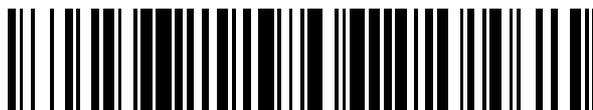


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 486 965**

51 Int. Cl.:

C01B 3/24 (2006.01)

H01M 8/06 (2006.01)

H01M 8/04 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **31.10.2005 E 05824713 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **14.05.2014 EP 1820232**

54 Título: **Ensamblés de producción de energía y generación de hidrógeno**

30 Prioridad:

31.10.2004 US 623894 P

17.09.2005 US 717641 P

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

19.08.2014

73 Titular/es:

**DCNS SA (100.0%)
40-42, rue du Docteur Finlay
75015 Paris, FR**

72 Inventor/es:

**EDLUND, DAVID J. y
STUDEBAKER, R. TODD**

74 Agente/Representante:

LAZCANO GAINZA, Jesús

ES 2 486 965 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

Ensamblados de producción de energía y generación de hidrógeno

5 Campo de la descripción

La presente descripción se dirige generalmente a los ensamblados de generación de hidrógeno, componentes de estos, y ensamblados de producción de energía.

10 Antecedentes de la descripción

15 Un ensamblado de generación de hidrógeno es un ensamblado que convierte uno o más materiales de alimentación en una corriente de producto que contiene gas de hidrógeno como componente mayoritario. Las materias primas de alimentación pueden incluir una materia prima de alimentación que contiene carbono, y en algunas modalidades, pueden incluir adicionalmente agua. Las materias primas son suministradas a la región productora de hidrógeno del ensamblado de generación de hidrógeno desde el sistema de suministro de materia prima de alimentación, típicamente las materias primas son suministradas bajo presión y a temperaturas elevadas. La región productora de hidrógeno es frecuentemente asociada a un ensamblado de modulación de la temperatura, tal como un ensamblado de calentamiento o un ensamblado de enfriamiento, el cual consume uno o más corrientes de combustibles para mantener la región productora de hidrógeno dentro de un intervalo de temperatura adecuado produciendo gas de hidrógeno.

25 El gas de hidrógeno producido se puede usar en una variedad de aplicaciones. Una de tales aplicaciones es la producción de energía, tales como en celdas de combustible electroquímicas. Una celda de combustible electroquímica es un dispositivo que convierte un combustible y un oxidante en electricidad, un producto de reacción, y calor. Por ejemplo, las celdas de combustible pueden convertir el hidrógeno y el oxígeno en agua y electricidad. En tales celdas de combustible, el hidrógeno es el combustible, el oxígeno es el oxidante, y el agua es un producto de reacción. Los apilados de celdas de combustible incluyen una pluralidad de celdas y pueden ser utilizados con un ensamblado de generación de hidrógeno para proporcionar un ensamblado de producción de energía. El apilado de celdas de combustible puede asociarse a un sistema de suministro de aire para suministrar una corriente de aire y/o un ensamblado modulador de temperatura para mantener el apilado de celdas de combustible dentro de un intervalo de temperaturas adecuado para generar electricidad

35 El documento US 2004/083890 describe membranas purificadoras de hidrógeno, dispositivos purificadores de hidrógeno, y procesamiento de combustible y sistemas de celdas de combustibles que incluyen dispositivos de purificación de hidrógeno. Las membranas purificadoras de hidrógeno incluyen una membrana metálica, que está al menos sustancialmente compuesta por paladio o una aleación de paladio. En algunas modalidades, la membrana contiene cantidades trazas de carbono, silicio y/o oxígeno. En algunas modalidades, las membranas forman parte de un dispositivo purificador de hidrógeno que incluye un recinto que contiene un ensamblado de separación, el cual se adapta para recibir una corriente de gas mixto que contiene gas de hidrógeno y producir una corriente pura o al menos prácticamente pura de gas hidrógeno de esta. En algunas modalidades, la(s) membrana(s) y/o el dispositivo de purificación forman una porción de un procesador de combustible, y en determinadas modalidades, la(s) membrana(s) y/o el dispositivo purificador forman una porción de un procesador de combustible o un sistema de celdas de combustible.

45 En la patente de los Estados Unidos 2003/223926 se describen ensamblados de quemadores por difusión y atomización y procesadores de combustibles y sistemas de celdas de combustible que contienen los mismos. El ensamblado del quemador recibe al menos un combustible líquido y/o gaseoso, mezcla dicha corriente con aire, y combustiona la mezcla de corrientes para proporcionar calor para un procesador de combustible. En algunas modalidades, el ensamblado del quemador recibe al menos una corriente de combustible combustionable producida por el procesador de combustible y/o el sistema de celdas de combustible. En algunas modalidades, el ensamblado del quemador recibe una corriente de combustible que posee la misma composición que la de una corriente que es suministrada para propósitos que no son de combustión a otra porción del procesador de combustible y/o sistema de celdas de combustible. En algunas modalidades, el ensamblado del quemador recibe y vaporiza una corriente de combustible que incluye la misma materia prima de alimentación que contiene carbono y/o tiene la misma composición general que las corrientes de alimentación desde las cuales el reformador de vapor de agua u otros procesadores de combustible producen gas de hidrógeno. Se describen además los métodos de uso

Resumen de la descripción

60 La presente descripción se relaciona con los ensamblados, sistemas, dispositivos, y métodos que se adaptan para producir gas hidrógeno a partir de una o más materias primas para usar en celdas de combustible electroquímicas o en otras aplicaciones, así como en ensamblados de producción de energía que incorporan los mismos.

De acuerdo con un primer aspecto, la presente invención proporciona un ensamble de generación de hidrógeno de acuerdo con la reivindicación 1.

5 De acuerdo con un segundo aspecto la presente invención proporciona un sistema de la reivindicación 12 que comprende un ensamble de generación de hidrógeno en combinación con un apilado de celdas de combustible adaptadas para producir una corriente eléctrica a partir de un oxidante y al menos una porción de la corriente de hidrógeno producto.

10 De acuerdo con un tercer aspecto, la presente invención proporciona un método de acuerdo con la reivindicación 19, donde el método es un método de arranque y operación de un ensamble de generación de hidrógeno.

En algunas modalidades, los ensambles de generación de hidrógeno, y/o ensambles de producción de energía que incorporan los mismos, están adaptados para aplicaciones portátiles. En algunas modalidades, los ensambles de generación de hidrógeno, y/o ensambles de producción de energía que incorporan los mismos, están libres de bombas y otros sistemas de suministro de fluido accionados eléctricamente. En algunas modalidades, los ensambles de generación de hidrógeno, y/o ensambles de producción de energía que incorporan los mismos, incluyen bombas u otros sistemas de suministro de materia prima de alimentación que se adaptan para extraer una o más corrientes de alimentación de un suministro, que en algunas modalidades es un suministro de baja presión o no presurizado. En algunas modalidades, los ensambles de generación de hidrógeno, y/o ensambles de producción de energía que incorporan los mismos, están libres de controladores accionados eléctricamente. En algunas modalidades, los ensambles de generación de hidrógeno, y/o ensambles de producción de energía que incorporan los mismos, incluyen un controlador, que en algunas modalidades es un controlador accionado eléctricamente, y en algunas modalidades es un controlador computarizado, o implementado por computadora. En algunas modalidades, los ensambles de generación de hidrógeno, y ensambles de producción de energía que incorporan los mismos, se adaptan para producir gas de hidrógeno purificado sin requerir un sistema de suministro de materia prima de alimentación o un ensamble de calentamiento u otro de modulación de la temperatura. En algunas modalidades, los ensambles de generación de hidrógeno, y/o ensambles de producción de energía que incorporan los mismos, incluyen un sistema de suministro de materia prima de alimentación energizado eléctricamente y/o un ensamble calentamiento u otro de modulación de la temperatura. En algunas modalidades, los ensambles de generación de hidrógeno, y/o ensambles de producción de energía que incorporan los mismos, se adaptan para el arranque a partir de una configuración de funcionamiento, para la transición de la configuración de funcionamiento de arranque a una configuración de funcionamiento productora de hidrógeno y/o productora de energía, y para mantener la configuración de funcionamiento seleccionada con mínimas entradas de usuario y/o requisitos del balance de planta. En algunas modalidades, los ensambles de generación de hidrógeno, y/o ensambles de producción de energía que incorporan los mismos, se adaptan para el arranque usando un ensamble del quemador de combustible líquido. En algunas modalidades, los ensambles de generación de hidrógeno, y/o ensambles de producción de energía que incorporan los mismos, se adaptan para el arranque usando un ensamble del quemador de combustible gaseoso. En algunas modalidades, los ensambles de generación de hidrógeno, y los ensambles de producción de energía que incorporan los mismos, incluyen un sistema de suministro de materia prima de alimentación que se adapta para utilizar una corriente de reciclado y al menos uno de un limitador de flujo y una válvula accionada por presión para regular el régimen de flujo y/o la presión a la que se suministra la corriente de alimentación a la región productora de hidrógeno del procesador de combustible. En algunas modalidades, los ensambles de generación de hidrógeno, y/o ensambles de producción de energía que incorporan los mismos, se adaptan para que sean ensambles portátiles. En algunas modalidades, los ensambles de generación de hidrógeno se adaptan para producir menos de 15 slm de gas de hidrógeno, y en algunas modalidades, menos de 10 slm, u opcionalmente aún menos de 5 slm, de gas de hidrógeno cuando funcionan a toda su capacidad. En algunas modalidades, los ensambles de producción de energía que incorporan ensambles de generación de hidrógeno de acuerdo con la presente descripción se adaptan para tener un salida de energía nominal de al menos 100 watts y/o no más de 1000 watts, y opcionalmente 100-400 watts, 200-600 watts, y/o 400-800 watts.

50 Breve descripción de los dibujos

La Fig. 1 es una vista esquemática de un ensamble de generación de hidrógeno de acuerdo con la presente descripción.

55 La Fig. 2 es una vista esquemática a de un sistema de celdas de combustible que produce hidrógeno de acuerdo con la presente descripción.

La Fig. 3 es una vista esquemática de otro sistema de celdas de combustible que produce hidrógeno de acuerdo con la presente descripción.

La Fig. 4 es una vista esquemática de otro sistema de celdas de combustible que produce hidrógeno de acuerdo con la presente descripción.

60 La Fig. 5 es una vista esquemática de otro ensamble de generación de hidrógeno de acuerdo con la presente descripción.

La Fig. 6 es una vista esquemática de otro ensamble de generación de hidrógeno de acuerdo con la presente descripción.

- La Fig. 7 es una vista en perspectiva en despiece de un ejemplo ilustrativo de un ensamble de procesamiento de combustible de acuerdo con la presente descripción.
- La Fig. 8 es una vista en perspectiva en despiece del ensamble de procesamiento de combustible de la Fig. 7.
- 5 La Fig. 9 es una vista en perspectiva de otro ejemplo ilustrativo de un ensamble de procesamiento de combustible de acuerdo con la presente descripción.
- La Fig. 10 es una vista en perspectiva de una sección transversal del ensamble de procesamiento de combustible de la Fig. 9.
- La Fig. 11 es una vista en perspectiva en despiece del ensamble de procesamiento de combustible de la Fig. 9.
- 10 La Fig. 12 es una vista esquemática de otro ensamble de generación de hidrógeno ilustrativo de acuerdo con la presente descripción.
- La Fig. 13 es una vista isométrica fragmentaria que ilustra ejemplos de construcciones del quemador que pueden ser usadas en los ensambles de calentamiento de acuerdo con la presente descripción.
- La Fig. 14 es una vista en elevación lateral de un ejemplo ilustrativo de un ensamble de procesamiento de combustible productor de hidrógeno de acuerdo con la presente descripción.
- 15 La Fig. 15 es una vista en sección transversal de un ensamble de procesamiento de combustible productor de hidrógeno de la Fig. 14.
- La Fig. 16 es una vista en elevación lateral de otro ensamble de generación de hidrógeno ilustrativo de acuerdo con la presente descripción que se adapta para arrancar usando un combustible líquido.
- 20 La Fig. 17 es una vista en elevación lateral de otro ensamble de generación de hidrógeno ilustrativo de acuerdo con la presente descripción que se adapta para el arranque usando un combustible líquido.
- La Fig. 18 es una vista en elevación lateral de otro ensamble de generación de hidrógeno ilustrativo de acuerdo con la presente descripción que se adapta para arrancar usando un combustible líquido.
- La Fig. 19 es una vista en elevación desde un extremo del ensamble de generación de hidrógeno de la Fig. 18.
- 25 La Fig. 20 es una vista en perspectiva ilustrativa de un ensamble de procesamiento de combustible productor de hidrógeno de acuerdo con la presente descripción.
- La Fig. 21 es otra vista en perspectiva del ensamble de procesamiento de combustible productor de hidrógeno de la Fig. 20.
- La Fig. 22 es una vista en sección transversal parcial del ensamble de procesamiento de combustible productor de hidrógeno de la Fig. 20.
- 30 La Fig. 23 es una vista esquemática fragmentaria ilustrativa de un ensamble de generación de hidrógeno con un sistema de suministro de materia prima de alimentación ilustrativo de acuerdo con la presente descripción en el cual la región productora de hidrógeno y el sistema de suministro de materia prima de alimentación reciben la misma materia prima de alimentación líquida que contiene carbono.
- 35 La Fig. 24 es una vista esquemática que muestra una variación del ensamble de generación de hidrógeno de la Fig. 23, donde una materia prima de alimentación que contiene carbono se suministra a la región productora de hidrógeno y al ensamble del quemador desde de la misma corriente de suministro.
- La Fig. 25 es una vista esquemática ilustrativa de otro ensamble de generación de hidrógeno de acuerdo con la presente descripción en la cual la región productora de hidrógeno y el ensamble del quemador reciben corrientes de combustible, o de alimentación que contienen agua y materia prima de alimentación líquida que contienen carbono.
- 40 La Fig. 26 es una vista esquemática que muestra una variación del ensamble de generación de hidrógeno de la Fig. 25, donde la región productora de hidrógeno y el ensamble del quemador reciben corrientes de combustible, o de alimentación que contienen agua y un materia prima de alimentación que contiene carbono desde de la misma corriente de suministro
- 45 La Fig. 27 es una vista esquemática que muestra otra variación de los ensambles de generación de hidrógeno de las Figs. 25 y 26.
- La Fig. 28 es una vista esquemática de un ensamble de generación de hidrógeno con otro ejemplo de un sistema de suministro de materia prima de alimentación de acuerdo con la presente descripción.
- La Fig. 29 es una vista esquemática de un ensamble de generación de hidrógeno con otro ejemplo de un sistema de suministro de materia prima de alimentación de acuerdo con la presente descripción.
- 50 La Fig. 30 es una vista esquemática de otro ejemplo ilustrativo de un sistema de celdas de combustible de acuerdo con la presente descripción.
- La Fig. 31 es una vista esquemática de otro sistema ilustrativo de suministro de materia prima de alimentación de acuerdo con la presente descripción.
- 55 La Fig. 32 es una vista esquemática de otro sistema de suministro de materia prima de alimentación de acuerdo con la presente descripción
- La Fig. 33 es una vista esquemática de otro ensamble de generación de hidrógeno de acuerdo con la presente descripción.
- La Fig. 34 es una vista esquemática de otro sistema de suministro de materia prima de alimentación de acuerdo con la presente descripción.
- 60 La Fig. 35 es una vista esquemática de otro ensamble de generación de hidrógeno de acuerdo con la presente descripción.

Descripción detallada y mejor modo de la descripción

Un ensamble de generación de hidrógeno de acuerdo con la presente descripción se ilustra esquemáticamente en la Fig. 1 y se indica generalmente en 10. El ensamble de generación de hidrógeno incluye un sistema de suministro de materia prima de alimentación 22 y un ensamble de procesamiento de combustible 31. El ensamble de procesamiento de combustible, o sistema, 31, incluye un procesador de combustible 12 que se adapta para producir una corriente de hidrógeno producto 14 que contiene gas de hidrógeno, y preferentemente al menos gas de hidrógeno prácticamente puro, a partir de una o más corrientes de alimentación 16. La corriente de alimentación 16 puede incluir al menos una materia prima de alimentación que contiene carbono 18. El procesador de combustible 12 incluye cualquier dispositivo o combinación de dispositivos apropiados que se adapta para producir gas de hidrógeno a partir de la corriente de alimentación(s) 16. En consecuencia, el procesador de combustible 12 incluye una región productora de hidrógeno 19, en la cual una corriente de salida 20 que contiene gas de hidrógeno se produce mediante la utilización de cualquier mecanismo adecuado de producción de hidrógeno. La corriente de salida 20 incluye gas de hidrógeno al menos como un componente mayoritario. La corriente de salida 20 puede incluir uno o más componentes gaseosos adicionales, y de ese modo pueden referirse como una corriente de gas mezclada que contiene gas de hidrógeno como su componente mayoritario pero el cual incluye otros gases. La región 19 puede utilizar un lecho o región adecuada que contiene el catalizador.

Los ejemplos de mecanismos adecuados para producir gas de hidrógeno a partir de corriente(s) de alimentación 16 suministrada(s) por un sistema de suministro de materia prima de alimentación 22 incluyen un reformado al vapor y un reformado térmico, en los que los catalizadores de reformación se usan para producir gas de hidrógeno a partir de una corriente de alimentación 16 que contiene una materia prima de alimentación que contiene carbono 18 y agua 17. En un proceso de reformado al vapor, la región productora de hidrógeno 19 contiene un catalizador de reformado al vapor adecuado 23, como se indica en las líneas de trazos en la Fig. 1. En una modalidad, el procesador de combustible puede ser referido como un reformador de vapor, una región productora de hidrógeno 19 puede ser referida como una región de reformación, y una salida, o mezcla de gases, la corriente 20 puede ser referida a como una corriente reformada. Los ejemplos de catalizadores de reformación al vapor apropiados incluyen formulaciones de cobre-cinc de catalizadores de cambio de baja temperatura y una formulación de cromo vendidos bajo el nombre comercial KMA por Sfd-Chemie, aunque otros pueden ser usados. Los otros gases que están típicamente presentes en la corriente reformada incluyen monóxido de carbono, dióxido de carbono, metano, vapor de agua, y/o materia prima de alimentación que contiene carbono que no haya reaccionado. En una reacción de reformación térmica, un catalizador apropiado de reformación térmica se usa para producir gas de hidrógeno a partir de agua y una materia prima de alimentación que contiene carbono en presencia de aire. Cuando se usa la reformación autotérmica, el procesador de combustible incluye además un ensamble de suministro de aire 55 que se adapta para suministrar una corriente de aire a la región productora de hidrógeno, tal y como se indica en las líneas discontinuas en la Fig. 1. Las reacciones térmicas productoras de hidrógeno utilizan una reacción primaria endotérmica que se utiliza junto con una reacción de oxidación parcial exotérmica, la cual genera calor dentro de la región productora de hidrógeno en la iniciación de la reacción inicial productora de hidrógeno.

Otros mecanismos adecuados para producir gas de hidrógeno incluyen la pirólisis y oxidación catalítica parcial de una materia prima de alimentación que contiene carbono, en cuyo caso la corriente de alimentación no contiene agua. Los ejemplos de materiales de alimentación que contienen carbono adecuados 18 incluyen al menos un hidrocarburo o alcohol. Los ejemplos de hidrocarburos adecuados incluyen metano, propano, gas natural, diesel, queroseno, gasolina y similares. Los ejemplos de alcoholes adecuados incluyen metanol, etanol, y polioles, tales como etilenglicol y propilenglicol. Está dentro del alcance de la presente descripción que el ensamble de generación de hidrógeno 10 pueda utilizar más de un mecanismo de producción de hidrógeno en la región de producción de hidrógeno 19.

Los ensambles de procesamiento de combustible 31 de acuerdo con la presente descripción pueden (pero no son requeridos) más aun incluir una región de purificación, o separación, 24 en la cual una corriente rica en hidrógeno 26 se produce a partir de la corriente de salida, o de la mezcla de gases. La corriente rica en hidrógeno 26 contiene al menos una concentración de hidrógeno mayor que la corriente de salida 20 y una concentración reducida de uno u otros gases más o impurezas que están presentes en la corriente de salida. La región de purificación 24 se ilustra esquemáticamente en la Fig. 1, donde la corriente de salida 20 se muestra al ser suministrada a la región de purificación opcional 24. Como se muestra en la Fig. 1, la corriente de hidrógeno producto 14 incluye al menos una porción de la corriente rica en hidrógeno 26. En consecuencia, las corrientes ricas en hidrógeno 26 y 14 pueden ser la misma corriente y pueden tener la misma composición y regímenes de flujo. Sin embargo, está también dentro del alcance de la presente descripción que algo de gas de hidrógeno purificado en la corriente rica en hidrógeno 26 pueda ser almacenado para un uso posterior, tal como en un ensamble adecuado de almacenamiento de hidrógeno, y/o consumido por el ensamble de procesamiento de combustible.

La región de purificación 24 puede, pero no es requerido, producir al menos una corriente subproducto 28. La corriente subproducto 28 puede no contener gas de hidrógeno, o puede contener algo de gas de hidrógeno. Cuando está presente, la corriente del subproducto 28 puede estar agotada, puede ser enviada a un ensamble quemador o a otra fuente de combustión, puede ser usada como una corriente de fluido caliente, almacenada para un uso posterior, o

utilizada de cualquier otra forma, almacenada o disponible. Está dentro del alcance de la descripción que la corriente del subproducto 28 pueda ser emitida desde la región de purificación como una corriente continua sensible al suministro de la corriente de salida 20 de la región de purificación, o intermitentemente, tal como en un proceso discontinuo o cuando la porción de subproductos de la corriente de salida es retenida al menos temporalmente en la región de purificación.

5 Aunque no se requiere, está dentro del alcance de la presente descripción que el sistema de procesamiento de combustible 31 puede incluir una o más regiones de purificación que se adaptan para producir una o más corrientes de subproductos que contienen suficientes cantidades de gas hidrógeno para ser adecuado como un combustible, o materia prima de alimentación, corriente para un ensamble de calentamiento para el sistema de procesamiento de combustible. En algunas modalidades, la corriente del subproducto puede tener un índice de combustible (es decir, contenido de hidrógeno) suficientemente alto para permitir el uso del ensamble de calentamiento, cuando está presente, para mantener la región de producción de hidrógeno a una temperatura de trabajo deseada o dentro de un intervalo de temperaturas deseado. Por lo tanto, aunque no es necesario, está dentro del alcance de la presente descripción que la corriente subproducto pueda incluir gas de hidrógeno, tal como 10-30 % en peso de gas de hidrógeno, 15-25 % en peso de gas de hidrógeno, 20-30 % en peso de gas de hidrógeno, al menos 10 o 15 % en peso de gas de hidrógeno, al menos 20 % en peso de gas de hidrógeno, etc.

20 Está dentro del alcance de la presente descripción que la región de purificación, o separación y la región de producción puedan alojarse juntas dentro de misma capa, o alojamiento, 68. Está dentro del alcance de la presente descripción el que la región de separación esté posicionada separadamente con relación a la región productora de hidrógeno pero en comunicación continua con ella para recibir la corriente de gases mixtos de esta. Está además dentro del alcance de la presente descripción que el ensamble de generación de hidrógeno no incluya una región de separación

25 La región de purificación 24 incluye cualquier mecanismo, dispositivo, o combinaciones de dispositivos apropiados, que se adapten para reducir la concentración de al menos un componente de la corriente de salida 20. En la mayoría de las aplicaciones, la corriente rica en hidrógeno 26 tendrá una concentración de hidrógeno mayor que la corriente de salida, o de la mezcla de gases, 20 Sin embargo, está dentro del alcance de la descripción el que la corriente rica en hidrógeno tenga una concentración reducida de uno o más componentes que no sean hidrógeno que pueden estar presentes en la corriente de salida 20, aun teniendo la misma, o incluso una concentración de hidrógeno general reducida como en la corriente de salida. Por ejemplo, en algunas aplicaciones donde la corriente de hidrógeno producto 14 pueda ser usada, ciertas impurezas, o componentes que no sean hidrógeno, son más nocivos que otros. Un ejemplo específico, en sistemas convencionales de celdas de combustible, el monóxido de carbono puede dañar un apilado de celdas de combustible si está presente incluso en unas pocas partes por millón, mientras otros componentes que no sean hidrógeno que pueden estar presentes en la corriente 20, como agua, no dañarán el apilado aún estando presente en concentraciones mucho más altas. Por lo tanto, en tal aplicación, una región de purificación adecuada puede no incrementar la concentración total de hidrógeno, pero reducirá la concentración de componentes que no sean hidrógeno que sean nocivos, o potencialmente nocivos a la aplicación de la deseada corriente de hidrógeno producto.

40 Los ejemplos ilustrativos de dispositivos adecuados para la región de purificación 24 incluyen una o más membranas selectivas a hidrógeno 30, ensamblajes de eliminación química de monóxido de carbono 32, y sistemas de balance de presión de adsorción 38. Está dentro del alcance de la descripción que la región de purificación 24 pueda incluir más de un tipo de dispositivo de purificación, y que estos dispositivos puedan tener la misma o distintas estructuras y/o operar bajo los mismos o diferentes mecanismos. Como se discutió en la presente descripción, el ensamble de procesamiento de combustible productor de hidrógeno 31 puede incluir al menos un orificio restrictivo u otro limitador de flujo corriente abajo de, al menos, una región de purificación, de manera que se asocie con una o más de la corriente de hidrógeno producto, corriente rica de hidrógeno, y/o corriente subproducto.

50 Las membranas selectivas a hidrógeno 30 son permeables a gas hidrógeno, pero son al menos prácticamente, si no completamente, impermeables a otros componentes de la corriente de salida 20. Las membranas 30 pueden estar formadas por cualquier material permeable a hidrógeno adecuado para el uso en el ambiente de funcionamiento y los parámetros en los que funciona la región 24. Los ejemplos de materiales adecuados para las membranas 30 incluyen paladio y aleaciones de paladio, y especialmente capas finas de dichos metales y aleaciones. Las aleaciones de paladio han demostrado ser particularmente efectivas, especialmente paladio con 35% a 45 % en peso de cobre. Una aleación paladio-cobre que contiene aproximadamente 40% en peso de cobre ha demostrado ser particularmente efectiva aunque otras concentraciones relativas y componentes pueden ser usados dentro del alcance de la descripción. Los ejemplos de varias membranas, configuraciones de membranas y métodos para preparar los mismos se describen en las patentes de los Estados Unidos núms. 6,221,117, 6,319,306, y 6,537,352.

60 Los ensamblajes de eliminación química de monóxido de carbono 32 son dispositivos que reaccionan químicamente con monóxido de carbono y/u otros componentes indeseados de la corriente 20, si están presentes en la corriente de salida 20, para formar otras composiciones que no son potencialmente nocivas. Los ejemplos de ensamblajes de eliminación química de monóxido de carbono incluyen reactores de cambio de gas de agua para producir gas de hidrógeno y dióxido de carbono a partir de agua y monóxido de carbono, reactores de oxidación parcial que son adaptados para

convertir monóxido de carbono a dióxido de carbono, y regiones de catalizadores de metanación, o lechos, que convierten monóxido de carbono e hidrógeno en metano y agua. Está dentro del alcance de la descripción que el ensamble de procesamiento de combustible 31 pueda incluir más de un tipo y/o número de ensambles de eliminación química 32.

5

El cambio de presión de adsorción (PSA, de sus siglas en inglés) es un proceso químico en el cual las impurezas gaseosas son eliminadas de la corriente de salida 20 basado en el principio de que ciertos gases que, en las condiciones de temperatura y presión apropiadas, son adsorbidos sobre un material adsorbente más fuertemente que otros gases. Típicamente, son las impurezas las que son adsorbidas y, eliminadas de la corriente de salida 20. La adsorción de los gases de impurezas se produce a presión elevada. Cuando se reduce la presión, las impurezas son desorbidas del material adsorbente, regenerando así el material adsorbente. Típicamente, el PSA es un proceso cíclico y requiere al menos dos lechos para la operación continua (opuesto al discontinuo). Los ejemplos de materiales adsorbentes adecuados que se pueden usar en lechos adsorbentes son el carbón activado y las zeolitas, especialmente la 5 A (5 angstrom). El sistema PSA 38 además proporciona un ejemplo de un dispositivo para usar en la región de purificación 24 en la cual los subproductos, o componentes eliminados, no son directamente agotados desde la región como una corriente de gas concurrentemente con el proceso de purificación de la corriente de salida. En cambio, estos componentes subproductos son eliminados cuando el material adsorbente es regenerado o de cualquier forma eliminado desde la región de purificación.

10

15

20

En la Fig. 1, la región de purificación 24 es mostrada dentro del procesador de combustible 12. Está dentro del alcance de la descripción que la región 24, cuando está presente, pueda ser alternativamente localizada separadamente corriente abajo del procesador de combustible, como es ilustrada esquemáticamente con líneas discontinuas y puntos en la Fig. 1. Está además dentro del alcance de la descripción que la región de purificación 24 pueda incluir porciones dentro y externas al procesador de combustible 12.

25

En la Fig. 1, el procesador de combustible 12 se muestra incluyendo una capa 68 en la cual, al menos, la región productora de hidrógeno, y opcionalmente la región de purificación, está contenida. La capa 68, la cual puede también ser referida como un alojamiento, permite mover como una unidad los componentes del reformador de vapor o los otros mecanismos de procesamiento de combustible. Este también protege a los componentes del procesador de combustible 12 de daños al proporcionar un cercado protector y reduce la demanda de calentamiento del ensamble de procesamiento de combustible porque los componentes del procesador de combustible pueden calentarse como una unidad. La capa 68 puede incluir, pero no necesariamente, un material aislante 70, tal como un material aislante sólido, material aislante en forma de manto, y/o una cavidad llena de aire. Se encuentra dentro del alcance de la descripción, sin embargo, que el procesador de combustible pueda estar formado sin un alojamiento o capa. Cuando el procesador de combustible 12 incluye el material aislante 70, el material aislante puede ser interno a la lámina, o externo a la lámina, o ambos. Cuando el material aislante está externo a la lámina que contiene las regiones de reformación y/o purificación descritas anteriormente, el procesador de combustible 12 puede más aún incluir una cubierta exterior o chaqueta 72 externo al aislamiento, tal como es ilustrado esquemáticamente en la Fig. 1. Está dentro del alcance de la presente descripción que el ensamble de procesamiento de combustible pueda ser implementado con una capa diferente, con una capa que incluya componentes adicionales del ensamble de procesamiento de combustible, incluyendo el sistema de suministro de materia prima de alimentación 22 (o porciones de este), y/o incluyan componentes adicionales del sistema de celdas de combustible. Está además dentro del alcance de la presente descripción que un ensamble de procesamiento de combustible 31 pueda no incluir una capa 68.

30

35

40

45

Más aún, está dentro del alcance de la descripción que uno o más componentes del ensamble de procesamiento de combustible 31 puedan extenderse más allá de la capa o localizarse externamente en al menos la capa 68. Por ejemplo, como se discutió, la región de purificación 24 puede localizarse externa a la capa 68, tal como con la región de purificación acoplada directamente a la capa (tal y como se ilustra esquemáticamente en la Fig. 5) o cuando está espaciada alejándose de la capa pero en comunicación continua con ésta mediante conductos adecuados de transferencia de fluido (como se indica en la líneas discontinuas y puntos en la Fig. 1). Como otro ejemplo, una porción de la región productora de hidrógeno 19 (tal como porciones de uno o más lechos de catalizadores de reformación) pueden extenderse más allá de la capa, tal como se indica esquemáticamente con líneas discontinuas representando en la Fig. 1 una configuración alternativa de la lámina.

50

55

En la modalidad ilustrativa, no exclusiva, que se muestra en la Fig. 1, el sistema de procesamiento de combustible 31 incluye una región productora de hidrógeno 19 y un ensamble de modulación de la temperatura en forma de un ensamble de calentamiento 60. El ensamble de calentamiento 60 se adapta para producir corriente de escape caliente, o corriente de combustión, 66 de la corriente de combustible de calentamiento 64, típicamente combustionado en presencia de aire. La corriente 66 se ilustra esquemáticamente en la Fig. 1 calentando la región productora de hidrógeno 19. El ensamble de calentamiento 60 puede utilizar cualquier estructura adecuada para generar la corriente de escape caliente 66, tal como un catalizador de combustión o quemador en el cual un combustible combustiona con el aire para producir la corriente de escape caliente. El ensamble de calentamiento 60 puede incluir un generador de ignición, o fuente de ignición, 89 que se adapta para iniciar la combustión del combustible, y de esa forma la generación

60

de la corriente de escape 66. Los ejemplos ilustrativos de una fuente de ignición adecuada incluyen una o más bujías de encendido, bujías de calentamiento, catalizadores de combustión, pilotos de luz, piezoeléctricos de ignición, y similares

En algunos ensambles de procesamiento de combustible, de acuerdo con la presente descripción, el ensamble de calentamiento 60 incluye a un ensamble del quemador 62 y puede ser referido como un ensamble de calentamiento basado o impulsado por la combustión. En un ensamble de calentamiento basado en la combustión, el ensamble de calentamiento 60 se adapta para recibir, al menos, una corriente de combustible 64 y combustionar la corriente de combustible en presencia de aire para proporcionar una corriente de combustión caliente 66 que puede usarse para calentar al menos la región productora de hidrógeno 19 del procesador de combustible. Como se discute en más detalle en la presente descripción, el aire puede ser suministrado al ensamble de calentamiento a través de una variedad de mecanismos. En la Fig. 1, se muestra una corriente de aire 74; sin embargo, está dentro del alcance de la descripción que la corriente de aire se suministre adicionalmente o alternativamente al ensamble de calentamiento con al menos una de las corrientes de combustible 64 al ensamble de calentamiento 60 y/o se extraiga del ambiente dentro del cual se usa el ensamble de calentamiento.

Está dentro del alcance de la descripción que la corriente de combustión 66 pueda usarse adicionalmente o alternativamente para calentar otras porciones del ensamble de procesamiento de combustible y/o sistemas de celdas de combustible con los cuales se usa el ensamble de calentamiento 60. También está dentro del alcance de la presente descripción que otras configuraciones y tipos de ensambles de calentamiento 60 puedan ser utilizados. Como ejemplo ilustrativo, un ensamble de calentamiento 60 puede ser un ensamble de calentamiento energizado eléctricamente que esté adaptado para calentar al menos a la región productora de hidrógeno del ensamble de procesamiento de combustible a través de un generador de calor usando al menos un elemento de calentamiento, tal como un elemento de calentamiento resistivo. Por ello, no es requerido que el ensamble de calentamiento 60 reciba y combustione una corriente de combustible combustionable para calentar la región productora de hidrógeno 19 hasta una temperatura de producción de hidrógeno adecuada. Los ejemplos no exclusivos adicionales de ensambles de calentamiento que pueden ser utilizados en ensambles de generación de hidrógeno, ensambles de procesamiento de combustible que produce hidrógeno, sistemas de celdas de combustible, y similares de conformidad con la presente descripción se describen en solicitud de patente de los Estados Unidos con número de serie 11/226,810 (más tarde publicada como US 7,632,322), titulada "Hydrogen-Producing Fuel Processing Assemblies, Heating Assemblies, and Methods of Operating the Same," que se presentó el 13 de septiembre de 2005.

Como se ilustra esquemáticamente además en la Fig. 1 está dentro del alcance de la presente descripción que el ensamble de calentamiento 60 esté alojado en una capa común, o alojamiento, 68 con la región productora de hidrógeno y/o región de separación, aunque esta construcción no es requerida. Está dentro del alcance de la presente descripción que el ensamble de calentamiento pueda ser posicionado separadamente con relación a la región productora de hidrógeno pero en comunicación térmica o de fluidos con esta para proporcionar el calor deseado de al menos la región productora de hidrógeno. En la Fig. 1, el ensamble de calentamiento 60 se muestra en una relación solapada con el procesador de combustible 12 para representar gráficamente que dentro del alcance de la descripción está que el ensamble de calentamiento pueda localizarse parcial o completamente dentro del procesador de combustible 12, de manera que esté al menos parcialmente dentro de la capa 68, y/o al menos una porción, o todas, del ensamble de calentamiento pueda estar localizada externa al procesador de combustible. En esta última modalidad los gases calientes de combustión provenientes del ensamble del quemador serán suministrados a través de conductos de transferencia de calor adecuados hacia el procesador de combustible u otra porción del sistema(s) para calentarlo.

En dependencia de la configuración del ensamble de generación de hidrógeno 10 y el sistema de procesador de combustible 31, el ensamble de calentamiento 60 puede ser configurado para calentar el sistema de alimentación de materias primas, la corriente de materias primas, la región productora de hidrógeno, la región de purificación (o separación), o cualquier combinación de estos elementos o componentes selectos de estos. El calentamiento de la corriente de suministro de materias primas puede incluir la vaporización de las corrientes de reaccionantes líquidos o componentes de los fluidos de producción de hidrógeno utilizados para producir gas de hidrógeno en la región productora de hidrógeno. En tal modalidad, el sistema de procesamiento de combustible puede describirse incluyendo una región de vaporización 69. El ensamble de calentamiento 60 puede configurarse además para calentar otros componentes del ensamble de generación de hidrógeno 10. Por ejemplo, la corriente de escape caliente puede adaptarse para calentar un recipiente de presión u otro bote que contiene el combustible de calentamiento y/o el fluido de producción de hidrógeno que forma al menos porciones de las corrientes 16 y 64. Aunque no se requiere, el aumento de la temperatura de un recipiente puede incrementar la presión de los fluidos almacenados dentro del recipiente, lo cual puede ser deseado en algunas aplicaciones.

Como un ejemplo ilustrativo de las temperaturas que pueden alcanzarse y/o mantenerse en la región productora de hidrógeno 19 a través del uso del ensamble de calentamiento 60, los reformadores de vapor típicamente operan a temperaturas en el intervalo de 200° C y 900° C. Temperaturas fuera de este intervalo están dentro del alcance de la descripción. Cuando la materia prima de alimentación que contiene carbono es metanol, la reacción de reformado al vapor típicamente operará en un intervalo de temperatura de aproximadamente 200-500° C. Los subconjuntos

ilustrativos de este intervalo incluyen 350-450° C, 375-425° C, y 375-400° C. Cuando la materia prima de alimentación que contiene carbono es un hidrocarburo, etanol u otro alcohol, un intervalo de temperatura de aproximadamente 400-900° C se usará típicamente para la reacción de reformado al vapor. Los subconjuntos ilustrativos de este intervalo incluyen 750-850° C, 725-825° C, 650-750° C, 700-800° C, 700-900° C, 500-800° C, 400-600° C, y 600-800° C. Está dentro del alcance de la presente descripción que la región productora de hidrógeno incluya dos o más zonas, o porciones, cada una de ellas puede funcionar a la misma o a diferentes temperaturas. Por ejemplo, cuando el fluido de producción de hidrógeno incluye un hidrocarburo, en algunas modalidades puede ser deseado incluir dos porciones diferentes de producción de hidrógeno, o regiones, donde una funciona a temperaturas menores que las otras para proporcionar una región de pre-reformación. En tal modalidad, el sistema de procesamiento de combustible puede ser descrito alternativamente incluyendo una o más regiones productoras de hidrógeno.

Los ensambles de procesamiento de combustible para la producción de hidrógeno, o ensambles de generación de hidrógeno 10, de acuerdo con la presente descripción pueden incluir un sistema de suministro de materia prima de alimentación 22 que se adapta para suministrar selectivamente al menos una corriente de alimentación 16 a, al menos, la región productora de hidrógeno del ensamble de procesamiento/generación de combustible. En algunas modalidades, el sistema de materia prima de alimentación está además adaptado para suministrar selectivamente al menos una corriente de combustible 64 a un quemador 62 u a otro ensamble de calentamiento 60 que esté adaptado para calentar al menos la región productora de hidrógeno 19, tal como calentar (y opcionalmente mantener) la región a una temperatura adecuada de producción de hidrógeno. El sistema de suministro de materia prima de alimentación 22 puede utilizar cualquier mecanismo de suministro adecuado, tal como una bomba de desplazamiento positivo u otra adecuada, o un mecanismo para propulsar las corrientes de fluidos líquidos. En algunas modalidades de sistemas de materia prima de alimentación 22 de acuerdo con la presente descripción, el sistema de suministro está adaptado para suministrar, al menos, una corriente de alimentación y/o la corriente de combustible sin requerir el uso de bombas u otros mecanismos de suministro de fluidos energizados eléctricamente.

En la modalidad mostrada esquemáticamente en la Fig. 1 el sistema de suministro de materia prima de alimentación 22 está adaptado para suministrar dos corrientes de suministro de materias primas de alimentación 11, específicamente, una corriente de suministro de fluido de producción de hidrógeno de hidrógeno, o corriente de alimentación, 16, la cual contiene al menos un fluido de producción de hidrógeno 15 y está adaptado para ser suministrado a la región productora de hidrógeno 19 del sistema de procesamiento de combustible, y una corriente de suministro de combustible para calentamiento 64, la cual contiene al menos un combustible combustionable 13 y está adaptado para ser suministrado al ensamble de calentamiento 60.

Aunque en la Fig. 1 se muestra una sola corriente de alimentación 16, está dentro del alcance de la descripción que más de una corriente 16 puede ser usada y que estas corrientes puedan contener la misma o materias primas de alimentación diferentes. Esto es ilustrado esquemáticamente mediante la inclusión de una segunda corriente de alimentación 16 en líneas discontinuas en la Fig. 1. Igualmente, la Fig. 1 ilustra además en líneas discontinuas que cada corriente de alimentación 16 puede (pero no es requerido) estar asociada con un sistema diferente de suministro de materia prima de alimentación 22, o porciones de estas. Por ejemplo, cuando más de un sistema de suministro de materia prima de alimentación 22 es utilizado, los sistemas pueden (pero no son requeridos) extraer al menos una porción de sus corrientes de salida desde un suministro común. Cuando una corriente de alimentación 16 contiene dos o más componentes, tal como una materia prima de alimentación que contiene carbono y agua, los componentes pueden ser suministrados a la misma corriente de alimentación o a corrientes de alimentación diferentes.

Cuando el ensamble de calentamiento forma una porción del ensamble de procesamiento de combustible, tal como es ilustrado esquemáticamente en la modalidad mostrada en la Fig. 1, el ensamble de procesamiento de combustible puede ser descrito como estando configurado para recibir, al menos, dos corrientes de suministro de materias primas de alimentación 11, específicamente, la corriente de suministro de fluidos 16 y la corriente de suministro de combustible 64. Esta dentro del alcance de la presente descripción que estas corrientes puedan ser suministradas desde el mismo o sistemas de suministro diferentes, como se indica en la Fig. 1 con líneas discontinuas. Está dentro del alcance de la presente descripción que estas corrientes puedan tener diferentes composiciones, al menos un componente común, componentes no comunes, o las mismas composiciones. El sistema de suministro de materia prima de alimentación puede incluir, o estar en comunicación continua con, cualquier tipo y/o números de fuentes, o suministros, adecuados 112 para los componentes de la alimentación y las corrientes de combustibles suministradas de esta manera.

El fluido de producción de hidrógeno puede incluir uno o más fluidos que pueden ser utilizados como reaccionantes para producir corrientes de hidrógeno producto 14, tal como fue descrito anteriormente. La composición del fluido de producción de hidrógeno 15 puede seleccionarse en base a la configuración del ensamble de generación de hidrógeno 10 y/o el mecanismo por el cual el hidrógeno es producido en la región productora de hidrógeno. Por ejemplo, el fluido de producción de hidrógeno 15 puede incluir al menos una materia prima de alimentación que contenga carbono, agua, o una combinación de agua y una materia prima de alimentación que contenga carbono. Los ejemplos ilustrativos de materias primas que contienen carbono fueron presentados previamente en la presente descripción. Cuando la región productora de hidrógeno está adaptada para recibir la materia prima de alimentación que contiene carbono como

reaccionante para producir gas de hidrógeno, cualquiera de los dos o ambos de estos reaccionantes pueden ser suministrados como un fluido de producción de hidrógeno por el sistema de suministro de materia prima de alimentación.

5 Por ejemplo, cuando se usa una materia prima de alimentación que contiene carbono que es miscible con agua, como metanol u otro alcohol soluble en agua, el sistema de suministro de materias primas de alimentación puede ser (pero no es requerido) adaptado para suministrar un fluido de producción de hidrógeno 15 que contiene una mezcla de agua y materia prima de alimentación que contiene carbono. La relación entre el agua y materia prima de alimentación que
10 contiene carbono en una corriente de fluido puede variar de acuerdo con tales factores como la materia prima de alimentación que contiene carbono particular que está en uso, las preferencias del usuario, el diseño de la región productora de hidrógeno, etc. Típicamente la relación molar de agua a carbono será aproximadamente de 1:1 a 1:3. Típicamente, las mezclas de agua y metanol pueden ser suministradas en una relación molar de 1:1 (31 % vol. agua, 69 vol % metanol), mientras que mezclas de hidrocarburos u otros alcoholes serán suministrados típicamente a una
15 relación molar de agua a carbono mayor que 1:1.

Como otro ejemplo ilustrativo, una corriente de alimentación de reformación 16 puede contener aproximadamente 25-75 % vol. de metanol o etanol u otra materia prima de alimentación que contenga carbono adecuada y que sea miscible con agua, y en aproximadamente 25-75% de agua. Para las corrientes de alimentación formadas (al menos sustancialmente) de metanol y agua, las corrientes típicamente contendrán aproximadamente 50-75 % vol. de metanol y
20 aproximadamente 25-50 % vol. de agua. Las corrientes que contienen etanol u otros alcoholes miscibles en agua contendrán típicamente un 25-60 % vol. aproximadamente de alcohol y aproximadamente 40-75 % vol. de agua. Un ejemplo de una corriente de alimentación bien adecuada para los ensambles de generación de hidrógeno que utilizan reformado al vapor o reacciones de reformación térmica contienen 69 % vol. de metanol y 31 % vol. de agua, aunque otras composiciones y materias primas de alimentación que contienen carbono líquidas pueden ser usados sin apartarse del alcance de la presente descripción.
25

Aunque no es requerido, está dentro del alcance de la presente descripción que una corriente de alimentación que contiene agua y al menos una materia prima de alimentación que contiene carbono, pueda ser usada como la corriente de alimentación para la región productora de hidrógeno 19 y como una corriente de combustible combustionable para un
30 ensamble de calentamiento que está adaptado para calentar al menos la región productora de hidrógeno del ensamble de procesamiento de combustible. Un beneficio potencial de tal construcción es que en ensamble de generación de hidrógeno que produce gas hidrógeno a partir de agua y una materia prima de alimentación que contiene carbono no necesita incluir más de un solo suministro 112, si el agua y la materia prima de alimentación contiene carbono soluble en agua son premezclados. Si no, entonces el ensamble de generación de hidrógeno solo requerirá de un suministro de
35 agua y de un suministro de materia prima de alimentación que contiene carbono.

Está además dentro del alcance de la presente descripción que un sistema de suministro de materia prima de alimentación 22 pueda suministrar los componentes del fluido de producción de hidrógeno, o una corriente de alimentación, al ensamble de procesamiento de combustible en dos o más corrientes, donde estas corrientes tengan la
40 misma o diferentes composiciones. Por ejemplo, cuando el procesador de combustible está adaptado para producir gas de hidrógeno a partir de una materia prima de alimentación que contiene carbono y agua, estos componentes son típicamente suministrados en corrientes separadas, y opcionalmente (al menos hasta que las dos corrientes sean vaporizadas o de cualquier forma gaseosas), cuando estas no sean miscibles entre sí, tal como se muestra en la Fig. 1 con las referencias numéricas 17 y 18 opcionalmente señalando corrientes de alimentación diferentes.
45

Está dentro del alcance de la presente la presente descripción el que el combustible de calentamiento 13 pueda incluir cualquier líquido y/o gas combustionable que sea adecuado para ser consumido por el ensamble de calentamiento 60 para proporcionar la salida de calor deseada. Algunos combustibles de calentamiento 13 de acuerdo con la presente descripción serán gases cuando sean suministrados y combustionados por el ensamble de calentamiento 60, mientras
50 otros serán suministrados al ensamble de calentamiento como una corriente líquida. Los ejemplos ilustrativos de combustibles adecuados incluyen las materias primas de alimentación que contienen carbono previamente mencionadas, tal como, metanol, metano, etano, etanol, etileno, propano, propileno, butano, y butanos, entre otros. Los ejemplos adicionales incluyen combustibles condensables de bajo peso molecular tal como gas de petróleo licuado, amoníaco, aminas de bajo peso, dimetil éter, e hidrocarburos de bajo peso molecular. Aunque no es requerido para
55 todas las modalidades, la corriente de combustible de calentamiento y el fluido de producción de hidrógeno pueden tener diferentes composiciones individuales o generales y pueden ser descargadas a partir del sistema de liberación de materias primas en fases diferentes. Por ejemplo, una de las corrientes puede ser una corriente líquida mientras la otra es una corriente gaseosa. En algunas modalidades, las dos corrientes pueden ser corrientes líquidas. En algunas modalidades, las dos corrientes pueden ser corrientes gaseosas. En modalidades de un ensamble de generación de
60 hidrógeno que incluye un ensamble de modulación de temperatura en la forma de un ensamble de enfriamiento en lugar de un ensamble de calentamiento (tal como puede ser usado cuando un proceso de generación de hidrógeno es utilizado en lugar de un proceso endotérmico como el reformado al vapor), está dentro del alcance de la presente

descripción que el sistema de suministro de materias primas pueda ser adaptado para suministrar un combustible o una corriente de enfriamiento al ensamble. Cualquier combustible o fluido de enfriamiento adecuados pueden ser usados.

5 Los ejemplos ilustrativos, no exclusivos de sistemas de suministro de materia prima de alimentación adecuados que pueden usarse con los ensambles de procesamiento de combustible productores de hidrógeno (o ensambles de generación de hidrógeno) de acuerdo con la presente descripción se describen en las solicitudes de patente de los Estados Unidos con núms. de serie 11/228,637 (más tarde publicadas como US 7,601,302) y 11/096,827 (más tarde publicadas como US 7,470,293). Las solicitudes anteriores describen además ejemplos adicionales de ensambles de procesamiento de combustible, sistemas de celdas de combustible, los componentes para estos, y métodos para operar los mismos que pueden usarse selectivamente y/o integrarse con otros componentes descritos, ilustrados y/o incorporados en la presente descripción. Los ejemplos ilustrativos, no exclusivos de ensambles de generación de hidrógeno adecuados, y componentes de estos, se describen en las patentes de los Estados Unidos núms. 6,221,117, 5,997,594, 5,861,137, y la publicación de las solicitudes de patente de los Estados Unidos núms. 2001/0045061, 2003/0192251, y 2003/0223926. Los ejemplos adicionales se describen en las solicitudes de patente de los Estados Unidos con núm. de serie 10/945,783 (más tarde publicada como US 7,297,183), 11/226,810 (más tarde publicada como US 7,632,322), y 11/228,637 (más tarde publicada como US 7,601,302).

20 Como se discutió, la corriente de hidrógeno producto 14 puede usarse en una variedad de aplicaciones, que incluyen, aplicaciones donde se usa gas de hidrógeno de alta pureza. Un ejemplo de una aplicación es como una corriente de combustible, o de alimentación, para un apilado de celdas. Un apilado de celdas es un dispositivo que produce un potencial eléctrico a partir de una fuente de protones, como un gas de hidrógeno, y un oxidante, como gas de oxígeno. En consecuencia, un ensamble de generación de hidrógeno 10 puede incluir o puede acoplarse al menos a un apilado de celdas de combustible 40, el cual está adaptado para recibir al menos una porción de la corriente de hidrógeno producto 14 y una corriente de aire u otra corriente oxidante 81 para producir una energía eléctrica de salida de ahí. Esto se ilustra esquemáticamente en la Fig. 2, en la cual un apilado de celdas se indica en 40 y produce una corriente eléctrica, la cual es ilustrada esquemáticamente en 41. Una corriente de aire 81 puede ser suministrada al apilado de celdas de combustible 81 a través de cualquier mecanismo adecuado, que incluye un mecanismo pasivo o activo, y mecanismos energizados o manuales. Cuando es acoplado a un apilado de celdas de combustible 40, el ensamble de generación de hidrógeno puede ser referido como un sistema de producción de energía, o un sistema de celdas de combustible, 42.

35 Como se utiliza en la presente, el ensamble de generación de hidrógeno 10 puede describirse además como un sistema de procesamiento de combustible, un ensamble de procesamiento de combustible, y/o un sistema (o ensamble) de procesamiento de combustible productor de hidrógeno. Como se usa en la presente, el sistema productor de energía 42 puede referirse como un sistema de celdas de combustible o un sistema de celdas de combustible productor de hidrógeno. La presente solicitud incorpora como referencia varias solicitudes diferentes que describen ensambles de procesamiento de combustible, sistemas de celdas de combustible, o componentes de estos. Está dentro del alcance de la presente descripción que otros sistemas y componentes, incluyendo las variaciones descritas, ilustradas, e incorporadas en ella y en la presente descripción puedan ser selectivamente combinadas y usadas o integradas juntas sin apartarse del alcance de la presente descripción.

45 El apilado 40 incluye al menos una celda de combustible 44, y típicamente una pluralidad de celdas de combustible 44 que se adaptan para producir una corriente eléctrica de un oxidante, tal como aire, aire enriquecido con oxígeno, o gas de oxígeno, y la porción de corriente de hidrógeno producto 14 suministrada a este. Un apilado de celdas de combustible típicamente incluye múltiples celdas unidas entre sí por los extremos comunes a las placas 48 que contienen conductos de suministro/eliminación de fluidos, aunque esta construcción no es requerida para todas las modalidades. Los ejemplos de las celdas de combustible adecuadas incluyen celdas de combustible de membrana de intercambio de protones (PEM, de sus siglas en inglés) y las celdas de combustible alcalina. Otras incluyen celdas de combustible sólido de óxido, celdas de combustible basadas en ácido fosfórico, y celdas de combustible basadas en carbonatos fundidos.

55 El apilado de celdas de combustible 40 puede tener cualquier construcción adecuada. Los ejemplos ilustrativos de apilados de celdas de combustible, y componentes de estos, se describen en las patentes de los Estados Unidos núms. 4,214,969, 4,583,583, 5,300,370, 5,484,666, 5,879,826, 6,057,053, y 6,403,249. Otros ejemplos de sistemas de celdas de combustible, apilados, y componentes de estos, que pueden utilizarse en sistemas de celdas de combustible, que incluyen sistemas de celdas de combustible que producen hidrógeno que incluyen un ensamble de procesamiento de combustible productor de hidrógeno, de acuerdo con la presente descripción se describen en las solicitudes de patente de los Estados Unidos con núm. de serie 11/150,615 (más tarde publicada como US 2006-0246331), que se titula "Partitioned Fuel Cell Stacks and Fuel Cell Systems Including the Same", se presentó el 10 de junio de 2005.

60 Está dentro del alcance de la presente descripción que los ensambles de generación de hidrógeno 10 de acuerdo con la presente descripción puedan usarse en otras aplicaciones en las que se desea tener una fuente de gas de hidrógeno y/o pueden usarse para producir gas de hidrógeno para almacenamiento y consumo posterior. En otras palabras,

aunque que los ensambles de generación de hidrógeno 10 de acuerdo con la presente descripción pueden utilizarse con apilados de celdas de combustible para proporcionar un sistema de celdas de combustible para satisfacer una carga eléctrica aplicada, está dentro del alcance de la presente descripción que los ensambles de generación de hidrógeno pueden utilizarse independiente de los apilados de celdas de combustible.

El sistema de producción de energía, o celdas de combustible, 42 puede ser adaptado para suministrar energía y satisfacer la carga aplicada al menos a un dispositivo consumidor 46. Los ejemplos ilustrativos de los dispositivos que consumen energía incluyen, pero no deben ser limitados a, los vehículos de motor, vehículos de recreación, construcción o vehículos industriales, embarcaciones y otro tipo de embarcación, y cualquier combinación de una o más residencias, oficinas comerciales o edificios, barrios, herramientas, luces y sistemas de iluminación, radios, aparatos (incluyendo electrodomésticos), ordenadores, equipos industriales, equipos de señalización y comunicaciones, radios, componentes de arranque eléctrico de barcos, vehículos de recreo y otros vehículos, cargadores de baterías, cargadores de baterías autónomas, dispositivos móviles, herramientas móviles, unidades de respuesta de emergencia, equipos de soporte vital, equipo de monitoreo para los pacientes, e incluso los requerimientos eléctricos del balance de planta para el sistema de producción de energía 42 del que forma parte el apilado de celdas de combustible 40. Como se usa en la presente, el dispositivo consumidor de energía 46 se usa para referirse generalmente y esquemáticamente a uno o más dispositivos consumidores de energía que están adaptados para extraer la energía de un sistema de producción de energía, o un sistema de celdas de combustible, de acuerdo con la presente descripción. Está dentro del alcance de la presente descripción que un sistema de producción de energía de acuerdo con la presente descripción, incluya tal sistema que incluye un ensamble de generación de hidrógeno (o un ensamble de procesamiento de combustible para la producción de hidrógeno) de acuerdo con la presente descripción, pueda estar integrado o de cualquier otra forma acoplado a, o comúnmente alojado dentro de, al menos un dispositivo consumidor de energía para suministrar un ensamble de producción y consumo de energía, o sistema, tal como se indica generalmente en 56 en la Fig. 2.

En el contexto de un sistema portable de producción de energía de acuerdo con la presente descripción, la velocidad a la cual el ensamble de generación de hidrógeno está adaptado para producir gas de hidrógeno, y la salida de potencia nominal del apilado de celdas de combustible 40 contribuyen o de cualquier forma define el número y/o tipo de dispositivos consumidores de energía al que el sistema 22 pueden estar adaptado para tomar energía. Por ello, aunque no es requerido por todos los sistemas de producción de energía por combustible (o sistemas de celdas de combustible para producir hidrógeno), que incluyen (pero no se limitan a) sistemas de producción de energía más pequeños, portátiles, de acuerdo con la presente descripción, el sistema puede ser diseñado o de cualquier forma configurado para tener una potencia nominal/intencionada de salida máxima, y un régimen de producción de gas hidrógeno correspondiente de 1000 watts o menos. En algunas modalidades, el sistema puede ser diseñado o de cualquier otra forma configurado para tener una potencia máxima de salida nominal/intencionada, y una velocidad de producción de gas hidrógeno correspondiente, y en algunas modalidades tener una potencia nominal/intencionada máxima de 500 watts o menos. En algunas modalidades, el sistema puede ser diseñado o de cualquier otra forma configurado para tener una potencia nominal/intencionada máxima, y una velocidad de producción de hidrógeno correspondiente de 300 watts o menos, o incluso 250 watts. Los sistemas tendrán típicamente una velocidad, o valor máximo, de potencia de salida de al menos 100 watts, aunque esto no es requerido para todas las modalidades. Los ejemplos ilustrativos no exclusivos, de potencias de salida de 1000 watts o menos que pueden ser utilizados por los sistemas de acuerdo con la presente descripción incluyen, pero no deben limitarse a 800-500 watts, 500-750 watts, 750-1000 watts, 200-500 watts, 250-500 watts, 300-600 watts, y 400-800 watts. Los ejemplos ilustrativos, no exclusivos de potencias de salida de 500 watts o menos que pueden ser utilizados por los sistemas de acuerdo con la presente descripción incluyen, pero no deben ser limitados a, 25-500W, 50-200W, 50-250 W, 150-250 W, 350-450 W, 100-400 W, 100-300 W, y 250-450W. Los ejemplos ilustrativos, no exclusivos de potencias de salida de 300 watts o menos que pueden ser utilizados por sistemas de acuerdo con la presente descripción incluyen, pero no deben ser limitados a 100-300 watts, 75-300 watts, 100-200 watts, 200-300 watts, 150-300 watts, y 250-300 watts. Típicamente estos sistemas serán relativamente ligeros en peso y compactos, tal como de un tamaño que permita el transporte manual por un individuo.

Cuando los sistemas de celdas de combustible 42 se adaptan para tener una salida de potencia nominal de 1 kW o menos, tal como se mencionó anteriormente, el correspondiente ensamble de generación de hidrógeno 10 puede ser configurado para suministrar un régimen de flujo de gas hidrógeno apropiado en la corriente de hidrógeno producto 14 para permitir que el apilado de celdas de combustible, o apilados, produzcan esta potencia de salida. Por ejemplo, los ensambles de generación de hidrógeno ilustrados en la presente pueden ser adaptados para producir menos de 20 slm de gas de hidrógeno cuando operen a su total capacidad, con subconjuntos ilustrativos de este intervalo menores de 15 slm, menores que 10 slm, menores que 5 slm, 13-15 slm, 3-5 slm, y 2-4 slm de gas de hidrógeno. Para un sistema 44 que produce nominalmente 250 watts/hr, un ejemplo ilustrativo, no exclusivo de una capacidad adecuada para el ensamble de generación de hidrógeno 10 es 3-4 slm de gas de hidrógeno.

Sin embargo, está dentro del alcance de la presente descripción que los ensambles de generación de hidrógeno (y sistemas de producción de energía que incorporan los mismos) de acuerdo con la presente descripción pueden ser contruidos a cualquier escala adecuada, tal como dependiendo de la velocidad de flujo de gas de hidrógeno deseada

en la corriente de hidrógeno producto 14, la salida nominal deseada para el sistema de producción de energía, el tipo y/o número de dispositivos consumidores de energía a ser energizados por el ensamble de producción de energía, limitaciones en el tamaño disponible para el ensamble de producción de hidrógeno y/o de producción de energía, etc. En algunas modalidades, puede ser deseado producir ensambles de producción de energía de acuerdo con la presente descripción que tengan una potencia de salida nominal (designada) en el intervalo de 1-2 kW, donde el ensamble incluye un ensamble de generación de hidrógeno adaptado para proporcionar el gas hidrógeno necesario para producir la electricidad requerida para satisfacer una carga aplicada. En otras aplicaciones, puede ser deseable que el ensamble tenga una potencia de salida en el intervalo de 4-6 kW, tal como para proporcionar energía a una casa u otra residencia, oficina pequeña, u otro dispositivo consumidor de energía con requerimientos similares de energía.

Está dentro del alcance de la presente descripción que modalidades de los ensambles de generación de hidrógeno, ensambles de procesamiento de combustible, sistemas de suministro de materias primas, apilados de celdas de combustible, y/o sistemas de celdas de combustible que son descritas, ilustrados y/o incorporados en la presente puedan ser utilizados en combinaciones de dos o más de los correspondientes componentes para incrementar la capacidad de estos. Por ejemplo, si una modalidad particular de un ensamble de generación de hidrógeno está adaptada para producir 3-4 slm de gas de hidrógeno, entonces pueden usarse dos de tales ensambles para producir 6-8 slm de gas de hidrógeno. En consecuencia, los ensambles y sistemas descritos en la presente pueden ser referidos como sistemas escalables. Está dentro del alcance de la presente descripción que ensambles de generación de hidrógeno, ensambles de procesamiento de combustible, apilados de celdas de combustible, procesadores de combustibles, y/o ensambles de calentamiento descritos, ilustrados y/o incorporados en la presente puedan ser configurados como unidades modulares que pueden ser selectivamente interconectadas entre sí.

Los apilados de celdas de combustible 40 pueden recibir toda la corriente de hidrógeno producto 14. Alguna o toda la corriente 14 puede suministrarse adicionalmente o alternativamente a través de un conducto apropiado, para usar en otro proceso de consumo de hidrógeno, quemado para combustible o calor, o almacenada para su uso posterior. Como un ejemplo ilustrativo, un dispositivo de almacenamiento 50 es mostrado en líneas discontinúas en la Fig. 2. El dispositivo 50 está adaptado para almacenar al menos una porción de la corriente de hidrógeno producto 14. Por ejemplo, cuando la demanda de gas de hidrógeno por el apilado 40 es menor que la salida de hidrógeno del procesador de combustible 12, el exceso de gas hidrógeno puede ser almacenado en el dispositivo 50. Los ejemplos ilustrativos de un dispositivo de almacenamiento de hidrógeno adecuado incluyen lechos de hidruro y tanques presurizados. Aunque no es requerido, un beneficio del ensamble de procesamiento de combustible 31 o del sistema de celdas de combustible 42 que incluyen un suministro de hidrogeno almacenado es que este suministro puede ser usado para satisfacer los requerimientos de hidrógeno del apilado 40, o las otras aplicaciones para las cuales se usa la corriente 14, en situaciones cuando el procesador 12 no está habilitado para satisfacer estas demandas de hidrógeno. Los ejemplos de estas situaciones incluyen cuando el procesador de combustible está iniciando desde un estado frío, o inactivo, en subida ascendente (y se calienta y/o presuriza) desde un estado ocioso, desconectado por mantenimiento o reparaciones, y cuando el apilado de celdas de combustible o alguna aplicación demanda un régimen de flujo de gas hidrógeno mayor que la máxima producción posible del procesador de combustible. Adicionalmente o alternativamente, el hidrógeno almacenado puede ser usado como una corriente de combustible combustionable para calentar el ensamble de procesamiento de combustible o sistema de celdas de combustible. Los ensambles de procesamiento de combustible que no están directamente asociados con un apilado de celdas de combustible pueden incluir al menos un dispositivo de almacenamiento de hidrógeno, permitiendo así las corrientes de hidrógeno producto provenientes de estos ensambles de procesamiento de combustible para ser almacenadas para usos posteriores.

El sistema de celdas de combustible 42 puede incluir además una batería 52 u otro dispositivo adecuado de almacenamiento de electricidad que se adapta para almacenar el potencial eléctrico, o potencia de salida, producida por el apilado 40. De manera similar a la discusión anterior con respecto al exceso de hidrógeno, el apilado de celdas de combustible 40 puede producir una potencia de salida en exceso de aquella necesaria para satisfacer la carga ejercida, o aplicada, por el dispositivo 46, incluyendo la carga requerida para energizar el sistema de celdas de combustible 42. Otra similitud con la discusión anterior sobre el exceso de gas de hidrógeno, este exceso de potencia de salida puede ser usado en otras aplicaciones fuera del sistema celdas de combustible y/o almacenada para un uso posterior por el sistema de celdas de combustible. Por ejemplo, la batería u otro dispositivo de almacenamiento pueden proporcionar energía suficiente para usar por el sistema 42 durante el encendido u otras aplicaciones en la cual el sistema no está produciendo electricidad y/o gas de hidrógeno. En la Fig. 2, las estructuras reguladoras de flujo se indican generalmente en 54 y representan esquemáticamente cualquier distribuidor, válvulas, controladores, interruptores adecuados y similares para el suministro selectivo de hidrógeno y la potencia de salida del apilado de celdas de combustible para el dispositivo 50 y la batería 52, respectivamente, y para extraer el hidrógeno almacenado y la potencia de salida almacenada en estos.

Está dentro del alcance de la presente descripción que los ensambles de generación de hidrógeno y/o los sistemas de celdas de combustible puedan estar libres de controladores computarizados y sistemas de control. En una modalidad, el sistema puede ser menos complejo de forma tal que estas puedan no incluir tantos sensores, uniones de comunicación, accionadores, y similares, y puedan tener un balance menor de requerimientos de planta que los ensambles o sistemas

comparables que incluyen un controlador. Sin embargo, en algunas modalidades, puede ser deseable incluir un controlador, tal como para automatizar una o más operaciones del ensamble o sistema, para regular la operación del ensamble o sistema, etc. En la Fig. 3, se ilustra esquemáticamente un ejemplo ilustrativo de un controlador en 88 y se muestra en comunicación con el sistema de suministro de materia prima de alimentación 22 y el ensamble de calentamiento 60 del ensamble de generación de hidrógeno. En una configuración, el controlador puede ser adaptado para controlar y/o regular, al menos el arranque del ensamble de generación de hidrógeno. Este controlador puede controlar y/o regular adicionalmente o alternativamente el estado de funcionamiento de producción de hidrógeno del ensamble. El controlador 88 puede ser energizado por cualquier fuente de energía adecuada, tal como la batería 52. Está dentro del alcance de la presente descripción que el controlador 88 sea energizado por una fuente de energía distinta a la batería 52, tal como se indica en 52' en la Fig. 3. Está dentro del alcance de la presente descripción que un controlador 88 pueda estar en comunicación con otros componentes del ensamble de generación de hidrógeno y/o sistemas de celdas de combustible, tal como monitorear y/o controlar la operación de este. Tal controlador se ilustra esquemáticamente en la Fig. 4 y se muestra en comunicación (a través de cualquier unión de comunicación para una o dos vías comunicación) con componentes del ensamble de procesamiento de combustible (tal como la región productora de hidrógeno 19 y región de purificación 24) y el apilado de celdas de combustible 40.

Como se indica en líneas discontinuas en la Fig. 5, los ensambles de procesamiento de combustible 10 de acuerdo con la presente descripción pueden incluir una región de vaporización 69 que está adaptada para recibir una corriente de alimentación líquida 16 (o un componente líquido de la corriente de alimentación 16, tal como una corriente de agua 17 o una corriente de una materia prima de alimentación líquida que contiene carbono 18) y vaporizar la corriente de alimentación (o la porción de esta) previa al suministro a la región productora de hidrógeno 19 del procesador de combustible 12. Como se indicó en la Fig. 5, una corriente de combustión caliente 66 procedente del ensamble de calentamiento puede ser usada para vaporizar la corriente de alimentación en la región de vaporización 69 y/o de cualquier otra forma calentar la corriente de alimentación. Está dentro del alcance de la descripción que el procesador de combustible 12 puede ser construido sin una zona de vaporización y/o que el procesador de combustible esté adaptado para recibir una corriente de alimentación que sea gaseosa o que fue recientemente vaporizada. Está dentro del alcance de la presente descripción que la región de vaporización 69, cuando está presente, se extienda parcialmente o completamente afuera de la capa 68 (cuando está presente)

Los procesadores de combustible 12, los ensambles de calentamiento 60, y los sistemas de suministro de materia prima de alimentación 22 de acuerdo con la presente descripción pueden ser configurados en cualquiera de los arreglos descritos, ilustrados y/o incorporados en la presente. En algunas modalidades, los rasgos o aspectos de una o más configuraciones descritas anteriormente pueden ser combinadas con cada una y/o con rasgos adicionales descritos en la presente. Por ejemplo, está dentro del alcance de la presente descripción que el ensamble procesador de combustible 10 que incluye al menos una región de purificación 24 puede (pero no es requerido) alojar la región productora de hidrógeno 19 y al menos una porción de la región de purificación juntas en un alojamiento común, donde este alojamiento se localiza opcionalmente dentro la capa 68 del procesador de combustible. Esto se ilustra esquemáticamente en la Fig. 6, en la cual la referencia numérica 25 indica generalmente una región productora de hidrógeno 19 de un procesador de combustible, donde la región productora de hidrógeno está contenida dentro de un alojamiento, o recipiente 27 que contiene al menos el catalizador reformador 23 (u otro) usado para producir la corriente de gas mezclada a partir de la corriente de alimentación que es suministrada a la región productora de hidrógeno.

Como se indica en líneas discontinuas en la Fig. 6, la capa 27 (y de esta forma la región 25) puede, pero no es requerido, incluir además una región de purificación 24. Por ejemplo, como se ilustra con líneas discontinuas en la Fig. 6, la región de purificación, cuando está presente en el alojamiento, puede incluir una o más membranas selectivas a hidrógeno 30 y/o un ensamble de eliminación química de monóxido de carbono 32. En consecuencia, la región 25 puede ser descrita como una región de purificación y producción de hidrógeno cuando esta contiene una región productora de hidrógeno 19 y una región de purificación 24. Está dentro del alcance de la descripción que cualquiera de estas regiones 19 y 24 descritas, ilustradas y/o incorporadas en la presente pueda ser usada en la región 25. Cuando la región 25 no incluye una región de purificación, esta puede ser simplemente descrita como una región productora de hidrógeno 19 que incluye un alojamiento 27. Cuando el alojamiento 27 incluye una región de purificación 24, está dentro del alcance de la presente descripción que el ensamble de procesamiento de combustible puede incluir una o más regiones de purificación adicionales (tal como que pueden incluir el mismo o diferentes dispositivos/mecanismos de purificación) externos (es decir, corriente abajo de) del alojamiento 27. Los ensambles de procesamiento ilustrados en la presente descripción de esta forma incluyen una región productora de hidrógeno que está contenida en un alojamiento, donde este alojamiento además contiene opcionalmente una región de purificación. Como es además ilustrado en la Fig. 6, está dentro del alcance de la presente descripción que la región de vaporización 69, cuando está presente, puede extenderse parcial o completamente dentro del alojamiento 27.

Un ejemplo ilustrativo, menos esquemático, de un procesador de combustible que incluye una región productora de hidrógeno y al menos una región de purificación alojada dentro de una lámina 27 común sellada, se muestra en las Figs. 7 y 8. En el ejemplo ilustrativo, no exclusivo, la región productora de hidrógeno 19 incluye un catalizador reformador de vapor 23, y una región de purificación 24 que incluye al menos una membrana selectiva de hidrógeno que está

soportada dentro de la lámina y posicionada para recibir la corriente de gas mezclada 20 producida mediante la reacción de reformación para dividir esta corriente en una corriente subproducto 28 y una corriente rica en hidrógeno a partir de la cual la corriente de hidrógeno producto 14 es formada. En el ejemplo ilustrativo que es quizá mejor visto en la Fig. 8, la región productora de hidrógeno se separa de la membrana mediante una placa catalizadora 267 que posee aberturas distales de la región productora de hidrógeno en la cual se introduce la corriente de alimentación en la región productora de hidrógeno. La corriente de gas reformado, o mezclado, que se produce en la región productora de hidrógeno fluye a través de estas aberturas en contacto con la superficie de membrana, o alimentación, del gas mezclado 30. La porción de la corriente de gas mezclado que permea a través de la membrana forma una corriente rica en hidrógeno 26, la cual puede ser retirada de la lámina 27, tal como para formar la corriente de hidrógeno producto 14, mientras la porción de corriente de gas mezclado que no pasa a través de la membrana 30 es retirada de la capa como una corriente subproducto 28.

Como se muestra, la capa 27 incluye placas extremas 262 y 264, las cuales se adaptan para asegurarlas juntas para definir un recipiente de presión sellado teniendo un compartimento interior 265 en la cual las regiones de producción de hidrógeno y separación son soportadas. Cualquier proceso adecuado puede ser utilizado para sellar juntas las porciones capa 27. Además se muestra un soporte 266 para membranas 30. El soporte 266 debe formarse de un material poroso a través del cual pueda fluir la porción de corriente de gas mezclada que permea a través de la membrana 30. Además se muestran varios soportes de placas y juntas de sellado 268 y 270.

Está dentro del alcance de la presente descripción que pueda usarse más de una sola membrana 30 u otro dispositivo de purificación en una única capa 27 y/o ensamble de procesamiento de combustible 31. Esto se ilustra esquemáticamente con líneas discontinuas en la Fig. 8, en la cual el catalizador de metanación 32 se muestra próximo al puerto de salida del cual la corriente la rica en hidrógeno se retira de la capa. En tal modalidad, el catalizador de metanación (u otro de eliminación de monóxido de carbono) puede ser localizado en cualquier posición adecuada corriente abajo respecto a la membrana selectiva a hidrógeno. El catalizador de metanación puede además ser localizado en un conducto de fluido que se extiende en comunicación continua desde la lámina y a través de la cual fluye la corriente rica en hidrógeno desde la lámina.

Otro ejemplo ilustrativo de una configuración adecuada para un procesador de combustible que incluye una capa sellada 27 que contiene una región productora de hidrógeno 19 y al menos una región de purificación (o separación) 24 es mostrada en las Figs. 9-11. En consecuencia, las Figs. 9-11 pueden ser descritas como que proporcionan ejemplos ilustrativos adicionales de una región productora de hidrógeno adecuada que puede ser usada en ensambles de procesamiento de combustible para producir hidrógeno y sistemas de celdas de combustible de acuerdo con la presente descripción. La capa 27 se forma, en el ejemplo ilustrativo, a partir de placas, o porciones de capas, 262 y 264 que definen un compartimento interno 265 en el cual la región productora de hidrógeno, y opcionalmente una o más regiones de purificación, es/son alojada(s). La forma alargada de la capa ilustrada, y la región productora de hidrógeno correspondiente 19, no es requerida, y otras formas y configuraciones pueden ser usadas sin apartarse del alcance de la presente descripción. En las Figs. 9 y 10, se muestran montajes opcionales 272 que se proyectan desde la capa 27. Los montajes 272 pueden ser utilizados para asegurar la capa en una posición deseada dentro del alojamiento 68 dentro del cual el resto del procesador de combustible y/o ensamble de procesamiento de combustible está localizado. El número y configuración de estos montajes opcionales puede variar sin apartarse del alcance de la presente descripción.

Similar al ejemplo ilustrativo de las Figs. 7 y 8, el alojamiento puede ser un alojamiento sellado, en la que las placas terminales del alojamiento pueden ser soldadas o de cualquier otra forma selladas después del ensamble de los componentes internos contenidos dentro de esta. Sin embargo, el proceso de soldado u otro sellado del alojamiento no es requerido en todas las modalidades. En consecuencia, está dentro del alcance de la presente descripción que pueda usarse un alojamiento, u otro recipiente, que se adapte para desarmarlo o de otra forma abrirlo repetidamente, y después armarlo nuevamente, sin destruir el alojamiento. Como se mencionó y describió en la solicitud de patente de los Estados Unidos con núm. de serie 10/945,783 anteriormente (más tarde publicada como US 7,297,183), está dentro del alcance de la presente descripción que varios de los sellados alrededor de las membranas selectivas a hidrógeno puedan ser formados mediante soldadura, soldadura al bronce, unido por difusión u otro proceso en el cual la membrana sea realmente consumida para forma parte del acero.

En las Figs. 9-11, y quizá como se observa mejor en la Fig. 10, la región productora de hidrógeno 19 incluye una región de catalizadores, o compartimentos, 274 que se clasifican según su tamaño para recibir una cantidad suficiente de catalizador, tal como el catalizador de reformación 23, para la reacción de generación de hidrógeno realizada en la región productora de hidrógeno. Además se muestra un puerto de acceso 276 que se extiende linealmente dentro del plano de la región del catalizador y de forma paralela a lo largo del eje de la región del catalizador. Tal construcción, en la cual el puerto de acceso no incluye un codo u otra vuelta, no es requerida pero puede promover más fácil la carga y descarga (es decir, la eliminación) del catalizador. Por ejemplo, la extensión lineal del puerto de acceso permite que el catalizador sea vertido en la región del catalizador, o lecho, a través del puerto de acceso y permite aún la introducción de una varilla u otro elemento para comprimir o de otra forma distribuir o colocar el catalizador dentro de la región.

- Como se indicó en las Figs. 10 y 11, y quizá como se observa mejor en la Fig. 11, la capa 27 contiene una pluralidad de membranas selectivas a hidrógeno 30. Las membranas son soportadas separadamente en una relación de una con otra, de varias empaquetaduras y espaciadores que se utilizan para definir el paso de flujo entre las membranas para la corriente de gas mezclada (o reformada), las corrientes contienen el gas de hidrógeno purificado que ha permeado a través de una de las membranas, y las corrientes contienen la porción de la corriente de gas mezclado que no ha permeado a través de las membranas y la cual no forma una corriente subproducto. Como se ilustra, la región productora de hidrógeno está alojada con tres membranas selectivas a hidrógeno que están separadas una de otra por varias empaquetaduras, pantallas u otros soportes porosos, marcos, y similares. Está dentro del alcance de la presente descripción que más o menos membranas, y los correspondientes soportes, placas, juntas, etc., pueden ser usados sin apartarse del alcance de la presente descripción. Por ejemplo, la inclusión de membranas adicionales puede incrementar la recuperación de gas de hidrógeno a partir de la corriente de gas mezclado que es producido en la región productora de hidrógeno.
- Como se ilustra, las placas, y juntas están dimensionadas con formas asimétricas de manera que estos componentes solo puedan ser colocados en el alojamiento en una configuración predeterminada. Esto no es requerido, pero puede ayudar en el ensamble de componentes ya que estos no pueden colocarse inadvertidamente en el alojamiento en una configuración hacia atrás o al revés. En el ejemplo ilustrativo de una forma asimétrica adecuada, una región de esquina 278 de varios componentes dentro de la capa tiene una forma diferente de otras regiones esquinadas, y esta diferencia es suficiente para permitir que esa esquina sea únicamente insertada dentro de la región de esquina correspondiente del compartimento interno de la capa. En consecuencia, la capa puede ser descrita como crucial, o indicada para definir la orientación de las juntas, marcos, soportes u componentes similares que son apilados en la misma.
- En la Fig. 11, se muestran varias placas de alimentación que incluyen (opcional) barras de mezclado 280 espaciadas por separado. Las barras de mezclado promueven el flujo turbulento en la corriente de gas mezclado que se suministra en contacto con las membranas selectivas a hidrógeno adyacentes, promoviendo así la permeación de gas hidrógeno a través de las membranas. Cuando están presentes, las barras de mezclado definen los pasajes de del flujo de gas a ambos lados de esta, y preferentemente no contactan las membranas adyacentes.
- La capa 27 puede incluir una región de purificación química, tal como una región que contiene un catalizador de metanación 32 adecuado. Adicionalmente o alternativamente, el catalizador de metanación, cuando está presente, puede estar contenido corriente abajo de la capa 27, tal como en los conductos por las cuales la corriente rica en hidrógeno abandona el alojamiento, como se indica en líneas discontinuas en la Fig. 10.
- Un ejemplo ilustrativo, no exclusivo de un ensamble de generación de hidrógeno 10 de acuerdo con la presente descripción se muestra esquemáticamente en la Fig. 12 y generalmente se indica en 10. El ensamble de generación de hidrógeno ilustrado en la Fig. 12 puede ser descrito configurado para producir gas de hidrógeno a través de una reacción de reformación de vapor en la cual la región productora de hidrógeno 19 incluye un catalizador de reformado al vapor 23 y un fluido de producción de hidrógeno 15 (es decir, corriente(s) de alimentación(s) 16) incluyen agua 17 y una materia prima de alimentación que contiene carbono 18. En consecuencia, el ensamble de generación de hidrógeno ilustrativo descrito en este ejemplo puede referirse como un reformador de corriente, donde la región productora de hidrógeno se refiere como una región de reformación, y la corriente de gas mezclada 20 producida en la región productora de hidrógeno se refiere como una corriente de refinado.
- Con el propósito de proporcionar un ejemplo específico, aunque no exclusivo o requerido, la discusión siguiente se referirá a la materia prima de alimentación que contiene carbono como incluyendo o siendo metanol y el combustible de calentamiento que incluye o es propano. Está dentro del alcance de la presente descripción que otros mecanismos para producir gas de hidrógeno a partir del fluido de producción 15 pueden ser usados adicionalmente o alternativamente. Igualmente, otros combustibles de calentamiento y producción de fluidos pueden ser usados. Por ejemplo, el fluido 15 puede incluir agua, tal como hasta, o incluso más de 25 % en peso de agua, además de metanol u otra materia prima que contiene carbono que sea soluble en agua. Como otro ejemplo, el combustible combustionable puede ser un líquido cuando se suministra al ensamble de calentamiento y/o cuando se retira del sistema de suministro de materia prima de alimentación. En la Fig. 12, el fluido de producción de hidrógeno y el combustible de calentamiento se ilustran suministrados a la región productora de hidrógeno y al ensamble de calentamiento, respectivamente a través de los conductos de fluido 85 y 79. Está dentro del alcance de la presente descripción que se pueda usar cualquier número y configuración adecuada de tales conductos. Como se discutió, en algunas modalidades, puede ser deseado que los conductos pasen en comunicación térmica con la corriente de escape caliente, de manera de precalentar el fluido contenido en los conductos. En la Fig. 12, se muestra un ensamble de válvulas 460 que incluye las válvulas 61 y 63 que están adaptadas para restringir o permitir selectivamente el flujo del combustible de calentamiento y el fluido de producción de hidrógeno. Esta construcción no es requerida para todas las modalidades. Cuando está presente, las válvulas y/o ensamble de válvulas pueden ser configuradas para una operación manual, tal como por un operario próximo al ensamble de generación de hidrógeno, y/o automatizadas, o controladas, activadas, de manera que respondan a los comandos de entrada desde un controlador. El sistema de suministro de materia prima de alimentación

esquemáticamente ilustrado en la Fig. 12 puede incluir, o estar en comunicación continua con, cualquier tipo y/o número adecuado de fuentes, o suministros, 112 para las corrientes ser así suministradas.

5 En el ejemplo ilustrado en la Fig. 12, el ensamble de calentamiento 60 toma la forma de un quemador 62 que combustiona el combustible de calentamiento con el aire para producir la corriente de escape caliente 66. El ensamble de calentamiento 60 puede utilizar un inductor de ignición o cualquier otra fuente de ignición adecuada 89, tal como las discutidas en la presente, para iniciar la combustión del combustible de calentamiento. Está además dentro del alcance de la descripción que el ensamble de calentamiento incluya un catalizador de combustión en lugar del quemador.

10 El ensamble de calentamiento típicamente además recibe una corriente de aire para soportar la combustión que ocurre en este. La corriente de aire puede ser suministrada vía cualquier ensamble de suministro, tal como un soplador, ventilador, compresor, y similares. Está dentro del alcance de la presente descripción que el aire se retire del ambiente dentro del cual se usa el ensamble de calentamiento, sin que se requiera un ensamble de suministro de aire, mucho menos un ensamble de suministro de aire energizado eléctricamente. Como una variación adicional, cuando el
15 ensamble de generación de hidrógeno está acoplado a un apilado de celdas de combustible y/o un dispositivo de almacenamiento de energía, el apilado y/o dispositivo de almacenamiento de energía puede energizar un ensamble de suministro de aire. En el ejemplo ilustrativo, la corriente de aire 74 es combinada con la corriente de suministro de combustible de calentamiento 64 antes de entrar al ensamble de calentamiento. Como se muestra, la corriente de aire se mezcla con el combustible de calentamiento 13 en un área de arrastre de aire 214 antes de entrar en el ensamble de
20 calentamiento. Adicional o alternativamente, el suministro de aire puede entrar en el ensamble de calentamiento 60 separado del combustible de calentamiento.

La corriente de escape caliente 66 proveniente del ensamble de calentamiento es mostrada calentando el fluido de
25 producción de hidrógeno 15 antes del suministro del fluido a la región productora de hidrógeno, donde la corriente de escape caliente también calienta la región productora de hidrógeno. Cuando el fluido de calentamiento es una corriente líquida cuando esta se suministra al procesador de combustible, la corriente puede ser vaporizada por la corriente de escape caliente del ensamble de calentamiento en una región de vaporización 69. En la Fig. 12, la región de vaporización ha sido algo de lo que se ilustra esquemáticamente incluyendo una configuración sinusoidal para ilustrar
30 gráficamente que la región puede ser moldeada y/o posicionada en cualquier configuración adecuada para proporcionar el calentamiento requerido (es decir, tiempo de exposición) a la corriente de escape caliente. Como se ilustra, la región sinusoidal se rota 90° de la configuración horizontal que generalmente puede ser usada en algunas modalidades. Está adicionalmente o alternativamente dentro del alcance de la presente descripción que al menos una porción, si no todo, del fluido de producción de hidrógeno sea una composición gaseosa y/o esté ya vaporizada antes de la exposición de la corriente de escape caliente proveniente del ensamble de calentamiento y/o antes de ser suministrada al sistema de
35 procesamiento de combustible.

Como se ilustra en la Fig. 12, el fluido de producción de hidrógeno se suministra a la región de producción de hidrógeno
40 19 del sistema de procesamiento de combustible. En el ejemplo ilustrativo del reformador de vapor, el catalizador de reformación 23 en la región de producción de hidrógeno produce, a partir de un fluido 15, una corriente de gas mezclado 20 que contiene gas de hidrógeno y otros gases, donde el gas de hidrógeno está presente como un componente mayoritario. Cualquier catalizador de reformación puede ser usado, tal como cualquiera de los disponibles de Süd Chemie, BASF y otros. El catalizador de reformación puede estar dispuesto en la región productora de hidrógeno en cualquier forma conveniente, tal como lechos de catalizadores, como un recubrimiento dentro de esta región, como
45 pelotillas, como polvo, etc.

Como se muestra además en la Fig. 12, el sistema de procesamiento de combustible incluye además una región de
50 separación 24 (la cual, como se mencionó, puede ser referida como una región de purificación) que recibe la corriente 20 con mezcla de gases, o reformada, proveniente de la región productora de hidrógeno. Como se muestra, la región de separación 24 incluye al menos la membrana selectiva de hidrógeno 30, donde la corriente de hidrógeno producto 14 es parte de la porción de la corriente de gas mezclado que pasa a través de al menos una membrana selectiva a hidrógeno y la corriente subproducto 28 se forma a partir de la porción de la corriente de gas mezclado que no pasa a través de al menos una membrana selectiva a hidrógeno. Además en la Fig. 12 se muestra un ejemplo gráfico de un ensamble de procesamiento de combustible que incluye más de una región de separación 24 y/o más de un mecanismo para eliminar impurezas del gas de hidrógeno producido. Como se muestra en líneas de trazos es una región de separación 24 que
55 incluye un catalizador de metanación 32 que se adapta para reducir la concentración de cualquier monóxido de carbono en la corriente de hidrógeno producto. Esta segunda región de separación puede ser referida como una región de metanación.

60 Cuando la corriente subproducto tiene suficiente índice de combustible para ser usado como una corriente combustible para el ensamble de calentamiento 60, al menos una porción de la corriente subproducto puede ser suministrada al ensamble de calentamiento para su consumo como una corriente de combustible. Esto se ilustra en el ejemplo mostrado en la Fig. 12 en la cual el conducto de fluido 77 se configura para suministrar una corriente subproducto 28 para usar como combustible combustionable para el ensamble de calentamiento 60. Como se discutió, está dentro del alcance de

la presente descripción que todo el combustible requerido por el ensamble de calentamiento, para mantener la región productora de hidrógeno dentro de un intervalo adecuado de temperatura para producir gas de hidrógeno, pueda ser proporcionado por la corriente subproducto. En algunas modalidades, puede ser deseado incluir algo del gas de hidrógeno producido en la corriente subproducto para incrementar el índice de combustible de la corriente subproducto.

5 Esto puede llevarse a cabo por otro mecanismo ilustrativo como al mezclar algo de la corriente de hidrógeno producto con la corriente subproducto, suministrar separadamente algo de la corriente de hidrógeno producto al ensamble de calentamiento, y diseñar la región de separación para dejar cantidades suficientes de gas hidrógeno en la corriente subproducto. Aunque esto puede reducir la eficiencia general de la región productora de hidrógeno, es decir, la cantidad de gas de hidrógeno obtenida por unidad de fluido productor de hidrógeno, puede ser deseado en algunas aplicaciones

10 porque no sería necesario suministrar una corriente de combustible separada al ensamble de calentamiento durante la operación de la región productora de hidrógeno. En cambio, como se genera el gas de hidrógeno, algo del gas de hidrógeno generado, y los subproductos de esta reacción, se suministran al ensamble de calentamiento para mantener la región productora de hidrógeno dentro de un intervalo de temperaturas deseado. En modalidades donde el procesador de combustible no incluye una región de separación, esta configuración puede ser alcanzada desviando o

15 de cualquier otra forma suministrando parte de la corriente de hidrógeno producto al ensamble de calentamiento para su consumo como una corriente de combustible combustionable.

En un ejemplo ilustrativo mostrado en la Fig. 12, el ensamble de generación de hidrógeno 10 incluye un filtro opcional a través del cual la corriente subproducto pasa antes de ser consumida como una corriente de combustible en el ensamble de calentamiento. Además se muestra un orificio opcional de flujo restringido 232. El orificio 232 está adaptado para crear una presión residual en el ensamble de generación de hidrógeno mediante la limitación del régimen de flujo de la corriente subproducto 28 que puede pasar a través de esta. Como se mencionó en más detalles en la presente, el orificio 232 puede ser útil para conservar el fluido 15 en momentos cuando hay menor demanda de la corriente de hidrógeno producto 14 mientras mantiene el sistema de procesamiento de combustible en un estado

20 funcional, o activo, de procesamiento de hidrógeno, opuesto a un estado de funcionamiento ocioso en el cual se produce poco o nada de gas de hidrógeno, o un estado de desactivación del funcionamiento, en el cual el flujo de fluido de producción de hidrógeno hacia el sistema de producción de combustible se detiene.

Por ejemplo, el fluido de producción de hidrógeno 15 puede ser suministrado a la región productora de hidrógeno 19 a una presión en el intervalo de 345 - 1725 kPa (50-250 psi), y la presión se establece al menos en parte por la presión a la cual se descarga el fluido de producción de hidrógeno del sistema de suministro de materia prima de alimentación (incluyendo, pero sin limitarse, a partir del recipiente de presión 459 discutido posteriormente o cualquier otro tipo de fuente presurizada 499 usada en una modalidad particular). La presión en la corriente subproducto 28 y la corriente de hidrógeno producto 14 serán menores que la presión de suministro, al menos parcialmente debido a un proceso de separación impulsado por presión descrito en el ejemplo ilustrativo. En momentos en los cuales existe demanda del gas de hidrógeno producido por el ensamble de generación de hidrógeno, el gas de hidrógeno se retira del sistema de procesamiento de combustible cuando se separa de la corriente de gas mezclado. Igualmente, la corriente subproducto se retira además del sistema de procesamiento de combustible. Alguna presión residual en la corriente subproducto puede incrementar la separación producida en la región de separación instando a que más gas de hidrógeno pase a través de las membranas selectivas a hidrógeno que lo que ocurriría si el orificio 232 no estuviera ejerciendo la presión residual en la corriente subproducto, y así en el resto del sistema de procesamiento de combustible.

30

35

40

Cuando existe menos demanda de la corriente de hidrógeno producto 14, el régimen de flujo de gas de hidrógeno en esta corriente puede limitarse o más aún detenerse, a través de un ensamble de válvulas adecuadas u otro dispositivo de regulación de flujo, de manera que pueda incluirse corriente abajo de la región de separación 24. Cuando esto ocurre, habrá una presión parcial de gas hidrógeno mayor en el lado permeado de la membrana selectiva a hidrógeno, lo que resulta así en una menor permeación a través de la membrana. Esto, a su vez, resulta en más gas de hidrógeno y un mayor régimen de flujo general en la corriente subproducto 28. Sin restringir o de cualquier otra forma limitar el flujo de esta corriente, la corriente puede fluir simplemente por el ensamble de calentamiento u otro destino. De esta forma puede no afectar negativamente la operación del sistema; sin embargo, esto puede ser derrochador desde un punto de vista de la producción de hidrógeno. En algunas modalidades, el incremento de flujo de la corriente subproducto 28 y/o el contenido adicional de hidrógeno de esta corriente puede causar un incremento de la temperatura general de la región productora de hidrógeno porque el ensamble del quemador consume más combustible y/o un combustible de mayor índice de calentamiento. Es además posible que el régimen de flujo de la corriente subproducto 28, si es suficientemente alto, pueda inundar o de cualquier otra forma dañar la operación del quemador. Está dentro del alcance de la presente descripción incluir válvulas de derivación, aberturas, y otras estructuras para desviar selectivamente una porción de la corriente subproducto de manera tal que esta no sea suministrada como un combustible de calentamiento al ensamble del quemador. Como se discutió, esto además puede no ser una preocupación en algunas modalidades, tal como cuando la corriente subproducto no se consume como combustible de calentamiento por un ensamble de calentamiento para el sistema de procesamiento de combustible.

45

50

55

60

Al ejercer la presión residual en el sistema a través del orificio 232 u otra estructura adecuada, la presión residual puede resultar en un flujo menos comparativo de fluido de producción de hidrógeno proveniente del sistema de suministro de

5 materia prima de alimentación durante los momentos en que el régimen de flujo de corriente de hidrógeno producto es limitada o detenida, tal como a partir de una posición corriente abajo del ensamble de separación. Un beneficio potencial de usar el orificio 232 es que la operación del ensamble de generación de hidrógeno es regulada automáticamente, o estabilizada, a través de la presencia del orificio sin requerir estructuras complejas, típicamente energizadas eléctricamente, controladores, sensores y otras estructuras relacionadas. El filtro 230 y/o el orificio 232 puede(n) ser, pero no se requiere que sean, utilizados con cualquiera de los ensambles de generación de hidrógeno descritos, ilustrados, y/o incorporados en la presente.

10 Durante el encendido del ensamble de generación de hidrógeno, el combustible de calentamiento 13 se suministra inicialmente al ensamble de calentamiento, donde este sufre ignición a través de cualquier mecanismo adecuado para producir la corriente de escape 66. Esta corriente se usa, a su vez, para calentar al menos la región productora de hidrógeno a una temperatura adecuada para producir gas de hidrógeno a partir del fluido particular 15 que se está utilizado (es decir, al menos a una temperatura mínima de producción de hidrógeno). En las modalidades de ensambles de generación de hidrógeno 10 que utilizan un controlador, el controlador puede ser adaptado para detectar si la ignición del combustible ha comenzado. Esta detección puede utilizar cualquier sensor adecuado. Los ejemplos ilustrativos, no exclusivos incluyen sensores ópticos y sensores térmicos, tales como termopares. Si la ignición no ocurrió, el controlador puede ser configurado para detener el flujo de combustible y/o fluido por el sistema de suministro de materia prima de alimentación (tal como a partir de cerrar las válvulas 461 y 463, deteniendo las bombas que son utilizadas para propulsar el combustible, fluidos, etc.).

20 Una vez que la región productora de hidrógeno esté suficientemente precalentada, el flujo de combustible de calentamiento puede ser detenido y puede comenzar el flujo del fluido de producción de hidrógeno. Esta transición puede (pero no es requerido) incluir un breve período en el cual ni el combustible 13 ni el fluido 15 son suministrados a la región productora de hidrógeno o al ensamble de calentamiento, o ninguno de estos períodos pueden ocurrir. Por ejemplo, el flujo de combustible 13 puede ser detenido cuando se inicia el flujo o fluido 15, o puede haber un período en el cual el combustible 13 esté siendo suministrado al ensamble de calentamiento 60 y el fluido de producción de hidrógeno esté siendo suministrado a la región de producción de hidrógeno 19. En el ejemplo ilustrativo, los reaccionantes utilizados en la región productora de hidrógeno 19 son suministrados en la corriente 64. Sin embargo, está dentro del alcance de la presente descripción que la región productora de hidrógeno reciba al menos un reaccionante adicional u otra corriente de fluido. Un beneficio de todos los reaccionantes que se suministran en la corriente 64 es que los reaccionantes pueden ser calentados como una unidad, están a la misma presión, y no requieren sistemas o mecanismos de suministro separados.

35 Como se discutió, y aunque no sea requerido para todas las modalidades, está dentro del alcance de la presente descripción que el ensamble de generación de hidrógeno 10, y/o los sistemas de producción de energía 42 que incorporan los mismos, puedan ser construidos para tener un mínimo, sino alguno, de los requerimientos energéticos de balance de planta. Esto significa que el sistema puede ser implementado sin requerir muchos de los equipos de suministro de fluidos, controladores, y otros equipos electrónicos convencionales utilizados para estos ensambles o sistemas. Como se discutió, el combustible de calentamiento y el fluido de producción de hidrógeno pueden ser almacenados a presión, aún en modalidades en la cual uno de estos fluidos sea un líquido o como sea distribuido por el sistema de suministro de materia prima de alimentación. Por ejemplo, el fluido de producción de hidrógeno puede ser un alcohol, un hidrocarburo líquido, y/o una mezcla de agua con un alcohol líquido o hidrocarburo. Cuando una bomba, y/o compresor pueda ser utilizada convencionalmente para extraer la corriente de un suministro y suministrarla bajo una presión adecuada a la región productora de hidrógeno, el sistema de suministro de materia prima de alimentación mencionado, ilustrado y/o incorporado en la presente, pueden ser (pero no es requerido) adaptados para retirar y suministrar el combustible de calentamiento al ensamble de calentamiento del ensamble de generación de hidrógeno y el fluido de producción de hidrógeno al ensamble de la región productora de hidrógeno sin requerimientos de uso de bombas o compresores. Además, el combustible y el fluido pueden alojarse comúnmente en un bote de combustible y todavía estar disponible para un suministro separado. La consolidación de ambos el combustible y el fluido en un mismo recipiente de presión puede incrementar la compactación y/o portabilidad del sistema. Los ejemplos ilustrativos, no exclusivos del sistema de suministro de materia prima de alimentación que utiliza un bote, o recipiente de presión, se discuten en relación con las Figs. 30-35.

55 Como se discutió, está dentro del alcance de la presente descripción que el flujo de combustible de calentamiento y fluido de producción de hidrógeno puedan ser controlados por un ensamble de válvulas, como cuando el sistema de calentamiento y fluido de producción de hidrógeno son almacenados bajo una condición presurizada. Como un ejemplo ilustrativo, el flujo puede ser regulado por un ensamble de válvula 460, el cual puede incluir dos válvulas o una unión de tres vías u otra válvula que provea por lo menos tres configuraciones de flujo. Por ello, al ser sensible al primer ingreso del usuario que inicia el flujo del combustible de calentamiento hacia el ensamble del quemador, la región de producción de hidrógeno comenzará a ser precalentada, luego de que se haya inicializado el flujo del fluido de calentamiento y además luego de accionarse una fuente de ignición.

Este accionamiento de la fuente de ignición, cuando sea necesario, puede ser acoplado al accionamiento del ensamble

de válvula de manera que sea sensible automáticamente al accionamiento del ensamble de válvula, o pueda ser independientemente iniciado por un operador. La ignición puede ser manualmente accionada por un usuario cuando el flujo de combustible de calentamiento es iniciado. Está dentro del alcance de la presente descripción que la fuente de ignición esté adaptada para encenderse automáticamente después de recibir la corriente de combustible de calentamiento, cuando la fuente de ignición incluye un catalizador de combustión. Como un ejemplo adicional, la fuente de ignición puede estar operativamente acoplada al interruptor para iniciar el flujo del combustible de calentamiento por el ensamble de calentamiento de manera que la fuente de ignición es accionada en ese instante, o dentro de un período de tiempo selecto después de que comienza el flujo del combustible de calentamiento. Como otro ejemplo ilustrativo, no exclusivo, cuando el sistema incluye una batería 52 u otro dispositivo de almacenamiento de energía, tal como un capacitor, ultracapacitor, o aro volante, este dispositivo puede ser utilizado para energizar la fuente de ignición por un período suficiente para iniciar la combustión del combustible de calentamiento.

Para una reacción de reformación de vapor utilizando un fluido de producción de hidrógeno que contiene metanol y agua, la región de producción se calienta preferentemente hasta al menos 300° C. Los ejemplos ilustrativos de la temperatura umbral de precalentamiento incluyen 300° C, 325° C, 350° C, 375° C, 400° C, una temperatura de al menos 350° C, una temperatura en el intervalo de 350-450° C, una temperatura en el intervalo de 350-400° C, una temperatura en el intervalo de 375-425° C, etc. La temperatura umbral deseada después de cuya detección el fluido de producción de hidrógeno comenzará a fluir puede variar dependiendo de factores tales como el mecanismo bajo el cual se produce el gas de hidrógeno, si el ensamble de calentamiento continuará siendo suministrado con el combustible de calentamiento luego de que el flujo del fluido de producción de hidrógeno haya comenzado, la velocidad y/o período de tiempo para el cual este suministro de combustible de calentamiento continuará siendo suministrado al ensamble de calentamiento, la composición del fluido de producción de hidrógeno, el ambiente en el cual se usa el ensamble de generación de hidrógeno, las preferencias del usuario, etc.

La determinación de que la región productora de hidrógeno haya sido calentada a una temperatura umbral seleccionada puede ser lograda a través de cualquier mecanismo o y/o método adecuado. Por ejemplo, un sensor de temperatura puede ser usado para indicar la temperatura de la región productora de hidrógeno. Un operador puede detectar manualmente la temperatura, y si esta está dentro de un intervalo aceptable de temperatura, comienza el flujo del fluido de producción de hidrógeno hacia la región productora de hidrógeno y/o se detiene o reduce el flujo de fluido de calentamiento al ensamble de calentamiento, simplemente accionando el ensamble de válvulas 460. Está dentro del alcance de la presente descripción que el sensor de temperatura esté acoplado al ensamble de válvula, a través de un solenoide o accionador, para comenzar automáticamente el flujo del fluido de producción de hidrógeno y/o reducir o detener el fluido de calentamiento cuando sea detectada la temperatura umbral preseleccionada. Por ejemplo, puede usarse un sensor de temperatura bimetálico, solenoide, u otro detector o accionador.

El tiempo requerido para precalentar la región productora de hidrógeno debe ser reproducible mientras el combustible de calentamiento el ambiente de operación u otros parámetros no sean cambiados. Por ello, puede usarse un cronómetro para indicar cuando ha transcurrido una cantidad aceptable de tiempo, donde este tiempo umbral corresponde a un período determinado dentro del cual la región productora de hidrógeno se precalentó hasta una temperatura aceptable. El cronómetro puede ser adaptado para proporcionarle al operador una señal visual, audible u otra señal. Está además dentro del alcance de la descripción que el cronómetro esté acoplado al ensamble de válvulas para comenzar automáticamente el flujo de fluido de producción de hidrógeno y/o para detener o reducir el flujo de combustible de calentamiento luego de la expiración del período de tiempo preseleccionado.

Cuando la región productora de hidrógeno se calienta hasta una temperatura adecuada para producir gas de hidrógeno a través de la reformación al vapor u otro mecanismo por el cual la región se adaptada para operar, y el flujo de fluido de producción de hidrógeno comienza hacia la región productora de hidrógeno, el gas de hidrógeno comenzará a producirse en la región productora de hidrógeno tras el suministro del fluido 15 a este. Como se discutió, está dentro del alcance de la presente descripción que esto puede ocurrir mediante dos activaciones del ensamble de válvula, o menos, y opcionalmente con la activación de una fuente de ignición. La corriente subproducto producida en la región de separación 24 puede adaptarse para tener suficiente índice de combustible para proporcionar el combustible de calentamiento para el ensamble de calentamiento cuando el ensamble de generación de hidrógeno está produciendo una corriente de hidrógeno producto. Por ello, el ensamble puede ser auto-sostenible dentro de un intervalo de temperatura de funcionamiento adecuado mientras el fluido de producción de hidrógeno no sea consumido. Si esto ocurre el sistema puede ser adaptado para apagarse automáticamente producto de la falta de flujo de fluido de producción de hidrógeno además esto significa que no habrá un flujo de hidrogeno producto, vapor de agua 14 o corriente subproducto 28.

Cuando el ensamble de generación de hidrógeno 10 esté acoplado a un apilado de celdas de combustible 40 para proporcionar un sistema de producción de energía 42, el apilado puede adaptarse para producir automáticamente una corriente eléctrica luego de la suministro de la corriente de hidrógeno producto 14 y una corriente de aire 74 u otra corriente oxidante al apilado de celdas de combustible. El flujo de gas de hidrógeno al apilado ocurrirá típicamente segundos después que el flujo o fluido 15 de precalentamiento del sistema de procesamiento de combustible haya

comenzado. La corriente de aire puede adaptarse para ser suministrada automáticamente al apilado de celdas de combustible, tal como cuando el apilado incluye una construcción abierta de un cátodo en la cual el aire es retirado automáticamente del ambiente en el cual el apilado se usa y sin requerir ventiladores, sopladores, o compresores. En una modalidad, el sistema de producción de energía produce automáticamente esta corriente y/o energiza el funcionamiento de un dispositivo consumidor de energía (el cual puede estar electrónicamente conectado con el sistema de producción de energía 42 y/o integrado con él), mientras solo se requieran de entradas del operador mínimas descritas anteriormente. En algunas modalidades, el apilado de celdas puede incluir un ventilador o soplador eléctricamente energizado que sea energizado por el apilado de celdas de combustible, con un suministro inicial de aire siendo proporcionado por el operador. Como una variación adicional, este suministro adicional puede ser proporcionado por un ventilador u otro soplador que sea energizado por una batería u otro dispositivo de almacenamiento de energía. Luego de la generación de una corriente eléctrica en el apilado de celdas de combustible, esta batería u otro dispositivo de almacenamiento de energía no será necesario por más tiempo, puesto que el apilado puede satisfacer los requerimientos de energía de un sistema de suministro de aire. Cuando una fuente y/o tiempo de ignición eléctrica se utiliza en el ensamble de calentamiento y/o ensamble de generación de hidrógeno, la batería u otro dispositivo de almacenamiento de energía puede además proporcionarle la energía a este. En experimentos, los requerimientos de energía de estos dispositivos tienden a ser muy pequeños y de corta duración, aunque esto no es requerido para todas las modalidades.

Los ejemplos ilustrativos, no exclusivos de ensambles de procesamiento de combustible 31, y ensambles de generación de hidrógeno 10 que contienen el mismo, que se adaptan para producir una corriente de hidrógeno producto 14, se discuten con respecto a las Figs. 13-22. En la discusión siguiente, el fluido de producción de hidrógeno 15 será mencionado como una mezcla de metanol y de agua, aunque está dentro del alcance de la presente descripción que cualquiera de las composiciones de las materias primas e alimentación que contienen carbono 18 y/o el fluido de producción de hidrógeno mencionadas y/o incorporadas en la presente pueden ser utilizadas. Los ejemplos siguientes proporcionarán ejemplos ilustrativos, no exclusivos del sistema de suministro de materias prima de alimentación que está adaptado para suministrar corrientes de combustible gaseosas y líquidas a los ensambles de calentamiento correspondientes. Los ejemplos ilustrativos tienen la intención de ilustrar ejemplos de construcciones adecuadas, sin requerir los mismos o de cualquier otra forma limitando el alcance de la presente descripción.

Retornando brevemente a la Fig. 12, el ejemplo ilustrativo, el cual puede ser implementado con cualquiera de otras capas 27, sistemas de suministro de materia prima de alimentación, etc. discutidos, ilustrados y/o incorporados en la presente descripción, el ensamble de calentamiento está adaptado para recibir y combustionar la corriente subproducto proveniente del procesador de combustible. En algunas modalidades, la corriente subproducto puede tener suficiente índice de combustible para ser utilizada como la única fuente de calentamiento, al menos después del encendido del ensamble de generación de hidrógeno y la transición hacia un estado operacional de producción de hidrógeno. En algunas modalidades, puede ser incluso deseable configurar el procesador de combustible para contener suficiente gas de hidrógeno residual para que este objetivo opcional sea realizado. Una desventaja potencial de la cantidad reducida de gas de hidrógeno presente en la corriente 14 es que un flujo continuo de combustible 13 no necesita ser bombeado o de otra forma suministrado y consumido por el ensamble de calentamiento para mantener la región productora de hidrógeno a una temperatura de producción de hidrógeno aceptable, tal como dentro de un intervalo aceptable de temperatura de producción de hidrógeno.

Cuando se usan combustibles gaseosos 13 durante el arranque del ensamble de generación de hidrógeno y se usa la corriente subproducto 28 como el combustible para el ensamble de calentamiento 60 en momentos en que el ensamble de generación de hidrógeno está en un estado funcional de producción de hidrógeno, la corriente gaseosa puede exponerse a una fuente de ignición (o llama existente) y posicionada con relación a la región productora de hidrógeno a través de cualquier mecanismo adecuado y/o estructura. Un ejemplo ilustrativo, no exclusivo, de una configuración adecuada es para que las corrientes de gas fluyan a través de un ensamble del quemador anidado que define generalmente las trayectorias de flujo paralelo para cada una de las corrientes de gas y/o las cuales establecen trayectorias de flujo que posicionan cada una de las corrientes en una posición adecuada con respecto a la región de producción de hidrógeno. La Fig. 13 ilustra ejemplos de un ensamble de calentamiento 60 que incluye un ensamble del quemador 282 que se adapta y define una primer conducto de flujo 284 para un combustible combustionable gaseoso 13, y una segundo conducto de flujo 286 para una corriente subproducto 28. El primer conducto de flujo donde el segundo conducto de flujo adicionalmente o alternativamente se describe como un ensamble del quemador primario, o principal. Como es ilustrado, el ensamble del quemador primario y el encendedor definen trayectorias de flujo de gas separados para las corrientes combustionables contenidas en la presente descripción hasta después de la ignición de las corrientes. La Fig. 13 además ilustra ejemplos de construcciones adecuadas de quemador que pueden usarse en el ensamble de calentamiento 60. Los ejemplos ilustrativos demuestran que en algunas modalidades, puede ser deseable utilizar un ensamble del quemador que incluya trayectorias de flujo separadas para el combustible de calentamiento 12 y la corriente subproducto 28. Se ilustran varios orificios alargados (listones) y con tamaños de punto a través de los cuales el combustible y/o el flujo de corriente subproducto combustionan con el aire.

En las Figs. 14 y 15, se muestra un sistema de procesamiento de combustible 31 en el cual la región productora de

hidrógeno, la región de separación, y el ensamble del quemador están contenidos en una capa común, o alojamiento, 68 que es abierta al ambiente de manera tal que el aire pueda circular a través del alojamiento. Como se observa quizá mejor en la Fig. 14, los ejemplos ilustrativos de un alojamiento 68 están indicados generalmente en 240 e incluyen soportes espaciados separados 260 que soportan una región del cuerpo del alojamiento 262 sobre una superficie sobre la cual se colocan los montajes. El alojamiento incluye además un puerto de salida para la corriente de hidrógeno producto 14 y puertos de entrada para una corriente de combustible 16 del fluido de producción de hidrógeno 15 y una corriente de combustible 64 del combustible combustionable 13. Como se ilustra esquemáticamente en líneas discontinuas en la Fig. 15, la capa puede incluir una capa aislante 242 para reducir la temperatura externa del sistema. Además, se muestran las entradas 244 para la corriente de aire 74 para el ensamble de calentamiento, y salidas 246 para la corriente de escape caliente 66 del ensamble de calentamiento. En el ejemplo ilustrado, las salidas para la corriente de escape de calentamiento se cubren con una placa de calentamiento, o envoltura, 248. Aunque no es requerido, está dentro del alcance de la presente descripción montar o de cualquier otra forma colocar al menos una porción del sistema de suministro de materia prima de alimentación, tal como un suministro del combustible o fluido, sobre la placa 248. Durante el uso del ensamble de procesamiento de combustible, la corriente de escape caliente calentará los componentes del sistema de suministro de materia prima de alimentación (u otros objetos a ser calentados) que están colocados sobre la placa. La placa 248 puede tener cualquier configuración adecuada y puede incluir montajes u otros receptores que faciliten la colocación y/o aseguramiento de los objetos a calentar sobre la placa.

Como se muestra en la Fig. 15, la lámina define un paso de flujo 250 para una corriente de aire 74 que precalienta la corriente de aire y enfría la superficie externa de la capa proporcionando una cubierta, o pasaje de enfriamiento 252 a través del cual la corriente de aire fluye antes de ser usada para soportar la combustión en el ensamble de calentamiento. Como quizá se observa mejor en la Fig. 15, la corriente de aire fluye a través del pasaje 252, y después a través de las entradas 254 hacia una región central, o compartimento 256 de la capa en la cual se aloja la región productora de hidrógeno, la región de separación y el ensamble del quemador. La Fig. 15 ilustra además un ejemplo de un ensamble de procesamiento de combustible que incluye un ensamble de calentamiento con un ensamble del quemador 282.

Como se mencionó, algunos de los sistemas de suministro de materia prima de alimentación 22 para el ensamble de generación de hidrógeno de acuerdo con la presente descripción están adaptados para suministrar corrientes de un combustible combustionable líquido 13 al ensamble de calentamiento. Algunas corrientes de combustible combustionable líquido pueden no encenderse fácilmente y/o ser combustionadas a ciertas temperaturas de operación dentro las cuales puede usarse el ensamble de generación de hidrógeno. Como un ejemplo no exclusivo, la corriente de combustible puede ser suministrada al ensamble de calentamiento como una corriente de combustible líquido a una temperatura en un intervalo de aproximadamente 25° C a aproximadamente 100° C, aunque temperaturas por encima y por debajo de este intervalo ilustrativo pueden ser usadas sin apartarse del alcance de la presente descripción. Como se usa en la presente descripción, "líquido" o "fase líquida" se refiere a las corrientes de combustible que incluyen al menos una mayoría, si no la mayoría o incluso la totalidad, o casi todo, el combustible en la fase líquida en los parámetros operacionales en los cuales la corriente de combustible se suministra al ensamble de calentamiento. Adicionalmente, cuando la corriente de combustible 64 incluye una materia prima de alimentación que contiene carbono 18 o es una corriente compuesta (tal como la corriente compuesta 90 discutida posteriormente) que incluye una materia prima de alimentación que contiene carbono y agua, la corriente de combustible que se suministra para calentar el ensamble 60 puede estar en fase líquida bajo los parámetros de funcionamiento en los cuales se suministra al ensamble de calentamiento. Los parámetros de funcionamiento discutidos anteriormente no son concebidos de ser ejemplos exclusivos. En cambio, están destinados a ilustrar parámetros típicos, donde los parámetros fuera de estos intervalos siguen estando dentro del alcance de la descripción. En muchas aplicaciones, tales como los ensambles de calentamiento incorporados en ensambles de procesamiento de combustible para su uso en usos portátiles o móviles, los parámetros operacionales para el suministro de una corriente de combustible 64 pueden variar ampliamente dependiendo de las condiciones ambientales bajo las cuales se usa el ensamble de procesamiento. Por ejemplo, los ensambles de procesamiento de combustible pueden suministrar corriente de combustible 64 al ensamble de calentamiento 60 a temperaturas en el intervalo por debajo 0° C a mayores de 100° C.

Los ejemplos ilustrativos, no exclusivos de otros intervalos de temperatura dentro de los cuales pueden usarse los ensambles de procesamiento de combustible incluyen temperaturas de menos de 30° C, menos de 20° C, menos de 10° C, menos de -10° C, menos de -20° C, menos de -30° C, menos de -40° C, temperaturas en el intervalo de -50° C y 100° C, temperaturas en el intervalo de -50° C y 50° C, temperaturas en el intervalo de -50° C y 30° C, temperaturas en el intervalo de -30° C y 50° C, y temperaturas en el intervalo de -30° C y 30° C. Como se mencionó, durante el encendido del ensamble de procesamiento de combustible, el ensamble de calentamiento se adapta para recibir e iniciar la combustión de una corriente de combustible líquido. Algunos combustibles líquidos pueden no ser líquidos en regiones de los intervalos de temperatura ilustrativos descritos anteriormente, y en consecuencia, la composición del combustible líquido que se usa puede ser seleccionada con factores que incluyen la temperatura ambiente esperada alrededor del ensamble de procesamiento de combustible. Por ejemplo, el metanol no será un líquido a 100° C.

En la Fig. 16, se ilustra esquemáticamente un ejemplo ilustrativo, no exclusivo, de un ensamble de generación de hidrógeno 10 que incluye un ensamble de calentamiento 60 que se adapta para recibir una corriente de combustible líquida 64. El ensamble de calentamiento 60 incluye el ensamble del quemador 62 y puede incluir entradas y salidas asociadas y otras características adecuadas y consistentes con la descripción del ensamble de calentamiento proporcionada en la presente descripción. Como se indica esquemáticamente en la Fig. 16, los ensambles del quemador 62 de acuerdo con la presente descripción incluyen un ensamble del quemador de arranque 356 y, en algunas modalidades pueden incluir además un ensamble del quemador primario, o principal, 358. Como su nombre lo indica, el ensamble del quemador de encendido se adapta para calentar al menos la región productora de hidrógeno del procesador de combustible a una temperatura adecuada de producción de hidrógeno. El quemador primario, o principal, puede adaptarse para proporcionar un calentamiento continuo al menos a la región productora de hidrógeno del procesador de combustible durante la operación de producción continua de hidrógeno del procesador de combustible. El quemador primario puede adaptarse para consumir una corriente gaseosa de combustible, esta corriente de combustible gaseosa es parcial o completamente formada a partir de una porción de la corriente de gas mezclado producida por la región productora de hidrógeno. Está dentro del alcance de la presente descripción que los ensambles de quemadores de arranque y ensambles del quemador primario, cuando ambos estén presentes en una modalidad particular, puedan ser ensambles separados y/o pueden compartir uno o más componentes.

El ensamble de calentamiento 60 se ilustra en la Fig. 16 y está en comunicación térmica con la región productora de hidrógeno 19 del ensamble de procesamiento de combustible y por lo tanto adaptada para calentar o de cualquier otra forma puede adaptarse para calentar porciones del ensamble de procesamiento de combustible, incluyendo la región de reformación. Como se discutió anteriormente, y como se ilustra en la Fig. 16, el ensamble de calentamiento 60 puede estar dispuesto dentro de la capa 68 del procesador de combustible 12, aunque está dentro del alcance de la presente descripción que pueda localizarse al menos parcialmente, o completamente, externo a la capa. Los conductos, materiales conductores y otros aparatos adecuados pueden proporcionarse para comunicar la energía térmica en la corriente de escape de combustión 66 a la región productora de hidrógeno del ensamble de procesamiento de combustible.

Como se ilustra esquemáticamente en la Fig. 16, el ensamble de calentamiento 60 incluye al menos una cámara de combustible 376 y una fuente de ignición 89 en forma de al menos una fuente de calentamiento e ignición 378 y está adaptada para recibir al menos una corriente de aire 74. En la Fig. 16, la cámara de combustible 376 se muestra incluyendo un fondo 392 y paredes laterales 394. La cámara de combustible 376 incluye una parte superior 395, la cual puede ser abierta parcialmente, o completamente, y así formar un reservorio abierto para retener el combustible líquido suministrado a esta. En tal modalidad, la corriente de aire 74 puede ser suministrada (mediante sopladores, ventiladores, u otros dispositivos adecuados) y/o pueden fluir naturalmente a la cámara de combustible 376 desde el ambiente a través de la parte superior abierta 395.

Como se ilustra en la Fig. 16, la región productora de hidrógeno 19 u otra porción del ensamble de procesamiento de combustible a calentar por la corriente de escape de combustión 66 se localizará típicamente arriba, y frecuentemente relativamente cerca de la parte superior abierta de la cámara de combustible. Esto permite que la corriente de combustión caliente esta estructura cuando la corriente fluye naturalmente proveniente de la cámara de combustible. Como se discutió, los sopladores, ventiladores y otras estructuras adecuadas pueden usarse adicional o alternativamente para promover el suministro de la corriente de combustión a la región de reformación 19 y/o otras regiones del ensamble de procesamiento de combustible.

En algunas modalidades, la cámara de combustible 376 puede incluir un elemento superior completo o parcial 404 para cerrar completamente o parcialmente la cámara de combustible. Cuando la cámara de combustible 376 incluye un elemento superior completo, o cerrado, para formar una cámara de combustión prácticamente cerrada, la cámara de combustible 376 puede incluir además una o más entradas de aire 399 para permitir que el aire entre en la cámara de combustible para la combustión, tales como la corriente de aire 74 descrita anteriormente, y además pueden incluir uno o más puertos de escape. Las entradas de aire y los puertos de escape pueden configurarse para un flujo natural de aire o pueden acoplarse a bombas, ventiladores, compresores, válvulas, u otros equipos para el flujo controlado o presurizado de fluido. Un puerto de entrada 399 para la corriente de aire 74 se muestra además en líneas discontinuas en la Fig. 16 para representar gráficamente que (al menos parcialmente) las cámaras de combustible con la parte superior abierta pueden incluir además una o más entradas y/o puertos de escape. Un ensamble de calentamiento que tenga una parte superior cerrada puede producir más calor radiante que un ensamble comparable pero con la parte superior abierta, y a través del uso de los puerto(s) de escape (y conductos de fluido asociadas que se extienden por estas), pueden ser configurados para suministrar una corriente de escape 66 a una o más regiones seleccionadas o estructuras del ensamble de procesamiento de combustible, incluyendo regiones que pueden ser más difíciles de calentar adecuadamente sólo por el flujo por convección de la corriente de escape a través de una parte superior abierta de la cámara de combustible.

Al menos una cámara de combustible está configurada para recibir al menos una porción de corriente de combustible 64, la cual contiene un combustible combustionable (13) de acuerdo con la presente descripción. La corriente de

combustible 64 incluye una materia prima de alimentación que contiene carbono 18 puede incluir componentes adicionales como agua, aire, oxígeno, hidrógeno, u otros componentes que son combustibles, no combustibles, y/o necesarios para la combustión, tal como el aire u oxígeno. Aunque en la Fig. 16 se muestra una sola corriente de combustible 64, está dentro del alcance de la presente descripción que pueda usarse más de una corriente 64 y que las corrientes adicionales puedan suministrar la misma o diferentes materias primas de alimentación que contienen carbono, otros combustibles combustibles, aire u otros componentes. Adicionalmente, como se discutió anteriormente, la corriente de combustible 64 puede incluir una materia prima de alimentación líquida que contenga carbono que es la misma materia prima de alimentación que contiene carbono liberada para el procesador de combustible 12. Igualmente, la corriente de combustible 64 puede incluir una corriente compuesta que incluya una materia prima de alimentación que contenga carbono y agua, y la cual pueda tener la misma, o esencialmente la misma composición, que la corriente de alimentación para la región productora de hidrógeno 19 del procesador de combustible.

El ensamble de calentamiento 60 mostrado en la Fig. 16 incluye una fuente de ignición en la forma de una fuente de ignición y calentamiento 378. La fuente 378 está adaptada para calentar e iniciar la combustión de la materia prima de alimentación que contiene carbono 18 en la corriente de combustible 64. La fuente de calentamiento e ignición 378 puede estar dispuesta o de cualquier otra forma colocada externamente a la cámara de combustible 376, como se muestra en líneas continuas, puede estar dispuesta dentro de la cámara de combustible, como se muestra en líneas discontinuas, o puede estar dispuesta parcialmente dentro y parcialmente afuera de la cámara de combustible 376. La fuente de calentamiento e ignición 378 puede incluir cualquier estructura adecuada o dispositivo para calentar y provocar la ignición de la corriente de combustible en presencia de aire para iniciar la combustión de estos. En algunas modalidades, la fuente de calentamiento e ignición 378 puede incluir más de un dispositivo.

Los ejemplos de fuentes de calentamiento e ignición 378 adecuados incluyen al menos uno de una bujía de encendido, bujía de calentamiento, luz indicadora, un catalizador de combustión, bujías de calentamiento en combinación con catalizadores de combustión, iniciadores de ignición cerámicos calentados eléctricamente, y similares. En algunas modalidades, la fuente de calentamiento e ignición 378 incluye un elemento térmico de resistencia eléctrica solo o en combinación con un iniciador de ignición como una bujía de encendido. Una bujía de calentamiento es un ejemplo de un elemento térmico de resistencia eléctrica que puede ser usado solo para calentar y provocar la ignición del combustible que contiene carbono recibido por la cámara de combustible. La fuente de calentamiento e ignición 378 puede incluir un elemento térmico como una resistencia eléctrica configurada para calentarse hasta una temperatura suficientemente alta, también referida como temperatura al rojo vivo o incandescente, para provocar la ignición del combustible que contiene carbono en la cámara de combustible 376.

La Fig. 17 ilustra esquemáticamente que el ensamble de calentamiento 60 puede incluir una región de ignición 380 y una región de combustión 382, la región de ignición se localizada más cerca de la fuente de ignición que la región de combustión. En tal modalidad, el combustible que contiene carbono dispuesto en la cámara de combustible puede mezclarse con aire y encenderse en la región de ignición 380 y combustionado para producir la corriente caliente de combustión 66, la cual puede extraerse del ensamble de calentamiento 60 para calentar al menos la región de reformación del procesador de combustible 12. Está dentro del alcance de la presente descripción que la combustión iniciada en la región 380 puede extenderse a otros lugares dentro del ensamble de calentamiento 60 y/o ensamble de generación de hidrógeno 10. Por ejemplo, la combustión puede continuar en la región de ignición, y puede extenderse a la región de combustión 382 de manera tal que después ocurra la combustión en la región de combustión y en la región de ignición. Adicionalmente, debido a la dispersión del vapor del combustible, la combustión puede ocurrir en otras porciones del ensamble de procesamiento de combustible. Como se usó en la presente descripción, la región de ignición 380 se usada para referirse a un área o región en la cámara de combustible 376 que es más pequeña que la cámara de combustible entera. Esto es, la región de ignición 380 es un subconjunto de la cámara de combustible 376 que puede ser físicamente definida o puede estar en el área de la cámara de combustible 76, tal como una región externa particular, región de esquina, etc.

Como se ilustra en líneas sólidas en la Fig. 16, la corriente de combustible 64 puede suministrarse como un volumen de líquido, al menos una porción sustancial del cual (si no todo) permanece como un suministro de combustible líquido dentro de la cámara de combustible hasta que se consuma para soportar la combustión dentro de la cámara de combustible, como se discute con más detalles en la presente. La corriente de combustible 64 puede suministrarse a una abertura o puerto de llenado de la cámara de combustible a través de un conducto de fluido adecuado, y el combustible líquido después de eso fluye dentro de la cámara de combustible, tal como bajo la fuerza de gravedad y las fuerzas adsorptivas/absorptivas capilares aplicadas por cualquier estructura de la cámara de combustible, etc. Se encuentra dentro del alcance de la presente descripción que el ensamble de calentamiento puede incluir al menos un conducto de distribución que se extiende dentro de la cámara de combustible y a través de la cual fluye la corriente de combustible líquido antes de ser dispensada del conducto de distribución dentro de la cámara de combustible. El conducto de distribución puede incluir aberturas u otras salidas a lo largo de su longitud, puede incluir una salida (tal como su extremo distal dentro de la cámara de combustible), y/o puede incluir una o más ramas para después distribuir la corriente de combustible líquido dentro de la cámara de combustible. Aunque no se requiere en todas las

modalidades, el conducto de distribución, cuando se usa, puede adaptarse para suministrar selectivamente, al menos, una porción de la corriente de combustible líquido por debajo, o próximo a, la fuente de calentamiento e ignición, para distribuir la corriente de combustible líquido a una o más regiones seleccionadas de la cámara de combustible, etc. Cuando la cámara de combustible incluye un medio de transporte, tal como el descrito en la presente en relación con la Fig. 17, un conducto de distribución puede (pero no se requiere) usarse para suministrar la corriente de combustible líquido a través de, al menos, una porción del medio de transporte antes de dispensar el combustible líquido desde el conducto y dentro de la cámara de combustible.

En funcionamiento, y como se describió anteriormente, la corriente de combustible 64 puede suministrarse al ensamble de calentamiento 60 como un líquido, o al menos parcialmente en una fase líquida. La corriente de combustible 64 puede suministrarse a la cámara de combustible 376 en condiciones de funcionamiento o condiciones de suministro, que incluyen una primera temperatura y una primera presión. La materia prima de alimentación que contiene carbono suministrada a la cámara de combustible puede tener un punto de inflamación, o temperatura de ignición mínima, que es mayor que la primera temperatura a la que la materia prima de alimentación que contiene carbono se suministra a la cámara de combustible. Como se usa en la presente, "punto de inflamación" se refiere a la temperatura mínima a la que la presión de vapor del líquido es suficiente para formar una mezcla inflamable con el aire cerca de la superficie del líquido. El punto de inflamación para la corriente de combustible recibida por la cámara de combustible 376 puede depender de factores tales como la materia prima de alimentación que contiene carbono en la corriente de combustible, las concentraciones relativas de materia prima de alimentación que contiene carbono y de otros componentes en la corriente de combustible, las condiciones en la cámara de combustible, etc.

Aunque el punto de inflamación se refiere a la temperatura mínima a la que el combustible líquido tendrá una presión de vapor encima de su superficie suficiente para formar una mezcla inflamable con el aire, si la mezcla inflamable depende de la concentración del vapor de combustible combustionable en el aire en la localización de la fuente de ignición. Por ejemplo, si la fuente de ignición está separada un espacio de la superficie de la materia prima de alimentación líquida que contiene carbono, un número de factores puede diluir la concentración del vapor del combustible combustionable. El límite de inflamabilidad inferior se usa frecuentemente para referirse a la concentración mínima del vapor de combustible combustionable en el aire para la cual la llama se puede propagar. Como se usa en la presente, "presión de vapor de ignición" puede ser usada para referirse a la presión de vapor mínima a la que ocurre la ignición del combustible en aire.

La temperatura de la materia prima de alimentación líquida que contiene carbono en la cámara de combustible 376 necesaria para producir una concentración de vapor inflamable (es decir, una concentración al menos igual al límite de inflamabilidad inferior) puede ser mayor que la temperatura del punto de inflamación y será referida en la presente como temperatura de ignición. Aunque la temperatura de ignición involucra los factores ambientales tales como la disponibilidad de aire fresco en el espacio de vapor encima del combustible líquido en el área adyacente a la fuente de ignición, la capacidad del vapor de combustible de salir de la cámara de combustible, la temperatura de ignición será referida en la presente como una propiedad del combustible que contiene carbono.

La corriente de combustible puede entrar en la cámara de combustible a una primera temperatura y puede tener una temperatura de ignición mayor que la primera temperatura. En algunas modalidades, el combustible que contiene carbono suministrado a la cámara de combustible puede tener una presión parcial de ignición, y el combustible que contiene carbono en la cámara de combustible puede tener una presión parcial inicial menor que la presión parcial de ignición. En algunas aplicaciones del ensamble de calentamiento 60, la primera temperatura (temperatura de suministro) de la corriente de combustible 64 puede ser tal que no haya sustancialmente materia prima de alimentación que contiene carbono en la fase vapor. En otras aplicaciones, la corriente de combustible puede ser suministrada a una primera temperatura a la que haya alguna materia prima de alimentación que contiene carbono en la fase vapor. Sin embargo, en muchas aplicaciones la concentración de materia prima de alimentación que contiene carbono en la fase vapor a la primera temperatura no será suficiente para formar una mezcla inflamable en el lugar de la fuente de calentamiento e ignición 378. Esto es, la primera temperatura será menor que la temperatura de ignición del combustible que contiene carbono. Las aplicaciones en tiempos fríos y las configuraciones donde la corriente de combustible 64 incluye una corriente de un complejo que contiene agua y materia prima de alimentación que contiene carbono son ilustrativos, aunque no exclusivos, de aplicaciones donde la primera temperatura no produce concentraciones lo suficientemente altas de vapor de materia prima de alimentación que contiene carbono, o vapor de combustible, para formar una mezcla inflamable en la fuente de calentamiento e ignición.

Continuando con la referencia a la Fig. 16, la cámara de combustible 376 puede describirse incluyendo una región de combustible líquido 396 y una región de vapor de combustible 398. Como se ilustra, la cámara de combustible 376 es un reservorio abierto y la región de vapor de combustible 398 se define por la superficie del combustible líquido en la región de combustible líquido 396 y por las paredes laterales 394 de la cámara de combustible 376, pero está desligado en la parte superior (es decir, teóricamente la región de vapor del combustible se extiende tan lejos como el vapor de combustible vapor se pueda disipar dentro del ensamble de procesamiento de combustible). En las modalidades en que la cámara de combustible 376 incluye un miembro superior, si se encuentra total o parcialmente lleno, la región de vapor

de combustible 398 puede considerarse al menos parcialmente asociado a la parte superior por el miembro superior total o parcial.

5 El ensamble de calentamiento 60 también puede incluir una fuente de calentamiento e ignición 378, como se ha descrito anteriormente. Como se ilustra en la Fig. 16, la fuente de calentamiento e ignición 378 toma la forma de un elemento de calentamiento por resistencia eléctrica 400 que está dispuesto completamente en la región de vapor de combustible 398. Como se muestra, la fuente de calentamiento e ignición se ilustra colocada por encima de la región del combustible líquido de la cámara de combustible. Sin embargo, se encuentra dentro del alcance de la presente descripción que una porción de la fuente de calentamiento e ignición se disponga en la región de combustible líquido 396, como se ilustra en líneas discontinuas en la Fig. 16. Igualmente, está dentro del alcance de la presente descripción que otras estructuras funcionales adecuadas puedan ser usadas para la fuente de calentamiento e ignición 378, con el elemento de calentamiento por resistencia eléctrica, y su configuración embobinada ilustrada, es simplemente ilustrativa, como ejemplos no exclusivos. Aunque la fuente de calentamiento e ignición 378 se muestra adyacente a uno de los extremos del ensamble de calentamiento 60, está dentro del alcance de la presente descripción que la fuente de calentamiento e ignición 378 puede disponerse en cualquier lugar dentro del ensamble de calentamiento 60 donde al menos una porción suya puede estar en suficiente contacto con el vapor de combustible para que ocurra la ignición del combustible que contiene carbono en la cámara de combustible. Como ejemplos ilustrativos, no exclusivos, la fuente de calentamiento e ignición puede estar colocada a lo largo de una pared lateral de la cámara de combustible, puede estar localizado dentro de la región del perímetro de la cámara de combustible, puede estar localizado dentro de la región central de la cámara de combustible, etc.

Continuando con la referencia a la Fig. 16, la fuente de calentamiento e ignición 378 se ilustra estando en una configuración embobinada y como un dispositivo unitario. Otras configuraciones están dentro del alcance de la presente descripción. Por ejemplo, una fuente de calentamiento e ignición unitaria 378 puede ser lineal, puede incluir porciones lineares y curvas, o puede de cualquier otra forma ser enrollada, doblada, o configurada en otras formas o configuraciones. Adicionalmente o alternativamente, la fuente de calentamiento e ignición 378 puede incluir uno o más dispositivos, tales como uno, dos, tres, o más componentes. Por ejemplo, un primer dispositivo puede configurarse para calentar el combustible que contiene carbono líquido en la cámara de combustible mientras que un segundo dispositivo puede configurarse para proporcionar la fuente de ignición. La fuente de ignición puede ser una bujía de encendido u otra fuente de ignición intermitente o selectivamente accionada o puede ser una bujía de calentamiento u otra fuente que proporcione una superficie al rojo vivo con una temperatura suficiente para encender el vapor de combustible en la cámara de combustible. Como otro ejemplo, dos o más dispositivos de calentamiento e ignición completos pueden ser usados, tales como dos o más elementos de calentamiento por resistencia espaciados.

35 Como discutió, la fuente de calentamiento e ignición 378 puede incluir uno o más dispositivos. A pesar de la configuración, se entiende que la fuente de calentamiento e ignición 378 proporciona un área de calentamiento y un área de ignición. El área de calentamiento y el área de ignición pueden ser porciones separadas de la fuente 378, pueden ser las mismas porciones de la fuente, o pueden incluir porciones solapadas de la fuente. En una fuente de calentamiento e ignición unitaria dispuesta enteramente en la región de vapor del combustible, por ejemplo, el área de calentamiento y el área de ignición pueden ser coextensivas. En fuentes de calentamiento e ignición multicomponente, un componente puede ser (al menos principalmente) configurado para calentar el líquido mientras que el otro componente es (al menos principalmente) configurado para que ocurra la ignición del vapor. Adicionalmente o alternativamente, puede configurarse un dispositivo unitario con dos o más porciones de diferentes construcciones, tales como de diferentes materiales, para impartir diferentes características o rasgos como se discute en la presente. Una de esas porciones puede estar mejor adaptada (es decir, configurada principalmente) para calentar el líquido mientras que la otra porción está mejor adaptada para que ocurra la ignición del combustible. Más aun, una fuente de calentamiento e ignición unitaria de construcción consistente, o cualquier otra fuente de calentamiento e ignición, puede disponerse con una primera porción en el combustible líquido y una segunda porción en el vapor de combustible. En tal configuración, la porción en el combustible líquido puede ser considerada como área de calentamiento mientras que la porción en el vapor de combustible puede ser considerada un área de ignición, y en algunas aplicaciones, una fuente de calentamiento.

Como se discutió anteriormente, la fuente de calentamiento e ignición 378 puede comprender cualquier número de dispositivos, estructuras, circuitos, miembros, y/o materiales. En algunas modalidades, la fuente de calentamiento e ignición 378 puede incluir un elemento de calentamiento por resistencia eléctrica 400. El elemento de calentamiento por resistencia eléctrica 400 puede incluir un alambre convencional hecho de materiales resistentes eléctricamente adecuados que generen calor al recibir una corriente eléctrica. Los ejemplos ilustrativos, no exclusivos de tales materiales incluyen tungsteno y aleaciones Nicromo (tales como 80Ni20Cr y 60Ni16Cr24Fe). Adicionalmente, los materiales usados en el elemento de calentamiento por resistencia eléctrica 400 pueden seleccionarse en base a su desempeño en las condiciones de la cámara de combustible, tales como el poseer una temperatura de descomposición térmica alta, ser no reactivo con el combustible que contiene carbono en la cámara de combustible, y ser de cualquier otra forma adecuado bajo otras condiciones que puedan afectar la capacidad de la fuente de calentamiento e ignición para calentar y provocar la ignición del combustible en la cámara de combustible. Los materiales ilustrativos incluyen el

carburo de silicio y otros materiales refractarios. Está dentro del alcance de la presente descripción que cualquier material adecuado o combinación de materiales pueden ser usados en la fuente de calentamiento e ignición 378. Los materiales particulares usados en una modalidad dada pueden depender de factores tales como la materia prima de alimentación que contiene carbono en la corriente de combustible, el (los) mecanismo(s) productora de hidrógeno utilizados por el procesador de combustible, la configuración del ensamble de calentamiento y de la cámara de combustible, la configuración y disposición de la fuente de calentamiento e ignición, etc.

Continuando con la referencia a la Fig. 16, la fuente de calentamiento e ignición 378 se ilustra opcionalmente acoplada a, y/o en comunicación con, un controlador, tal como un controlador 88, que se adapta para monitorear y/o controlar la operación y/o el estado de operación de la fuente de calentamiento e ignición. El controlador 88 puede ser cualquier controlador manual o automatizado adecuado adaptado para hacer al menos la conversión entre el encendido y apagado de la fuente de calentamiento, controlando el régimen de calentamiento de la fuente de calentamiento e ignición 378, y controlando su temperatura superficial en el tiempo, entre otras posibles funciones. El controlador 88 puede disponerse enteramente dentro del ensamble de calentamiento 60, parcialmente dentro del ensamble de calentamiento 60 y parcialmente fuera del ensamble de calentamiento, o completamente fuera del ensamble de calentamiento 60, pero en comunicación con la fuente de calentamiento e ignición. En algunas modalidades, el controlador 88 puede estar fuera del ensamble de calentamiento 60 pero dentro del ensamble de procesamiento de combustible 31. También se encuentra dentro del alcance de la presente descripción que el controlador 88 se disponga fuera del ensamble de procesamiento de combustible para un acceso más conveniente del usuario durante el funcionamiento del ensamble de procesamiento de combustible. En algunas modalidades, el controlador 88 puede incluir, y/o estar en comunicación con, una fuente de energía 103 (tal como la batería 52) para la fuente de calentamiento e ignición (tal como para regular el suministro de energía desde ahí). El controlador se puede adaptar para realizar otras funciones, y en consecuencia, el controlador 88 puede implementarse como una porción, o componente funcional, de un controlador del ensamble de procesamiento de combustible y/o sistema de celda de combustible dentro del cual se utiliza el ensamble de calentamiento.

Como se discutió, el ensamble de calentamiento 60 (y/o ensamble del quemador 62) puede incluir un ensamble del quemador primario 358 además de un ensamble del quemador de encendido 356. En la Fig. 18, se ilustra esquemáticamente un ensamble del quemador primario 358 y puede adaptarse para recibir una corriente de combustible gaseoso. Por ejemplo, la corriente del subproducto 28 puede suministrarse al ensamble de calentamiento para ser usada como un combustible para el ensamble del quemador primario. Como se discutió con más detalles en la presente, el ensamble del quemador primario, cuando está presente, puede ubicarse en una variedad de orientaciones relativas al ensamble del quemador de encendido. Estas posiciones ilustrativas incluyen, pero no se limitan a, posiciones en que el ensamble del quemador primario se oculta dentro del ensamble del quemador de encendido, las posiciones en las que el ensamble del quemador primario se coloca encima (es decir, más cerca de la región productora de hidrógeno) del ensamble del quemador de encendido, y las posiciones en que el ensamble del quemador primario y el ensamble del quemador de encendido se ubican son las mismas, o similares, en las distancias relativas a la región productora de hidrógeno. Aunque se ha ilustrado en el ejemplo mostrado en la Fig. 18, también está dentro del alcance de la presente descripción que la corriente del subproducto no se suministra al ensamble de calentamiento, que otra corriente de combustible gaseoso se suministra al ensamble del quemador primario, que el ensamble de calentamiento no incluye un ensamble del quemador primario, y/o que el subproducto (y/u otra corriente de combustible gaseoso) se suministra al ensamble del quemador de encendido para la combustión durante la operación de producción de hidrógeno del ensamble de procesamiento de combustible.

La Fig. 17 ilustra otro ejemplo de un ensamble de generación de hidrógeno 10 que incluye un ensamble de procesamiento de combustible 31, un procesador de combustible 12, una región productora de hidrógeno 19, y un ensamble de calentamiento 60 sustancialmente como se describió anteriormente, con estos componentes siendo identificados con números de referencia consistentes como se discutió antes. Esta dentro del alcance de la presente descripción que cualquiera de las estructuras, elementos y/o variantes discutidas y/o ilustradas en la presente puedan ser usadas con o en estos componentes y el ensamble de generación de hidrógeno 10. Como se ilustra, la Fig. 17 ofrece otro ejemplo de un ensamble de calentamiento 60 que incluye un ensamble del quemador de encendido 356 y un ensamble del quemador principal 358. El ensamble de calentamiento 60 también incluye una cámara de combustible 376 y una fuente de calentamiento e ignición 378. La cámara de combustible 376 se ilustra con un fondo 392, paredes laterales 394, y un miembro superior 404, que puede ser un miembro superior parcial, como se ilustra, o un miembro superior completo como se discutió anteriormente. Como se ilustra en 405, el miembro superior 404 puede, pero no se requiere que, incluya uno o más respiraderos, o pasajes de aire, 405 a través de los cuales una corriente de aire puede ser extraída o de lo contrario entrar en la región de ignición, vapor y/o combustión.

Adicionalmente, la cámara de combustible 376 puede incluir opcionalmente al menos un tabique 406, ilustrado en líneas discontinuas en la Fig. 17, que puede cooperar con el miembro superior para, al menos, definir parcialmente, o separar, la región de vapor del combustible y/o la región de ignición 380 y la región de combustión 382. Como se discutió anteriormente, la región de ignición 380 incluye la región en que ocurre la ignición inicial del combustible en la cámara de combustible 376. La región de ignición 380 y la región de combustión 382 pueden distinguirse por ser la región de

5 ignición el área en que el vapor del combustible vapor hace ignición por la fuente de calentamiento e ignición y por ser la región de combustión cualquier región en que el combustible se combustiona por la propagación de la llama desde la región de ignición. En algunas modalidades, la región de ignición 380 y la región de combustión 382 pueden separarse una de otra. Un ejemplo de tal configuración se ilustra en la Fig. 17 con la inclusión del tabique opcional 406 y el miembro superior 404. Como se ilustra, el tabique 406 se extiende hacia adelante desde el miembro superior 404 para formar, al menos, una cámara de ignición parcialmente encerrada 408. La fuente de calentamiento e ignición 378 se dispone dentro de la cámara de ignición 408 y puede disponerse en la región de vapor de combustible en la misma, la región de combustible líquido en la misma, o parcialmente en ambas regiones de combustible líquido y de vapor de combustible, como se discutió anteriormente.

10 La cámara de ignición 408 se puede configurar para, al menos, confinar el vapor de combustible que se evapora del combustible líquido mientras que la fuente de calentamiento e ignición calienta la cámara de combustible. Al confinar al menos parcialmente el vapor de combustible, la cámara de ignición 408 puede facilitar o asistir la ignición inicial del combustible (calentado) por la reducción de la disipación del vapor de combustible y minimizar la posibilidad de que el vapor de combustible pueda ser soplado fuera de la fuente de calentamiento e ignición por las condiciones ambientales. Estos factores, de cualquier otra forma, podrían resultar en una real temperatura de ignición o punto de inflamación que se encuentre por encima de la temperatura de ignición o punto de inflamación teóricos de la composición de combustible particular. Cuando la cámara de combustible 376 incluye una región de ignición 380, tal como la cámara de ignición 408, se encuentra dentro del alcance de la presente descripción que la región de ignición pueda estar en comunicación con la región de combustión de manera que la llama y la combustión iniciada en la región de ignición se propaguen a la región de combustión. Esto se ilustra en la Fig. 17 por el tabique 406 que termina por encima de la superficie de la región del combustible líquido y de ese modo define el pasaje de llamas 407 a través de la cual puede viajar o propagarse la llama y la combustión fuera de la cámara de ignición 408 hacia el resto de la cámara de combustible 376.

25 Con referencia a las Figs. 16 y 17, la región de vaporización 69 se ilustra como una longitud del tubo 415 que se extiende generalmente intermedia, o entre, el ensamble de calentamiento 60 y la región productora de hidrógeno 19. En el ejemplo ilustrado, la región de vaporización (es decir, el tubo 415), se configura para definir una pluralidad de trayectorias de flujo que generalmente se extienden paralelos al ensamble de calentamiento y a la región productora de hidrógeno, proporcionando de ese modo un efecto de transferencia de calor comparativamente mayor que si la corriente de alimentación simplemente pasara al mismo tiempo entre el ensamble de calentamiento y la región productora de hidrógeno. El ejemplo ilustrado también demuestra que el tubo se extiende a lo largo de una trayectoria sinusoidal u otra trayectoria que se extiende lateralmente por debajo de la región productora de hidrógeno, lo que también incrementa el efecto de transferencia de calor (es decir, la cantidad de tiempo que la corriente de alimentación es calentada por la corriente de escape caliente antes de comenzar a ser suministrada a la región productora de hidrógeno. Se pretende que el ejemplo ilustrado sea solo eso, un ejemplo, ya que la forma, orientación, longitud, área de sección transversal, la posición relativa a la región productora de hidrógeno y/o el ensamble de calentamiento, el número de trayectorias, etc. de la región de vaporización puede variar sin apartarse del alcance de la presente descripción. A pesar de su configuración particular, la región debería diseñarse para recibir la corriente de alimentación líquida que se usará para producir gas de hidrógeno en la región productora de hidrógeno del procesador de combustible y para suministrar esta corriente como una corriente de alimentación vaporizada a la región productora de hidrógeno, la corriente de alimentación se vaporiza en la región de vaporización a través del intercambio de calor con la corriente de salida del ensamble de calentamiento.

45 Los ensambles de calentamiento 60 de acuerdo con la presente descripción pueden usarse con los ensambles de procesamiento de combustible que no incluyen una región de vaporización de la corriente de alimentación para la región productora de hidrógeno (reformación) del procesador de combustible y/o pueden incluir una región de vaporización que no se calienta directamente por la corriente 66 y/o que no está colocada entre el ensamble de calentamiento y la región 19. Cuando se configura con la región de vaporización que incluye, al menos, una longitud del tubo u otra región cerrada en la que la corriente de alimentación se vaporiza por el intercambio de calor con la corriente de escape caliente 66 del ensamble de calentamiento que fluye externamente al tubo u otra región a través de la cual la corriente de alimentación fluye para ser vaporizada, el tubo/región 415 puede estar constituido o formado en cualquier configuración diseñada para proporcionar una cantidad deseada de tiempo de exposición, y una transferencia de calor coincidente, en la región de vaporización para la corriente de alimentación, antes de entrar en el procesador de combustible.

55 La Fig. 17 también ilustra que las cámaras de combustible 376 de acuerdo con la presente descripción pueden (pero no se requiere) incluir un medio de transporte 410 que se dispone, al menos sustancialmente, en la región de combustible líquido de la cámara de combustible 376. El medio de transporte 410 puede configurarse para extraer el combustible líquido en la cámara de combustible 376 hacia la parte superior, o a la superficie superior, 412 del medio de transporte para la combustión. Al menos la superficie superior del medio de transporte, y opcionalmente los regiones adicionales del medio próximo a la superficie superior, puede extenderse hacia la superficie y/o fuera de la región de combustible líquido. En consecuencia, el medio de transporte 410 puede incluir uno o más materiales y/o estructuras adaptadas para moverse (es decir, que lleva o de cualquier forma transporta) el combustible líquido desde la cámara de combustible a la

parte superior, o superficie superior, 412 del medio de transporte. Se pueden utilizar materiales resistentes al fuego y materiales adaptados para tolerar temperaturas elevadas y el entorno químico particular de la cámara de combustible 376. Por ejemplo, el medio de transporte 410 puede incluir materiales cerámicos o de vidrio en algunas modalidades. Cuando se usa un bloque sólido o cerámico u otro material absorbente como medio de transporte, este material puede, pero no se requiere, incluir una pluralidad de huecos u otras aberturas que son perforadas o de cualquier otra forma formadas en el material.

En algunas modalidades, el medio de transporte 410 puede ser poroso o de cualquier otra forma adaptado para absorber el combustible líquido en la cámara de combustible 376. Los materiales absorbentes 422 en el medio de transporte 410 pueden favorecer que el medio de transporte evite el derrame del combustible líquido durante la transportación de un ensamble de procesamiento de combustible que tenga una cámara de combustible que no esté sustancialmente cerrada, tal como una cámara de combustible configurada como, al menos, un reservorio con tapa abierta. Los materiales absorbentes pueden sacar el combustible líquido y adaptarse para mover el combustible líquido hacia la parte superior 412 en la medida que se consume el combustible líquido. Cuando el medio de transporte 410 se adapta para absorber al menos temporalmente combustible líquido que se suministra a la cámara de combustible, el medio de transporte también puede ser descrito como un medio de contención, en el que el combustible líquido que es absorbido por el medio (antes de ser combustionado) para prevenir el derrame de la región de combustible, tal como en el caso de que la cámara de combustible fuese repentinamente inclinada o virada.

Adicionalmente o alternativamente, el medio de transporte 410 puede incluir fibras, tubos u otras estructuras 424 que se adaptan para absorber, tal como por acción capilar, el combustible líquido desde el fondo de la cámara de combustible a la parte superior 412 del medio de transporte 410, como se muestra más claramente en la Fig. 17. En algunas modalidades, se pueden ordenar una pluralidad de fibras de vidrio para proporcionar una acción capilar para mover el combustible líquido a la parte superior del medio de transporte 410, aunque esta no es una de las estructuras más adecuadas para el medio 410 dentro del alcance de la presente descripción. Igualmente, cuando se usa vidrio u otro absorbente y/o absorbedor y/o fibras capilares, hebras, u otras estructuras 424, se pueden extender en cualquier orientación adecuada, incluyendo configuraciones alineadas, tejidas, y/o aleatorias. Un ejemplo ilustrativo, no exclusivo de configuración no tejida es un fieltro formado a partir de las fibras, o hebras. Los ejemplos adicionales incluyen medios de transporte en forma de lana, manto, estera, almohadilla, y lienzo. Un ejemplo de medio de transporte que probó ser eficaz es la fibra cerámica refractaria Koawool™ Cerablanket™, aunque se pueden usar otros. El medio de transporte 410 también puede ser referido como una estructura de transporte, y en algunas modalidades, como una estructura de contención.

El medio de transporte 410 puede, pero no se requiere en todas las modalidades, proporcionar una superficie sostenedora de llama en la cámara de combustible. Por ejemplo, el medio de transporte 410 puede ser configurado para proporcionar una superficie superior de retención de la llama, o de posicionamiento de la llama que esté separada del procesador de combustible 12, de la región productora de hidrógeno 19, de la región de vaporización 69, o de otra porción del ensamble de generación de hidrógeno 10 y/o del ensamble de procesamiento de combustible 31 por una distancia predeterminada para obtener las propiedades de calentamiento deseadas y la comunicación térmica entre la llama del ensamble de calentamiento 60 y los demás componentes del ensamble de procesamiento de combustible 10. Una ventaja de la utilización del medio de transporte 410 es que la llama de la combustión puede mantenerse a una distancia consistente de los otros componentes a lo largo del proceso de combustión aun si el combustible líquido es consumido.

La parte superior 412 del medio de transporte 410 puede estar separada de la fuente de calentamiento e ignición 378 una primera distancia, del miembro superior 404 por una segunda distancia, de la región de vaporización 69 por una tercera distancia, y de la región productora de hidrógeno 19 por una cuarta distancia. Está dentro del alcance de la presente descripción que cualquiera o todas las distancias y cualquier otra separación entre el medio de transporte 410 y otros componentes del ensamble de generación de hidrógeno 10 pueda variarse para obtener la comunicación térmica seleccionada o deseada entre los componentes. Está dentro del alcance de la presente descripción que la primera distancia sea cero, o casi cero, o incluso que la fuente de calentamiento e ignición se pueda extender, al menos parcialmente a, o de cualquier otra forma, por debajo de la superficie superior del medio de transporte, que se puede describir como correspondiente a una primera distancia negativa.

Como se muestra en las Figs. 17 en líneas discontinuas en 67 se trata de un ejemplo de un conducto de distribución que se puede extender dentro de la cámara de combustible para suministrar la corriente de combustible líquido dentro de la cámara. Cuando la cámara de combustible incluye un medio de transporte 410, el medio puede incluir un pasaje para el conducto de distribución, puede formarse o en cualquier otra forma extenderse alrededor del conducto, y/o puede colocarse sobre el conducto, etc.

Está dentro del alcance de la presente descripción que el ensamble del quemador primario se extienda dentro de la región de combustible líquido del ensamble del quemador de encendido. Aunque no se requiera esta construcción, ella permite que la llama producida por los ensambles del quemador se extienda a alturas iguales o similares. Como se

discutió, las distancias relativas entre las porciones del ensamble de procesamiento de combustible a ser calentadas y los componentes del ensamble de calentamiento pueden variar dentro del alcance de la presente descripción. En algunas modalidades, puede ser deseable tener estos componentes relativamente próximos entre sí de forma de no disminuir, o de cualquier forma, utilizar menos eficientemente el índice de calor de la corriente de combustión calentada.

5 Sin embargo, la geometría y construcción del ensamble de procesamiento de combustible puede proporcionar restricciones estructurales (es decir, de espacio y tamaño) que perjudiquen este objetivo de diseño opcional. Al ubicar el ensamble del quemador primario dentro de la región de combustible líquido del ensamble del quemador de encendido (por ejemplo, en vez de localizarlo encima de la región de combustible líquido del ensamble del quemador de encendido), el grosor del ensamble del quemador, o quizás más específicamente las distancias entre las llamas producidas por los
10 ensambles del quemador de encendido y primario y la región productora de hidrógeno, pueden reducirse comparativamente.

15 Cuando la cámara de combustible incluye un medio de transporte y un ensamble del quemador primario que se extienden dentro de la región de combustible líquido de la cámara de combustible, el medio y el ensamble del quemador pueden orientarse en una configuración adecuada dentro de esta región de la cámara de combustible. Como ejemplos ilustrativos, no exclusivos, el medio de transporte puede extenderse en lados opuestos, y opcionalmente, por debajo del ensamble del quemador primario, el ensamble del quemador primario puede ser recibido en una cavidad u otro pasaje en el medio de transporte, etc.

20 Otro ejemplo ilustrativo de un ensamble de generación de hidrógeno 10 con un ensamble de procesamiento de combustible 31 que posee un ensamble de calentamiento 60 de acuerdo con la presente descripción es mostrado en las Figs. 18 y 19. A menos que se discuta de cualquier otra forma, el ensamble de procesamiento de combustible ilustrado puede incluir cualquiera de los componentes, subcomponentes, y/o variantes descritas, ilustradas, /o incorporadas en la presente. Igualmente, los elementos y/o configuraciones recién descritas de las Figs. 18 y 19 pueden ser utilizadas con
25 cualquiera de los otros ensambles de generación de hidrógeno y procesamiento de combustible descritos, ilustrados y/o incorporados en la presente. Las Figs. 18 y 19 proporcionan un ejemplo de un ensamble de calentamiento 60 en que el ensamble del quemador primario 358 se coloca sobre la cámara de combustible 376, que contiene el ensamble del quemador de encendido 356 como se muestra en la Figura 17. El ensamble del quemador primario ilustrado incluye un medio de transporte 410 en la región de combustible líquido 396 de la cámara de combustible e incluye además un conducto de distribución 67 que se adapta para la corriente de combustible líquido dentro de la cámara de combustible. Aunque no se requiere, el conducto ilustrado se extiende a través de al menos una porción sustancial de la cámara de combustible y puede incluir aberturas para emitir el combustible líquido a lo largo de la longitud del conducto y de ese modo a lo largo de la región de combustible líquido. Las Figs. 18 y 19 también proporcionan un ejemplo gráfico de una fuente de calentamiento e ignición 378 que incluye un elemento de resistencia 400 colocado por encima de una región
30 central de la cámara de combustible.

35 En el ejemplo ilustrado, el ensamble del quemador primario 358 incluye un conducto alargado que se extiende al menos generalmente paralelo a la región productora de hidrógeno y a la región de vaporización del procesador de combustible, el ensamble del quemador primario incluye aberturas 428 a través de las cuales se emite la corriente de combustible gaseoso y se combustiona a partir del ensamble del quemador primario. En un ejemplo ilustrado, el ensamble del quemador primario 358 se adapta para recibir la corriente del subproducto 28 desde la región 25, que contiene la región productora de hidrógeno 19 y, al menos, una región de purificación 24. Aunque no se requiere, la región 25 se muestra incluyendo un alojamiento 27 que incluye la región productora de hidrógeno 19, de manera que puede incluir una corriente u otro catalizador de reformación. El alojamiento 27 puede contener además al menos una membrana selectiva al hidrógeno y/o un catalizador de metanación que se adapta para separar la corriente de gas mezclada producida en la región productora de hidrógeno en la corriente de hidrógeno producto 14 y la corriente del subproducto 28. La Fig. 18 también ilustra esquemáticamente que el conducto a través del cual fluye la corriente del subproducto 28 antes de ser consumida como un combustible gaseoso para el ensamble del quemador primario 358 puede incluir (pero no se requiere) al menos un filtro 230 y/o, al menos, un orificio restrictivo 232 que proporcione una contrapresión al sistema y de ese modo promover una mayor separación del gas de hidrógeno en la corriente de hidrógeno producto.

40 Las Figs. 18 y 19 también ilustran que el conducto del fluido que forma la región de vaporización 69 puede incluir uno o más conductos de precalentamiento 421 a través de los cuales la corriente de alimentación líquida se calienta antes de ser vaporizada en la región de vaporización. El precalentamiento de la corriente de alimentación líquida puede reducir la longitud de la región de vaporización y/o el tiempo de duración que requiere estar la corriente de alimentación en la región de vaporización para ser vaporizada, y/o la cantidad de calor que se requiere ser suministrada a la corriente de alimentación líquida en la región de vaporización para vaporizar la corriente. El precalentamiento de la corriente de alimentación líquida también puede proporcionar una corriente más estable, o un flujo estacionario, ya que algunas corrientes líquidas pueden crear un flujo turbulento si la corriente se vaporiza rápidamente.

45 50 Durante el encendido de un ensamble de generación de hidrógeno con un sistema de suministro de materia prima de alimentación u otro mecanismo para la utilización de una corriente de combustible combustionable líquido para el ensamble de calentamiento durante el encendido del ensamble de generación de hidrógeno, al menos una porción (si

no toda) de la corriente de combustible se suministra al ensamble de calentamiento como una corriente de combustible líquido. Después de eso, la corriente de combustible líquido se enciende y combustiona con una corriente de aire, o aire del ambiente, para producir una corriente de combustión calentada que es usada para calentar la corriente del reformación. Como se discutió, en algunas modalidades, la corriente de combustible puede tener al menos uno de los mismos componentes que el fluido de producción de hidrógeno, y en algunas modalidades puede tener la misma composición que esta corriente, incluyendo (pero no limitado a) composiciones que incluyen, al menos, 25 % en vol. de agua.

En algunas modalidades, puede usarse una bomba tal como una bomba de desplazamiento positivo y adaptarse para proporcionar un volumen predeterminado de la corriente de combustible líquido que también puede ser descrita como un cantidad predeterminada de materia prima de alimentación líquida que contiene carbono, a la cámara de combustible del ensamble de calentamiento. En algunas modalidades, puede usarse un controlador para controlar el funcionamiento de la bomba. En otras modalidades, la bomba puede manipularse manualmente y/o el volumen predeterminado puede verse manualmente o de cualquiera otra forma introducirse en la cámara de combustible. Como se discutió, la corriente de combustible líquido se suministra a la cámara de combustible y se retiene en la misma como un suministro líquido de combustible que se consume durante al menos el encendido del ensamble de procesamiento de combustible. Por lo tanto, a diferencia de un ensamble de calentamiento que consume la corriente de combustible como es suministrada al mismo, el ensamble del quemador de encendido de la presente descripción al menos temporalmente almacena un volumen de combustible líquido. En algunas modalidades, la corriente de combustible puede ser configurada para proporcionar una corriente de materia prima de alimentación que contiene carbono durante al menos el encendido de la fase y, opcionalmente, durante el estado de funcionamiento (producción de hidrógeno) del procesador de combustible.

La corriente de combustible se suministra a la cámara de combustible y se calienta por la fuente de calentamiento e ignición para incrementar la presión de vapor del combustible que contiene carbono en la región de vapor de combustible del ensamble del quemador de encendido. El vapor de combustible se enciende por la fuente de calentamiento e ignición y comienza la combustión del combustible. El calor de combustión adyacente a la fuente de ignición irradiará y calentará el combustible líquido adyacente para incrementar más aun la presión de vapor del combustible que contiene carbono en la cámara de combustible, permitiendo que la llama y la combustión se propaguen a través de la cámara de combustible. La temperatura a la que el vapor de combustible sufre ignición se determina por un número de factores, como se discutió anteriormente. Cuando la temperatura en la cámara de combustible adyacente a la fuente de calentamiento e ignición alcanza la temperatura de ignición, el vapor de combustible vapor se enciende. En algunas modalidades, el vapor de combustible se enciende, cuando se calienta hasta la temperatura de ignición. En otras modalidades, el vapor de combustible solo puede encenderse cuando la temperatura de la superficie de la fuente de calentamiento e ignición alcanza la temperatura de ignición del elemento de calentamiento, o la temperatura a la que la superficie del elemento de calentamiento está lo suficientemente caliente como para provocar la ignición de la vapor de combustible (tales como al rojo vivo o incandescente).

Debido a que la combustión se puede propagar a través de la cámara de combustible, la fuente de calentamiento e ignición puede ser significativamente menor que el tamaño de la cámara de combustible. Por ejemplo, la fuente de calentamiento e ignición puede ser una fuente de calor localizada. Una fuente de calor localizada es un elemento de calentamiento que es sustancialmente menor que la cámara de combustible. El combustible líquido dispuesto en la cámara de combustible tiene una superficie superior con un área superficial. La fuente de calor localizada puede ser de configuración enrollada, lineal, o de cualquier otra forma configurada, como se describió anteriormente, y puede estar dispuesta encima, o parcialmente encima, de la superficie superior del combustible líquido. La fuente de calor localizada puede tener una huella (es decir, ocupar un espacio) correspondiente al área superficial del combustible líquido correspondiente o alineada con la fuente de calor localizada. La huella de la fuente de calor localizada puede ser sustancialmente menor que el área superficial del combustible líquido en la cámara de combustible. Por ejemplo, la huella puede corresponder a solo 20% del área superficial de la región de combustible líquido. En otras modalidades, la fuente de calentamiento e ignición puede tener un tamaño de huella correspondiente a solo 10%, 5%, o menos cantidad de área superficial. Está dentro del alcance de la presente descripción que la fuente de calentamiento e ignición sea mayor, o que corresponda con un mayor porcentaje de área superficial del combustible líquido, y que la fuente de calentamiento e ignición pueda ser aún menor. El tamaño de la fuente de calentamiento e ignición y la configuración de la cámara de combustible (es decir, que tenga tabiques, miembros superiores, la disposición de la fuente de calentamiento e ignición, etc.) puede afectar la temperatura de ignición del combustible que contiene carbono y también puede afectar la temperatura de ignición del elemento de calentamiento. Más aun, el tamaño y localización de la región de ignición y la región de combustión estarán determinadas por la configuración de la fuente de calentamiento e ignición, tal y como se describió anteriormente.

Una vez que se inicia la combustión en el ensamble del quemador de encendido, la combustión continua, en algunos casos es asistida por el medio de transporte, al menos hasta que el reformador u otra región productora de hidrógeno se caliente a la temperatura seleccionada, o predeterminada. En las modalidades en que se utiliza una bomba dosificadora para dispensar una cantidad predeterminada de materia prima de alimentación que contiene carbono a la cámara de

combustible, la cantidad de combustible dispensada puede calcularse para contener al menos suficiente materia prima de alimentación que contiene carbono para elevar la temperatura de la región productora de hidrógeno a una temperatura predeterminada. En algunas modalidades, la temperatura predeterminada a la que el ensamble del quemador de encendido se adapta para calentar el reformador es mayor o menor que la temperatura de funcionamiento de la región productora de hidrógeno. Por ejemplo, la temperatura, seleccionada o predeterminada, a la que el ensamble del quemador de encendido sube la temperatura del reformador puede ser una cierta cantidad por encima o por debajo de la temperatura de funcionamiento o reformación deseada, tales como de 25-125 °C, 25-75 °C, 50-100 °C, etc., menor que o mayor que la temperatura de reformación.

En las modalidades en que se utiliza una bomba dosificadora que suministra una cantidad predeterminada de combustible al ensamble del quemador de encendido, el ensamble del quemador de encendido puede configurarse para combustionar el combustible hasta que el combustible se combustione, en cuyo momento el ensamble del quemador primario puede ser operado para mantener la temperatura de funcionamiento del ensamble de procesamiento de combustible. En ensambles de procesamiento de combustible exotérmico, el ensamble del quemador de encendido puede ser operado para elevar el ensamble de procesamiento de combustible a una temperatura predeterminada, suficiente para comenzar a operar el mecanismo que produce hidrógeno, y/o vaporizar o de cualquier otra forma precalentar la(s) corriente(s) de alimentación del procesador de combustible. En este punto, la reacción exotérmica de la región productora de hidrógeno puede usarse para mantener la temperatura de operación de la región productora de hidrógeno.

En las modalidades en que no se utiliza una bomba dosificadora (u otro mecanismo de suministro que se adapte para dispensar una cantidad predeterminada de combustible que contiene carbono a la cámara de combustible), la corriente de combustible líquido puede suministrarse al ensamble del quemador de encendido hasta que la región productora de hidrógeno se caliente a una temperatura predeterminada. En esta modalidad, la temperatura predeterminada puede ser aun menor que la temperatura discutida antes (es decir, puede haber una mayor diferencia entre la temperatura predeterminada y la temperatura de reformación). Una razón de ello es que la cámara de combustible puede contener una cierta cantidad de combustible líquido que aun no ha combustionado cuando la corriente de combustible deja de fluir hacia el ensamble del quemador de encendido, por lo que el combustible líquido será combustionado para elevar aun más la temperatura del ensamble de generación de hidrógeno aun después que la corriente de combustible líquido cese de fluir al ensamble del quemador de encendido.

Cuando se compara con la modalidad con bomba dosificadora, una modalidad con un flujo continuo de combustible hacia el ensamble del quemador de encendido puede tener al menos una característica adicional, tal como un controlador de temperatura o de flujo basado en el tiempo y/o un combustible líquido, un separador de la cámara de ignición. El controlador de flujo de temperatura o basado en el tiempo puede adaptarse para parar automáticamente, bien abrupta o gradualmente, el flujo de corriente de combustible combustionable líquido hacia el ensamble del quemador de encendido cuando se alcanza la temperatura predeterminada, tal como por la medición directa de la temperatura, o midiendo el tiempo y comparándolo con las tablas de temperatura/tiempo empíricos. Esta dentro del alcance de la presente descripción que el flujo de la corriente de combustible también pueda ser controlado manualmente en algunas modalidades. Adicionalmente, el ensamble del quemador de encendido puede incluir un separador de la cámara de ignición de combustible líquido para prevenir que la nueva adición de combustible y materia prima de alimentación que contiene carbono enfríe al combustible líquido que ya había sido calentado por la fuente de calentamiento e ignición.

También se encuentra dentro del alcance de la presente descripción que los ensambles del quemador de encendido que utilizan una bomba dosificadora para proporcionar una cantidad inicial de combustible líquido a ser calentada y sufrir ignición y después que la ignición y combustión han comenzado haya una alimentación continua de corriente de combustible combustionable líquido, para asegurar una combustión continuada hasta que se alcance la temperatura predeterminada.

Al utilizar una bomba dosificadora y un volumen predeterminado, se puede utilizar una alimentación continua de corriente de combustible, o alguna combinación de ambos, durante el calentamiento de la región productora de hidrógeno hasta la temperatura predeterminada a la que la corriente de alimentación pueda ser suministrada a la región productora de hidrógeno, la corriente de alimentación puede dirigirse directamente a la región de reformación y puede comenzar la producción de hidrógeno. En las modalidades en que una corriente común, tal como una corriente compuesta que contiene agua y materia prima de alimentación que contiene carbono, se usan tanto como la corriente de alimentación y la corriente de combustible, la transición entre el suministro de la corriente de combustible y el suministro de la corriente de alimentación puede ser instantánea, gradual, o puede haber una ruptura entre el suministro de la corriente de combustible y el suministro de la corriente de alimentación, tal como cuando se usa una bomba dosificadora para suministrar una cantidad predeterminada combustible al ensamble de calentamiento.

A medida que el gas de hidrógeno se produce en la región de reformación del reformador de corriente, y se purifica después en una o más regiones de purificación, se puede producir una corriente de subproducto gaseoso y puede ser

suministrado al ensamble de calentamiento para ser usado como una corriente de combustible por el ensamble del quemador primario. En algunas aplicaciones, tales como en la mayoría de los reformadores de corriente en que la materia prima de alimentación que contiene carbono es metanol, la corriente de subproducto debiera tener un índice de calentamiento suficiente para que el ensamble de calentamiento no requiera de ningún combustible líquido adicional, tal como materia prima de alimentación que contiene carbono adicional, de la corriente de alimentación de la región productora de hidrógeno. Sin embargo, cuando se usan otras materias primas de alimentación que contiene carbono, y especialmente hidrocarburos, puede ser necesario o bien continuar el suministro al ensamble del quemador primario con materia prima de alimentación que contiene carbono, tal como desde la corriente de alimentación u otra fuente, y/o usar alguna corriente de hidrógeno producto como corriente de combustible para poder proporcionar suficiente combustible para mantener la temperatura del reformador.

Las Figs. 20-22 ilustran un ejemplo ilustrativo, no exclusivo de un almacenamiento que contiene un ensamble de procesamiento de combustible 31 con un ensamble de calentamiento 60 que se adapta para recibir una corriente de combustible combustionable líquido para soportar, al menos, el encendido del ensamble de procesamiento de combustible. Como se ilustra, el ensamble incluye una capa externa 68 y varios blindajes de calor externos opcionales y soportes. Los ejemplos ilustrados incluyen un ensamble del quemador de encendido que se adapta para recibir una corriente de combustible líquido que se combustiona para calentar al menos la región productora de hidrógeno del ensamble de procesamiento de combustible a una temperatura de producción de hidrógeno adecuada. Esta corriente de combustible líquido incluye, al menos, un combustible líquido, tal como el metanol. La corriente de combustible líquido puede, pero no necesariamente, incluir agua tal como al menos 25 % en vol de agua, y puede (pero no necesariamente) tener la misma composición que la corriente de alimentación a partir de la cual se produce el gas de hidrógeno en la región productora de hidrógeno. Los ejemplos adicionales de líquido adecuado para el arranque de quemadores, y variantes de estos y componentes opcionales de estos, se describen en la solicitud de patente de los Estados Unidos con número de serie 11/226,810 (publicada más tarde como US 7,632,322), titulada "Hydrogen-Producing Fuel Processing Assemblies, Heating Assemblies, and Methods of Operating the Same," presentada el 13 de septiembre de 2005. En al menos la porción inferior derecha de la Fig. 21, se muestra un orificio restrictivo opcional 232 y el filtro 230 incluidos sobre el conducto de fluido que define una trayectoria de fluido para corriente de subproducto desde una región de separación, tal como una región de separación basada en una membrana, donde la corriente de subproducto ilustrada se suministra a un quemador que combustiona la corriente de subproducto para producir una corriente de combustión calentada que puede ser usada para calentar, al menos, la región productora de hidrógeno del ensamble de procesamiento de combustible durante la operación de producción de hidrógeno del ensamble de procesamiento de combustible. El ejemplo ilustrado de un ensamble de generación de hidrógeno 10 mostrado en las Figs. 20-22 puede ser usado con cualquiera de los ensambles de calentamiento receptores de líquido, composiciones de la corriente de alimentación y/o de combustible, ensambles de procesamiento de combustible, regiones de purificación, y como las descritas, ilustradas, y/o incorporadas en las mismas. En modalidades particulares, el ensamble 10 se muestra incluyendo la capa 27 de las Figs. 9-11 y el ensamble de calentamiento de la Fig. 18.

Como se discutió previamente, los ensambles de generación de hidrógeno 10 de acuerdo con la presente descripción pueden usar cualquier tipo adecuado y/o número de sistemas de suministro de materia prima de alimentación 22 adecuados para la alimentación y/o corrientes de combustible a suministrar de ese modo. Como también se discutió, algunos sistemas de suministro de materia prima de alimentación incluyen bombas u otros mecanismos de propulsión de eléctricos, mientras que no se requieren otros o de cualquier forma utilizan bombas. Algunos sistemas de suministro de materia prima de alimentación están en comunicación continua con un suministro presurizado (112) de combustible o alimentación, mientras que otros están en comunicación continua con un suministro no presurizado, o de baja presión, que requiere de fuerzas externas para impulsar el fluido al ensamble de procesamiento de combustible, tal como a la región productora de hidrógeno o al ensamble de calentamiento de ella. Aunque las corrientes de combustible y de alimentación pueden almacenarse y suministrarse separadamente, está dentro del alcance de la presente descripción que la separación completa no sea requerida, como se ilustra con respecto a las Figs. 23-27. Está dentro del alcance de la presente el que los sistemas de suministro de materia prima de alimentación puedan usarse selectivamente en cualquiera de los ensambles de generación de hidrógeno descritos, ilustrados y/o incorporados en ellos.

De acuerdo con un aspecto de la presente descripción, el cual no se requiere en todas las modalidades, una materia prima de alimentación que contiene carbono en fase líquida 84 puede ser usada para la porción de materia prima de alimentación que contiene carbono 18 de la corriente de alimentación 16 para la región de reformación 19 y la porción de materia prima de alimentación que contiene carbono 65 de la corriente de combustible 64 para el ensamble de calentamiento 60, tal como se ilustra esquemáticamente en la Fig. 23. Este uso dual de la materia prima de alimentación que contiene carbono 84 no se requiere en todas las modalidades de la presente descripción. La Fig. 23 también proporciona una ilustración gráfica de un ensamble de procesamiento de combustible productor de hidrógeno que incluye más de un sistema de suministro de materia prima de alimentación 22, tal como el sistema de suministro 22 que se adapta para suministrar una corriente de alimentación que contiene agua 17, una corriente de alimentación que contiene materia prima de alimentación que contiene carbono 18, y/o un sistema de suministro de materia prima de alimentación 22 que se adapta para suministrar la corriente de combustible 64. Como se ilustra en líneas discontinuas en la Fig. 23, está dentro del alcance de la presente descripción que el ejemplo previo de tres sistemas de suministro de

materia prima de alimentación puedan adicional o alternativamente implementarse como un sistema sencillo de suministro de materia prima de alimentación 22, tal que pueda incluir más de una bomba y/o producir más de una corriente de salida. Además, está dentro del alcance de la presente descripción que no todas las corrientes líquidas se suministran al ensamble de procesamiento de combustible por un sistema de suministro de materia prima de alimentación 22. En su lugar, una o más corrientes pueden suministrarse por un mecanismo o sistema suministrador diferente.

En el ejemplo ilustrativo mostrado en la Fig. 23, la materia prima de alimentación líquida que contiene carbono 84 se suministra al ensamble de calentamiento 60 y a la región productora de hidrógeno 19. La Fig. 23 se muestra como una vista fragmentaria debido a que el procesador de combustible 12 puede tener una amplia variedad de configuraciones, tal como las configuraciones que no incluyen una región de purificación, que utiliza más de un tipo o número de mecanismos de purificación, etc. Se pretende que el procesador de combustible fragmentario mostrado en la Fig. 23 (y en las figuras posteriores) represente esquemáticamente cualquiera de estas configuraciones, así como cualquiera de los reformadores de vapor y otros procesadores de combustible descritos, ilustrados y/o incorporados en la presente descripción.

La Fig. 24 es similar a la Fig. 23, excepto en que la materia prima de alimentación líquida que contiene carbono 84 se suministra como una única corriente al ensamble de válvulas 86, en el cual la materia prima de alimentación que contiene carbono se suministra selectivamente a al menos uno de los ensambles de calentamiento y a la región productora de hidrógeno. El ensamble de válvulas 86 puede incluir cualquier estructura adecuada para dividir selectivamente la corriente de materia prima de alimentación que contiene carbono entre el ensamble de calentamiento y la región productora de hidrógeno. El intervalo de posibles configuraciones incluye el ensamble de calentamiento que recibe toda la materia prima de alimentación que contiene carbono, la región productora de hidrógeno que recibe toda la materia prima de alimentación que contiene carbono, o ambos el ensamble de calentamiento y la región productora de hidrógeno reciben la materia prima de alimentación que contiene carbono. Como se discutió aquí, la distribución de la materia prima de alimentación que contiene carbono depende al menos en parte de la materia prima de alimentación que contiene carbono particular que es usada, si la corriente del subproducto 28 se usa también como un combustible para al menos una porción del ensamble de calentamiento 60, y del modo de operación particular del procesador de combustible, tal como un modo de inactividad, un modo de encendido, o un modo de producción de hidrógeno.

La distribución de la materia prima de alimentación líquida que contiene carbono 84 entre la región productora de hidrógeno y el ensamble de calentamiento puede controlarse manualmente. Sin embargo, en muchas modalidades, puede ser deseable que la distribución esté predeterminada y/o al menos parcialmente automatizada, tal como incluyendo un controlador 88 que regule selectivamente el suministro de materia prima 84 entre la región productora de hidrógeno y el ensamble de calentamiento. Un ejemplo de controlador adecuado para un procesador de combustible de reformación de corriente se describe en la patente de los Estados Unidos núm. 6,383,670. En algunas modalidades, el controlador 88 y/o ensamble de válvulas 86 pueden configurarse para permitir un volumen inicial predeterminado de materia prima de alimentación que contiene carbono en el ensamble de calentamiento 60, como será discutido con más detalles en la presente.

Como se discutió previamente, en el contexto de un reformador de corriente u otro procesador de combustible que produce gas de hidrógeno de a partir de agua y de una materia prima de alimentación que contiene carbono, la corriente de alimentación 16 puede al menos sustancialmente, y típicamente por completo, comprender una mezcla de agua y una materia prima de alimentación que contiene carbono en fase líquida 84 que es preferentemente miscible en, o con, agua. Como tal, una corriente de alimentación sencilla (compuesta) 90 que contiene agua 17 y materia prima de alimentación que contiene carbono 84 puede ser consumida por la corriente de alimentación que produce hidrógeno 16 de la reacción de reformación, así como por la corriente de combustible del ensamble de calentamiento 64. Se puede lograr una mayor reducción en los suministros, sistemas de suministros, reguladores de flujo, conductos de suministros y similares en conformidad con otro aspecto de la presente descripción por la corriente de alimentación 16 y la corriente de combustible 64, ambas conteniendo la misma materia prima de alimentación líquida que contiene carbono 84 y agua 17, con la materia prima de alimentación que contiene carbono siendo preferentemente miscible en agua. Ello se ilustra esquemáticamente en las Figs. 25 y 26, en que esta corriente compuesta está indicada en 90. Las corrientes 16 y 64 pueden tener casi, o completamente, composiciones idénticas, y pueden formarse completamente a partir de la corriente 90. Está dentro del alcance de la descripción, sin embargo, que al menos una de las corrientes 16 y 64 tenga al menos un componente adicional o cantidad adicional de agua o materia prima de alimentación que contiene carbono adicionada al mismo antes de que la corriente sea consumida por el ensamble de calentamiento o la región productora de hidrógeno. Igualmente, está dentro del alcance de la presente descripción que las corrientes adicionales puedan suministrar componentes adicionales o cantidades adicionales de agua o de materia prima de alimentación que contiene carbono al ensamble de calentamiento o al procesador de combustible.

Similar a las alternativas discutidas de las Figs. 23 y 24 (donde solamente el componente de la materia prima de alimentación que contiene carbono 84 de la corriente de alimentación 16 se suministró al ensamble de calentamiento 60 antes que la materia prima de alimentación que contiene carbono 84 y el agua 17), la corriente de alimentación

compuesta 90 puede suministrarse selectivamente al ensamble de calentamiento 60 y a la región productora de hidrógeno 19 en corrientes separadas, de la misma fuente o de fuentes diferentes, como se ilustra esquemáticamente en la Fig. 25. Alternativamente, y como se ilustró esquemáticamente en la Fig. 26, una única corriente de alimentación compuesta 90 puede suministrarse al ensamble de procesamiento de combustible, y más específicamente, al ensamble de válvulas 86, donde la corriente se divide selectivamente entre el ensamble de calentamiento y la región productora de hidrógeno. Un controlador 88, que puede ser un controlador manual o computarizado u otro controlador electrónico o controlador preprogramado, también se muestra en líneas discontinuas en la Fig. 26. El controlador 88 puede estar localizado interna o externamente en el procesador de combustible 12, y/o puede incluir ambos componentes, interno y externo.

Las cantidades relativas de agua 17 y materia prima de alimentación líquida que contiene carbono 84 en la corriente de alimentación compuesta 90 pueden variar dentro del alcance de la presente descripción. Por ejemplo, la relación puede depender de factores tales como la materia prima de alimentación que contiene carbono particular que se usa, el mecanismo de producción de hidrógeno que se usa en el procesador de combustible, las preferencias del usuario, el catalizador que se usa, la demanda de gas de hidrógeno, la eficiencia del catalizador de reformación, etc. Las concentraciones relativas de estos componentes pueden expresarse en términos de una relación agua a carbono. Cuando la materia prima de alimentación 84 es metanol, una relación molar 1:1 de vapor de agua al carbono probó ser eficaz. Cuando la materia prima de alimentación 84 es etanol, una relación molar de vapor de agua al carbono de 2-3:1 probó ser eficaz. Cuando la materia prima de alimentación 84 es un hidrocarburo, una relación molar de vapor de agua al carbono de aproximadamente 3:1 se usa típicamente. Sin embargo, las relaciones ilustrativas descritas antes no significan ser relaciones exclusivas dentro del alcance de la descripción, y otras, incluyendo relaciones mayores y menores que pueden ser usadas.

En la Fig. 27, se muestra una variación de la configuración de la Fig. 26 para ilustrar que dentro del alcance de la presente descripción el ensamble de válvulas 86 puede estar localizado o bien interna o externamente al procesador de combustible 12 del ensamble de procesamiento de combustible 31. La Fig. 27 también ilustra que cuando el procesador de combustible incluye o se asocia de cualquier otra forma a la región de purificación 24 que produce una corriente de subproducto gaseoso 28, la corriente del subproducto gaseoso 28 puede ser suministrada al ensamble de calentamiento para usar como un combustible gaseoso para el ensamble de calentamiento. Este combustible gaseoso puede suplir al combustible líquido discutido antes (tal como la materia prima de alimentación que contiene carbono 84 o la corriente de alimentación compuesta 90), o puede contener en sí mismo suficiente índice de calentamiento para ciertos reformadores de corriente u otros procesadores de combustibles y/o ciertas configuraciones de funcionamiento de los procesadores de combustibles.

Otro ejemplo ilustrativo no exclusivo de un sistema de suministro de materia prima de alimentación adecuado 22 que puede ser usado con los ensambles de generación de hidrógeno 10 de acuerdo con la presente descripción se muestra en la Fig. 28 y se adapta para suministrar la corriente de alimentación 16 a la región productora de hidrógeno 19 del procesador de combustible 12 del ensamble de procesamiento de combustible 31. Como se muestra, el sistema de suministro de materia prima de alimentación 22 incluye un ensamble de bomba 100 que incluye una bomba 102. La bomba 102 incluye una entrada 106 y una salida 108, la salida está en comunicación continua con un suministro de materia prima, o fuente, 112, y la salida está en comunicación continua con el procesador de combustible 12. La bomba 102 incluye más aun una porción de trabajo, o mecanismo de bombeo, 109 que generalmente está localizado entre la entrada y la salida de la bomba. La bomba 102 se adapta para extraer o de cualquier manera recibir una corriente líquida 110 del suministro 112 y emitir una corriente líquida 116. En consecuencia, el sistema de suministro de materia prima de alimentación 22 puede describirse adaptado para bombear una corriente líquida que contiene al menos una materia prima a la región productora de hidrógeno 19 desde el suministro de materia prima líquida. La corriente 110 puede ser referida como una corriente de entrada o una corriente de admisión, y la corriente 116 puede ser referida como una corriente de salida.

La bomba 102 puede ser energizada por cualquier fuente de energía adecuada; los ejemplos ilustrativos no exclusivos incluyen un componente del sistema de celda de combustible que produce hidrógeno 42, tal como un apilado de celdas de combustible 40 y/o un dispositivo de almacenamiento de energía 52. Los ejemplos ilustrativos adicionales incluyen un suministro de energía que es independiente de la energía de salida producida por el sistema de celdas de combustible, tales como una batería externa o dedicada, un enrejado eléctrico, etc. Aunque no se requiere, la bomba 102 puede ser una bomba de una sola velocidad, o de salida única, que se adapta para estar encendida, o activa, en cuya configuración la bomba recibe la corriente de líquido 110 y emite la corriente de líquido 116, o bien está apagada, o sin energía, en cuya configuración la bomba no emite la corriente 116. La salida real de la bomba variará con el voltaje de la salida de energía suministrada a la bomba, que puede tender a variar.

Como se discutió, el ensamble de bomba 100 incluye, al menos, una bomba. Por consiguiente, está dentro del alcance de la presente descripción que el ensamble de bomba 100 puede incluir una única bomba 102 o más de una bomba 102. Cuando el ensamble de bomba incluye más de una bomba, las bombas pueden cooperar para extraer la corriente de líquido 110 y/o emitir la corriente de salida 116. Adicionalmente o alternativamente, las bombas pueden adaptarse

cada una para extraer una corriente de líquido 110 de la misma fuente o de fuentes o diferentes 112 y/o cada una emitir una corriente de salida 116 de ellas.

5 El suministro 112 incluye cualquier tipo adecuado y/o número de reservorios y/u otras fuentes de las que la corriente de líquido puede extraerse o, de cualquier otra forma, recibido por una entrada 106 de una bomba 102 del ensamble de bomba 100. Los ejemplos ilustrativos no exclusivos de suministros adecuados 112 incluyen tanques, botes, y otros recipientes para líquidos, que pueden o no estar presurizados. La corriente de líquido 110 contiene, al menos, un componente de la corriente de alimentación 16, tal como el agua 17 y/o una materia prima de alimentación que contiene carbono 18. Como se indica en la Fig. 28 en líneas discontinuas, y como se discutió en la presente, se encuentra dentro del alcance de la presente descripción que la corriente 110 y/o el suministro 112 contengan al menos dos componentes diferentes de la corriente de alimentación 16, tal como el agua 17 y una materia prima de alimentación que contiene carbono 18 líquida. Por lo tanto, está dentro del alcance de la presente descripción que la corriente 110 pueda incluir un solo componente de la corriente de alimentación 16, pueda contener más de un componente de la corriente de alimentación 16, y/o pueda incluir todos los componentes de la corriente de alimentación 16. Los componentes de la(s) corriente(s) de alimentación 16 pueden también ser referidos como materias primas de las que la región productora de hidrógeno 19 produce gas de hidrógeno.

20 Como se muestra en la Fig. 28, al menos una porción de la corriente de salida líquida 116 puede formar la corriente de alimentación 16. Sin embargo, al menos una porción de la corriente de líquido 116 puede adicionalmente o alternativamente reciclarse a un lugar corriente arriba de la entrada de la bomba 106, tal como al suministro 112 o al conducto de fluido a través del cual fluye la corriente 110 desde el suministro 112 a la bomba 102. Como se usa en la presente, los términos "corriente arriba" y "corriente abajo" se miden con respecto a la dirección del flujo de fluido a través de la corriente correspondiente. La porción reciclada 120 de la corriente de líquido 116 se muestra en línea sólida y se suministra de regreso al suministro 112 y en línea discontinua se suministra al conducto de fluido que contiene la corriente 110. Se encuentra además dentro del alcance de la presente descripción que la corriente de reciclaje 120 pueda reciclarse directamente a la bomba, tal como en o próximo a la entrada 106, como se indica en la Fig. 28 con línea discontinua.

30 Descrito en términos de conductos de fluido de, o asociado con, el sistema de suministro de materia prima de alimentación 22, y como se ilustra de una forma un tanto esquemática en la Fig. 29, el sistema de suministro de materia prima de alimentación puede describirse incluyendo un conducto de entrada 130 a través del cual la corriente de líquido 110 se extrae o de cualquier otra forma se recibe del suministro 112 a la bomba 102. El sistema de suministro de materia prima de alimentación más aun incluye un conducto de salida 132 a través del cual la corriente 116 es emitida desde la salida de la bomba 108. El conducto de salida está en comunicación continua con el conducto de suministro 134, a través del cual al menos una porción de la corriente 116 puede ser suministrada a la región productora de hidrógeno 19 como al menos una porción de la corriente de alimentación 16. Los sistemas de suministro de materia prima de alimentación 22 de acuerdo con la presente descripción incluyen además un conducto de reciclado 136 que define una trayectoria de fluido que establece una comunicación continua entre el conducto de suministro y una porción del sistema de suministro de materia prima de alimentación que está corriente arriba de la porción de funcionamiento de la bomba 109. Esta porción del conducto de reciclado puede ser referida como una región de alta presión del conducto de reciclado, y la porción del conducto de reciclado corriente abajo del limitador de flujo puede ser referida como una región de baja presión del conducto de reciclado. Expresado en términos ligeramente diferentes, el conducto de reciclado puede describirse incluyendo una primera porción que se extiende en comunicación continua entre el conducto de salida y la estructura del flujo y define una trayectoria de flujo líquido entre ellos, y una segunda porción que se extiende en comunicación continua entre el limitador de flujo y el suministro 112, el conducto de entrada 130 o cualquiera otra porción del sistema de suministro de materia prima de alimentación que está corriente arriba de la porción de funcionamiento de la bomba. La segunda porción del conducto de reciclado define igualmente un flujo de líquido entre el limitador de flujo y su porción corriente arriba del sistema de suministro de materia prima de alimentación.

50 En el ejemplo ilustrativo mostrado en la Fig. 29, el conducto de salida se ramifica para establecer una comunicación de fluido, o conexiones, con los conductos de reciclado y suministro. Los conductos de fluido descritos en la presente pueden incluir una estructura adecuada que defina una trayectoria de flujo para la corriente de líquido o de otros fluidos descritos en la presente. En consecuencia, los conductos deben estar formados por un material, construcción, y tamaño adecuados para que las corriente viajen a través de ellos y con las condiciones de operación así encontradas. Los conductos se ilustran esquemáticamente en la Fig. 29, y está dentro del alcance de la presente descripción que puedan incluir (pero no se requiere) o estar en comunicación con estructuras y/o componentes adicionales, tales como sensores, válvulas, dispositivos de control de flujo, y similares.

60 Aunque no se requiere en todas las modalidades, está dentro del alcance de la presente descripción que la bomba 102 se adapte a una corriente de extracción continua 10 y emita la corriente de líquido 116 desde ahí, y está dentro del alcance de la presente descripción que la bomba pueda adaptarse para suministrar un régimen de flujo de la corriente 116 mayor que el deseado, o en algunas modalidades incluso ser capaz de estar presente en la corriente de

alimentación 16. En consecuencia, la bomba puede describirse proporcionando una corriente de salida con un mayor régimen de flujo del líquido que el régimen de flujo de la corriente de alimentación 16 que es producida de ahí y suministrada a la región productora de hidrógeno (u otra porción) del procesador de combustible 12. En tal configuración, la bomba puede ser describirse configurada para proporcionar un exceso de líquido, o un exceso de régimen de flujo en la corriente de salida 116, proporcionando de ese modo un flujo de líquido que forma una corriente de reciclaje 136.

Al mantener la bomba en un estado de funcionamiento que proporcione una corriente de salida 116 que contiene una cantidad, o régimen de flujo de la materia prima de alimentación mayor que el requerido por la región productora de hidrógeno, la bomba puede configurarse para mantener una salida constante a pesar de la demanda de hidrógeno, o los requerimientos de la región productora de hidrógeno, al menos cuando la región productora de hidrógeno está en un estado de funcionamiento de producción de hidrógeno. En algunas modalidades, la bomba se puede configurar para mantener un régimen de flujo de materia prima líquida que exceda la demanda máxima de la región productora de hidrógeno por la materia prima (es decir, la demanda de materia prima cuando la región productora de hidrógeno está a su máximo régimen de producción y/o cuando la región productora de hidrógeno está produciendo suficiente gas de hidrógeno para producir una salida energética a la máxima salida de potencia nominal del apilado de celdas de combustible). En algunas modalidades, el sistema de suministro de materia prima de alimentación puede estar adaptado para proporcionar una corriente de salida que tenga un régimen de flujo que sea al menos 10%, al menos 25%, o incluso al menos 50% mayor que la cantidad de materia prima requerida por la región productora de hidrógeno. Sin embargo, debido a la naturaleza auto-reguladora del sistema de suministro de materia prima de alimentación, el exceso de materia prima no se desperdicia, y en cambio se recicla a través del sistema de suministro de materia prima de alimentación, donde puede ser reusado o retornado al suministro de materia prima.

En las Figs. 28 y 29, el sistema de suministro de materia prima de alimentación 22 incluye más aun un limitador de flujo 140 y una válvula accionada por presión 150. El limitador de flujo 140 se adapta para reducir, o restringir, el área de sección transversal del conducto de reciclado 136. Por ejemplo, y como se ilustra esquemáticamente en la Fig. 29, el limitador de flujo 140 puede definir un área de sección transversal para el conducto 134 que sea menor que el área de sección transversal del conducto de suministro. En consecuencia, la corriente líquida 116 puede desviarse para que fluya a través del conducto de suministro 134, y por lo tanto a la región productora de hidrógeno 19, cuando la presión en la región productora de hidrógeno y/o conducto de suministro 134 es menor que la presión en la corriente de reciclado (al menos entre el conducto de salida 132 y el limitador de flujo 140). Expresado en términos ligeramente diferentes, el limitador de flujo 140 se adapta para crear una contrapresión contra la corriente de reciclado 120 que fluye a través del limitador de flujo y a través del conducto de reciclado 136 de regreso al suministro de materia prima u otro lugar corriente arriba de la porción de funcionamiento de la bomba. La cantidad seleccionada de contrapresión creada por el orificio puede variar de acuerdo con una variedad de factores, tales como una o más preferencias del usuario, el tamaño del orificio, la forma del orificio, el régimen de flujo del líquido emitido por el ensamble de bomba, el tamaño de los conductos de suministro y reciclado, la composición y propiedades de la corriente de alimentación, etc. Preferentemente, el limitador de flujo debe ajustarse a un tamaño o de cualquier otra forma configurarse para proporcionar, o mantener, una presión que sea mayor que la seleccionada, o deseada, la presión de suministro de la corriente de alimentación 16 a la región productora de hidrógeno 19 y menor que la presión de suministro umbral descrita subsecuentemente y/o la presión de reciclado umbral.

El limitador de flujo puede incluir cualquier estructura adecuada que se configure para restringir el trayectoria de flujo de la corriente de reciclado a través del conducto de reciclado 136. Como un ejemplo ilustrativo no exclusivo, el limitador de flujo puede incluir un orificio 142 que tenga una abertura 144 de menor área de sección transversal que una porción de conducto de reciclado 136 corriente arriba del orificio y/o de menor área de sección transversal que el conducto de suministro 134. Un ejemplo de tal orificio se ilustra esquemáticamente en la Fig. 29. EL orificio 142 puede ser referido como un orificio restrictivo. El orificio 142 puede tener una abertura con un tamaño fijo, o no ajustable. Alternativamente, el limitador de flujo puede incluir un orificio que tenga un tamaño de abertura variable, o ajustable. Cuando el orificio se configura para permitir un ajuste de su tamaño de orificio, puede ser configurado para un ajuste manual del tamaño del orificio, tal como sensible a entradas del usuario a un elemento de control manual y/o sensible a una señal electrónica u otras señales de comando de un controlador u otra porción del ensamble de procesamiento de combustible y/o sistema de celdas de combustible.

La válvula accionada por presión 150 se adapta para permitir selectivamente que la corriente de reciclado derive al limitador de flujo y de esa forma no sea sometida a la contrapresión creada por el orificio restrictivo 142 u otro limitador de flujo 140 y aun sea capaz de retornar al suministro u otra porción del sistema de suministro de materia prima de alimentación que está corriente arriba de la porción de funcionamiento de la bomba. Los ejemplos ilustrativos no exclusivos de válvulas accionadas por presión adecuadas incluyen válvulas de liberación de presión y válvulas de retención que están conectadas de forma fluida para, como se describe en la presente, es decir restringir selectivamente y permitir que el flujo de líquido se derive al limitador de flujo. Como se indica gráficamente en la Fig. 29, la válvula accionada por presión 150 está en comunicación continua con un conducto de derivación 152 a través del cual al menos una porción de la corriente de reciclado 136 puede fluir selectivamente como una corriente de derivación 154 desde la

posición de corriente arriba del limitador de flujo a la posición de corriente abajo del limitador de flujo. Expresado en términos más estructurales, la válvula accionada por presión se adapta para permitir selectivamente que al menos una porción de la corriente de reciclado fluya desde el conducto 132 a través del conducto de reciclado y de regreso al suministro 112 o conducto de entrada 110 sin tener que fluir a través del limitador de flujo. En la Fig. 28, la válvula accionada por presión se ilustra esquemáticamente como una junta entre el conducto de derivación y el conducto de reciclado corriente arriba del limitador de flujo. Sin embargo, está dentro del alcance de la presente descripción ue la válvula accionada por presión pueda estar localizada en cualquier lugar adecuado donde selectivamente permita y restrinja el flujo al limitador de flujo, donde el flujo está desviado a través del conducto de derivación cuando la válvula accionada por presión restrinja su flujo al limitador de flujo. Por ejemplo, la Fig. 29 ilustra que la válvula accionada por presión puede estar localizada en una posición intermedia a lo largo del conducto de derivación (es decir, en cualquier lugar entre la entrada y la salida del conducto de derivación). Más aun, está dentro del alcance de la presente descripción que la válvula pueda localizarse en la entrada o salida del conducto.

La válvula accionada por presión 150 normalmente se adapta, o deriva, para restringir el flujo a través del conducto de derivación 152 cuando la presión en la corriente de reciclado 136 corriente arriba del limitador de flujo (es decir, entre la salida del conducto 132 y el limitador de flujo 140) sea menor que la presión de reciclado umbral. Esta configuración puede referirse como configuración cerrada, o de flujo restringido, de la válvula accionada por presión. Sin embargo, cuando la presión alcanza (o excede) esta presión de reciclado umbral, la válvula accionada por presión se adapta para automáticamente permitir que el líquido de la corriente arriba del orificio 140 fluya a través del conducto de derivación 152.

Cuando la presión alcanza (o excede) esta presión de reciclado umbral y la válvula accionada por presión esté configurada (automáticamente) a su configuración de accionamiento sensible a ella, al menos una porción de la corriente de reciclado 120 puede fluir a través del conducto de derivación, reduciendo así la presión de la corriente arriba líquida del limitador de flujo. Esto también puede reducir la presión de la corriente de alimentación suministrada por el sistema de suministro de materia prima de alimentación. La presión de reciclado umbral puede ser la misma que la presión de suministro máxima, o umbral, que es aceptable para la corriente de alimentación 16. Sin embargo, también está dentro del alcance de la presente descripción que estas presiones no sean las mismas. Por ejemplo, la presión de reciclado umbral puede seleccionarse para ser menor que la presión de suministro umbral, tal como por un determinado incremento, para proporcionar un diferencial de presión o amortiguador entre la presión a la que la se diseña válvula accionada por presión para permitir el flujo a través del conducto de derivación (y así reducir la presión en el suministro y en otras corrientes asociadas) y la presión máxima a la que el conducto de suministro y/o ensamble de procesamiento de combustible se diseña, o desea, para recibir la corriente de alimentación.

Como se indica en la presente, al menos la región productora de hidrógeno del ensamble de procesamiento de combustible 31 puede ser diseñada para operar a una presión elevada, tal como a una presión de al menos 345 kPa (50 psi). Cuando el ensamble de procesamiento de combustible incluye una región de purificación, o separación, como se describe en la presente, esta región puede diseñarse además para operar a una presión elevada. Las presiones de operación máxima y mínima particulares para un ensamble de procesamiento de combustible particular tenderán a variar de acuerdo con una variedad de posibles factores. Los ejemplos ilustrativos de tales factores pueden incluir, pero no limitarse a, la reacción de producción de hidrógeno utilizada en la región productora de hidrógeno 19, la composición de la corriente de alimentación 16, la viscosidad del líquido en la corriente de alimentación 16, el conducto de suministro, la construcción, tamaño, y/o configuración, la construcción del ensamble de procesamiento de combustible, los requerimientos de presión del ensamble de procesamiento de combustible y/o sistema de celdas de combustible corriente abajo de la región productora de hidrógeno, el diseño de opciones y tolerancias, etc. Por ejemplo, algunos ensambles de procesamiento de combustible pueden ser diseñados para mantener una presión elevada en al menos la región productora de hidrógeno, y opcionalmente en al menos una región de purificación del mismo utilizando un orificio restrictivo o limitador de flujo adecuado corriente abajo de la región productora de hidrógeno, y opcionalmente corriente abajo de una región de purificación que preferentemente mantenga también una presión elevada.

La cantidad de líquido (es decir, el porcentaje de corriente de reciclado 120) que fluye a través del conducto 152 puede variar dentro del alcance de la presente descripción. En algunas modalidades, la totalidad de la corriente que forma la corriente de reciclado 120 puede fluir a través del conducto de derivación cuando la válvula accionada por presión esté en su configuración de accionamiento, o de flujo permitido. En otras modalidades, algo de la corriente 120 puede más aun fluir a través del orificio 142 u otro limitador de flujo 140 aun en periodos en que la válvula accionada por presión esté en su configuración de accionamiento.

Cuando esté presente, la válvula accionada por presión 150 puede incluir una válvula, o miembro de válvula, 156 y un mecanismo de giro 158 que se adapta para hacer girar la válvula desde su configuración de accionamiento a su configuración cerrada. El mecanismo de giro 150 puede incluir cualquier estructura o dispositivo adecuado adaptado para proporcionar el movimiento de giro descrito anteriormente y permitir que la válvula accionada por presión se configure a su configuración de accionamiento cuando se alcance, o exceda, la presión de reciclado umbral. Un ejemplo ilustrativo no exclusivo de un mecanismo de giro adecuado es un resorte u otro miembro flexible que ejerza una fuerza

de giro opuesta a la fuerza ejercida sobre la válvula accionada por presión por el fluido en la corriente de reciclado corriente arriba del limitador de flujo. En otras palabras, la corriente de líquido corriente arriba del limitador de flujo puede ejercer una fuerza que impulsa a la válvula accionada por presión desde su configuración cerrada a su configuración de accionamiento. Esta fuerza es aplicada contra el giro de, o la fuerza ejercida por, el mecanismo de giro 5 158. Cuando la fuerza ejercida por la corriente excede la fuerza ejercida por el mecanismo de giro, la válvula accionada por presión se configura a su configuración de accionamiento. De cualquier otra forma, cuando la presión de la corriente ejerza una fuerza sobre la válvula accionada por presión que sea menor que la fuerza aplicada por el mecanismo de giro, la válvula accionada por presión se adapta para permanecer en su configuración cerrada. El mecanismo de giro 10 158 también puede funcionar como un detector de presión, o sensor de presión que se adapta para detectar cuándo la presión de la corriente de líquido emitida por el ensamble de bomba excede una presión umbral, tal como una presión de reciclado o suministro umbral. Específicamente, cuando la presión del líquido, como se aplica contra el mecanismo de giro, es suficiente para superar la fuerza ejercida por el mecanismo de giro, entonces se excede la presión umbral. En consecuencia, el mecanismo de giro puede adaptarse para ejercer una fuerza de giro que se ajusta o corresponde a la presión umbral, tal como la presión de reciclado o suministro umbral.

El mecanismo de giro 158 se adapta preferentemente además para hacer regresar automáticamente la válvula accionada por presión a su configuración cerrada, tal como cuando la presión detectada de ese modo (o aplicada a ella) disminuye por debajo de la presión de reciclado umbral, cuando la presión disminuye a un nivel al que no es suficiente para sobrepasar la fuerza de giro ejercida por el mecanismo de giro, y/o después de transcurrido un tiempo 15 predeterminado desde que la válvula accionada por presión fue configurada a su configuración de accionamiento. En otras palabras, está dentro del alcance de la presente descripción que la válvula accionada por presión se configure para permanecer en su configuración de accionamiento, una vez configurada, por al menos un período de tiempo 20 mínimo predeterminado. Está también dentro del alcance de la presente descripción que la válvula accionada por presión pueda ser configurada a una transición automática entre sus configuraciones de accionamiento y cerrada sensibles por completo a las fuerzas ejercidas sobre ella por la corriente de líquido y el mecanismo de giro.

Las Figs. 28 y 29 ilustran los sistemas de suministro de materia prima de alimentación 22 que incluyen un limitador de flujo y una válvula accionada por presión asociada con la corriente de reciclado del sistema de suministro de materia 30 prima de alimentación. En el funcionamiento, el orificio 142 u otro limitador de flujo 140 se adapta para crear la contrapresión que de esta manera impulsa, o desvía, la corriente de salida desde el ensamble de bomba para fluir a través del conducto de suministro 134 hacia la región productora de hidrógeno del ensamble de procesamiento de combustible. Sin embargo, si el orificio u otro limitador de flujo se obstruye o de cualquier otra forma falla, entonces la cantidad de contrapresión creada por el limitador de flujo aumentará y la porción de corriente de salida líquida 116 que fluye a través de este para formar la corriente de reciclado 136 disminuirá o incluso se hará cero, lo que corresponde a 35 cuando no hay flujo a través del limitador de flujo. Si esta presión continua aumentando, es decir, si el ensamble de producción de hidrógeno permanece en funcionamiento, hay un potencial perjuicio o daño. Por ejemplo, las presiones que exceden la presión de suministro umbral y/o la presión de reciclado umbral pueden dañar la bomba 102 o una o más porciones del ensamble de procesamiento de combustible. En esencia, la presión en al menos la corriente de salida 116, y típicamente la corriente de alimentación 16, y la porción de la corriente de reciclado 120 corriente arriba del limitador de flujo, continuará incrementándose porque la bomba está configurada para emitir un mayor flujo de corriente de salida 116 que el que es consumido por la región productora de hidrógeno 19. Debido a que el orificio u otro limitador de flujo no es capaz de permitir el exceso de líquido, o cantidades suficientes de exceso de líquido, la presión aumentará para que fluya a través de ella para formar la corriente de reciclado 120. Sin embargo, debido a que los sistemas de suministro de materia prima de alimentación descritos antes también incluyen una válvula accionada por 45 presión 150, se evita que la presión aumente por encima de la presión de reciclado o de suministro umbral. Cuando la válvula accionada por presión está en acción, la presión disminuirá al menos hasta que la válvula accionada por presión retorne a su configuración cerrada. Si el limitador de flujo continuase obstruido o de cualquier otra forma inoperante, o solo parcialmente operativo, la presión puede comenzar a incrementar nuevamente, y la válvula accionada por presión nuevamente transita hacia su configuración de accionamiento y la presión nuevamente aumentará hasta o por encima 50 de la presión umbral correspondiente.

Está dentro del alcance de la presente descripción que un sistema de suministro de materia prima de alimentación 22 de acuerdo con la presente descripción no pueda incluir ambos el limitador de flujo 140 y la válvula accionada por presión 150. Por ejemplo, el sistema de suministro de materia prima de alimentación puede incluir un limitador de flujo 140, tal 55 como el descrito en la presente, sin una válvula accionada por presión (y en consecuencia sin un conducto de derivación 152). Como otro ejemplo, el sistema de suministro de materia prima de alimentación puede incluir una válvula accionada por presión 150, tal como la descrita en la presente, sin un limitador de flujo que cree una contrapresión en la corriente de salida y que selectivamente sea derivada usando la válvula accionada por presión. En tal modalidad, el conducto de derivación no debe estar presente, y la válvula accionada por presión debería crear una contrapresión a las corrientes de salida (y suministro) en su configuración cerrada, en que el flujo de la corriente de reciclado se restrinja por 60 la válvula accionada por presión. Cuando la presión excede una presión umbral, como se describe en la presente, la válvula accionada por presión transita, o de cualquier otra forma es impulsada, hacia su configuración de accionamiento,

en la que al menos una porción de la corriente de salida se recicla al suministro 112 o a otra porción del sistema de suministro corriente arriba de la porción de trabajo de la bomba.

5 Como se discutió, si el sistema 22 no incluye una válvula accionada por presión, no hay potencialidad de que la presión aumente por encima de las presiones umbral seleccionadas si el limitador de flujo falla, se obstruye o, de cualquier otra forma no es capaz de funcionar apropiadamente. Sin embargo, el sistema 22 y/o los ensambles de procesamiento de combustible y/o los sistemas de celdas de combustible que contienen el sistema de suministro de materia prima de alimentación 22 pueden incluir otros mecanismos adecuados para la detección y reacción a las presiones que estén cerca o excedan una presión umbral seleccionada. Por ejemplo, los sistemas que incluyen un controlador pueden incluir un sensor de presión que se adapte para medir la presión en la corriente de salida 116, corriente arriba del limitador de flujo 140, o en otro lugar adecuado, donde el controlador está adaptado para controlar la operación de al menos el sistema de suministro de materia prima de alimentación 22 sensible a la presión que exceda o esté cerca de un umbral seleccionado.

15 Como otro ejemplo, si el sistema de suministro de materia prima de alimentación 22 se implementa sin un limitador de flujo, entonces la válvula accionada por presión 150 será capaz aún de reducir selectivamente la presión en la corriente de salida 116, en la corriente de alimentación 16, etc., y ser sensible a cuando la presión de estas corrientes exceda una presión umbral seleccionada, tal como la presión umbral discutida antes o la presión de suministro umbral. Debido a que tal sistema de suministro de materia prima de alimentación 22 no incluye un limitador de flujo que establezca alguna contrapresión dentro del sistema 22 mientras que también permita que una corriente de reciclado fluya a través de ella, la presión en el sistema tenderá a oscilar. Más específicamente, la presión del líquido tenderá a incrementarse en la medida que la bomba emita un régimen de flujo de líquido mayor que el consumido en la región productora de hidrógeno 19. Este incremento tenderá a continuar hasta que la válvula accionada por presión transite de su configuración cerrada a su configuración de accionamiento. Después de eso, la presión tenderá a disminuir hasta que la válvula accionada por presión retorne a su configuración cerrada, en cuyo momento la presión de líquido tenderá a comenzar a incrementarse nuevamente. Esta oscilación en la presión del líquido, tal como en la presión de la corriente de alimentación 16 puede afectar el régimen de flujo de gas de hidrógeno producido por el procesador de combustible, que a su vez puede afectar la energía de salida producida por el apilado de celdas de combustible. Estos sistemas todavía debían estar en funcionamiento, pero no pueden mantenerse en un estado de operación estable, o constante, debido a la fluctuación, u oscilación, de presión en el sistema de suministro de materia prima de alimentación.

Como se discutió, algunos sistemas de suministro de materia prima de alimentación 22 en consecuencia se adaptan para suministrar una corriente de líquido y una corriente de gas. Como ejemplo ilustrativo no exclusivo de este, un sistema de suministro de materia prima de alimentación puede ser utilizado para suministrar un fluido de producción de hidrógeno (15) a la región productora de hidrógeno de un ensamble de procesamiento de combustible y una corriente de combustible combustionable gaseoso (13) a un ensamble de calentamiento, o vice versa. Las Figs. 31-35 proporcionan ejemplos ilustrativos no exclusivos de sistemas de suministro de materia prima de alimentación que se adaptan para selectivamente y separadamente suministrar una corriente de líquido y una corriente gaseosa.

40 En los ejemplos ilustrativos, los sistemas de suministro de materia prima de alimentación 22 incluyen fuentes presurizadas 499 de combustible caliente 13 y fluido de producción de hidrógeno 15. Los ejemplos ilustrativos de fuentes 499 incluyen tanques presurizados u otros recipientes de presión que contienen uno o ambos combustible 13 y fluido 15 bajo presión; sin embargo, cualquier fuente presurizada adecuada puede ser usada sin apartarse del alcance de la presente descripción. Debido a que estos componentes de las corrientes de suministro de materia prima 11 están disponibles bajo la presión del sistema de suministro de materia prima de alimentación, el ensamble de generación de hidrógeno 10 no requiere del uso de bombas mecánicas, compresores, u otros componentes energizados eléctricamente para extraer el combustible de calentamiento y/o el fluido productor de hidrógeno de las fuentes 499 y para suministrar corrientes bajo presión a la región productora de hidrógeno y al ensamble de calentamiento del sistema de procesamiento de combustible 31. En su lugar, las corrientes se impulsan automáticamente desde la fuente presurizada al abrir una válvula u otro dispositivo de regulación de presión adecuado que selectivamente permite o restringe el flujo de las corrientes desde el sistema de suministro de materia prima de alimentación al sistema de procesamiento de combustible. Estos dispositivos reguladores de flujo se representan esquemáticamente en la Fig. 30 y colectivamente se refieren como un ensamble de válvula 460. Las presiones de suministro ilustrativas para la región productora de hidrógeno 19 típicamente están en el intervalo de 345-2070 kPa (50-300 psi), aunque presiones fuera de este intervalo están dentro del alcance de la presente descripción. En el contexto de al menos una región productora de hidrógeno que usa un catalizador de reformación al vapor para producir corriente de gas mezclada 20, los ejemplos no exclusivos de las presiones de suministro incluyen 690-1725 kPa (100-250 psi), 862,5-1552,5 kPa (125-225 psi), 1035-1552,5 kPa (150-225 psi), 1207,5-1552,5 kPa (175-225 psi), 1035-1380 kPa (150-200 psi), al menos 690 kPa (100 psi), al menos 1035 kPa (150 psi) al menos 1380 kPa (200 psi), y una presión de suministro que es menor de 1725 kPa (250 psi) y mayor que o igual a, al menos, 690 o 1035 kPa (100 o 150 psi).

La Fig. 31 proporciona un ejemplo de un sistema de suministro de materia prima de alimentación 22 que incluye el combustible de calentamiento 13 y el fluido de producción de hidrógeno 15 en las fuentes presurizadas 499 en la forma

de recipientes de presión separados 459. En tal modalidad, cada combustible 13 y fluido 15 es un gas que se almacena bajo presión o un líquido que se almacena en el recipiente 459 de una forma adaptada para suministrar el líquido bajo presión a la región productora hidrógeno del sistema de procesamiento de combustible. Un ejemplo ilustrativo de un mecanismo adecuado para suministrar una corriente de líquido desde el sistema de suministro de materia prima de alimentación 22 sin requerir el uso de bombas mecánicas y/o eléctricas, compresores o equipamiento similar es incluir un propulsor gaseoso que presuriza el líquido e impulsa la corriente de líquido desde el sistema de suministro de materia prima de alimentación sensible al ensamble de válvula 460 permitiendo el flujo de esta corriente. Los ejemplos ilustrativos de propulsores adecuados incluyen dióxido de carbono y gas nitrógeno, aunque otros pueden ser usados.

5
10
15
Está dentro del alcance de la presente descripción que el sistema de suministro de materia prima de alimentación 22 pueda incluir un recipiente de presión 459 que contenga el combustible de calentamiento 13 y el fluido de producción de hidrógeno 15 y que se adapte para separadamente suministrar corrientes que contienen el combustible o fluido, de manera que sea sensible a la configuración del ensamble de válvula. Un ejemplo ilustrativo de tal sistema de suministro de materia prima de alimentación se muestra en la Fig. 32. El recipiente de presión 459 se adapta para almacenar combustible de calentamiento 13 y fluido de producción de hidrógeno 15.

20
25
30
35
En el recipiente 459, el combustible 13 o el fluido 15 se puede adaptar para descargarse del recipiente de presión bajo su propia presión mientras que el otro combustible 13 o fluido 15 se puede adaptar para ser descargado del recipiente de presión bajo la presión aplicado a este, tal como del primero, combustible 13 o fluido 15. Por ejemplo, el combustible de calentamiento se puede disponer en un recipiente de presión para suministrarse, bajo su propia presión, al ensamble de calentamiento 60. El fluido de producción de hidrógeno puede disponerse en el recipiente de presión 459 para suministrarse, bajo la presión aplicada por el combustible de calentamiento, a la región productora de hidrógeno 19. El fluido de producción de hidrógeno y el combustible de calentamiento se mantienen, al menos sustancialmente, separados en el recipiente de presión, tal como en una cavidad interior del recipiente de presión. Por esto se entiende que el combustible 13 y el fluido 15 no están entremezclados a lo largo del recipiente de presión. En su lugar, el combustible de calentamiento y el fluido de producción de hidrógeno se mantienen en regiones discretas, identificables, del recipiente de presión, con poco o ningún mezclado del combustible 13 y el fluido 15. Por ejemplo, el combustible de calentamiento puede ser un gas y el fluido de producción de hidrógeno puede ser un líquido, el combustible y el fluido están separados por una interface 500 en el recipiente de presión. Como otro ejemplo, el combustible de calentamiento y el fluido de producción de hidrógeno pueden ser inmiscibles y estar separados por una interface 500 en el recipiente de presión. Aunque no se requiere, esta interface 500 puede estar formada por la interface de fluido entre el combustible de calentamiento y la capa de la interface de fluido de producción de hidrógeno en el recipiente de presión 459. Como un ejemplo adicional, el combustible de calentamiento y el fluido de producción de hidrógeno pueden estar separados por un miembro de separación físico, o estructural, tal como los transmisores de presión descritos subsiguientemente, que forman la interface 500.

40
45
El recipiente de presión también puede describirse como un bote de combustible, un cartucho de combustible, o un bote o cartucho de materia prima. Como se discute con más detalles en la presente, en algunas modalidades, este puede describirse además como un bote o cartucho de combustible-materia prima dual o combinado. Aunque se ha ilustrado con un solo recipiente de presión y un solo ensamble de válvula, el sistema de suministro de materia prima de alimentación 22 puede incluir más de un recipiente de presión y/o más de un ensamble de válvula sin apartarse del alcance de la presente descripción. Adicionalmente, más de un recipiente de presión 459 puede estar en comunicación continua con un ensamble de válvula sencillo. En un ejemplo ilustrativo mostrado en la Fig. 32, la corriente de suministro (alimentación) de fluido 16 y la corriente de suministro de combustible 64 se adaptan para descargarse del mismo recipiente de presión 459, y e flujo de estas corrientes se regula por el ensamble de válvula 460. Como se discutió, sin embargo, esta construcción no es requerida.

50
55
60
En las Figs. 32-33, las interfaces 500 toman la forma de interfaces estructurales en la forma de transmisores de presión 488, con el ejemplo ilustrado de las vejigas colapsables 488. El transmisor de presión también puede ser descrito como dividiendo la cavidad interior 480 en una primera cámara, o presurizante 495 y una segunda cámara o presurizada 497. El transmisor de presión 488 puede estar configurado para ajustar automáticamente los volúmenes relativos de la primera y segunda cámaras 495 y 497 sensibles a cambios en los volúmenes y/o presiones dentro de las cámaras. Por ejemplo, el transmisor de presión puede adaptarse para moverse automáticamente dentro de la cavidad para ajustar los tamaños relativos de las cámaras. Como un ejemplo más particular, cuando la cantidad de fluido de producción de hidrógeno 15 disminuye dentro de la cámara 495, el transmisor de presión puede moverse dentro de la cavidad para ajustarse a este cambio en el fluido 15 al disminuir el tamaño de la cámara 495, típicamente con el correspondiente incremento en el tamaño de la cámara 497. El transmisor de presión puede, por sí mismo, aplicar alguna presión al fluido presurizado, pero está dentro del alcance de la descripción el que el transmisor de presión no aplique (ninguna o apreciable) presión al fluido presurizado. El transmisor de presión puede tener cualquier construcción adecuada, la vejiga colapsable y flexible mostrada en las Figs. 32 y 33, no es más que un ejemplo ilustrativo. Por ejemplo, el transmisor de presión puede incluir construcciones en las cuales el transmisor es deslizable de cualquier otra forma se adaptada para moverse dentro de la cavidad, las configuraciones en las cuales el transmisor es flexible, es elásticamente deformable, es rígido pero movable para permitir el redimensionamiento discutido anteriormente, etc.

Cuando se usa para presurizar e impulsar el fluido de producción de hidrógeno, como se discutió antes, el combustible de calentamiento 13 puede referirse además como combustible presurizable. Correspondientemente, el fluido de producción de hidrógeno 15 puede también ser referido como un combustible o fluido presurizable. Cuando el combustible de calentamiento se dispone en el recipiente de presión, se almacena bajo su propia presión, que es suficiente para aplicar una presión sobre el fluido de producción de hidrógeno 15. El combustible de calentamiento presurizante 13 puede ser seleccionado para existir en el recipiente 459 como un sistema de dos fases, incluyendo una fase líquida y una fase vapor. Esto posibilita que el recipiente de presión mantenga una presión constante, o sustancialmente constante, en el fluido de producción de hidrógeno 15, especialmente cuando la temperatura del recipiente de presión se mantiene constante. Por ejemplo, el combustible de calentamiento puede ser seleccionado para estar en un equilibrio vapor-líquido cuando el sistema de suministro de materia prima de alimentación 22 esté en una configuración de generación de hidrógeno. Un ejemplo ilustrativo de un combustible presurizante de dos fases 13 se muestra en la Fig. 34, en que la fase líquida se muestra en 501 y la fase gaseosa se muestra en 503. Cuando el fluido de producción de hidrógeno 15 o el combustible de calentamiento 13 se descarga del recipiente de presión 459, una porción del combustible de calentamiento 13 en la fase líquida se evapora a la fase vapor, llenando el espacio vacante en la cavidad interior 480. En consecuencia, el combustible de calentamiento 13 aplica una presión sustancialmente constante sobre el fluido de producción de hidrógeno 15 aún cuando el combustible de calentamiento o el fluido de producción de hidrógeno estén siendo descargados. Aunque se encuentra dentro del alcance de la presente descripción para utilizar cualquiera de los combustibles de calentamiento descritos en la presente, el propano es un combustible presurizante muy adecuado para ser usado en los sistemas de suministro de materia prima de alimentación teniendo un recipiente de presión en correspondencia con la presente descripción.

La Fig. 34 ilustra otro ejemplo de un recipiente de presión 459 que puede ser usado en el sistema de suministro de materia prima de alimentación de la presente descripción. Similar a los recipientes de presión mostrados en las Figs. 32 y 33, el recipiente de presión mostrado en la Fig. 34 define una cavidad interna 80 en la que el combustible de calentamiento 13 y el fluido de producción de hidrógeno 15 son recibidos y mantenidos, al menos sustancialmente, separados con una interface 500 separando el combustible y el fluido. Igualmente, el combustible 13 o el fluido 15 puede ser un combustible o fluido presurizante, el otro es presurizado por el combustible/fluido presurizante. Sin embargo, a diferencia de los ejemplos mostrados en las Figs. 32 y 33, en la Fig. 34 la interface entre el combustible y el fluido no incluye una barrera o superficie estructural que divida la cavidad 480 en los compartimientos 495 y 497. En su lugar, la Fig. 34 ilustra que la interface puede estar formada por la naturaleza del combustible de calentamiento y del fluido de producción de hidrógeno. Como se discutió, los fluidos inmiscibles pueden mantenerse, al menos sustancialmente, si no completamente, separados aunque no haya barrera estructural entre los fluidos. Igualmente, si el combustible 13 o el fluido 15 es un gas y el otro es un líquido, el combustible y el fluido pueden mantenerse, al menos sustancialmente separados nuevamente con una interface discernible formada entre ellos.

La Fig. 34 ilustra además una longitud de conector de fluido 520 que se extiende hacia la cavidad interior 480 para establecer una comunicación continua con el fluido que está distal del orificio de descarga del recipiente 490. Alternativamente, el recipiente de presión puede incluir un orificio de descarga dentro de las regiones de la cavidad que contendrán un combustible 13 o un fluido 15 particulares. Aún como otro ejemplo, un conducto de fluido puede ser usado para extenderse a través de la pared o el cuerpo, del recipiente de presión hasta la entrada en la región correspondiente del recipiente de presión en que está localizado el fluido/combustible. El combustible de calentamiento 13 y el fluido de producción de hidrógeno 15 se indican en líneas sólidas y discontinuas en la Fig. 34 para ilustrar gráficamente que la posición relativa y/o la relación presurizante/presurizado de estos componentes dentro del recipiente de presión descrito en la presente no es fija para todas las modalidades, y puede variar, tal como dependiendo de la aplicación particular del recipiente de presión, el mecanismo utilizado para producir el gas de hidrógeno, la composición del combustible y/o el fluido, etc. Los ejemplos ilustrativos no exclusivos de componentes adecuados incluyen el uso de propano y cualquier otro gas condensable como combustible de calentamiento presurizable, y metanol y agua, u otro alcohol o mezcla alcohol-agua como el fluido de producción de hidrógeno presurizable.

En la Fig. 33, el recipiente de presión 459 se muestra incluyendo un orificio de descarga 490 definido como una región de descarga 492 del recipiente de presión. La localización del orificio 490 y la forma y orientación del recipiente 459 pueden variar sin apartarse del alcance de la presente descripción. El orificio de descarga 490 se ilustra cerrado por un miembro de cierre 494, que tiene una primera y segunda trayectoria de flujo 496 y 498 definidas en la presente, pero se puede usar una construcción y/o configuración sin apartarse del alcance de la presente descripción. El miembro de cierre puede incluir cualquier dispositivo o configuración de dispositivos que se adapte para sellar el orificio de descarga excepto para fluir a través de las trayectorias de flujo, o salidas, definidas por el miembro de cierre. Las primera y segunda trayectorias de flujo separadas y discretas, 496 y 498, se configuran para reducir o eliminar la contaminación cruzada de las corrientes de descarga que provocan una o más corrientes de suministro de materia prima discutido antes. Sin embargo, está dentro del alcance de la descripción que las trayectorias de flujo incluyan un conducto de fluido común, dentro del cual el combustible 13 y el fluido 15 fluyen selectivamente, tal como dependiendo de la configuración del ensamble de válvula 460. Sellantes, juntas, y otros de esos dispositivos pueden estar incluidos en el sistema de

suministro de materia prima de alimentación 22 para ayudar a mantener la separación entre el combustible 13 y el fluido 15, no sólo dentro del recipiente de presión, sino también en la descarga de ella.

5 La Fig. 33 proporciona una ilustración gráfica de que el recipiente de presión puede incluir más de un orificio de
 descarga, el recipiente de presión de la Fig. 33 incluye una primera y segunda región de descarga 492 y 493 que
 incluyen, respectivamente, un primer y segundo orificio de descarga 490 y 491 a través de los que el combustible de
 calentamiento y el fluido de producción de hidrógeno se descargan selectivamente (sensible a la configuración del
 10 ensamblaje de válvula) a través de las salidas, o trayectorias de fluido, 496 y 498. La Fig. 33 también representa
 gráficamente el sistema de suministro de materia prima de alimentación adaptado para suministrar el combustible de
 calentamiento 13 y el fluido de producción de hidrógeno 15 al sistema de procesamiento de combustible 31, la Fig. 33
 ilustra un ejemplo de un ensamblaje de válvula 460 que incluye las válvulas 461 y 463.

15 Como se discutió, el ensamblaje de válvula 460 se adapta para regular el flujo, o la descarga, del combustible de
 calentamiento y del fluido de producción de hidrógeno desde el recipiente de presión. El ensamblaje de válvula 460
 incluye, al menos, una válvula y puede incluir cualquier estructura adecuada para regular selectivamente el flujo de
 corrientes desde el recipiente de presión. Se pretende que las representaciones esquemáticas del ensamblaje de válvula
 460 en las Figs. 30 y 32 indiquen gráficamente que los componentes del ensamblaje de válvula puedan estar integrados
 20 con el recipiente de presión, puedan estar unidos directamente al recipiente de presión, y/o puedan estar en
 comunicación continua con el recipiente de presión, tal como estar conectados corriente abajo del recipiente de presión
 y corriente arriba de la región productora de hidrógeno y el ensamblaje de calentamiento. En otras palabras, el ensamblaje
 de válvula 460 puede estar configurado como parte del recipiente de presión 459 o puede estar separado del recipiente
 de presión pero aun en comunicación continua con el combustible de calentamiento y el fluido de producción de
 hidrógeno.

25 El ensamblaje de válvula 460 se adapta para selectivamente y separadamente descargar el fluido de producción de
 hidrógeno y el combustible de calentamiento del recipiente de presión 459. Por ejemplo, el ensamblaje de válvula 460
 puede adaptarse para permitir la descarga selectiva del combustible de calentamiento y del fluido de producción de
 hidrógeno, pero no permitir la descarga del combustible de calentamiento y del fluido de producción de hidrógeno juntos
 a una sola corriente. En algunas modalidades, esta descarga del fluido de producción de hidrógeno puede ser bajo la
 30 presión aplicada por el combustible de calentamiento. Está dentro del alcance de la presente descripción que la relación
 pueda revertirse, donde el combustible de calentamiento se descarga bajo la presión aplicada por el fluido de
 producción de hidrógeno.

35 Las válvulas y/o ensamblaje de válvula pueden adaptarse para simplemente permitir o restringir el flujo de la corriente
 correspondiente a través del tamaño de orificio fijado. Está también dentro del alcance de la presente descripción que
 las válvulas y/o ensamblaje de válvula puedan adaptarse para proporcionar un flujo ajustable, o variable, o cualquiera
 de ellas o ambas corrientes, tal como para ajustar el tamaño relativo de un orificio a través del cual fluyen las corrientes a
 través del ensamblaje de válvula. Está dentro del alcance de la presente descripción que el ensamblaje de válvula pueda
 40 ser accionado, tal como entre configuraciones de flujo o no-flujo y/o para ajustar el régimen de flujo relativo a través de
 ella, vía cualquier mecanismo adecuado. Los ejemplos ilustrativos incluyen ensamblajes de válvula que se adaptan para
 ser accionados manualmente, tal como por un individuo próximo al ensamblaje de válvula, ser accionado por un
 controlador o por otro dispositivo electrónico o señal, o ser accionado automáticamente sensible a la detección u
 ocurrencia de evento desencadenante predeterminado, tal como la detección de una temperatura, presión, condición de
 flujo, etc.

45 Como se ilustra gráficamente en la Fig. 35, el ensamblaje de válvula 460 puede incluir una primera válvula 461 que se
 adapta para descargar el combustible de calentamiento y una segunda válvula 463 que se adapta para descargar el
 fluido de producción de hidrógeno. El ensamblaje de válvula 460 puede también, o alternativamente, incluir una válvulas
 de tres vías. La válvula de tres vías puede adaptarse para selectivamente permitir la descarga del combustible de
 50 calentamiento, permitir la descarga del fluido de producción de hidrógeno, o prevenir la descarga del combustible de
 calentamiento y del fluido de producción de hidrógeno. Puede considerarse que válvula de tres vías tenga una
 configuración de apagado, en la cual no se permite que los fluidos se descarguen del recipiente de presión, una
 configuración de calentamiento, en la cual se permite que el combustible de calentamiento se descargue del recipiente
 de presión, y una configuración de generación de hidrógeno, en la cual se permite que el fluido de producción de
 55 hidrógeno se descargue del recipiente de presión. La válvula de tres vías puede ser configurada para permitir solamente
 la selección de la configuración de calentamiento desde la configuración de apagado, de manera que la válvula debe
 pasar por la configuración de calentamiento antes de seleccionar la configuración de generación de hidrógeno.
 Alternativamente, la válvula de tres vías puede adaptarse para permitir, desde cualquier configuración seleccionada, la
 selección de cualquiera de las configuraciones restantes.

60 La válvula de tres vías u otro ensamblaje de válvula implementado 460 puede configurarse para permitir, o favorecer, la
 descarga del combustible de calentamiento hasta que se alcance una condición predeterminada antes de permitir, o
 favorecer, la descarga del fluido de producción de hidrógeno. La condición predeterminada puede incluir el paso de una

cantidad predeterminada de tiempo transcurrido desde la iniciación de la configuración de calentamiento. En las modalidades en que el sistema de suministro de materia prima de alimentación está suministrando un combustible de calentamiento al ensamble de calentamiento en un ensamble de generación de hidrógeno, la condición predeterminada puede incluir al ensamble de generación de hidrógeno alcanzando una temperatura de operación predeterminada. El ensamble de válvula 460 puede estar configurada para permitir la selección de la configuración de generación de hidrógeno ante la ocurrencia de otras condiciones predeterminadas.

Tal válvula de tres vías (u otra implementación del ensamble de válvula 460) puede incluir un mecanismo de control que permita la selección de la configuración de calentamiento desde la configuración de apagado, pero evita la selección de la configuración de generación de hidrógeno hasta que ocurra, o de lo contrario se detecte, la condición predeterminada lo que libera el mecanismo de control y permite la selección de la configuración e generación de hidrógeno. El ensamble de válvula puede permitir la selección de la configuración de calentamiento y estar adaptado para cambiar automáticamente a la configuración de generación de hidrógeno cuando ocurra, o de lo contrario se detecte, la condición predeterminada. Más aun esta dentro del alcance de la presente descripción que el ensamble de válvula sea usado para no restringir el flujo simultáneo de ambos el combustible 13 y el fluido 15.

Los ejemplos adicionales de sistemas de suministro de materia prima de alimentación adecuados 22 que incluyen recipientes de presión 459 que contienen el combustible de calentamiento 13 y el fluido de producción de hidrógeno 15 en relaciones presurizante-presurizado y que pueden ser usados en los ensambles de generación de hidrógeno de acuerdo con la presente descripción se describen en la patente de los Estados Unidos con núm. de Serie 11/096,827 (publicada más tarde como US 2006-0090396).

Similar al ensamble de generación de hidrógeno 10 ilustrado esquemáticamente en la Fig. 30, el ensamble de generación de hidrógeno 10 en la Fig. 35 incluye un sistema de suministro de materia prima de alimentación 22 y un sistema de procesamiento de combustible 31. En el ejemplo ilustrativo, el sistema de suministro de materia prima de alimentación 22 incluye fuentes presurizadas 499 de combustible de calentamiento 13 y del fluido de producción de hidrógeno 15 en la forma de un recipiente de presión 459. Como se ilustra, el recipiente de presión 459 incluye un compartimiento interior, o cavidad, 480 que contiene ambos el combustible de calentamiento 13 y el fluido de producción de hidrógeno 15, y un ensamble de válvula 460 que selectivamente permite separar los flujos de combustible 13 y fluido 15. Como se muestra, el ensamble de válvula 460 incluye una primera y segunda válvula 461 y 463. Sin embargo, el ensamble de válvula 461 puede configurarse de acuerdo con cualquiera de las variaciones descritas en la presente, incluyendo el uso de la válvula de tres vías. El sistema de suministro de materia prima de alimentación 22 ilustrado en la Fig. 35 también incluye un primer y segundo orificio de descarga 490 y 491. La primera y segunda trayectoria de flujo 496 y 498 se ilustran en la Fig. 35 y van desde el primer y segundo orificio de descarga 490 y 491 al sistema de procesamiento de combustible 31.

El recipiente de presión 459 se muestra en la Fig. 35 incluyendo un transmisor de presión 488 configurado como una vejiga 486 donde el fluido de producción de hidrógeno 15 se dispone en la vejiga y el combustible de calentamiento 13 se dispone en la cavidad interior 480 del recipiente de presión rodeando y presurizando la vejiga 486 y el fluido de producción de hidrógeno 15 dispuesto dentro de ella. Cualquiera de las otras fuentes presurizadas y/o configuraciones de recipiente de presión descritas, ilustradas y/o incorporadas en la presente pueden ser usadas en lugar del recipiente de presión ilustrado 459 mostrado en la Fig. 35.

Los ejemplos ilustrativos de sistemas de celdas de combustible productores de hidrógeno, ensambles de procesamiento de combustible productor de hidrógeno 10, y sistemas de suministro de materia prima de alimentación 22 se ilustran esquemáticamente en la presente. Estos sistemas pueden incluir, pero no se requiere, componentes adicionales, tales como suministros de aire/oxidante y sistemas de suministro, ensambles de intercambio de calor y/o fuentes, controladores, sensores, válvulas y otros controladores de flujo, módulos de administradores de energía, etc. Está dentro del alcance de la presente descripción incluir selectivamente uno o más de estos componentes. Igualmente, aunque un procesador de combustible 12 y/o un único apilado de celdas de combustible 40 se muestran en las figuras, está dentro del alcance de la descripción que uno cualquiera o ambos componentes puedan ser usados .

Aplicabilidad Industrial

La presente descripción es aplicable a los campos de producción de hidrógeno, suministro de materia prima de alimentación, y generación de energía.

Se cree que la descripción que se expuso anteriormente en la presente abarca múltiples invenciones distintas con utilidad independiente. Mientras que cada una de estas invenciones ha sido descrita en su forma preferida, las modalidades específicas de ellas, como se describen e ilustran en la presente, no deben ser consideradas en un sentido limitante como son posibles numerosas variaciones. La materia objeto de las invenciones incluye todas las combinaciones y sub-combinaciones originales y no obvias de los varios elementos, rasgos, funciones, y/o propiedades descritas en la presente. Igualmente, cuando las reivindicaciones enumeran "un" o "primer" elemento o el equivalente

de ella, tales reivindicaciones debe ser entendidas a incluir la incorporación de uno o más de tales elementos, ni requiriendo o excluyendo dos o más de tales elementos.

- 5 Se cree que las siguientes reivindicaciones apuntan particularmente a ciertas combinaciones y sub-combinaciones que están dirigidas a una de las descripciones de invención y son novedosas y no obvias. Las invenciones expresadas en otras combinaciones y sub-combinaciones de rasgos, funciones, elementos y/o propiedades pueden ser reivindicadas a través de enmiendas de las presentes reivindicaciones o presentación de nuevas reivindicaciones en esta o en solicitudes relacionadas. Tales reivindicaciones enmendadas o nuevas, o bien dirigidas a una invención diferente o 10 dirigidas a la misma invención aunque diferentes, más amplias, más estrechas, o de igual alcance que las reivindicaciones originales, también son consideradas como incluidas dentro de la materia objeto de las invenciones de la presente descripción.

Reivindicaciones

1. Un ensamble de generación de hidrógeno (10), que comprende:

5 un ensamble de procesamiento de combustible (31), que comprende:

una región productora de hidrógeno (19) adaptada para recibir al menos una corriente de alimentación (16) que contiene al menos una materia prima de alimentación que contiene carbono y para producir una corriente de gas mezclada (20) que contiene gas de hidrógeno como un componente mayoritario de ahí;

10 al menos una región de purificación (24) adaptada para recibir la corriente de gas mezclada y separar la corriente de gas mezclada en al menos una corriente de hidrógeno producto (14) y al menos una corriente subproducto (28);

15 un ensamble de calentamiento (60) adaptado para combustionar una corriente de combustible para producir una corriente de escape caliente (66) para calentar al menos la región productora de hidrógeno, en donde el ensamble de calentamiento se adapta para recibir y combustionar la corriente subproducto cuando la región productora de hidrógeno produce el gas de hidrógeno;

20 un limitador de flujo (140) entre la región productora de hidrógeno y el ensamble de calentamiento, en donde el limitador de flujo se adapta para crear contrapresión en un conducto de fluido (77) a través del cual fluye la corriente subproducto al ensamble de calentamiento (60);

25 un sistema de suministro de materia prima de alimentación (22) adaptado para suministrar la corriente de alimentación (16) que contiene al menos una materia prima de alimentación que contiene carbono a la región productora de hidrógeno del ensamble de procesamiento de combustible (31), en donde el sistema de suministro de materia prima de alimentación está en comunicación con un suministro líquido (112) que contiene la materia prima de alimentación que contiene carbono, en donde el sistema de suministro de materia prima de alimentación (22) comprende:

30 un ensamble de bomba (100) adaptado para extraer del suministro líquido (112) una corriente de entrada líquida (110) que contiene al menos la materia prima de alimentación que contiene carbono y emitir una corriente de salida líquida (116);

35 un conducto de salida (132) en comunicación continua con un conducto de suministro (134) y con un conducto de reciclado (136), en donde el conducto de suministro (134) está en comunicación continua con la región productora de hidrógeno (19) del ensamble de procesamiento de combustible productor de hidrógeno (10), y el conducto de reciclado (136) está en comunicación continua con al menos uno del suministro líquido (112) y un conducto de entrada (130) a través del cual la corriente de entrada líquida (110) se extrae al ensamble de bomba (100); en donde el conducto de salida (132) se adapta para recibir la corriente de salida líquida (116) y para definir un trayecto de flujo para la corriente de salida líquida al conducto de suministro y el conducto de reciclado;

40 un limitador de flujo (140) adaptado para crear contrapresión en el conducto de reciclado; y

una válvula accionada por presión (150) adaptada para permitir selectivamente que el líquido en el conducto de reciclado se derive al limitador de flujo.

- 45 2. El ensamble de generación de hidrógeno de la reivindicación 1, en donde la válvula accionada por presión (150) está en comunicación continua con un conducto de derivación (152) que se extiende en comunicación continua con porciones del conducto de reciclado corriente arriba y corriente abajo del limitador de flujo.

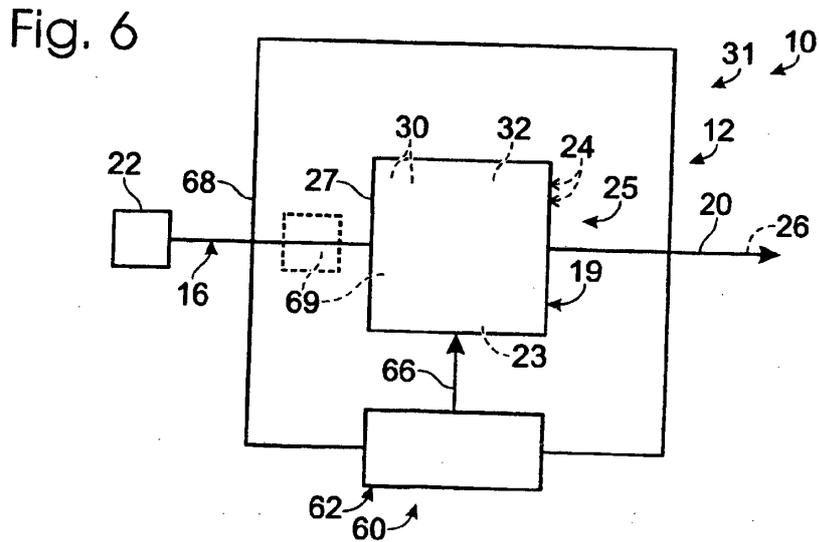
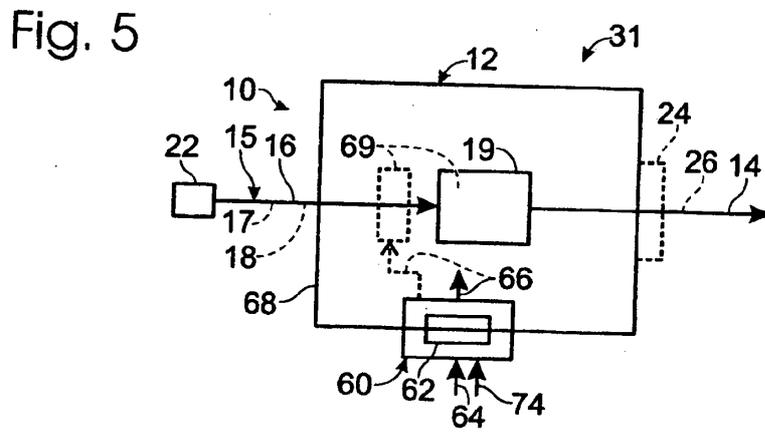
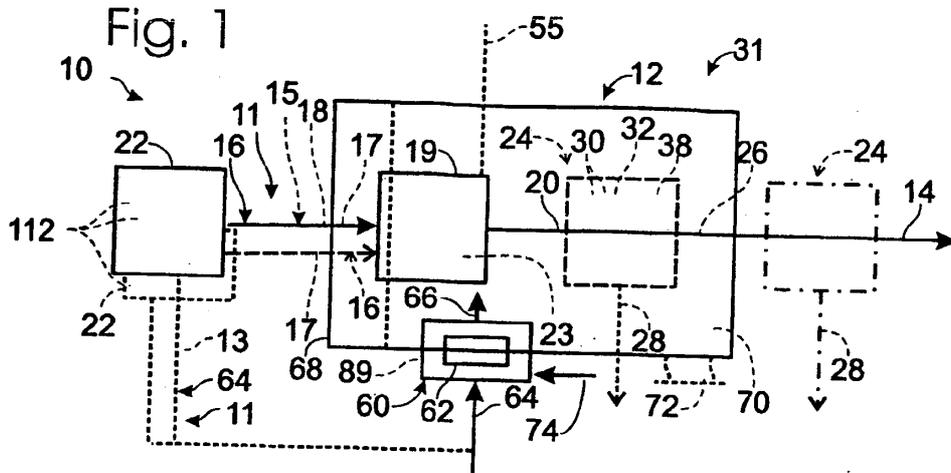
50 3. El ensamble de generación de hidrógeno de la reivindicación 2, en donde la válvula accionada por presión (150) se adapta para ser selectivamente configurada entre una configuración cerrada, en que la válvula accionada por presión restringe el flujo de la corriente de salida líquida (116) a través del conducto de derivación (152), y una configuración de accionamiento, en la que la válvula accionada por presión (150) permite el flujo de la corriente de salida líquida a través del conducto de derivación (152), en donde la válvula accionada por presión es girada hacia la configuración cerrada, y en donde además opcionalmente la válvula accionada por presión se adapta para una transición hacia la configuración de accionamiento cuando la presión de la corriente de salida líquida en el conducto de suministro excede una presión de reciclado umbral.

55 4. El ensamble de generación de hidrógeno de la reivindicación 3, en donde la región productora de hidrógeno (19) tiene una presión de suministro umbral para la porción de la corriente de salida líquida suministrada a ella, en donde la presión de reciclado umbral corresponde a la presión de suministro umbral, y opcionalmente en donde la presión de reciclado umbral es menor que la presión de suministro umbral.

60 5. El ensamble de generación de hidrógeno de cualquiera de las reivindicaciones 1-4, en donde la región productora de hidrógeno (19) se adapta para recibir hasta un régimen de flujo umbral de la corriente de salida

líquida a través del conducto de suministro (34), y en donde además el ensamble de bomba se adapta para emitir una corriente de salida líquida con un régimen de flujo mayor que el régimen de flujo umbral.

- 5 **6.** El ensamble de generación de hidrógeno de cualquiera de las reivindicaciones 1-5, en donde el ensamble de calentamiento (60) está en comunicación térmica con la región productora de hidrógeno (19), en donde el ensamble de calentamiento comprende al menos una cámara de combustible (376) y al menos una fuente de calentamiento e ignición (378); en donde al menos una cámara de combustible (376) se adapta para recibir al menos una corriente de combustible a una primera temperatura, y al menos una corriente de combustible que comprende un líquido, combustible, combustible que contiene carbono con una temperatura de ignición mayor que dicha primera temperatura, y en donde además al menos una fuente de calentamiento e ignición se adapta para calentar al menos una porción de la cámara de combustible para elevar la temperatura de al menos una porción del combustible que contiene carbono a una segunda temperatura al menos mayor que la temperatura de ignición y provoca la ignición del combustible que contiene carbono.
- 10
- 15 **7.** El ensamble de generación de hidrógeno de la reivindicación 6, en donde el sistema de suministro de materia prima de alimentación se adapta adicionalmente para suministrar al menos una corriente de combustible a al menos una cámara de combustible.
- 20 **8.** El ensamble de generación de hidrógeno de la reivindicación 7, en donde la cámara de combustible (376) incluye al menos sustancialmente un reservorio abierto adaptado para recibir y al menos temporalmente almacenar un volumen de combustible que contiene carbono combustionable líquido.
- 25 **9.** El ensamble de generación de hidrógeno de las reivindicaciones 7 u 8, en donde el ensamble de calentamiento comprende además un medio de transporte (410) dispuesto en la cámara de combustible (376), opcionalmente en donde el medio de transporte se adapta para absorber al menos temporalmente el combustible que contiene carbono combustionable líquido.
- 30 **10.** El ensamble de generación de hidrógeno de las reivindicaciones 7 u 8, en donde el ensamble de calentamiento comprende además un medio de transporte dispuesto en la cámara de combustible, y en donde el medio de transporte se adapta para definir una superficie sostenedora de llama para el combustible.
- 35 **11.** Un sistema que comprende el ensamble de generación de hidrógeno de cualquiera de las reivindicaciones 1-10, en combinación con un apilado de celdas de combustible adaptado para producir una corriente eléctrica a partir de un oxidante y al menos una porción de la corriente de hidrógeno producto.
- 40 **12.** El ensamble de generación de hidrógeno de cualquiera de las reivindicaciones 1-10 o el sistema de la reivindicación 11, en donde el mecanismo por el cual se produce el gas de hidrógeno a partir de la corriente de alimentación (16) es un reformador de vapor o reformador auto-térmico en el cual se usan los catalizadores de reformación, y en donde además la corriente de alimentación contiene agua y una materia prima de alimentación que contiene carbono.
- 45 **13.** El ensamble de generación de hidrógeno de cualquiera de las reivindicaciones 1-10 o del sistema de las reivindicaciones 11 o 12, en donde la corriente de alimentación y la corriente de combustible comprenden cada una al menos un componente común, y opcionalmente en donde al menos un componente que contiene carbono común es suministrado desde un suministro común, en donde opcionalmente la corriente de alimentación y la corriente de combustible comprenden cada una un 25-75 % en vol. de agua y al menos un componente que contiene carbono miscible en agua.
- 50 **14.** El ensamble de generación de hidrógeno de cualquiera de las reivindicaciones 1-10 o el sistema de cualquiera de las reivindicaciones 11-13 en donde la región productora de hidrógeno incluye un catalizador de reformación vapor (23), en donde la región productora de hidrógeno se adapta para producir una corriente de gas mezclada que contiene gas de hidrógeno y otros gases, y en donde además el gas de hidrógeno forma el componente mayoritario de la corriente de gas mezclada.
- 55 **15.** El ensamble de generación de hidrógeno de cualquiera de las reivindicaciones 1-10 o el sistema de cualquiera de las reivindicaciones 11-14, en donde la al menos una región de purificación incluye al menos una membrana selectiva de hidrógeno (30), y opcionalmente en donde la al menos una región de purificación incluye además un ensamble de remoción de monóxido de carbono químico seleccionado de: un reactor de desplazamiento agua-gas para proporcionar gas de hidrógeno y dióxido de carbono a partir de agua y monóxido de carbono, reactores de oxidación parcial que se adaptan para convertir monóxido de carbono en dióxido de carbono y regiones del catalizador de metanación, o lechos, que convierten el monóxido de carbono y gas de hidrógeno en metano y agua.
- 60



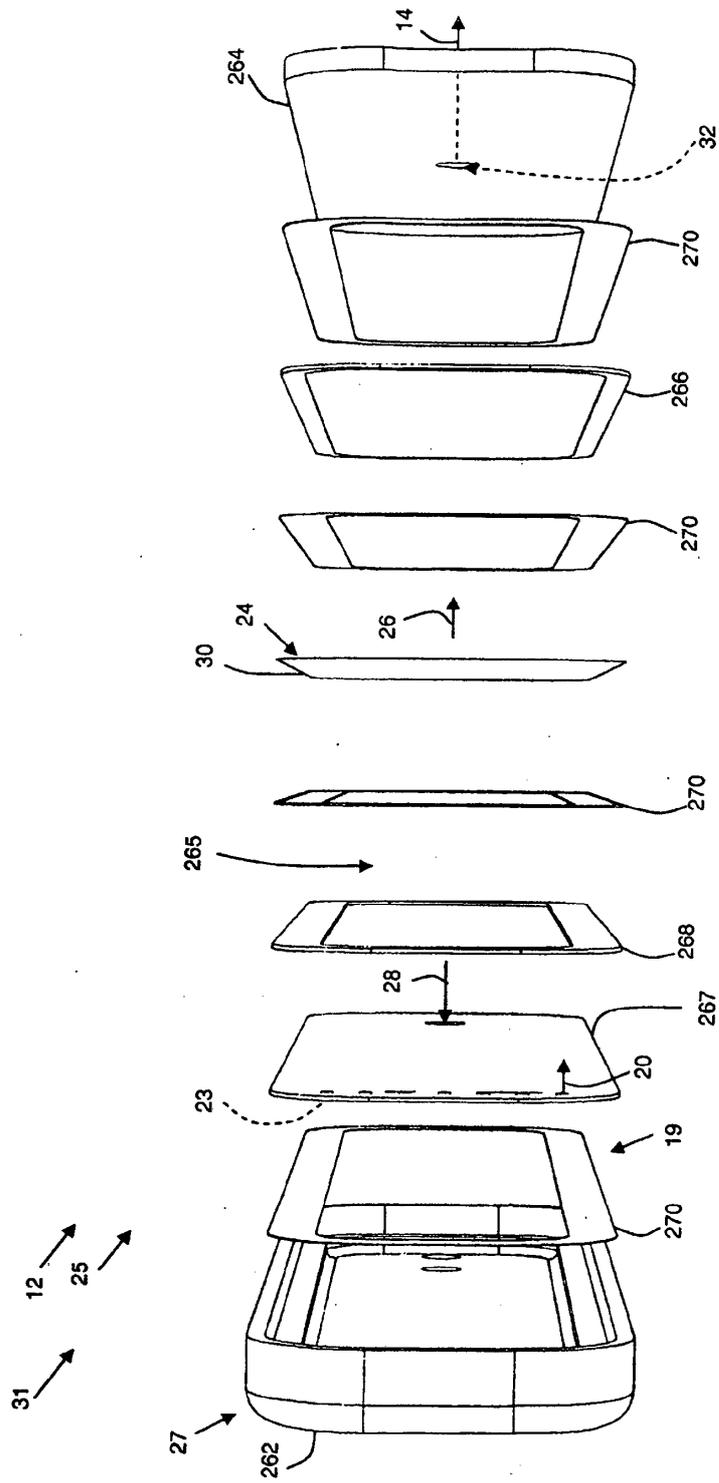


Fig. 8

Fig. 9

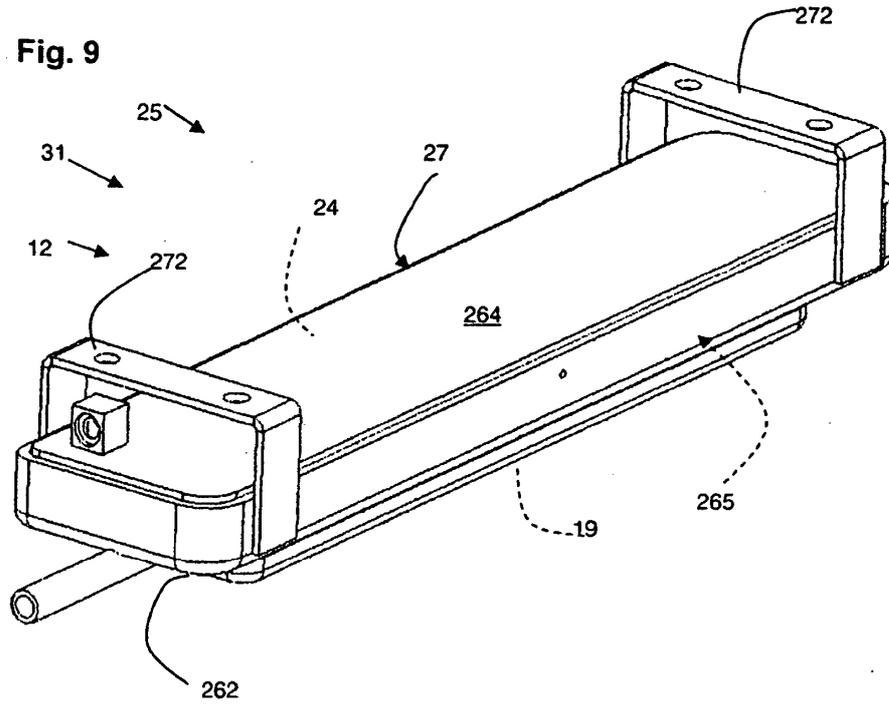
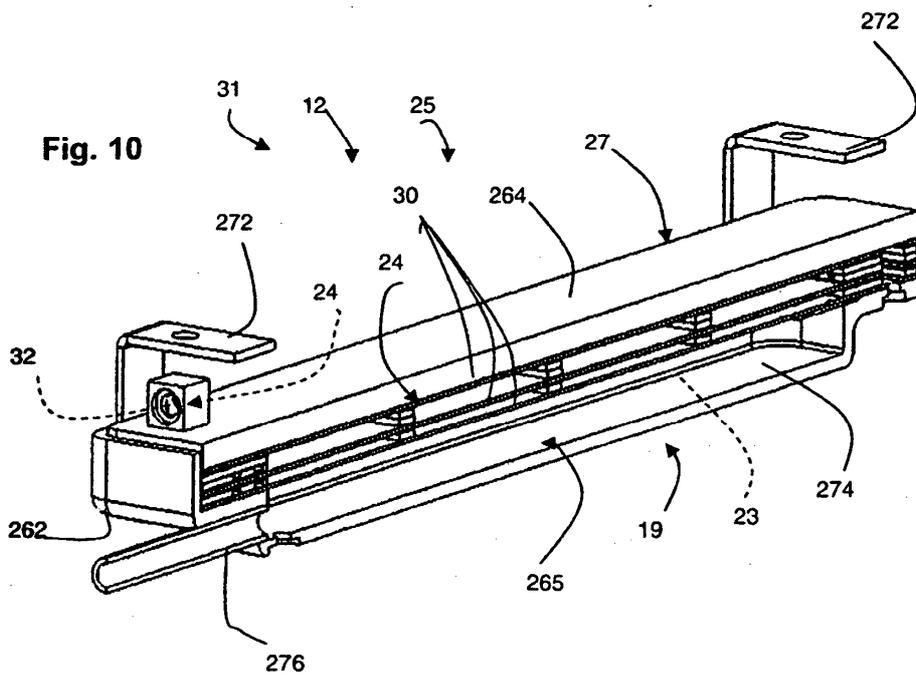


Fig. 10



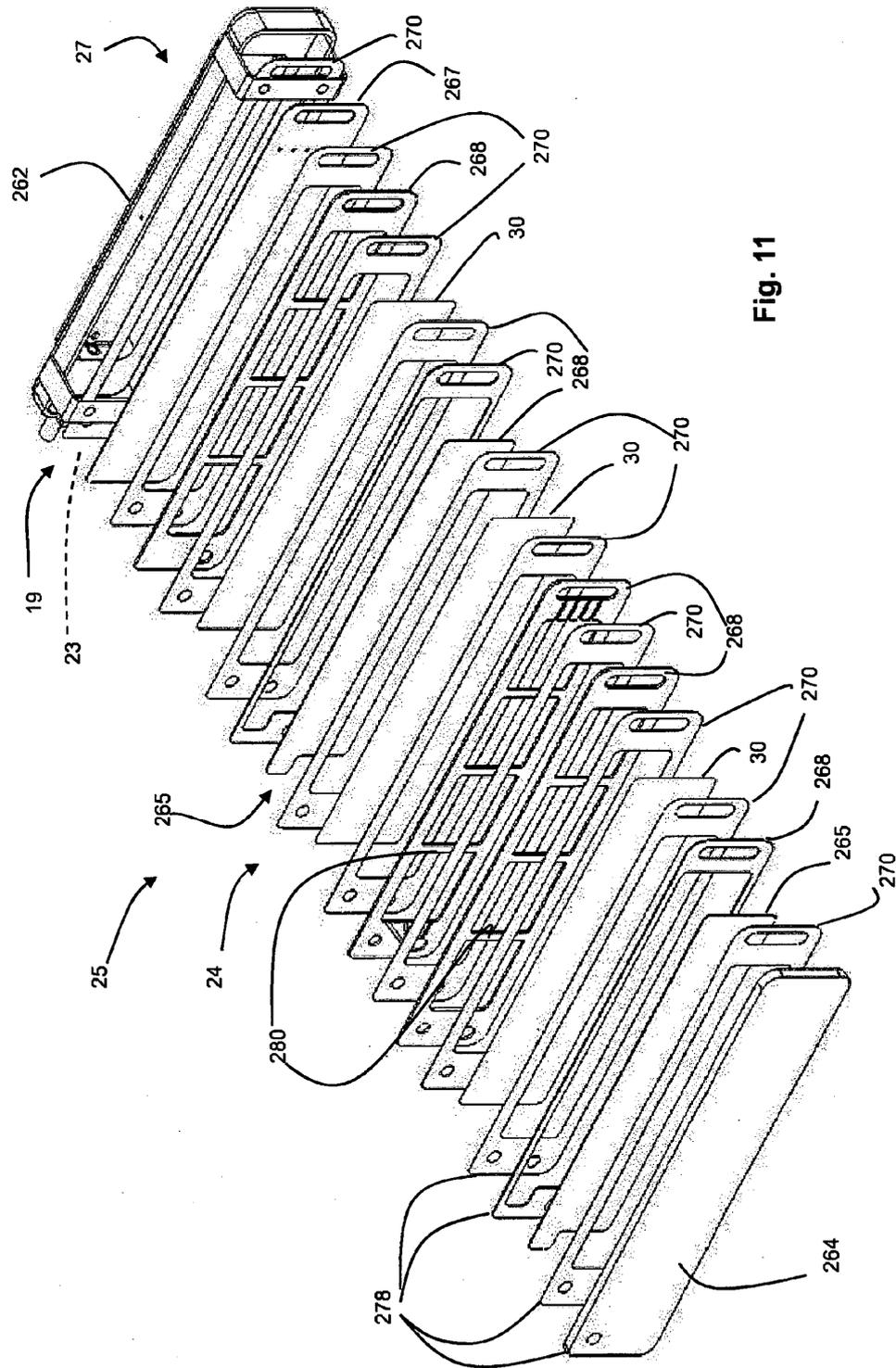


Fig. 11

Fig. 12

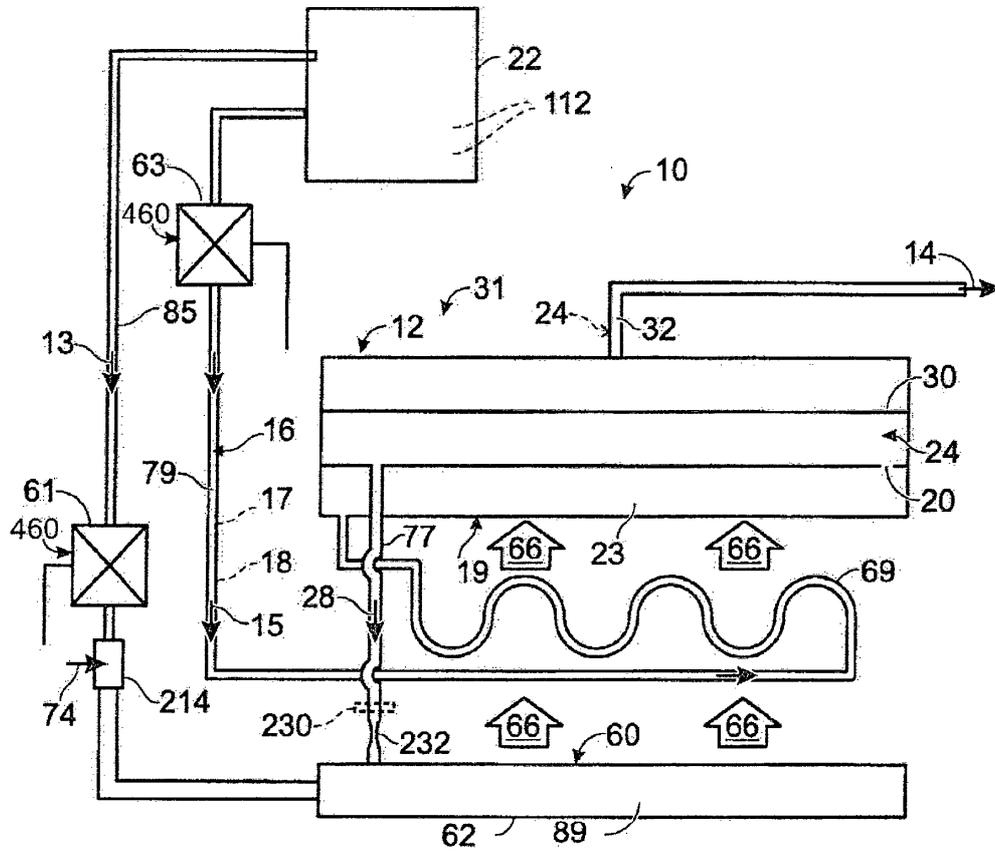
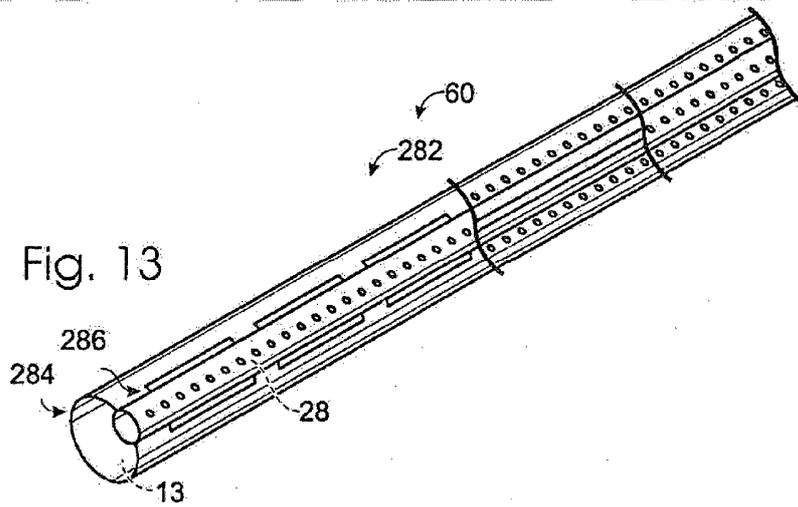


Fig. 13



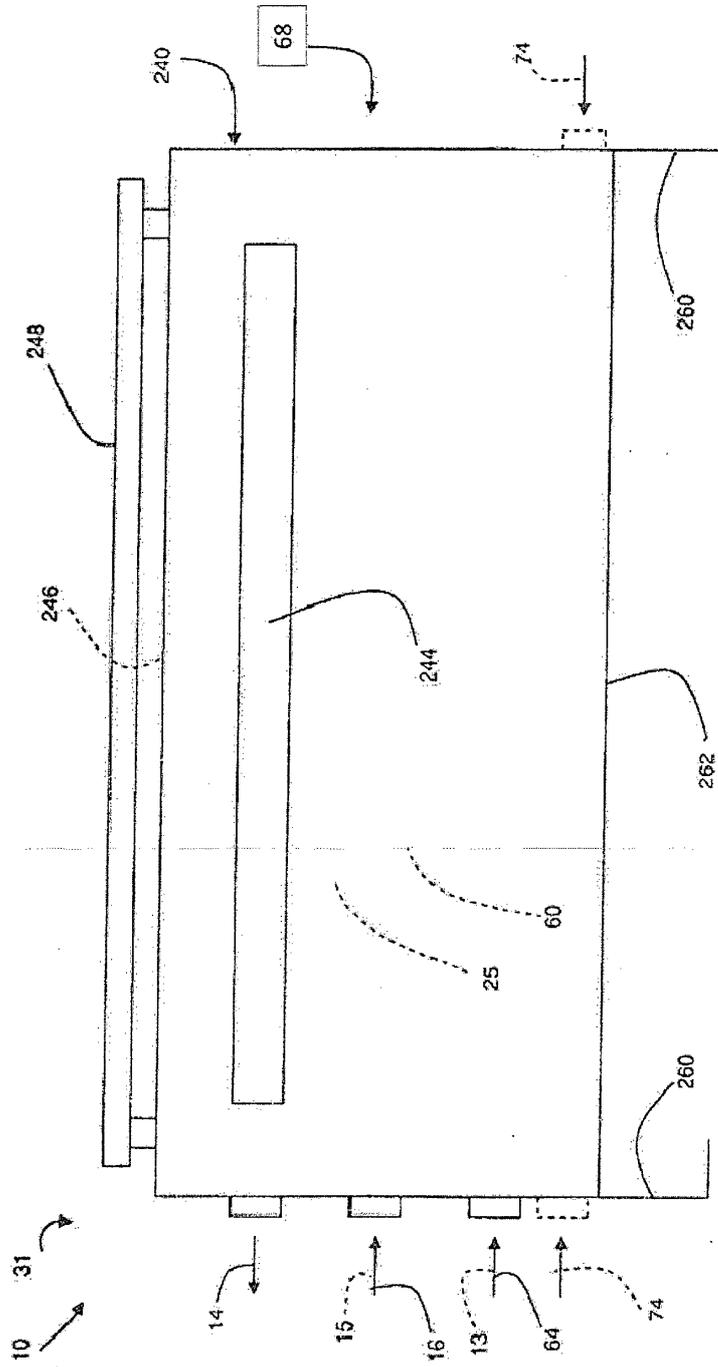


Fig. 14

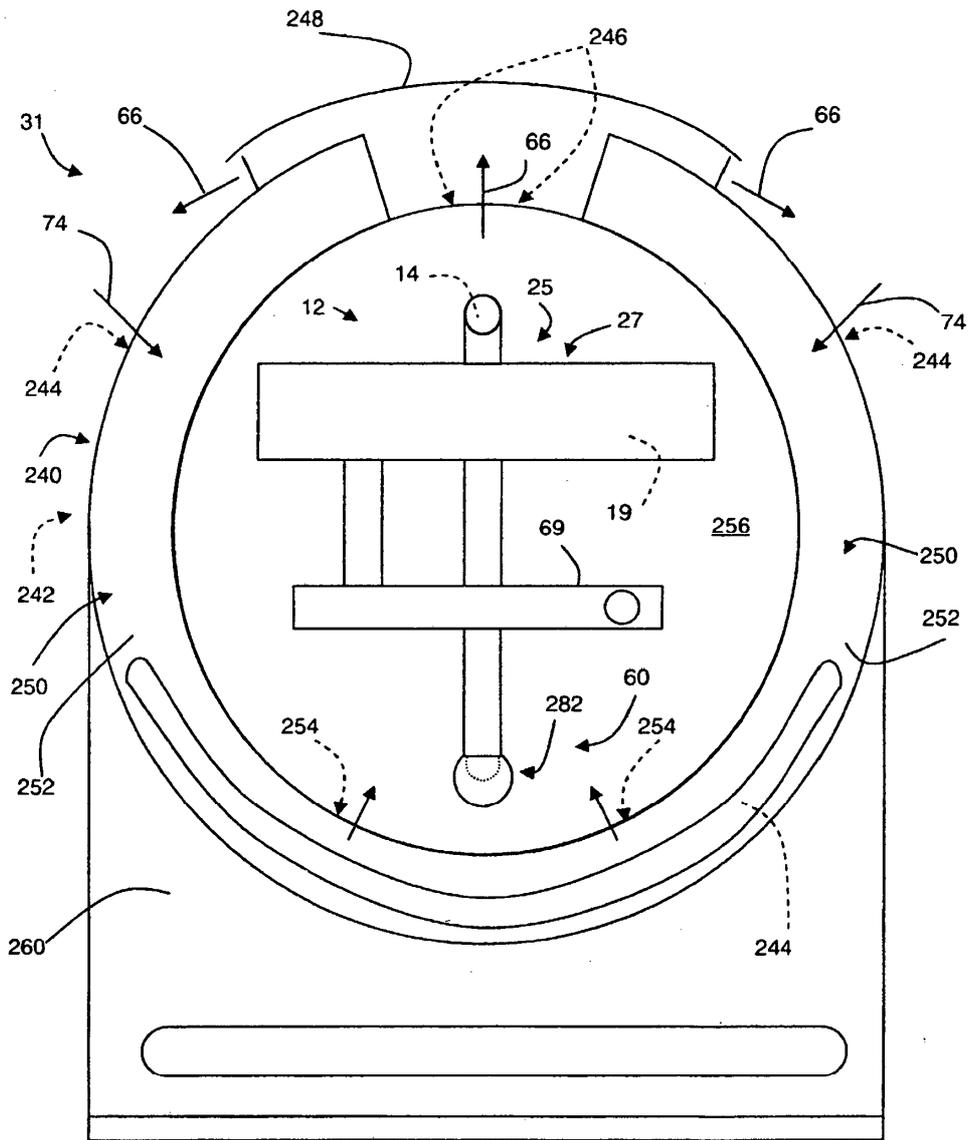


Fig. 15

Fig. 16

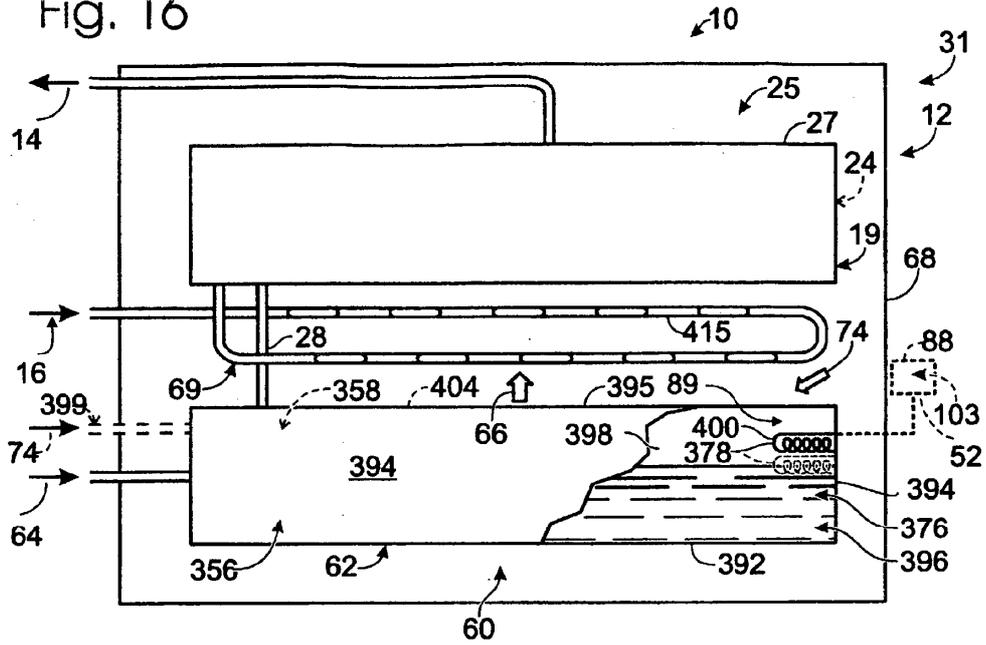
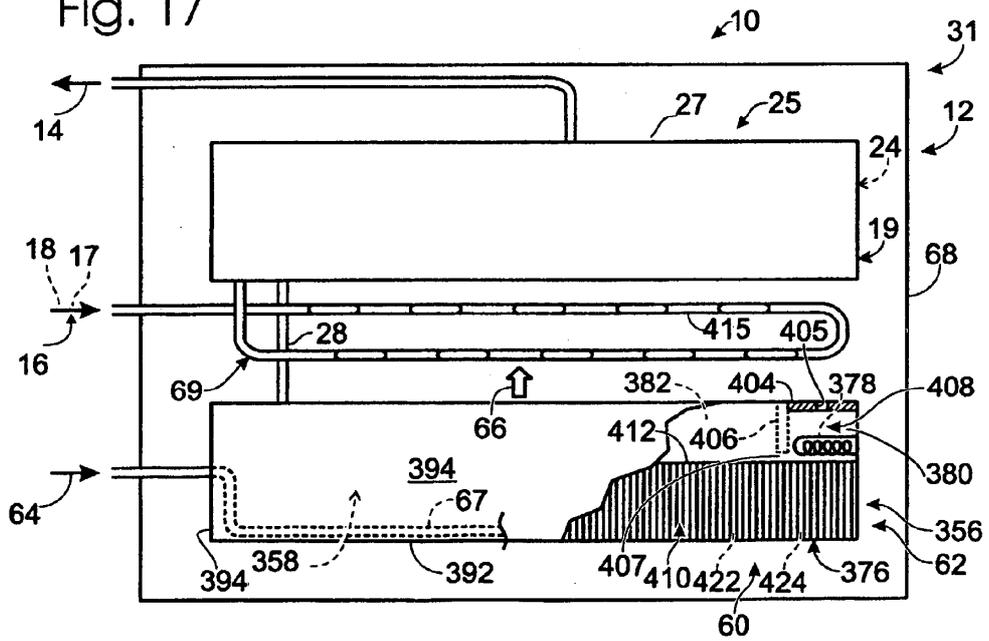


Fig. 17



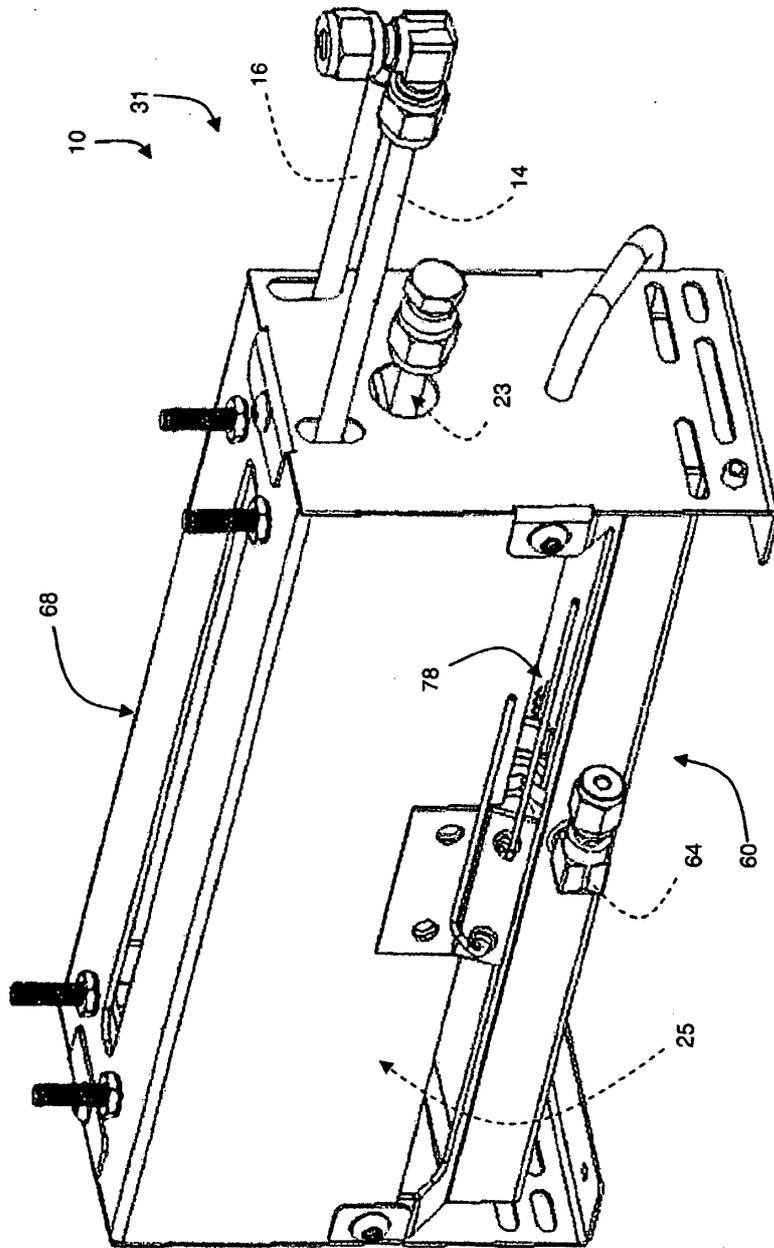


Fig. 20

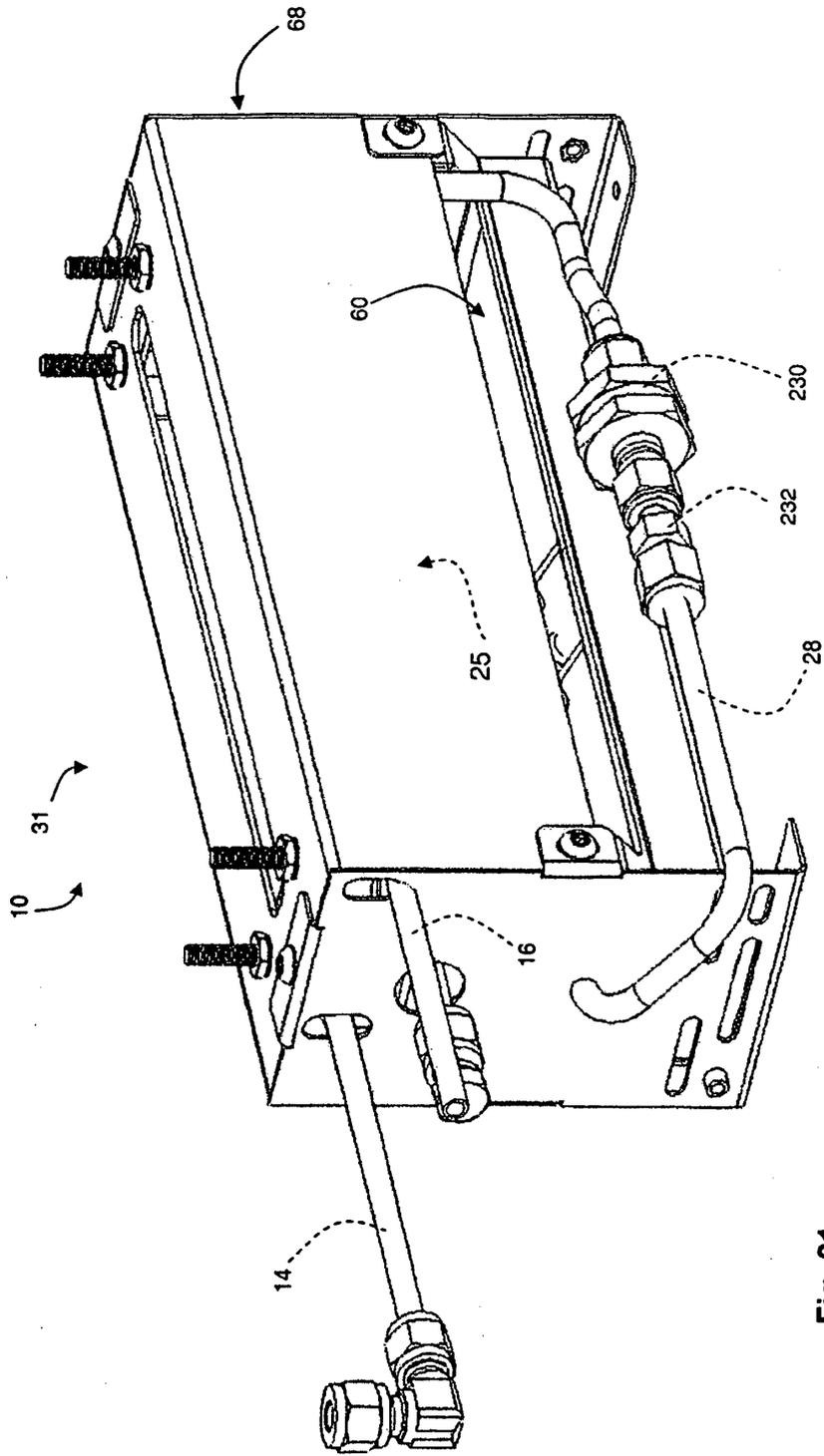


Fig. 21

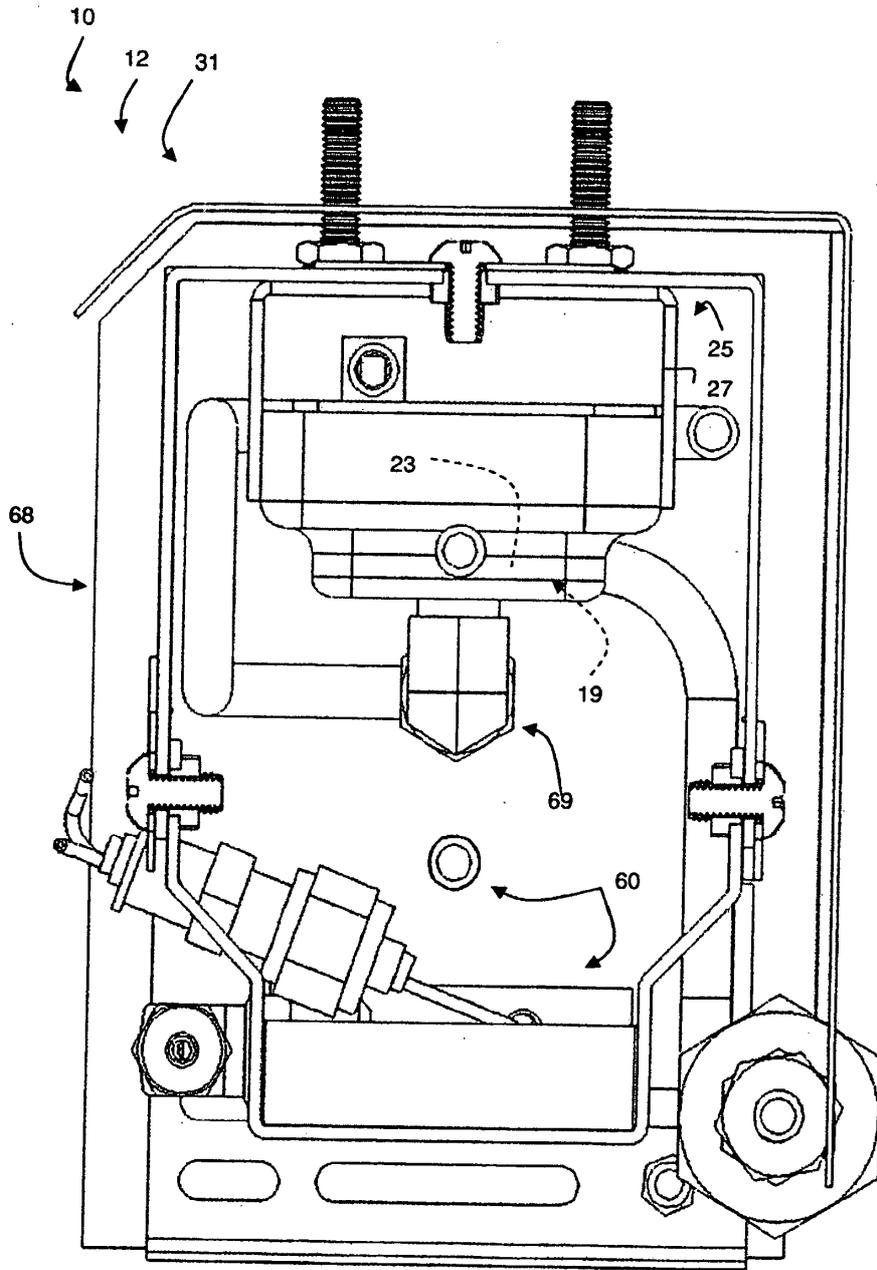


Fig. 22

Fig. 23

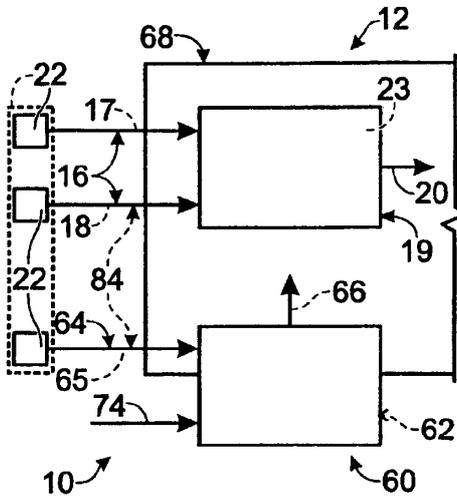


Fig. 24

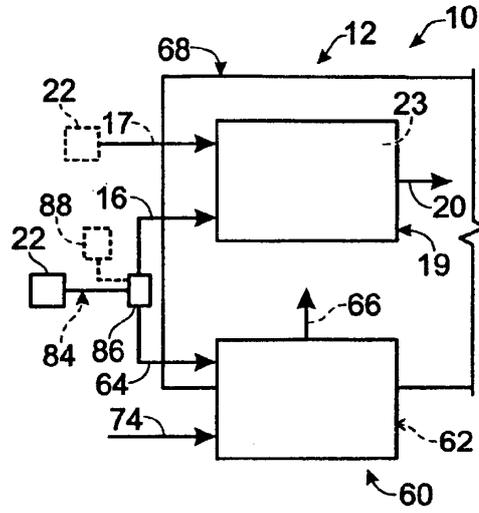


Fig. 25

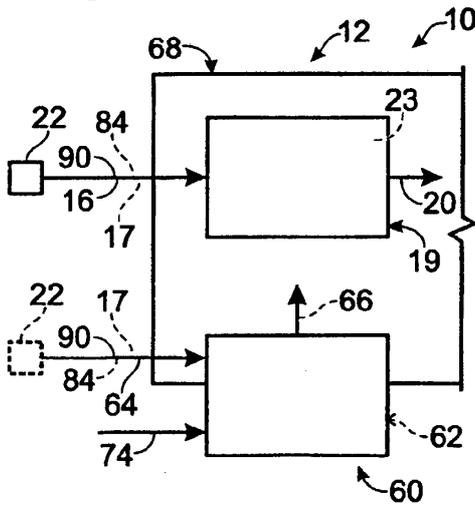


Fig. 26

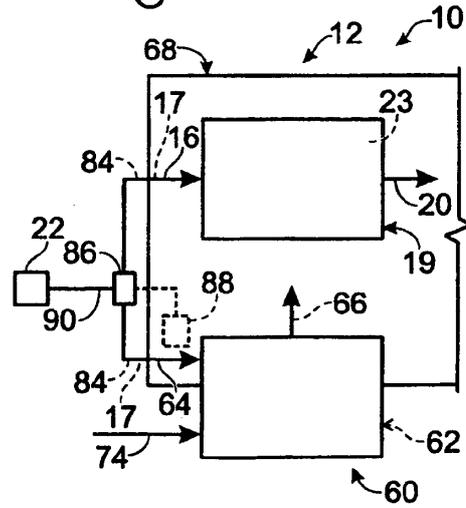


Fig. 27

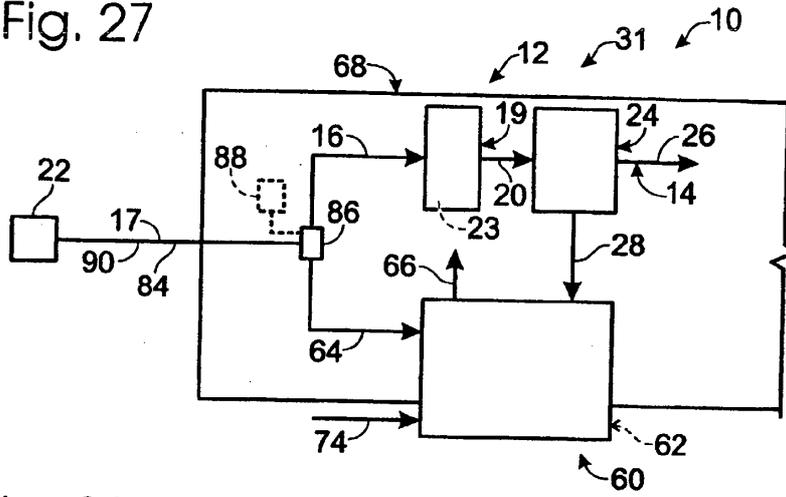


Fig. 28

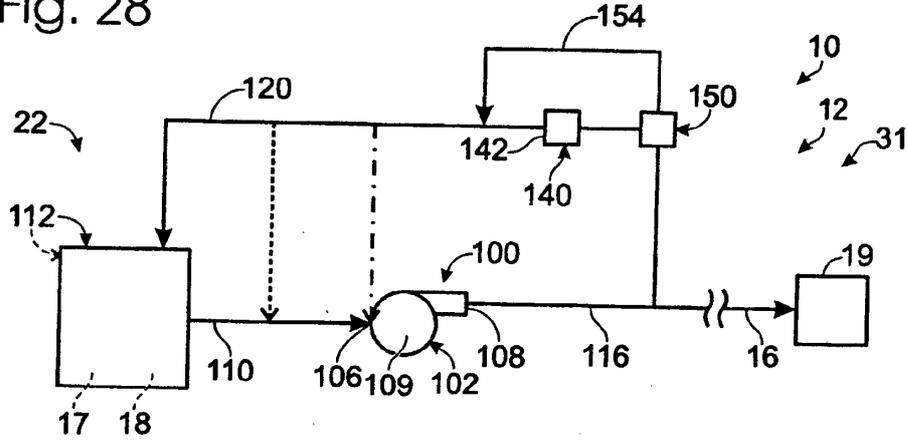


Fig. 29

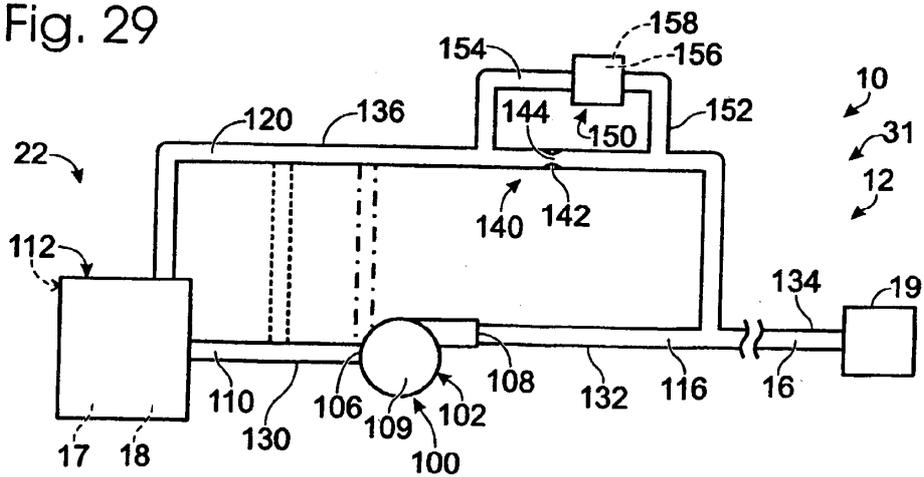


Fig. 30

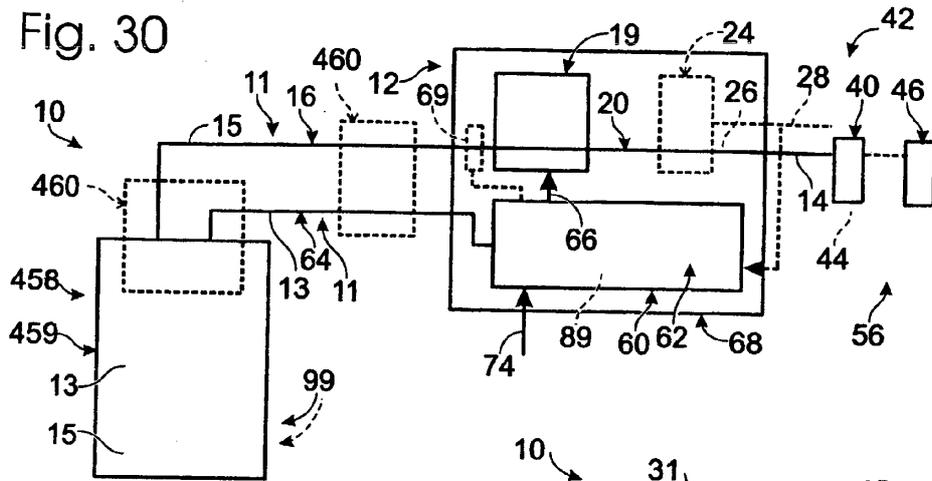


Fig. 32

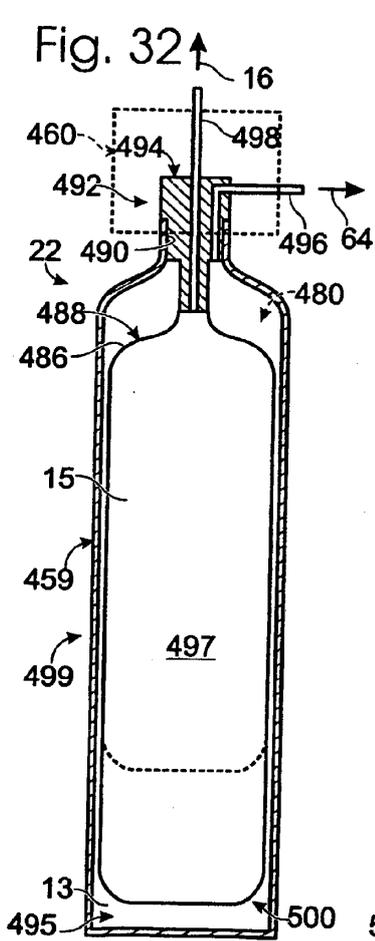


Fig. 33

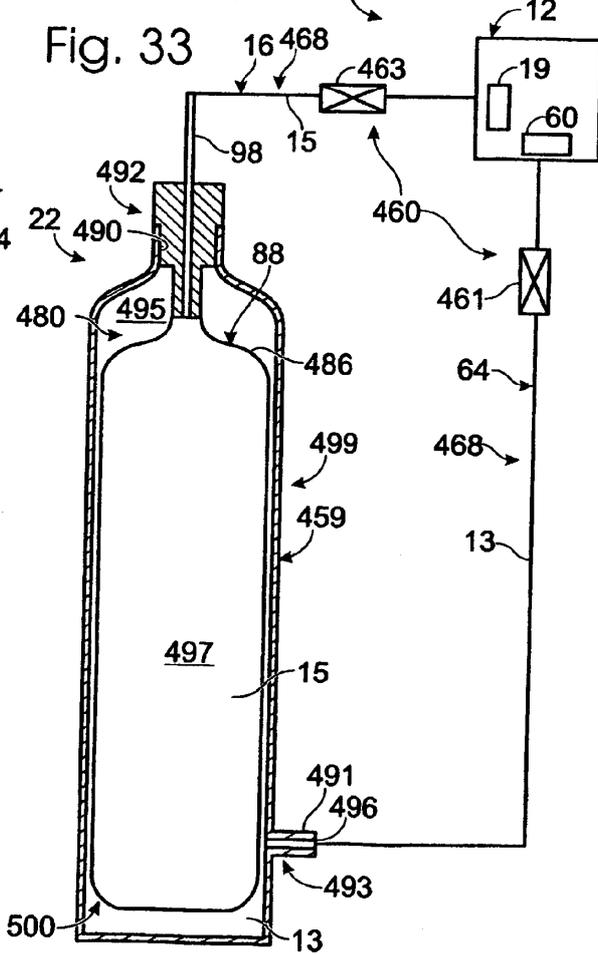


Fig. 31

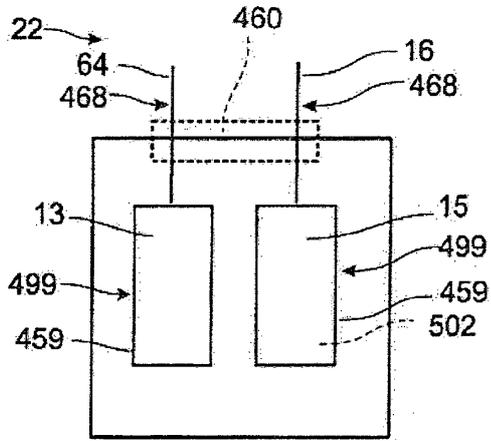


Fig. 34

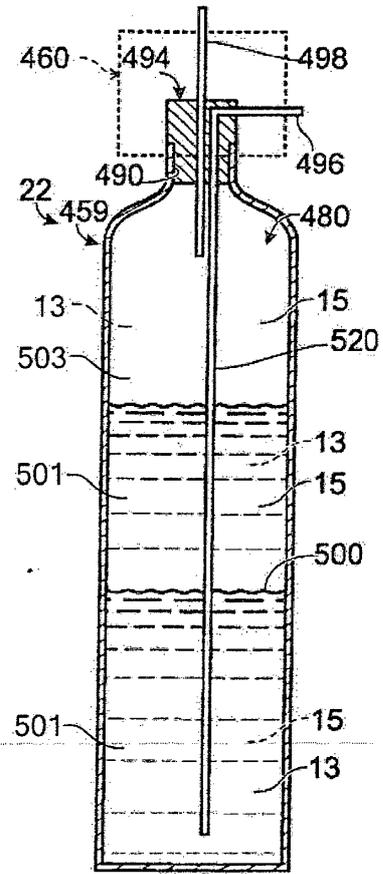


Fig. 35

