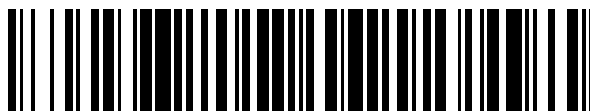


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 548 436**

51 Int. Cl.:

H01M 8/06 (2006.01)

C01B 3/38 (2006.01)

C01B 3/00 (2006.01)

C01B 3/50 (2006.01)

H01M 8/04 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **22.05.2007 E 07795232 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **29.07.2015 EP 2033256**

54 Título: **Unidades de procesamiento de hidrógeno y sistemas productores de hidrógeno y sistemas de celdas combustibles que incluyen los mismos**

30 Prioridad:

22.05.2006 US 802716 P

18.05.2007 US 750806

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

16.10.2015

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**PLEDGER, WILLIAM A.;
POPHAM, VERNON WADE;
STUDEBAKER, R. TODD y
TAYLOR, KYLE**

74 Agente/Representante:

LAZCANO GAINZA, Jesús

ES 2 548 436 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

Unidades de procesamiento de hidrógeno y sistemas productores de hidrógeno y sistemas de celdas combustibles que incluyen los mismos.

5 Solicitudes relacionadas

La presente solicitud reivindica la prioridad de la solicitud de patente Provisional de Estados Unidos serie núm. 60/802,716, que se presentó el 22 de mayo de 2006, y que se tituló HYDROGEN-PRODUCING FUEL PROCESSING ASSEMBLIES AND MEMBRANE-BASED SEPARATION ASSEMBLIES FOR USE THEREWITH y la igualmente titulada solicitud de patente de Estados Unidos serie núm. 11/750,806, que se presentó el 18 de mayo de 2007.

Campo técnico

15 La presente descripción se refiere generalmente a unidades de procesamiento de hidrógeno, y más particularmente a unidades de procesamiento de hidrógeno y componentes de esta para purificar gas de hidrógeno.

Antecedentes de la descripción

20 El gas de hidrógeno purificado se usa en la fabricación de muchos productos que incluyen metales, grasas y aceites comestibles, y semiconductores y componentes microelectrónicos. El gas de hidrógeno purificado es además una fuente de combustible importante para muchos dispositivos de conservación de energía. Por ejemplo, las celdas de combustible usan gas de hidrógeno purificado y un oxidante para producir un potencial eléctrico. Pueden usarse 25 varios procesos y dispositivos para producir gas de hidrógeno. Sin embargo, muchos procesos que producen hidrógeno producen una corriente de gas de hidrógeno impuro, que también se refiere como una corriente de gas mezclado que contiene gas de hidrógeno y otros gases. Previo al suministro de esta corriente a un apilado de celdas de combustible u otro dispositivo que consuma hidrógeno, la corriente de gas mezclado puede ser purificada, tal como para eliminar, al menos, una porción de los otros gases.

30 Un mecanismo apropiado para incrementar la pureza del hidrógeno de la corriente de gas mezclado es utilizar, al menos, un membrana selectiva al hidrógeno para separar la corriente de gas mezclado en una corriente de productos y en una corriente de subproductos. La corriente de productos contiene una mayor concentración de gas de hidrógeno y/o una reducida concentración de uno o más de los otros gases respecto a la corriente de gas mezclado. La corriente de subproductos contiene, al menos, una porción sustancial de uno o más de los otros gases de la corriente de gas mezclado. La purificación de hidrógeno usando una o más membranas selectivas al hidrógeno es un proceso de separación conducido por la presión, en que una o más membranas selectivas al hidrógeno están contenidas en un recipiente a presión. La corriente de gas mezclado contacta la superficie de gas mezclado de la(s) 35 membrana(s), y la corriente de productos se forma de, al menos, una porción de la corriente de gas mezclado que se permea a través de la(s) membrana(s). La corriente de subproductos se forma de, al menos, una porción de la corriente de gas mezclado que no se permea a través de la(s) membrana(s). El recipiente a presión está típicamente sellado para prevenir que los gases entren o salgan del recipiente a presión, excepto a través de puertos o conductos de entrada y salida definidos. Tal unidad de procesamiento de hidrógeno se describe en WO2006050335.

45 Breve descripción de las figuras

La Fig. 1 es una vista esquemática en sección transversal de una unidad de procesamiento de hidrógeno de acuerdo con la presente descripción.

50 La Fig. 2 es una vista esquemática en sección transversal de una unidad de procesamiento de hidrógeno de acuerdo con la presente descripción.

La Fig. 3 es una vista esquemática en sección transversal de un ensamble de membrana de acuerdo con la presente descripción.

La Fig. 4 es una vista esquemática en sección transversal de otro ensamble de membrana de acuerdo con la presente descripción.

55 La Fig. 5 es una vista en despiece de un ejemplo ilustrativo, no exclusivo de una unidad de procesamiento de hidrógeno de acuerdo con la presente descripción.

La Fig. 6 es una vista en planta fragmentaria de porciones del recinto y de la unidad de separación de hidrógeno de la Fig. 5.

60 La Fig. 7 es una vista en planta fragmentaria de porciones del recinto y de la unidad de separación de hidrógeno de la Fig. 5.

La Fig. 8 es una vista en despiece de un ejemplo ilustrativo, no exclusivo de otra unidad de procesamiento de hidrógeno de acuerdo con la presente descripción que incluye una región productora de hidrógeno.

La Fig. 9 es una vista isométrica en despiece de un ejemplo ilustrativo, no exclusivo de otra unidad de separación de hidrógeno de acuerdo con la presente descripción.

La Fig. 10 es una vista en despiece de un ejemplo ilustrativo, no exclusivo de otra unidad de procesamiento de hidrógeno, de acuerdo con la presente descripción, que incluye una región productora de hidrógeno.

La Fig. 11 es una vista isométrica en despiece de un ejemplo ilustrativo, no exclusivo de otra unidad de separación de hidrógeno de acuerdo con la presente descripción.

5 La Fig. 12 es un diagrama esquemático de un sistema de procesamiento de combustible que incluye una unidad de procesamiento de hidrógeno, de acuerdo con la presente descripción, y una fuente de gas de hidrógeno a purificar en la unidad de procesamiento de hidrógeno.

10 La Fig. 13 es un diagrama esquemático de un sistema de procesamiento de combustible que incluye un procesador de combustible productor de hidrógeno integrado con una unidad de procesamiento de hidrógeno, de acuerdo con la presente descripción.

La Fig. 14 es un diagrama esquemático de otro sistema procesador de combustible que incluye un procesador de combustible productor de hidrógeno y una unidad de procesamiento de hidrógeno integrada, de acuerdo con la presente descripción.

15 La Fig. 15 es un diagrama esquemático de un sistema de celda de combustible que incluye una unidad de procesamiento de hidrógeno, de acuerdo con la presente descripción.

Descripción detallada y mejor modo de la descripción

20 La invención se relaciona con una unidad de procesamiento de hidrógeno de acuerdo con la reivindicación 1. Un ejemplo ilustrativo, no exclusivo de una unidad de procesamiento de hidrógeno, de acuerdo con la presente descripción, se ilustra esquemáticamente en la sección transversal en la Fig. 1 y se indica generalmente en 10. La unidad 10 incluye una región de separación de hidrógeno 12 y un recinto 14. El recinto 14 incluye un cuerpo 16 que define un volumen interno 18 que tiene un perímetro interno 20.

25 El recinto 14 puede incluir, al menos, una primera porción 22 y una segunda porción 24 acopladas entre sí para formar el cuerpo 16 en la forma de un recipiente a presión sellado que incluye puertos de salida y entrada definidos que definen las trayectorias del fluido, a través de las cuales los gases u otros fluidos se suministran a o se eliminan del volumen interno del recinto. Las porciones primera y segunda 22, 24 pueden acoplarse entre sí usando cualquier mecanismo o estructura de retención apropiado, 26. Ejemplos de estructuras apropiadas 26 incluyen soldaduras y/o juntas, aunque cualquier mecanismo de retención apropiado se encuentra dentro del alcance de la presente descripción. Ejemplos de sellos que pueden ser usados para proporcionar una interface hermética a fluidos entre las porciones primera y segunda 22, 24 incluyen, pero no se limita a, juntas y/o soldaduras. Adicionalmente o alternativamente, las porciones primera y segunda 22, 24 pueden asegurarse entre sí de forma que, al menos, una cantidad predeterminada de compresión se aplique a varios componentes que definan la región de separación de hidrógeno dentro del recinto y/u otros componentes que puedan incorporarse a la unidad de procesamiento de hidrógeno de acuerdo con la presente descripción. En otras palabras, las porciones primera y segunda 22, 24, cuando están aseguradas entre sí por un mecanismo o estructura de retención apropiado, pueden aplicar una compresión a varios componentes que definan la región de separación de hidrógeno y/u otros componentes alojados dentro de un recinto de una unidad de procesamiento de hidrógeno, para así mantener una posición apropiada de los varios componentes dentro del recinto. Adicionalmente o alternativamente, la compresión aplicada a los varios componentes que definen la región de separación de hidrógeno y/u otros componentes puede proporcionar interfaces herméticas a fluidos entre los varios componentes que definen la región de separación de hidrógeno, los otros varios componentes, y/o entre los componentes que definen la región de separación de hidrógeno y los otros componentes.

45 El recinto 14 incluye una región de gas mezclado 32 y una región permeada 34. Las regiones de gas mezclado y permeada están separadas por la región de separación de hidrógeno 12. Está provisto, al menos, de un puerto de entrada 36 a través del cual una corriente de fluido 38 se suministra al recinto. En un ejemplo esquemáticamente ilustrado mostrado en la Fig. 1, la corriente de fluido 38 se indica ser una corriente de gas mezclado 40 que contiene gas de hidrógeno 42 y otros gases 44 que se suministra a la región de gas mezclado 32. El gas de hidrógeno puede ser un componente mayoritario de la corriente de gas mezclado. Como se ilustra esquemáticamente de alguna forma en la Fig. 1, la región de separación de hidrógeno 12 se extiende entre la región del gas mezclado 32 y la región permeada 34 de forma que el gas en la región de gas mezclado debe pasar a través de la región de separación de hidrógeno para poder entrar en la región permeada. Como se discute en mayor detalle en la presente, esto puede requerir que el gas pase a través de, al menos, una membrana selectiva al hidrógeno. Las regiones permeada y de gas mezclado pueden ser de cualquier tamaño relativo apropiado dentro del recinto.

60 El recinto 14 también puede incluir, al menos, un puerto de salida de producto 46, a través del cual una corriente permeada 48 se elimina de la región permeada 34. La corriente permeada contiene, al menos, una concentración de gas de hidrógeno mayor y una concentración menor de otros gases respecto a la corriente de gas mezclado. Está dentro del alcance de la presente descripción el que la corriente permeada 48 pueda también (pero no se requiere), al menos inicialmente, incluir un componente de gas portador o de barrido, tal que pueda ser suministrado como una corriente de gas de barrido 37 a través de un puerto de gas de barrido 39, que está en una comunicación de fluido con la región permeada. El recinto también incluye, al menos, un puerto de salida de subproducto 50, a través del cual una corriente de subproductos 52 que contiene, al menos, una porción sustancial de otros gases 44 y una

concentración reducida de gas de hidrógeno (relativa a la corriente de gas mezclado) es eliminada de la región de gas mezclado 32.

5 La región de separación de hidrógeno 12 incluye, al menos, una membrana selectiva al hidrógeno 54 que tiene una primera, o superficie de gas mezclado 56, que se orienta para el contacto con la corriente de gas mezclado 40, y una segunda, o superficie permeada 58, que generalmente se opone a la superficie 56. En consecuencia, en el ejemplo
10 ilustrado esquemáticamente de la Fig. 1, la corriente de gas mezclado 40 se suministra a la región de gas mezclado del recinto, de forma tal que entra en contacto con la superficie de gas mezclado de una o más membranas selectivas al hidrógeno. La corriente permeada 48 se forma de, al menos, una porción de la corriente de gas
15 mezclado que pasa a través de la región de separación de hidrógeno a la región permeada 34. La corriente de subproductos 52 se forma de, al menos, una porción de la corriente de gas mezclado que no pasa a través de la región de separación. En algunas modalidades, la corriente de subproductos 52 puede contener una porción de gas de hidrógeno presente en la corriente de gas mezclado. La región de separación puede (pero no se requiere) también adaptarse para atrapar o, de otra manera, retener al menos una porción de otros gases, que pueda ser
20 eliminada como una corriente de subproductos cuando la región de separación se reemplace, regenere, o de otra manera recargue.

En la Fig. 1, las corrientes 37, 40, 48, y 52 representan esquemáticamente que cada una de estas corrientes puede
25 incluir más de una corriente real que fluye hacia o desde el recinto 10. Por ejemplo, el ensamble 10 puede recibir una pluralidad de corrientes de gas mezclado 40, una sola corriente de gas mezclado 40 que se divida en dos o más corrientes antes de contactar la región de separación 12, una sola corriente que se entregue al volumen interno 18, etc. En consecuencia, el recinto 14 puede incluir uno o más puertos de entrada 36. Similarmente, un recinto, 14 de acuerdo con la presente descripción, puede incluir más de un puerto de gas de barrido 39, más de un puerto de salida de producto 46, y/o más de un puerto de salida de subproducto 50.

Las membranas selectivas al hidrógeno pueden formarse de cualquier material permeable al hidrógeno apropiado
30 para usarse en el medio de operación y con los parámetros con que opera la unidad de procesamiento de hidrógeno 10. Los ejemplos ilustrativos, no exclusivos de materiales adecuados para las membranas 54 se describen en las patentes de los Estados Unidos núms. 6,537,352 y 5,997,594, y en la solicitud de patente provisional de Estados Unidos serie núm. 60/854,058. En algunas modalidades, las membranas selectivas al hidrógeno pueden formarse de, al menos, de una de paladio y de una aleación de paladio. Los ejemplos ilustrativos no exclusivos de aleaciones de paladio incluyen aleaciones de paladio con cobre, plata, y/u oro. Sin embargo, las membranas pueden formarse de otros materiales permeables al hidrógeno y/o materiales selectivos al hidrógeno, incluyendo metales y aleaciones de metales, otras que paladio y aleaciones de paladio. Los ejemplos ilustrativos de varias membranas,
35 configuraciones de membranas y métodos para preparar los mismos se describen en las patentes de los Estados Unidos núms. 6,152,995, 6,221,117, 6,319,306, y 6,537,352.

En algunas modalidades, puede usarse una pluralidad de membranas selectivas al hidrógeno separadas 54 en una
40 región de separación de hidrógeno para formar, al menos, una porción de una unidad de separación de hidrógeno 28. Cuando está presente, la pluralidad de membranas puede colectivamente definir uno o más ensambles de membranas, o ensambles de membranas, 30. En tales modalidades, la unidad de separación de hidrógeno 28 puede generalmente extenderse desde la primera porción 22 hasta la segunda porción 24. En consecuencia, las porciones primera y segunda del recinto pueden comprimir efectivamente a la unidad de separación de hidrógeno. Otras configuraciones del recinto 14 están igualmente dentro del alcance de la presente descripción. Por ejemplo, en algunas modalidades, el recinto 14 puede adicionalmente o alternativamente incluir placas extremas acopladas a
45 lados opuestos de una parte del cuerpo. En tales modalidades, las placas extremas pueden comprimir efectivamente a la unidad de separación de hidrógeno 28 (y a otros componentes que puedan estar alojados dentro del recinto) entre el par de placas extremas opuestas.

50 La purificación de hidrógeno usando una o más membranas selectivas al hidrógeno es típicamente un proceso de separación conducido por la presión en que la corriente de gas mezclado se entrega al contacto con las superficies de gas mezclado de las membranas a una presión mayor que la de los gases en la región permeada de la región de separación de hidrógeno. Aunque no se requiera en todas las modalidades, la región de separación de hidrógeno puede calentarse vía cualquier mecanismo apropiado hasta una temperatura elevada cuando la región de
55 separación de hidrógeno se utiliza para separar la corriente de gas mezclado en las corrientes de permeados y de subproductos. Los ejemplos ilustrativos de temperaturas de operación adecuadas para la purificación de hidrógeno usando membranas de paladio y aleaciones de paladio incluyen temperaturas de al menos 275 °C, temperaturas de al menos 325 °C, temperaturas de al menos 350 °C, temperaturas en el intervalo de 275-500 °C, temperaturas en el intervalo de 275-375 °C, temperaturas en el intervalo de 300-450 °C, temperaturas en el intervalo de 350-450 °C, y similares.

En algunas modalidades, y como se ilustra esquemáticamente en la Fig. 1, las unidades de procesamiento de
60 hidrógeno 10 pueden, aunque no se requiere, incluir más aún una región productora de hidrógeno 70. Los ejemplos ilustrativos de regiones productoras de hidrógeno adecuadas para la incorporación en unidades de procesamiento de hidrógeno 10 de la presente descripción se describen en la solicitud de patente de los Estados Unidos con

número de serie 11/263,726 y la solicitud de patente provisional e Estados Unidos serie núm. 60/802,716. En tales modalidades, las porciones primera y segunda 22, 24 del cuerpo 16 pueden comprimir efectivamente ambas la unidad de separación de hidrógeno y a uno o más componentes de la región productora de hidrógeno.

5 En las modalidades que incorporan una región productora de hidrógeno 70, la corriente de fluido (38) que se suministra al volumen interno del recinto 14 puede ser en forma de uno o más fluidos productores de hidrógeno, o corrientes de alimentación, 72. La corriente, o las corrientes, de alimentación se suministran a la región productora de hidrógeno 70, que puede incluir un catalizador apropiado 73 para catalizar la formación de gas de hidrógeno a partir de la(s) corriente(s) de alimentación suministrada(s) a la misma. Los ejemplos ilustrativos no exclusivos de corriente(s) de alimentación 72 incluyen agua 74 y/o una materia prima que contiene carbono 76, que (cuando presente) puede suministrarse en las mismas o separadas corrientes de fluidos.

10 En la región productora de hidrógeno, la(s) corriente(s) de alimentación reaccionan químicamente para producir gas de hidrógeno de ahí en la forma de corriente de gas mezclado 40. En otras palabras, más que recibir una corriente de gas mezclado 40 desde una fuente externa (como se ilustra esquemáticamente con una flecha sólida en la Fig. 1), las unidades de procesamiento de hidrógeno 10, de acuerdo con la presente descripción, pueden opcionalmente incluir una región productora de hidrógeno 70 que se aloje dentro del propio recinto 14. Esta región productora de hidrógeno produce corriente de gas mezclado 40 (ilustrada esquemáticamente como una flecha discontinua en la Fig. 1) que contiene gas de hidrógeno 42 y otros gases 44 dentro del recinto, y esta corriente de gas mezclado entonces se suministra a la región de gas mezclado 32 y se separa en la corriente de permeado y de subproducto por la región de separación de hidrógeno 12, como se ha discutido anteriormente e ilustrado esquemáticamente en la Fig. 1.

15 Los ejemplos ilustrativos no exclusivos de mecanismos adecuados para producir corriente de gas mezclada 40 a partir de una o más corriente(s) de alimentación incluye un reformado al vapor y un reformado autotérmico, en los que los catalizadores de reformación se usan para producir gas de hidrógeno a partir de, al menos, una corriente de alimentación 72 que contiene agua 74 y una materia prima que contiene carbono 76. En un proceso de reformado al vapor, la región productora de hidrógeno 70 puede referirse como una región de reformación, y una salida, o corriente de mezcla de gases 40 puede ser referida a como una corriente reformada. 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 que se adapta para suministrar una corriente de aire a la región productora de hidrógeno. 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 después del inicio de la reacción de oxidación.

20 Los ejemplos ilustrativos no exclusivos de otros mecanismos adecuados para producir gas de hidrógeno incluyen pirólisis y oxidación parcial catalítica de una materia prima que contiene carbono, en cuyo caso la corriente de alimentación incluye una materia prima que contiene carbono y no contiene agua (o no la necesita). Un ejemplo ilustrativo no exclusivo adicional de otro mecanismo para producir gas de hidrógeno es la electrólisis, en cuyo caso la corriente de alimentación incluye agua pero no una materia prima que contiene carbono. Los ejemplos ilustrativos no exclusivos de materias prima adecuadas que contienen carbono incluyen al menos un hidrocarburo o alcohol. Los ejemplos ilustrativos no exclusivos de hidrocarburos adecuados incluyen metano, propano, butano, gas natural, diésel, keroseno, gasolina y similares. Los ejemplos ilustrativos no exclusivos de alcoholes adecuados incluyen metanol, etanol, y polioles, tales como etilenglicol y propilenglicol. Dentro del alcance de la presente descripción una unidad de procesamiento de hidrógeno 10 que incluye una región productora de hidrógeno 70 puede utilizar más de un mecanismo de producción de hidrógeno sencillo en la región productora de hidrógeno.

25 La Fig. 2 ilustra esquemáticamente un ejemplo ilustrativo, no exclusivo de una unidad de procesamiento de hidrógeno 10 desde una perspectiva ligeramente diferente a la ilustrada esquemáticamente en la Fig. 1. Esto es, la Fig. 2 puede ser descrita como una vista esquemática en planta de una sección transversal de un ejemplo ilustrativo, no exclusivo de una unidad de procesamiento de hidrógeno 10. En la Fig. 2, la unidad de separación de hidrógeno 28 está posicionada dentro del volumen interno 18 del recinto 14 en una relación espaciada respecto a, al menos, una porción del perímetro interno 20 del cuerpo 16. La unidad de separación de hidrógeno 28 puede ser descrita como poseyendo un perímetro exterior 60. Para unidades de separación de hidrógeno que contienen uno o más membranas planas, o generalmente planas, este perímetro exterior puede describirse como siendo medido en, o paralelo al, el plano de la(s) membrana(s). Esto es, el perímetro exterior 60 puede referirse como, al menos, una porción de la superficie generalmente externa de una región de separación de hidrógeno, una unidad de separación de hidrógeno, o un ensamble de membrana. En consecuencia, en el ejemplo ilustrado esquemáticamente en la Fig. 2, la región permeada 34 puede describirse como estando definida entre, al menos, una porción del perímetro externo 60 y, al menos, una porción del perímetro interno 20 del cuerpo 16. En tales modalidades, la región permeada está en comunicación de fluidos directa con el perímetro interno del cuerpo. Presentado de forma

diferente, la corriente permeada 48 sale de la región de separación de hidrógeno 28 directamente al volumen interno 18 del recinto 14.

5 Varias configuraciones de la relación entre la unidad de separación de hidrógeno 28 y el perímetro interno 20 están dentro del alcance de la presente descripción. Por ejemplo, y como se ilustra esquemáticamente en la Fig. 2, la región permeada 34 puede estar definida entre un perímetro externo entero (esto es, un perímetro entero como se ve desde una sección transversal específica pero no necesariamente la superficie externa entera) de la unidad de separación de hidrógeno 28 y de, al menos, una porción perímetro interno 20 del cuerpo del recinto 16. Adicionalmente o alternativamente, la región permeada puede definirse como entre, al menos, una mayor parte de un perímetro externo de la unidad de separación de hidrógeno y, al menos, una porción del perímetro interno del cuerpo del recinto. Por ejemplo, y como se ha discutido anteriormente, en algunas modalidades, la unidad de separación de hidrógeno está directamente o indirectamente comprimida entre las porciones del recinto y, por lo tanto, las porciones del perímetro externo, o superficie externa, de la unidad de separación de hidrógeno que están en contacto directo o indirecto con el cuerpo del recinto, pueden no definir una porción de la región permeada. Adicionalmente o alternativamente, y como se ilustra esquemáticamente en líneas discontinuas en la Fig. 2, la estructura adicional 62 puede prevenir que una porción del perímetro externo de la unidad de separación de hidrógeno y una porción del perímetro interno del cuerpo definan la región permeada. En algunas de tales modalidades, el perímetro externo de la unidad de separación de hidrógeno puede describirse como teniendo dos porciones generalmente opuestas 64, 66, y, por lo tanto, la región permeada definida entre, al menos, dos porciones generalmente opuestas 68, 69 del perímetro interno 20 del cuerpo 16 y las dos porciones generalmente opuestas 64, 66 del perímetro externo 60 de la unidad de separación de hidrógeno.

Adicionalmente o alternativamente, en las modalidades donde el recinto 14 incluye, al menos, una primera porción y una segunda porción acopladas entre sí para formar el cuerpo 16, la relación espaciada de la unidad de separación de hidrógeno y, al menos, una porción del perímetro interno 20 del cuerpo del recinto 16 puede mantenerse por la compresión entre la primera y segunda porción del cuerpo. En otras palabras, para mantener la relación espaciada entre la unidad de separación de hidrógeno y el cuerpo del recinto, la unidad de procesamiento de hidrógeno 10 puede ensamblarse de forma tal que la compresión entre las porciones del cuerpo prevengan que la unidad de separación de hidrógeno se mueva dentro del recinto relativo al cuerpo.

Las Fig. 3 y 4 ilustran esquemáticamente ejemplos no exclusivos de ensambles de membrana 30 que pueden ser usados en unidades de procesamiento de hidrógeno, de acuerdo con la presente descripción. En algunas modalidades, los ensambles de membrana 30 pueden formar, al menos, una porción de una unidad de separación de hidrógeno 28. Como se ilustra esquemáticamente en las Fig. 3 y 4, los ensambles de membrana 30 pueden (pero no se requiere) ser generalmente planas. Esto es, los ensambles de membrana pueden generalmente tener lados paralelos opuestos. Similarmente, los ensambles de separación de hidrógeno, que pueden incluir uno o más ensambles de membrana, pueden igualmente (pero no se requiere) ser generalmente planas. Los ensambles de membrana y, por lo tanto, las unidades de separación de hidrógeno, de acuerdo con la presente descripción incluyen, al menos, una membrana selectiva al hidrógeno 54 y, al menos, una región de recolección 78 que está adyacente a la superficie permeada 58 de, al menos, una membrana selectiva al hidrógeno. La región de recolección del ensamble de membrana es un conducto, canal, u otra región a través de la cual la corriente permeada 48 viaja, o fluye, desde la superficie permeada 58 de la membrana a la región permeada del volumen interno.

En algunas modalidades, la región de recolección puede estar en comunicación de fluido directa con la región permeada del volumen interno del recinto y, así, también en comunicación de fluido directa con el perímetro interno del recinto. En tal modalidad, la corriente de gas permeado fluye directamente desde la región de recolección, que es al menos sustancialmente (si no completamente) coextensiva con una o más membranas selectivas al hidrógeno de la unidad de separación de hidrógeno, dentro de la región permeada (que está en el exterior de la unidad de separación de hidrógeno) sin que fluya a través de una serie de pasajes de flujos definidos por juntas y/o definidos por distribuidores.

La corriente permeada puede, en tal modalidad, salir del ensamble de membrana y/o de la unidad de separación de hidrógeno en una dirección que generalmente es paralela a la membrana, al ensamble de membrana, y/o a la unidad de separación de hidrógeno. Presentado de forma diferente, en algunas modalidades, la unidad de separación de hidrógeno puede configurarse de forma tal que la corriente permeada salga del ensamble de membrana y/o de la unidad de separación de hidrógeno en una dirección generalmente paralela a la unidad selectiva al hidrógeno. En algunas modalidades, la unidad selectiva al hidrógeno puede configurarse para minimizar la trayectoria, o longitud, del flujo a través de la cual el gas permeado debe viajar a través de conducto de recolección del ensamble de membrana.

Adicionalmente o alternativamente, en algunas modalidades, la unidad de separación de hidrógeno puede configurarse de manera tal que la corriente permeada salga de la unidad de separación de hidrógeno en una dirección generalmente paralela al plano de la membrana selectiva al hidrógeno. Adicionalmente o alternativamente, la unidad de separación de hidrógeno puede adaptarse para recibir la corriente de gas mezclado 40 desde una primera dirección y configurarse de forma tal que la corriente permeada salga de la unidad de separación de

hidrógeno en una segunda dirección, generalmente perpendicular a la primera dirección. Adicionalmente o alternativamente, la unidad de separación de hidrógeno puede configurarse de forma tal que la corriente permeada fluya desde la superficie permeada a la región permeada en una dirección generalmente paralela a la superficie permeada de la(s) membrana(s). Adicionalmente o alternativamente, la unidad de separación de hidrógeno puede configurarse de forma tal que la corriente permeada fluya a través de la región de recolección en una dirección generalmente paralela al plano de, al menos, una membrana selectiva al hidrógeno.

Algunos ensambles de membrana, de acuerdo con la presente descripción, pueden no incluir juntas permeadas que asistan la formación de sellos de gases alrededor de la periferia de la superficie permeada de las membranas selectivas al hidrógeno y de estructuras adyacentes. Esto es, tales ensambles de membrana, de acuerdo con la presente descripción, pueden no incluir juntas que suministren sellos alrededor de todo el perímetro de la superficie permeada de las membranas selectivas al hidrógeno. La ausencia de una junta permeada o de otro sello continuo asociado con la superficie permeada de una membrana selectiva al hidrógeno puede proporcionar una mayor separación de hidrógeno y una mayor vida de membrana que otras configuraciones para ensambles de separación basados en membranas. La ausencia de la junta permeada puede reducir la posibilidad de arrugas, pliegues, u otras fuerzas sobre la membrana selectiva al hidrógenos, tales que sean sensibles al ciclo térmico de las membranas. Este ciclo térmico, y las fuerzas resultantes sobre las membranas, pueden tener una mayor posibilidad de causar huecos, grietas, y/o trayectorias de escape a formarse en las membranas cuando se usan juntas permeadas.

La región de recolección 78 puede definirse por varia(s) estructura(s) incorporadas al ensamble de membrana 30 o a la unidad de separación de hidrógeno 28 para soportar la(s) membrana(s) tal que la(s) superficie(s) permeada(s) de la(s) membrana(s) se soportan de una manera que permiten que el gas pase a través de la membrana para ser recolectado y extraído para formar la corriente de gas permeado. Por ejemplo, la región de recolección puede definirse mediante un soporte, tal como una estructura de tamiz 80 que incluya, al menos, un tamiz. La estructura de tamiz 80 puede (pero no se requiere) incluir una pluralidad de miembros de tamices que incluyan miembros de tamices de aspereza variable. Por ejemplo, la estructura de tamiz 80 puede incluir un tamiz de malla áspera emparedada entre tamices de malla fina, donde los términos "fino" y "áspero" son términos relativos. En algunas modalidades, los miembros de tamiz externos se seleccionan para soportar membranas 54 sin perforar las membranas y sin tener suficientes aberturas, bordes u otras proyecciones que pueden perforar, debilitar o de cualquier otra manera dañar la membrana bajo las condiciones de operación con las que el ensamble 10 opera. Algunas modalidades de la estructura de tamiz 80 pueden usar un miembro interior de aspereza relativa para proporcionar que los conductos de flujo paralelos se realcen, o sean más grandes, aunque ello no se requiere en todas las modalidades. En otras palabras, los tamices de mallas más finas pueden proporcionar una mejor protección a las membranas, mientras que el(los) tamiz (tamices) de malla áspera pueden proporcionar un mejor flujo, generalmente paralelo a las membranas, y en algunas modalidades pueden seleccionarse para que sean más rígidos, o menos flexibles, que los tamices de malla más fina.

Adicionalmente o alternativamente, los ensambles de membrana pueden incorporar la estructura de tamiz 80 directamente adyacente a la superficie permeada de una membrana selectiva al hidrógeno. En otras palabras, el ensamble de membrana 30 y, por tanto, las unidades de separación de hidrógeno 28, pueden construirse sin una junta directamente adyacente a la superficie permeada de la membrana. Presentado de forma diferente, en algunas modalidades, las unidades de separación de hidrógeno no incluyen una junta entre la superficie permeada y el tamiz adyacente u otra estructura soporte.

Los ensambles de membrana que se ilustran esquemáticamente en las Fig. 3 y 4 pueden describirse como teniendo regiones de recolección 78 que son generalmente paralelas a, al menos, una membrana selectiva al hidrógeno 54. Adicionalmente o alternativamente, la región de recolección puede describirse como siendo generalmente coextensiva con, al menos, una membrana selectiva al hidrógeno.

El ejemplo no exclusivo de un ensamble de membrana 30 ilustrado en la Fig. 3 incluye solo una membrana selectiva al hidrógeno simple, y puede referirse como un ensamble de membrana simple 88. El ensamble de membrana simple 88 incluye una región de recolección 78 definida entre la superficie permeada 58 de la membrana y una estructura de barrera 82. La estructura de barrera 82 puede ser cualquier estructura apropiada que incluya una superficie 84 generalmente opuesta a la superficie permeada 58 de la membrana 54 y a través de la cual el gas que se permea dentro del conducto de recolección no pase. En su lugar, la estructura de barrera, que generalmente está opuesta a la superficie permeada de la membrana 54, y separada de ahí, define un límite que redirecciona el flujo del gas permeado a lo largo del conducto de recolección. Como ejemplos ilustrativos, no exclusivos, la estructura de barrera 82 puede ser una placa u otra estructura incorporada a la unidad de separación de hidrógeno. Adicionalmente o alternativamente, la estructura de barrera 82 puede ser una pared de un recinto, u otro componente, de una unidad de procesamiento de hidrógeno, de acuerdo con la presente descripción. Cualquier estructura apropiada que defina el conducto de recolección 78 entre sí y una membrana selectiva al hidrógeno se encuentra dentro del alcance de la presente descripción.

Como se ilustra esquemáticamente en la Fig. 4, los ensambles de membrana (y así las unidades de separación de hidrógeno), de acuerdo con la presente descripción, puede incluir una pluralidad de membranas selectivas al

5 hidrógeno. El ejemplo no exclusivo de un ensamble de membrana 30 ilustrado en la Fig. 4 incluye un par de membranas selectivas al hidrógeno 54, y puede referirse como un ensamble de membrana doble 90. En el ensamble de membrana doble 90, las respectivas superficies permeadas 58 generalmente se encuentran frente a frente y están separadas para definir una región de recolección 78 a través de la cual fluye la corriente permeada a la región permeada del volumen interno del recinto. Como se ha discutido anteriormente, los ensamblajes de membrana 30, y así los ensamblajes de membrana doble 90, pueden (pero no se requiere) incluir una estructura de tamiz 80 que defina el conducto de recolección. Presentado de forma diferente, la estructura de tamiz 80 puede ser generalmente coextensiva con la superficie permeada separada y opuesta a un par de membranas selectivas al hidrógeno.

10 Adicionalmente o alternativamente, y como se ilustra esquemáticamente en las Fig. 3 y 4, los ensamblajes de membrana 30 (y así las unidades de separación de hidrógeno 28), de acuerdo con la presente descripción, pueden incluir una estructura alternativa apropiada 86 que se configure para definir un conducto de recolección. Por ejemplo, la estructura soporte 86 puede incluir una junta u otro espaciador que generalmente crea un canal, conducto, u otra región apropiada adyacente a la(s) superficie(s) permeada(s) de una o más membranas selectivas al hidrógeno.

15 Presentado de forma diferente, la estructura soporte apropiada 86 puede configurarse para espaciar una membrana selectiva al hidrógeno, tanto de una membrana selectiva al hidrógeno correspondiente, como en un ensamble de membrana doble 90, o separada de una estructura de barrera apropiada 82, como en un ensamble de membrana simple 88, para definir un canal, conducto, u otra región entre ellos que defina una región de recolección para el flujo de una corriente permeada de una o más membranas a la región permeada de una unidad de procesamiento de hidrógeno.

20

25 Adicionalmente o alternativamente, unidades de separación de hidrógeno, de acuerdo con la presente descripción, pueden incluir más de un ensamble de membrana. Tal ensamble de ensamblajes de membranas múltiples puede describirse como los propios ensamblajes de membrana o como unidades de separación de hidrógeno. En algunas modalidades, una unidad de separación de hidrógeno puede incluir ensamblajes de membrana que tienen varias configuraciones. Por ejemplo, un ejemplo no exclusivo de una unidad de separación de hidrógeno, de acuerdo con la presente descripción, puede incluir un ensamble de membrana simple 88 adyacente a un ensamble de membrana doble 90. En tal configuración, la unidad de separación de hidrógeno puede describirse como incluyendo una pluralidad de membranas selectivas al hidrógeno separadas que incluye un par de membranas con sus respectivas superficies permeadas generalmente frente a frente entre sí y separadas para definir una región de recolección. La pluralidad de membranas puede más aún incluir, al menos, una tercera membrana con su superficie de gas mezclado generalmente enfrente y separada de la superficie de gas mezclado de una de las membranas del par de membranas. En tal configuración, el espacio definido entre las dos superficies de gas mezclado puede definir, al menos, una porción de la región de gas mezclado del recinto de una unidad de procesamiento de hidrógeno, de acuerdo con la presente descripción. Los ejemplos ilustrativos no exclusivos de unidades de separación de hidrógeno que incluyen estas características se ilustran en las Fig. 8 y 11 y se describen en mayor detalle más abajo.

30

35

40 Las Fig. 5-11 ilustran varios ejemplos ilustrativos no exclusivos de modalidades de unidades de procesamiento de hidrógeno 10, y los componentes de ellos, de acuerdo con la presente descripción. Los ensamblajes 10, de acuerdo con la presente descripción, en tanto ilustrados en las Fig. 5-11 con numerales semejantes que corresponden a los varios componentes y a las porciones de ellos, etc. introducidos anteriormente, no se limitan a tales configuraciones ilustradas. Por ejemplo, la forma, número, y localización de varios componentes, incluyendo, pero no limitados a, los puertos de entrada y salida, la unidad de separación de hidrógeno, los ensamblajes de membrana dentro de la unidad de separación de hidrógeno, la región productora de hidrógeno (si la hubiese), etc., no se limitan a las configuraciones ilustradas. Los ejemplos ilustrativos no exclusivos de recintos que tienen varias formas y configuraciones diferentes de aquellas que se ilustran en la presente descripción, y que pueden usarse y/o modificarse para ser usados para las unidades de procesamiento de hidrógeno, de acuerdo con la presente descripción, se describen en las patentes de los Estados Unidos núms. 6,494,937, 6,569,227, 6,723,156, y 6,719,832, y solicitudes de patente de los Estados Unidos serie núms. 11/263,726, y 11/638,076.

45

50

55 En la Fig. 5, un ejemplo de una construcción apropiada para una unidad de procesamiento de hidrógeno 10, que no incluye una región productora de hidrógeno, es mostrada en una condición no ensamblada, explotada, y generalmente se indica en 100. Como se muestra en la Fig. 5, el recinto del ensamble 100 incluye una primera porción de cuerpo 22 y una segunda porción de cuerpo 24. Durante el ensamblaje del ensamble 100, la unidad de separación de hidrógeno 28 se posiciona en un volumen interno 16 de forma que la región permeada se define entre, al menos, una porción del perímetro 60 de la unidad de separación de hidrógeno y, al menos, una porción del perímetro interior 20 de la primera porción del cuerpo 22. En otras palabras, la unidad de separación de hidrógeno se coloca dentro del volumen interno de la primera porción de cuerpo 16 de forma tal que esté en una relación espaciada respecto al perímetro interno de la primera porción de cuerpo para definir una región permeada entre ellas. Entonces, la segunda porción de cuerpo 24 se posiciona, al menos parcialmente, dentro de la abertura a la primera porción de cuerpo 22 para comprimir la unidad de separación de hidrógeno dentro del volumen interno. Una soldadura de sello u otro mecanismo o estructura de sello apropiado puede entonces aplicarse a la interface de las porciones de cuerpos para crear una interface hermética a fluidos. Como se ha discutido, está dentro del alcance de la presente descripción el que cualquier mecanismo de retención apropiado puede usarse para proporcionar una

60

65

interface hermética al flujo entre los porciones de cuerpos del recinto y para proporcionar, más aún, una cantidad apropiada de compresión a la unidad de separación de hidrógeno dentro del recinto, tal como para proporcionar y/o mantener sellos internos y/o trayectorias de flujo entre y/o dentro de los varios componentes de la unidad de separación de hidrógeno.

5 El ejemplo ilustrativo no exclusivo del recinto 14 mostrado en la Fig. 5 incluye más aún un puerto de entrada 36 para recibir una corriente de gas mezclado para el suministro a la región de gas mezclado del volumen interno, un puerto de salida de producto 46 para eliminar la corriente permeada rica en hidrógeno, un puerto de salida de subproducto 50 para eliminar los gases de subproducto.

10 El ejemplo ilustrativo no exclusivo de unidad de separación de hidrógeno 28 ilustrada en la Fig. 5 puede describirse como generalmente plana y, como se ha ilustrado por las flechas múltiples extendidas de arriba hacia abajo (como se observa en la Fig. 5) de la unidad de separación de hidrógeno, la corriente rica en hidrógeno, o permeada, sale de la unidad de separación de hidrógeno en una dirección generalmente paralela al plano de la unidad de separación de hidrógeno y entra en la región permeada del volumen interno desde una dirección generalmente paralela al plano de la unidad de separación de hidrógeno y las membranas selectivas al hidrógeno localizadas en ella. La unidad de separación de hidrógeno ilustrada en la Fig. 5 incluye conductos de distribución de gas 140 y 170, que definen, al menos, porciones de la región de gas mezclado y que proporcionan trayectorias de flujo de gas mezclado y de corrientes de subproducto, respectivamente, a través de la unidad de separación de hidrógeno. En otras palabras, la corriente de gas mezclado entra en el recinto vía la entrada 36. La porción de la corriente de gas mezclado que no pasa a través de la membranas selectivas al hidrógeno (esto es, la corriente de subproductos 52) es forzada dentro del conducto de distribución 170 y después fuera del puerto de salida de subproducto 50. La porción de la corriente de gas mezclado que sí pasa a través de las membranas selectivas al hidrógeno forma la corriente permeada 48, que es forzada dentro de la región permeada del volumen interno y, subsecuentemente, es expulsada del recinto vía el puerto de salida de producto 46.

25 El recinto 14 también se ilustra como incluyendo cantidades opcionales 150, que deben ser usadas para posicionar el recinto 14 con respecto a otros componentes de un sistema de generación de hidrógeno y/o un sistema de celda de combustible, etc.

30 Como se muestra en las Fig. 5-7, la primera porción de cuerpo 22 puede incluir, al menos, una proyección, o guía, 146 que se extiende dentro del volumen interno 16 para alinear o, de otra manera, posicionar la región de separación de hidrógeno dentro del volumen interno del recinto. En la Fig. 5, se ilustran dos pares de guías 146, pero está dentro del alcance de la presente descripción el que ninguna guía, una guía, o cualquier número de guías, puedan ser utilizadas. Cuando más de una guía es utilizada, las guías pueden tener el mismo o diferentes tamaños, formas, y/u orientaciones relativas dentro del recinto.

35 Como además se muestra en las Fig. 5-7, la unidad de separación de hidrógeno 28 puede incluir nichos 152 que se dimensionan para recibir las guías 146 de la porción de cuerpo cuando el ensamble de membrana se inserta dentro del volumen interno 16. Presentado de forma diferente, los nichos en la unidad de separación de hidrógeno se diseñan para alinearse con las guías que se extienden dentro del volumen interno del recinto para posicionar la unidad de separación de hidrógeno en una orientación seleccionada dentro del compartimento. En consecuencia, la primera porción de cuerpo puede describirse como proporcionando una alineación de guías para la unidad de separación de hidrógeno. En la Fig. 5, puede observarse que la segunda porción de cuerpo 24 además puede incluir los nichos 152. Los nichos 152 pueden guiar, o alinear, las porciones primera y segunda cuando las porciones se ensamblan para formar el recinto. Las guías ilustradas y los nichos no son requeridos en todos los recintos y/o unidades de separación de hidrógeno y/o componentes de ellos, de acuerdo con la presente descripción.

40 Como se ha discutido y como de alguna manera se ha ilustrado esquemáticamente en las Fig. 6-7, al menos, una porción del perímetro 60 de la unidad de separación de hidrógeno 28 no se sella contra, al menos, una porción del perímetro interno 20 del volumen interno. En su lugar, un pasaje de gas, o canal 176 existe entre la unidad de separación de hidrógeno 28 y el perímetro interno 20 para formar, al menos, una porción de la región permeada 34 del volumen interno. El tamaño del pasaje 176 puede variar dentro del alcance de la presente descripción, y puede ser menor que el representado para el propósito de la ilustración. El gas rico en hidrógeno, o corriente permeada, puede fluir a través de este pasaje y ser sacado del recinto a través del puerto de salida de producto.

45 Como se ha ilustrado en la Fig. 6, las unidades de separación de hidrógeno 28, de acuerdo con la presente descripción, pueden (pero no se requiere) incluir espaciadores, o protrusiones, 124 que se extiendan desde, al menos, una porción del perímetro exterior 60 y ayuden a posicionar la unidad de separación de hidrógeno dentro del recinto en su relación espaciada, como se describe en la presente. Por ejemplo, en el ejemplo ilustrado, los espaciadores 124 pueden ser generalmente trapezoidales en forma y pueden extenderse desde uno o más de los varios componentes que conforman una unidad de separación de hidrógeno, aunque cualquier forma apropiada se encuentra dentro del alcance de la presente descripción. En algunas modalidades, los espaciadores 124 pueden extenderse desde una o más placas de alimentación y/o placas de sellado que puedan incorporarse dentro de una

unidad de separación de hidrógeno. En algunas de tales modalidades, los espaciadores pueden ser (pero no se requiere que sean) menores que el grosor total de la placa asociada. Cuando se usan, los espaciadores 124 no se extienden a través de todo el grosor de la unidad de separación de hidrógeno de forma que ellos no bloquean el flujo del gas permeado dentro de la región permeada 34. Los espaciadores se extienden desde la unidad de separación de hidrógeno hasta, o hacia, el perímetro interior del recinto interno, y en algunas modalidades pueden extenderse en contacto con el recinto interno.

Adicionalmente o alternativamente, los espaciadores que se extienden desde el perímetro interno 20 del recinto interno están igualmente dentro del alcance de la presente descripción, y los espaciadores similares 124 pueden ayudar en el posicionamiento de la unidad de separación de hidrógeno dentro del recinto y, de ese modo, mantener la relación espaciada entre los dos. Cualquier mecanismo, componente, y/o estructura apropiada para mantener la relación espaciada entre, al menos, una porción del perímetro exterior de la unidad de separación de hidrógeno y el perímetro interior del cuerpo del recinto está dentro del alcance de la presente descripción.

Una ranura opcional 126 puede extenderse dentro de la primera porción de cuerpo 22 del recinto, como se ilustra en la Fig. 6. La ranura 126 puede agrandar efectivamente la región permeada 34 y, de esta manera, ayudar en el flujo del gas permeado a través del pasaje de gas 176 y así de la región permeada 34 al puerto de salida de producto 46 por el incremento del espacio entre, al menos, una porción del perímetro externo de la unidad de separación de hidrógeno y, al menos, una porción del perímetro interno del cuerpo. La ranura, cuando presente, puede ser descrita como definiendo, al menos, una porción de un pasaje de gas permeado a través del cual el gas permeado fluye desde la unidad de separación de hidrógeno al puerto de salida de producto. Como se ha mencionado anteriormente, el tamaño relativo del canal 176, y más aún de la ranura 126, pueden variar dentro del alcance de la presente descripción respecto al representado en la Fig. 6 para los propósitos de ilustración.

Como se ilustra en las Fig. 5-11, y quizás mejor visto en la Fig. 7, las varias placas y juntas que forman una unidad de separación de hidrógeno, de acuerdo con la presente descripción, pueden tomar tamaños con formas asimétricas para que estos componentes solo puedan localizarse en el recinto en una configuración predeterminada. Esto no es requerido, pero puede ayudar en el ensamble de componentes ya que estos no pueden colocarse inadvertidamente en la carcasa en una configuración hacia atrás o invertida. En el ejemplo ilustrativo, no exclusivo de una forma asimétrica adecuada, una región de esquina 128 de la unidad de separación de hidrógeno tiene una forma diferente de otras regiones de esquina, y esta diferencia es suficiente para permitir que esa esquina sea únicamente insertada dentro de las regiones de esquina correspondientes del volumen interno del compartimento. El ejemplo no exclusivo ilustrado en la Fig. 7 incorpora una esquina más cuadrada que las otras tres esquinas de las unidades de separación de hidrógeno ilustradas en la presente, aunque cualquier forma apropiada de una o más regiones de esquinas que facilite el adecuado posicionamiento de la unidad de separación de hidrógeno dentro de un recinto está dentro del alcance de la presente descripción. Adicionalmente o alternativamente, las regiones otras que las regiones de esquinas, pueden facilitar la misma funcionalidad. En consecuencia, algunos recintos de acuerdo con la presente descripción pueden describirse como siendo etiquetados, o indexados, para definir la orientación de las juntas, marcos, soportes y componentes similares que se apilan en la presente.

Como además se ilustra mejor en la Fig. 7, algunas unidades de separación de hidrógeno y recintos, de acuerdo con la presente descripción, pueden configurarse para que la relación espaciada entre los dos no se extienda alrededor de todos los perímetros de ellos. Por ejemplo, y como se ilustra en la Fig. 7, los componentes que definen una unidad de separación de hidrógeno y/u otros componentes que puedan estar alojados dentro de un recinto, de acuerdo con la presente descripción, pueden incluir una región extrema 130 que se conforma de forma tal que no proporciona (o al menos mínimamente proporciona) un canal o espacio entre la región extrema 130 y el perímetro interior 20 del cuerpo de recinto. Tal configuración, junto con los espaciadores opcionales 124 discutidos antes e ilustrados en la Fig. 6, pueden de esta manera ayudar en el posicionamiento y mantenimiento de la unidad de separación de hidrógeno (y/u otros componentes) en una relación espaciada respecto al perímetro interior del cuerpo del recinto. Adicionalmente o alternativamente, tal configuración puede ayudar en el direccionamiento del gas permeado que entra en el canal 176 desde las regiones de recolección de los ensambles de membrana al puerto de salida de producto del recinto. Esto es, debido a que el proceso de purificación de hidrógeno, de acuerdo con la presente descripción, es un proceso conducido por la presión, con la reducción de la distancia requerida para que el gas permeado tenga que viajar para salir del recinto, se reduce la caída de presión asociada con ella y así se puede proporcionar un mayor flujo de hidrógeno, como se ha discutido anteriormente.

En la Fig. 8, un ejemplo ilustrativo, no exclusivo de una construcción apropiada de una unidad de procesamiento de hidrógeno 10 que incluye una región productora de hidrógeno 70 es mostrada en una condición no ensamblada, explotada, y generalmente es indicada en 120. En consecuencia, en adición a los varios componentes (y variantes de ellos) discutidos anteriormente con respecto a la unidad de procesamiento de hidrógeno 100 en la Fig. 5, la unidad de procesamiento de hidrógeno 120 ilustrada en la Fig. 7 incluye más aún un puerto de entrada 36 para recibir una corriente de alimentación 38 para suministrarse a la región productora de hidrógeno 70, y al puerto de acceso 122 para la carga y eliminación del catalizador de la región productora de hidrógeno. Los ensambles 120, de acuerdo con la presente descripción, no requieren incluir un puerto de acceso del catalizador. Durante el uso del

ensamble ilustrado 120 para producir y/o purificar el gas de hidrógeno, el puerto de acceso 122 puede revestirse o de otra manera sellarse.

En la Fig. 8, la segunda porción de cuerpo 24 del ensamble 120 se muestra incluyendo una protrusión opcional 123 que se alinea generalmente con el conducto de distribución de gas 140, y así puede ayudar en el posicionamiento de la unidad de separación de hidrógeno dentro del recinto, en aplicar una compresión a los conductos de distribución de gas, y/o en mantener la relación espaciada entre la unidad de separación de hidrógeno y el perímetro interior del cuerpo del recinto. La segunda porción 24 puede incluir más de una protrusión, o nervadura proyectada, tal como se ilustra en líneas discontinuas en 123 para alinearse generalmente con el conducto de distribución de gas 170. En modalidades que incorporan una protrusión 123, la protrusión puede configurarse para extenderse solo lo suficientemente lejos en el volumen interno como para alinearse apropiadamente con la unidad de separación de hidrógeno y no prevenir el flujo de gas mezclado a través del conducto 140 hacia y/o desde los ensamblajes de membrana y/u otros componentes.

Un ejemplo ilustrativo, no exclusivo de una construcción apropiada para una unidad de separación de hidrógeno 28 que pueda usarse tanto en una unidad de procesamiento de hidrógeno 100 o 120 se muestra en la Fig. 9 e indica en 154. Como se ilustra, el ensamble 154 incluye una pluralidad de ensamblajes de membrana 30 que incluye membranas selectivas al hidrógeno 54. El ensamble ilustrado 28 incluye un ensamble de membrana sencilla 88 y un ensamble de membrana doble 90. Además, se muestran varios soportes de membranas porosas, o tamices, 162, que definen las regiones de recolección de los ensamblajes de membrana. Los ensamblajes de membrana 30 incluyen juntas de estanqueidad 168 que extienden la proximidad de las membranas y tamices, pero no alrededor de los perímetros de las membranas y tamices, para proporcionar sellos para los conductos de distribución de gas 140, 170.

Se proporcionan, además, varias juntas de estanqueidad 202, 204, 206, 208, 210, y 212, placas de alimentación 214, 216, y placa de sellado 218. La placa 218 puede además referirse como una placa de transición. En el ejemplo ilustrado, la región de gas mezclado del volumen interno está, al menos parcialmente, definida por los espacios internos de las varias juntas de estanqueidad y placas de alimentación y por los conductos de distribución de gas 140 y 170. En consecuencia, en la aplicación, una corriente de gas mezclado entra en la región de gas mezclado vía el espacio interno de la junta de estanqueidad 212. Una porción de la corriente de gas mezclado después viaja dentro del conducto 140 vía la placa de alimentación 216 para distribuirse en los ensamblajes de membrana sencilla 88 y el lado cercano (como se observa en la Fig. 9) del ensamble de membrana doble 90 para entrar en contacto con las superficies de gas mezclado de las membranas selectivas al hidrógeno 54 vía la placa de alimentación 214 y las juntas de estanqueidad 204, 208, 210. La porción de corriente de gas mezclado que no se distribuye vía el conducto de gas 170 viaja a través del manipulador de alimentación 215 en la placa de alimentación 216 para entrar en contacto con la superficie de gas mezclado de la lejana (como se observa en la Fig. 9) membrana selectiva al hidrógeno del ensamble de membrana doble 90. La porción de corriente de gas mezclado que no pasa a través de las membranas selectivas al hidrógeno se conduce a presión al conducto de gas 170 vía la placa de alimentación 214 para ser eliminadas del recinto vía el puerto de salida de subproducto.

La porción de la corriente de gas mezclado que no pasa a través de las membranas selectivas al hidrógeno para formar los flujos de corriente ricos en hidrógeno, o permeados, la corriente fluye hacia la región permeada del volumen interno vía los tamices 162 de los ensamblajes de membrana 30. Después de eso, la corriente permeada puede ser retirada del recinto a través del puerto de salida de producto.

Además están ilustrados en la Fig. 9 una placa de retención de catalizador opcional 160 y una junta de estanqueidad 166 que pueden usarse en las unidades de procesamiento de hidrógeno, de acuerdo con la presente descripción, que incluye una región productora de hidrógeno 70, tal como una unidad de procesamiento de hidrógeno 120 mostrada en la Fig. 8 y discutida anteriormente. En la aplicación, la placa de retención del catalizador 160 retiene al material catalizador dentro de la región productora de hidrógeno. La corriente de alimentación 38 entra en la región productora de hidrógeno 70 vía el puerto de entrada 36, y se filtra a través del material catalizador para formar la corriente de gas mezclado, que en el ejemplo ilustrado de la Fig. 9, entra en la región de gas mezclado vía las rendijas o aberturas 167 en la placa de retención. El gas mezclado después viaja a través de la unidad de separación de hidrógeno, como se ha discutido anteriormente, para formar ambas la corriente permeada y la corriente de subproducto.

En la Fig. 10, otro ejemplo ilustrativo, no exclusivo de una construcción apropiada para una unidad de procesamiento de hidrógeno 10 que no incluye una región productora de hidrógeno es mostrada como una condición no ensamblada, explotada, y generalmente indicada en 180. El ensamble 180 incluye una región de limpieza de hidrógeno 182 que purifica más aún la corriente permeada para subsiguientemente ser formada por la unidad de separación de hidrógeno 28. En el ejemplo ilustrado, la región de limpieza de hidrógeno incorpora un catalizador de metanación, o lecho de catalizador de metanación, 185 dentro del recinto y sostenido en el lugar entre una placa soporte de catalizador 184, que puede tomar la forma de una almohadilla o soporte, y la superficie interior del recinto adyacente al puerto de salida de producto 46. Como se ilustra, una placa soporte adicional 186, que puede tomar la forma de un tamiz, también puede ser proporcionada, para generalmente prevenir que el material catalizador sea

eliminado a través del puerto de salida de producto mientras se purifica el hidrógeno. En consecuencia, la placa 186 puede incluir una o más aberturas, o huecos, que permitan el pase del hidrógeno purificado, en tanto retiene el lecho de catalizador dentro de la región de limpieza 182. En el ejemplo ilustrado de la Fig. 10, la corriente permeada, ante la salida de la unidad de separación de hidrógeno, entra en la región permeada definida por el perímetro externo 60 de la unidad de separación de hidrógeno y el perímetro interno 20 del cuerpo del recinto, y es conducida por la presión hasta la región de limpieza de hidrógeno, donde, como se describe en más detalle en la presente, las composiciones que pueden ser dañinas a los componentes corriente abajo del sistema de celda de combustible, tal como el monóxido de carbono, por ejemplo, pueden ser eliminadas por el lecho de catalizador.

Un ejemplo ilustrativo, no exclusivo de una construcción apropiada para una unidad de separación de hidrógeno 28 que puede ser usada en la unidad de procesamiento de hidrógeno 180 se muestra en la Fig. 11, y es indicada en 188. Tal como la unidad de separación de hidrógeno 154 ilustrada en la Fig. 9, el ensamble 188 incluye una pluralidad de ensambles de membrana 30 que incluyen membranas selectivas al hidrógeno 54. El ensamble 188 incluye un ensamble de membrana sencilla 88 y un ensamble de membrana doble 90, ambos incluyendo soportes de membranas porosa, o tamices, 162, que definen las regiones de recolección de los ensambles de membrana. Como se ha discutido, el número y tipo de ensambles de membrana en las unidades de separación, de acuerdo con la presente descripción, pueden variar, incluyendo más o menos ensambles de membrana como se muestra en los ejemplos gráficos ilustrados. Los ensambles de membrana mostrados en la Fig. 11 además incluyen juntas de estanqueidad 168 que se extienden hasta la proximidad de las membranas y tamices, pero no alrededor de los perímetros de las membranas y tamices, para proporcionar sellos para los conductos de distribución de gas 190, 192, 194 que definen una porción de la región de gas mezclado del ensamble.

Se proporcionan además varias juntas de estanqueidad 402, 404, 406, 408, 410, y 412, placas de alimentación 414, 416, y placa de sellado, o placa de alimentación de transición, 418. En el ejemplo ilustrado, la región de gas mezclado del volumen interno, al menos parcialmente, es definida por los espacios internos de las varias juntas de estanqueidad y de las placas de alimentación y por los conductos de distribución de gas 190, 192, y 194. Como se indica, la placa de sellado 418 no incluye un pasaje de conducto en un extremo, por lo que separa efectivamente los conductos de gas 190 y 194. En consecuencia, en la aplicación, una corriente de gas mezclado primero entra en la región de gas mezclado a través del conducto de gas 190. La corriente de gas mezclado que viaja dentro del espacio interno de la junta 404 vía los pasajes de alimentación 215 en la placa de alimentación 414, donde entra en contacto con la superficie de gas mezclado de la membrana selectiva al hidrógeno próxima 54 (como se observa en la Fig. 11) del ensamble de membrana doble 90. La porción de corriente de gas mezclado que no pasa a través de la membrana próxima, viaja dentro del conducto de gas 192 vía la placa de alimentación 414 donde entonces se distribuye en los espacios internos de las juntas 406, 408, 410, y de la placa de sellado 418 para entrar en contacto con la superficie de gas mezclado de la distante (como se observa en la Fig. 11) membrana 54 del ensamble de membrana doble 90 y la membrana 54 del ensamble de membrana sencilla 88. La porción de corriente de gas mezclado que no pasa a través de cualquiera de las membranas 54 es conducida a presión dentro del conducto de gas 194 vía la placa de alimentación 416 para ser expulsada del recinto como una corriente de subproductos vía el puerto de salida de subproducto del recinto.

La porción de corriente de gas mezclado que no pasa a través de las membranas selectivas al hidrógeno para formar la corriente rica en hidrógeno o permeada, fluye dentro de la región permeada del volumen interno vía los tamices 162 de los ensambles de membrana 30. Después de eso, la corriente permeada puede ser eliminadas del recinto a través del puerto de salida de producto. Como se ha discutido anteriormente, cuando la unidad de separación de hidrógeno 188 se incorpora a la unidad de procesamiento de hidrógeno 180 ilustrada en la Fig. 10, la corriente permeada se purifica más aún en la región de limpieza de hidrógeno, previo a la salida del recinto vía el puerto de salida de producto 46.

Durante la fabricación de los ensambles de membrana y de las unidades de separación de hidrógeno 28 de la presente descripción, puede usarse un adhesivo (pero no se requiere) para asegurar las membranas 54 a las estructuras de tamices 162 y/o asegurar los componente de las estructuras de tamices, como se ha discutido en mayor detalle en la patente de los Estados Unidos núms 6,319,306, descripción toda que se incorpora de este modo para todos los propósitos. Un ejemplo de adhesivo apropiado se vende por 3M bajo el nombre comercial SUPER 77. El adhesivo puede ser, al menos sustancialmente, si no completamente, eliminado después de la fabricación del ensamble de membrana de forma que no interfiera en la permeabilidad, selectividad y trayectorias de flujo de los gases. Un ejemplo de método apropiado para eliminar el adhesivo de las estructuras de membranas y/o tamices u otros soportes, es por la exposición a condiciones oxidantes previo a la operación inicial del ensamble 10. El objetivo del acondicionamiento oxidativo es consumir el adhesivo sin oxidar excesivamente la membrana. Un procedimiento adecuado para dicha oxidación se describe en la patente de Estados Unidos núm. 6,319,306.

También se encuentra dentro del alcance de la presente descripción el que los tamices miembros, cuando son utilizados, puedan de otra manera asegurarse juntos, tal como por sinterización, soldadura, bronzesoldadura, unión por difusión y/o un sujetador mecánico. También se encuentra dentro del alcance de la presente descripción el que los tamices miembros, cuando son utilizados, pueden no acoplarse entre sí, que no sea por la compresión unida en la unidad de separación de hidrógeno de una unidad de procesamiento de hidrógeno. Los tamices 162 pueden (pero

no se requiere) incluir un recubrimiento en la superficie que engrane las superficies permeadas de las membranas 54. Ejemplos de recubrimientos adecuados se describen en la patente de los Estados Unidos núm. 6,569,227.

5 Otros ejemplos de mecanismos de acoplamiento que logran sellos herméticos de gases entre los varios componentes que forman ensambles de membrana 30 y las unidades de separación de hidrógeno 28, incluyen uno o más bronzesoldadura, formación de juntas, y soldadura.

10 Se encuentra dentro del alcance de la presente descripción el que varias juntas, placas, y/u otros componentes de los ensambles de membrana y/o unidades de separación de hidrógeno discutidos en la presente no requieren que todos que estén formados de los mismos materiales y/o no necesariamente tengan las mismas dimensiones, tales como los mismos grosores. Por ejemplo, los ejemplos ilustrativos no exclusivos de juntas apropiadas que pueden ser usadas son las juntas de grafito flexible, incluyendo aquellas vendidas bajo el nombre comercial GRAFOIL™ por la Union Carbide, aunque otros materiales pueden ser usados, tales como dependiendo de las condiciones de operación bajo las cuales se usa un ensamble 10. Varios componentes estructurales pueden formarse de acero inoxidable o de uno o más materiales estructurales apropiados, discutidos en las anteriormente incorporadas patentes y aplicaciones.

20 Un ejemplo ilustrativo, no exclusivo de una unidad de procesamiento de hidrógeno 10 que se ha adaptado para recibir corriente de gas mezclado 40 de una fuente de gas de hidrógeno a ser purificado se ilustra esquemáticamente en la Fig. 12. Como se muestra, los ejemplos ilustrativos no exclusivos de fuentes de hidrógeno generalmente se indican en 302 e incluyen un procesador de combustible productor de hidrógeno 300 y un dispositivo de almacenamiento de hidrógeno 306. En la Fig. 12, un procesador de combustible es generalmente indicado en 300, y la combinación de un procesador de combustible y un dispositivo de purificación de hidrógeno, o unidad de procesamiento de hidrógeno 10, pueden referirse como un sistema de procesamiento de combustible que produce hidrógeno 303. Además mostrado en líneas discontinuas en 304 está el ensamble de calentamiento, que puede estar provisto para proporcionar calor al ensamble 10 y puede tomar una variedad de formas. El procesador de combustible 300 puede tomar cualquier forma apropiada incluyendo, pero no limitado a, las varias formas de la región productora de hidrógeno 70 discutida anteriormente. La representación esquemática de un procesador de combustible 300 en la Fig. 12 se pretende incluya cualesquiera ensambles de calentamiento asociados, sistemas de alimentación de materia prima, sistemas de suministro de aire, fuentes o suministros de corriente de alimentación, etc. Los ejemplos ilustrativos no exclusivos de dispositivos de almacenamiento de hidrógeno apropiados 306 incluyen lechos de hidruros y tanques presurizados.

35 Los procesadores de combustible frecuentemente operan a elevadas temperaturas y/o presiones. Como un resultado, puede ser deseable que, al menos parcialmente, se integre una unidad de procesamiento de hidrógeno 10 con un procesador de combustible 300, en oposición a tener el ensamble 10 y el procesador de combustible 300 conectados por conductos de transportación de fluidos externos. Un ejemplo de tal configuración se muestra en la Fig. 13, en que el procesador de combustible incluye una capa o carcasa 312, en que el dispositivo 10 forma una porción de y/o se extiende, al menos parcialmente, dentro del mismo. En tal configuración, el procesador de combustible 300 puede describirse como incluyendo el dispositivo 10. La integración del procesador de combustible u otra fuente de corriente de gas mezclado 40 con la unidad de procesamiento de hidrógeno 10 permite que los dispositivos sean más fácilmente movidos como una unidad. Ello además permite que los componentes del sistema de procesamiento de combustible, incluyendo el ensamble 10, sean calentados por un ensamble de calentamiento común y/o para al menos algunos, si no todo, de los requerimientos del ensamble 10 sean satisfechos por el calor generado por el procesador 300.

50 Como se ha discutido, el procesador de combustible 300 es cualquier dispositivo apropiado que produce una corriente de gas mezclado que contiene gas de hidrógeno, y preferiblemente una corriente de gas mezclado que contiene una mayoría de gas de hidrógeno. Con el propósito de ilustrar, la siguiente discusión describirá un procesador de combustible 300 que se adapta para recibir una corriente de alimentación 316 que contiene una materia prima que contiene carbono 318 y agua 320, como se muestra en la Fig. 14. Sin embargo, está dentro del alcance de la presente descripción el que el procesador de combustible 300 pueda tomar otras formas, y que la corriente de alimentación 316 pueda tener otras composiciones, tales como contener solo una materia prima que contiene carbono o solo agua.

55 La corriente de alimentación 316 puede suministrarse al procesador de combustible 300 vía cualquier mecanismo apropiado. Una corriente de alimentación sencilla 316 se muestra en la Fig. 14, pero debiera entenderse que más de un sistema 316 puede usarse y que estas corrientes pueden contener los mismos o diferentes componentes. Cuando la materia prima que contiene carbono 318 es miscible en agua, la materia prima de alimentación puede ser suministrada con el componente agua de la corriente de alimentación 316, tal como se muestra en la Fig. 14. Cuando la materia prima que contiene carbono es inmisible o solo ligeramente miscible con el agua, estos componentes pueden suministrarse al procesador de combustible 300 en corrientes separadas, tal como se muestra en líneas discontinuas en la Fig. 14. En la Fig. 14, la corriente de alimentación 316 se muestra suministrándose al procesador de combustible 300 por un sistema de suministro de corriente de alimentación 317. El sistema de suministro 317 incluye cualquier mecanismo, dispositivo, o combinación de ellos, apropiado que suministre la

corriente de alimentación al procesador de combustible 300. Por ejemplo, el sistema de suministro puede incluir una o más bombas que suministren los componentes de la corriente 316 desde un suministro. Adicionalmente o alternativamente, el sistema de suministro 317 puede incluir un ensamble de válvulas adaptado para regular el flujo de los componentes desde un suministro presurizado. Los suministros pueden estar localizados en el exterior del sistema de celdas de combustible, o pueden estar contenidos dentro o adyacente al sistema.

Como generalmente se indica en 332 en la Fig. 14, el procesador de combustible 300 incluye una región productora de hidrógeno en que la corriente de gas mezclado 40 se produce de la corriente de alimentación 316. Como se ha discutido, una variedad de diferentes procesos pueden utilizarse en la región productora de hidrógeno. Un ejemplo de tal proceso es el reformado al vapor, en que la región 332 incluye un catalizador de reformado al vapor 334. Como se ha discutido, otros mecanismos que producen hidrógeno pueden ser utilizados sin salirse del alcance de la presente descripción. Como se ha discutido, en el contexto de un reformador al vapor o autotermal, la corriente de gas mezclado 40 puede además referirse como un reformado al vapor: El procesador de combustible puede adaptarse para producir gas de hidrógeno sustancialmente puro, o hasta gas de hidrógeno puro. Para los propósitos de la presente descripción, el gas de hidrógeno sustancialmente puro es más de 90% puro, más de 95% puro, más de 99% puro, más de 99.5% puro, o más de 99.9% puro. Los ejemplos ilustrativos no exclusivos de procesadores de combustible adecuados se describen en las patentes de los Estados Unidos núms. 6,221,117 y 6,319,306, y la Publicación de la solicitud de patente de los Estados Unidos núm. 2001/0045061.

El procesador de combustible 300 puede incluir, pero no necesariamente, una región de limpieza 348, tal como se muestra en la Fig. 14. La región de limpieza 348 recibe la corriente rica en hidrógeno 48 de la unidad 10 y purifica más la corriente reduciendo la concentración de, o eliminando composiciones seleccionadas en ella. En la Fig. 14, la corriente resultante se indica en 314 y puede referirse como una corriente de hidrógeno producto o corriente de hidrógeno purificado. Cuando el procesador de combustible 300 no incluye región de limpieza 348, la corriente rica en hidrógeno 48 forma la corriente de hidrógeno producto 314. Por ejemplo, cuando la corriente 48 está diseñada para ser usada en un apilado de celda de combustible, las composiciones que pueden dañar el apilado de pilas de combustible, tales como el monóxido y dióxido de carbono, pueden eliminarse de la corriente rica en hidrógeno, si es necesario. La concentración de monóxido de carbono puede ser menor que 10 ppm (partes por millón) para evitar el sistema de control a partir de aislar el apilado de celda de combustible. Por ejemplo, el sistema puede limitar la concentración de monóxido de carbono a menos de 5 ppm, o aun menos de 1 ppm. La concentración de dióxido de carbono puede ser mayor que la del monóxido de carbono. Por ejemplo, las concentraciones de menos de 25% de dióxido de carbono pueden ser aceptables. Por ejemplo, la concentración de dióxido de carbono puede ser menor que 10%, o aun menos que 1%. Las concentraciones de dióxido de carbono pueden ser menores que 50 ppm. Se debe entender que las concentraciones presentadas en la presente descripción son ejemplos ilustrativos, y que concentraciones distintas de las presentadas en la presente descripción se pueden usar y están dentro del alcance de la presente descripción. Por ejemplo, los usuarios o fabricantes particulares pueden requerir niveles de concentración mínimos o máximos o intervalos que sean diferentes de los señalados en la presente descripción.

La región 348 incluye cualquier estructura adecuada para eliminar o reducir la concentración de la composiciones seleccionadas en la corriente 48. Por ejemplo, cuando se intenta usar la corriente de producto en un apilado de pilas de combustible de membrana de intercambio de protones (PEM) o en otro dispositivo que pueda dañarse si la corriente contiene más monóxido de carbono o dióxido de carbono que las concentraciones determinadas, puede ser deseable incluir, al menos, un lecho de catalizador de metanación 350. El lecho 350 convierte el monóxido de carbono y el dióxido de carbono en metano y agua, ambos de los cuales no dañan el apilado de pilas de combustible PEM. La región de limpieza 348 también puede incluir otra región productora de hidrógeno 352, tal como otro lecho de catalizador de reformación, para convertir cualquier materia prima sin reaccionar en gas de hidrógeno. En una modalidad de este tipo, el segundo lecho catalizador de reformación puede estar corriente arriba del lecho catalizador de metanación de manera de no reintroducir dióxido de carbono o monóxido de carbono corriente abajo del lecho catalizador de metanación.

Los reformadores de vapor funcionan típicamente a temperaturas en el intervalo de 200 °C y 900 °C, y a presiones en el intervalo de 50 psi y 1000 psi, aunque las temperaturas fuera de este intervalo están dentro del alcance presente de la descripción, de modo que dependen del tipo particular y de la configuración del procesador de combustible que se usa. Cualquier mecanismo o dispositivo de calentamiento apropiado puede ser usado para proporcionar este calor, tal como un calentador, quemador, catalizador de combustión, o similar. El ensamble de calentamiento puede ser externo al procesador de combustible o puede formar una cámara de combustión que forma parte del procesador de combustible. El combustible para el ensamble de calentamiento puede proporcionarse por el sistema de procesamiento de combustible, por el sistema de celda de combustible, por una fuente externa, o por los dos.

En la Fig. 14, el procesador de combustible 300 se muestra incluyendo una capa 312 en la que están contenidos los componentes descritos anteriormente. La capa 312, que también se puede referir como una carcasa, permite que componentes del procesador de combustible se muevan como una unidad. Este también protege a los componentes del procesador de combustible del daño al proporcionar un recinto protector y reduce la demanda de calentamiento del procesador de combustible porque los componentes del procesador de combustible pueden calentarse como una

unidad. La capa 312 puede, pero no necesariamente, incluir el material aislante 333, tales como un material aislante sólido, material aislante en forma de manto, o una cavidad llena de aire. Se encuentra dentro del alcance de la presente descripción, sin embargo, que el procesador de combustible pueda estar formado sin una carcasa o capa. Cuando el procesador de combustible 300 incluye el material aislante 333, el material aislante puede estar interno a la capa, o externo a la capa, o ambas. Cuando el material aislante es externo a la lámina conteniendo las regiones de reformado, separación o de limpieza descritos anteriormente, el procesador de combustible puede incluir, más aun, un revestimiento o chaqueta externa al aislante.

Está dentro del alcance de la presente descripción que uno o más componentes del procesador de combustible 300 pueda extenderse más allá de la capa o localizarse externamente en, al menos, la capa 312. Por ejemplo, el ensamble 10 puede extenderse, al menos parcialmente, más allá de la capa 312, como se indica en la Fig. 13. Como otro ejemplo, y como se ilustra esquemáticamente en la Fig. 14, la región de limpieza 348 puede ser externa a la capa 312 y/o una porción de la región productora de hidrógeno 332 (tales como porciones de una o más lechos de catalizador reformador) puede estar extendida más allá de la capa.

Como se ha indicado anteriormente, el procesador de combustible 300 puede adaptarse para suministrar una corriente rica en hidrógeno 48 o una corriente de hidrógeno producto 314 a, al menos, un apilado de celda de combustible, que produce una corriente eléctrica de la misma. En tal configuración, el procesador de combustible y el apilado de celda de combustible pueden referirse como un sistema de celda de combustible. Un ejemplo de tal sistema está esquemáticamente ilustrada en la Fig. 15, en que un apilado de celda de combustible generalmente está indicado en 322. El apilado de celda de combustible se adapta para producir una corriente eléctrica desde la porción de corriente de hidrógeno producto 314 suministrada a ella. En la modalidad ilustrada, un procesador de combustible sencillo 300 y un apilado de celda de combustible sencillo 322 son mostrados y descritos, y sin embargo, más de uno, o ambos, de estos componentes pueden ser usados. Debiera entenderse que estos componentes han sido esquemáticamente ilustrados y que el sistema de celda de combustible puede incluir componentes adicionales que no están específicamente ilustradas en las figuras, tales como bombas de alimentación, sistemas de suministro de aire, intercambiadores de calor, ensamblajes de calentamiento y similares.

El apilado de celdas de combustible 322 contiene, al menos, una y típicamente múltiples celdas de combustible 324 que se adaptan para producir una corriente eléctrica a partir de la porción de la corriente de hidrógeno producto 314 suministrada a este. Esta corriente eléctrica puede usarse para satisfacer las demandas de energía, o cargas aplicadas, de un dispositivo que consume energía asociado 325. Los ejemplos ilustrativos de dispositivos 325 incluyen, pero no debieran limitarse a, un vehículo motor, vehículo recreacional, bote, herramientas, luces o ensamblajes de luces, aparatos (tales como un electrodoméstico u otros aparatos), electrodoméstico, equipos de señalización o comunicación, etc. Debiera entenderse que el dispositivo 325 se ilustra esquemáticamente en la Fig. 15 y significa representar uno o más dispositivo o colección de dispositivos que se adaptan para trazar la corriente eléctrica desde el sistema de celda de combustible. Un apilado de celdas de combustible típicamente incluye múltiples celdas unidas entre sí por los extremos comunes a las placas 323, que contienen conductos de suministro/eliminación de fluidos (no mostrados). Los ejemplos de las celdas de combustible adecuadas incluyen celdas de combustible PEM y celdas de combustible alcalinas. El apilado de celdas de combustible 322 puede recibir toda la corriente de hidrógeno producto 314. Alguna o toda la corriente 314 puede ser, adicionalmente, o alternativamente suministrada a través de un conducto apropiado para usarse en otro proceso de consumo de hidrógeno, quemado para combustible o calor, o almacenada para su uso posterior.

45 Aplicabilidad Industrial

La presente descripción, que incluye sistemas de procesamiento de combustible, unidades de procesamiento de hidrógeno, sistemas de celdas combustibles, y componentes de ellos, es aplicable al procesamiento de combustible y otras industrias en que el gas de hidrógeno se purifica, produce y/o utiliza.

En el evento de que cualesquiera de las referencias que han sido incorporadas como referencia en la presente definan un término en una manera, o de otra forma son inconsistentes, con tanto la descripción no incorporada de la presente aplicación o con cualesquiera otras referencias, la descripción no incorporada de la presente aplicación debe controlar y el término o los términos como son usados en ellos solo controlan con respecto al documento patente en el cual el término o los términos son definidos.

La descripción que se expuso anteriormente en la presente abarca múltiples invenciones distintas con utilidad independiente. Cuando cada una de estas invenciones ha sido descrita en una forma o método preferido, las alternativas específicas, modalidades, y/o métodos de ellos como se describen e ilustran en la presente no deben ser considerados en un sentido limitante, sino como que son posibles numerosas variaciones. La presente exposición incluye todas las combinaciones y subcombinaciones originales y no obvias de los varios elementos, rasgos, funciones, propiedades, métodos y/o etapas descritas en la presente descripción. Similarmente, cuando cualquier descripción anterior o reivindicación de abajo enumere "un" o "un primer" elemento, paso de un método, o el equivalente de ellos, tal descripción o reivindicación debiera ser entendido como que incluye uno o más de tales elementos o pasos, ni requiere ni excluye dos o más de tales elementos o pasos.

REIVINDICACIONES

1. Una unidad de procesamiento de hidrógeno (10), que comprende:
 - 5 un recinto (14), que comprende:
 un cuerpo (16) que define un volumen interno (18) y el cuerpo que tiene un perímetro interno (20), donde el volumen interno incluye una región de gas mezclado (32) y una región permeada (34);
 al menos un puerto de entrada (36) extendido a través del cuerpo y a través del cual una corriente de fluido (38) se suministra al recinto;
 - 10 al menos un puerto de salida de producto (46) extendido a través del cuerpo y a través del cual una corriente permeada (48) es eliminada de la región permeada; y
 al menos un puerto de salida de subproducto (50) extendido a través del cuerpo y a través del cual una corriente de subproductos (52) es eliminada de la región de gas mezclado; y
 una unidad de separación de hidrógeno (28) posicionada en el volumen interno en una relación espaciada respecto a, al menos, una porción del perímetro interno (20) del cuerpo del recinto, la unidad de separación de hidrógeno que incluye, al menos, una membrana selectiva al hidrógeno plana o generalmente plana (54) y que tiene un perímetro externo (60) medido en el plano de, al menos, una membrana selectiva al hidrógeno, donde la unidad de separación de hidrógeno se adapta a recibir una corriente de gas mezclado (40) que contiene gas de hidrógeno (42) y otros gases (44) y para separar la corriente de gas mezclado en la corriente permeada y en la corriente de subproductos, en donde la corriente permeada tiene, al menos, una de las mayores concentraciones de gas de hidrógeno y una concentración de los otros gases menor que la corriente de gas mezclado, y más aún donde la corriente de subproductos contiene, al menos, una porción sustancial de los otros gases;
 - 15 en donde la región permeada del volumen interno se define entre, al menos, una mayoría del perímetro externo (60) de la unidad de separación de hidrógeno y, al menos, una porción del perímetro interno (20) del cuerpo del recinto, opcionalmente donde la unidad de procesamiento de hidrógeno es una combinación con un apilado de celda de combustible (322) adaptado para recibir, al menos, una porción de la corriente permeada.
2. La unidad de procesamiento de hidrógeno de la reivindicación 1, donde la región permeada está en comunicación de fluido directa con, al menos, una porción del perímetro interno (20) del cuerpo del recinto.
3. La unidad de procesamiento de hidrógeno de la reivindicación 1 o la reivindicación 2, donde el perímetro externo de la unidad de separación de hidrógeno incluye dos porciones generalmente opuestas (64,66); y donde la región permeada se define entre, al menos, dos porciones del perímetro interno del cuerpo y las dos porciones generalmente opuestas del perímetro externo de la unidad de separación de hidrógeno.
4. La unidad de procesamiento de hidrógeno de cualquier reivindicación anterior, donde la unidad de separación de hidrógeno incluye una pluralidad de protrusiones (124) que se extienden desde el perímetro externo (60) de la unidad de separación de hidrógeno hacia el perímetro interno del recinto para posicionar la unidad de separación de hidrógeno con el recinto.
5. La unidad de procesamiento de hidrógeno de cualquier reivindicación anterior, donde el cuerpo del recinto incluye, al menos, un nicho interno que define un pasaje de flujo de gas (176) para la corriente permeada.
6. La unidad de procesamiento de hidrógeno de cualquier reivindicación anterior, donde la unidad de separación de hidrógeno y el cuerpo del recinto son ajustados para definir solo una orientación de la unidad de separación de hidrógeno dentro del recinto.
7. La unidad de procesamiento de hidrógeno de cualquier reivindicación anterior,
 - 55 en donde el cuerpo del recinto incluye una primera porción y una segunda porción;
 donde la unidad de separación de hidrógeno se comprime entre las porciones primera y segunda; y
 donde la relación espaciada de la unidad de separación de hidrógeno y, al menos, una porción del perímetro interno del cuerpo del recinto se mantiene por la compresión entre las porciones primera y segunda del cuerpo.
8. La unidad de procesamiento de hidrógeno de cualquier reivindicación anterior,
 - 60 donde la corriente de fluido es la corriente de gas mezclado y es suministrada a la región de gas mezclado;
 - donde, al menos, una membrana selectiva al hidrógeno incluye una superficie (56) adaptada para estar en contacto con la corriente de gas mezclado y la superficie permeada (58) generalmente opuesta a la primera superficie; y

donde la corriente permeada es formada de una porción de la corriente de gas mezclado que pasa a través de la membrana selectiva al hidrógeno a la región permeada del volumen interno.

- 5 9. La unidad de procesamiento de hidrógeno de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, que además
comprende una región productora de hidrógeno (70) colocada dentro del recinto;
donde la corriente de fluido (38) es una corriente de alimentación (72) y es suministrada a la región
productora de hidrógeno;
donde en la región productora de hidrógeno, la corriente de alimentación reacciona químicamente para
10 producir gas de hidrógeno de ellos en la forma de la corriente de gas mezclado (40), y donde la corriente de
gas mezclado se suministra a la región de gas mezclado del volumen interno;
donde, al menos, una membrana selectiva al hidrógeno incluye una primera superficie (56) adaptada para
contactar la corriente de gas mezclado y una superficie permeada (58) generalmente opuesta a la primera
superficie; y
15 donde la corriente permeada se forma de una porción de la corriente de gas mezclado que pasa a través de
la membrana selectiva al hidrógeno a la región permeada del volumen interno.
- 20 10. La unidad de procesamiento de hidrógeno de cualquier reivindicación anterior, en donde la unidad de
separación de hidrógeno:
es generalmente plana y se configura para que la corriente permeada salga de la unidad de separación de
hidrógeno en una dirección generalmente paralela a la unidad de separación de hidrógeno, y/o
es configurada para que la corriente permeada salga de la unidad de separación de hidrógeno en una
25 dirección generalmente paralela a la membrana selectiva al hidrógeno, y/o
se adapte para recibir la corriente de gas mezclado desde una primera dirección y configurada para que la
corriente permeada salga de la unidad de separación de hidrógeno en una segunda dirección generalmente
perpendicular a la primera dirección.
- 30 11. La unidad de procesamiento de hidrógeno de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7 o 10, donde, al
menos, una membrana selectiva al hidrógeno incluye una primera superficie (56) adaptada para contactar
la corriente de gas mezclado y una superficie permeada (58) generalmente opuesta a la primera superficie;
donde la corriente permeada se forma de una porción de la corriente de gas mezclado que pasa a través de
la membrana selectiva al hidrógeno a la región permeada del volumen interno; y
35 donde la unidad de separación de hidrógeno se configura para que la corriente permeada fluya desde la
superficie permeada a la región permeada en una dirección generalmente paralela a la superficie
permeada.
- 40 12. La unidad de procesamiento de hidrógeno de la reivindicación 1,
donde, al menos, una membrana selectiva al hidrógeno incluye una primera superficie (56) adaptada para
contactar la corriente de gas mezclado y una superficie permeada (58) generalmente opuesta a la primera
superficie;
donde la corriente permeada se forma de una porción de la corriente de gas mezclado que pasa a través de
la membrana selectiva al hidrógeno desde la primera superficie a la superficie permeada;
45 donde la unidad de separación de hidrógeno incluye, al menos, una región de recolección (78) que está
adyacente a la superficie permeada; y
donde la unidad de separación de hidrógeno se configura para que la corriente permeada fluya a través de
la región de recolección en una dirección que es generalmente paralela a, al menos, una membrana
selectiva al hidrógeno,
50 opcionalmente donde la unidad de separación de hidrógeno incluye, al menos, un tamiz que define la región
de recolección, y más aún donde la unidad de separación de hidrógeno no incluye una junta entre la
superficie permeada y el tamiz, u
opcionalmente donde, al menos, una región de recolección está generalmente paralela a, al menos, una
membrana selectiva al hidrógeno y es generalmente coextensiva con, al menos, una membrana selectiva al
hidrógeno, u
55 opcionalmente donde la unidad de separación de hidrógeno no incluye una junta adyacente a la superficie
permeada.
- 60 13. La unidad de procesamiento de hidrógeno de la reivindicación 1, donde la unidad de separación de
hidrógeno incluye una pluralidad de membranas selectivas al hidrógeno planas o generalmente planas y
separadas, cada membrana tiene una primera superficie (56) adaptada para contactar, al menos, una
porción de la corriente de gas mezclado y una superficie permeada (58) generalmente opuesta a la primera
superficie,
65 opcionalmente donde la pluralidad de membranas selectivas al hidrógeno separadas incluye, al menos, un
par de membranas selectivas al hidrógeno con sus respectivas superficies permeadas, generalmente frente

a frente y separadas para definir una región de recolección a través de la cual la corriente permeada fluye a la región permeada del volumen interno, u
 opcionalmente donde la unidad de separación de hidrógeno incluye, al menos, un tamiz que define la región de recolección, y más aún donde la unidad de separación de hidrógeno no incluye una junta que se
 extiende entre las superficies permeadas de, al menos, un par de membranas selectivas al hidrógeno,
 más aún opcionalmente donde la pluralidad de membranas selectivas al hidrógeno separadas incluye, al
 menos, una tercera membrana selectiva al hidrógeno con su primera superficie generalmente enfrente y
 separada de la primera superficie de una de las membranas selectivas al hidrógeno del par de membranas
 selectivas al hidrógeno.

- 5
- 10
14. La unidad de procesamiento de hidrógeno de la reivindicación 1, que además comprende un lecho catalizador de metanación (185) dentro del recinto.
- 15
15. La unidad de procesamiento de hidrógeno de reivindicación 1, en combinación con una región productora de hidrógeno (70) adaptada para producir gas mezclado.
- 20
16. La unidad de procesamiento de hidrógeno de la reivindicación 15, en donde la región productora de hidrógeno incluye, al menos, un lecho catalizador de reformación(334),
 opcionalmente donde la región productora de hidrógeno es o bien externa al recinto, o interna al recinto,
 más aún, opcionalmente donde la unidad de procesamiento de hidrógeno está más aún en combinación
 con un apilado de celda de combustible (322) adaptado para recibir, al menos, una porción de la corriente
 permeada y para producir una corriente eléctrica de ella.
- 25
17. El uso de la unidad de procesamiento de hidrógeno (10) de la reivindicación 1 para purificar el gas de
 hidrógeno (42), donde la unidad de separación de hidrógeno comprende más aún:
 al menos, un módulo de membrana generalmente plana que tiene el perímetro externo (60) e incluye, al
 menos, una membrana selectiva al hidrógeno plana o generalmente plana (54) y, al menos, una región de
 recolección (78) adyacente a, al menos, una membrana selectiva al hidrógeno, donde, al menos, una
 membrana selectiva al hidrógeno incluye una primera superficie (56) adaptada para contactar la corriente
 de gas mezclado y una superficie permeada (58) generalmente opuesta a la primera superficie, y más aún
 donde la corriente permeada se forma de una porción de la corriente de gas mezclado que pasa a través de
 la membrana selectiva al hidrógeno a la región de recolección (78) del volumen interno, donde la región de
 recolección incluye un soporte adaptado para soportar la superficie permeada de la membrana selectiva al
 hidrógeno, donde la unidad de separación de hidrógeno no incluye un sello entre la membrana selectiva al
 hidrógeno y el soporte, y donde más aún la región permeada está en comunicación de fluido directa con, al
 menos, una porción del perímetro interno del cuerpo del recinto;
 opcionalmente donde, al menos, una región de recolección está generalmente paralela a, al menos, una
 membrana selectiva al hidrógeno, o
 opcionalmente donde, al menos, una región de recolección es generalmente coextensiva con, al menos,
 una membrana selectiva al hidrógeno.
- 30
- 35
- 40
18. El uso de la unidad de procesamiento de hidrógeno (10) de la reivindicación 1 para purificar el gas de
 hidrógeno (42) donde la unidad de separación de hidrógeno comprende más aún:
 al menos, un par membranas selectivas al hidrógeno generalmente planas opuestas o generalmente planas
 (54), donde cada una de las membranas selectivas al hidrógeno incluye una primera superficie (56)
 adaptada para contactar la corriente de gas mezclado y una superficie permeada (58) generalmente
 opuesta a la primera superficie, y más aún donde la corriente permeada se forma de una porción de la
 corriente de gas mezclado que pasa a través de las membranas selectivas al hidrógeno a la región
 permeada del volumen interno; y
 donde la unidad de separación de hidrógeno no incluye un sello que se extienda entre las superficies
 permeadas del par de membranas selectivas al hidrógeno generalmente opuestas.
- 45
- 50

Fig. 1

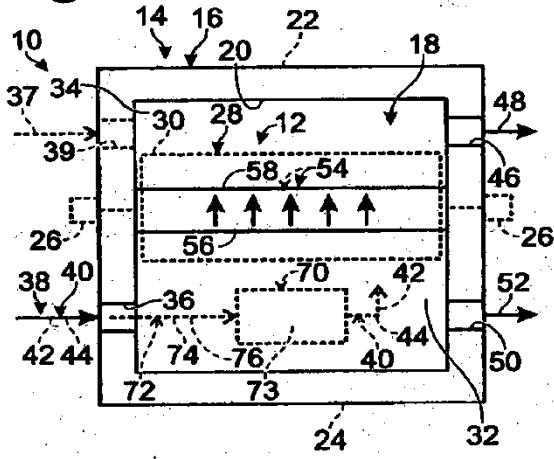


Fig. 2

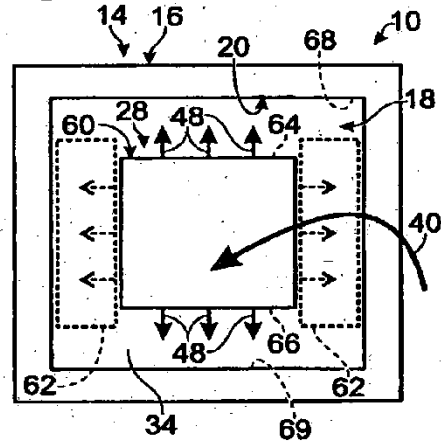


Fig. 3

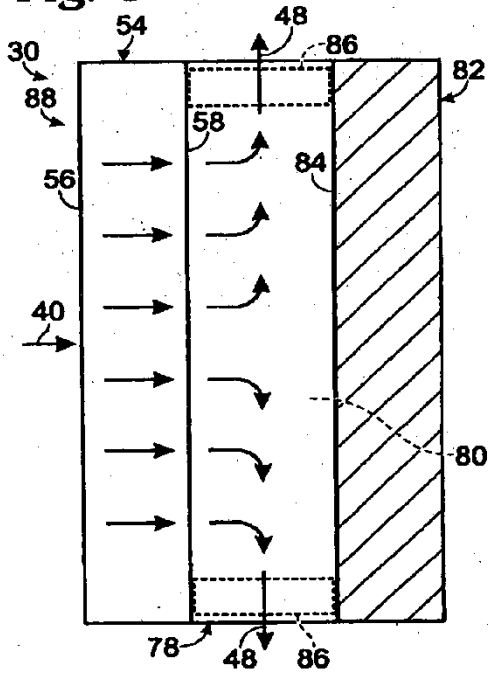
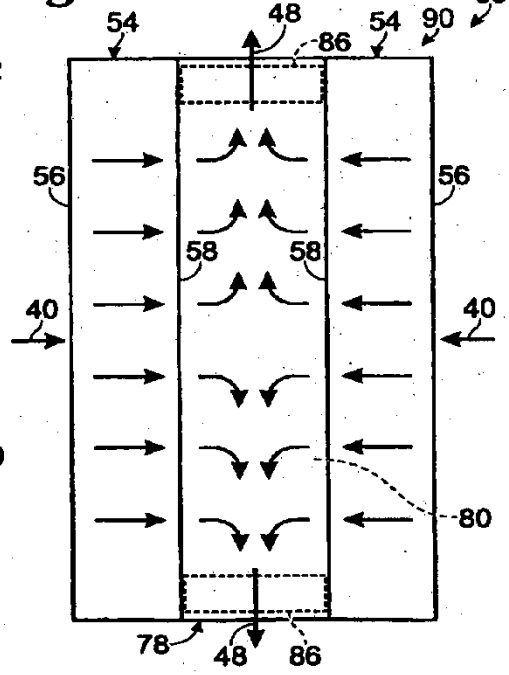


Fig. 4



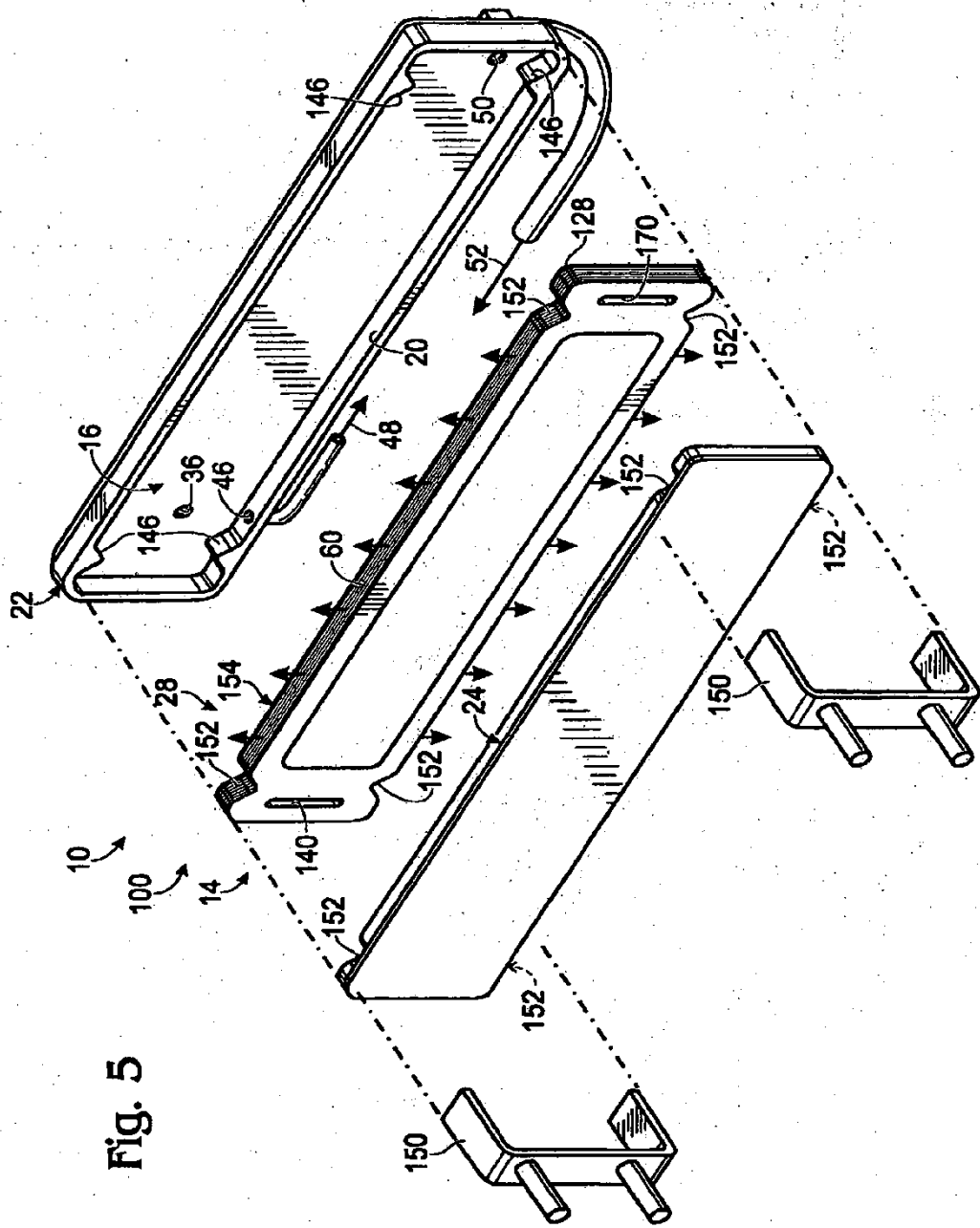
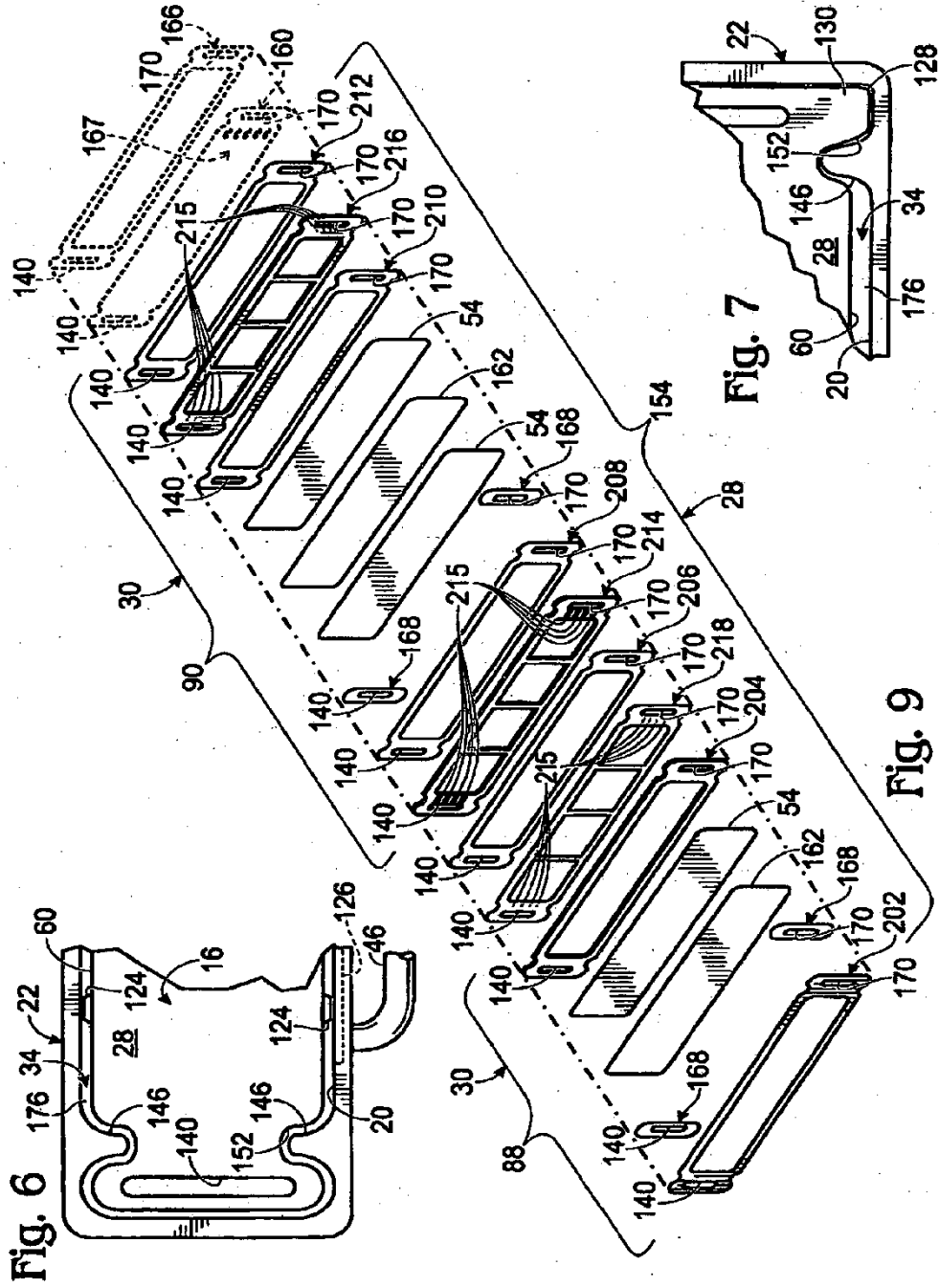


Fig. 5



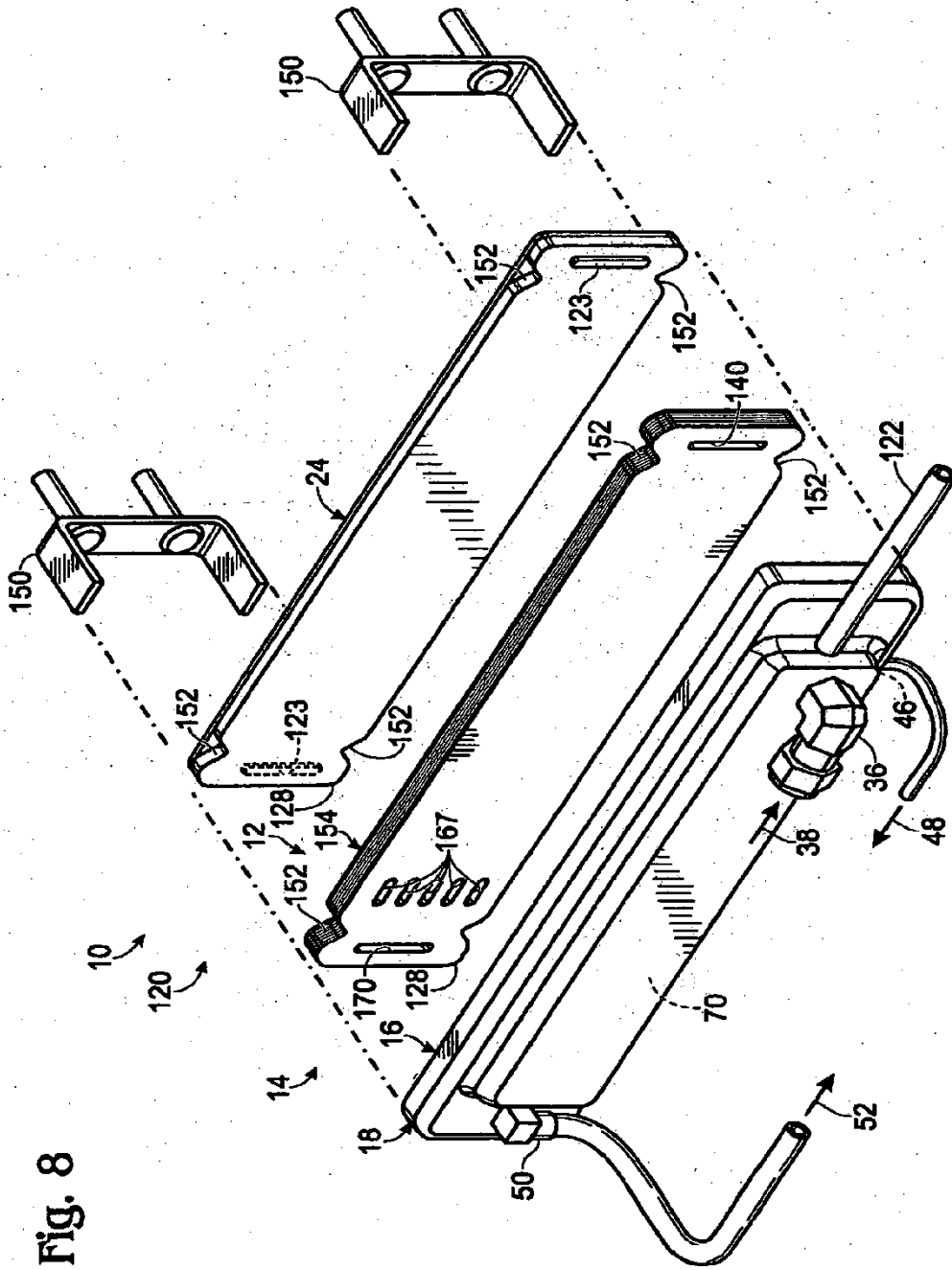


Fig. 8

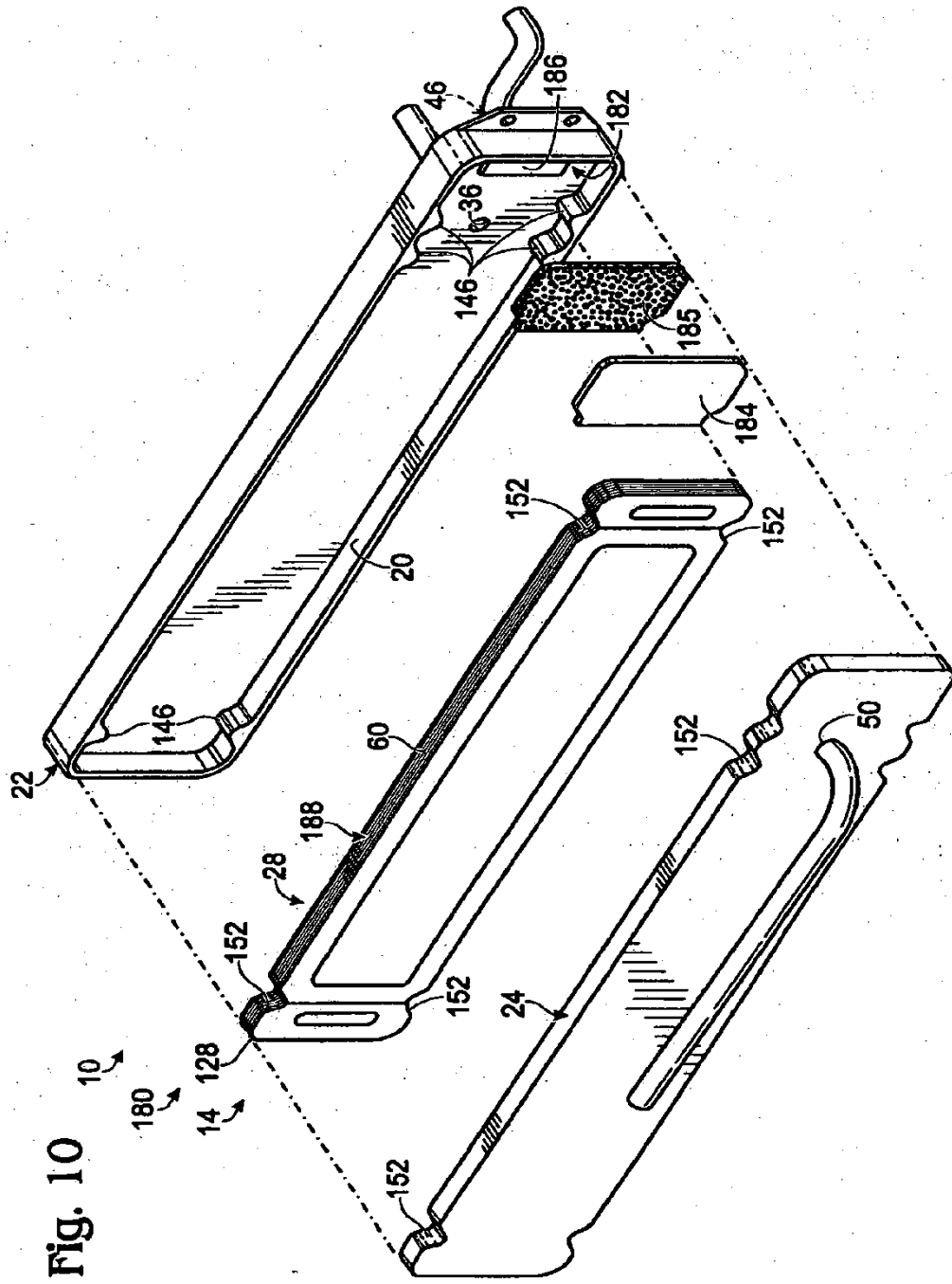


Fig. 10

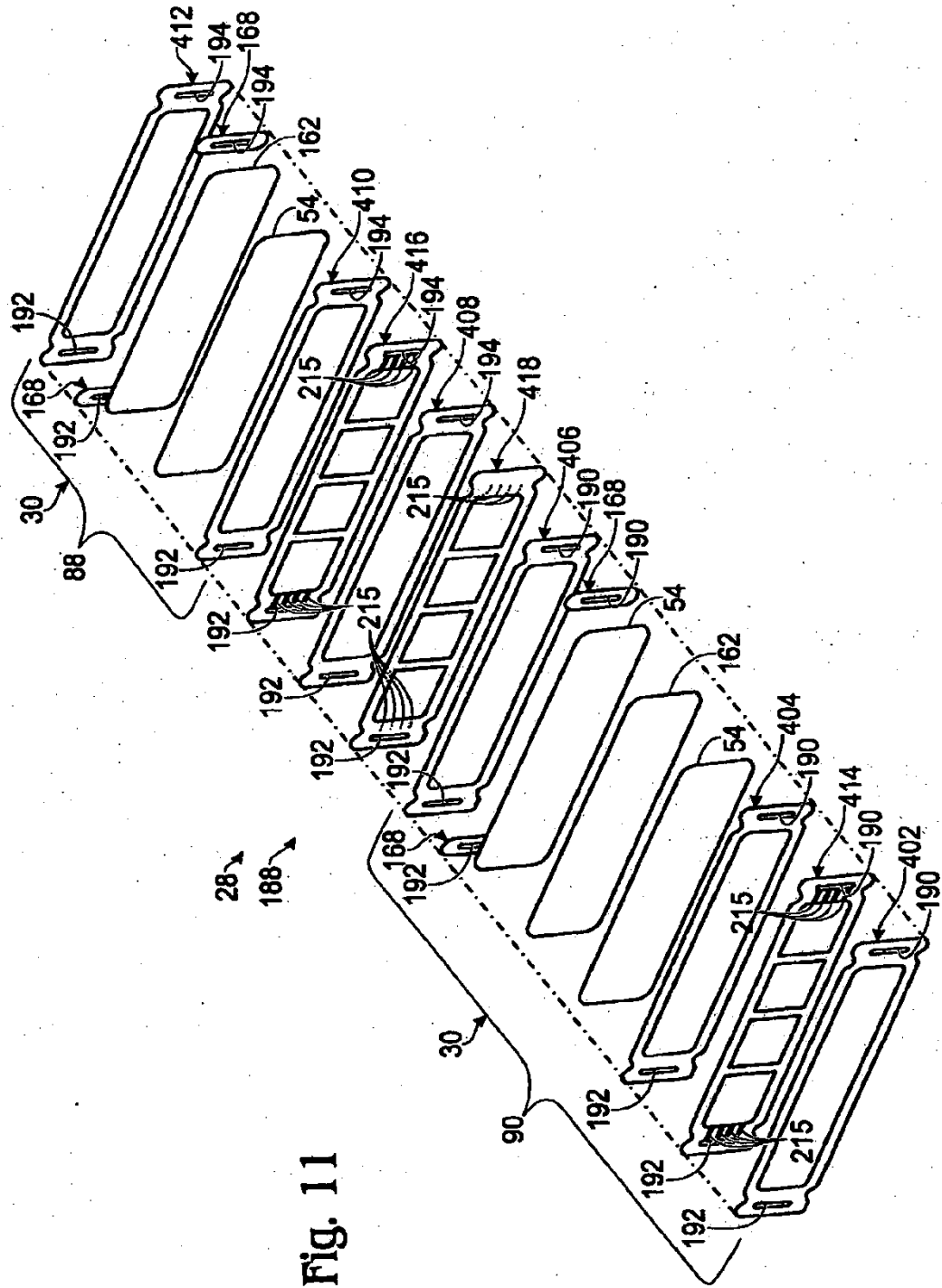


Fig. 11

Fig. 12

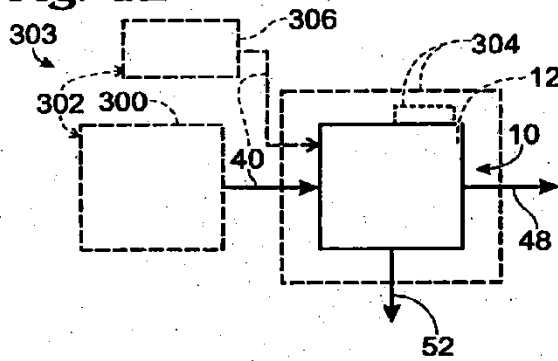


Fig. 13

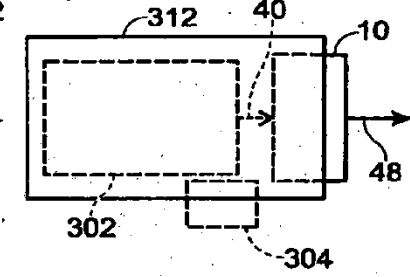


Fig. 14

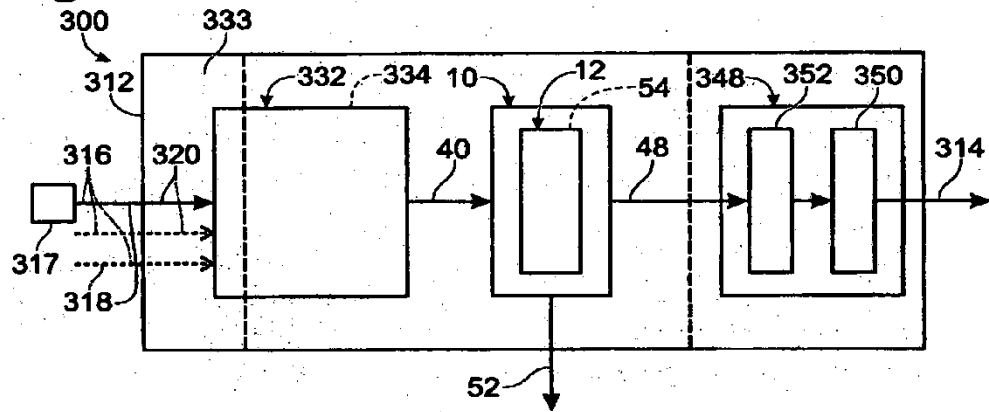


Fig. 15

