

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 760 918**

51 Int. Cl.:

C25B 1/10 (2006.01)

C25B 9/20 (2006.01)

C25B 13/02 (2006.01)

B29C 45/14 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **25.01.2016 E 16152601 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.11.2019 EP 3048188**

54 Título: **Módulo de membrana para electrolizador de agua**

30 Prioridad:

26.01.2015 US 201514605496

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

18.05.2020

73 Titular/es:

**MCWHINNEY, CHRISTOPHER M. (100.0%)
125 W. Wenger Road Suite C
Englewood, OH 45322, US**

72 Inventor/es:

**MCWHINNEY, CHRISTOPHER y
ERBAUGH, DAVID**

74 Agente/Representante:

SALVÀ FERRER, Joan

ES 2 760 918 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

Módulo de membrana para electrolizador de agua

5 CAMPO TÉCNICO

[0001] Esta descripción se refiere a sistemas electroquímicos, particularmente sistemas de generación de hidrógeno y, más particularmente, a la electrólisis de agua para producir hidrógeno.

10 ANTECEDENTES

[0002] El hidrógeno puede proporcionar energía limpia para accionar automóviles, así como para cocinar, calentamiento de espacios, calentar agua caliente, y suministrar energía a unidades de acondicionamiento de aire y refrigeración por absorción. Además, a diferencia de la electricidad convencional, puede almacenarse para uso posterior. Como se prevé actualmente, el uso generalizado de hidrógeno requerirá una infraestructura significativa para la distribución y el uso eficientes de este combustible. Los costes de generación de hidrógeno también pueden ser un factor en su uso generalizado.

[0003] El hidrógeno puede producirse por la electrólisis del agua, una materia prima fácilmente disponible y económica, haciendo pasar una corriente eléctrica a través del agua. Una fuente de electricidad de corriente continua se conecta a un ánodo y un cátodo puestos en contacto con el agua y se genera hidrógeno en el cátodo y se genera oxígeno en el ánodo. Se interpone una membrana entre el ánodo y el cátodo y los iones hidrógeno se mueven a través de la membrana, donde se combinan con electrones para formar gas hidrógeno. La membrana debe ser lo suficientemente duradera como para soportar el entorno cáustico del procedimiento de electrólisis, así como el estrés físico de la producción a veces violenta de gas hidrógeno y oxígeno. En el procedimiento también se genera calor residual, que, si se recupera, puede dar como resultado un aumento en la eficiencia general del procedimiento electrolítico.

[0004] Existen muchas fuentes de la energía eléctrica necesaria para generar hidrógeno por el procedimiento de electrólisis. Las fuentes tradicionales incluyen la quema de combustibles fósiles como el carbón, los derivados del petróleo y el gas natural y las centrales nucleares, y también pueden usarse fuentes no tradicionales como la energía eólica y los paneles solares. La flexibilidad para utilizar electricidad generada por una diversidad de fuentes puede proporcionar mayor fiabilidad de generación de hidrógeno. Utilizar electricidad para generar hidrógeno también puede proporcionar un medio de almacenamiento conveniente que puede usarse para amortiguar las fluctuaciones dependientes del tiempo en el suministro de energía y la demanda de energía.

[0005] El documento US2009255826 describe que se proporciona una membrana para uso con un aparato electroquímico. El aparato electroquímico puede incluir una pila de combustible o electrolizador, por ejemplo, un electrolizador adaptado para producir hidrógeno. La membrana comprende una tela hecha de una fibra sintética tal como nailon donde el nailon, en una realización ejemplar, está tejida en tela de nailon antidesgarro. El aparato electroquímico está construido con bastidores que comprenden polietileno de alta densidad (HDPE) que proporcionan soporte y estructura a las membranas, así como a electrodos internos. También se describe un procedimiento para fabricar un aparato electroquímico, tal como un electrolizador, que contiene una membrana que comprende nailon antidesgarro, así como un procedimiento para producir gas hidrógeno con un electrolizador que contiene una membrana que comprende nailon antidesgarro.

[0006] El documento WO2014064627 describe un aparato generador de gas que comprende un conjunto de grupos de placas de electrodo que comprende un dispositivo separador para separar placas de electrodo adyacentes de un conjunto de grupos de placas de electrodo. El dispositivo separador comprende una porción de membrana permeable, una porción no permeable que rodea dicha porción de membrana permeable, un contorno de sellado moldeado en dicha porción no permeable y que rodea dicha porción de membrana permeable, y una primera abertura de recolección de gas formada en una primera porción de definición de cámara de tránsito de gas de dicha porción no permeable. La primera cámara de tránsito de gas abarca una mayoría o la totalidad de la porción lateral de dicha porción de membrana permeable. La distancia de separación longitudinal entre dicho contorno de sellado y dicha porción de membrana permeable en dicha primera porción de definición de cámara de tránsito de gas aumenta a medida que dicho contorno de sellado se extiende lateralmente desde dicho un extremo lateral de dicha porción de membrana permeable hacia dicha primera abertura de recolección de gas.

[0007] El documento US2008/0083614A1 describe un módulo de pila de electrolizador presurizado.

60

RESUMEN

[0008] En las reivindicaciones adjuntas, se exponen aspectos y ejemplos de la presente invención. Los aparatos y procedimientos electroquímicos pueden utilizar electricidad para inducir una reacción química, como la separación de agua en sus elementos componentes hidrógeno y oxígeno en un electrolizador, o para proporcionar

65

energía eléctrica combinando hidrógeno y oxígeno para producir agua, como en una pila de combustible.

5 **[0009]** Un procedimiento integral de generación de hidrógeno electrolítico puede utilizar eficazmente energía alternativa limpia, hacer disponible el combustible de hidrógeno sin depender de una infraestructura de distribución de hidrógeno compleja y costosa, y eliminar problemas de eliminación de residuos complejos y costosos.

10 **[0010]** Se incluye una membrana de tela de nailon antidesgarro, u otra membrana de tela formada de manera similar, para un aparato y procedimiento electroquímico que es tanto duradero como de bajo coste. Opcionalmente, la membrana de nailon antidesgarro se combina con una junta de estanqueidad a base de plastisol en un conjunto de membrana. También se incluyen componentes de polietileno de alta densidad (HDPE) ligeros, de bajo coste, o de polipropileno, componentes que pueden formarse para enmarcar tanto electrodos individuales como membranas individuales en módulos de una pieza. Múltiples módulos de electrodo y módulos de membrana pueden combinarse para producir un sistema de electrolizador de celdas múltiples. También se incluyen pequeños espacios entre electrodos y áreas de gran contacto entre agua y electrodos para ayudar a efectuar la operación del electrolizador de alta eficiencia. También se incluyen características de seguridad y control de procedimientos efectivas y de bajo coste que ayudan a reducir o minimizar los peligros de la generación electrolítica de hidrógeno.

20 **[0011]** Un electrolizador puede utilizar flexiblemente energía eléctrica procedente de una diversidad de fuentes. Puede utilizarse viento de cualquier velocidad suficiente para hacer girar una turbina eólica. La energía eólica o solar puede convertirse en hidrógeno y almacenarse durante las horas de menor consumo o cuando tal energía eléctrica generada es más de la necesaria para satisfacer la demanda. Si se desea, puede proporcionarse un rectificador para convertir la energía de CA convencional para proporcionar CC al electrolizador. Las baterías pueden cargarse mediante energía eólica o solar y después usarse para alimentar el electrolizador o para suavizar los cambios en la fuente.

25 **[0012]** El calor residual puede ser captado y utilizado para otros usos. Por ejemplo, encerrando el electrolizador, puede hacerse circular agua u otro medio de transferencia de calor para proporcionar calor para una residencia u oficina. Encerrando las torres de recolección de hidrógeno y oxígeno, puede hacerse circular aire u otros medios de transferencia de calor adecuados para recolectar calor residual adicional. Pueden obtenerse eficiencias adicionales haciendo circular agua u otro medio de transferencia de calor adecuado a través de serpentines de transferencia de calor incluidos dentro de las torres.

30 **[0013]** Un aparato descrito en esta solicitud comprende una primera placa de compresión; una primera placa aislante junto a la primera placa de compresión; un primer electrodo junto a la primera placa aislante; un primer bastidor de extremo junto al primer electrodo, teniendo el primer bastidor de extremo una abertura, una entrada de líquido, un canal formado entre la abertura y la entrada de líquido, una salida de gas y un canal formado entre la abertura y la salida de gas; comprendiendo además el aparato al menos un conjunto de membrana-electrodo, el al menos un conjunto de membrana-electrodo junto al primer bastidor de extremo y comprende un conjunto de membrana, comprendiendo el conjunto de membrana una membrana de nailon antidesgarro y una junta de estanqueidad fijada a un reborde de la membrana; comprendiendo además el al menos un conjunto de membrana-electrodo un primer bastidor interior, comprendiendo el primer bastidor interior una abertura, al menos una entrada de líquido, un canal formado entre la abertura y la entrada de líquido, una salida de gas y un canal formado entre la abertura y la salida de gas; comprendiendo además el al menos un conjunto de membrana-electrodo un electrodo interior y un segundo bastidor interior, comprendiendo el segundo bastidor interior una abertura, al menos una entrada de líquido, un canal formado entre la abertura y la entrada de líquido, una salida de gas y un canal formado entre la abertura y la salida de gas; comprendiendo además el aparato un conjunto de membrana adicional, el conjunto de membrana adicional junto al conjunto de membrana-electrodo y comprendiendo una membrana de nailon antidesgarro y una junta de estanqueidad fijada a un reborde de la membrana; comprendiendo además el aparato un segundo bastidor de extremo, el segundo junto al conjunto de membrana adicional y comprendiendo una abertura, una entrada de líquido, un canal formado entre la abertura y la entrada de líquido, una salida de gas y un canal formado entre la abertura y la salida de gas; comprendiendo además el aparato un electrodo adicional, el electrodo adicional junto al segundo bastidor de extremo; una segunda placa aislante, la segunda placa aislante junto al electrodo adicional; y una segunda placa de compresión, la segunda placa de compresión junto a la segunda placa aislante. El electrodo adicional, la segunda placa aislante y la segunda placa de compresión pueden incluir cada uno además una entrada de líquido y una salida de gas.

55 **[0014]** Como apreciarán los expertos en la materia relevante, estos elementos estarán intercalados entre sí para crear un aparato electroquímico, y especialmente un electrolizador.

60 **[0015]** En un ejemplo descrito en esta solicitud, una membrana para un electrolizador comprende una tela sintética. En un ejemplo adicional, la tela sintética comprende nailon. En un ejemplo adicional, el nailon comprende nailon antidesgarro. En un ejemplo adicional, la membrana comprende una tela construida para que incluya el patrón de trama cruzada visto en las telas antidesgarro tales como el nailon antidesgarro.

65 **[0016]** Un procedimiento descrito en esta solicitud comprende establecer una corriente eléctrica de CC a través

de una membrana de nailon antidesgarro.

[0017] Un procedimiento descrito en esta solicitud comprende aplicar un reborde de plastisol a una membrana de nailon antidesgarro.

5

[0018] Un procedimiento descrito en la presente solicitud comprende (a) colocar un primer lado de una primera placa aislante contra un segundo lado de una primera placa de compresión; (b) colocar un primer lado de un primer electrodo contra un segundo lado de la primera placa aislante; (c) colocar un primer lado de un primer bastidor de extremo contra un segundo lado del primer electrodo, comprendiendo el primer bastidor de extremo: un segundo lado; una entrada de líquido que forma un agujero entre el primer lado y el segundo lado; un canal formado en el primer lado entre la abertura y la entrada de líquido; una salida de gas que forma un agujero entre el primer lado y el segundo lado; y un canal formado en el primer lado entre la abertura y la salida de gas; (d) colocar un primer lado del conjunto de membrana de al menos un conjunto de membrana-electrodo contra el segundo lado del primer bastidor de extremo, comprendiendo el al menos un conjunto de membrana-electrodo: un conjunto de membrana, comprendiendo el conjunto de membrana: una membrana de nailon antidesgarro; y una junta de estanqueidad fijada a un reborde de al menos un lado de la membrana; un primer bastidor, definiendo el primer bastidor una abertura, y comprendiendo: un primer lado, orientado y apoyándose contra el primer lado en un segundo lado del conjunto de membrana; un segundo lado; una entrada de líquido que forma un agujero entre el primer lado y el segundo lado; un canal formado en el segundo lado entre la abertura y la entrada de líquido; una salida de gas que forma un agujero entre el primer lado y el segundo lado; y un canal formado en el segundo lado entre la abertura y la salida de gas; un electrodo interior, orientado y apoyándose un primer lado del electrodo interior contra el segundo lado del primer bastidor interior; y un segundo bastidor, definiendo el segundo bastidor una abertura, y comprendiendo: un primer lado, orientado y apoyándose el primer lado contra un segundo lado del electrodo interior; un segundo lado; una entrada de líquido que forma un agujero entre el primer lado y el segundo lado; un canal formado en el primer lado entre la abertura y la entrada de líquido; una salida de gas que forma un agujero entre el primer lado y el segundo lado; y un canal formado en el primer lado entre la abertura y la salida de gas; (e) colocar un primer lado de un conjunto de membrana adicional contra el segundo lado del segundo bastidor del conjunto de membrana-electrodo; (f) colocar un primer lado de un segundo bastidor de extremo contra un segundo lado del conjunto de membrana adicional; (g) colocar un primer lado de un electrodo adicional contra un segundo lado del segundo bastidor de extremo; (h) colocar el primer lado de una segunda placa aislante contra un segundo lado del electrodo adicional; e (i) colocar un primer lado de una segunda placa de compresión contra un segundo lado de la segunda placa aislante; El electrodo adicional, la segunda placa aislante y la segunda placa de compresión pueden incluir cada uno además una entrada de líquido y una salida de gas.

[0019] Un procedimiento descrito en esta solicitud comprende: (a) introducir una porción de una solución acuosa en una cámara catódica, la cámara catódica definida por un cátodo y una membrana, comprendiendo la membrana nailon antidesgarro; (b) introducir una porción de la solución acuosa en una cámara anódica, la cámara anódica definida por un ánodo y la membrana, la cámara anódica en comunicación de fluido con la cámara catódica, el ánodo colocado de modo que la membrana esté interpuesta entre el cátodo y el ánodo; (c) aplicar un potencial eléctrico de CC entre el cátodo y el ánodo, por lo que la aplicación del potencial eléctrico de CC produce un potencial de CC a través de la membrana; (d) extraer un primer producto de descomposición electrolítica del agua de la cámara catódica; y (e) extraer un segundo producto de descomposición electrolítica del agua de la cámara anódica;

[0020] La cámara catódica (inmediatamente anterior) descrita en esta solicitud puede estar definida además por la abertura de un primer bastidor, el primer bastidor interpuesto entre el cátodo y la membrana (inmediatamente anterior); y la cámara anódica (inmediatamente anterior) está definida además por la abertura de un segundo bastidor, el segundo bastidor interpuesto entre el ánodo y la membrana; y donde: la etapa (d) (inmediatamente anterior) comprende además la etapa de: (A) extraer la primera descomposición electrolítica del producto de agua (inmediatamente anterior) de la cámara catódica a través de un primer canal de producto y una primera salida de producto, la primera salida de producto en comunicación de fluido con la cámara catódica a través del primer canal de producto; y la etapa (e) (inmediatamente anterior) comprende además la etapa de: (B) extraer la segunda descomposición electrolítica del producto de agua (inmediatamente anterior) de la cámara anódica a través de un segundo canal de producto y una segunda salida de producto, la segunda salida de producto en comunicación de fluido con la cámara anódica a través del segundo canal de producto;

55

[0021] Un procedimiento descrito en esta solicitud comprende: (a) introducir una porción de una solución acuosa en una pluralidad de cámaras catódicas, cada cámara catódica definida por una membrana, comprendiendo la membrana nailon antidesgarro y un electrodo; (b) introducir al menos una porción de la solución acuosa en una pluralidad de cámaras anódicas, cada cámara anódica definida al menos parcialmente por una membrana y un electrodo, donde las cámaras catódicas se alternan con cámaras anódicas; (c) producir un potencial de CC a través de cada membrana; (d) extraer al menos un producto de descomposición electrolítica del agua de al menos una de la pluralidad de cámaras catódicas; y (e) extraer al menos un producto de descomposición electrolítica del agua de al menos una de la pluralidad de cámaras anódicas;

[0022] Un procedimiento descrito en esta solicitud comprende: (a) introducir una porción de una solución

65

acuosa en una cámara catódica, la cámara catódica definida por un cátodo y una primera membrana; (b) introducir una porción de la solución acuosa en una cámara anódica, la cámara anódica definida por un ánodo y una segunda membrana; (c) introducir una porción de la solución acuosa en una pluralidad de cámaras catódicas adicionales, la pluralidad de cámaras catódicas adicionales definida al menos parcialmente por un electrodo bipolar y una membrana
 5 adicional; (d) introducir una porción de la solución acuosa en una pluralidad de cámaras anódicas adicionales, la pluralidad de cámaras anódicas adicionales definida al menos parcialmente por un electrodo bipolar y una membrana adicional; (e) aplicar un potencial eléctrico de CC entre el cátodo y el ánodo, por lo que la aplicación del potencial eléctrico de CC produce un potencial de CC a través de cada membrana; (f) extraer gas hidrógeno de al menos una cámara catódica; y (g) extraer gas oxígeno de al menos una cámara anódica, donde al menos una membrana
 10 comprende nailon antidesgarro.

[0023] Un procedimiento descrito en esta solicitud comprende: (a) proporcionar un aparato, comprendiendo el aparato: (i) un cátodo; (ii) un primer bastidor de extremo, definiendo el primer bastidor de extremo una abertura, comprendiendo el primer bastidor de extremo: (A) un primer lado, orientado el primer lado a un segundo lado del
 15 cátodo; (B) un segundo lado; (C) una entrada de líquido que forma un agujero entre el primer lado y el segundo lado; (D) un canal formado en el primer lado entre la abertura y la entrada de líquido; (E) una salida de gas que forma un agujero entre el primer lado y el segundo lado; y (F) un canal formado en el primer lado entre la abertura y la salida de gas; (iii) al menos un conjunto de membrana-electrodo, orientado un lado de membrana del conjunto de membrana-electrodo al segundo lado del primer bastidor de extremo, comprendiendo el al menos un conjunto de membrana-
 20 electrodo: (A) una membrana, comprendiendo la membrana nailon antidesgarro, definiendo el cátodo, el primer bastidor de extremo y la membrana una cámara catódica; (B) un primer bastidor interior, definiendo el primer bastidor interior una abertura, y comprendiendo: (a') un primer lado, orientado el primer lado a un segundo lado de la membrana; (b') un segundo lado; (c') una entrada de líquido que forma un agujero entre el primer lado y el segundo lado; (d') un canal formado en el segundo lado entre la abertura y la entrada de líquido; (e') una salida de gas que forma un agujero
 25 entre el primer lado y el segundo lado; y (f) un canal formado en el segundo lado entre la abertura y la salida de gas; (C) un electrodo interior, orientado el primer lado del electrodo interior al segundo lado del primer bastidor interior, definiendo la membrana, el primer bastidor interior y el electrodo interior una cámara anódica; (D) un segundo bastidor interior, definiendo el segundo bastidor interior una abertura, y comprendiendo: (a') un primer lado, orientado el primer lado a un segundo lado del electrodo; (b') un segundo lado; (c') una entrada de líquido que forma un agujero entre el
 30 primer lado y el segundo lado; (e') un canal formado en el primer lado entre la abertura y la entrada de líquido; (f') una salida de gas que forma un agujero entre el primer lado y el segundo lado; y (g') un canal formado en el primer lado entre la abertura y la salida de gas; (iv) una membrana adicional, comprendiendo la membrana adicional nailon antidesgarro, orientado un primer lado de la membrana adicional al segundo lado de un segundo bastidor interior, definiendo el electrodo interior, el segundo bastidor interior y la membrana adicional una cámara catódica; (v) un
 35 segundo bastidor de extremo, definiendo el segundo bastidor de extremo una abertura, y comprendiendo: (A) un primer lado, orientado el primer lado a un segundo lado de la membrana adicional; (B) un segundo lado; (C) una entrada de líquido que forma un agujero entre el primer lado y el segundo lado; (D) un canal formado en el segundo lado entre la abertura y la entrada de líquido; (E) una salida de gas que forma un agujero entre el primer lado y el segundo lado; y (F) un canal formado en el segundo lado entre la abertura y la salida de gas; (vi) un ánodo, orientado un primer lado
 40 del ánodo al segundo lado del segundo bastidor de extremo, definiendo la membrana adicional, el segundo bastidor de extremo y el electrodo adicional una cámara anódica; (b) introducir una solución acuosa en cada cámara catódica a través de un agujero de entrada de líquido y un canal de entrada de líquido; (c) introducir la solución acuosa en cada cámara anódica a través de un agujero de entrada de líquido y un canal de entrada de líquido; (d) aplicar un potencial eléctrico de CC entre el cátodo y el ánodo, por lo que la aplicación del potencial eléctrico de CC produce un potencial
 45 de CC a través de cada membrana; (e) extraer hidrógeno de cada cámara catódica a través de un agujero de salida de gas y un canal de salida de gas. y (f) extraer oxígeno de cada cámara anódica a través de un agujero de salida de gas y un canal de salida de gas.

[0024] Un módulo de membrana descrito en esta solicitud comprende una membrana suspendida y asegurada
 50 dentro de un bastidor. La membrana puede comprender, por ejemplo, como se indica anteriormente en esta solicitud, nailon antidesgarro o una tela construida para que incluya el patrón de trama cruzada visto en telas antidesgarro tales como nailon antidesgarro. El bastidor comprende, por ejemplo, y como se indica anteriormente en esta solicitud, polietileno de alta densidad (HDPE) o polipropileno. El bastidor de módulo de membrana está formado para que incluya una cortina que proporciona estabilidad al bastidor y que facilita la separación de los gases componentes, por ejemplo,
 55 hidrógeno y oxígeno. Sobre la cortina están formadas una pluralidad de salientes que ayudan a mantener la separación entre el electrodo adyacente y la cortina. El bastidor de módulo de membrana está formado además para que incluya, como se muestra y describe en otra parte en esta solicitud, entradas de agua y salidas de gas.

[0025] En esta solicitud se describe un procedimiento para formar el módulo de membrana, el procedimiento
 60 comprende suspender la membrana sobre el molde, asegurar la membrana dentro del molde cerrado, e inyectar material de bastidor, por ejemplo, HDPE o polipropileno, dentro del molde.

[0026] Los detalles de una o más implementaciones se exponen en los dibujos adjuntos y la siguiente descripción. Otras características resultarán evidentes a partir de la descripción y los dibujos, y a partir de las
 65 reivindicaciones.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS VARIAS VISTAS DEL DIBUJO

- [0027]** Los dibujos adjuntos, que se incorporan y constituyen una parte de esta memoria descriptiva, ilustran varias realizaciones consistentes con la invención y, junto con la descripción, sirven para explicar los principios de la invención.
- La Fig. 1 es un diagrama de bloques que ilustra un sistema de hidrógeno.
- 10 La Fig. 2 es una vista en sección parcial que ilustra un electrolizador y torres de recolección asociadas junto con cerramientos.
- Las Figs. 3 y 4 se combinan para dar una vista en despiece ordenado que ilustra componentes de un electrolizador.
- 15 La Fig. 5 ilustra el detalle de un canal.
- La Fig. 6 ilustra el detalle de una tela de membrana.
- La Fig. 7 es un diagrama de procedimiento que ilustra un electrolizador y equipos auxiliares y controles asociados.
- 20 Las Figs. 8 y 9 son diagramas de circuito que ilustran circuitos de supervisión y control para un electrolizador y equipos auxiliares asociados.
- La Fig. 10 es un diagrama de circuito que ilustra un sensor de oxígeno y el circuito de control asociado.
- 25 La Fig. 11 es una vista en despiece ordenado de un electrodo enmarcado.
- La Fig. 12 es una vista en despiece ordenado de una membrana enmarcada.
- 30 La Fig. 13 es una vista en despiece ordenado de un módulo de membrana y que incluye un electrodo.
- La Fig. 14 es una vista a escala ampliada de la sección indicada como la Fig. 14 en la Fig. 13.
- La Fig. 15 es una vista del módulo de membrana indicado como la Fig. 15 en la Fig. 13.
- 35 La Fig. 16 es una vista a escala ampliada de la sección indicada como la Fig. 16 en la Fig. 13.
- La Fig. 17 ilustra la sección de un molde usado para formar la porción del módulo de membrana indicado como la Fig. 17 en la Fig. 15 del módulo de membrana de las Figs. 13-16.
- 40 La Fig. 18 es una vista a escala ampliada de la sección indicada como la Fig. 18 en la Fig. 17.
- La Fig. 19 ilustra la sección de un molde usado para formar la porción del módulo de membrana indicado como la Fig. 19 en la Fig. 13 del módulo de membrana de las Figs. 13-16.
- 45 La Fig. 20 es una vista a escala ampliada de la sección indicada como la Fig. 20 en la Fig. 19.

DESCRIPCIÓN DETALLADA

- 50 **[0028]** Con referencia a la Fig. 1, un sistema de hidrógeno 10 incluye un procedimiento electrolizador 100 (mostrado también en las Figs. 2 y 7) adaptado para producir hidrógeno 32 a partir de agua 34 usando electricidad 28. El procedimiento electrolizador 100 convierte agua 34 en sus partes componentes de hidrógeno 32 y oxígeno 30. Un electrolito 36 se combina con el agua 34 en un tanque de agua de alimentación 38 y se introduce en el procedimiento electrolizador 100 como agua de alimentación 40. Típicamente, el electrolito 36 es hidróxido de sodio (NaOH) o
- 55 hidróxido de potasio (KOH), pero también pueden usarse cationes como, pero no limitados a, litio (Li⁺), rubidio (Rb⁺), potasio (K⁺), cesio (Cs⁺), bario (Ba²⁺), estroncio (Sr²⁺), calcio (Ca²⁺), sodio (Na⁺) y magnesio (Mg²⁺). Los expertos en la materia relevante reconocerán que otros compuestos son adecuados para proporcionar un electrolito 36 al procedimiento electrolizador 100. Electricidad de corriente continua (CC) 28 alimentada al procedimiento electrolizador 100 proporciona la electricidad necesaria 28 para producir hidrógeno 32. Se añade agua de reposición 34 según se
- 60 requiera. Se añade electrolito 36 según sea necesario para mantener la concentración correcta.

- [0029]** Un módulo de selección y acondicionamiento de energía eléctrica 14 permite que el sistema de hidrógeno 10 proporcione electricidad de CC 28 procedente de una diversidad de fuentes que están conectadas apropiadamente al mismo. Solo a título de ejemplo, tales fuentes incluyen paneles solares 22, turbinas eólicas 24,
- 65 baterías 26 y la red eléctrica convencional 16, electricidad de corriente alterna (CA) 18 que puede ser convertida en

CC mediante un rectificador de CA-CC que puede incluirse en el módulo de selección y acondicionamiento de energía 14. Se apreciará por los expertos en la técnica relevante que otras fuentes distintas de las mostradas y analizadas también pueden proporcionar la energía eléctrica necesaria 28. Ventajosamente, el exceso de energía procedente, por ejemplo, de los paneles solares 22 o las turbinas eólicas 24, no requerido para operar el procedimiento 5 electrolizador 100, puede retroalimentarse a la red eléctrica 16 para crédito o utilizarse en una residencia, negocio u otra propiedad.

[0030] Como se muestra en la Fig. 1, el oxígeno 30 puede ventilarse a la atmósfera o procesarse nuevamente para otros usos. El hidrógeno 32 producido por el procedimiento electrolizador 100 puede enviarse al almacenamiento 10 12 para su uso posterior y puede comprimirse (no se muestra) para su almacenamiento a presiones más altas según se requiera. En un entorno residencial, por ejemplo, el hidrógeno 32 puede usarse para llenar un recipiente de suministro integrado, por ejemplo, con un vehículo 42. Los artefactos fijos convencionales 44 como una caldera, un calentador de agua, una estufa o un horno, un acondicionador de aire o refrigerador por absorción, un generador eléctrico o una pila de combustible pueden ser alimentados por el hidrógeno 32. Finalmente, el exceso de calor del 15 electrolizador 102 o un colector de hidrógeno u oxígeno 104, 106 (descrito más detalladamente a continuación) puede ayudar a reducir aún más las demandas de calor.

[0031] El electrolizador 102 y los componentes auxiliares seleccionados se muestran en la Fig. 2. Un electrolizador 102 (descrito más detalladamente a continuación) recibe agua a través del colector de hidrógeno 104 y 20 el colector de oxígeno 106 (ambos descritos más detalladamente a continuación). El colector de hidrógeno 104 recoge el hidrógeno 32 generado por el electrolizador 102 y el colector de oxígeno 106 recoge el oxígeno 30 generado por el electrolizador 102.

[0032] En un ejemplo como se muestra en la Fig. 2, el electrolizador 102 está encerrado dentro de un 25 cerramiento de electrolizador sellado 108 y los colectores de hidrógeno y oxígeno 104, 106 están encerrados dentro de un cerramiento de colector sellado 110. Puede hacerse circular agua u otro fluido de transferencia de calor adecuado a través del cerramiento de electrolizador 108 y alrededor del electrolizador 102 como se indica mediante la entrada de fluido de transferencia de calor circulante de cerramiento de electrolizador 112 y la salida de fluido de 30 transferencia de calor circulante de cerramiento de electrolizador 114. El fluido de transferencia de calor circulante de cerramiento de electrolizador que circula a través del cerramiento de electrolizador 108 puede ser calentado por el electrolizador 102 a, por ejemplo, 115 grados F y puede usarse posteriormente para calentar espacios o para calentar agua caliente, especialmente en una residencia. Puede hacerse circular aire u otro fluido de transferencia de calor 35 adecuado a través del cerramiento de colector 110 y alrededor de los colectores de hidrógeno y oxígeno 104, 106 como se indica mediante la entrada de fluido de transferencia de calor circulante de cerramiento de colector 116 y la salida de fluido de transferencia de calor circulante de cerramiento de colector 118. El fluido de transferencia de calor 40 circulante de cerramiento de colector que circula a través del cerramiento de colector 110 es calentado por los colectores de hidrógeno y oxígeno 104, 106 a, por ejemplo, 130 grados F y puede usarse posteriormente para calentar espacios, calentar agua caliente o para alimentar un acondicionador de aire o refrigerador por absorción. En un ejemplo, el cerramiento de electrolizador 108 y el cerramiento de colector 110 están construidos con paneles de 45 polietileno de alta densidad (HDPE) de 3/4 de pulgada y sellados apropiadamente para contener el fluido de transferencia de calor circulante.

[0033] Las Figs. 3 y 4 se combinan para ilustrar un ejemplo de un electrolizador de celdas múltiples 102. Pasando en orden, el primer lugar hay una placa de compresión de extremo cerrado de pila 200. En el ejemplo 45 ilustrado, la placa de compresión de extremo cerrado de pila 200 no tiene medios para permitir la entrada o salida de corriente de procedimiento. Tales conexiones están en el extremo alejado de la pila 102. En un ejemplo, la placa de compresión de extremo cerrado de pila 200 es de acero laminado en caliente de 3/4 de pulgada. La placa de compresión de extremo cerrado de pila 200 también puede comprender un material tal como acero laminado en frío, material compuesto u otro material con resistencia suficiente. La placa de compresión de extremo cerrado de pila 200 50 incluye una pluralidad de agujeros de pernos de compresión de pila 202. En el ejemplo ilustrado, hay 16 agujeros de pernos de compresión de pila 202 que reciben un número similar de pernos de compresión de pila (no mostrados). La placa de compresión de extremo cerrado de pila 200 coopera con una placa de compresión de extremo abierto de pila 290 (Fig. 4) y la pluralidad de pernos de compresión de pila (no mostrados) para mantener juntos y comprimir el electrolizador 102. Además, en un ejemplo, la placa de compresión de extremo cerrado de pila 200 incluye un agujero 55 de borne eléctrico 204 para recibir y permitir la protuberancia de un borne eléctrico 232 unido a un ánodo 230. El borne eléctrico 232 permite que se aplique corriente eléctrica al electrolizador 102. Como apreciarán los expertos en la materia relevante, el ánodo 230 y el cátodo 231 (Fig. 4) pueden invertirse y el equipo de recolección auxiliar modificarse en consecuencia. En el ejemplo ilustrado, la placa de compresión de extremo cerrado de pila 200 incluye además una lengüeta de elevación de pila 206 que incluye un agujero de elevación de pila 208 para facilitar la elevación y el 60 transporte del electrolizador 102. En un ejemplo, la superficie de la placa de compresión de extremo cerrado de pila 200 orientada a la placa aislante de extremo cerrado de pila 220 se trata con amolado Blanchard.

[0034] Adyacente a la placa de compresión de extremo cerrado de pila 200 hay una placa aislante de extremo 65 cerrado de pila 220. En un ejemplo, la placa aislante de extremo cerrado de pila 220 es de HDPE de 3/4 de pulgada. Otros materiales no conductores con suficiente resistencia y propiedades resistentes al calor, como polietileno de baja

densidad (LDPE), poliuretano, nailon y los materiales cerámicos podrían ser satisfactorios. La placa aislante de extremo cerrado de pila 220 incluye una serie de agujeros de pernos de compresión de pila 202. En el ejemplo ilustrado, hay 16 agujeros de pernos de compresión de pila 202 que reciben un número similar de pernos de compresión de pila (no mostrados). Además, en un ejemplo, la placa de compresión de extremo cerrado de pila 220 incluye un agujero de borne eléctrico 204 para recibir y permitir la protuberancia del borne eléctrico 232 unido al ánodo 230. La placa aislante de extremo cerrado de pila 220 puede incluir además un conjunto de juntas (no mostradas) tales como juntas tóricas asentadas en un conjunto similar de acanaladuras de junta (no mostradas) formadas para sellar una o más entradas de agua 234, una salida de oxígeno 236 y una salida de hidrógeno 238 formadas en el ánodo 230.

10

[0035] Adyacente a la placa aislante de extremo cerrado de pila 220 está el ánodo 230. El ánodo 230 incluye el borne eléctrico 232 unido al mismo que puede estar roscado para facilitar la conexión a la energía eléctrica de CC. Como apreciarán los expertos en la materia relevante, el ánodo 230 puede conectarse a la energía eléctrica de CC de varias maneras, incluyendo, pero no limitadas a, una o más pestañas a lo largo de los bordes laterales del ánodo 230. En un ejemplo, el ánodo 230 está construido de acero inoxidable 316 de medida 11. En el ejemplo ilustrado, el ánodo 230 incluye 16 agujeros de pernos de compresión de pila 202 que reciben un número similar de pernos de compresión de pila (no mostrados). Una vez ensamblado, el ánodo 230 se coloca de manera que su borne eléctrico 232 sobresalga a través de los agujeros de borne eléctrico 204 formados en la placa aislante de extremo cerrado de pila 220 y la placa de compresión de extremo cerrado de pila 200 y se conecta a la energía eléctrica de CC. En un ejemplo, el ánodo 230 está formado con una salida de oxígeno 236, una salida de hidrógeno 238 y una o más entradas de agua 234.

15

20

[0036] Adyacente al ánodo 230 está un primer bastidor de extremo 240. En la Fig. 3 se muestra el lado del ánodo del primer bastidor de extremo 240. En un ejemplo, el primer bastidor de extremo 240 es de HDPE. Al igual que con las placas aislantes 220, 280 (Fig. 4) y los bastidores interiores 260 (Figs. 3 y 4), los bastidores de extremo 240 podrían comprender LDPE, poliuretano, nailon o material cerámico. El primer bastidor de extremo 240 incluye una abertura de cámara 248 y, en el ejemplo ilustrado, 16 agujeros de pernos de compresión de pila 202 que reciben un número similar de pernos de compresión de pila (no mostrados). El primer bastidor de extremo 240 incluye además al menos una entrada de agua 234. En el ejemplo ilustrado, el lado del ánodo del primer bastidor de extremo 240 incluye al menos un canal 244 formado entre la al menos una entrada de agua 234 y la abertura de cámara 248 y, por lo tanto, proporciona conectividad de fluido entre la entrada de agua 234 y la abertura de cámara 248. En el ejemplo ilustrado, el lado del ánodo del primer bastidor de extremo 240 incluye al menos un soporte de canal 246. (Mostrado de manera análoga en la Fig. 5) El al menos un soporte de canal 246 ayuda a mantener la integridad del canal 244 cuando el electrolizador 102 está bajo compresión.

25

30

35

[0037] El primer bastidor de extremo 240 incluye además una salida de oxígeno 236 y una salida de hidrógeno 238. En el ejemplo ilustrado, el lado del ánodo del primer bastidor de extremo 240 incluye un canal 244 formado entre la salida de oxígeno 238 y la abertura de cámara 248. En el ejemplo ilustrado, el lado del ánodo del primer bastidor de extremo 240 incluye al menos un soporte de canal 246 (Fig. 5). El lado inverso del primer bastidor de extremo 240, que está orientado hacia, y está adyacente a, un primer conjunto de membrana 250, se describe a continuación en esta solicitud cuando se describe un lado del conjunto de membrana de un primer bastidor interior 260.

40

[0038] Con referencia nuevamente a la Fig. 3, adyacente al primer bastidor de extremo está el primer conjunto de membrana 250. En un ejemplo, el primer conjunto de membrana 250 comprende una membrana 256 y una junta de estanqueidad de membrana asociada 254. En un ejemplo adicional, la membrana 256 es de nailon antidesgarro con una densidad de hilos por pulgada cuadrada de 118x92 y con un peso por yarda cuadrada de aproximadamente dos onzas. El nailon antidesgarro es duradero y menos costoso que materiales alternativos y es resistente al ataque químico por agua de alimentación cáustica 40. En un ejemplo, el nailon usado en el material de la membrana es nailon 6,6. En un ejemplo adicional, el nailon usado en el material de la membrana es nailon 6. En un ejemplo, la membrana de nailon antidesgarro 256 está tratada con un repelente al agua a base de fluorocarbono. En un ejemplo adicional, la membrana de nailon antidesgarro 256 no está tratada de este modo. Cuando está húmeda, la membrana 256 permite que los electrones pasen selectivamente. Además, y aunque sin desear estar sujeto a ninguna teoría en particular, se cree que la estructura del material de nailon antidesgarro, con sus hilos de refuerzo antidesgarro entretreídos en un patrón de trama cruzada, puede afectar la concentración de densidad de corriente y mejorar la eficiencia de la célula.

45

50

55

[0039] En un ejemplo, la membrana también puede comprender otros materiales de tela sintéticos. Las poliamidas, de las cuales el nailon es de tipo, también incluyen aramiditas, una clase de fibras fuertes y resistentes al calor que comprenden compuestos aromáticos.

[0040] La junta de estanqueidad de membrana 254 produce un sellado de la membrana 256 cuando está incluida en el electrolizador 102. En un ejemplo, la junta de estanqueidad de membrana 254 comprende plastisol adherido a un reborde de la membrana 256. El plastisol puede aplicarse mediante un procedimiento de serigrafía. El reborde de un lado de la membrana 256 se recubre con plastisol y se calienta, típicamente en un horno, lo suficiente como para adherir el plastisol a la membrana 256, en un ejemplo, generalmente entre aproximadamente 140 grados C y aproximadamente 170 grados C durante aproximadamente 45 segundos y aproximadamente 60 segundos. En otro ejemplo, aproximadamente 175 grados C durante aproximadamente 90 segundos. A continuación, la membrana

60

65

256 se da la vuelta y el reborde del otro lado de la membrana 256 se recubre con plastisol y se calienta como antes. Las uniones se completan después de aproximadamente 72 horas. Antes de tratar con plastisol para formar la junta de estanqueidad de membrana 254, las dimensiones originales de la membrana 256 son mayores para tener en cuenta la contracción en el procedimiento de calentamiento.

5

[0041] La junta de estanqueidad de membrana 254 comprende al menos una entrada de agua 234, una salida de oxígeno 236, una salida de hidrógeno 238 y una serie de agujeros de pernos de compresión de pila 202. Puede usarse un punzón para formar estos agujeros, entradas y salidas y puede incluir una serie de postes de plantilla de alineación (no mostrados). Puede incluirse una serie de marcas o agujeros de alineación 252 en el conjunto de membrana 250 que cooperan con los postes de plantilla de alineación del punzón para permitir que el conjunto de membrana 250 se alinee correctamente en el punzón.

10

[0042] Los plastisoles se usan para imprimir materiales textiles y están compuestos principalmente de resina de cloruro de polivinilo (PVC), típicamente un polvo blanco, y un plastificante, típicamente un líquido espeso y transparente. Opcionalmente, puede añadirse un colorante. Las tintas deben calentarse para que curen, generalmente a temperaturas en el intervalo de 140-170 grados C, como se discutió anteriormente. La porosidad del material textil permite buena penetración del plastisol y, por lo tanto, buena adhesión del plastisol al material textil. Sin embargo, cuando se usa con nailon antidesgarro estrechamente tejido, el plastisol puede combinarse con un agente aglutinante de nailon como el agente adhesivo Nylobond™ (NYBD-9120) (Union Ink Co., Ridgefield, NJ). En un ejemplo, la tinta es Ultrasoft PLUS (PLUS-6000) (Union Ink Co.) y está formulada.

15

20

[0043] En un ejemplo adicional, el plastisol es de la serie 900, como 902LF, de International Coatings Co. (Cerritos, CA). Estas formulaciones de plastisol incluyen un catalizador de agente adhesivo premezclado. El curado ejemplar es aproximadamente 175 grados C durante aproximadamente 90 segundos.

25

[0044] En un ejemplo, el conjunto de membrana 250 tiene un grosor de aproximadamente 0,009 pulgadas en la junta de estanqueidad de membrana 254. Bajo compresión en el electrolizador 102, la junta de estanqueidad de membrana 254 se comprime y el conjunto de membrana 250 se comprime a aproximadamente 0,005 pulgadas.

30

[0045] Con referencia nuevamente a la Fig. 3, adyacente al primer conjunto de membrana 250 está un primer bastidor interior 260. En la Fig. 3 se muestra el primer lado de la membrana del primer bastidor interior 260. En un ejemplo, el primer bastidor interior 260 es de HDPE. El primer bastidor interior incluye una abertura de cámara 248 y, en el ejemplo ilustrado, 16 agujeros de pernos de compresión de pila 202 que reciben un número similar de pernos de compresión de pila (no mostrados). El primer bastidor interior 260 también incluye al menos una entrada de agua 234, una salida de oxígeno 236 y una salida de hidrógeno 238.

35

[0046] El lado del primer bastidor interior 260 que está orientado a un electrodo interior 270 se describe con más detalle a continuación en esta solicitud con el segundo bastidor interior 260. En el lado del electrodo interior del primer bastidor interior 260 está un resalto de electrodo 272 formado alrededor de la abertura de cámara 248 donde puede encajar el electrodo interior 270. En un ejemplo, el resalto de electrodo 272 tiene una profundidad de la mitad del grosor del electrodo interior 270. Como apreciarán los expertos en la técnica, el lado del electrodo interior del primer bastidor interior 260, analizado más adelante con el segundo bastidor interior 260, y mostrado en detalle en la Fig. 4, incluye un canal 244 (no mostrado, pero ilustrado análogamente con el segundo bastidor interior 260 de la Fig. 4), análogo al canal 244, formado entre la salida de hidrógeno 238 (no mostrada, pero ilustrada análogamente con el segundo bastidor interior 260 en la Fig. 4) y la abertura de cámara 248. El canal 244 puede incluir además al menos un soporte de canal 246 (Fig. 5).

40

45

[0047] Volviendo ahora a la Fig. 4, adyacente al primer bastidor interior 260 está un electrodo interior 270. Como apreciará un experto en la materia relevante, el electrodo interior 270 funciona como un electrodo bipolar. En un ejemplo, el electrodo interior 270 está dimensionado para encajar dentro del lado del electrodo de cada bastidor interior 260. En un ejemplo, el electrodo interior 270 es de acero inoxidable 316 de medida 18.

50

[0048] Adyacente al electrodo interior 270 está un segundo bastidor interior 260. Como se muestra en la Fig. 4, el lado del electrodo interior del segundo bastidor interior 260 está orientado al electrodo interior 270. En un ejemplo, el segundo bastidor interior 260 es de HDPE. El segundo bastidor interior 260 incluye una abertura de cámara 248 y, en el ejemplo ilustrado, 16 agujeros de pernos de compresión de pila 202 que reciben un número similar de pernos de compresión de pila (no mostrados). El segundo bastidor interior 260 también incluye al menos una entrada de agua 234, una salida de oxígeno 236 y una salida de hidrógeno 238.

55

[0049] El lado del segundo bastidor interior 260 que está orientado al electrodo interior 270 incluye un resalto de electrodo 272 formado alrededor de la abertura de cámara 248 donde puede encajar el electrodo interior 270. En un ejemplo, el resalto de electrodo 272 tiene una profundidad de la mitad del grosor del electrodo interior 270. El lado del electrodo interior del segundo bastidor interior 260 incluye un canal 244 formado entre la salida de oxígeno 236 y la abertura de cámara 248. El canal 244 puede incluir además al menos un soporte de canal 246 (Fig. 5).

60

65

[0050] El lado del segundo bastidor interior 260 que es adyacente y está orientado a un segundo conjunto de membrana 250 se muestra análogamente en detalle y se describe con el lado orientado al primer conjunto de membrana 250 del primer bastidor interior 260 (Fig. 3).

5 **[0051]** Adyacente al segundo lado del conjunto de membrana del segundo bastidor interior 260 está un segundo conjunto de membrana 250, que se ha descrito anteriormente en esta solicitud con el primer conjunto de membrana 250.

[0052] Adyacente al segundo conjunto de membrana 250 está un segundo bastidor de extremo 240. En un ejemplo, el segundo bastidor de extremo 240 es de HDPE. El segundo bastidor de extremo 240 incluye una abertura de cámara 248 y, en el ejemplo ilustrado, 16 agujeros de pernos de compresión de pila 202 que reciben un número similar de pernos de compresión de pila (no mostrados). El segundo bastidor de extremo 240 incluye además al menos una entrada de agua 234, una salida de oxígeno 236 y una salida de hidrógeno 238. Mostrado en detalle análogo en la Fig. 3, y como se describe análogamente anteriormente en referencia al primer bastidor de extremo 240, el lado del cátodo del segundo bastidor de extremo 240 incluye además un canal 244 (mostrado análogamente en la Fig. 3 y analizado anteriormente con el primer bastidor de extremo 240) formado entre la abertura de cámara 248 y la salida de hidrógeno 238. Además, el canal 244 puede incluir además al menos un soporte de canal 246.

[0053] Asimismo, el lado del cátodo del segundo bastidor de extremo 240 incluye además un canal 244 formado entre la abertura de cámara 248 y la al menos una entrada de agua 234. Además, este canal 244 puede incluir además al menos un soporte de canal. 246.

[0054] Adyacente al lado del cátodo del segundo bastidor de extremo 240 está el cátodo 231. La descripción del cátodo 231 es similar a la del ánodo 230. El cátodo 231 incluye además una salida de oxígeno 236, una salida de hidrógeno 238 y una o más entradas de agua 234.

[0055] Adyacente al cátodo 231, e interpuesto entre el cátodo 231 y una placa de compresión de extremo abierto de pila 290, está una placa aislante de extremo abierto de pila 280. Mientras que la placa aislante de extremo abierto de pila 280 está formada de manera similar a la placa aislante de extremo cerrado de pila 220, la placa aislante de extremo abierto de pila 280 incluye además al menos una entrada de agua 234, una salida de oxígeno 236 y una salida de hidrógeno 238. En un ejemplo, la placa aislante de extremo abierto de pila 280 es de HDPE de 3/4 de pulgada. La placa aislante de extremo abierto de pila 280 incluye una serie de agujeros de pernos de compresión de pila 202. En el ejemplo ilustrado, hay 16 agujeros de pernos de compresión de pila 202 que reciben un número similar de pernos de compresión de pila (no mostrados). Además, en un ejemplo, la placa aislante de extremo abierto de pila 280 incluye un agujero de borne eléctrico 204 para recibir y permitir la protuberancia del borne eléctrico 232 unido al cátodo 231. En el lado del cátodo de la placa aislante de extremo abierto de pila 280 puede incluir además un conjunto de juntas tales como juntas tóricas (no mostradas) asentadas en un conjunto similar de acanaladuras 284 formadas para sellar la una o más entradas de agua 234, la salida de oxígeno 236, y la salida de hidrógeno 238 formadas en el cátodo 231. Asimismo, un conjunto similar de acanaladuras 284 y juntas puede estar incluido en el lado de la placa de compresión de extremo abierto de la placa aislante de extremo abierto 280.

[0056] Adyacente a la placa aislante de extremo abierto de pila 280 está la placa de compresión de extremo abierto de pila 290. En un ejemplo, la placa de compresión de extremo abierto de pila 290 es de placa de acero laminado en caliente de 3/4 de pulgada. La placa de compresión de extremo abierto de pila 280 también puede comprender un material tal como acero laminado en frío, material compuesto u otro material con resistencia suficiente. En un ejemplo, la superficie de la placa de compresión de extremo abierto de pila 290 orientada a la placa aislante de extremo abierto de pila 280 se trata con amolado Blanchard. La placa de compresión de extremo abierto de pila 290 también incluye al menos una entrada de agua 234, una salida de oxígeno 236 y una salida de hidrógeno 238. A lo largo de una periferia de la placa de compresión de extremo abierto de pila 290 están una pluralidad de agujeros de pernos de compresión de pila 202. En el ejemplo ilustrado, hay 16 agujeros de pernos de compresión de pila 202 que reciben un número similar de pernos de compresión de pila (no mostrados). Además, en un ejemplo, la placa de compresión de extremo abierto de pila 290 incluye un agujero de borne eléctrico 204 para recibir y permitir la protuberancia de un borne eléctrico 232 unido al cátodo 231.

55 **[0057]** El ejemplo ilustrado en las Figs. 3 y 4 muestra un electrodo interior 270. Pueden ensamblarse mayores capacidades añadiendo partes interiores adicionales. Por ejemplo, puede incluirse una pluralidad de conjuntos, comprendiendo cada conjunto un conjunto de membrana 250, un primer bastidor interior 260, un electrodo interior 270 y un segundo bastidor interior 260. Según sea apropiado, se requeriría un primer bastidor de extremo 240, un conjunto de membrana adicional 250 y un segundo bastidor de extremo 240.

60 **[0058]** Aunque no se muestra, el electrolizador 102 puede mantenerse unido con una pluralidad de pernos de compresión de pila que abarcan el electrolizador 102 desde la placa de compresión de extremo cerrado de pila 200 y la placa de compresión de extremo abierto de pila 290. Cada perno de compresión puede estar rodeado, sustancialmente a lo largo de toda su longitud, por una junta (no mostrada), que también puede funcionar como un aislante. Solo a título de ejemplo, tal junta podría ser tubo flexible de alta presión no conductor 588N-10 Parflex®

(Parflex Division, Parker-Hannifin, Ravenna, Ohio). En un ejemplo, los pernos de compresión se aprietan a 55 libras.

[0059] Volviendo ahora a la Fig. 11, en una vista en despiece ordenado de un ejemplo adicional, puede proporcionarse un electrodo enmarcado 270' y usarse en un electrolizador de celdas múltiples. El electrodo 270 está parcialmente encerrado dentro y formado como uno con dos bastidores interiores 320, bastidores 320 que pueden comprender HDPE. En el ejemplo ilustrado, los canales 244 tienen una profundidad que se extiende hasta la superficie del electrodo 270. Pueden omitirse los soportes de canal 246. Como se ilustra en la Fig. 11, un lado del electrodo enmarcado 270' puede comprender una lengüeta 264 y el otro lado una acanaladura de coordinación 266 para mejorar el ajuste y el sellado. Múltiples electrodos enmarcados 270' podrían combinarse con, por ejemplo, múltiples membranas enmarcadas 256', descritas más adelante.

[0060] En un ejemplo adicional mostrado en la Fig. 12, también puede proporcionarse una membrana enmarcada 256' y usarse en electrolizadores de celdas múltiples 102. Una membrana 256, que puede no incluir una junta de estanqueidad de membrana 254, está parcialmente encerrada dentro y formada como una con dos bastidores 330. Como se muestra en la Fig. 12, la membrana 256 es lo suficientemente grande como para extenderse más allá de las entradas de agua 234 y las salidas de hidrógeno 238 y oxígeno 236. Además, los agujeros asociados en la membrana 256 (mostrados como 234', 238' y 236', respectivamente) son más grandes que sus homólogos. Esto permite al material del bastidor (por ejemplo, HDPE) sellar los agujeros 234, 238 y 236. Además, cuando se incluyen agujeros de pernos periféricos 202 (no mostrados en la Fig. 12), tales agujeros en la membrana 256 también pueden ser más grandes. En el ejemplo ilustrado, los canales 244 tienen una profundidad que no se extiende hasta la superficie de la membrana. Como se ilustra en la Fig. 12, un lado de la membrana enmarcada 256' puede comprender una lengüeta 264 y el otro lado una acanaladura de coordinación 266 para mejorar el ajuste y el sellado.

[0061] En un ejemplo adicional, la membrana enmarcada 256' comprende además un resalto de electrodo 272 (Fig. 4, mostrada asociada con el bastidor interior 260, por ejemplo) formado en la misma. Según se construye, entonces, una pluralidad de membranas enmarcadas 256' pueden apilarse con un electrodo interior 270 insertado entre las mismas.

[0062] En un ejemplo adicional mostrado en la Fig. 13, también puede proporcionarse un módulo de membrana 502 y usarse en un electrolizador de celdas múltiples 102 (Fig. 3). Una membrana 556 está parcialmente encerrada dentro y suspendida dentro de un bastidor que comprende una primera porción de bastidor 504 y una segunda porción de bastidor 506. Aunque se muestra como una primera porción de bastidor 504 y una segunda porción de bastidor 506, como reconocerá un experto habitual en la materia relevante, y como se muestra y describe, el bastidor del módulo de membrana 502 puede formarse, por ejemplo, mediante moldeo por inyección, como una pieza integral. La primera porción de bastidor 504 y la segunda porción de bastidor 506 pueden comprender HDPE, polipropileno u otro material adecuado. En la Fig. 13 también se muestra, como ayuda para la comprensión, un electrodo 570. Cuando se ensambla, un electrodo 570 se mantiene entre dos módulos de membrana 502. El electrodo 570 está dimensionado para encajar en la primera porción de bastidor 504 en un resalto de electrodo 520. (También visto en la Fig. 14).

[0063] El módulo de membrana 502 puede incluir además ranuras 510 (también vistas en las Figs. 14 y 15) para alojar pernos de compresión (no mostrados, descritos anteriormente en esta solicitud). El módulo de membrana 502 también incluye además entradas de agua 516 a través de las cuales se introduce agua, y salidas de descarga de gas 512 y 514. Con respecto a las salidas de descarga de gas 512 y 514, como entenderá un experto habitual en la materia relevante, cuando se electrolice agua, se descargará hidrógeno u oxígeno de las salidas 512, 514 dependiendo de la polaridad aplicada.

[0064] La primera porción de bastidor 504 está formada para que incluya al menos una lengüeta 518 y la segunda porción de bastidor 506 formada para que incluya al menos una acanaladura 528. (Figs. 13, 14 y 15). Así, cuando se ensambla, la al menos una lengüeta 518 se acopla con una al menos una acanaladura asociada 528 en un módulo de membrana adyacente 502.

[0065] El módulo de membrana 502 también está formado para que incluya una cortina 508. (También visto en las Figs. 14 y 15). La cortina 508 proporciona estabilidad al módulo de membrana 502 y facilita la separación de los gases desprendidos, por ejemplo, hidrógeno y oxígeno. La cortina 508 está formada además para que incluya salientes 526 y 527 que, junto con porciones de los soportes de canal 546, sujetan el electrodo 570 en una posición separada de la cortina 508, permitiendo así que los gases desprendidos se desplacen hacia las salidas de gas 512 y 514. (También visto en la Fig. 14). Además, la cortina 508 es más delgada (por ejemplo, 0,050 pulgadas) en un borde de cortina 532 (Fig. 15) y forma una cuña a partir de la misma, por ejemplo, de 15 grados a, por ejemplo, 0,075 pulgadas.

[0066] El módulo de membrana 502 está formado para que incluya además una pendiente de gas 522. (Mostrada en la Fig. 13, pero vista mejor en la Fig. 14, y especialmente la Fig. 15). La pendiente de gas 522 se inclina hacia arriba hacia la salida de gas 512, por ejemplo, para facilitar el paso del gas desprendido a la salida de gas 512.

[0067] Volviendo ahora a las Figs. 17-20, se muestran vistas del molde diseñado para producir el módulo de membrana 502. La Fig. 17 muestra la sección de molde de segunda porción 572 que puede entenderse mejor haciendo

referencia a la indicación de la Fig. 17 de la Fig. 15 que muestra una cara de la segunda porción de bastidor 506. (Véase también la Fig. 13 que muestra signos de la Fig. 15). Por lo tanto, la sección de molde de segunda porción 572 incluye al menos una cresta de molde 574 que en última instancia forma la al menos una acanaladura 528 como se ve en la Fig. 15.

5

[0068] Volviendo ahora a la Fig. 18, se muestra el detalle de la porción indicada en la Fig. 18 de la Fig. 17. Además del al menos una cresta de molde 574, la Fig. 18 muestra uno de, por ejemplo, cuatro colgadores de membrana 588, al menos un saliente de agujero de apriete 576, 584 y al menos una muesca de saliente de cortina 578, 590.

10

[0069] Los colgadores de membrana 588 están dispuestos generalmente en cuatro esquinas interiores en la sección de molde de segunda porción 572. Por supuesto, los colgadores de membrana 588 podrían estar incluidos en la sección de molde de primera porción 580. Los colgadores de membrana 588 están situados y espaciados para alinearse con los agujeros de colgador de membrana coincidentes 530 en la membrana 556 (Fig. 16).

15

[0070] En la Fig. 18 también se muestran muescas de saliente de cortina de elementos de molde 578, 590 para producir los salientes 527, 526 de la cortina (Fig. 14). Por último, la Fig. 18 muestra salientes de agujero de apriete 576, 584. Una pluralidad de tales salientes 576, 584 están espaciados en el molde (Fig. 17).

20

[0071] Volviendo ahora a la Fig. 19, se muestra la sección de molde de primera porción 580 que puede entenderse haciendo referencia a la indicación de la Fig. 19 de la Fig. 13 que muestra una cara de la primera porción de bastidor 504. Por lo tanto, la sección de molde de primera porción 580 incluye la al menos una acanaladura de molde 582 que en última instancia forma la al menos una lengüeta 518 como se ve en la Fig. 13 (también se ve en la Fig. 14).

25

[0072] Volviendo ahora a la Fig. 20, se muestra el detalle de la porción indicada en la Fig. 20 de la Fig. 19. Además de al menos una acanaladura de molde 582, la Fig. 20 muestra salientes de agujero de apriete 584, 596 y al menos una muesca de saliente de cortina 592, 594. La al menos una muesca de saliente de cortina 592, 594 produce el saliente de cortina 526, 527.

30

[0073] El módulo de membrana 502 se produce usando la sección de molde de primera porción 580 y la sección de molde de segunda porción 572. La membrana 556 se cuelga de los colgadores de membrana 588 por los agujeros de colgador de membrana 530 y, por lo tanto, la membrana 556 se suspende en la sección de molde de segunda porción 572. Cuando se suspende de este modo, la sección de molde de primera porción 580 se acopla con la sección de molde de segunda porción 572, por lo tanto, la membrana 556 se suspende dentro de las secciones de molde 580, 572. Cuando la sección de molde de primera porción 580 y la sección de molde de segunda porción 572 se acoplan de este modo, y la membrana 556 suspendida, los salientes de agujero de apriete 584, 576, 596 aprietan la membrana 556 alrededor de la periferia de la membrana 556 para sujetarla en su sitio durante el procedimiento de inyección. La acción de apriete de los salientes de agujero de apriete 584, 576, 596 forma así los agujeros de apriete de membrana 524 mostrados, por ejemplo, en la Fig. 14.

35

40

[0074] En un ejemplo, los bastidores interiores 260 tienen un grosor bruto en los rebordes de aproximadamente 0,110 pulgadas. El grosor del bastidor interior 260 a lo largo del borde del resalto de electrodo es de aproximadamente 0,086 pulgadas. Cuando se aprieta, el conjunto de membrana mide aproximadamente 0,005 pulgadas. Esta configuración da como resultado un espacio entre electrodos de aproximadamente 0,177 pulgadas.

45

[0075] La Fig. 6 ilustra el detalle de la tela de una membrana de nailon antidesgarro 256. Como se muestra, la membrana 256 incluye un patrón de nervios 300 que comprende hilos de refuerzo antidesgarro entretrejididos en un patrón de trama cruzada con paneles de tela 302 entre los mismos.

50

[0076] La Fig. 5 ilustra el detalle de un canal 244 entre una salida de oxígeno ilustrativa 236 y una abertura 248. Se muestran uno o más soportes de canal 246 que ayudan a evitar que el canal 244 se colapse bajo la carga de compresión. En la Fig. 5 también se muestra el resalto de electrodo 272 para proporcionar ajuste y sellado al electrodo interior 270 (Fig. 4).

55

[0077] Volviendo ahora a la Fig. 7, se muestra en general el procedimiento electrolizador 100, se muestra el electrolizador 102, junto con el colector de hidrógeno 104, el colector de oxígeno 106 y un tanque de expansión de hidrógeno 105. El agua de alimentación 40, que se forma a partir del suministro de agua 34 y el suministro de electrolito 36, se extrae del tanque de agua de alimentación 38 (Fig. 1). El agua de alimentación 40 es suministrada por una bomba 126 y gestionada por una válvula de solenoide 132 que se describen más detalladamente más adelante. Como puede verse en la Fig. 7, el agua de alimentación 40 puede equilibrarse en todo el procedimiento electrolizador 100 y proporciona agua de alimentación 40 en el electrolizador 102, el colector de hidrógeno 104 y el colector de oxígeno 106. El agua de alimentación 40 entra en el electrolizador 102 a través de la una o más entradas de agua 234, mostradas ilustrativamente en la Fig. 7 como dos entradas de agua 234. El agua de alimentación 40 también proporciona un nivel de líquido controlado en el colector de hidrógeno 104 y el colector de oxígeno 106, cuyo control

60

65

se describe más detalladamente en esta solicitud a continuación. También se proporcionan un suministro eléctrico 156 y un suministro de energía 134 y se muestran en la Fig. 7. En el ejemplo ilustrado, se suministra energía de 250 V de CC al cátodo 231 (no mostrado) y al ánodo 230 (no mostrado) a través de los bornes eléctricos 232. Durante el funcionamiento, se extraen hidrógeno 32 y oxígeno 30 del electrolizador 102 a través de la salida de hidrógeno 238 y la salida de oxígeno 236, respectivamente.

[0078] El colector de hidrógeno 104 puede incluir sensores y transmisores de nivel de líquido apropiados. En la Fig. 7 se muestran cuatro de tales instrumentos. Un transmisor de nivel de agua alto 136 indica cuándo el nivel de agua en el colector de hidrógeno 104 es alto. Un transmisor de nivel de agua bajo 148 indica cuándo el nivel de agua en el colector de hidrógeno 104 es bajo. Un par de transmisores de nivel de agua 140, 144 inician el apagado y encendido, respectivamente, de la bomba de agua de alimentación 126 a través de un reflectómetro en el dominio del tiempo ("TDR") 162. Como apreciarán los expertos en la materia, las funciones de estos múltiples transmisores de nivel pueden ser proporcionadas por tan solo un transmisor de nivel sofisticado. En la salida del colector de hidrógeno 104 está una válvula de descarga de hidrógeno 128.

[0079] El ejemplo ilustrativo mostrado en la Fig. 7 incluye además un tanque de expansión de hidrógeno 105 aguas abajo del colector de hidrógeno 104. En un ejemplo, el tanque de expansión de hidrógeno 105 ayuda a estabilizar los niveles de agua en el colector de hidrógeno 104 y el colector de oxígeno 106 cuando se arranca con presión preexistente en el almacenamiento de hidrógeno 12 (Fig. 1). Un tanque de expansión de hidrógeno 105 que tiene un volumen de aproximadamente 0,58 veces el colector de oxígeno 106 debería lograr la estabilidad del nivel de agua de alimentación el tiempo suficiente para que la presión en el procedimiento electrolizador 100 suba por encima de la presión en el almacenamiento de hidrógeno 12 (Fig. 1) y permita que el hidrógeno fluya desde el colector de hidrógeno 104 al almacenamiento de hidrógeno 12 (Fig. 1). Al carecer de esta característica, el nivel de agua de alimentación en el colector de hidrógeno 104 podría caer lo suficiente como para activar prematuramente la bomba de agua de alimentación 126, lo que podría hacer que el procedimiento electrolizador 100 se llene en exceso con agua de alimentación 40. En tal caso, cuando el procedimiento electrolizador 100 se llena en exceso, como se describió anteriormente, cuando el sistema alcanza una presión superior a la del almacenamiento de hidrógeno 12, el agua del colector de hidrógeno 104 alcanzará el indicador de fallo de nivel de agua alto antes de que la válvula de liberación de oxígeno 130 en el colector de oxígeno 106 sea activada por el transmisor de nivel 150. Por lo tanto, se evitan paradas no deseadas o innecesarias. Alternativamente, el colector de hidrógeno 104 puede tener un tamaño suficientemente mayor que el colector de oxígeno 106.

[0080] Asociado con el colector de oxígeno 106, y aguas abajo del mismo, está un sensor de oxígeno 158 (por ejemplo, Bosch 13275). El sensor de oxígeno 158 se usa para detectar, por inferencia, hidrógeno en el oxígeno 30. Por supuesto, podría usarse un segundo sensor de oxígeno 158 para detectar oxígeno en el hidrógeno 32. Con el colector de oxígeno 106 también puede estar incluida una válvula de descarga de presión 172.

[0081] El colector de oxígeno 106 también puede incluir sensores y transmisores de nivel de líquido apropiados. En la Fig. 7 se muestran seis de tales instrumentos. Un transmisor de nivel de agua alto 138 indica cuándo el nivel de agua en el colector de oxígeno 106 es alto. Un transmisor de nivel de agua bajo 154 indica cuándo el nivel de agua en el colector de oxígeno 106 es bajo. Además, una serie de sensores y transmisores controlan la descarga de oxígeno 30 del colector de oxígeno 106. En el ejemplo ilustrado, hay un par de transmisores de desconexión de oxígeno 142, 146 que efectúan el cierre de una válvula de control de liberación de oxígeno 130. En funcionamiento, cuando el nivel de agua en el colector de oxígeno 106 se eleva a cualquiera de los transmisores de cierre de oxígeno 142, 146, la válvula de control de liberación de oxígeno 130 se cierra y permanece cerrada hasta que el nivel de agua desciende hasta un punto que activa cualquiera de los transmisores de conexión de oxígeno 150, 152, momento en el cual la válvula de control de liberación de oxígeno 130 se abre y permanece abierta hasta que el nivel del agua sube y acciona el transmisor de desconexión de oxígeno 142, 146, momento en el cual la válvula de control de liberación de oxígeno 130 se cierra. Durante el funcionamiento, este ciclo se repite para equilibrar continuamente el procedimiento electrolizador 100 y permanece activo incluso si el procedimiento electrolizador 100 no está activo. Como apreciarán los expertos en la materia relevante, las funciones de estos múltiples transmisores de nivel pueden ser proporcionadas por tan solo un transmisor de nivel sofisticado.

[0082] En el ejemplo mostrado en la Fig. 7 se ilustran con más detalle uno o más serpentines de transferencia de calor 107 que pueden utilizar eficazmente el exceso de calor. En la Fig. 7 se muestra una bobina 107 dentro de cada colector 104, 106 y en combinación con un ventilador 120. Una bomba 124 hace circular un fluido de transferencia de calor adecuado (por ejemplo, agua) a través de los colectores 104, 106 y el dissipador de calor 107 asociado con el ventilador 120. El exceso de calor recuperado de los colectores 104, 106 puede utilizarse, por ejemplo, en calentamiento de espacios o colocando una bobina 107 aguas abajo del manipulador de aire de una caldera de aire forzado.

Diagramas de circuito

[0083] Las siguientes tablas están destinadas a proporcionar valores ejemplares para los elementos de circuito electrónico que mostrados en las Figs. 8-10 y descritos en esta solicitud.

ES 2 760 918 T3

Resistencias (Ω)

R1 = 100K	R2 = 100K	R3 = 10	R4 = 47K	R5 = 100K	R6 = 100
R7 = 22K	R8 = 470	R9 = 100K	R10 = 100K	R11 = 470	R12 = 470
R13 = 100	R14 = 100	R15 = 100K	R16 = 100K	R17 = 470	R18 = 47K
R19 = 100K	R20 = 470	R21 = 22K	R22 = 100K	R23 = 100K	R24 = 470
R25 = 47	R26 = 100	R27 = 100K	R28 = 47K	R29 = 22K	R30 = 470
R31 = 10meg	R32 = 100K	R33 = 100K	R34 = 0,001		

Condensadores (uf)

C1 = 0,001	C2 = 0,001	C3 = 100	C4 = 100	C5 = 0,1	C6 = 0,001
C7 = 0,001	C8 = 0,001	C9 = 0,001	C10 = 4700	C11 = 0,001	C12 = 0,001
C13 = 0,001					

5

Transistores (MOSFET)

T1 = 2984	T2 = 2984	T3 = 2984	T4 = 2984	T5 = 2984	T6 = 2984
T7 = 2984	T8 = 2984	T9 = 2984	T10 = 2984		

Amplificadores

A1 = NTE 943	A2 = NTE 943	A3 = NTE 943
--------------	--------------	--------------

Circuitos integrados

IC1 = 4013	IC2 = 555	IC3 = 960	IC4 = 4013	IC5 = 960	IC6 = 4013
IC7 = 4013					

Diodos

D1 = alta temperatura	D2 = 1N914	D3 = encendido	D4 = H2 tanque de almacenamiento lleno	D5 = 1N914	D6 = fallo de nivel de agua
D7 = 1N914	D8 = fallo de H2 en O2	D9 = bomba encendida	D10 = 1N914	D11 = 1N914	D12 = calentamiento de sistema

Interruptores

S1 = sistema de control apagado	S2 = sistema de control encendido	S3 = funcionamiento continuo	S4 = 136-H2 o por agua alto	S5 = 138-O2 agua alto	S6 = 148-H2 en agua bajo
S7 = 154-O2 en agua bajo	S8 = 142-liberación de O2 cerrada	S9 = 146-liberación de O2 cerrada	S10 = 150-liberación de O2 abierta	S11 = 152-liberación de O2 abierta	S12 = 140-bomba de agua de alimentación apagada
S13 = 144-bomba de agua de alimentación encendida					

10

Contactores

Bobina K1 y contacto K1-energiza la bobina K2	Bobina K2 y contacto K2-retardo acciona la bobina de entrada de agua	Bobina K3 y contacto K3-circuito economizador de batería	K4 = K4-redundancia de exceso de temperatura	K5 = K5-relé de estado sólido	K6 = K6-relé de estado sólido
-----------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------	----------------------------------------------	-------------------------------	-------------------------------

[0084] Mirando primero a la Fig. 8, un circuito lógico de alimentación 400 controla el esquema de control general. El circuito lógico de alimentación 400 coopera con el circuito de fallo de nivel de agua 440 para cortar el suministro eléctrico si el nivel de agua se desequilibra. Por ejemplo, si cualquiera de los interruptores S4-S7 está cerrado (véase, también, la Fig. 7), se indica una condición de fallo en D6 y una condición de fallo va desde la salida de fallo 442 a la entrada de fallo 402. El circuito lógico de alimentación 440 también coopera con el circuito de sensor

de oxígeno 460 (Fig. 10) para cortar el suministro eléctrico si surge un nivel inseguro de hidrógeno en el oxígeno (véase, también, la Fig. 7). Por ejemplo, si el sensor de oxígeno 158 detecta un nivel inseguro de hidrógeno en el oxígeno, se indica una condición de fallo en D8 y una condición de fallo va desde la salida de fallo 462 a la entrada de fallo 402.

5

[0085] Un circuito de temperatura de funcionamiento 410 supervisa los niveles de calor en el electrolizador 102. Un termistor 174 (véase, también la Fig. 7) actúa cuando se alcanza un nivel inseguro de temperatura (por ejemplo, 160 grados F). Esta condición se indica mediante el LED D1. Esto corta el suministro eléctrico al electrolizador 102, que permanece apagado hasta que la temperatura cae por debajo del nivel de temperatura preestablecido. Por lo tanto, el electrolizador 102 se enciende y se apaga para mantener el electrolizador 102 dentro de un régimen de temperatura seguro.

10

[0086] Un circuito de funcionamiento intermitente/por impulsos 420 proporciona energía intermitente ajustable a través de un interruptor S3 al electrolizador 102 para regular el calor y mejorar la eficiencia. Este circuito también permite modos variables de funcionamiento del electrolizador 102. Por ejemplo, el circuito puede encenderse y apagarse cíclicamente a intervalos de aproximadamente un segundo a aproximadamente dos minutos o más. Esto permite que el hidrógeno y el oxígeno limpien los electrodos, aumentando así el área superficial efectiva del electrodo. Además, tal funcionamiento intermitente ayuda a controlar el calor del sistema de generación de hidrógeno. Además, el circuito de funcionamiento intermitente/por impulsos puede permitir que el sistema de hidrógeno 10 utilice más eficazmente la energía disponible procedente de la turbina eólica 24 (Fig. 1). Una condición intermitente sin carga de la turbina eólica 24 le permite ganar inercia en condiciones de poco viento. A continuación, cuando se aplica una carga, la energía cinética de la turbina giratoria 24 se aplica al electrolizador 102.

15

20

[0087] Un circuito interruptor de presión 430 controla la presión en el almacenamiento de hidrógeno 12 (Fig. 1) a través de un interruptor de presión 170. Siempre que el interruptor de presión 170 esté cerrado, indicando presión por debajo de la máxima preestablecida en el almacenamiento de hidrógeno 12, el MOFSET T4 dirige los serpentines K5 y K6 que están conectados operativamente a los contactos K5 y K6 (mostrados en el circuito de suministro de energía 490, Fig. 9, analizado más adelante) y el suministro eléctrico permanece encendido. Cuando la presión en el almacenamiento de hidrógeno 12 alcanza la presión máxima preestablecida, se corta el suministro eléctrico al electrolizador 102. El funcionamiento normal se indica en un LED D3 y una condición de presión total en el almacenamiento de hidrógeno 12 se indica en un LED D4. Cuando la presión en el almacenamiento de hidrógeno 12 cae por debajo de una condición de presión preestablecida, que indica que hay espacio para más hidrógeno en el almacenamiento de hidrógeno 12, se vuelve a encender el electrolizador 102.

25

30

35

[0088] Un circuito de fallo de nivel de agua 440 supervisa los niveles de agua en las torres de recolección 104, 106 y corta el suministro eléctrico si el nivel de agua se desequilibra. El circuito de fallo de nivel de agua 440 coopera con el circuito lógico de alimentación 400 analizado anteriormente.

[0089] Asociado con el circuito de control de bomba 450a, mostrado en la Fig. 8, hay un circuito de control de bomba 450b mostrado en la Fig. 9. Y, mostrados asociados con el circuito de control de bomba 450b están dos interruptores, el interruptor S12, que está conectado operativamente al transmisor de nivel de bomba de agua apagada 140 en el colector de hidrógeno 104, y el interruptor S13, que está conectado operativamente al transmisor de nivel de bomba de agua encendida 144 en el colector de hidrógeno 104. En funcionamiento, cuando el transmisor de nivel 144 detecta la necesidad de agua de alimentación 40, la bobina K1 es energizada en el circuito de control de bomba 450b (Fig. 9) que cierra el contacto K1 en el circuito de control de bomba 450a (Fig. 8). El cierre del contacto K1 energiza la bobina K2 del circuito de control de bomba 450a que cierra el contacto K2 del circuito de control de bomba 450a, alimentando así la bomba de agua de alimentación 126 (Figs. 7 y 8) y abriendo la válvula de solenoide de agua de alimentación 132 (Fig. 7). Cuando el transmisor de nivel 140 en el colector de hidrógeno 104 detecta suficiente agua de alimentación 40, la bobina K1 se desenergiza y la bomba de agua de alimentación 126 se apaga y la válvula de solenoide de agua de alimentación 132 se cierra. La bobina K2 se desenergiza después de un tiempo preestablecido y debe reiniciarse con el fin de reactivarse. Esto proporciona protección a la bomba 126 en tal caso cuando el agua de alimentación 40 ha sido apagada o está vacía. También ayuda a impedir el exceso de llenado en caso de que falle el transmisor de nivel de agua 140.

40

45

50

55

[0090] Volviendo ahora a la Fig. 10, el circuito de sensor de oxígeno 460 interpreta los niveles de voltaje del sensor de oxígeno ya que se correlaciona con la proporción de hidrógeno en el oxígeno. El circuito de sensor de oxígeno 460 coopera con el circuito lógico de alimentación 400 (Fig. 8). El circuito de sensor de oxígeno 460 cerrará el procedimiento electrolizador 102 si el nivel de hidrógeno en el oxígeno 30 alcanza niveles inseguros energizando una salida de fallo 462 que se alimenta a la entrada de fallo 402 del circuito lógico de alimentación 400. También se ilumina un indicador LED D8.

60

[0091] Un circuito economizador de batería 470 mostrado en la Fig. 9 está diseñado para desconectar automáticamente una batería 476 de los circuitos de control, impidiendo así la descarga completa de la batería 476 en caso de un fallo de alimentación prolongado. Esta desconexión se producirá si una interrupción de suministro eléctrico dura más de aproximadamente ocho horas. El circuito economizador de batería 470 vuelve a conectar

65

automáticamente la batería 476 cuando se restablece el suministro eléctrico. Las ocho horas de espera permiten el enfriamiento y la liberación de presión por parte de los circuitos de control en caso de fallo de suministro eléctrico. Esto ayuda a impedir que los circuitos de control agoten la batería 476 en caso de un corte de energía prolongado.

5 **[0092]** En funcionamiento, cuando hay alimentación de CA, el transformador de reserva 472 suministra energía al diodo rectificador D10 que alimenta al IC5. La salida del IC5 cambia entonces al condensador C10 a través del diodo de bloqueo D11. Cuando la carga es suficiente, el MOSFET de nivel lógico T10 dirige y energiza la bobina K3. Esto conecta la batería 476 a los circuitos de control y un suministro de energía de 12V de CC 474 a través de un contacto normalmente abierto K3. Si se elimina la alimentación de CA, o se experimenta un corte de energía durante, por ejemplo, ocho horas u otro tiempo preestablecido, el MOSFET T10 desenergiza K3, que desconecta efectivamente la batería 476.

15 **[0093]** Un circuito de calentamiento 480 controla la fase de calentamiento de la operación del procedimiento electrolizador 100 y regula la presión dentro del electrolizador 102. Un LED D12 se ilumina cuando el procedimiento electrolizador 100 alcanza la temperatura de funcionamiento. Con referencia adicional a la Fig. 7, durante la fase de calentamiento, se abre una válvula de descarga de hidrógeno 128 para ventilar el hidrógeno 32 que se produce para impedir que se desarrolle cualquier presión hasta que el electrolizador 102 alcance una temperatura preestablecida y ajustable que haga que el electrolizador 102 se expanda y apriete las juntas para mantener la presión. Alternativamente, puede proporcionarse un sistema de antorcha para quemar el hidrógeno que se ventila. La válvula de descarga de hidrógeno 128 se cierra entonces y el hidrógeno 32 se procesa adicionalmente, por ejemplo, en un secador 122 y se envía al almacenamiento de hidrógeno 12 (Fig. 1). Si el suministro eléctrico al procedimiento electrolizador 100 se desconecta durante un período de tiempo que sería suficiente para que el electrolizador 102 se contraiga, la válvula de derivación 128 se vuelve a abrir para aliviar toda la presión del electrolizador 102 para impedir daños.

25 **[0094]** Un circuito de suministro de energía 490 controla el suministro eléctrico principal al electrolizador 102. En un ejemplo, un rectificador 498, supervisado por el amperímetro 494, convierte 240 V de CA en 250 V de CC usando dos diodos NTE6036 y dos diodos NTE6037. Como respaldo redundante al circuito de alta temperatura 410 que incluye el termistor 174, un fusible térmico 496, configurado a 180 grados F o cualquier temperatura de reforma del material usado en el electrolizador 102, por ejemplo, HDPE, ayuda a proteger el electrolizador 102 de una sobrecarga térmica. Si se dispara el fusible térmico 496, se desenergiza una bobina K4 y se abren dos contactos K4, cortar el suministro eléctrico al electrolizador 102. Además, desenergizar las bobinas K5 y K6 abre los contactos K5 y K6 para cortar el suministro eléctrico al electrolizador 102. Esto puede efectuarse por condiciones tales como un fallo de nivel de agua 442, el botón de apagado S1, una condición de alta temperatura, mezcla de oxígeno, el circuito intermitente 420 o el interruptor de presión 170. En la Fig. 9 también se muestra un ventilador 499, con un contador horario asociado 492, para ayudar a enfriar el rectificador 498 y los relés de estado sólido K5 y K6.

40 **[0095]** En la Fig. 9 también se muestra un circuito de equilibrio de nivel de agua 500 que está conectado operativamente al procedimiento electrolizador 100. Los interruptores S8 y S9, asociados con los transmisores de nivel 142 y 146, respectivamente, hacen que el solenoide de liberación de oxígeno 130 (Figs. 7 y 9) se cierre. A la inversa, los interruptores S10 y S11, asociados con los transmisores de nivel 150 y 152, respectivamente, hacen que el solenoide de liberación de oxígeno 130 se abra. De este modo, se equilibra el nivel de agua en el procedimiento electrolizador 100.

45 Resultados de la prueba

[0096] Se realizaron pruebas en un electrolizador que tiene la siguiente configuración:

Número de células	111 células	Tamaño de electrodos	11x11 pulgadas
Espacio entre electrodos	0,177 pulgadas	Agua de alimentación	5 onzas de NaOH por 5 galones de agua destilada
Voltaje nominal	240 V de CA (convertidos a CC con cuatro diodos de 85 amperios en una configuración de puente)		

Prueba 1

Tiempo	4,5 minutos	Voltaje promedio	253,3 V
Amperaje promedio	27,43 amperios	KWH	0,5211 KWH
H2 producido	4,32 scf	Conversión de H2	0,0791 KWH/pie cúbico H2

ES 2 760 918 T3

H2 KWH equivalente	0,34 KWH	Eficiencia	65,2 por ciento
--------------------	----------	------------	-----------------

Prueba 2

Tiempo	1 hora	Voltaje promedio	240 V
Amperaje promedio	35 amperios	KWH	8,4 KWH
H2 producido	66,84 scf	Conversión de H2	0,0791 KWH/pie cúbico H2
H2 KWH equivalente	5,28 KWH	Eficiencia	62,9 por ciento

Prueba 3

Tiempo	9 minutos	Voltaje promedio	246,5 V
Amperaje promedio	36,76 amperios	KWH	1,36 KWH
H2 producido equivalente	H2 KWH 11,36 scf	0,90 Eficiencia de conversión de H2	de 0,0791 KWH/pie cúbico H2 66,1 por ciento

5 **[0097]** En los ejemplos descritos se proporciona un aparato, que comprende: un bastidor; y una membrana, la membrana suspendida y asegurada dentro del bastidor.

[0098] Aunque se han descrito en detalle ciertas realizaciones preferidas de la presente invención, ha de entenderse que pueden adoptarse diversas modificaciones sin apartarse del alcance de las siguientes 10 reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Un aparato, comprendiendo el aparato:
un bastidor, comprendiendo el bastidor:
5 un borde exterior de bastidor, comprendiendo el borde exterior de bastidor una porción superior de borde exterior de bastidor;
un resalto (520), el resalto en una relación separada del borde exterior de bastidor, comprendiendo el resalto un
borde interior de resalto, comprendiendo el borde interior de resalto una porción superior de borde interior de
10 resalto, definiendo la porción superior de borde interior de resalto una pendiente de gas (522), donde el bastidor
comprende una salida de gas (512) y la pendiente de gas (522) se inclina hacia arriba hacia la salida de gas (512);
una cortina (508), extendiéndose la cortina (508) desde la porción superior de borde interior de resalto y
extendiéndose alejándose de la porción superior de borde exterior de bastidor, comprendiendo la cortina (508):
15 una porción superior de cortina, comenzando la porción superior de cortina en la porción superior de borde interior
de resalto;
un borde inferior de cortina (532), siendo el borde inferior de cortina más delgado que la porción superior de
cortina y formando la cortina una cuña desde la misma, comprendiendo además el bastidor una abertura, la
abertura definida por:
20 el borde inferior de cortina (532); y
no incluyendo esa porción del borde interior de resalto la porción superior de borde interior de resalto.
2. El aparato de la reivindicación 1, comprendiendo la cortina al menos un saliente de cortina (526, 527),
25 el al menos un saliente cercano al borde inferior de cortina.
3. El aparato de la reivindicación 1 o 2, que comprende además una membrana (556), la membrana
suspendida y asegurada dentro de la abertura.
- 30 4. El aparato de la reivindicación 3, comprendiendo la membrana (556) nailon antidesgarro.
5. El aparato de cualquier reivindicación anterior, comprendiendo además el bastidor al menos un agujero
de apriete (524).
- 35 6. Un aparato de moldeo que comprende una sección de primera porción de molde (580) y una sección de
segunda porción de molde (572), donde al menos una de la sección de primera porción de molde y la sección de
segunda porción de molde comprende al menos un colgador de membrana (588) y al menos una de la sección de
primera porción de molde y la sección de segunda porción de molde comprende al menos un saliente de agujero de
apriete (576, 584), estando configuradas la primera y la segunda sección de molde para acoplarse entre sí para definir
40 una cavidad de molde donde es inyectable plástico para formar el aparato de la reivindicación 1.
7. El aparato de la reivindicación 6, donde la sección de molde de segunda porción (572) comprende el al
menos un colgador de membrana (588).
- 45 8. El aparato de la reivindicación 7, donde la sección de molde de segunda porción (572) comprende dicho
al menos un saliente de agujero de apriete (576, 584).
9. El aparato de la reivindicación 6, donde la sección de primera porción de molde (580) comprende dicho
al menos un saliente de agujero de apriete (576, 584).
- 50 10. El aparato de cualquiera de las reivindicaciones 6 a 9, donde la sección de primera porción de molde
(580) incluye además al menos una muesca de saliente de cortina (592) para formar al menos un saliente de cortina.
11. Un procedimiento de fabricación del aparato de la reivindicación 3, comprendiendo el procedimiento las
55 etapas de:
(a) colocar la membrana sobre los colgadores de membrana de una sección de molde de segunda porción;
(b) crear una cavidad de molde para definir el bastidor acoplando una sección de molde de primera porción con la
sección de molde de segunda porción, asegurando de ese modo la membrana entre salientes de agujero de apriete
60 de las secciones de molde de primera y segunda porción; y
(c) inyectar plástico dentro de la cavidad de molde para formar el bastidor.
12. El procedimiento de la reivindicación 11, donde la sección de primera porción de molde incluye además
al menos una muesca de saliente de cortina (592) para formar al menos un saliente de cortina.
65

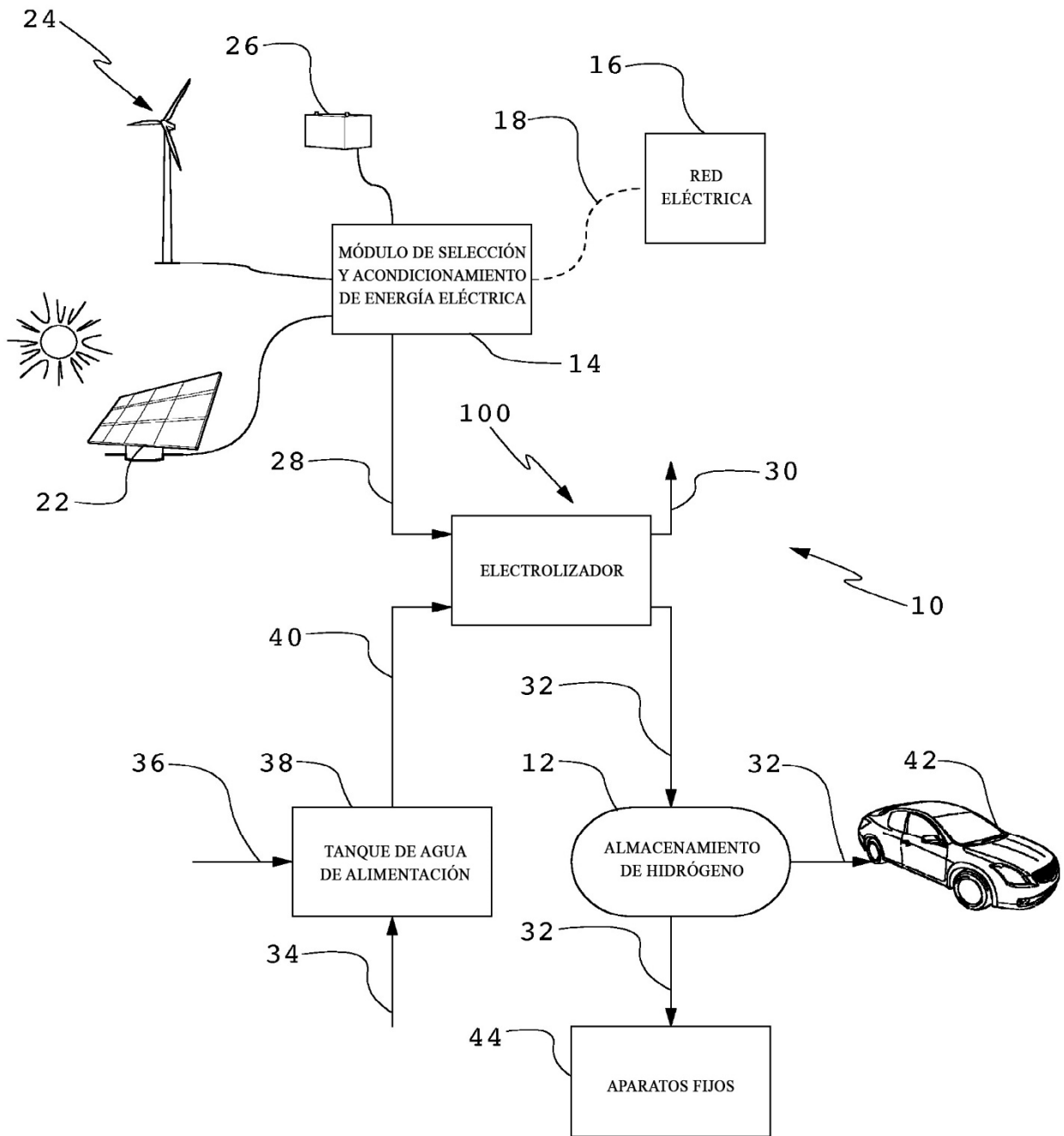


Fig. 1

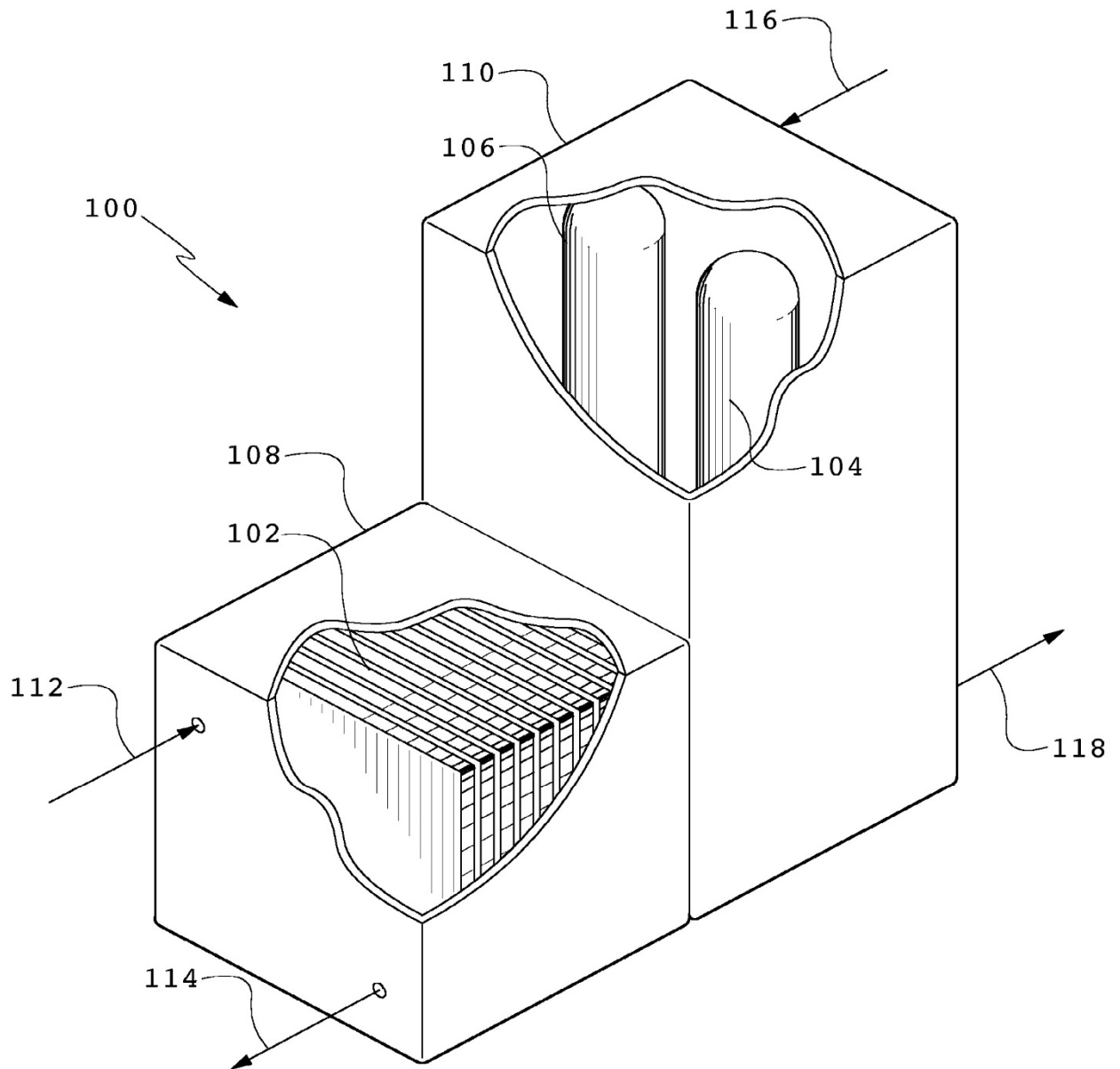


Fig. 2

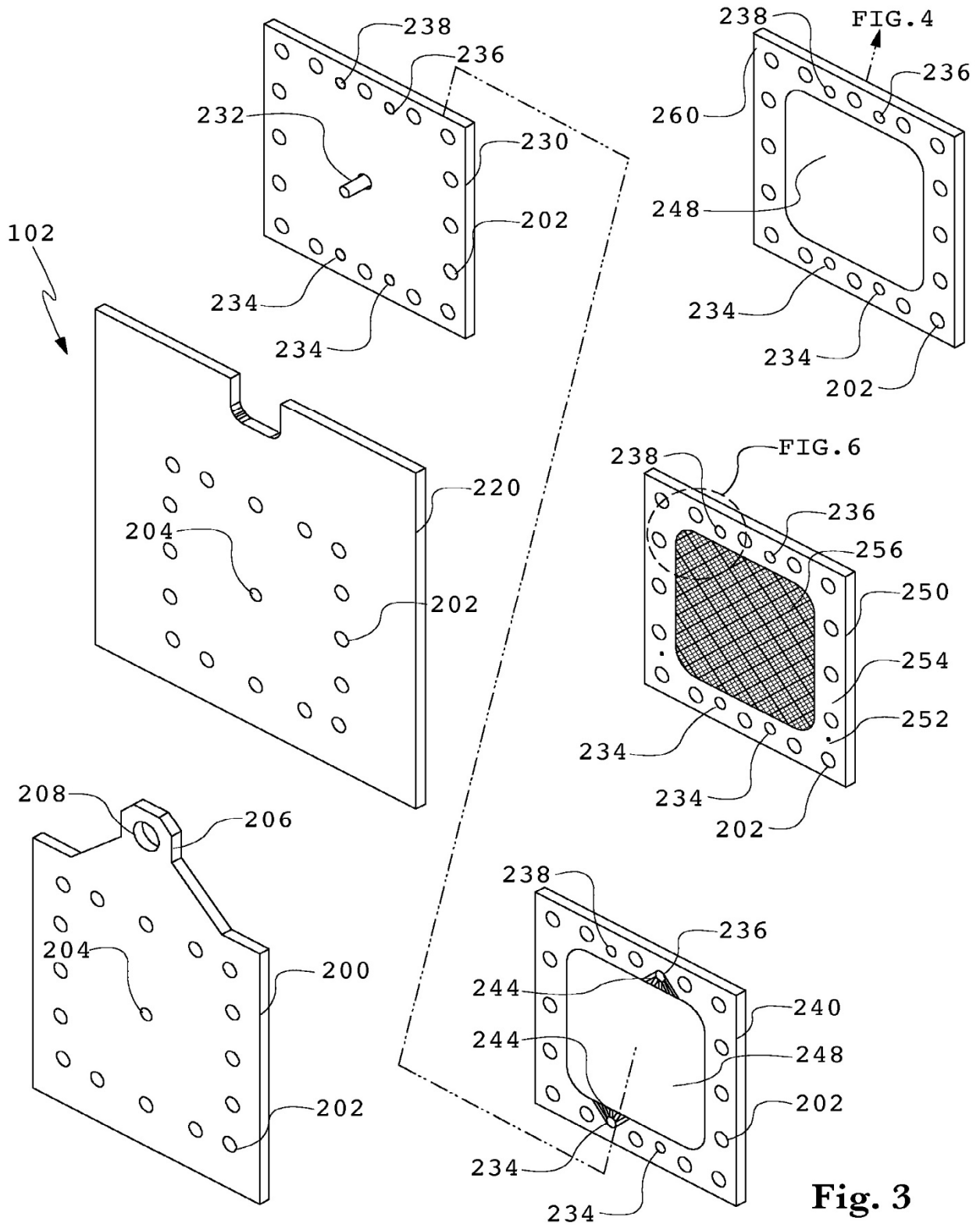


Fig. 3

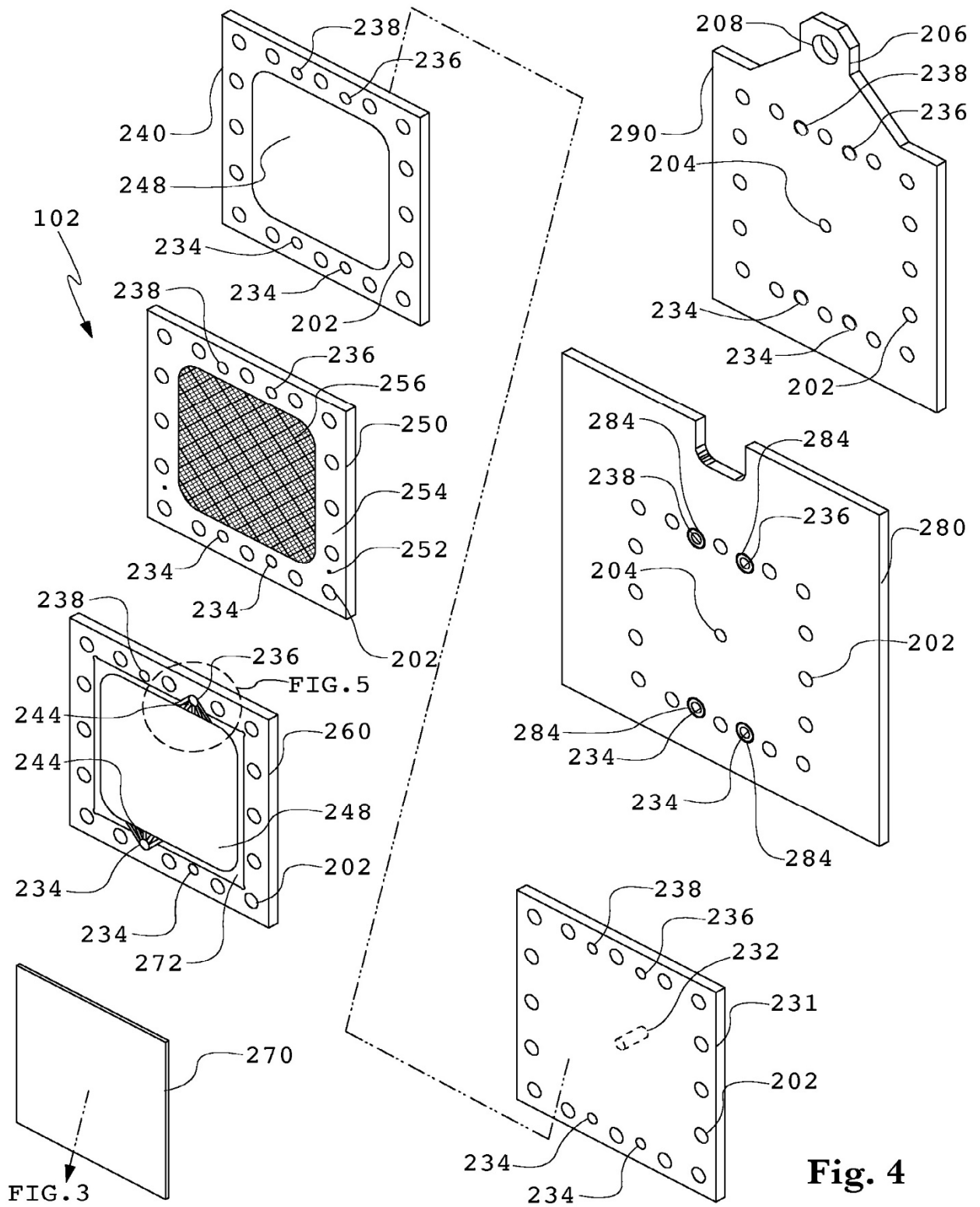


Fig. 4

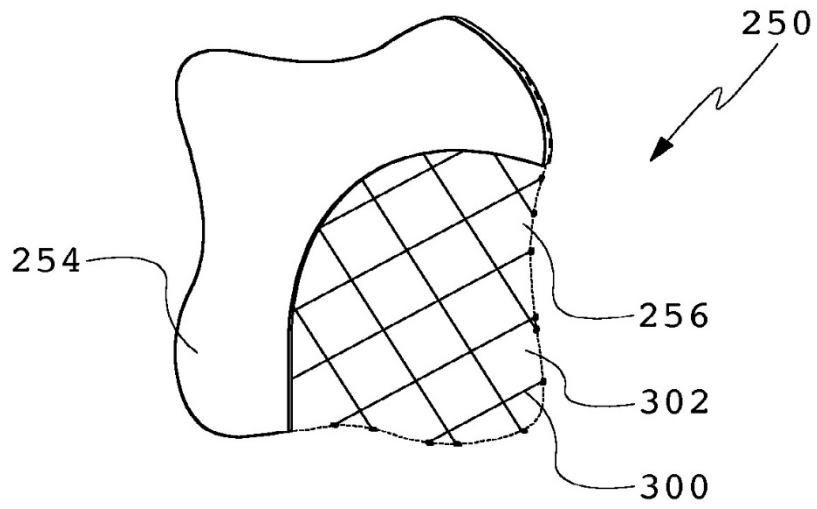


Fig. 6

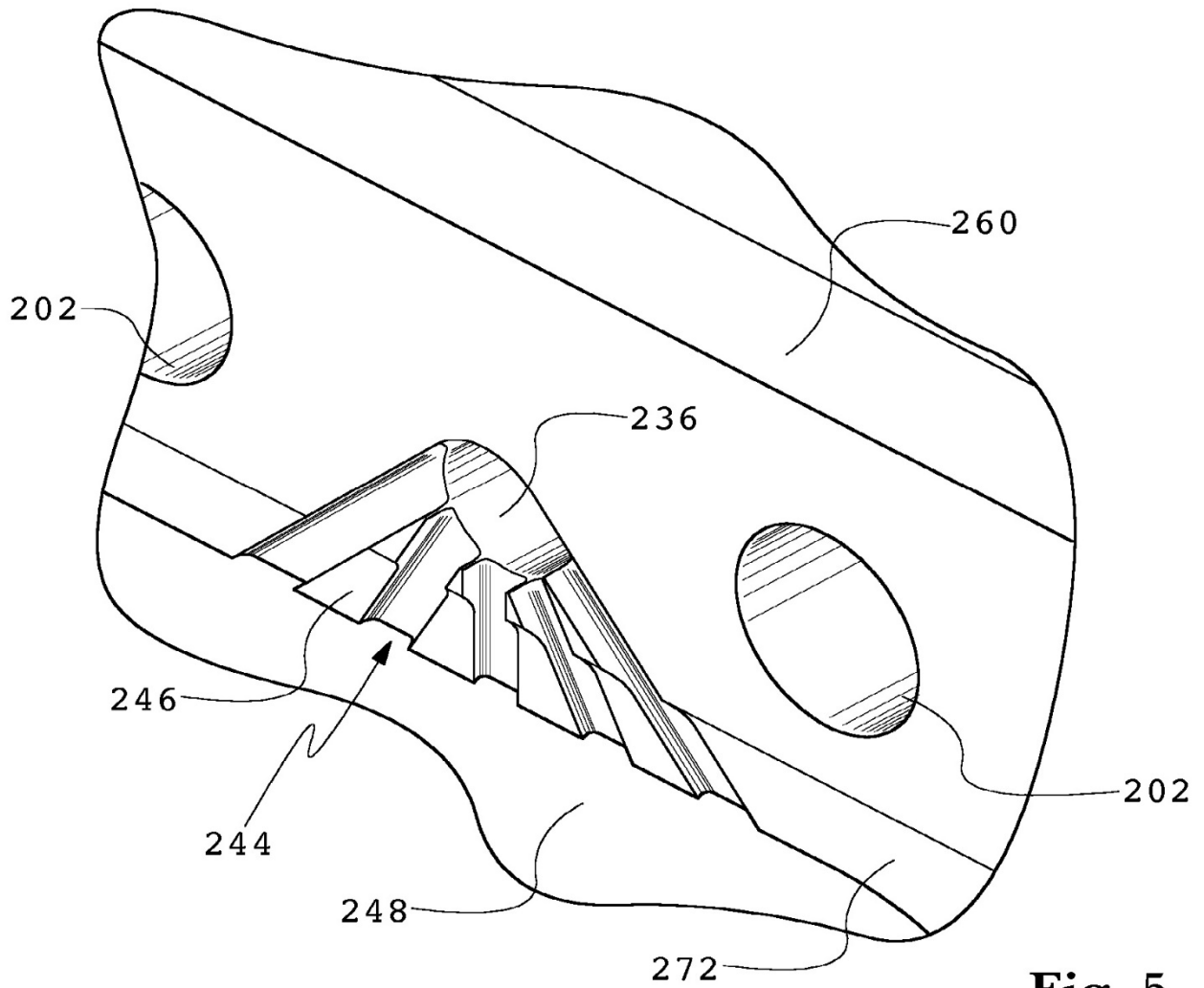


Fig. 5

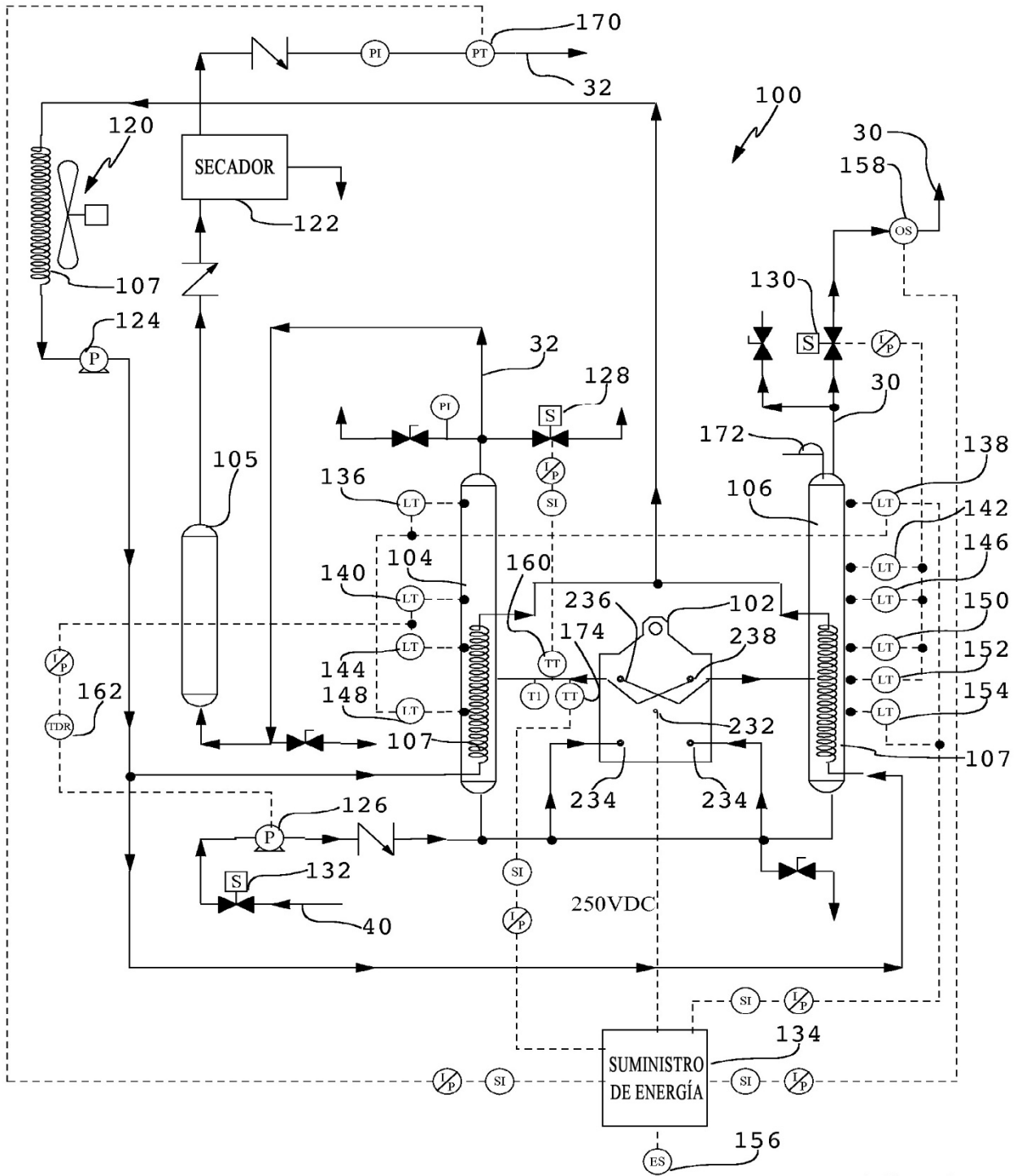


Fig. 7

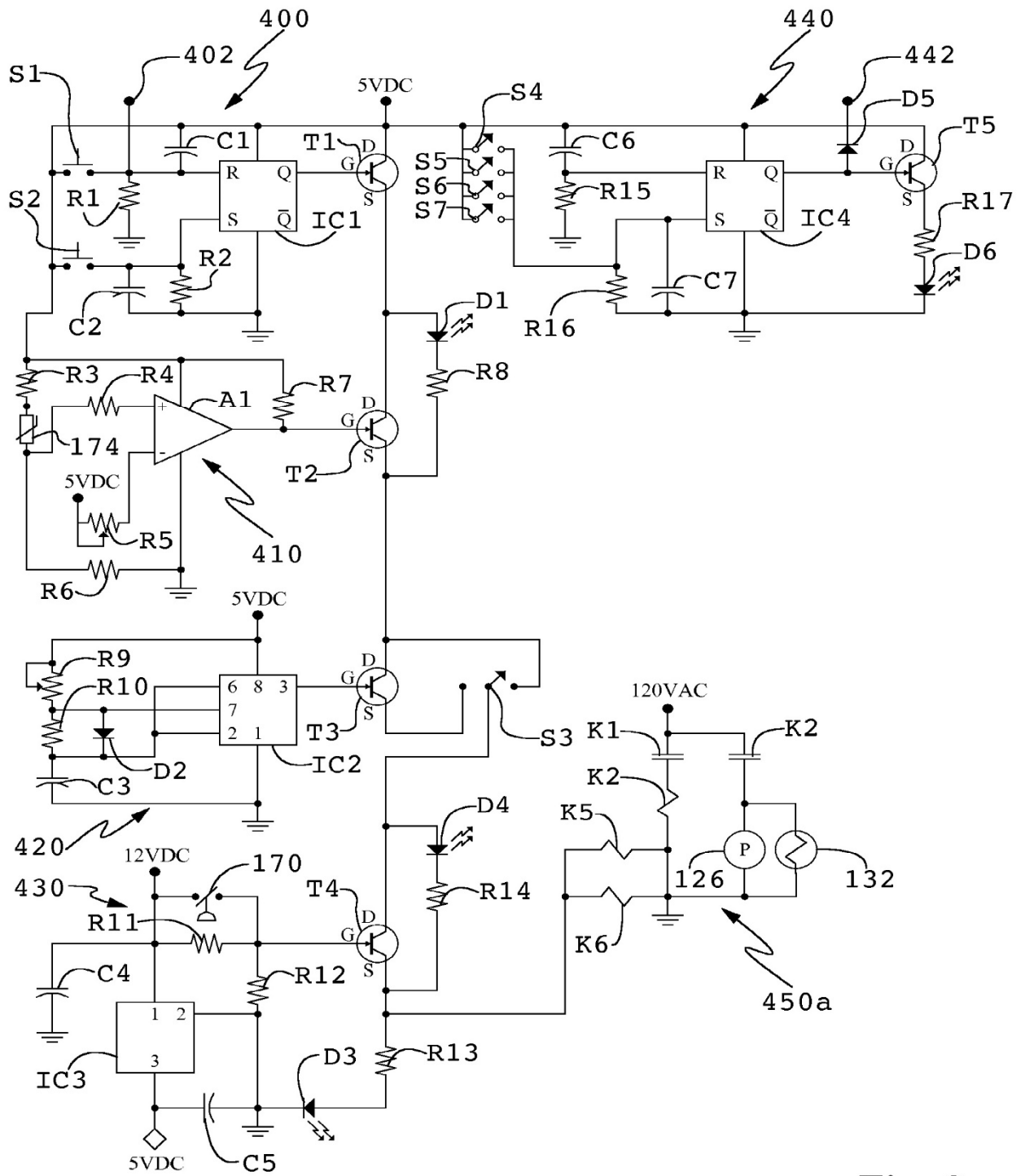


Fig. 8

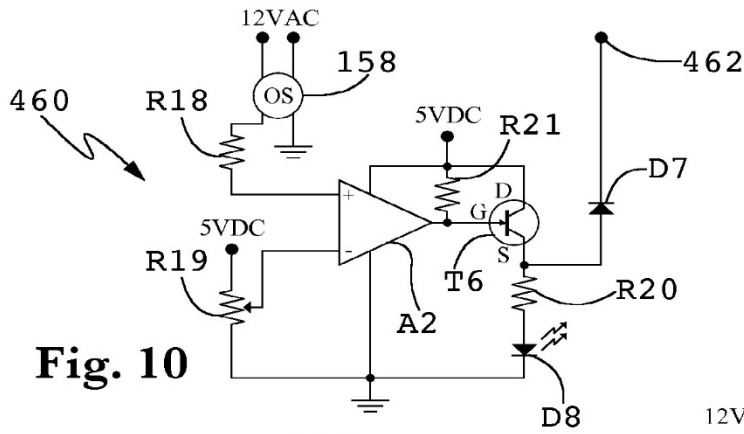


Fig. 10

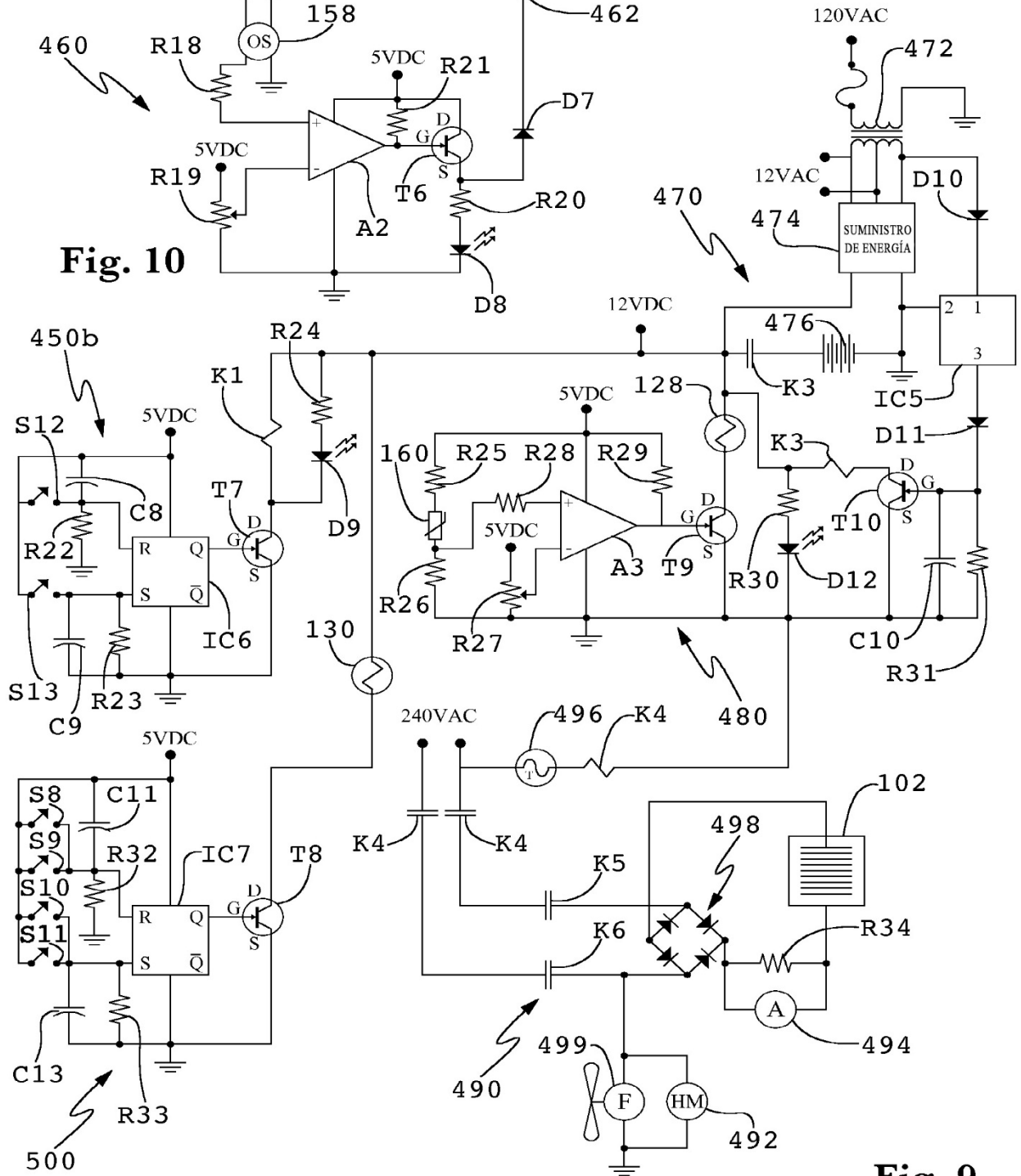


Fig. 9

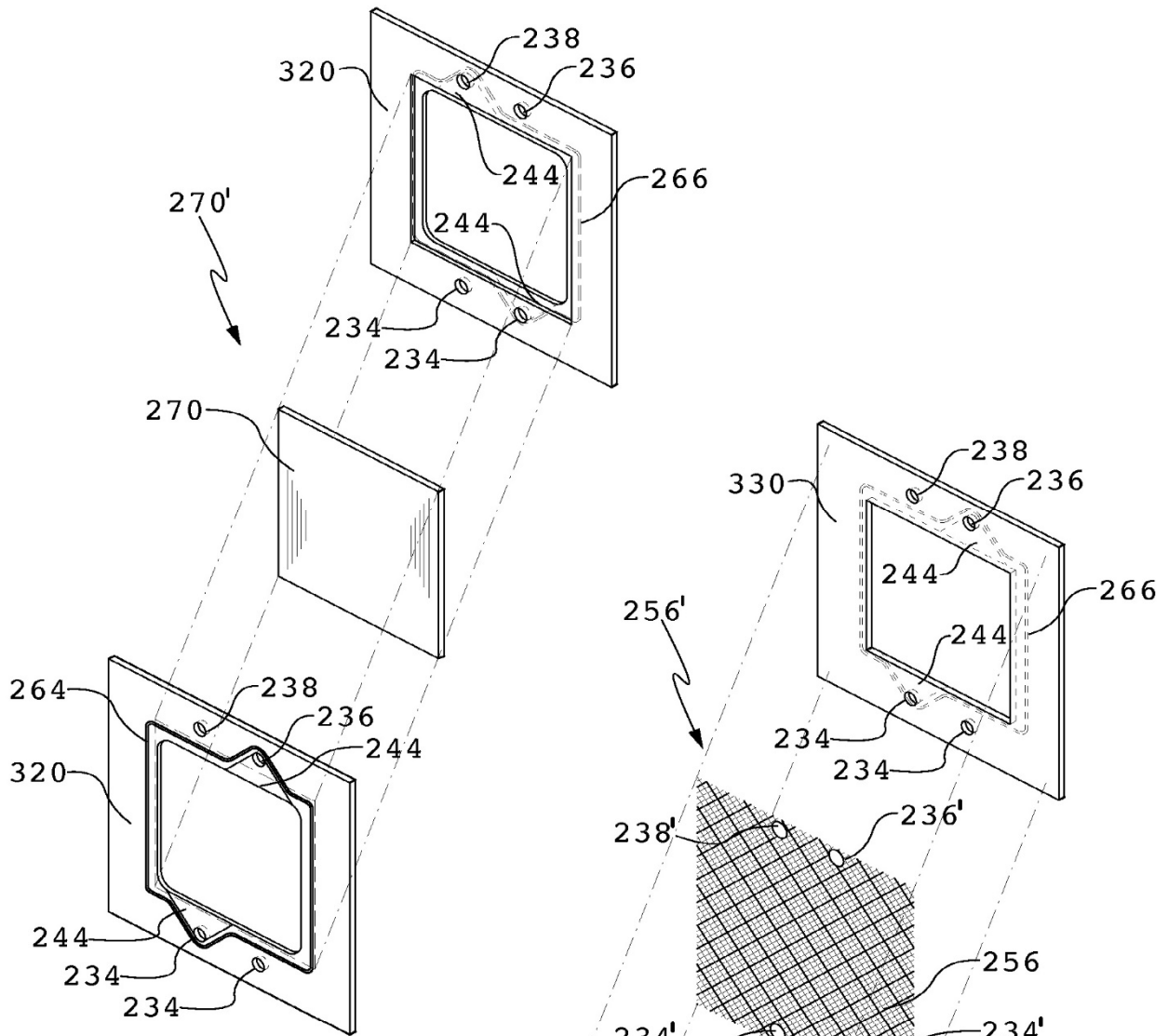


Fig. 11

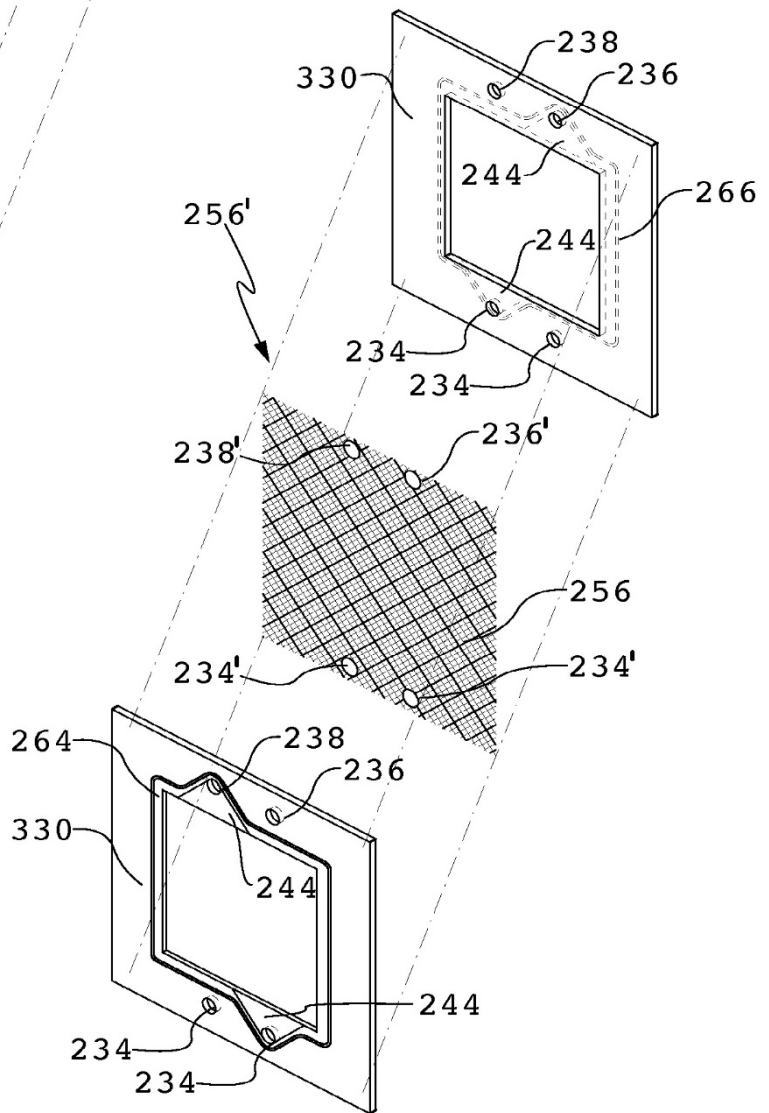
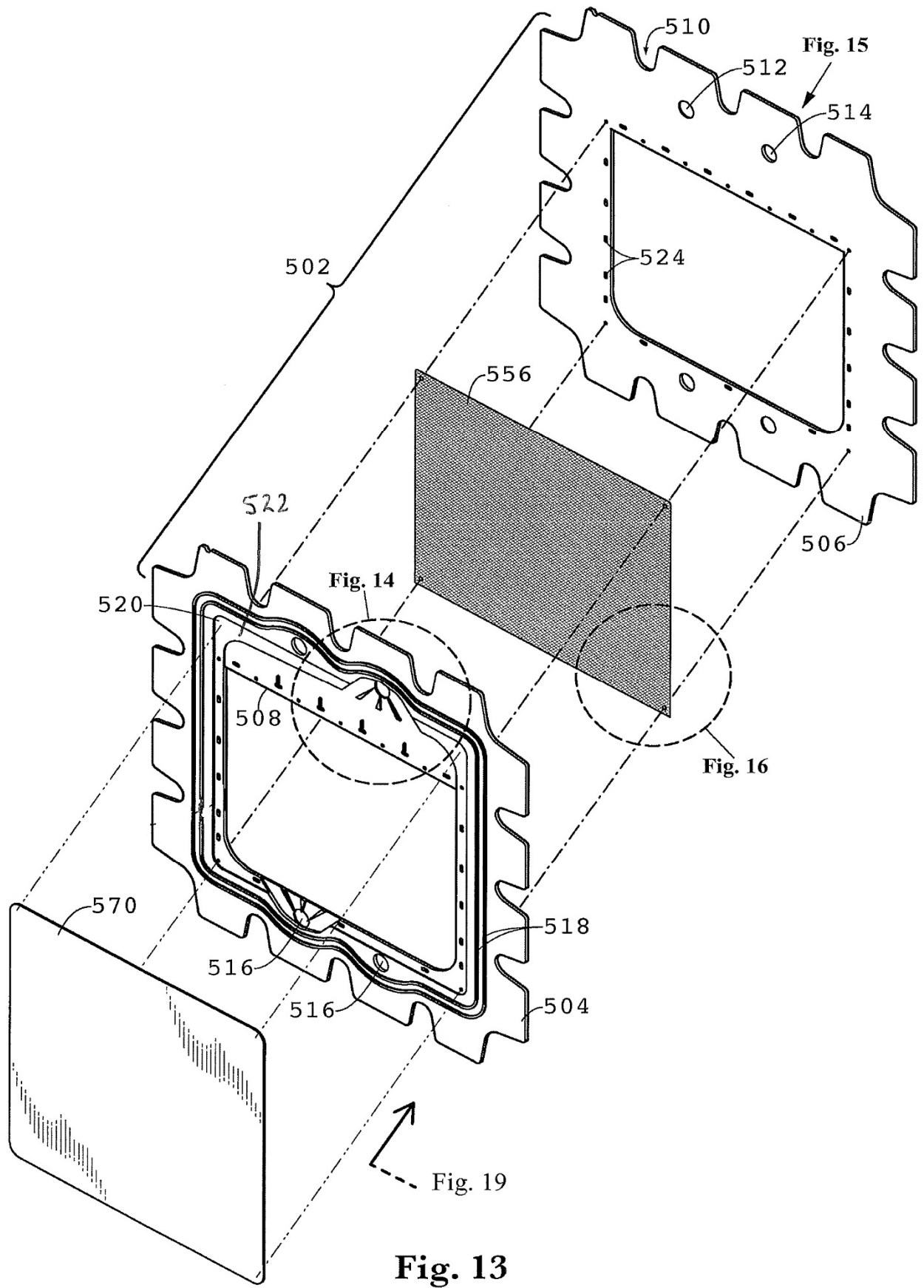


Fig.12



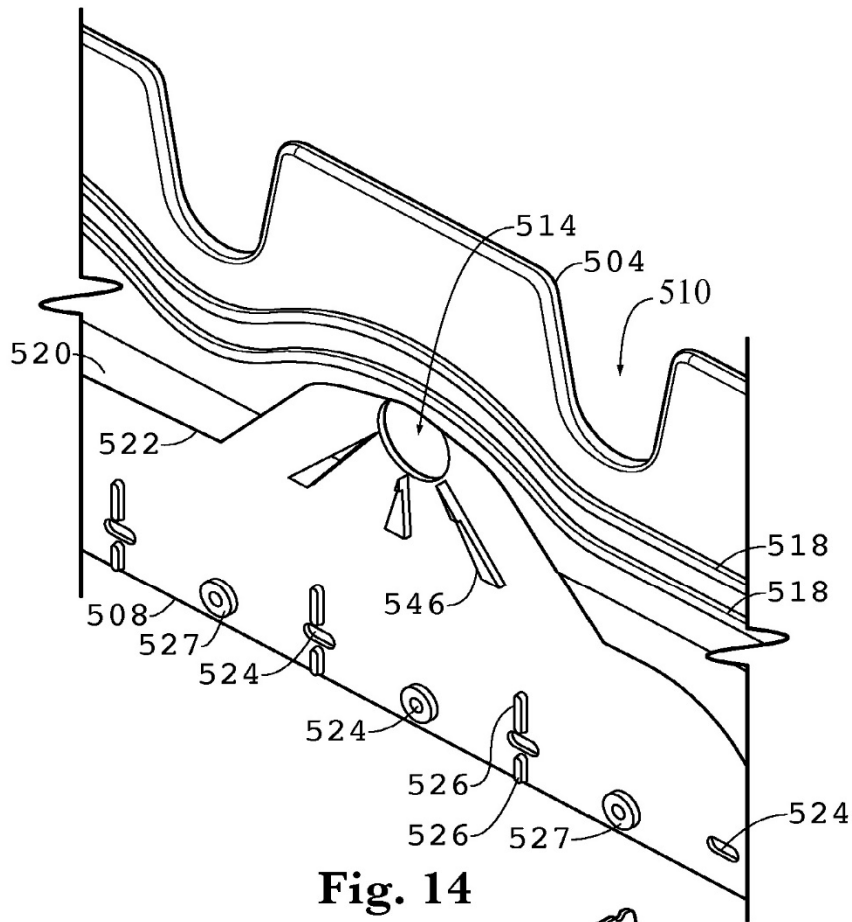


Fig. 14

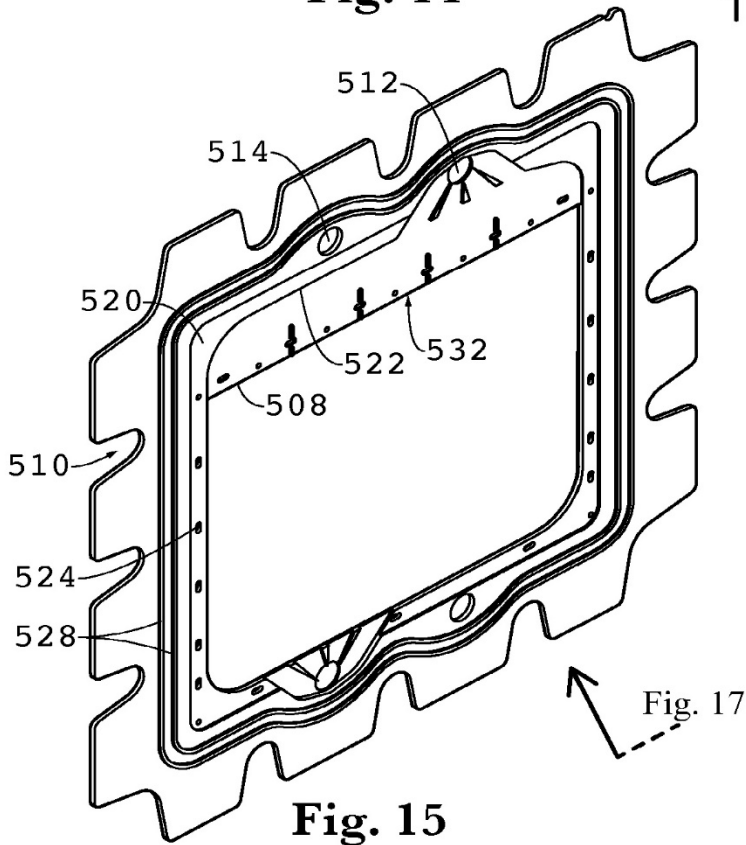


Fig. 15

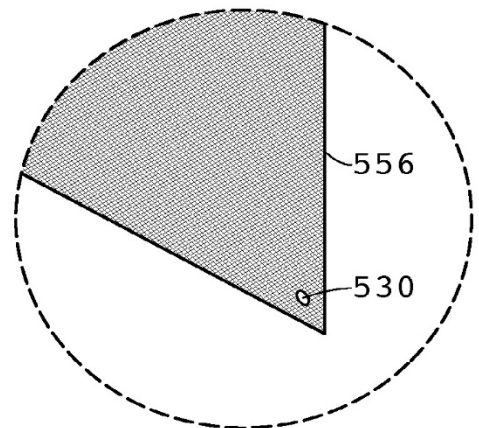


Fig. 16

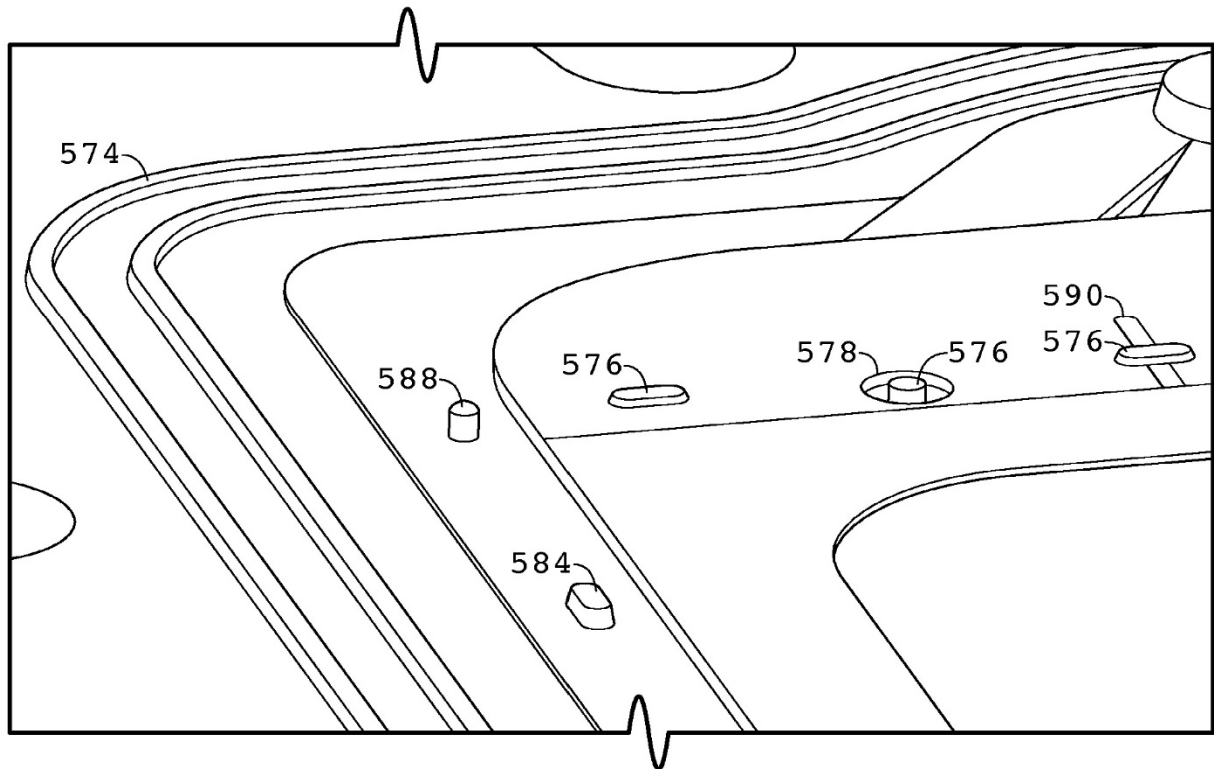
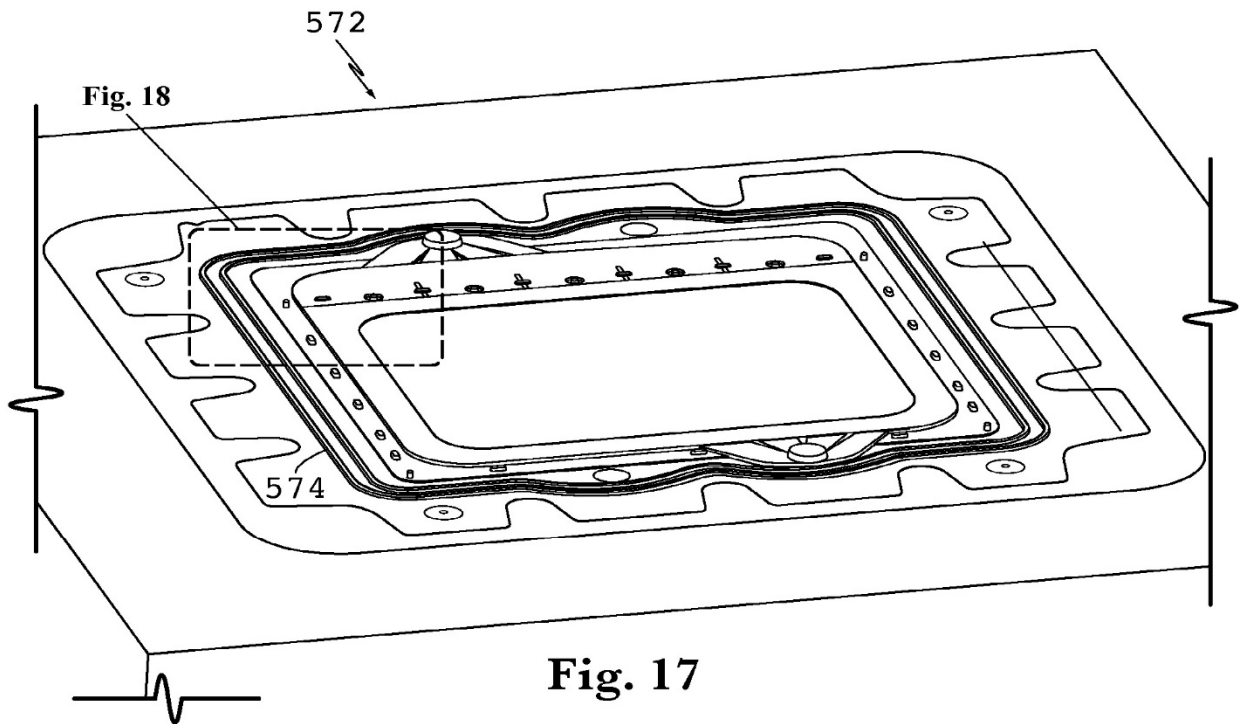


Fig. 18

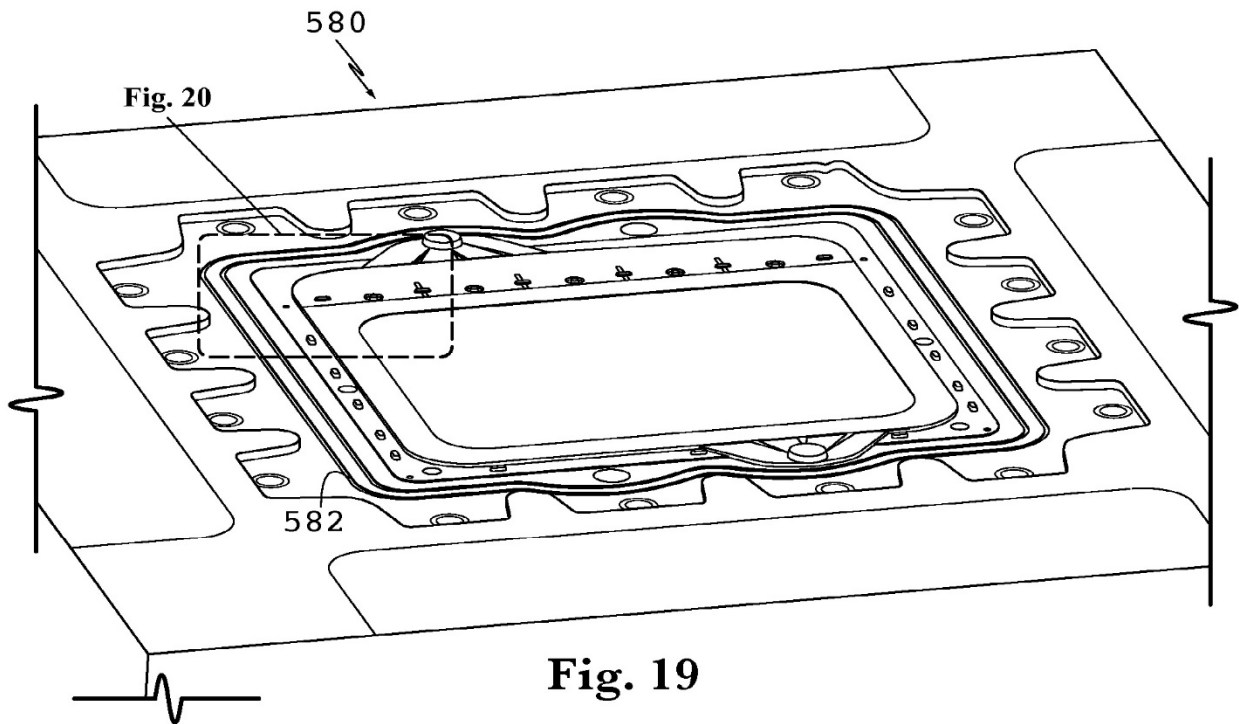


Fig. 19

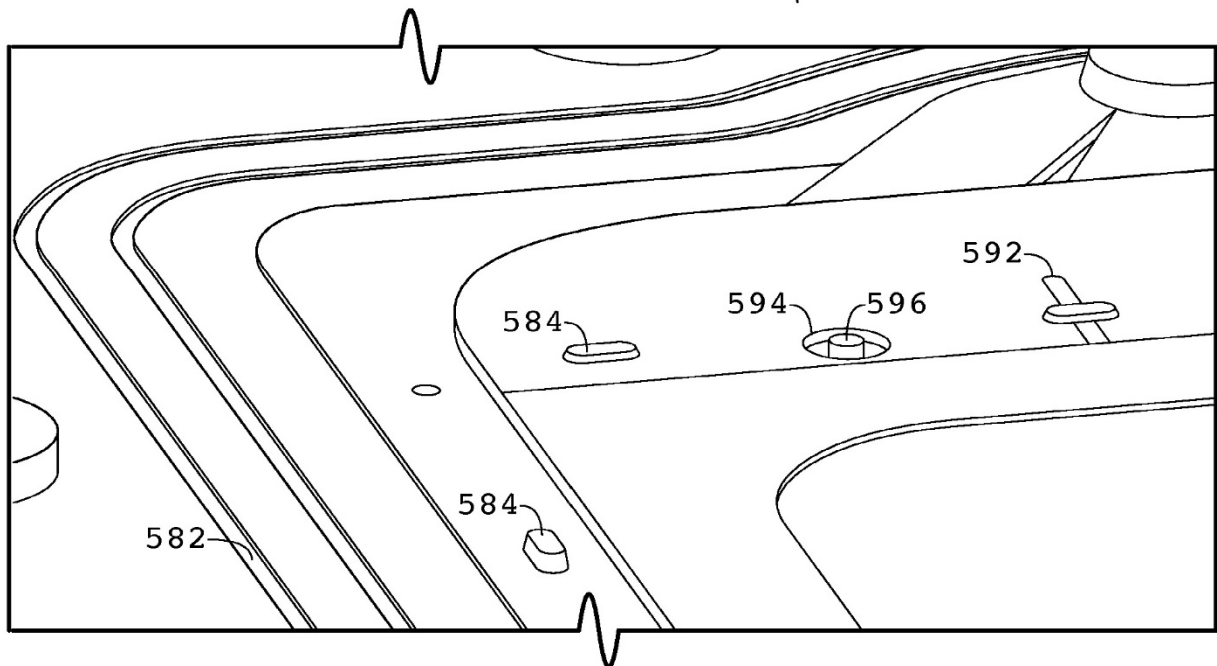


Fig. 20