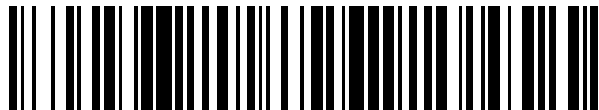


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 633 168**

51 Int. Cl.:

H01M (2006.01)

H01M (2006.01)

H01M (2006.01)

F28D 21/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **11.03.2013 PCT/US2013/030266**

87 Fecha y número de publicación internacional: **19.09.2013 WO13138249**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **11.03.2013 E 13715029 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **07.06.2017 EP 2826091**

54 Título: **Sistema y método de enfriamiento para uso con una celda de combustible**

30 Prioridad:

12.03.2012 US 201261609531 P

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

19.09.2017

73 Titular/es:

**NUVERA FUEL CELLS, LLC (100.0%)
129 Concord Road, Building 1
Billerica, MA 01821, US**

72 Inventor/es:

**BOWERS, BRIAN J.;
FIORE, STEVEN;
FULLER, WARE;
HICKEY, GREG y
KIM, CHANGSIK**

74 Agente/Representante:

SÁEZ MAESO, Ana

ES 2 633 168 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Sistema y método de enfriamiento para uso con una celda de combustible

Campo técnico

Esta divulgación se dirige en general a sistemas de enfriamiento para uso con una celda de combustible.

5 Antecedentes

Algunos tipos de la celda de combustible pueden incluir un ánodo, un cátodo, y una membrana porosa situada entre el ánodo y el cátodo. La membrana se configura para permitir un flujo de especies iónicas seleccionadas desde el cátodo hasta el ánodo. En respuesta a este movimiento de iones a través de la membrana, los electrones fluyen desde el ánodo hasta el cátodo.

- 10 Una celda de combustible funciona al hacer reaccionar hidrógeno en el ánodo y oxígeno en el cátodo. El oxígeno se puede obtener de aire atmosférico y el hidrógeno puro se suministra normalmente al ánodo. Las reacciones que se producen en el cátodo y el ánodo pueden generar un calor considerable. Para disipar este calor, se han desarrollado diversos sistemas de enfriamiento. Un tipo de sistema de enfriamiento utiliza inyección de agua al cátodo (CWI), en el que se suministra agua de enfriamiento al cátodo de una celda de combustible y se deja mezclar con uno o más gases suministrados al cátodo.
- 15

Además de mantener la celda de combustible dentro de un rango de temperaturas de funcionamiento limitado, un sistema de enfriamiento también debe funcionar sin la necesidad de agregar o eliminar el agua del sistema de enfriamiento. Un sistema de enfriamiento de "agua neutra" puede conservar el agua o ahorrar tiempo el tiempo gastado por el operador con la adición o eliminación de agua.

- 20 Algunos sistemas de enfriamiento tradicionales no son capaces de proporcionar de manera eficiente enfriamiento suficiente y lograr un balance de agua adecuado bajo todas las condiciones de funcionamiento porque normalmente se utiliza un solo intercambiador de calor tanto para condensar como para agua de enfriamiento. Las funciones de combinar condensar y enfriar en un solo dispositivo es problemático debido a los requisitos diferentes necesarios para mantener el equilibrio de agua y enfriamiento adecuado. Por ejemplo, para eliminar el exceso de agua del sistema de enfriamiento, una velocidad del ventilador de un intercambiador de calor se reduce generalmente para crear un gas de escape caliente que puede transportar más agua fuera del sistema de enfriamiento. Sin embargo, reducir la velocidad del ventilador aumenta la temperatura del agua, que puede resultar en una temperatura de la celda de combustible que es demasiado alta. Como tal, a menudo es difícil eliminar el agua y prevenir el sobrecalentamiento de la celda de combustible utilizando sistemas de enfriamiento tradicionales.
- 25
- 30 La presente divulgación está dirigida a superar uno o más de los problemas o desventajas de los sistemas de enfriamiento de la técnica anterior.

Resumen

- La presente invención se define en la reivindicación adjunta 1. Un aspecto de la presente divulgación se dirige a un sistema de enfriamiento para uso con una celda de combustible. El sistema de enfriamiento comprende un primer intercambiador de calor conectado de forma fluida a un pasaje de salida de la celda de combustible. El primer intercambiador de calor condensa por lo menos una porción de un fluido que pasa a través del pasaje de salida de la celda de combustible en agua líquida. El sistema de enfriamiento también comprende un segundo intercambiador de calor conectado de forma fluida a un pasaje de salida del primer intercambiador de calor y un pasaje de entrada de la celda de combustible. El segundo intercambiador de calor se configura para enfriar un fluido que pasa en el pasaje de entrada de la celda de combustible. Adicionalmente, el pasaje de salida de la celda de combustible y el pasaje de entrada de la celda de combustible se conectan de forma fluida a un cátodo de la celda de combustible, y el pasaje de entrada de la celda de combustible se configura para suministrar agua al cátodo.
- 35
- 40

- Otro aspecto de la presente divulgación se dirige a un sistema de energía. El sistema de energía comprende una celda de combustible que tiene un cátodo conectado de forma fluida a un pasaje de salida y un pasaje de entrada, en el que el pasaje de inserción se configura para suministrar por lo menos agua parcialmente recirculada al cátodo. El sistema de energía también comprende un primer intercambiador de calor conectado de forma fluida a el pasaje de salida de la celda de combustible, en el que el primer intercambiador de calor se configura para convertir por lo menos una porción de un fluido que pasa a través del pasaje de salida de la celda de combustible en agua. Adicionalmente, el sistema de energía comprende un segundo intercambiador de calor conectado de forma fluida a un pasaje de salida del primer intercambiador de calor y el pasaje de entrada de la celda de combustible, en el que el segundo intercambiador de calor se configura para enfriar un fluido que pasa en el pasaje de entrada de la celda de combustible.
- 45
- 50

- Otro aspecto de la presente divulgación se dirige a un método para enfriar una celda de combustible. El método comprende suministrar hidrógeno a un ánodo de la celda de combustible y suministrar aire y agua a un cátodo de la celda de combustible, y producir un fluido desde la celda de combustible, en el que por lo menos una porción del
- 55

5 fluido comprende un primer fluido. El método también comprende suministrar el primer fluido a un primer intercambiador de calor y condensar por lo menos una porción del primer fluido en agua utilizando el primer intercambiador de calor. Un segundo intercambiador de calor se suministra con por lo menos uno de la salida del fluido desde la celda de combustible y el agua condensada por el primer intercambiador de calor. Adicionalmente, el método comprende enfriar un fluido que fluye a través del segundo intercambiador de calor, y suministrar el fluido frío a la celda de combustible.

10 Otros objetos y ventajas de la presente divulgación se expondrán en parte en la descripción que sigue, y en parte serán obvios a partir de la descripción, o se pueden aprender por la práctica de la presente divulgación. Los objetos y ventajas de la presente divulgación se realizarán y alcanzarán por medio de los elementos y combinaciones particularmente señalados en las reivindicaciones adjuntas.

Se debe entender que tanto la descripción general anterior como la siguiente descripción detallada son solo de ejemplo y explicativas y no son restrictivas de los sistemas, dispositivos y métodos, como se reivindica.

Breve descripción de los dibujos

15 Los dibujos acompañantes, que se incorporan en y constituyen una parte de esta especificación, ilustran diversas realizaciones de la presente descripción y junto con la descripción, sirven para explicar los principios de la presente divulgación.

La Figura 1 proporciona una representación esquemática de un sistema de enfriamiento, de acuerdo con una realización de ejemplo divulgada un bucle de recirculación.

20 La Figura 2 proporciona una representación esquemática de un sistema de enfriamiento, de acuerdo con otra realización de ejemplo divulgada que comprende dos bucles de recirculación.

La Figura 3 proporciona una representación esquemática de un sistema de enfriamiento, de acuerdo con un ejemplo que no cae dentro de la invención reivindicada, que comprende un intercambiador de calor configurado para separar y condensar agua.

25 La Figura 4 proporciona una representación esquemática de un sistema de enfriamiento, de acuerdo con otra realización de ejemplo divulgada que comprende un intercambiador de calor con flujo de fluido hacia abajo.

La Figura 5 proporciona un diagrama de una carga térmica predeterminada por los intercambiadores de calor, de acuerdo con una realización de ejemplo divulgada.

La Figura 6 proporciona un diagrama de equilibrio de agua y carga térmica predeterminada por los intercambiadores de calor, de acuerdo con otra realización de ejemplo divulgada.

30 La Figura 7A proporciona una representación esquemática de una vista delantera de un intercambiador de calor, de acuerdo con una realización de ejemplo divulgada.

La Figura 7B proporciona una representación esquemática de una vista posterior de un intercambiador de calor, de acuerdo con una realización de ejemplo divulgada.

35 La Figura 8A proporciona una representación esquemática de una vista en corte de parte de un intercambiador de calor, de acuerdo con una realización de ejemplo divulgada.

La Figura 8B proporciona una representación esquemática de una vista posterior de parte de un intercambiador de calor, de acuerdo con una realización de ejemplo divulgada.

La Figura 9A proporciona una representación esquemática de un montaje de filtro completo, de acuerdo con una realización de ejemplo divulgada.

40 La Figura 9B proporciona una representación esquemática de una vista en explosión de un ensamble de filtro, de acuerdo con una realización de ejemplo divulgada.

La Figura 9C proporciona una representación esquemática de una vista lateral de un ensamble de filtro, de acuerdo con una realización de ejemplo divulgada.

Descripción de las realizaciones

45 Ahora se hará referencia en detalle a las realizaciones de ejemplo de la presente divulgación, cuyos ejemplos se ilustran en los dibujos adjuntos. Siempre que sea posible, se utilizarán los mismos números de preferencia en todos los dibujos para referirse a partes iguales o similares.

50 La Figura 1 proporciona una representación esquemática de un sistema 10 de enfriamiento de la presente divulgación para uso con una celda 12 de combustible. La celda 12 de combustible es una celda de combustible del tipo inyección de agua de cátodo (CWI), por lo cual se suministra agua de enfriamiento a un cátodo 16.

La celda 12 de combustible puede comprender un ánodo 14 conectado de forma fluida a un pasaje 18 de entrada de ánodo y un pasaje 20 de salida de ánodo. El pasaje 18 de entrada de ánodo se puede configurar para suministrar hidrógeno al ánodo 14. El pasaje 20 de salida se puede conectar de forma fluida al pasaje de entrada 18 para por lo menos hacer recircular parcialmente hidrógeno a través de ánodo 14.

5 El cátodo 16 se puede conectar de forma fluida a un pasaje 22 de entrada de cátodo y un pasaje 24 de salida de cátodo. El pasaje 22 de entrada de cátodo puede comprender un pasaje 22a configurado para suministrar aire al cátodo 16 y un pasaje 22b configurado para suministrar agua al cátodo 16. El pasaje 24 de salida se puede conectar de forma fluida al pasaje 22 de entrada para por lo menos hacer recircular parcialmente agua a través del cátodo 16. Un experto medianamente versado en la técnica reconocerá que se puede suministrar la celda 12 de combustible con fuentes recirculadas o frescas de hidrógeno, aire, y agua utilizando diversas configuraciones de uno o más pasajes.

10 El sistema 10 de enfriamiento comprende un primer intercambiador 26 de calor y un segundo intercambiador 28 de calor. Los intercambiadores 26 y 28 de calor se pueden configurar para condensar, separar, atrapar, o enfriar el agua suministrada al mismo en forma de gas, vapor, o líquido. Los intercambiadores 26 y 28 de calor se conectan de forma fluida a uno o más pasajes para el sistema 10 de enfriamiento. Por ejemplo, el primer intercambiador 26 de calor se conecta de forma fluida al pasaje 24 de salida de la celda 12 de combustible y segundo intercambiador 28 de calor se conecta de forma fluida a pasaje 22b de entrada de la celda 12 de combustible.

15 El sistema 10 de enfriamiento comprende un separador (30) de agua y también puede comprender otros dispositivos, tales como un dispositivo 32 de almacenamiento, una bomba 34, o un filtro 36. El separador 30 de agua se configura para por lo menos separar parcialmente agua desde un flujo de fluido que entra en el separador 30 de agua. El dispositivo 32 de almacenamiento se puede configurar para almacenar agua, y puede comprender un tanque, un pasaje de diámetro grande, o un reservorio expandible. La bomba 34 se puede configurar para mover un fluido a través de un pasaje. El filtro 36 se puede configurar para por lo menos separar parcialmente materia en partículas, iones, u otros componentes no deseados desde un fluido. El sistema 10 de enfriamiento También puede comprender una o más válvulas (no mostradas) u otros dispositivos de fluidos.

20 Las realizaciones mostradas y descritas aquí son de ejemplo, y son posibles otras configuraciones con base en la presente divulgación. Por ejemplo, uno o más de los dispositivos descritos aquí pueden no ser requeridos o se pueden disponer en diversas configuraciones en todo el sistema 10 de enfriamiento. Se contempla que una o más funciones de estos dispositivos se pueden incorporar en el sistema 10 de enfriamiento utilizando estos y otros dispositivos.

25 Como se muestra en las Figuras 1-4, el pasaje 20 de salida puede comprender un separador 30a de agua configurado para separar una porción de agua contenida dentro del pasaje 20 de salida. Las Figuras 1, 2, y 4 muestran el pasaje 24 de salida con un separador 30b de agua, mientras que la Figura 3, no caen dentro de la invención reivindicada, muestra que el pasaje 24 de salida carece del separador 30b de agua. El separador 30a de agua se puede operar para suministrar agua al separador 30b de agua, como se muestra en las Figuras 1, 2, y 4, o el dispositivo 32 de almacenamiento, como se muestra en la Figura 3. El separador 30b de agua se puede operar para suministrar agua al dispositivo 32 de almacenamiento a través de un primer pasaje 23 de salida. El separador 30b de agua también se configura para suministrar un fluido a un segundo pasaje 25 de salida. El fluido suministrado al segundo pasaje 25 de salida comprende agua en una forma gaseosa, de vapor, o de gotas.

30 El segundo pasaje 25 de salida se conecta de forma fluida al primer intercambiador 26 de calor y se configura para proporcionar el primer intercambiador 26 de calor con un fluido. El fluido puede ser de forma predominante gas como el agua que generalmente se ha eliminado del fluido mediante el separador 30b de agua. Por lo menos algo del agua restante en el fluido se condensa o separa por el primer intercambiador 26 de calor. El agua retenida por el primer intercambiador 26 de calor se puede suministrar al dispositivo 32 de almacenamiento y hacer recircular a través del sistema 10 de enfriamiento a través de un bucle 44 de recirculación. El agua que fluye a través del bucle 44 de recirculación se puede enfriar por el segundo intercambiador 28 de calor antes de retornar a la celda 12 de combustible. Como se explica adelante, el primer intercambiador 26 de calor generalmente se puede operar independientemente del segundo intercambiador 28 de calor para mejorar la operación y eficiencia general para el sistema 10 de enfriamiento.

35 El intercambiador 26 de calor puede comprender uno o más componentes configurados para controlar una temperatura de un fluido que entra, dentro de, o que sale del intercambiador 26 de calor. Por ejemplo, el intercambiador 26 de calor puede comprender uno o más ventiladores 38 configurados para controlar la temperatura de un fluido que pasa en un pasaje 40 de escape. Específicamente, el intercambiador 26 de calor puede comprender dos ventiladores de enfriamiento (véase Figura 7A).

40 Al controlar la temperatura de fluido, se puede controlar de forma selectiva una tasa de condensación de agua. Adicionalmente, la cantidad de agua dentro del sistema 10 de enfriamiento se puede ajustar al suministrar el agua retenida dentro del intercambiador 26 de calor al sistema 10 de enfriamiento. Durante este tiempo se puede mantener este equilibrio de agua dentro de un rango deseado de tal manera que la cantidad total de agua dentro del sistema 10 de enfriamiento es en general constante. Dicha "neutralidad de agua" significa que el sistema 10 de

enfriamiento puede operar con poca o nada del agua que se suministra por fuentes externas. Esto puede incluir producir agua a través de la celda 12 de combustible a una tasa que es aproximadamente igual a la tasa de pérdida de agua a través del pasaje 40 de escape. Un desajuste de corto plazo en las tasas de producción y pérdida de agua se pueden regular al suministrar agua en exceso al dispositivo 32 de almacenamiento o eliminar agua desde el dispositivo 32 de almacenamiento.

El intercambiador 26 de calor puede comprender uno o más pasajes 42 de salida configurados para suministrar agua al sistema 10 de enfriamiento. Como se muestra en la Figura 1, el dispositivo 32 de almacenamiento se puede suministrar con agua desde el separador 30b de agua a través del pasaje 23 de salida y el intercambiador 26 de calor por el pasaje 42 de salida. El agua almacenada dentro del dispositivo 32 de almacenamiento se puede suministrar al segundo intercambiador 28 de calor por la bomba 34. El segundo intercambiador 28 de calor por lo menos enfría parcialmente el agua antes de que pase a través del filtro 36 y en pasaje 22b de entrada. De esta manera, el intercambiador 28 de calor puede controlar la temperatura del agua antes el agua se dirige de nuevo en el cátodo 16.

Como se muestra en la Figura 2, de acuerdo con otra realización de ejemplo, el sistema 10 de enfriamiento puede comprender un segundo bucle 46 de recirculación para el agua de enfriamiento en el bucle 44 de recirculación. Específicamente, el segundo bucle 46 de recirculación puede conectar de forma fluida un bucle 44 de recirculación de tal manera que por lo menos parte del agua suministrada al bucle 44 de recirculación se puede suministrar al bucle 46 de recirculación. Mientras que en el bucle 46 de recirculación, el agua se puede enfriar por el segundo intercambiador 28 de calor como se describió anteriormente, también se puede entender que el bucle 46 de recirculación puede o no puede comprender el dispositivo 32 de almacenamiento, la bomba 34, u otro dispositivo para el sistema 10 de enfriamiento.

La Figura 3 proporciona una representación esquemática para el sistema 10 de enfriamiento, de acuerdo con un ejemplo que no cae dentro de la invención reivindicada, en el que el pasaje 24 de salida desde la celda 12 de combustible está en comunicación fluida directa con el primer intercambiador 26 de calor. En esta configuración, se suministra salida de fluidos desde el cátodo 16 hasta el primer intercambiador 26 de calor sin que pase a través de un separador de agua. El primer intercambiador 26 de calor de esta manera puede funcionar como un separador de agua para separar el agua desde la salida de fluido por el cátodo 16. La salida de agua por el separador 30a de agua se puede suministrar directamente al dispositivo 32 de almacenamiento.

La Figura 4 proporciona una representación esquemática para el sistema 10 de enfriamiento, de acuerdo con otra realización de ejemplo, en el que el primer intercambiador 26 de calor comprende una trayectoria de flujo descendente. Como se explica adelante, el primer intercambiador 26 de calor se pueden configurar para operar con una ruta de flujo ascendente o una trayectoria de flujo descendente.

En un diseño de flujo ascendente, por ejemplo como se muestra en las Figuras 1-3, el fluido suministrado desde el pasaje 24 de salida o separador 30b de agua puede entrar en un colector 48 inferior ubicado en una región inferior del primer intercambiador 26 de calor. El fluido luego se puede hacer fluir a través del primer intercambiador 26 de calor en una dirección ascendente general hasta un colector 50 superior ubicado en una región superior del primer intercambiador 26 de calor. Esta ruta de flujo ascendente puede permitir que el agua se condense dentro del primer intercambiador 26 de calor para fluir hacia abajo debido a la gravedad, contra el flujo ascendente del fluido. El agua condensada luego se puede drenar del colector 48 inferior y en el dispositivo 32 de almacenamiento a través del pasaje 42 de salida. En un diseño de flujo descendente, por ejemplo como se muestra en la Figura 4, el fluido desde la celda 12 de combustible puede ingresar en el primer intercambiador 26 de calor a través del colector 50 superior. El fluido luego se puede hacer fluir en una dirección descendente general al colector 48 inferior y salir del primer intercambiador 26 de calor a través del pasaje 40 de escape. El agua condensada en el primer intercambiador 26 de calor también puede fluir generalmente hacia abajo y se puede drenar del colector 48 inferior a través del pasaje 42 de salida.

Como se discutió previamente, el sistema 10 de enfriamiento puede ofrecer mayor flexibilidad de diseño que los sistemas de enfriamiento tradicionales. El sistema 10 de enfriamiento puede comprender menos componentes, fontanería simplificada, u ocupar menos espacio que los sistemas tradicionales. En funcionamiento, el sistema 10 de enfriamiento también puede proporcionar una o más de otras ventajas sobre los sistemas tradicionales, tales como el control independiente de la temperatura del agua y el equilibrio de agua. Adicionalmente, el sistema 10 de enfriamiento puede permitir el ajuste de la división de la carga de calor total entre los intercambiadores 26 y 28 de calor para mejorar el rendimiento de enfriamiento o rango de operación.

Para las situaciones cuando el equilibrio de agua para el sistema 10 de enfriamiento es generalmente constante, el calor total rechazado por el sistema 10 de enfriamiento puede ser relativamente constante sobre un rango de condiciones de funcionamiento de la celda 12 de combustible. En estas situaciones, el sistema 10 de enfriamiento se puede configurar para dividir el rechazo de calor total requerido para enfriar celda 12 de combustible entre intercambiadores 26 y 28 de calor. Se puede controlar esta división al ajustar un parámetro de operación de la celda 12 de combustible o sistema 10 de enfriamiento, tal como, por ejemplo, estequiometría de aire, temperatura de entrada de agua del cátodo 16, o tasa de flujo para el agua 22b de enfriamiento,

5 Por ejemplo, la Figura 5 muestra opciones de parámetro de operación para un sistema de celda de combustible que requiere aproximadamente 15 kW de rechazo de calor total para lograr un equilibrio de agua positivo de aproximadamente 0.4 g/s. Al cambiar los parámetros de operación como se indica en la Tabla 1 (estequiometría de aire aproximadamente 1.5 a aproximadamente 2.5, temperatura del agua aproximadamente 55 a aproximadamente 65°C, tasa de flujo de agua aproximadamente 15 a aproximadamente 25 ml/hr/Amp/celda), la división de carga térmica entre el primer intercambiador 26 de calor (HX1) y el segundo intercambiador 28 de calor (HX2) puede variar desde aproximadamente 25%/aproximadamente 75% a aproximadamente 78%/aproximadamente 22%.

Tabla 1: Ejemplo de opciones de parámetro que opera la celda de combustible

Marcado	Estequiometría de aire	Tasa de flujo de agua (g/s)	Temperatura de agua (°C)	Carga térmica total (kw)	Carga HX1 (kW)	Carga HX2 (kW)	Carga HX1 (%)	Carga HX2 (%)
A	~1.5	~25	~55	~14.8	~3.7	~11.1	~25	~75
B	~2.5	~15	~65	~15.8	~12.4	~3.4	~78	~22

10 El sistema 10 de enfriamiento puede operar utilizando un rango menos restrictivo de condiciones de funcionamiento al limitar uno o más parámetros de operación. Por ejemplo, como se muestra en la Figura 5, limitando la estequiometría de aire a aproximadamente 1.75 a aproximadamente 2.25 (puntos C&D), en lugar de aproximadamente 1.50 a aproximadamente 2.50 (puntos A&B), mientras que se mantiene el mismo rango de flujo de agua y la temperatura puede reducir una carga máxima requerida sobre el primer intercambiador 26 de calor desde aproximadamente 12.4 hasta aproximadamente 11.7 kW y sobre el segundo intercambiador 28 de calor desde aproximadamente 11.1 hasta aproximadamente 10.3 kW. Limitando adicionalmente el flujo de agua y temperatura adicionalmente se puede reducir los requerimientos operacionales para uno o ambos intercambiadores 26 y 28 de calor.

20 También se puede operar el sistema 10 de enfriamiento para controlar un equilibrio de agua dentro de un rango deseado. Por ejemplo, al aumentar la carga térmica total rechazada a través de intercambiadores 26 y 28 de calor, se puede condensar más agua mediante el primer intercambiador 26 de calor. Se puede crear un equilibrio de agua más positivo por lo cual se proporciona más agua mediante el primer intercambiador 26 de calor de tal manera que aumenta la cantidad total de agua contenida en el sistema 10 de enfriamiento. La Figura 6 muestra cómo la carga térmica rechazada a través de intercambiadores 26 y 28 de calor se puede ajustar para proporcionar un equilibrio de agua positivo o neutro.

25 En algunos casos, reducir la carga térmica total puede crear un equilibrio de agua negativo o neutro. Por ejemplo, el primer intercambiador 26 de calor puede proporcionar un equilibrio de agua generalmente neutro al condensar agua o controlar una temperatura de fluidos que pasa a través del pasaje 40 de escape de tal manera que la tasa de agua que sale del sistema 10 de enfriamiento es aproximadamente igual a la tasa de agua producida en la reacción de combustible entre hidrógeno y oxígeno. Si la cantidad total de agua en el sistema 10 de enfriamiento excede un nivel deseado, el primer intercambiador 26 de calor puede operar para eliminar más agua desde el sistema 10 de enfriamiento a través del pasaje 40 de escape que se produce en la reacción de la celda de combustible. Este control de retroalimentación se puede utilizar para mantener una cantidad deseada de agua en el sistema 10 de enfriamiento. Específicamente, un nivel deseado de agua en el dispositivo 32 de almacenamiento se puede mantener al controlar la cantidad de agua que lleva el sistema 10 de enfriamiento a través del pasaje 40 de escape.

35 En algunas realizaciones, la carga térmica del primer intercambiador 26 de calor puede permanecer generalmente constante para un conjunto de de parámetros de operación fijos. Con una carga térmica generalmente constante del segundo intercambiador 28 de calor, el equilibrio de agua se puede ajustar al cambiar la carga térmica del primer intercambiador 26 de calor. Por ejemplo, al cambiar la velocidad del ventilador del primer intercambiador 26 de calor y de esta manera cambiar la temperatura y contenido de vapor de agua del fluido que fluye a través del pasaje 40 de escape. De forma similar, para una carga térmica del primer intercambiador 26 de calor, el equilibrio de agua se puede ajustar al cambiar el cátodo estequiometría de aire.

45 En situaciones en las que el equilibrio de la carga térmica requiere manipulación adicional, los parámetros de operación se pueden desplazar para mejorar el equilibrio de agua. Por ejemplo, si el sistema 10 de enfriamiento opera en un ambiente caliente y no es capaz de condensar suficiente agua, un parámetro de operación se puede ajustar para desplazar más de la carga térmica al segundo intercambiador 28 de calor. Este desplazamiento en la carga térmica puede reducir el enfriamiento requerido por el primer intercambiador 26 de calor y mejorar la capacidad del primer intercambiador 26 de calor para mantener el equilibrio de agua. Si el sistema 10 de enfriamiento opera en un ambiente frío y condensa demasiada agua, la tasa de condensación se puede reducir al ajustar un parámetro de operación para desplazar la carga térmica desde el segundo intercambiador 28 de calor hasta el primer intercambiador 26 de calor. Este desplazamiento puede mantener el gas de escape muy caliente para llevar el exceso de agua fuera del primer intercambiador 26 de calor en el pasaje 40 de escape.

Las Figuras 7A y 7B proporcionan diagramas esquemáticos del primer intercambiador 26 de calor, de acuerdo con una realización de ejemplo. Como se describió anteriormente, el primer intercambiador 26 de calor se pueden configurar para convertir por lo menos una porción de vapor de agua que pasa a través del primer intercambiador 26 de calor en forma líquida. Por ejemplo, el primer intercambiador 26 de calor se puede configurar para hacer fluir una corriente de gas de entrada hacia arriba contra la gravedad. Al mismo tiempo el agua líquida, que era o bien arrastrada con el gas de entrada o condensada del gas de entrada, puede fluir hacia abajo debido a la gravedad. Como tal, el primer intercambiador 26 de calor puede funcionar como unidad de condensación o un separador de agua.

Como se muestra en las Figuras 7A y 7B, el primer intercambiador 26 de calor puede comprender el colector 48 inferior y el colector 50 superior. El colector 48 inferior puede comprender un puerto 52 de entrada para recibir un flujo de salida de fluido de la celda 12 de combustible (no mostrado). El colector 48 inferior también puede comprender uno o más puertos 54 de drenaje configurados para proporcionar una salida para el agua retenida por el primer intercambiador 26 de calor. En algunas realizaciones, los puertos 54 de drenaje pueden estar situados hacia los extremos opuestos del colector 48 inferior para proporcionar un drenaje eficiente de agua cuando el "chapoteo" puede empujar el agua hacia cada lado del colector 48 inferior. Dicho chapoteo se puede producir debido al movimiento de un vehículo que utiliza el sistema 10 de enfriamiento.

También se contempla que el primer intercambiador 26 de calor puede operar sin el puerto 54 de drenaje. Por ejemplo, un pasaje de entrada (no mostrado) que suministra fluido desde el separador 30b de agua puede tener un ángulo hacia arriba hacia el puerto 54 de drenaje. El pasaje de entrada con ángulo hacia arriba también se puede dimensionar para mantener bajas velocidades del gas, como se describe adelante. Dicho pasaje de entrada puede permitir por lo menos algo de agua atrapada por el primer intercambiador 26 de calor para drenar de nuevo en el separador 30b de agua.

Como se muestra en las Figuras 8A y 8B, el intercambiador 26 de calor puede comprender uno o más canales 56 configurados para dirigir el fluido a través del intercambiador 26 de calor. En algunas realizaciones, los canales 56 pueden ser generalmente verticales y se pueden extender desde el colector 48 inferior hasta el colector 50 superior. La configuración de canales 56 puede permitir que el fluido generalmente fluya hacia arriba desde el colector 48 inferior hasta el colector 50 superior. Los canales 56 también se pueden configurar para permitir que el fluido fluya generalmente hacia abajo, como se describió anteriormente para la Figura 4.

Los canales 56 se pueden configurar para recoger el agua o permitir que el agua drene hacia fuera del primer intercambiador 26 de calor. Por ejemplo, uno o más canales 56 se pueden dimensionar para permitir que el agua líquida para corra hacia abajo debido a la gravedad, mientras que el fluido fluye hacia arriba a través del canal 56. Para lograr este resultado, la velocidad del fluido en el canal 56 se puede mantener suficientemente baja para reducir las fuerzas de arrastre de modo que sean insuficientes para empujar el agua hacia arriba con el flujo de fluido. En particular, los canales 56 pueden estar dimensionados para proporcionar suficiente área de sección transversal total (número de canales x área de sección transversal de cada canal) para limitar la velocidad del fluido a un nivel suficientemente bajo para permitir el drenaje del agua. Los canales 56 también pueden tener dimensiones que son lo suficientemente grandes para limitar generalmente tensión superficial del agua que pueden contener agua en su lugar incluso con baja velocidad del fluido. Por ejemplo, el canal 56 puede tener una anchura de aproximadamente 6 mm o más. El agua atrapada dentro de los canales 56 puede recoger en la parte baja del colector 48 y fluir fuera del puerto 54 de drenaje, como se muestra en las Figuras 7A y 7B.

En algunas realizaciones, el intercambiador 26 de calor puede comprender uno o más canales 56 generalmente paralelos dirigidos en general verticalmente. Los canales 56 paralelos pueden cada uno estar conectados de manera fluida a colector 50 superior. El colector 50 superior puede comprender un lumen 58 conectado de forma fluida a uno o más canales 56 y configurado para dirigir un flujo de fluido a un puerto 60 de escape, como se muestra en la Figura 8A.

Bajo algunas condiciones de funcionamiento, el agua líquida puede estar presente en un flujo de fluido dentro del colector 50 superior. Una o más características del intercambiador 26 de calor se pueden configurar para generalmente limitar el agua líquida que fluye fuera del puerto 60 de escape. Por ejemplo, los gases del puerto 60 de escape pueden ser suficientemente grandes en área de sección transversal para mantener generalmente una baja velocidad de gas. En otro ejemplo, el puerto 60 de escape puede comprender un ensamble 62 de filtro que puede filtrar el flujo de agua a través del puerto 60.

El ensamble 62 de filtro se puede configurar para permitir que el fluido de escape salga del sistema 10 de enfriamiento a través del primer intercambiador 26 de calor. El ensamble 62 de filtro también se puede configurar para limitar el paso de agua del primer intercambiador 26 de calor o limitar la entrada de suciedad externa o escombros en el primer intercambiador 26 de calor. Adicionalmente, el ensamble 62 de filtro se puede configurar para permitir que el agua que se condensa o se funde en el ensamble 62 de filtro se drene de nuevo en el primer intercambiador 26 de calor.

Las Figuras 9A-C proporcionan diagramas esquemáticos del ensamble 62 de filtro, de acuerdo con una realización ejemplar. El ensamble 62 de filtro puede comprender uno o más elementos 64 de filtro, los marcos 66 de filtro, o

empaquetaduras 68 posicionadas en diversas configuraciones. En general, uno o más elementos 64 de filtro pueden permitir que el fluido de salida del sistema 10 de enfriamiento al tiempo que limita por lo menos parcialmente el pasaje de agua líquida a través del ensamble 62 de filtro. Dicho filtrado puede, en algunas circunstancias, evitar la expulsión de agua líquida con el gas de escape salir del primer intercambiador 26 de calor.

5 Como se muestra en la Figura 9B, el ensamble 62 de filtro puede comprender, tres elementos 64 de filtro, tres marcos 66 de filtro, y una empaquetadura 68 situada adyacente a la otra. El elemento 64 de filtro puede comprender una o más capas de medios porosos, tales como, por ejemplo, una espuma metálica, una malla, o un medio de fieltro. Uno o más elementos 64 de filtro se pueden realizar entre uno o más marcos 66 de filtros o empaquetaduras 68. En algunas realizaciones, un primer y tercer elemento de filtro puede comprender una espuma metálica de aproximadamente 1.2 mm y un segundo elemento de filtro puede comprender medios de filtro metálico Bekipor 60BL3 de otros medios de filtro Bekipor. Generalmente, el elemento 64 de filtro debe 1) permitir a los gases incluir que el vapor de agua pase a través, 2) se aglutinan o bloquean el agua líquida, 3) proporcionar un drenaje de agua líquida, o 4) minimizar la infiltración de polvo externo o residuos en el intercambiador 26 de calor. El elemento 64 de filtro puede incluir una espuma, pantalla, malla, fieltro, lana, papel, u otra estructura porosa. Estos se pueden formar en parte a partir de un material que incluye metal, teflón, fibra de vidrio, tela, o de cerámica. Adicionalmente, el marco 66 de filtro que separa un primer y segundo elemento 64 de filtro puede tener una anchura de aproximadamente 5 mm.

En algunas realizaciones, el primer intercambiador 26 de calor o el ensamble 62 de filtro se puede configurar para drenar por lo menos un poco de agua atrapado por el ensamble 62 de filtro de nuevo en el primer intercambiador 26 de calor. Por ejemplo, la naturaleza porosa del elemento 64 de filtro puede proporcionar una ruta para que el agua líquida se drene hacia el lumen 58 debido a la gravedad. El primer intercambiador 26 de calor o ensamble 62 de filtro se puede configurar de diversas maneras para permitir que el agua atrapada gotee de nuevo en uno o más canales 56 (no mostrado). Para ayudar a este flujo de agua, el marco 66 de filtro situado entre dos elementos 64 de filtro no puede cubrir por lo menos una parte de un borde 70 inferior del elemento 64 de filtro, como se muestra en la Figura 9C. Adicionalmente, los bordes 70 inferiores de los elementos 64 de filtro pueden estar situados por encima de uno o más canales 56 para que el agua desde el ensamble 62 de filtro pueda gotear en los canales 56. Como se describió anteriormente, los canales 56 se pueden dimensionar para permitir que el agua fluya hacia abajo al colector 48 inferior.

Otras realizaciones de la presente divulgación serán evidentes para aquellos expertos en la técnica a partir de la consideración de la especificación y la práctica de los conceptos divulgados aquí. Por ejemplo, el primer intercambiador 26 de calor se puede utilizar con diversas celdas de combustible, tal como, por ejemplo, un sistema de celda de combustible estilo de celda de enfriamiento. Más aún, una o más funciones o componentes de los intercambiadores 26 y 28 de calor se pueden combinar en una sola unidad. Se pretende que la especificación y los ejemplos se consideren solo a modo de ejemplo, con un verdadero alcance y espíritu de la presente divulgación indicado por las siguientes reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Un método para enfriar una celda (12) de combustible, que comprende:
 suministrar hidrógeno a un ánodo (14) de la celda de combustible y suministrar aire y agua a un cátodo (16) de la celda de combustible;
- 5 producir un fluido desde la celda (12) de combustible, en el que por lo menos una porción del fluido comprende un primer fluido;
 suministrar el primer fluido a un primer intercambiador (26) de calor y condensar por lo menos una porción del primer fluido en agua utilizando el primer intercambiador de calor;
- 10 suministrar a un segundo intercambiador (28) de calor el agua condensada por el primer intercambiador (26) de calor;
 enfriar el agua condensada por el primer intercambiador (26) de calor que fluye a través del segundo intercambiador (28) de calor; y
 suministrar el agua fría al cátodo de la celda (12) de combustible;
- 15 caracterizado porque el cátodo (16) se conecta a un pasaje (24) de salida de cátodo que tiene un primer separador (30b) de agua configurado para suministrar el primer fluido al primer intercambiador (26) de calor.
2. El método de la reivindicación 1, adicionalmente caracterizado por un segundo separador (30a) de agua que separa el agua desde el hidrógeno que recircula a través del ánodo (14), y el agua separada por el segundo separador de agua se suministra a el primer separador (30b) de agua.
- 20 3. El método de la reivindicación 2, en el que agua separada por el primer separador (30b) de agua y el segundo separador (30a) de agua se suministra a un dispositivo (32) de almacenamiento.
4. El método de la reivindicación 1, en el que el agua condensada por el primer intercambiador (26) de calor se genera a un dispositivo (32) de almacenamiento.
- 25 5. El método de la reivindicación 4, en el que una tasa del agua condensada por el primer intercambiador (26) de calor y generada al dispositivo (32) de almacenamiento se controla al controlar una temperatura del primer fluido que pasa a través del primer intercambiador (26) de calor.
6. El método de la reivindicación 1, comprende adicionalmente modificar un parámetro de operación para balancear una carga térmica del primer intercambiador (26) de calor y el segundo intercambiador (28) de calor, en el que el parámetro de operación comprende por lo menos uno de un equilibrio de agua, una estequiometría de cátodo, una tasa de flujo de fluido, y una temperatura de fluido.
- 30 7. El método de la reivindicación 6, en el que modificar el parámetro de operación modifica una tasa de vapor de agua que sale del primer intercambiador (26) de calor para por lo menos controlar parcialmente un nivel de agua almacenada.
- 35 8. El método de la reivindicación 1, comprende adicionalmente hacer recircular el agua a través del cátodo (16) a través de un primer bucle de recirculación (44) y enfriar el agua que recircula a través de un segundo bucle (46) de recirculación conectado de forma fluida al primer bucle de recirculación.
9. El método de la reivindicación 1, comprende adicionalmente crear un equilibrio de agua positivo al aumentar una carga térmica total rechazada a través del primer (26) y el segundo (28) intercambiadores de calor.
10. El método de la reivindicación 1, comprende adicionalmente crear un equilibrio de agua negativo al reducir una carga térmica total rechazada a través del primer (26) y segundo (28) intercambiadores de calor.
- 40 11. El método de la reivindicación 1, comprende adicionalmente crear un equilibrio de agua neutro al ajustar la carga térmica total rechazada a través del primer intercambiador (26) de calor de tal manera que una tasa de vapor de agua que sale del primer intercambiador de calor es aproximadamente igual a una tasa de agua producida en la reacción de combustible de la celda (12) de combustible.

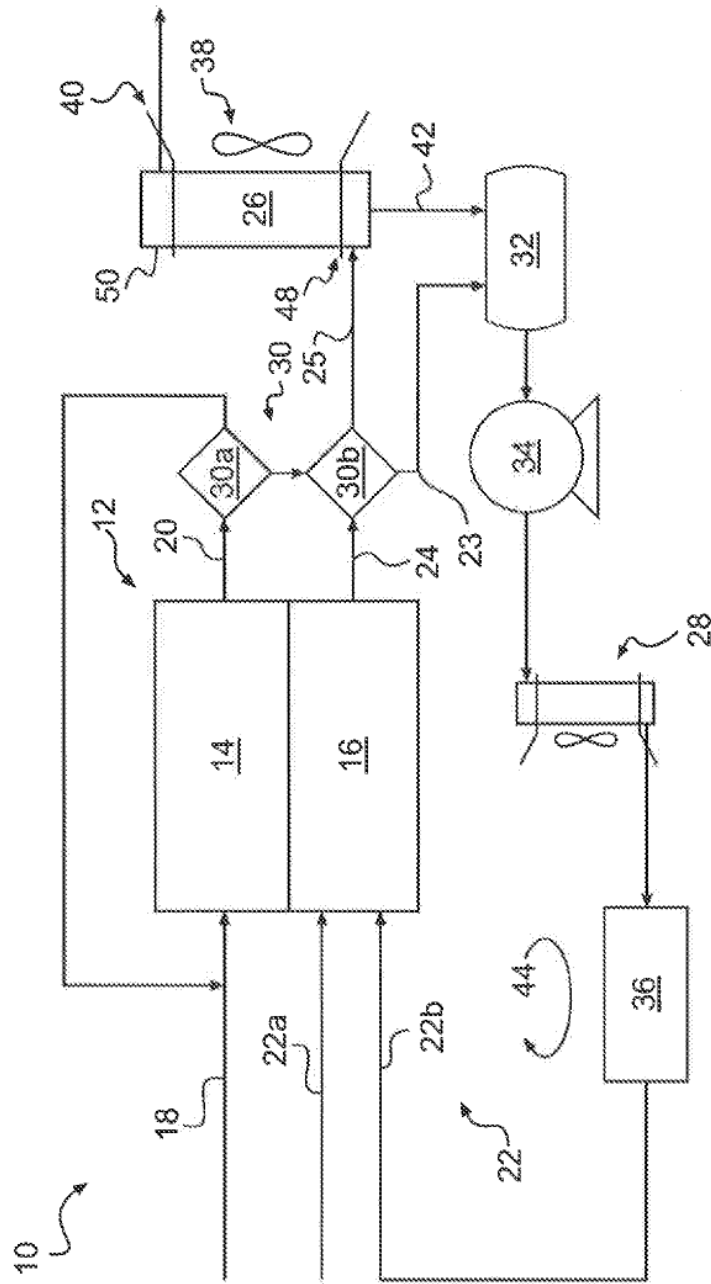


FIG. 1

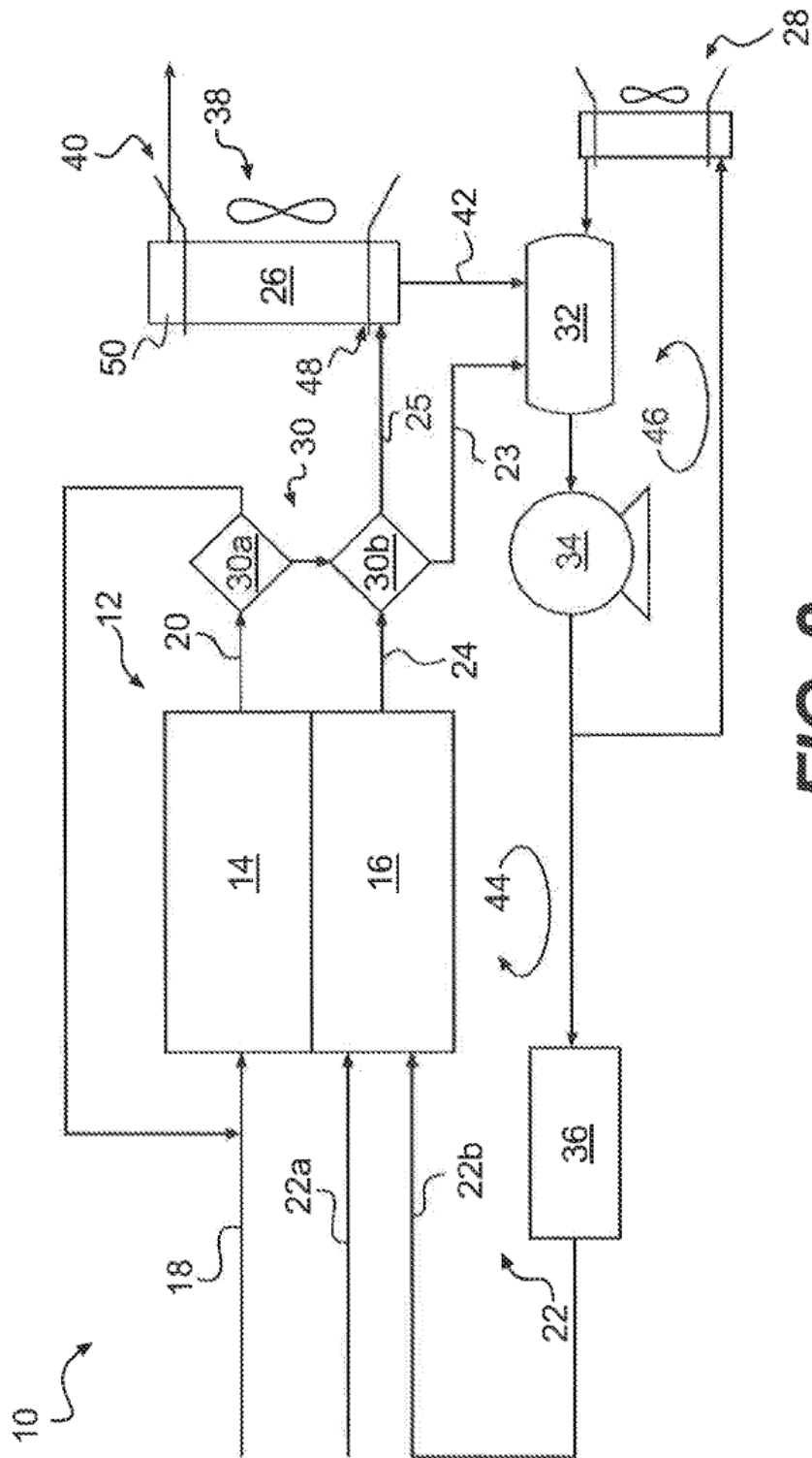


FIG. 2

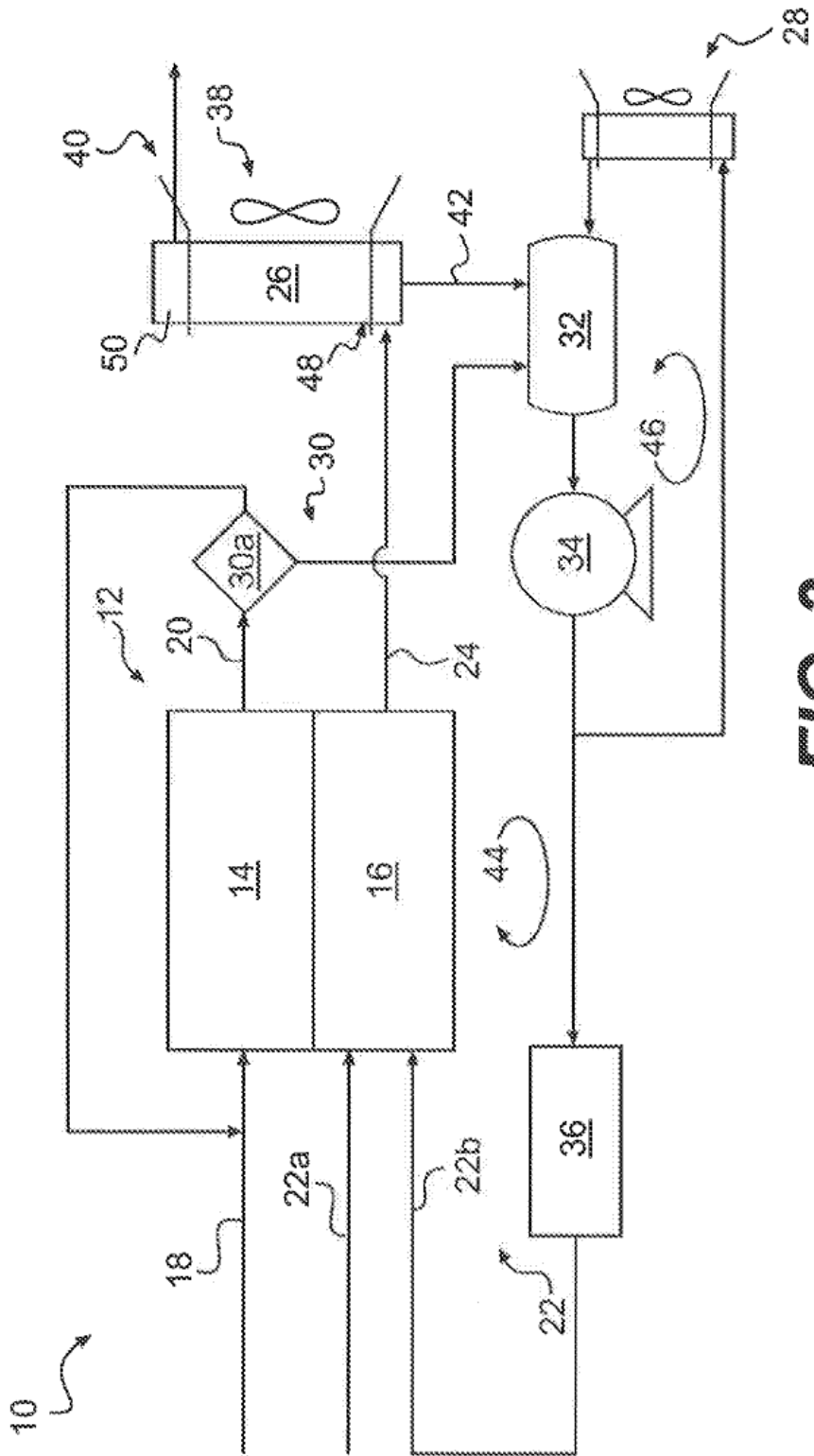


FIG. 3

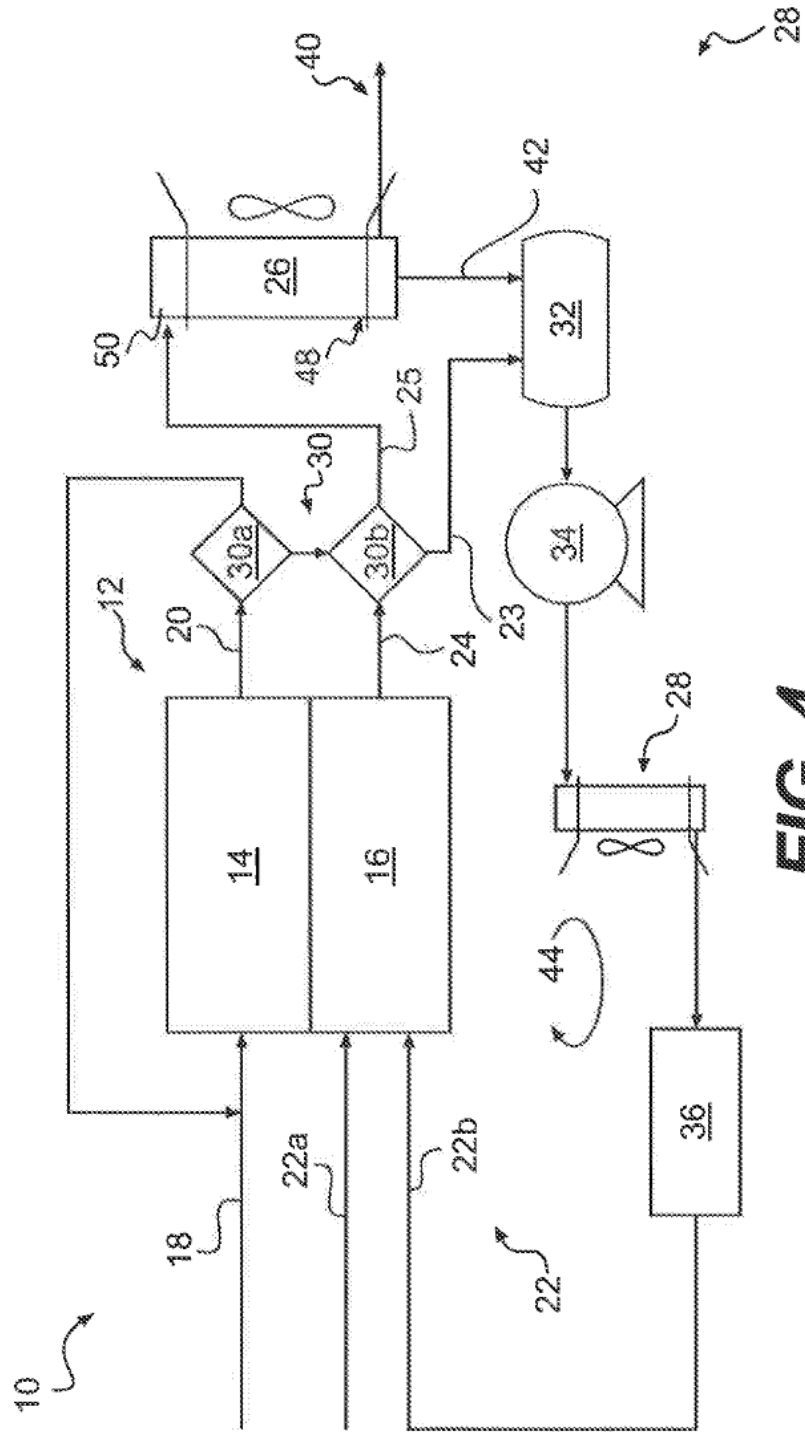
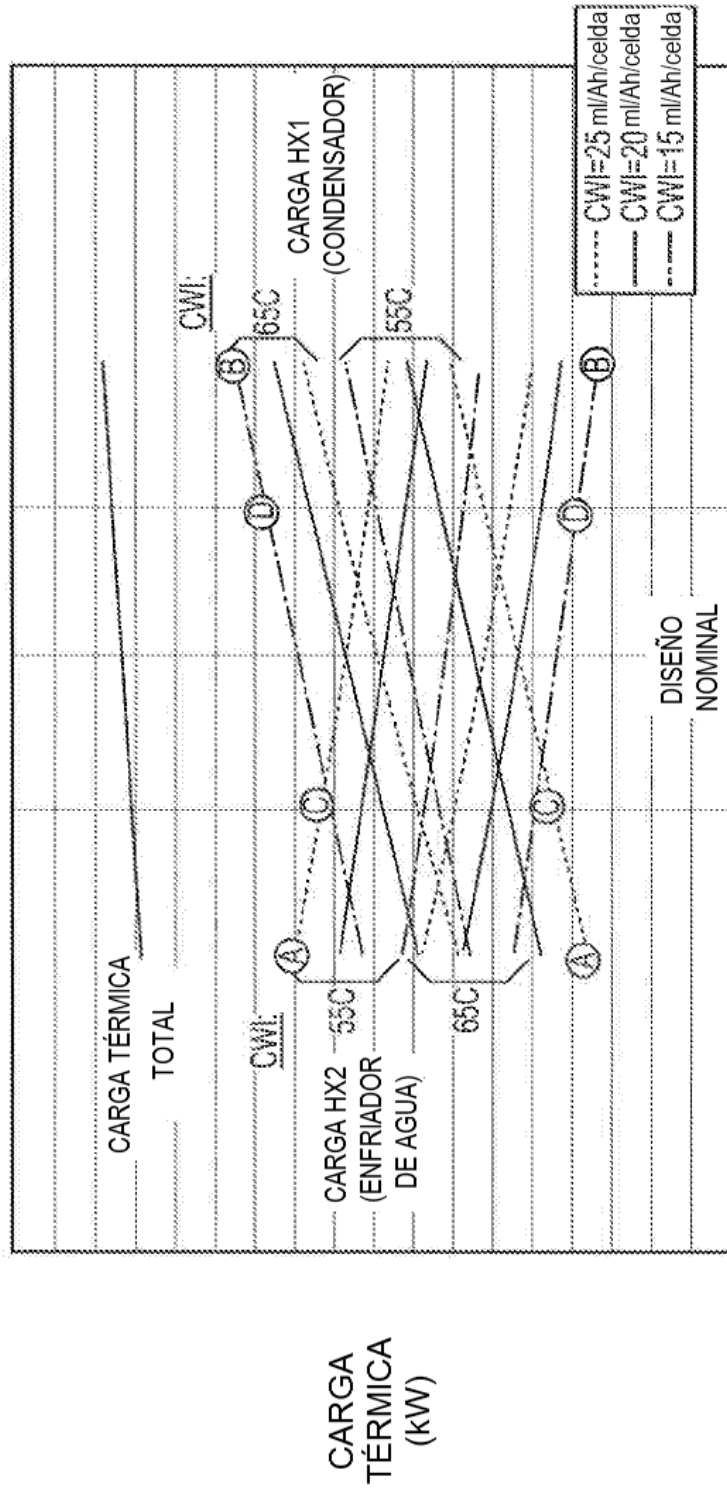
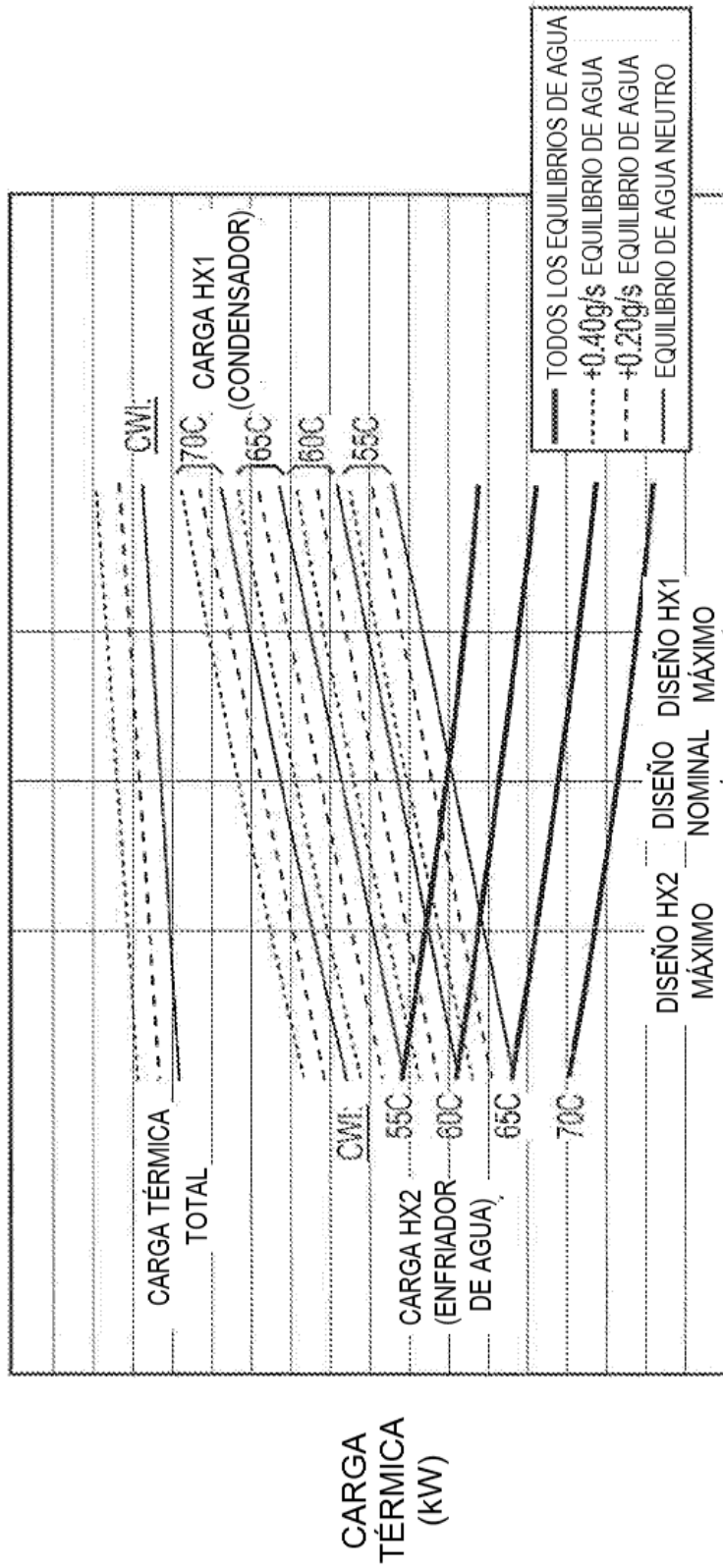


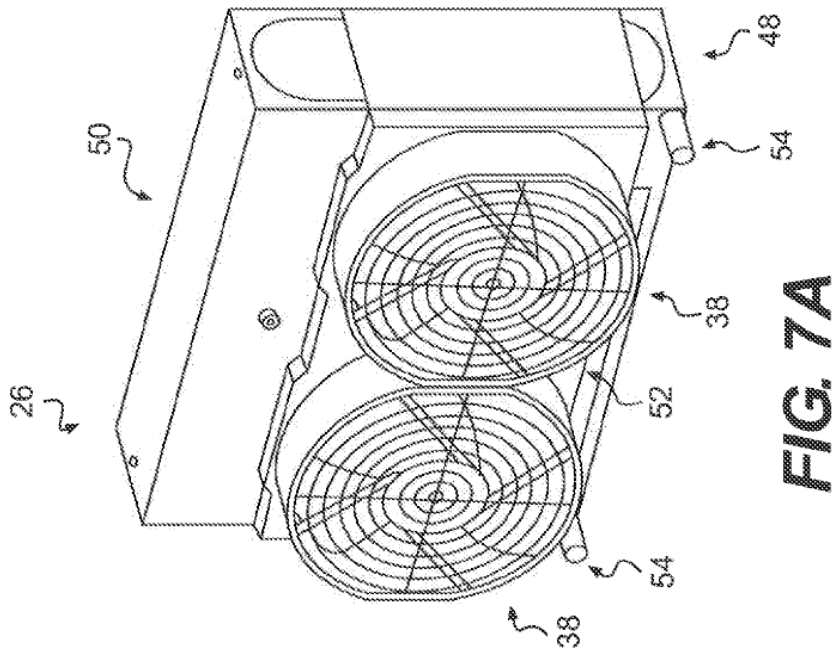
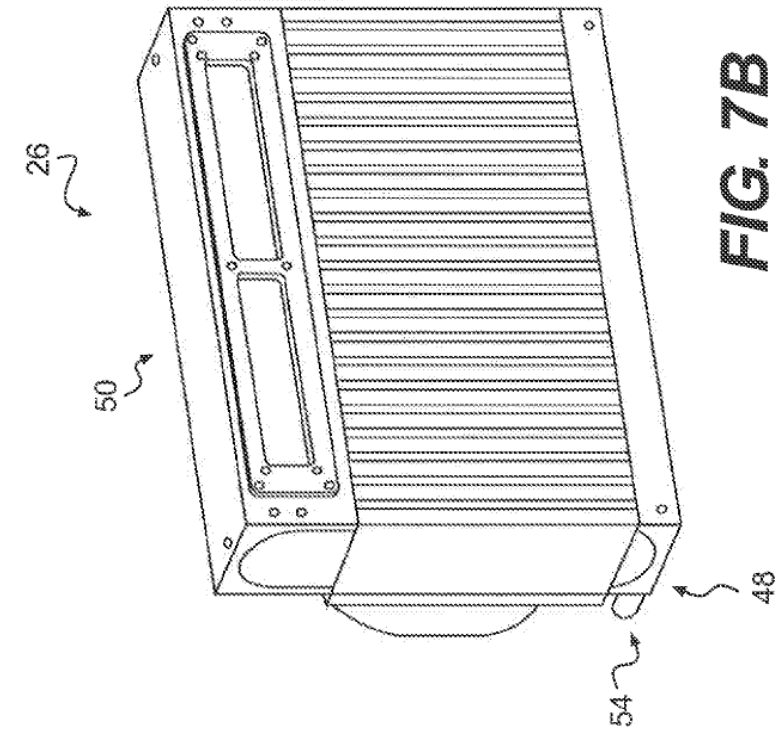
FIG. 4





ESTEQUIOMETRÍA DE CÁTODO

FIG. 6



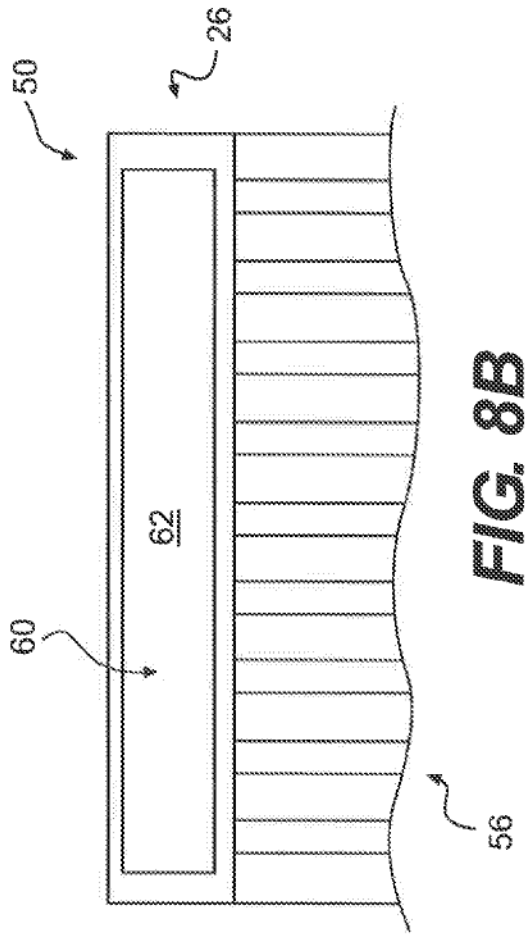


FIG. 8B

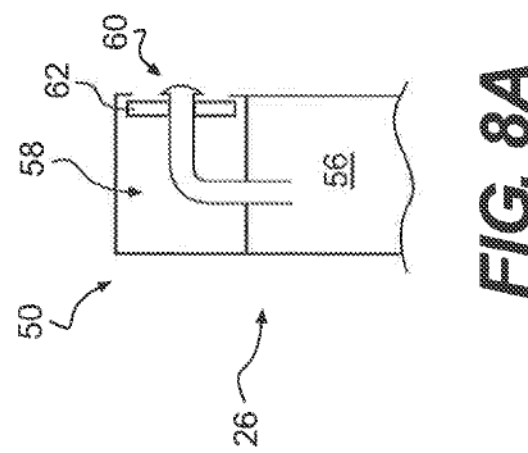


FIG. 8A

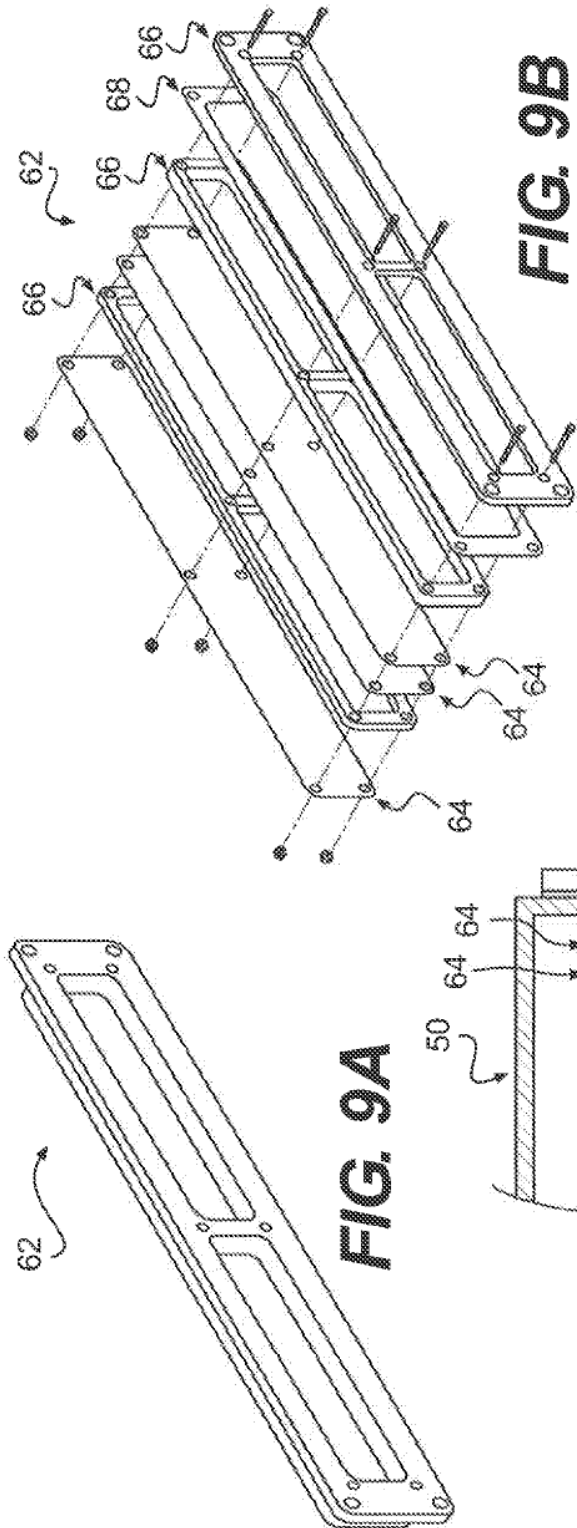


FIG. 9B

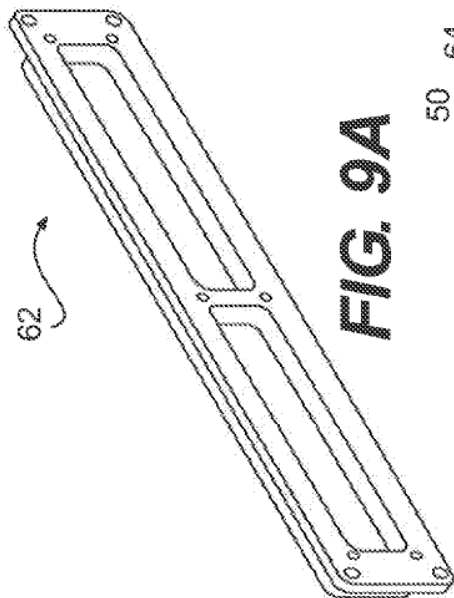


FIG. 9A

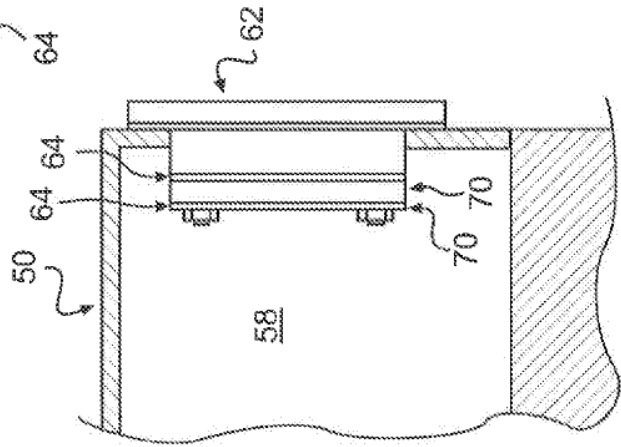


FIG. 9C