistema de eliminación de componente reactivo de la invención, se proporciona una unidad diseñada para que tenga una velocidad de flujo de al menos 50 CFM (pies cúbicos/min). Preferentemente, el sistema proporciona una velocidad de flujo de al menos 150 CFM (pies cúbicos/min). En un ejemplo del sistema de eliminación de componente reactivo de la invención, las dimensiones de la unidad son de aproximadamente 12 pulg. x 12 pulg. x 40 pulg (30 cm x 30 cm x 100 cm). En uno de estos sistemas, el lecho de catalizador puede ser un tubo redondo de al menos 5 pulg. (12,7 cm) de diámetro y 4,5 pulg. (11,4 cm) de longitud.

La Figura 6 ilustra una realización de los sistemas de la invención que incluye un modulador de la temperatura. El catalizador que contiene una zona de reacción **400** se suministra con el vapor que contiene componente reactivo **402** a través de la entrada **404**. La zona de reacción **400** incluye tubos recubiertos de catalizador **406** en posición vertical en la zona de reacción. Preferentemente, los tubos **406** son extraíbles para facilitar la sustitución del catalizador. La zona de reacción **400** puede incluir aletas o pasos **408** para facilitar el paso de un medio de intercambio de calor para el calentamiento o enfriamiento de la zona de reacción. Como se muestra en la Figura, un medio de intercambio de calor (ya sea un gas, tal como aire, o un líquido, tal como agua) puede entrar en la zona de reacción a través de la parte superior **410** de la zona de reacción **400**, que fluye a través de las aletas o pasos **408** de la zona de reacción, y la salida inferior **412**. El vapor de un contenido reducido de componente reactivo sale de la zona de reacción **400** por la salida **414**.

La Figura 7 ilustra una realización de un tubo de catalizador para la reducción del componente(s) reactivo(s) de acuerdo con la presente invención. El tubo **500** incluye un cono recubierto de catalizador **502**, situado de tal manera que la punta **504** del cono está aguas arriba de la base del cono **506**. El flujo de corriente de gas **501** a través del tubo se muestra en general por las flechas. Dicha disposición, en la que un cono se coloca dentro del tubo, facilita la máxima interacción entre el catalizador y el vapor, permite una mayor concentración de catalizador aguas abajo, y permite el control del flujo de la mezcla de vapor de combustible y aire del que se está extrayendo el componente reactivo. El vapor que tiene un contenido reducido de componente reactivo **507** fluye pasado el cono **506**.

La Figura 8 ilustra una realización de un tubo de catalizador/intercambiador de calor para la reducción del componente(s) reactivo(s) en un vapor de combustible. El sistema de tubo de catalizador/intercambiador de calor **600** puede incluir el tubo **602**, que puede estar relleno de partículas de catalizador **604** (mostrado en la Figura como círculos abiertos). Opcionalmente, también pueden estar presentes en el tubo partículas sólidas no catalíticas inertes (no mostradas). El tubo puede incluir pantallas situadas en la entrada **606** y la salida **608** de la zona catalítica para la retención de partículas catalíticas y no catalíticas. En la realización mostrada en la Figura, la densidad de catalizador en el tubo puede ser mayor aguas abajo que aguas arriba. Las partículas sólidas no catalíticas pueden ser catalizador agotado, materiales de soporte sin catalizador, perlas de vidrio, o similar. El gradiente de distribución del catalizador facilita la distribución uniforme de las cargas de calor y resulta en una reducción gradual de la concentración de componente reactivo de la alimentación de vapor. El diseño del tubo puede incorporar aletas o rebordes **610** para proporcionar un área de superficie máxima para funcionar como intercambiador de calor.

La Figura 9 ilustra colectivamente dos realizaciones de un sistema de tubo de catalizador/intercambio de calor (mostrado como **700a** y **700b** en las Figuras 9A y 9B, respectivamente) para la eliminación de componente(s) reactivo(s) de vapor de combustible y, opcionalmente, una corriente de aire. El flujo de la mezcla de vapor de combustible se indica mediante las flechas en las que la corriente de vapor a tratar entra en una posición aguas arriba y sale en una posición aguas abajo. El interior de los tubos de catalizador **700a** y **700b** incluye aletas recubiertas de catalizador **704a** y **704b**. Los tubos pueden estar configurados para tener un gradiente de densidad de catalizador, como se muestra en el tubo **700a**, en la que la longitud de las aletas recubiertas de catalizador **704a** aumenta a medida que la corriente de vapor progresa aguas abajo en el tubo. En otra realización, el tubo puede estar configurado para tener una densidad de catalizador uniforme, como se muestra en el tubo **700b**, en la que la longitud de las aletas recubiertas de catalizador **704b** es uniforme en toda la longitud del tubo de catalizador. Como se muestra, los tubos pueden incluir aletas de intercambio de calor, como se muestra en el exterior de los tubos **706a** y **706b**. Cuanto mayor es el área de superficie expuesta en un sistema de intercambiador de calor, más se facilita la transferencia de calor. Las aletas recubiertas de catalizador **704a** y **704b** pueden variar en anchura para facilitar el máximo contacto del vapor de combustible con el catalizador.

La Figura 10 ilustra colectivamente tres diseños de tubos de reacción/intercambiador de calor. Como se muestra en la Figura 10A, se proporciona un tubo de catalizador para la eliminación de los componente(s) reactivo(s) de una corriente de alimentación de vapor de combustible y aire. El tubo **800a** incluye una pared **802a** y la sección interior **804a**. Opcionalmente, la sección interior **804a** puede incluir pantallas (no mostradas) para retener las partículas de catalizador en un espacio y volumen definidos. El tubo **800a** incluye las aletas **806a** en la superficie exterior del tubo para facilitar la transferencia de calor con el tubo de catalizador.

Como se muestra en la Figura 10B, se proporciona un tubo de catalizador sin aletas intercambiadoras de calor. El tubo incluye una pared **802b**, la sección interior **804b**, en la que la sección interior puede incluir el cono recubierto de catalizador **808b**. Preferentemente, el cono recubierto de catalizador **808b** tiene una punta **810b** y una base **812b**, y, preferentemente, la punta del cono **810b** está situada aguas arriba de la base del cono catalizador **812b**.

5 Como se muestra en la Figura 10C, se proporciona un tubo de catalizador con cono recubierto de catalizador **808c** y aletas de intercambio de calor **806c**. El tubo incluye una sección de pared **802c** y la sección interior **804c** proporcionada dentro de la pared del tubo. La sección interior **804c** incluye el cono recubierto de catalizador **808c**, en el que el cono preferentemente tiene una punta **810c** y una base **812c**, en el que la punta del cono **810c** se coloca preferentemente aguas arriba de la base **812c** del cono recubierto de catalizador **808c**. Las aletas **806c** se extienden desde el exterior de la pared del tubo, y facilitan la transferencia de calor.

15 La Figura 11 muestra una realización del sistema de eliminación de componente reactivo de la invención. El vapor de combustible **902** se suministra al sistema de eliminación de componente reactivo **900a** a través de la línea **904** que opcionalmente puede incluir una válvula de control **906**. Se puede suministrar aire fresco o reciclado **908** a través de la entrada **910**. La entrada de aire **910** opcionalmente puede incluir el calentador **912**, que puede incluir las aletas **914** en el interior del calentador, para precalentar la corriente de alimentación de aire. El vapor de combustible **902** y el aire precalentado **908** se combinan en la zona de reacción **918** donde la mezcla entra en contacto con las aletas del intercambiador de calor recubiertas de catalizador **920**. Las aletas recubiertas de catalizador **920** se colocan en el interior de la zona catalítica **918**, mientras que las aletas **922** se encuentran en el exterior de la zona catalítica **918**. Las aletas catalíticas **920** pueden tener diferentes anchuras y se pueden colocar dentro de la zona catalítica, para facilitar al máximo el contacto entre el vapor que contiene componente reactivo y las aletas recubiertas de catalizador. Como se muestra en la Figura, la zona del catalizador puede estar configurada para tener un gradiente de densidad de catalizador, u opcionalmente, puede tener una densidad de catalizador uniforme. El vapor de combustible/aire de contenido reducido de componente reactivo sale del sistema por la salida **924**.

20 La Figura 12 muestra otra realización de un sistema de eliminación de componente reactivo de la invención. El vapor de combustible **1002** se suministra al sistema de eliminación de componente reactivo **1000** a través de la línea **1004** que opcionalmente puede incluir la válvula **1006**. El aire **1008**, que puede ser aire recién suministrado o aire reciclado, se suministra a la entrada **1010** del sistema de eliminación de componente reactivo **1000**. El aire pasa a través de la zona de precalentamiento **1011**, que puede incluir el intercambiador de calor **1012** y aletas **1014** u otro medio para aumentar el área de superficie con la que el aire entra en contacto. El aire y el vapor de combustible precalentados entran en la zona de reacción **1030** que puede incluir una fuente de catalizador. Como se muestra en la Figura, la fuente que contiene catalizador puede ser una estructura de malla de alambre o de nido de abeja **1032**. La mezcla de vapor de combustible/aire de contenido reducido de componente reactivo sale de sistema de eliminación del componente reactivo **1000** a través de la salida **1034**.

30 La Figura 13 ilustra una realización de un sistema de inertización que emplea refrigeración por evaporación para facilitar la eliminación de la humedad de una corriente de alimentación que comprende la fase de vapor procedente de una pila de combustible (no mostrada). El vapor de combustible **1102** se suministra a la entrada **1104** del sistema de inertización **1100** donde opcionalmente se combina con una segunda fuente de gas **1106** suministrada a través de la línea de entrada **1108**, tal como, por ejemplo, aire. El vapor se hace pasar a través del calentador **1110**, que puede ser un intercambiador de calor, y a continuación se hace pasar a la zona de reacción **1112**, que puede incluir un sistema de catalizador y un sistema de calefacción o enfriamiento como se desee. El vapor que sale de la zona de reacción a través de la salida de la zona de reacción **1114** pasa a través de la sección del condensador **1116**, que se puede poner en contacto en el exterior de la tubería con un líquido, tal como, por ejemplo, agua. El agua eliminada del vapor tratado en la sección del condensador se puede recoger en la parte inferior de los tubos, y se puede retirar de la sección del condensador **1116** a través de una cualquiera de una pluralidad de válvulas de **1118** situadas en un punto bajo de la sección del condensador **1116**. El líquido eliminado del vapor tratado a través de las válvulas de drenaje **1118** se puede hacer circular dentro del sistema de enfriamiento por evaporación a través de la bomba **1124** y se utiliza según sea necesario. El sistema de inertización **1100** también puede incluir un sistema de filtro de humedad **1120** y opcionalmente puede incluir otro sistema(s) de filtrado deseado **1122**, tal como, por ejemplo, un sistema configurado para la eliminación de oxígeno, hidrocarburos, o cualquier otro componente no deseado que quede en la corriente de vapor tratada. El sistema de refrigeración por evaporación puede recircular el agua eliminada del vapor de a través de la línea **1126** a los orificios **1128**, permitiendo con ello que el agua se ponga en contacto con la sección del condensador **1116** del sistema de eliminación de componente reactivo, con lo que además se facilita la eliminación de agua a partir del vapor.

40 La Figura 14 ilustra una realización de un sistema para la eliminación del calor y la humedad de una corriente de vapor. La corriente de alimentación de vapor de combustible **1202**, y opcionalmente el aire, se suministran a la entrada **1204** del sistema de eliminación **1200**. La entrada **1204** opcionalmente puede incluir un precalentador **1206**. La corriente opcionalmente precalentada se suministra a la zona catalítica **1208**, que puede incluir un material catalizador situado para facilitar al máximo el contacto entre el vapor y el catalizador. El vapor tratado con un contenido reducido de componente reactivo sale de la zona catalítica **1208** a través de la tubería de salida **1210** y entra en el dispositivo en línea rotatorio **1212**. El dispositivo en línea rotatorio se puede utilizar para facilitar la eliminación de agua, la eliminación de calor o ambas de la corriente de vapor que sale. El dispositivo **1212** gira en

sentido horario o en sentido antihorario alrededor del eje definido por la salida **1210**. El vapor sale del dispositivo en línea **1212** a través de la línea **1214**.

5 La Figura 15 ilustra un método para el control de la refrigeración dentro de un sistema de eliminación de componente reactivo. El vapor entra en el dispositivo de enfriamiento **1300** a través de la línea **1302**. Preferentemente, la corriente de vapor **1302** se enfría mediante refrigeración por expansión, en el que el diámetro de la tubería de entrada es menor que el diámetro de la tubería de salida. El mayor volumen da lugar a una presión más baja y, posteriormente, a una temperatura más baja. La unidad de calefacción expansiva puede incluir la pantalla **1306** que, además, puede facilitar una reducción en la presión después de salir del dispositivo **1300**.

10 Aunque las realizaciones a modo de ejemplo ilustradas en las figuras y descritas anteriormente son las preferidas actualmente, debe entenderse que estas realizaciones se ofrecen solamente a modo de ejemplo. Otras realizaciones pueden incluir, por ejemplo, diferentes técnicas para realizar las mismas operaciones. La invención no se limita a una realización particular, sino que se extiende a varias modificaciones, combinaciones y permutaciones que, sin embargo, caen dentro del alcance de las reivindicaciones adjuntas.

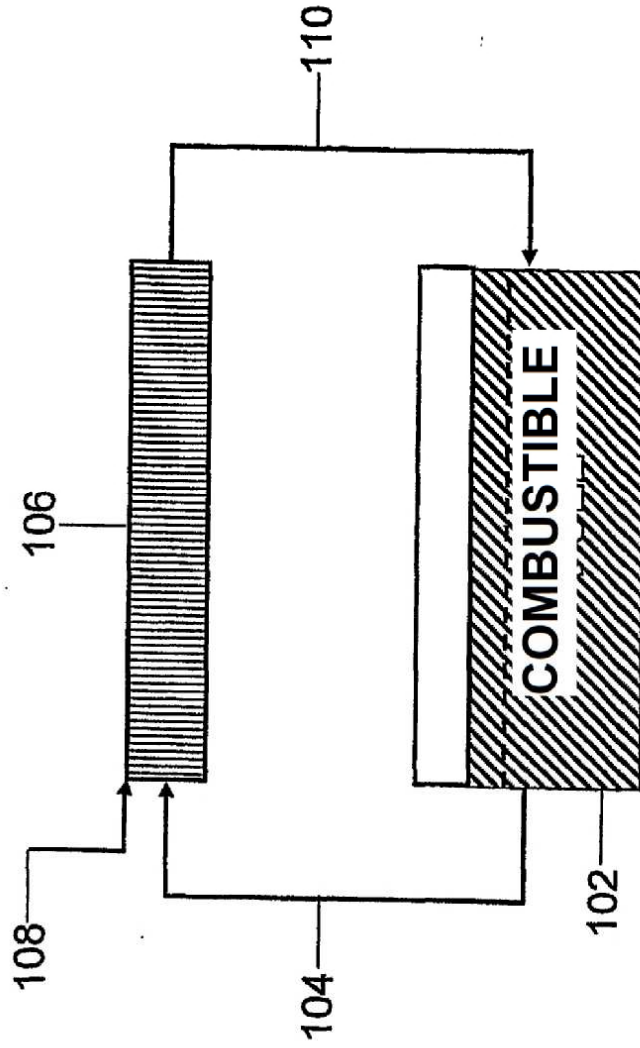
15

REIVINDICACIONES

1. Un sistema para reducir la concentración de uno o más componente(s) reactivo(s) de la fase de vapor de un depósito de almacenamiento de combustible (102), comprendiendo dicho sistema
- 5 un depósito de almacenamiento de combustible (102), en donde dicho depósito de almacenamiento de combustible está provisto de una salida (104) para la eliminación de vapor del mismo y una entrada (110) para el retorno del vapor al mismo, comprendiendo dicho sistema:
- 10 una zona de reacción (106), en donde dicha zona de reacción (106) proporciona condiciones adecuadas para desactivar dichos uno o más componente(s) reactivo(s) cuando entra(n) en contacto con la misma, una entrada (104) a dicha zona de reacción (106) en comunicación de fluido con el espacio de vapor de dicho depósito de almacenamiento de combustible (102) a través de la salida (104) del depósito de almacenamiento de combustible (102), y
- 15 una salida (110) de dicha zona de reacción (106) en comunicación de fluido con el espacio de vapor de dicho depósito de almacenamiento de combustible (102) a través de la entrada (110) del depósito de almacenamiento de combustible (102).
2. Un sistema de acuerdo con la reivindicación 1 en donde dicho sistema es un sistema de circuito cerrado.
- 20 3. Un sistema de acuerdo con las reivindicaciones 1 o 2, que comprende además una entrada/salida (108) para equilibrar la presión dentro del sistema tras la exposición a condiciones sub- o súper-atmosféricas.
4. Un sistema de acuerdo con la reivindicación 3, en el que dicha entrada/salida (108) comprende una fuente de gas auxiliar para equilibrar la presión dentro del sistema tras la exposición a condiciones sub-atmosféricas.
- 25 5. Un sistema de acuerdo con las reivindicaciones 3 o 4, en el que dicha entrada/salida (108) comprende un orificio de ventilación para equilibrar la presión dentro del sistema tras la exposición a condiciones súper-atmosféricas.
- 30 6. Un sistema de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, en el que dicho(s) componente(s) reactivo(s) es/son oxígeno.
7. Un sistema de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, en el que dicha fase de vapor además comprende vapor de combustible.
- 35 8. Un sistema de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, en el que dicha zona de reacción (106) comprende un recipiente que contiene catalizador, en donde dicho catalizador es reactivo con dicho uno o más componente(s) reactivo(s) cuando entra(n) en contacto con la misma en condiciones adecuadas.
9. Un sistema de acuerdo con la reivindicación 8 en el que el recipiente tiene un extremo de entrada y un extremo de salida y el contenido de catalizador varía desde el extremo de entrada al extremo de salida.
- 40 10. Un sistema de acuerdo con la reivindicación 9 en el que el contenido de catalizador aumenta desde el extremo de entrada al extremo de salida.
- 45 11. Un sistema de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 8 a 10, en el que dicho catalizador es un catalizador de metal opcionalmente soportado.
12. Un sistema de acuerdo con la reivindicación 11 en el que dicho catalizador de metal se selecciona del grupo que consiste en metales nobles, metales preciosos, óxidos de metales de transición, óxidos de tierras raras y mezclas de cualesquiera dos o más de los mismos.
- 50 13. Un sistema de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 8 a 12, en el que dichas condiciones adecuadas para poner en contacto dicho catalizador con dicho uno o más componente(s) reactivo(s) comprenden una temperatura en el intervalo de aproximadamente 25 °C hasta aproximadamente 1200 °C.
- 55 14. Un sistema de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 8 a 13, en el que la zona de reacción (106) está asociada a un modulador de la temperatura (310).
- 60 15. Un sistema de acuerdo con la reivindicación 14 en el que dicho modulador de la temperatura (310) es un intercambiador de calor.
16. Un sistema de acuerdo con la reivindicación 15 en el que el intercambiador de calor está integrado con el recipiente que contiene catalizador.
- 65 17. Un sistema de acuerdo con las reivindicaciones 15 o 16, en el que dicho intercambiador de calor comprende un medio de intercambio de calor.

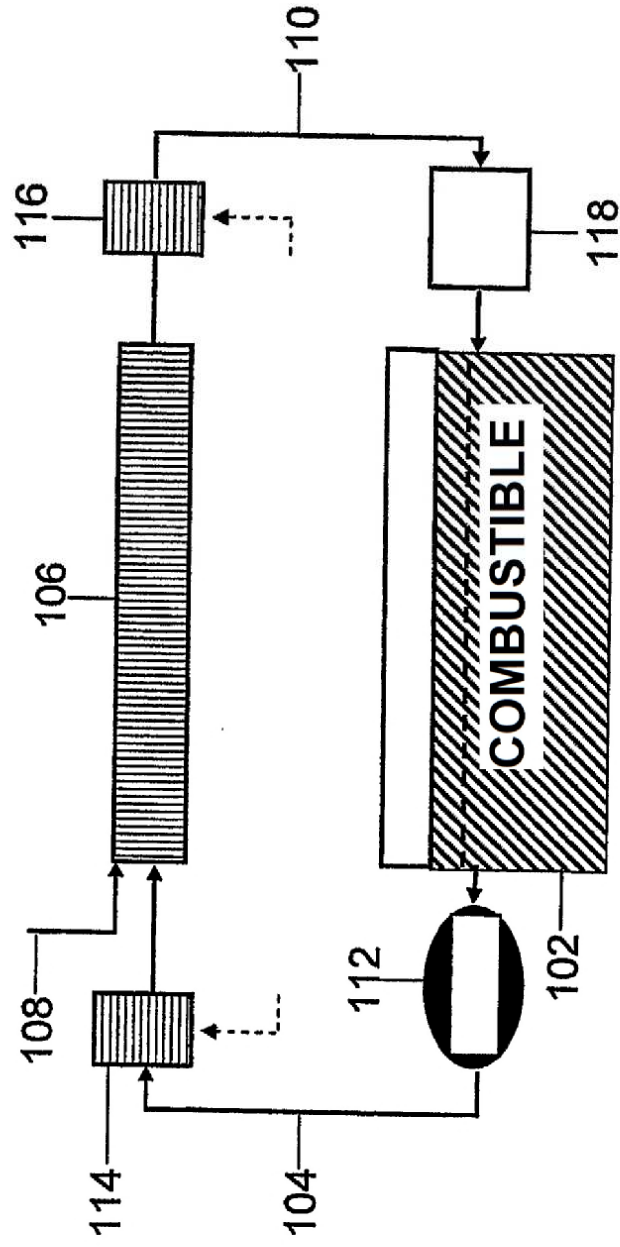
18. Un sistema de acuerdo con la reivindicación 17 en el que el medio de intercambio de calor se selecciona entre aire externo o un líquido.
- 5 19. Un sistema de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 15 a 18, en el que dicho intercambiador de calor es una bomba de calor.
20. Un sistema de acuerdo con la reivindicación 14 en el que dicho modulador de la temperatura es un enfriador por evaporación.
- 10 21. Un sistema de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, que comprende además un supresor de llama (114, 116) colocado en la entrada (104) y/o la salida (110) del depósito de almacenamiento de combustible (102).
- 15 22. Un sistema de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, que comprende además un sensor de oxígeno antes y/o después de la zona de reacción (106).
- 20 23. Un sistema de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, que comprende además una trampa aguas abajo de la zona de reacción (106) para la eliminación de agua del vapor.
- 25 24. Un método para reducir la concentración de uno o más componente(s) reactivo(s) de la fase de vapor de un depósito de almacenamiento de combustible (102), en donde dicho depósito de almacenamiento de combustible (102) comprende una salida (104) para la eliminación de vapor del mismo y una entrada (110) para el retorno de vapor al mismo, comprendiendo dicho método:
- 30 pasar al menos una porción de la fase de vapor del depósito de almacenamiento de combustible (102) a través de una zona de reacción (106), en donde dicha zona de reacción (106) proporciona condiciones adecuadas para desactivar dichos uno o más componente(s) reactivo(s) cuando entra(n) en contacto con la misma, produciendo de ese modo una fase de vapor que tiene una concentración reducida de componente(s) reactivo(s) en su interior, y a continuación devolver la fase de vapor que tiene una concentración reducida de componente(s) reactivo(s) en la misma a dicho depósito de almacenamiento de combustible (102).
25. Un método de acuerdo con la reivindicación 24 en el que dicha zona de reacción (106) comprende un recipiente que contiene catalizador.
- 35 26. Un método según las reivindicaciones 24 o 25 que comprende además poner en contacto dicha fase de vapor del depósito de almacenamiento de combustible (102) con un modulador de la temperatura aguas arriba de la zona de reacción (106).

FIGURA 1



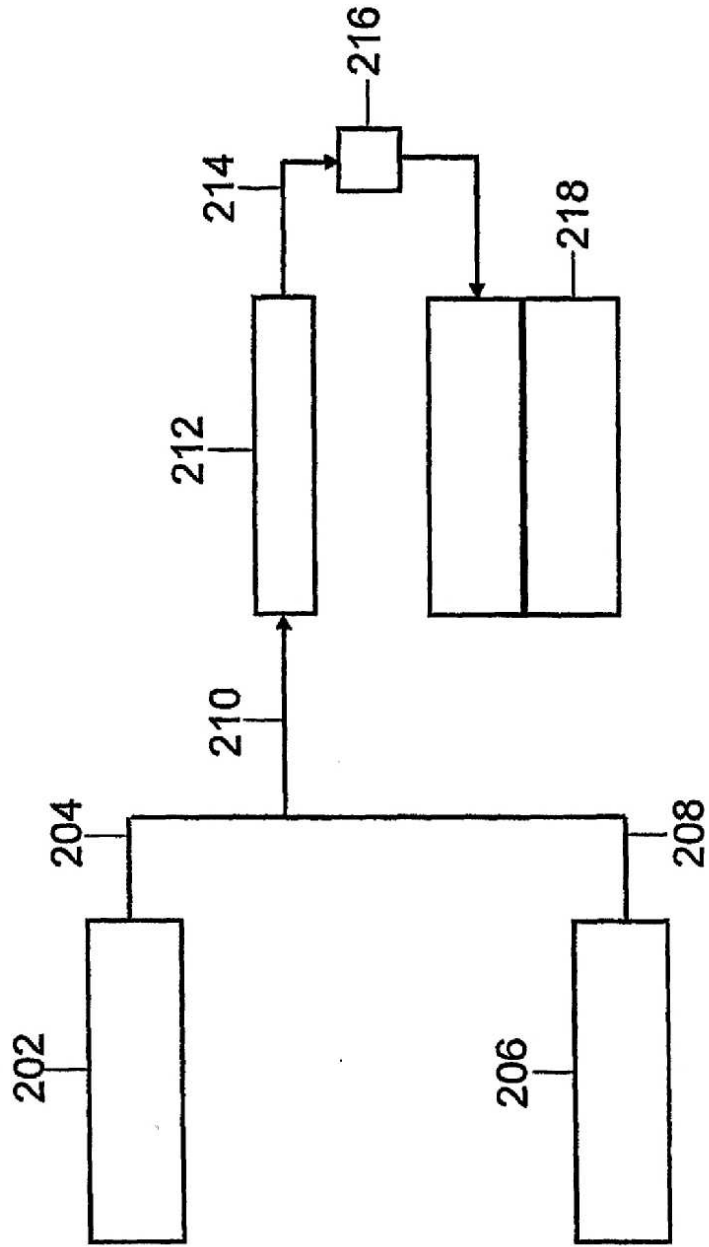
100

FIGURA 2



100

FIGURA 3



200

FIGURA 4

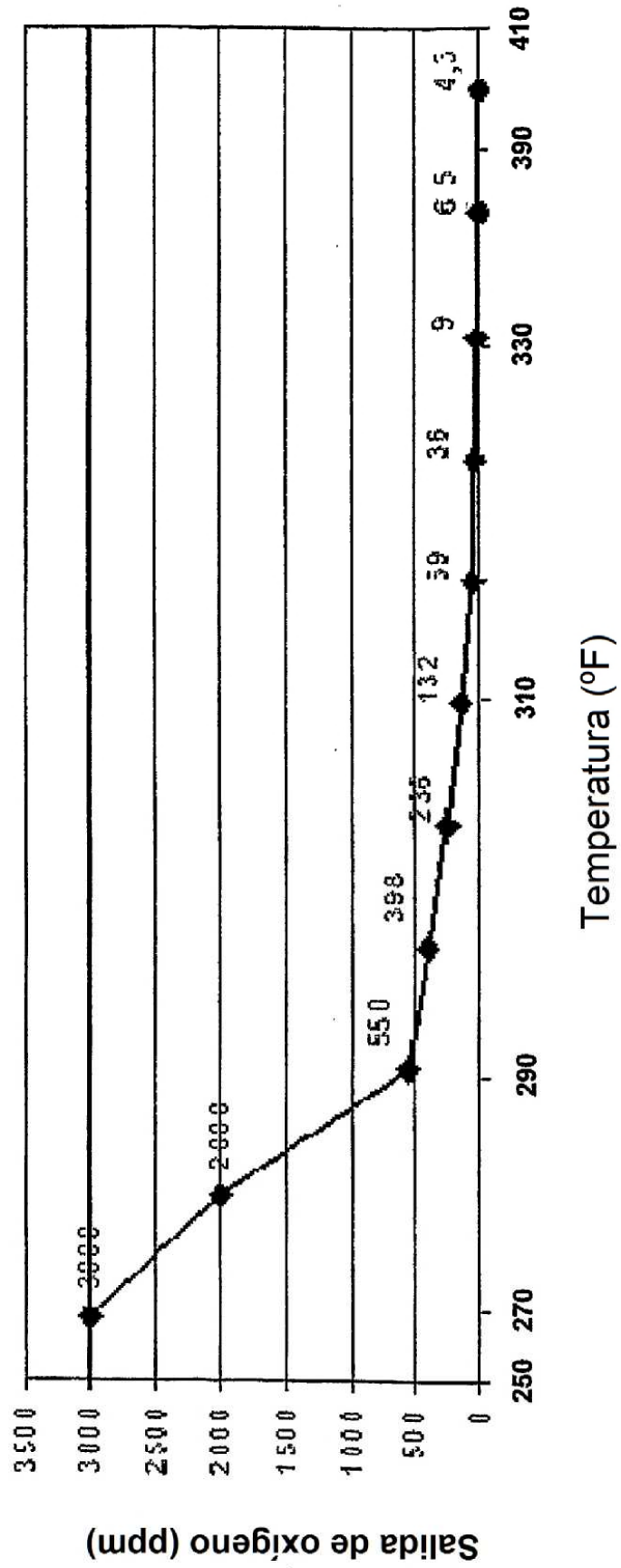


FIGURA 5

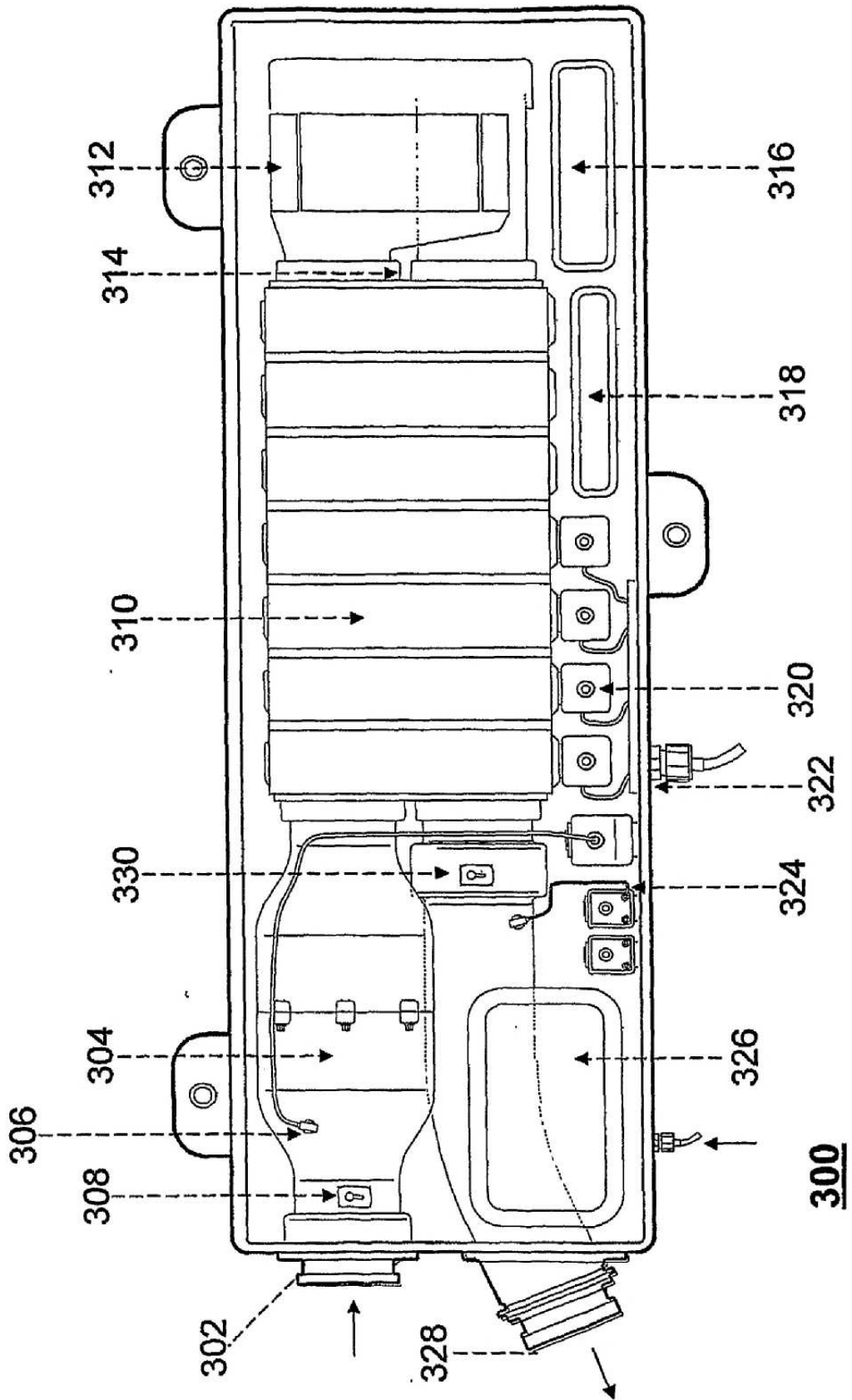


FIGURA 6

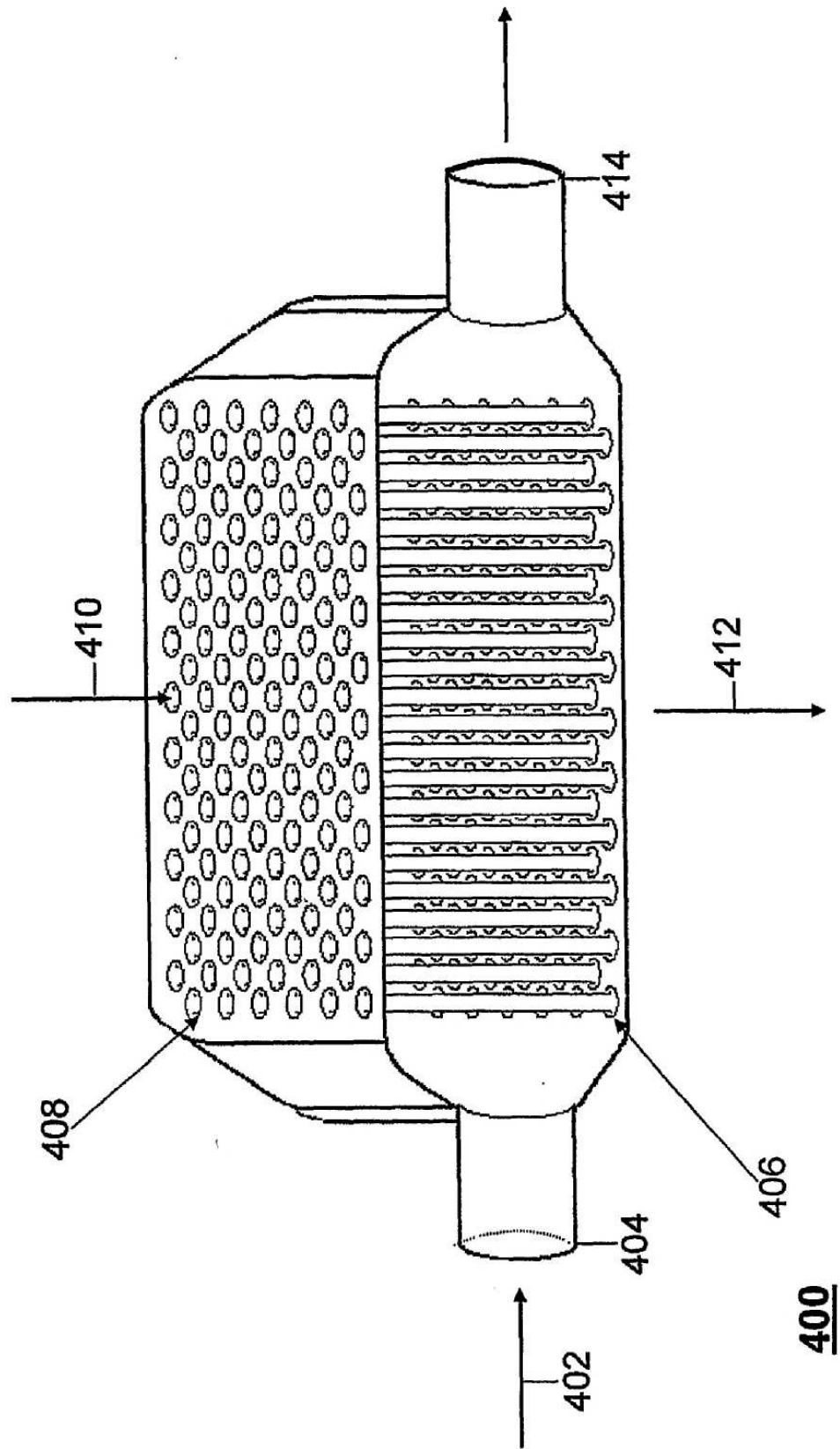
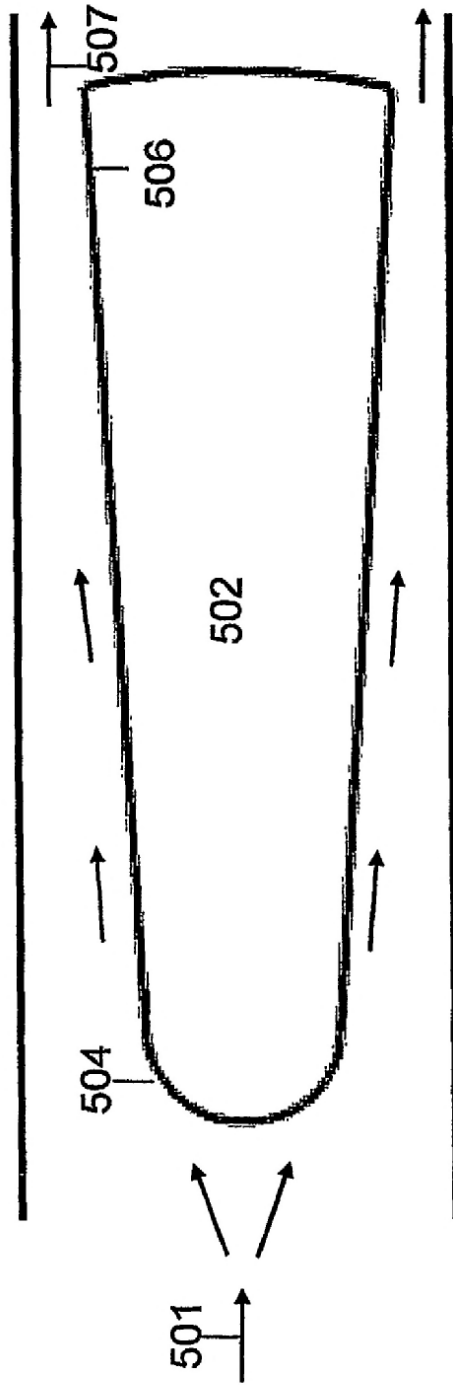


FIGURA 7



500

FIGURA 8

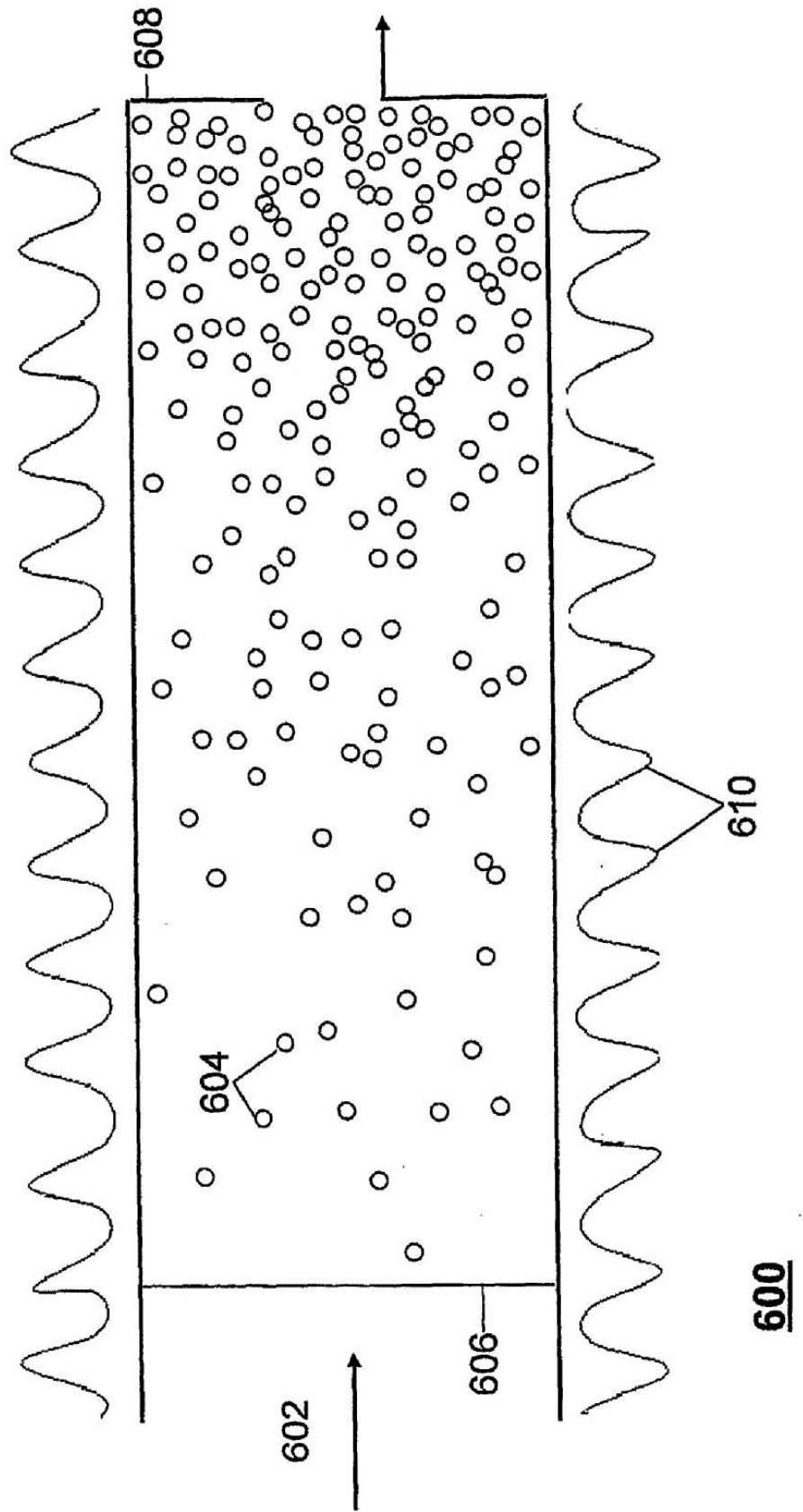


FIGURA 9A

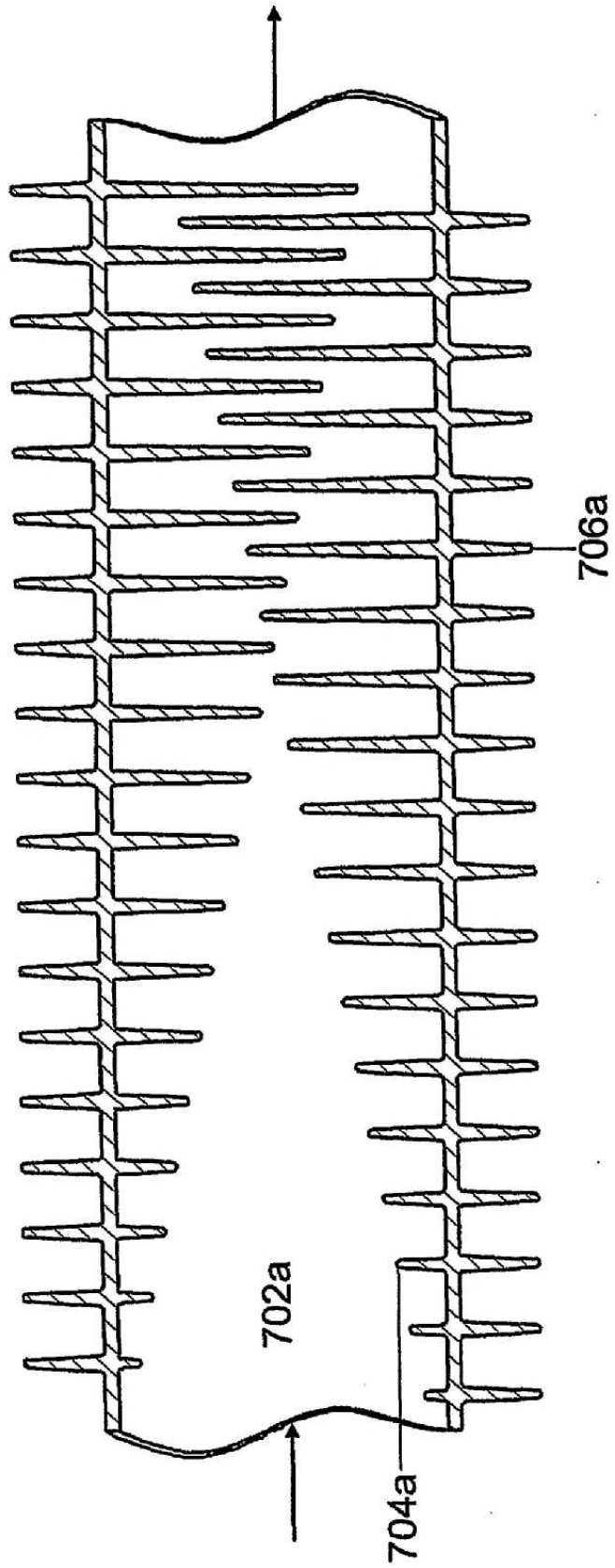
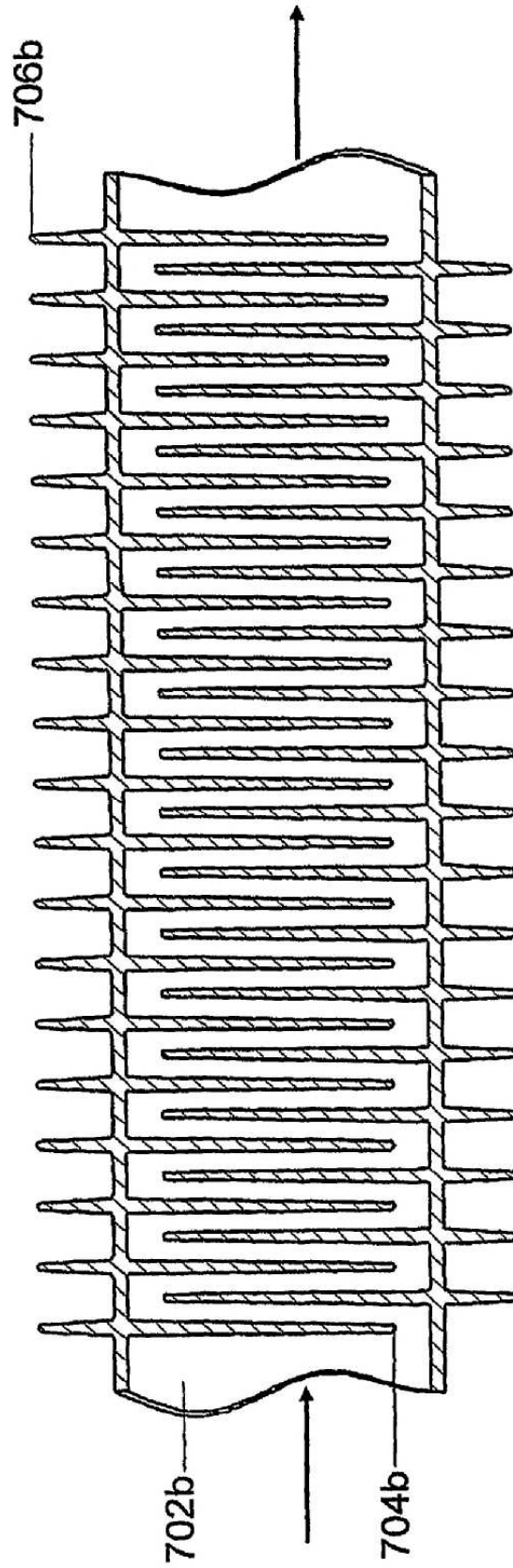
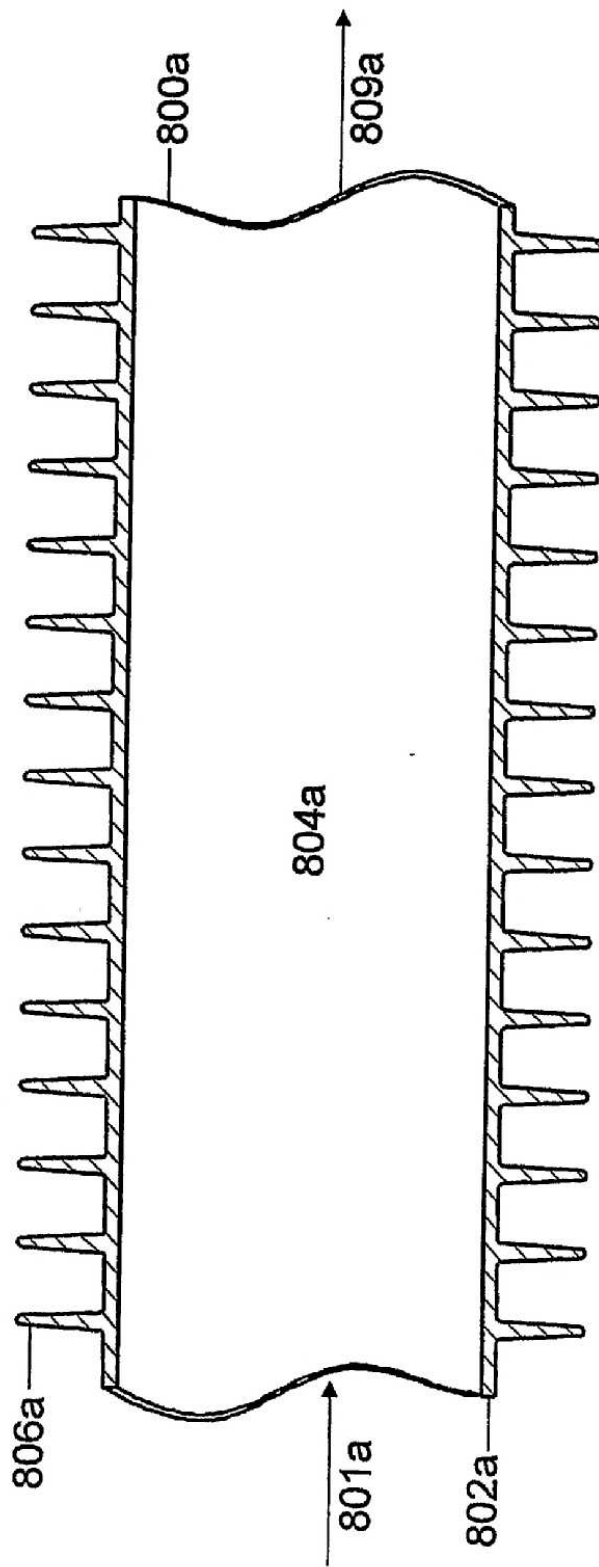


FIGURA 9B



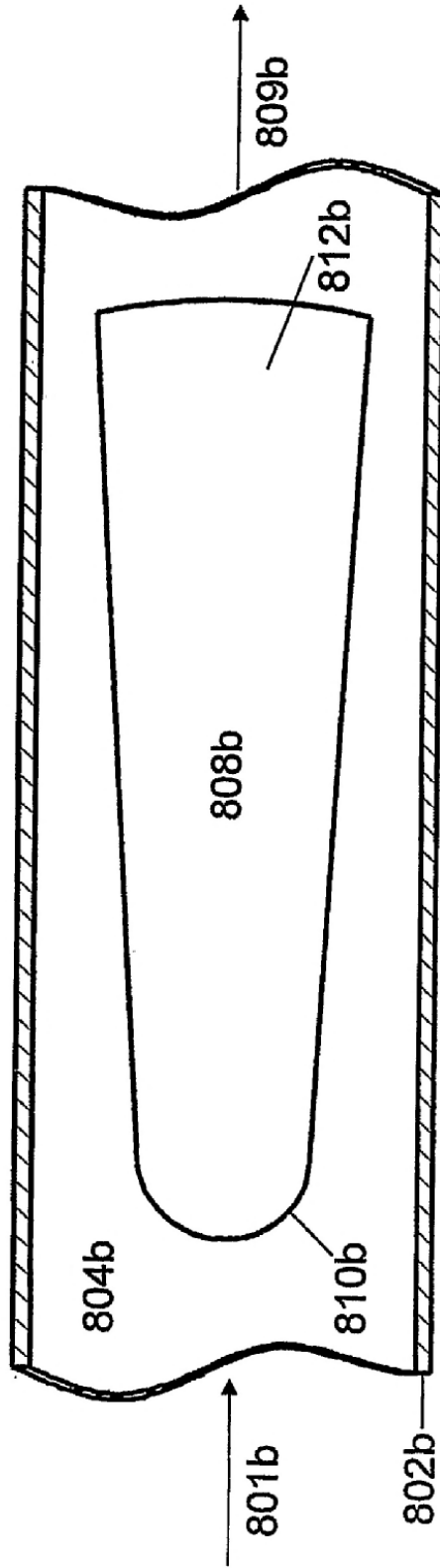
700b

FIGURA 10A



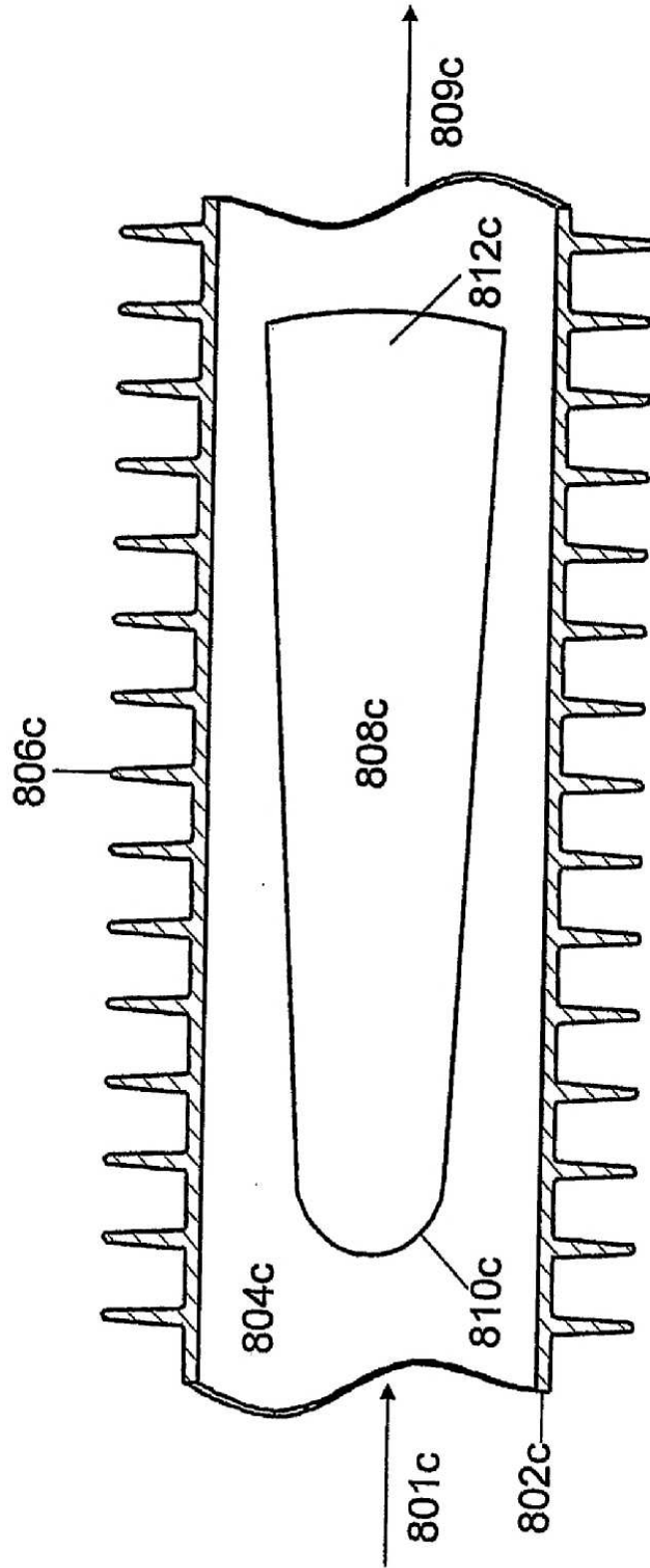
800a

FIGURA 10B



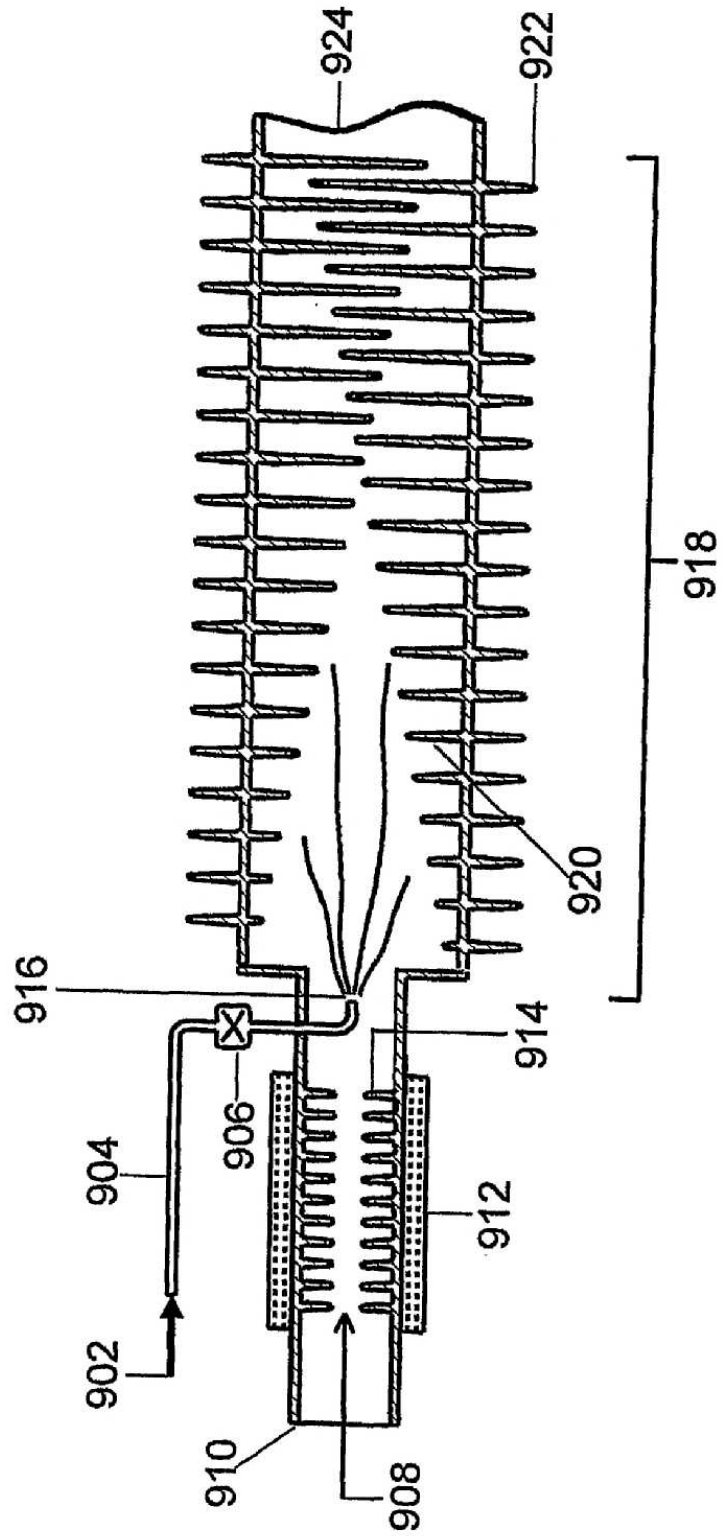
800b

FIGURA 10C



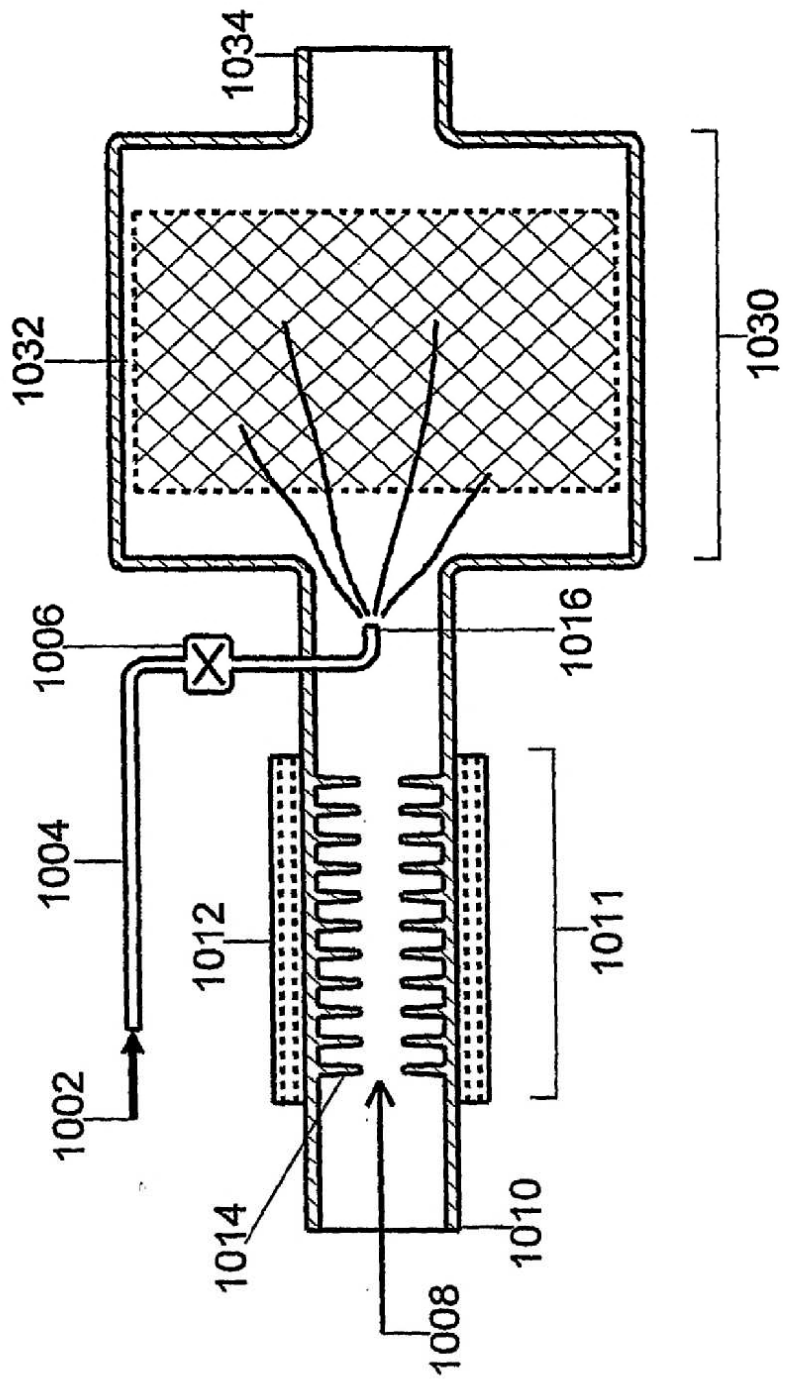
800c

FIGURA 11



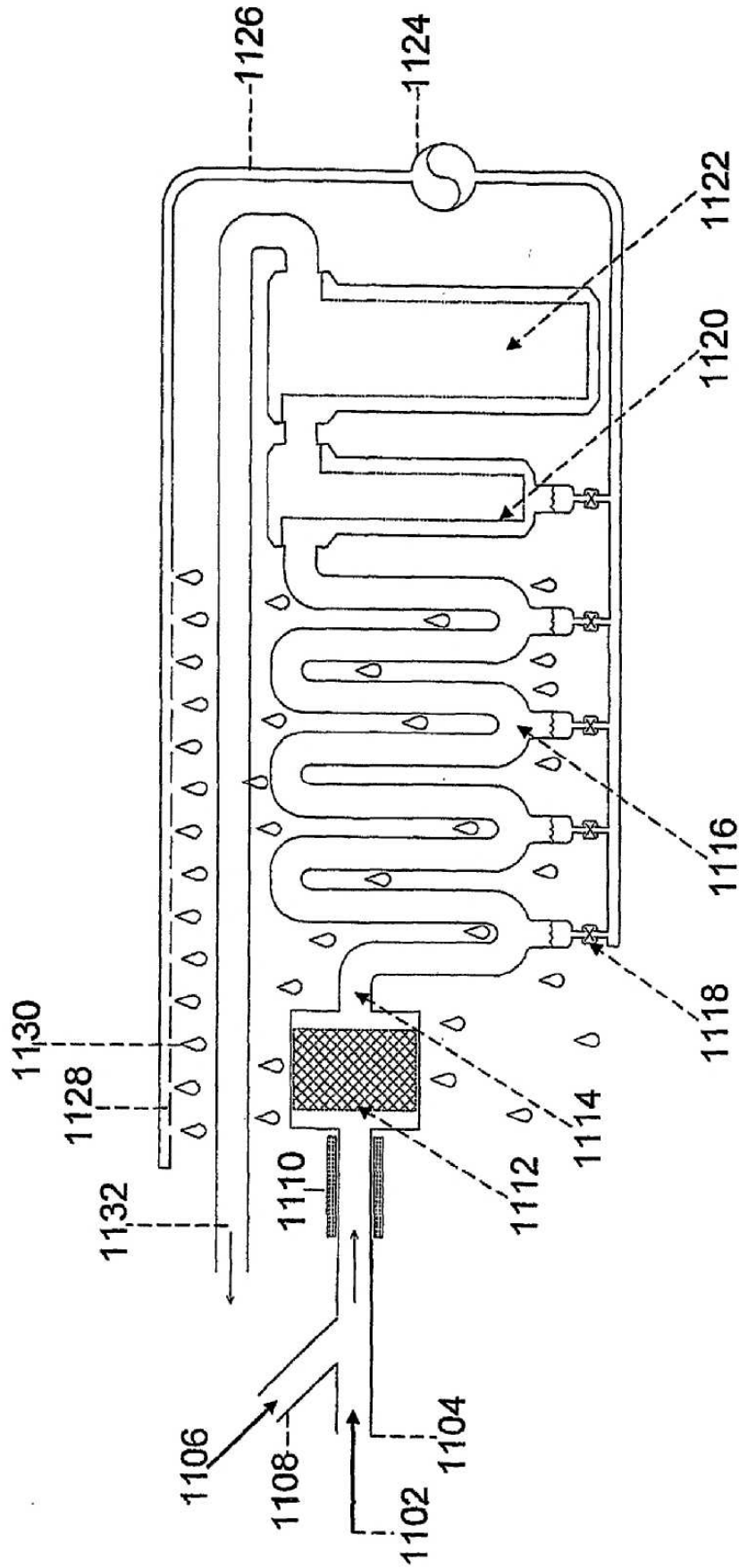
900

FIGURA 12



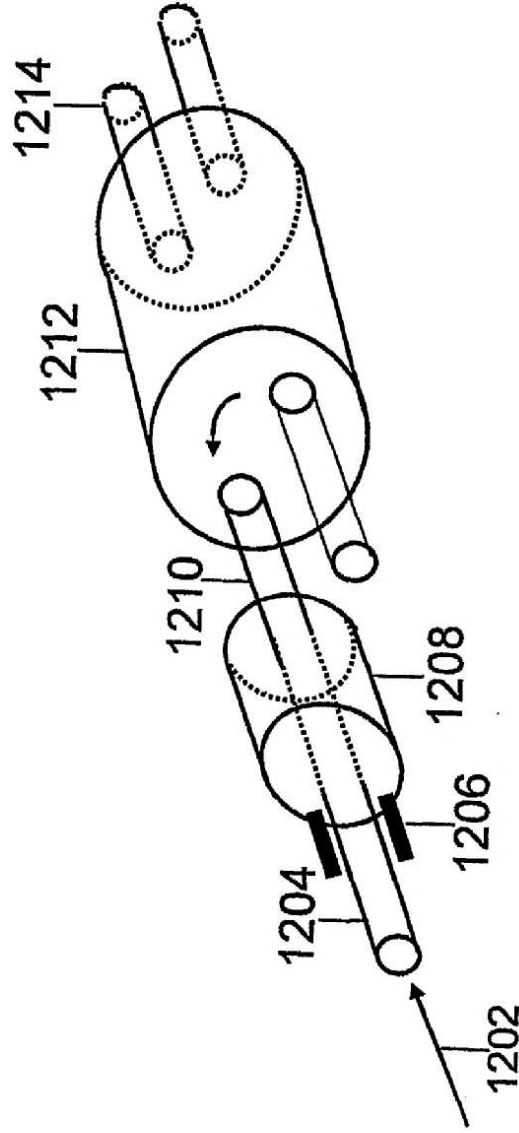
1000

FIGURA 13



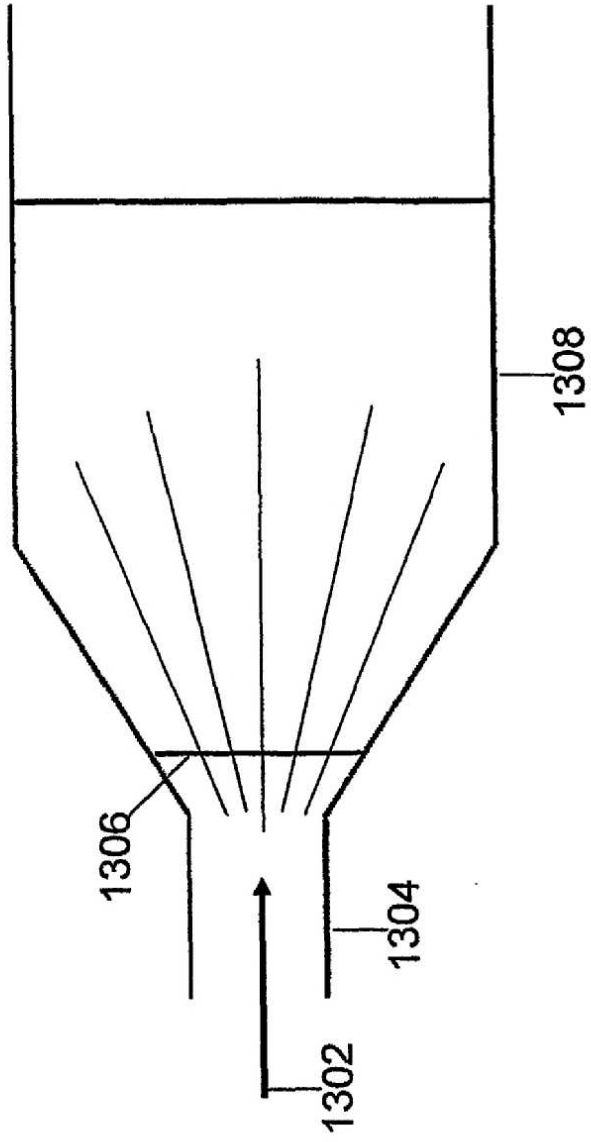
1100

FIGURA 14



1200

FIGURA 15



1300