

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 375 869**

51 Int. Cl.:
H01M 8/04 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **07710510 .4**
96 Fecha de presentación: **13.03.2007**
97 Número de publicación de la solicitud: **2025029**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **18.02.2009**

54 Título: **SISTEMA DE REFRIGERACIÓN PARA UNA PILA DE COMBUSTIBLE.**

30 Prioridad:
05.05.2006 AT 7832006

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
07.03.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
07.03.2012

73 Titular/es:
**FRONIUS INTERNATIONAL GMBH
VORCHDORFER STRASSE 40
4643 PETTENBACH, AT**

72 Inventor/es:
**BUCHINGER, Martin;
GONSIOR, Alexander y
GRIESBAUM, Mathias**

74 Agente/Representante:
Carpintero López, Mario

ES 2 375 869 T3

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

DESCRIPCIÓN

Sistema de refrigeración para una pila de combustible

5 La invención se refiere a un sistema de refrigeración para una pila de combustible con al menos un refrigerador, un termostato, una bomba para el transportar de un refrigerante en un circuito de refrigeración y con un recipiente de compensación, estando prevista para la reducción de la conductividad eléctrica del refrigerante una resina desionizante que está dispuesta en el recipiente de compensación, recipiente de compensación que está conectado con el circuito de refrigeración a través de al menos un conducto.

10 La invención se refiere a un sistema de refrigeración de una pila de combustible, debiéndose mantener la conductividad eléctrica del refrigerante situado en el sistema de refrigeración lo más baja posible ($<50 \mu\text{S/cm}$) para impedir reacciones secundarias en el circuito de refrigeración de la pila de combustible.

15 Del documento DE 699 25 291 T2 se conoce un sistema de refrigeración que contiene un refrigerante líquido para la refrigeración de una pila de combustible. Los refrigerantes utilizados para ello presentan, por ejemplo, una conductividad eléctrica menor de $50 \mu\text{S/cm}$. No obstante, la conductividad de los refrigerantes en las pilas de combustible se debe mantener lo más baja posible para evitar reacciones secundarias indeseadas, como la corrosión en el sistema de refrigeración. Para conseguir una conductividad preferida menor de $5 \mu\text{S/cm}$, el refrigerante se cambia a intervalos de mantenimiento correspondientemente breves o se introducen medios para la conservación de la pureza del refrigerante.

20 Un medio preferido para la conservación de la pureza del refrigerante es una unidad con resina intercambiadora de iones, en la que está contenida una resina desionizante y que se incorpora en el circuito del sistema de refrigeración. Y de manera que el refrigerante se presiona con una potencia de bombeo correspondientemente elevada a través de la resina desionizante en la unidad con resina intercambiadora de iones. De este modo la resina desionizante puede retirar los productos disociados iónicos del refrigerante, por lo que se baja correspondientemente la conductividad del refrigerante.

25 En este caso es desventajoso que la unidad con resina intercambiadora de iones se integre en el circuito del sistema de refrigeración, por lo que ésta provoca una pérdida de presión o una elevada resistencia al flujo del refrigerante. Para que se pueda compensar esta elevada resistencia al flujo, por ejemplo, se debe aumentar la potencia de la bomba que hace circular el refrigerante en el circuito. Por consiguiente la bomba tiene un consumo de corriente elevado por lo que se reduce el rendimiento del sistema de la pila de combustible.

30 Igualmente es desventajoso que la unidad con resina intercambiadora de iones represente un componente adicional en el sistema de refrigeración, por lo que se aumenta el número de los potenciales puntos de fuga en el sistema de refrigeración.

Otra desventaja consiste en que para un cambio de la resina desionizante en la unidad con resina intercambiadora de iones se debe interrumpir la refrigeración y por consiguiente el funcionamiento de la pila de combustible.

35 El documento JP 2003-346845 A describe un sistema de refrigeración para una pila de combustible, estando dispuesta la resina desionizante en un recipiente de compensación fuera del circuito de refrigeración en un by-pass. Para el transporte de una parte del refrigerante a través de la resina desionizante están dispuestas bombas adicionales que reducen el rendimiento del sistema de la pila de combustible.

40 El documento JP 2005-032654 A describe igualmente un sistema de la pila de combustible, donde con la ayuda de bombas adicionales tiene lugar una desionización del refrigerante. También aquí los componentes adicionales necesarios para la desionización reducen el rendimiento del sistema de la pila de combustible.

El documento JP 09019678 A describe un recipiente para la limpieza de agua a través de una disposición filtrante que separa el recipiente en dos parte. Este recipiente se refiere sólo al principio de la subdivisión de un recipiente a través de una pared filtrante sin entrar en el detalle sobre la problemática de un sistema refrigerante para una pila de combustible.

45 El documento US 2005/0115884 A1 se refiere a un filtro de intercambio de iones que presenta un circuito de refrigeración con una bomba, estando dispuesta la unidad con resina intercambiadora de iones en un by-pass del circuito de refrigeración. También aquí la bomba debe proporcionar correspondientemente más potencia para transportar el refrigerante a través de la unidad con resina intercambiadora de iones.

50 Finalmente el documento EP 1 343 214 A1 muestra una pila de combustible que para una mejor puesta en marcha presenta medios de capacidad calorífica. El sistema de refrigeración comprende un conducto de refrigeración, una bomba de circulación y un recipiente para el líquido refrigerante. No se menciona la adición de una resina desionizante.

El objetivo de la invención consiste por ello en la creación de un sistema de refrigeración en el que la conductividad eléctrica del refrigerante se mantenga continuamente baja de forma sencilla y económica.

El objetivo de la invención se resuelve porque la resina desionizante está dispuesta en un recipiente de un material permeable para el refrigerante en un espacio interior del recipiente de compensación, de forma que la resina desionizante está sumergida al menos parcialmente en el refrigerante, y porque el conducto que conecta el recipiente de compensación y el circuito de refrigeración es accesible libremente, de tal manera que entre el recipiente de compensación y el circuito de refrigeración existe una conexión permanente, de forma que la resina desionizante reduce la conductividad eléctrica del refrigerante por procesos de difusión entre la resina desionizante y el refrigerante. En este caso es ventajoso que mediante la resina desionizante en el recipiente de compensación se impide una pérdida de presión adicional o una resistencia al flujo adicional en el circuito de refrigeración, sin menoscabar el efecto de la resina desionizante. Por consiguiente sólo se necesita una pequeña potencia de la bomba, por lo que se aumenta el rendimiento del sistema de la pila de combustible ya que se baja el consumo propio de energía de la pila de combustible. La desionización del refrigerante se consigue de manera ventajosa porque debido a la resina desionizante el refrigerante 1 presenta en el recipiente de compensación una concentración esencialmente menor de iones conductores que el refrigerante en el circuito de refrigeración. De ello resulta que estas diferencias de concentración se compensan por procesos de difusión, por lo que la conductividad del refrigerante se mantiene en los niveles requeridos durante un periodo de tiempo esencialmente más largo. Asimismo es ventajoso que de este modo se evita al menos un componente adicional para la desionización del refrigerante en el circuito de refrigeración, por lo que aumentaría el número de potenciales puntos de fuga o puntos de derrame. Mediante esta construcción se evita que el recipiente de la resina desionizante influya negativamente en la caudal del conducto. Asimismo el recipiente o la resina desionizante se puede cambiar de forma sencilla en el recipiente durante el funcionamiento de la pila de combustible sin interrumpir la refrigeración y por consiguiente el funcionamiento de la pila de combustible.

Si el conducto está conectado con un lado de aspiración de la bomba del circuito de refrigeración, se consigue de manera ventajosa que mediante una menor presión en el lado de aspiración, en comparación con el lado de presión de la bomba, se mejore la compensación de las diferencias de concentración.

Si el recipiente está fijado mediante un cierre roscado de una abertura de llenado del recipiente de compensación, éste se puede cambiar de forma especialmente rápida y sencilla.

Según otra característica de la invención está previsto al menos un conducto de desgasificación que conecta el circuito de refrigeración con el recipiente de compensación.

Este al menos un conducto de desgasificación forma un circuito secundario junto con el conducto y el recipiente de compensación, por lo que se acelera la compensación de las diferencias de concentración entre el refrigerante en el recipiente de compensación y el refrigerante en el circuito de refrigeración.

A través del circuito secundario formado por el conducto de desgasificación se transporta un flujo parcial de refrigerante al recipiente de compensación. Por consiguiente el circuito secundario provoca adicionalmente a los procesos de difusión una mezcla del refrigerante en el depósito de compensación, que presenta una concentración muy baja de iones conductores, con el refrigerante en el circuito de refrigeración, que presenta una concentración más elevada de iones conductores, por lo que se consigue la aceleración de la compensación de las diferencias de concentración.

Los gases suministrados a través del conducto de desgasificación del circuito de refrigeración y acumulados en el recipiente de compensación se pueden evacuar a través de un dispositivo de seguridad frente a sobrepresiones o dispositivo de ventilación previsto en el recipiente de compensación, en particular una válvula de sobrepresión. Asimismo se puede compensar una sobrepresión que se origine por la dilatación del refrigerante en el recipiente de compensación.

La resina desionizante se compone de forma ventajosa de resinas aniónicas básicas y/o resinas de lecho mixto.

El recipiente para la resina desionizante está hecho preferentemente de un material permeable para el refrigerante, que en particular también es resistente frente al refrigerante, en particular de polipropileno o polietileno. De este modo al refrigerante se le puede extraer de forma continua los aniones y cationes que provocan la conductividad y se realiza una desionización continua del refrigerante. Asimismo el recipiente se puede adaptar con flexibilidad en tamaño y forma a los requerimientos del recipiente de compensación o del sistema de refrigeración.

La presente invención se explica más en detalle mediante los dibujos esquemáticos adjuntos.

Aquí muestran:

Fig. 1 la estructura esquemática de una pila de combustible;

Fig. 2 la estructura esquemática de una pila de combustible con el sistema de refrigeración según la invención; y

Fig. 3 la estructura esquemática de una pila de combustible con otra variante del sistema de refrigeración según la invención.

Como introducción se establece que las mismas piezas del ejemplo de realización se proveen de las mismas referencias.

5 En la fig. 1 está representada una pila de combustible 1 para la generación de corriente a partir de hidrógeno 2 y oxígeno 3 o aire.

En general las pilas de combustible 1 son generadores electroquímicos de corriente que generan directamente corriente eléctrica a partir de una reacción química. Esto se realiza por inversión de la disociación electrolítica del agua en la que mediante una corriente se forman los gases de hidrógeno 2 y oxígeno 3.

10 En la pila de combustible 1 reacciona así hidrógeno 2 con oxígeno 3, por lo que se genera la corriente. Para ello en un ánodo 4 se suministra hidrógeno 2 y en un cátodo 5 oxígeno, estando separado el ánodo 4 y el cátodo 5 por un electrolito 6. Además, el ánodo 4 y el cátodo 5 están recubiertos en el lado hacia el electrolito 6 con un catalizador 7, la mayoría de las veces de platino. De este modo el hidrógeno 2 puede reaccionar con el oxígeno 3, realizándose esto en dos reacciones individuales separadas en ambos electrodos, el ánodo 4 y el cátodo 5.

15 Al ánodo 4 se le suministra hidrógeno 2 que reacciona en el catalizador 7, y cada molécula de hidrógeno se disocia en dos átomos de hidrógeno. Un átomo de hidrógeno presenta dos componentes, un electrón cargado negativamente y un protón cargado positivamente. Cada átomo de hidrógeno emite su electrón. Los protones cargados positivamente se difunden hacia el cátodo 5 a través del electrolito 6, que es impermeable para los electrones cargados negativamente.

20 En el cátodo 5 se suministra oxígeno 3 al mismo tiempo que el hidrógeno 2 en el ánodo. Las moléculas de oxígeno reaccionan en el catalizador 7 y se dividen respectivamente en dos átomos de oxígeno que se depositan en el cátodo 5.

25 Por consiguiente en el cátodo 5 están depositados los protones cargados positivamente del hidrógeno 2, así como los átomos de oxígeno, y en el ánodo 4 los electrones cargados negativamente del hidrógeno 2. De este modo en el cátodo 5 reina una así denominada deficiencia de electrones y en el ánodo 4 un así denominado exceso de electrones. Así resulta de ello en el ánodo 4 una carga negativa y en el cátodo 5 una carga positiva. El ánodo 4 se corresponde así con un polo negativo (-) y el cátodo con un polo positivo (+).

30 Si se conecta ahora el ánodo 4 y el cátodo 5 con un conductor eléctrico 8, entonces debido a la diferencia de potencial se desplazan los electrones del ánodo 4 al cátodo 5 a través del conductor eléctrico 8. Así fluye corriente eléctrica continua a través de un consumidor 9 conectado con el conductor 8. El consumidor 9 puede estar formado también, por ejemplo, por una batería que almacena la corriente producida, o un inversor que convierte la corriente continua producida en corriente alterna.

35 Dos electrones que se han desplazado a través del conductor eléctrico 8 del ánodo 4 al cátodo 5 se captan respectivamente por un átomo de oxígeno en el cátodo 5 y se convierten en iones de oxígeno con doble carga negativa. Estos iones de oxígeno se unen con los protones cargados positivamente del hidrógeno 2, que se difunden a través del electrolito 6 del ánodo 4 al cátodo 5, y forman agua 1.0. El agua 1.0 se elimina como un así denominado producto final de la reacción en el cátodo 5.

En una célula 11 de la pila de combustible 1 reacciona así hidrógeno 2 con oxígeno 3, por lo que se genera corriente. Una célula 11 se forma por ánodo 4, cátodo 5, electrolito 6 y catalizador 7. Una unión de varias células 11 en una conexión en serie se designa en general como una pila 12.

40 Mediante la reacción de hidrógeno 2 con oxígeno 3 en las células 11 individuales de una pila 12 se origina calor que se debe evacuar. Esto se realiza a través de un sistema de refrigeración 13, que en su forma más sencilla se compone de un refrigerador 14, una bomba 15 y un circuito de refrigeración 16. En este caso la bomba 15 bombea un refrigerante 17 situado en el circuito de refrigeración 16 a través de la pila 12 de la pila de combustible 1, por ejemplo, en la dirección según las flechas. De este modo el refrigerante 17 le extrae el calor a la pila 12, captándose el calor por el refrigerante 17. El refrigerador 14 en el circuito de refrigeración 16 le extrae de nuevo el calor al refrigerante 17 y lo emite al aire ambiente, de forma que el refrigerante 17 le puede extraer calor nuevamente a la pila 12. El circuito de refrigeración 16 puede estar regulado también de forma que el refrigerante 17 sólo atraviese el refrigerador 14 cuando el refrigerante 17 presenta una temperatura determinada. Esta regulación se realiza correspondientemente a través de un termostato 18.

50 Ya que el sistema de refrigeración 13 forma parte de la pila de combustible 1 se expone a las tensiones que se generan por las células 11. Por consiguiente es importante que no salga una corriente apreciable entre las células 11 debido al refrigerante 17. Como refrigerante se utiliza por ello, por ejemplo, agua totalmente desmineralizada o una mezcla de etilenglicol y agua con baja conductividad eléctrica.

La conductividad eléctrica del refrigerante 17 se reduce por el uso de una resina desionizante 19 que se compone, por ejemplo, de una resina aniónica básica o resina de lecho mixto. La resina desionizante 19 provoca que en el refrigerante 17 se absorban los iones cargados eléctricamente (aniones y cationes) emitidos por diversos procesos (corrosión, oxidación,...). Por consiguiente la conductividad del refrigerante 17 se puede mantener preferiblemente por debajo de 5 $\mu\text{S}/\text{cm}$, por lo que se evitan las corrientes parásitas que habrían empeorado el rendimiento, y las reacciones secundarias que provocarían la corrosión del sistema de refrigeración 13.

Por ejemplo, en este caso la resina desionizante 19, según se conoce del documento DE 699 26 291 T2, se integra en una unidad con resina intercambiadora de iones, atravesándose la unidad de resina intercambiadora de iones con el refrigerante 17. En este caso al refrigerante 17 se le absorben los iones eléctricamente conductores (aniones y cationes) captados de las células 11 por la resina desionizante 19. Por consiguiente la conductividad del refrigerante 17 se puede mantener preferiblemente por debajo de 5 $\mu\text{S}/\text{cm}$, por lo que se evitan las corrientes parásitas que habrían empeorado el rendimiento, y las reacciones secundarias que provocarían la corrosión del sistema de refrigeración 13.

Según la invención está previsto ahora que la resina desionizante 19 se integre en un recipiente de compensación 20. Para ello el recipiente de compensación 20 se conecta con el circuito de refrigeración a través de un conducto 21. Por consiguiente la resina desionizante 19 no está integrada directamente en el circuito de refrigeración, por lo que ésta tampoco provoca una elevada resistencia al flujo para el refrigerante 17, no obstante, la conductividad del refrigerante 17 se mantiene con ello continuamente baja.

En la fig. 2 está representado el sistema de refrigeración 13 según la invención con el recipiente de compensación 20. Según la invención la resina desionizante 19 se sitúa en el recipiente de compensación 20, estando vertida la resina desionizante 19 en un recipiente 22 o en un saco o saquito. El recipiente 22 se fija preferiblemente en el recipiente de compensación 20, de forma que el recipiente 22 se introduce a través de una abertura de llenado 23 del recipiente de compensación 20 en un espacio interior 24 del recipiente de compensación 20. En este caso el recipiente 22 tiene en un extremo un saliente a través del que el recipiente 22 descansa en el borde de la abertura de llenado 23. Por consiguiente la abertura de llenado 23 está cerrada, por ejemplo, por el recipiente 22. Pero la abertura de llenado 23 también se puede cerrar con un cierre roscado 25. Si, por ejemplo, se utiliza un cierre roscado 25 semejante, el extremo del recipiente 22 puede estar realizado abierto con el saliente, de forma que la resina desionizante 19 se pueda cambiar o rellenar dado el caso de manera sencilla.

Mediante una fijación semejante del recipiente 22 que se puede designar igualmente como flotante, se garantiza que la conexión del espacio interior 24 del recipiente de compensación 20 al conducto 21 siempre sea accesible libremente, de forma que entre el recipiente de compensación 20 y el circuito de refrigeración exista una conexión permanente. Igualmente se garantiza por ello que la resina desionizante 19 siempre esté sumergida al menos parcialmente o completamente en el refrigerante 17, de forma que se utilice la resina desionizante 19 situada en el recipiente 22. El tamaño del recipiente de compensación 20 se adapta para ello correspondientemente de forma que también se puede compensar un cambio del volumen del refrigerante 17 en el recipiente de compensación 20.

El recipiente 22 está fabricado según la invención con materiales resistentes al agua totalmente desmineralizada y resistentes al refrigerante, como polietileno (PE) o polipropileno (PP), que son permeable para el refrigerante 17. Por ejemplo, el material está formado por un tejido o red con un ancho de malla correspondiente, de forma que la resina desionizante 19 no abandona el recipiente 22 y el refrigerante 17 puede atravesar el recipiente 22. Igualmente es posible que el recipiente 22 no presente agujeros a través de los que el refrigerante 17 llegue al recipiente 22, permaneciendo la resina desionizante 19 siempre en el recipiente 22. Mediante una estructura semejante se puede integrar la resina desionizante 19 de forma sencilla y económica, sin gran coste, en el sistema de refrigeración 13, ya que en el recipiente 22 no hay elevados requerimientos, como resistencia a la presión.

Por consiguiente la resina desionizante 19 absorbe los iones eléctricamente conductores del refrigerante 17 que está aproximadamente en el espacio interior 24 del recipiente 22, de forma que éste presente una concentración muy pequeña de iones o sea muy baja la conductividad. Esto se realiza por procesos de difusión entre la resina desionizante 19 y el refrigerante 17.

El refrigerante 17 en el circuito de refrigeración 16 presenta por el contrario una elevada concentración de iones, ya que se captan iones eléctricamente conductores de las células de la pila 12. Esencialmente el refrigerante 17 en el circuito de refrigeración 16 apenas llega al recipiente de compensación 20, ya que éste se hace circular por la bomba 15 de forma constante en el circuito de refrigerante 16. No obstante, el recipiente de compensación 20 también sirve naturalmente para compensar el volumen correspondientemente elevado del refrigerante 17 durante su calentamiento. Si el volumen del recipiente de compensación 20 no fuese suficiente para esta finalidad, el recipiente de compensación 20 presenta un dispositivo de seguridad frente a sobrepresiones 27 o un dispositivo de ventilación, se habla de una válvula de sobrepresión o sobrecorriente. Por las elevadas diferencias de concentración entre el refrigerante 17 en el recipiente de compensación 20 y el refrigerante 17 en el circuito de refrigeración 16 se producen procesos de difusión. Éstos provocan que las diferencias de concentración se compensen a través del conducto 21 y por consiguiente la conductividad del refrigerante 17, también en el circuito de refrigeración 16, se baja al valor necesario. Los procesos de

difusión se favorecen por las caídas de presión entre un lado de presión 28 y un lado de aspiración 29 de la bomba 15, mientras que el recipiente de compensación 20 está conectado en el lado de aspiración 29 con el circuito de refrigeración 16. Por consiguiente reina al menos una ligera depresión en el lado de aspiración 29, que se compensa con el refrigerante 17 del recipiente de compensación 20. De ello resulta que el refrigerante 17 con una concentración muy baja de iones del recipiente de compensación 20 se mezcla con el refrigerante con una concentración mayor de iones en el circuito de refrigeración 16, por lo que se mejora la disminución de la conductividad. En este caso la caída de presión necesaria se produce por la pérdida de presión en pila 12.

La longitud así como la sección transversal del conducto 21 no tienen una influencia esencial en la mayoría de las aplicaciones prácticas para la disminución de la conductividad del refrigerante 17. Por ejemplo, la longitud del conducto 21 es de 10 cm a 50 cm con un diámetro interior de aproximadamente 10 mm hasta 20 mm.

El factor temporal para los procesos de difusión o la compensación de las diferencias de concentración no tiene esencialmente una influencia, ya que sólo después de aproximadamente un mes, si no se utiliza una resina desionizante 19, la conductividad del refrigerante 17 sobrepasa un valor límite (por ejemplo 50 $\mu\text{S}/\text{cm}$). El uso de la resina desionizante 19 provoca por consiguiente que la conductividad del refrigerante 17 se mantenga continuamente baja y el refrigerante 17 sólo se debe cambiar después de algunos años.

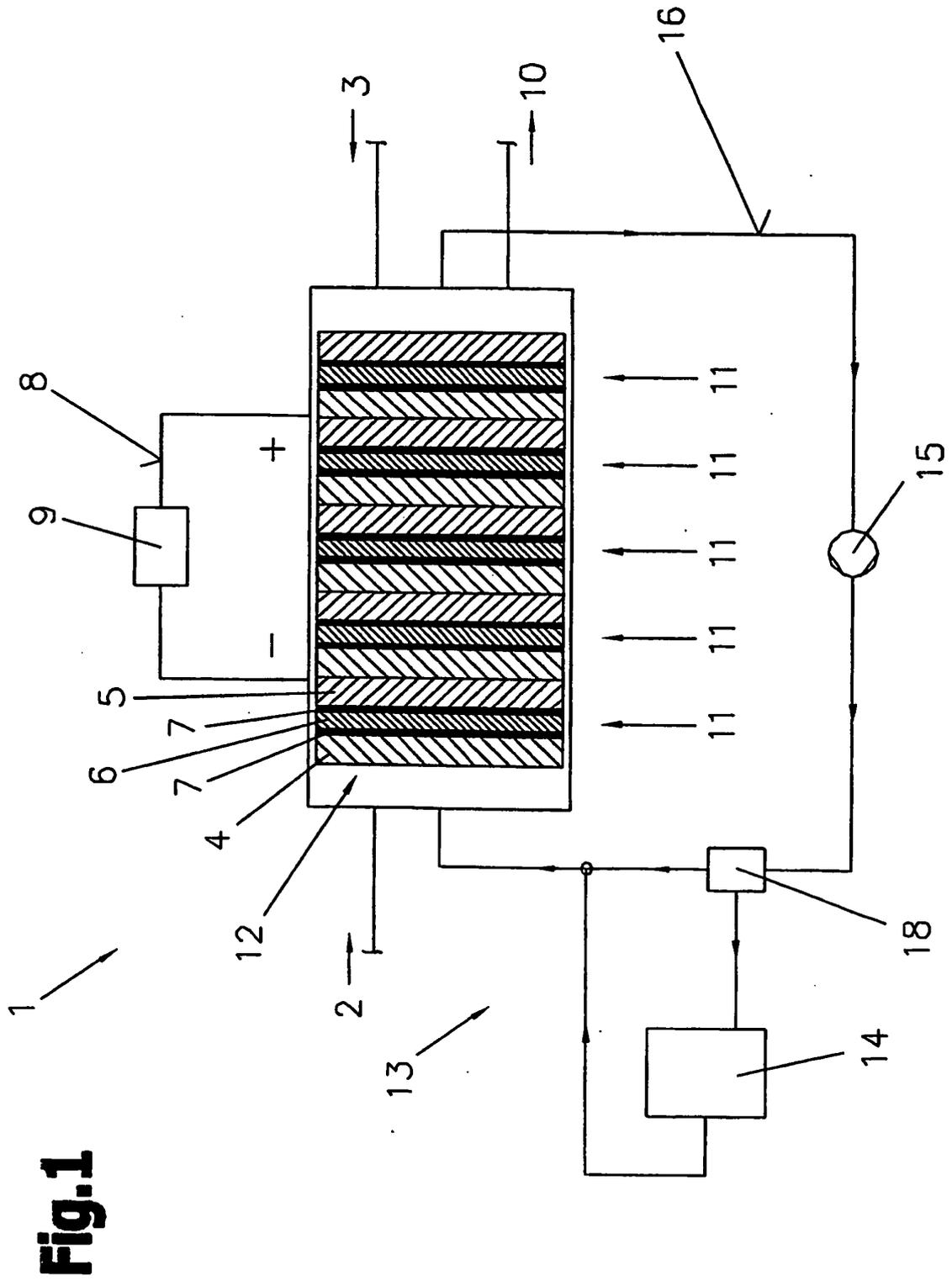
La compensación de la concentración se puede reforzar por la utilización de un conducto de desgasificación 26, según se representa de forma esquemática en la fig. 3. El conducto de desgasificación 26 conecta el refrigerador 14 con el recipiente de compensación 20 y tiene el objetivo de retirar los gases de reacción acumulados en el circuito de refrigeración 16. Los gases de reacción, hidrógeno 2 y oxígeno 3, llegan al circuito de refrigeración 16 dado que no hay una estanqueidad absoluta en las células 11 o se forman como producto de reacciones secundarias en el circuito de refrigeración 16. Los gases de reacción se acumulan preferiblemente en la salida del refrigerante 14, donde junto con una parte del refrigerante 17 del circuito de refrigeración 16 se transportan a través del conducto de desgasificación 26 al espacio interior 24 del recipiente de compensación 20. Esta corriente parcial a través del conducto de desgasificación al recipiente de compensación 20 es de aproximadamente el cinco al diez por ciento de la corriente en el circuito de refrigeración 16. Si el volumen de gas acumulado en este caso en el recipiente de compensación 20 se vuelve demasiado grande o la presión de los gases de reacción se vuelve demasiado elevada, los gases de reacción se eliminan por el dispositivo de seguridad frente a sobrepresiones 27 o la válvula de sobrepresión o de sobrecorriente del recipiente de compensación 20.

El conducto de desgasificación 26 refuerza ahora en este sentido la compensación de la concentración entre el refrigerante 17 en el recipiente de compensación 20 y el refrigerante 17 en el circuito de refrigeración 16, ya que se origina un así denominado circuito secundario. Este circuito secundario se forma según esto por el conducto de desgasificación 26, el recipiente de compensación 20 con la resina desionizante 19 y el conducto 21. A través del circuito secundario se mezcla el refrigerante 17 del circuito de refrigeración 16, que presenta una elevada concentración de iones, con el refrigerante 17 en el recipiente de compensación 20 que presenta una baja concentración de iones. Asimismo el refrigerante 17 mezclado en el recipiente de compensación 20 llega ahora de forma automática a través del conducto 21 al circuito de refrigeración 16, de forma que se realiza una recirculación y se disminuye la conductividad. Por consiguiente adicionalmente a los procesos de difusión, en particular a través del conducto 21, los refrigerantes 17 con concentraciones diferentes de iones se mezclan para la compensación de las diferencias de concentración a través del conducto de desgasificación 26, lo que refuerza la compensación de la concentración. Ya que el circuito secundario es esencialmente independiente del circuito de refrigeración 16 no se aumenta la resistencia al flujo en el circuito de refrigeración 16. Le sigue que la potencia de la bomba 15 no se debe aumentar para garantizar la refrigeración de la pila 12, por lo que se mantiene la producción neta de energía del sistema de la pila de combustible.

Que el rendimiento y la resistencia al flujo no se empeoren por el recipiente 22 depende también de que el recipiente 22 sea esencialmente flexible de tejido o de una red. De este modo el recipiente 22 se puede mover libremente esencialmente en el espacio interior 24 del recipiente de compensación 20, por lo que éste no tiene influencia o sólo una influencia insignificante en la resistencia al flujo en el circuito secundario. Naturalmente se garantiza siempre a este respecto que la resina desionizante 19 esté sumergida completamente o al menos parcialmente en el refrigerante 17.

REIVINDICACIONES

- 5 1.- Sistema de refrigeración (13) para una pila de combustible (1) con al menos un refrigerador (14), un termostato (18), una bomba (15) para el transporte de un refrigerante (17) en un circuito de refrigeración (16) y con un recipiente de compensación (20), en el que para la reducción de la conductividad eléctrica del refrigerante (17) está prevista una resina desionizante (19) que está dispuesta en el recipiente de compensación (20), recipiente de compensación (20) que está conectado con el circuito de refrigeración (16) a través de al menos un conducto (21), caracterizado porque la resina desionizante (19) está dispuesta en un recipiente (22) de un material permeable para el refrigerante (17) en un espacio interior (24) del recipiente de compensación (20), de forma que la resina desionizante (19) está sumergida al menos parcialmente en el refrigerante (17), y porque el conducto (21) que conecta el recipiente de compensación (20) y el circuito de refrigeración (16) es accesible libremente, de tal manera que entre el recipiente de compensación (20) y el circuito de refrigeración (16) existe una conexión permanente, de forma que la resina desionizante (19) reduce la conductividad eléctrica del refrigerante (17) por procesos de difusión entre la resina desionizante (19) y el refrigerante (17).
- 15 2.- Sistema de refrigeración (13) según la reivindicación 1, caracterizado porque el conducto (21) está conectado a un lado de aspiración (29) de la bomba (15) del circuito de refrigeración (16).
- 3.- Sistema de refrigeración (13) según la reivindicación 1 ó 2, caracterizado porque el recipiente (22) está fijado mediante un cierre roscado (25) de una abertura de llenado (23) del recipiente de compensación (20).
- 20 4.- Sistema de refrigeración (13) según una de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado porque está previsto al menos un conducto de desgasificación (26) que conecta el circuito de refrigeración (16) con el recipiente de compensación (20).
- 5.- Sistema de refrigeración (13), caracterizado porque al menos un conducto de desgasificación (26) conecta el refrigerador (14) con el recipiente de compensación (20).
- 6.- Sistema de refrigeración (13) según la reivindicación 4 ó 5, caracterizado porque el al menos un conducto de desgasificación (26) forma un circuito secundario junto con el conducto (21) y el depósito de compensación (20).
- 25 7.- Sistema de refrigeración (13) según una de las reivindicaciones 1 a 6, caracterizado porque el recipiente de compensación (20) está equipado de un dispositivo de seguridad frente a sobrepresiones (27) o dispositivo de ventilación.
- 8.- Sistema de refrigeración (13) según la reivindicación 7, caracterizado porque el dispositivo de seguridad frente a sobrepresiones (27) está formado por una válvula de sobrepresión.
- 30 9.- Sistema de refrigeración (13) según una de las reivindicaciones 1 a 8, caracterizado porque la resina desionizante (19) se compone de resinas aniónicas básicas y/o resinas de lecho mixto.
- 10.- Sistema de refrigeración (13) según una de las reivindicaciones 1 a 9, caracterizado porque el recipiente (22) está fabricado de un material resistente frente al refrigerante (17), en particular de polipropileno o polietileno.



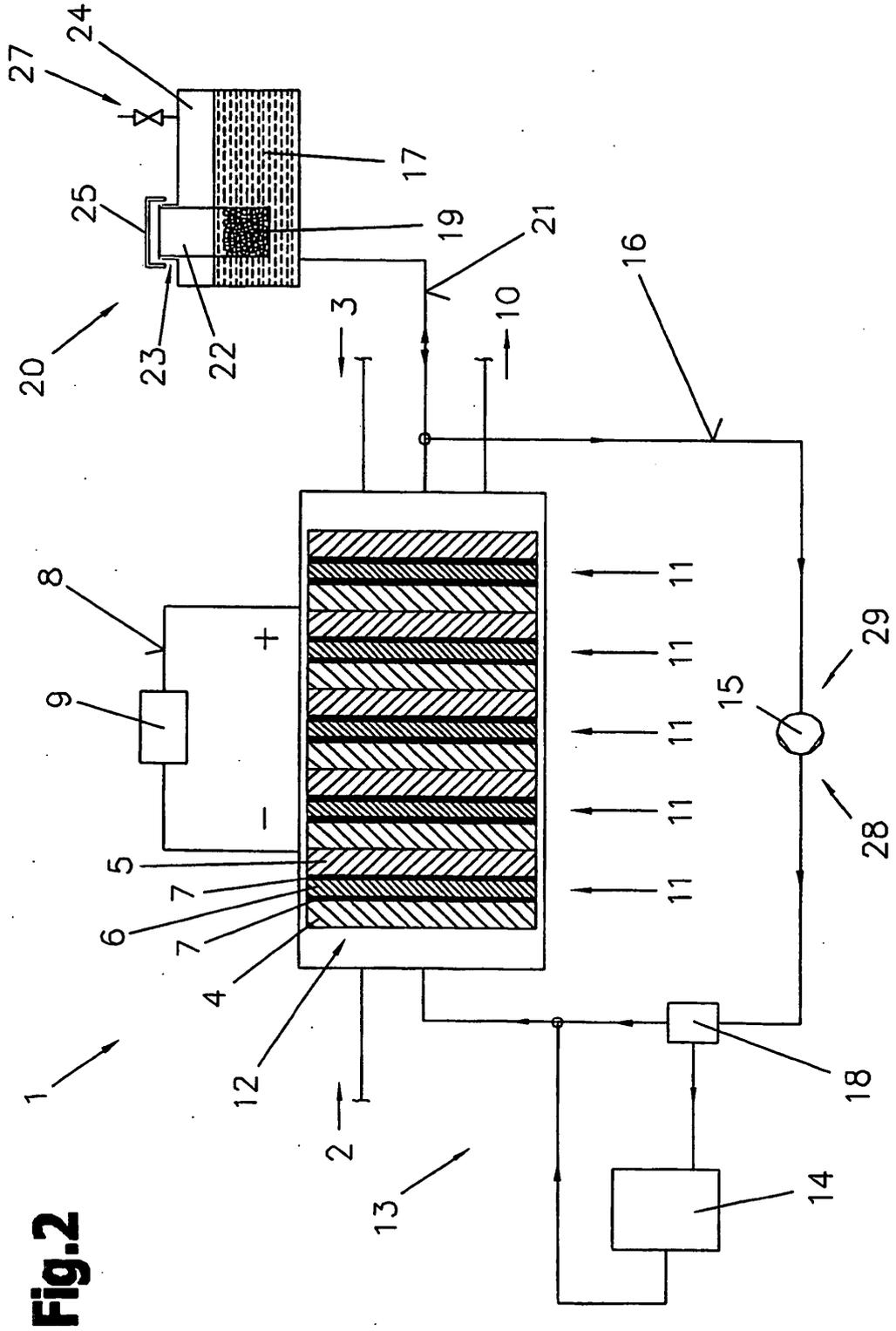


Fig.2

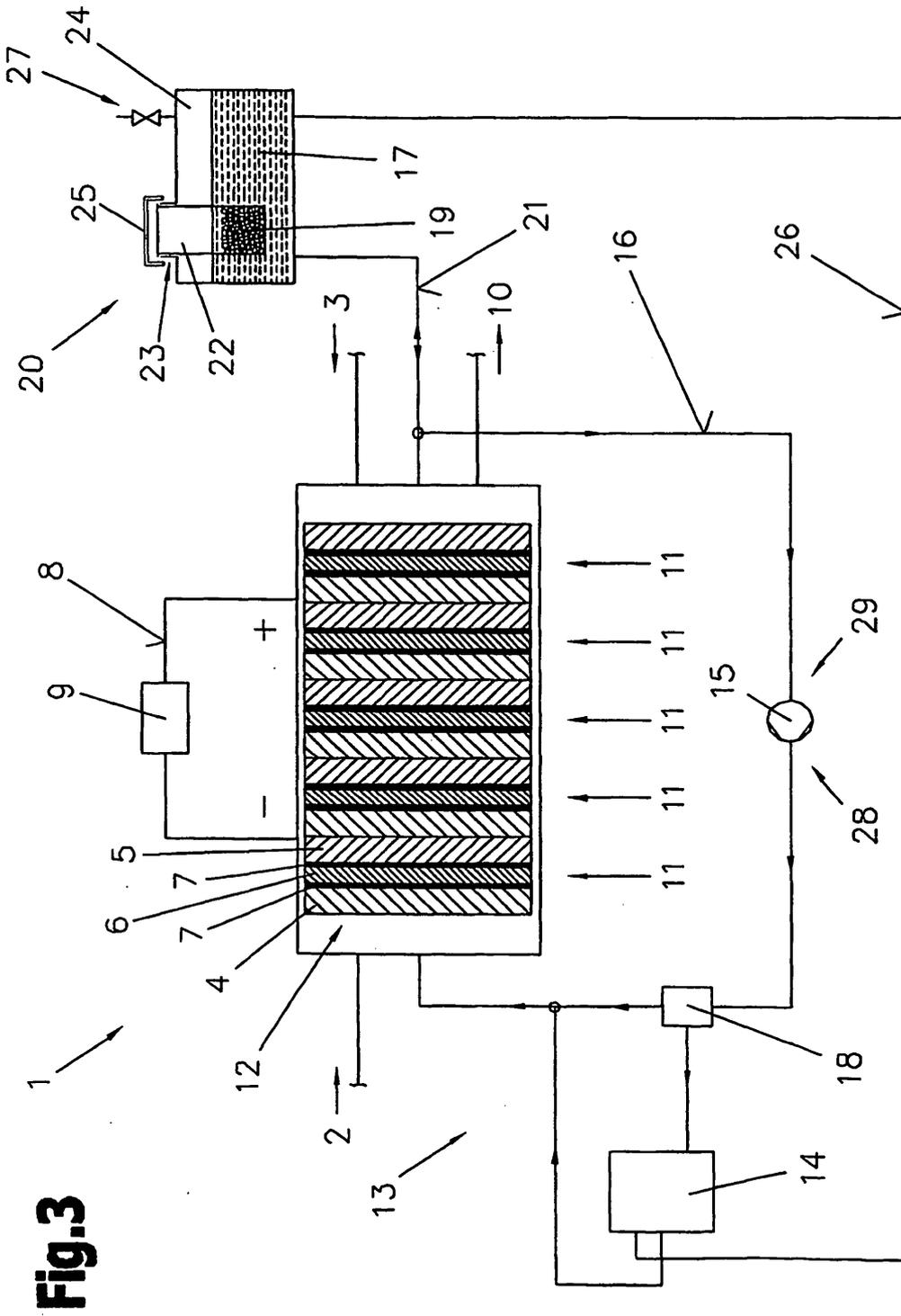


Fig.3