

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 972 093**

51 Int. Cl.:

H01M 8/0267 (2006.01)

H01M 8/0258 (2006.01)

H01M 8/0297 (2006.01)

H01M 8/026 (2006.01)

H01M 8/1018 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **18.02.2021 PCT/EP2021/053978**

87 Fecha y número de publicación internacional: **18.11.2021 WO21228445**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **18.02.2021 E 21708153 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **08.11.2023 EP 4078704**

54 Título: **Refrigeración de una pila de combustible**

30 Prioridad:
11.05.2020 DE 102020205871

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
11.06.2024

73 Titular/es:
SIEMENS ENERGY GLOBAL GMBH & CO. KG
(100.0%)
Otto-Hahn-Ring 6
81739 München, DE

72 Inventor/es:
BRANDT, TORSTEN;
BRAUNECKER, MICHAEL;
BÄRNREUTHER, FRANK y
MATTEJAT, ARNO

74 Agente/Representante:
CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 972 093 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

Refrigeración de una pila de combustible

La presente invención hace referencia a una placa bipolar para refrigerar una pila electroquímica, así como a una pila electroquímica, en particular, una pila de combustible con dicha placa bipolar.

5 En general, las pilas electroquímicas son conocidas. En una pila electroquímica galvánica, la energía química se convierte en energía eléctrica mediante electrólisis inversa. Un dispositivo conocido de este tipo de pilas galvánicas es la pila de combustible, en la que el portador de energía química no se almacena en la pila, sino que se suministra continuamente desde el exterior, de modo que, en principio, es posible un funcionamiento continuo.

10 Un tipo bien conocido de pila de combustible es la pila de combustible de baja temperatura basada en la tecnología de membrana polimérica electrolítica (PEM), cuyos principales campos de aplicación son principalmente el sector móvil sin aprovechamiento del calor residual, por ejemplo, en submarinos.

15 El elemento esencial de una pila individual PEM es una unidad de electrodos de membrana. Ésta consta de dos electrodos (un ánodo y un cátodo) y una membrana electrolítica situada entre los dos electrodos. Entre los electrodos y la membrana electrolítica se encuentra una capa catalizadora, en la que tienen lugar los procesos físicos y electroquímicos importantes, como la adsorción de hidrógeno y oxígeno en el catalizador, la liberación y absorción de electrones y la conformación de agua en el lado del cátodo mediante una combinación de protones difundidos a través de la membrana y oxígeno (reducido).

20 En una pila de combustible, los electrodos del lado opuesto a la membrana electrolítica o a la capa catalizadora están en contacto con una placa bipolar a través de una capa de difusión de gas. Este componente tiene la función de separar las pilas de combustible individuales (en el lado de los medios), garantizar el flujo de corriente en la pila de pilas y disipar el calor de reacción. Para garantizar un flujo de corriente eficaz, las placas bipolares están fabricadas de un material conductor de electricidad que debe presentar una baja resistencia de contacto con los electrodos.

25 Por lo general, estas placas bipolares constan de dos elementos de placa, que con frecuencia están provistos de una estructura de conductos de gas fresados y a través de ellos fluye agua de refrigeración durante el funcionamiento.

30 Un ejemplo de placa bipolar se puede encontrar en la solicitud DE 10 2014 206 336 A1. La placa bipolar revelada allí comprende dos placas dispuestas juntas, cada una de las cuales presenta una estructura periódica con rebajes en sección transversal, en donde las escotaduras en los rebajes de ambas placas están dispuestas opuestas entre sí para conformar una zona de flujo de refrigerante. Los rebajes se conforman exclusivamente en una estructura distribuidora de la placa bipolar dispuesta aguas arriba y/o aguas abajo de un campo de flujo en la dirección principal de flujo y se superponen parcialmente, de manera que se proporciona una zona de flujo de refrigerante que permite el flujo longitudinal y transversal.

35 Otros ejemplos de placa bipolar se conocen de las solicitudes US 2007/0015019 A1 y WO 2004/107486 A1. La placa separadora o placa bipolar comprende dos elementos de placa perfilados que se tocan entre sí en las superficies de contacto, entre los que se conforma una cámara de fluido o flujo para el refrigerante. Los elementos de placa presentan múltiples troquelados dispuestos en la superficie de los elementos de placa en forma de elevaciones circulares opuestas entre sí con escotaduras enfrentadas entre sí. Los relieves de ambos elementos de placa están desplazados entre sí, de modo que el centro de las protuberancias de un elemento de placa se encuentra por encima de un centro triangular del otro elemento de placa, de modo que se abren vías de flujo para el agua de refrigeración entre las placas en las cuales el agua puede fluir desde la protuberancia del elemento de placa inferior hacia la protuberancia del elemento de placa superior.

40 Todas las elevaciones/ protuberancias o todas las elevaciones/ protuberancias de una determinada zona son del mismo tamaño. Las zonas de circulación presentan el mismo tamaño en todas las posiciones. No obstante, el campo de temperatura no es homogéneo y presenta picos locales.

45 Las zonas con altas temperaturas perjudican la durabilidad de los materiales que allí se encuentran, especialmente cuando las temperaturas son significativamente superiores a la curva de temperatura media.

50 El objeto de la presente invención consiste en proporcionar una placa bipolar para una pila electroquímica que permite una refrigeración mejorada y que a la vez es más sencilla y económica de fabricar. Otro objeto de la presente invención consiste en proporcionar una pila electroquímica con una placa bipolar de estas características.

La invención se basa en el conocimiento de que el flujo de agua de refrigeración es menor en las zonas de los picos de temperatura que en las zonas mejor refrigeradas y que esta falta de uniformidad se debe a que la resistencia al flujo es uniformemente isotrópica sobre la superficie. Esto hace que, en particular, las zonas de los bordes y las esquinas reciben menos flujo que la zona central del campo de refrigeración.

5 La presente invención resuelve el objeto referido a una placa bipolar previendo que en el caso de una placa bipolar de este tipo para una pila electroquímica, que comprende una cámara de flujo dispuesta entre un primer elemento de placa y un segundo elemento de placa con una entrada de flujo y una salida de flujo para un refrigerante que fluye a través de la cámara de flujo; en donde cada elemento de placa presenta un plano de contacto para entrar en contacto con el otro elemento de placa respectivo y, entre la entrada de flujo y la salida de flujo, una pluralidad de elevaciones que sobresalen del plano de contacto y están orientadas en dirección opuesta al otro elemento de placa respectivo, que presentan aberturas hacia el plano de contacto; y en donde los primeros conductos de flujo están conformados por las aberturas de las elevaciones en el sentido de que las elevaciones de ambos elementos de placa están desplazadas entre sí, en donde cada elevación se superpone al menos parcialmente con una elevación del otro elemento de placa respectivo, se establece una resistencia al flujo dependiente de la dirección en los primeros conductos de flujo de la placa bipolar, disponiendo las elevaciones en los elementos de la placa en las esquinas de triángulos regulares, y los elementos de la placa están dispuestos desplazados entre sí, de modo que en una proyección sobre el plano de contacto una elevación del primer elemento de la placa está dispuesta descentrada dentro de un triángulo de elevaciones del segundo elemento de placa. De esta manera se crean zonas de paso que ya no son todas iguales, sino que en ciertas zonas son más grandes y en otras, más pequeñas. Esto hace que la resistencia al flujo no sea homogénea o que dependa de la dirección. Hay zonas (líneas) en las cuales es más pequeña y otras donde es más grande que con la disposición centrada. Debido a esta falta de homogeneidad, el agua de refrigeración se puede dirigir preferentemente a lo ancho, es decir, transversalmente a la línea directa entre la entrada y la salida del flujo, en particular, hacia las esquinas de la placa bipolar, y sólo entonces a lo largo de la pila. El patrón de líneas de flujo también se amplía y el agua de refrigeración se puede dirigir a las zonas de las esquinas mejor que en el caso de una distribución homogénea de la resistencia al flujo. El ajuste exacto del campo de flujo y, por lo tanto, del campo de temperatura se puede ver influenciado por el grado del desplazamiento.

Resulta ventajoso cuando la resistencia al flujo en dirección a una línea de conexión entre la entrada y la salida del flujo es mayor que la perpendicular a ésta, de modo que de esta falta de homogeneidad se benefician especialmente las zonas del borde sin entrada o salida del flujo.

También resulta ventajoso cuando las elevaciones presentan perfiles troncocónicos con respecto a la fabricación de los elementos de placa, pero también con respecto al comportamiento de flujo del medio refrigerante en los primeros conductos de flujo.

35 En una forma de ejecución ventajosa, las elevaciones están dispuestas en los elementos de la placa en las esquinas de triángulos regulares, y los elementos de la placa están dispuestos desplazados entre sí, de modo que en una proyección sobre el plano de contacto una elevación del primer elemento de la placa está dispuesta descentrada dentro de un triángulo de elevaciones del segundo elemento de placa. De esta manera se crean zonas de paso que ya no son todas iguales, sino que en ciertas zonas son más grandes y en otras, más pequeñas. Esto hace que la resistencia al flujo no sea homogénea o que dependa de la dirección. Hay zonas (líneas) en las cuales es más pequeña y otras donde es más grande que con la disposición centrada. Debido a esta falta de homogeneidad, el agua de refrigeración se puede dirigir preferentemente a lo ancho, es decir, transversalmente a la línea directa entre la entrada y la salida del flujo, en particular, hacia las esquinas de la placa bipolar, y sólo entonces a lo largo de la pila. El patrón de líneas de flujo también se amplía y el agua de refrigeración se puede dirigir a las zonas de las esquinas mejor que en el caso de una distribución homogénea de la resistencia al flujo. El ajuste exacto del campo de flujo y, por lo tanto, del campo de temperatura se puede ver influenciado por el grado del desplazamiento.

Resulta particularmente ventajoso cuando un eje principal de un elemento de placa que está definido por dos elevaciones adyacentes de un elemento de placa está orientado perpendicularmente a la línea de conexión; en donde una elevación del primer elemento de placa está desplazada de una posición centrada con respecto a las tres siguientes elevaciones del segundo elemento de placa paralelamente a la línea de conexión, de modo que su distancia a la siguiente elevación del segundo elemento de placa en una dirección paralela a la línea de conexión es mayor que a las otras dos siguientes elevaciones del segundo elemento de placa. En tal configuración, el flujo del medio refrigerante se establece preferentemente perpendicular a la línea de conexión directa entre la entrada del flujo y la salida del flujo.

55 En una forma de ejecución ventajosa de la presente invención, al menos dos elevaciones de un elemento de placa se combinan para conformar un segundo conducto de flujo. Las zonas de paso entre los dos elementos de placa aumentan y la resistencia al flujo disminuye.

Puede resultar conveniente cuando los segundos conductos de flujo están dispuestos al menos en zonas de borde de la placa bipolar sin entrada de flujo ni salida de flujo. Resulta especialmente ventajoso cuando los segundos conductos de flujo conforman un conducto anular que circula a lo largo de los bordes de la placa bipolar, es decir, en las zonas de los bordes.

5 Para reducir aún más la resistencia al flujo en determinadas zonas, puede resultar ventajoso que se conforme una banda de separación entre dos segundos conductos de flujo adyacentes de un elemento de placa, cuya distancia al plano de contacto sea distinta de cero. En caso necesario, la altura de la banda de separación puede ser cero, es decir, ya no existe una banda de separación 16 entre dos segundos conductos de flujo adyacentes. Seleccionando adecuadamente la altura de la banda se puede ajustar la resistencia al flujo y, por tanto, el caudal volumétrico en la medida deseada.

10 En una forma de ejecución ventajosa de la invención, una orientación de un segundo conducto de flujo del primer elemento de placa es diferente de la orientación de un segundo conducto de flujo del segundo elemento de placa. De este modo puede tener lugar un mejor intercambio del medio refrigerante entre los segundos conductos de flujo de un elemento de placa.

15 El objetivo de una pila electroquímica se resuelve mediante una pila electroquímica que comprende al menos una placa bipolar según la invención.

20 Con el desplazamiento de las elevaciones, del conducto anular o de una combinación de ambos se logra influir en el campo de flujo de tal manera que el campo de temperatura se vuelve uniforme y se evitan picos de temperatura. Este principio se puede aplicar a cualquier geometría exterior de las tarjetas de refrigeraciones (rectangulares, cuadradas, horizontales o verticales).

El desplazamiento de las elevaciones sólo influye en la cámara de agua de refrigeración, no en la cámara de gas de las pilas, que se encuentra fuera de la cámara de flujo del agua de refrigeración.

25 Si bien, cuando se utilizan segundos conductos de flujo o un conducto anular se modifica la o las zonas de borde de las cámaras de gas, la altura de la banda entre los conductos permite una optimización suficiente entre la distribución de gas y agua así como entre el suministro y la descarga de los lados de gas.

La presente invención se explica en detalle, a modo de ejemplo, mediante los dibujos. Las figuras muestran de manera esquemática y no a escala:

Figura 1: una vista en planta muy simplificada de una placa bipolar.

30 Figura 2: una vista en planta de dos elementos de placa de una placa bipolar colocados uno encima del otro según el estado del arte con una resistencia al flujo homogénea.

Figura 3: una vista en planta más detallada de dos elementos de placa de una placa bipolar colocados uno encima del otro según el estado del arte con una línea de corte.

Figura 4: una vista lateral de un corte a lo largo de la línea de corte según la figura 3.

Figura 5: las líneas de flujo del agua de refrigeración según el estado del arte.

35 Figura 6: las líneas de flujo del agua de refrigeración según la presente invención.

Figura 7: un elemento hidráulico base de la cámara de agua de refrigeración según el estado del arte.

Figura 8: un elemento hidráulico base de la cámara de agua de refrigeración según la presente invención.

Figura 9: un primer elemento de placa según la invención en una vista en planta y una vista lateral.

Figura 10: una vista en planta del segundo elemento de placa.

40 Figura 11: una placa bipolar y la disposición de un conducto anular.

Los mismos símbolos de referencia presentan el mismo significado en diferentes figuras.

5 La figura 1 muestra en una vista en planta esquemática una placa bipolar 1 para una pila de combustible no mostrada en detalle. Dentro de la placa bipolar 1 se conforma una cámara de flujo 4 para medio refrigerante K, por ejemplo, agua de refrigeración. El agua de refrigeración se introduce en la cámara de flujo 4 a través de una entrada de flujo 5 y se descarga a través de una salida de flujo 6 dispuesta en un lado opuesto. La entrada de flujo 5 y la salida de flujo 6 están situadas en una línea diagonal que no se muestra en detalle aquí.

La cámara de flujo 4 está delimitada en sus dos lados planos por dos elementos de placa 2, 3, de los cuales sólo un primer elemento de placa 2 es visible en la figura 1. Los elementos de placa 2, 3 son metálicos. Las superficies de los elementos de placa 2, 3 también presentan un perfilado, que no se muestra en la figura 1.

10 En las figuras 2, 3 y 4 se muestra la estructura y la disposición de los elementos de placa 2, 3 según el estado del arte. En los elementos de placa 2, 3 está estampada una pluralidad de elevaciones 8 en forma de botón. En las Figuras 2 y 3, las elevaciones 8 del primer elemento de placa 2 están dibujadas con una línea continua, mientras que las elevaciones 8 del segundo elemento de placa 3 están indicadas con una línea discontinua.

En la figura 2, se muestra además una dirección de flujo principal 17, que está representada esencialmente por la línea de conexión 11 entre la entrada de flujo 5 y la salida de flujo 6.

15 La figura 3 muestra una vista en planta más detallada de dos elementos de placa 2, 3 de una placa bipolar 1 colocados uno encima del otro según el estado del arte. En particular, se muestran los elementos base hidráulicos de la cámara de agua de refrigeración de la placa bipolar 1. Además, a modo de ejemplo se muestra una posible trayectoria del flujo de agua de refrigeración en la placa bipolar 1 con una línea de corte 12. La vista lateral del corte a lo largo de la línea de corte 12 se muestra en la figura 4 y describe mejor se conforma el recorrido del agua de refrigeración.

20 Como se puede observar en la figura 4, las elevaciones 8 de uno de los elementos de placa 2, 3 están orientadas en dirección opuesta al otro elemento de placa 2, 3 respectivo. Las elevaciones 8 según la figura 2, figura 3 y figura 4 presentan todas una sección transversal circular, el mismo tamaño y están dispuestas simétricamente. Cada uno de los elementos de placa 2, 3 presenta un plano de contacto 7 con el que se apoya sobre el otro elemento de placa 2, 3 y del que sobresalen hacia fuera las elevaciones 8. El contacto entre los dos elementos de placa 2, 3 tiene lugar en el plano de contacto 7.

25 Las elevaciones 8 o protuberancias estampadas en el material de los elementos de placa 2, 3 presentan una abertura 9 hacia el plano de contacto 7. En el estado montado de la placa bipolar 1, las elevaciones 8 están desplazadas entre sí. Una disposición de este tipo da como resultado zonas de contacto 18 (véase la figura 3) en las que los elementos de la placa 2, 3 se tocan entre sí y, por lo tanto, no puede fluir agua de refrigeración. Sin embargo, también se conforman zonas 19 en las que las elevaciones 8 se superponen parcialmente. En estas zonas 19 superpuestas, el agua de refrigeración puede fluir de un lado al otro del plano de contacto 7, de modo que a través de las elevaciones 8 en la cámara de flujo 4 se extiende un gran número de primeros conductos de flujo 10 discretos para el agua de refrigeración K. En la figura 3 se muestra una parte de un primer conducto de flujo 10, cuyo curso también sigue la línea de corte 12. En la figura 4, se indica un primer conducto de flujo 10 mediante las flechas curvas.

30 La figura 5 muestra las líneas de flujo 20 del agua de refrigeración en la placa bipolar 1 según el estado del arte en una representación esquemática muy simplificada. El flujo a través de las zonas de las esquinas 21 es comparativamente bajo, mientras que el flujo a través de la zona central 22 es comparativamente alto. El resultado es una distribución desigual de la temperatura en la placa bipolar 1. Debido al escaso flujo de agua de refrigeración en las zonas angulares 21, durante el funcionamiento se alcanzan temperaturas más elevadas que en la zona central 22.

35 La figura 6 muestra las líneas de flujo 20 del agua de refrigeración en la placa bipolar 1 según la presente invención. El flujo a través de las zonas de las esquinas 21 es mayor, y correspondientemente el flujo a través de la zona central 22 es comparativamente menor. De esta manera se puede conseguir una distribución homogénea de la temperatura hasta las zonas de las esquinas.

40 Las figuras 7 y 8 muestran en cierta medida un elemento base hidráulico de la cámara de flujo 4 de una placa bipolar 1. La figura 7 muestra el estado del arte, en donde el centro 14 de una elevación 8 del primer elemento de placa 2 se encuentra encima de un centro triangular 15 del segundo elemento de placa 3 y en donde una resistencia al flujo para un medio refrigerante no depende de la dirección, permitiendo que el medio refrigerante busque el recorrido más corto desde la entrada de flujo 5 hasta la salida de flujo 6, y se extienda fundamentalmente a lo largo de la línea de conexión 11 (véase la figura 2). El medio refrigerante fluye menos por las zonas angulares 21 que por la zona central 22 (véase la figura 5).

Este comportamiento del flujo cambia cuando los elementos de placa 2, 3 se desplazan entre sí de tal manera que el punto central 14 de una elevación 8 del primer elemento de placa 2 ya no se encuentra por encima de un punto central triangular 15 del segundo elemento de placa 3, pero está desplazado aproximadamente en la dirección de la entrada de flujo 5, dando como resultado zonas de paso de diferentes tamaños para diferentes direcciones en la cámara de flujo 4.

En el ejemplo de ejecución concreto de la figura 8, un eje principal 24 de un elemento de placa 2, 3, que está definido por dos elevaciones 8 adyacentes de un elemento de placa 2, 3, está orientado perpendicularmente a la línea de conexión 11; en donde una elevación 8 del primer elemento de placa 2 está desplazada de una posición centrada con respecto a las tres siguientes elevaciones 8 del segundo elemento de placa 3 paralelamente a la línea de conexión 11, de modo que su distancia a la siguiente elevación 8 del segundo elemento de placa 3 en una dirección paralela a la línea de conexión 11 es mayor que a las otras dos siguientes elevaciones 8 del segundo elemento de placa 3.

En términos hidráulicos, esto significa para la red de refrigeración que la resistencia al flujo en una dirección prácticamente perpendicular a la línea de conexión 11 entre la entrada de flujo 5 y la salida de flujo 6 es significativamente menor que en la dirección perpendicular a ésta, es decir, aproximadamente a lo largo de la línea de conexión. Esto provoca un aumento del flujo de agua de refrigeración hacia las zonas de esquina 21 de la cámara de flujo 4.

Las figuras 9 y 10 muestran un ejemplo de ejecución de una zona de borde 23 de los elementos de placa 2, 3 que ha sido modificada en comparación con el estado del arte. La figura 9 muestra esquemáticamente un corte horizontal a través de una parte del primer elemento de placa 2, es decir, un corte paralelo al plano del primer elemento de placa 2. La figura 10 muestra un corte correspondiente para el segundo elemento de placa 3.

La figura 9 muestra también un corte vertical a través del primer elemento de placa 2 en la zona de borde 23. El corte se extiende transversalmente a las elevaciones 8, que se combinan en la zona de borde 23 conformando segundos conductos de flujo 13. Los segundos conductos de flujo 13 están separados por una banda de separación 16. La altura de la banda de separación 16, es decir, la diferencia entre la altura de las elevaciones 8 y la distancia de la banda de separación 16 respecto al plano de contacto 7, se puede seleccionar libremente y, con ello, también la resistencia al flujo en la zona del borde 23.

En la figura 9 con h se indica la distancia de la banda de separación 16 al plano de contacto 7. La altura de las elevaciones 8 está indicada con H . Una h comparativamente pequeña significa una resistencia al flujo comparativamente grande en la zona de borde 23, al menos entre los segundos conductos de flujo 13, por lo tanto una h comparativamente grande, es decir, la banda prácticamente suprimida, significa una resistencia comparativamente pequeña entre los segundos conductos 13 en la zona de borde 23. En el caso extremo, h corresponde a la altura H de las elevaciones 8 encima del plano de contacto 7.

Con los segundos conductos de flujo 13 y la correspondiente selección de la altura de las bandas de separación 16 se puede conformar un conducto anular 25 que se extiende alrededor de las zonas de borde 23. Un conducto anular 25 de este tipo se indica en la figura 11. La representación en la figura 11 es muy esquemática y difiere de la figura 6 sólo por esta característica. Como se muestra en la figura 11, el conducto anular 25 no tiene que presentar necesariamente un ancho constante en todo el recorrido del flujo. Son posibles desviaciones; puede ser deseable que la resistencia al flujo sea particularmente baja, en especial en las esquinas.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Placa bipolar (1) para una pila electroquímica, que comprende una cámara de flujo (4) dispuesta entre un primer elemento de placa (2) y un segundo elemento de placa (3) con una entrada de flujo (5) y una salida de flujo (6) para un refrigerante (K) que fluye a través de la cámara de flujo (4); en donde cada elemento de placa (2, 3) presenta un plano de contacto (7) para entrar en contacto con el otro elemento de placa respectivo (2, 3) y, entre la entrada de flujo (5) y la salida de flujo (6), una pluralidad de elevaciones que sobresalen del plano de contacto (7) y están orientadas en dirección opuesta al otro elemento de placa respectivo (2, 3), que presentan aberturas hacia el plano de contacto (7); en donde los primeros conductos de flujo (10) están conformados por las aberturas (9) de las elevaciones (8) en el sentido de que las elevaciones (8) de ambos elementos de placa (2, 3) están desplazadas entre sí, en donde cada elevación (8) se superpone al menos parcialmente con una elevación (8) del otro elemento de placa respectivo (2, 3); caracterizado porque se establece una resistencia al flujo dependiente de la dirección en los primeros conductos de flujo (10) de la placa bipolar (1), disponiendo las elevaciones (8) en los elementos de la placa (2, 3) en las esquinas de triángulos regulares, y los elementos de la placa (2, 3) están dispuestos desplazados entre sí, de modo que en una proyección sobre el plano de contacto (7) una elevación (8) del primer elemento de la placa (2) está dispuesta descentrada dentro de un triángulo de elevaciones (8) del segundo elemento de placa (3).
- 10 2. Placa bipolar (1) según la reivindicación 1, en donde la resistencia al flujo en la dirección de una línea de conexión (11) entre la entrada de flujo (5) y la salida de flujo (6) es mayor que perpendicularmente a la misma.
- 15 3. Placa bipolar (1) según una de las reivindicaciones 1 ó 2, en donde las elevaciones (8) presentan perfiles troncocónicos.
- 20 4. Placa bipolar (1) según una de las reivindicaciones precedentes, en donde un eje principal (24) de un elemento de placa (2, 3), que está definido por dos elevaciones (8) adyacentes de un elemento de placa (2, 3), está orientado perpendicularmente a la línea de conexión (11); en donde una elevación (8) del primer elemento de placa (2) está desplazada de una posición centrada con respecto a las tres siguientes elevaciones (8) del segundo elemento de placa (3) paralelamente a la línea de conexión (11), de modo que su distancia a la siguiente elevación (8) del segundo elemento de placa (3) en una dirección paralela a la línea de conexión (11) es mayor que a las otras dos siguientes elevaciones (8) del segundo elemento de placa (3).
- 25 5. Placa bipolar (1) según una de las reivindicaciones precedentes, en donde al menos dos elevaciones (8) de un elemento de placa (2, 3) se combinan para conformar un segundo conducto de flujo (13).
- 30 6. Placa bipolar (1) según la reivindicación 5, en donde los segundos conductos de flujo (13) están dispuestos al menos en zonas de borde (23) de la placa bipolar (1) sin entrada de flujo (5) ni salida de flujo (6).
7. Placa bipolar (1) según la reivindicación 6, en donde los segundos conductos de flujo (13) conforman un conducto anular (25) que circula por las zonas de borde (23).
8. Placa bipolar (1) según una de las reivindicaciones 5 a 7, en donde entre dos segundos conductos de flujo (13) adyacentes de un elemento de placa (2, 3) se conforma una banda separadora (16), cuya distancia al plano de contacto (7) es diferente de cero.
- 35 9. Placa bipolar (1) según la reivindicación 8, en donde una altura de la banda separadora (16) es cero.
10. Placa bipolar (1) según una de las reivindicaciones 5 a 9, en donde una orientación de un segundo conducto de flujo (13) del primer elemento de placa (2) es diferente de la orientación de un segundo conducto de flujo (13) del segundo elemento de placa (3).
- 40 11. Pila electroquímica que comprende al menos una placa bipolar (1) según una de las reivindicaciones precedentes.

FIG 1

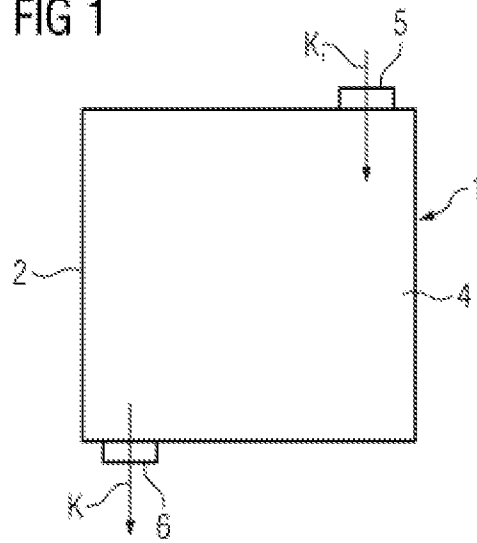


FIG 2

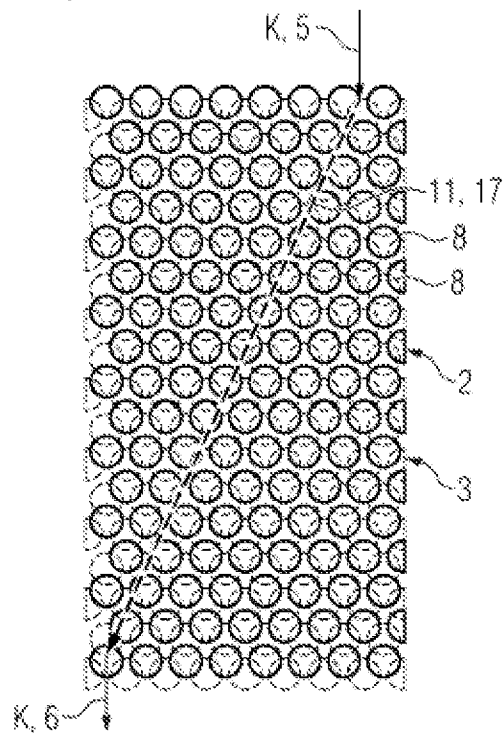


FIG 3

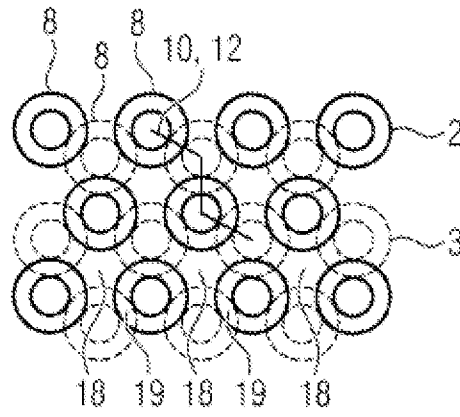


FIG 4

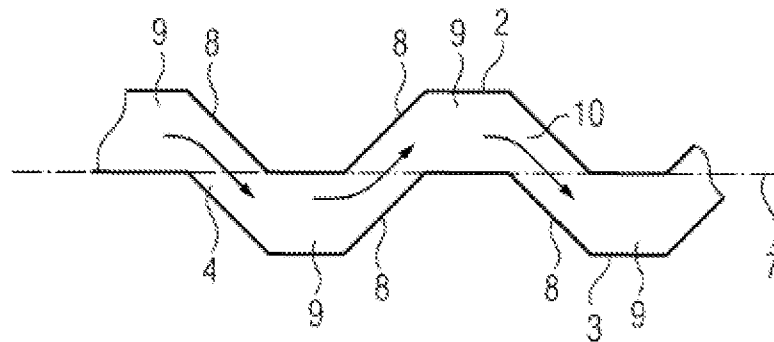


FIG 5

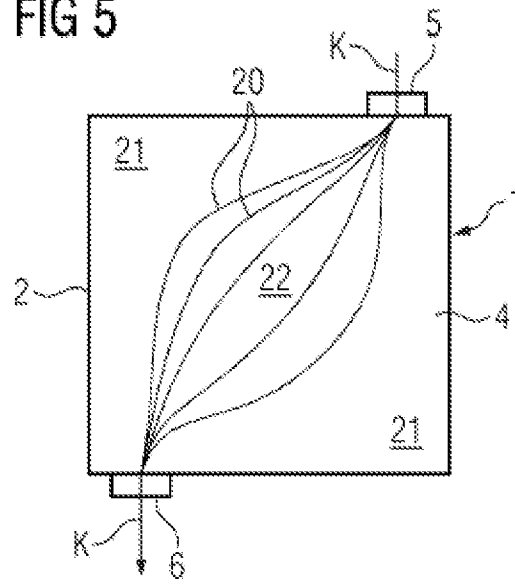


FIG 6

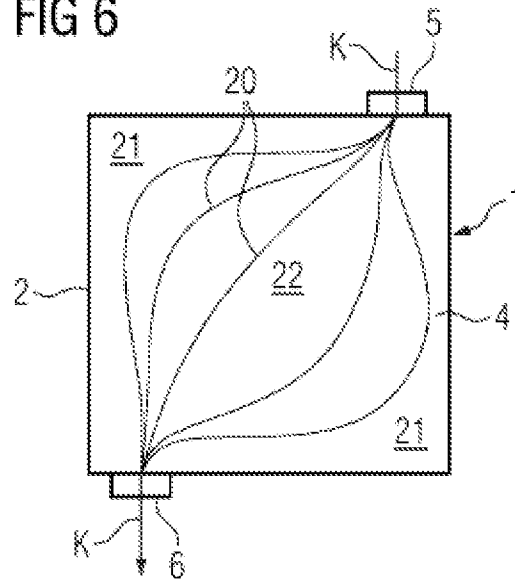


FIG 7

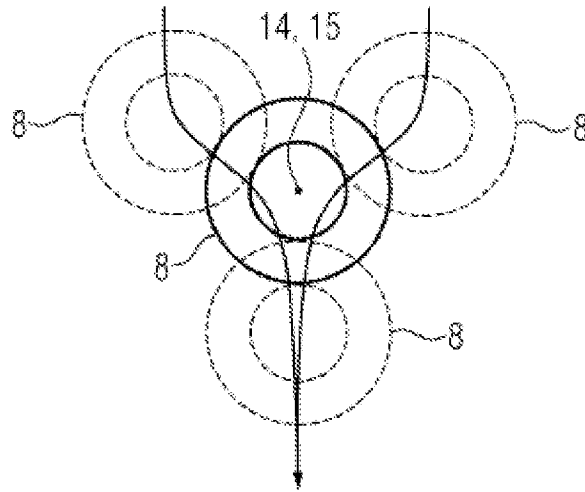


FIG 8

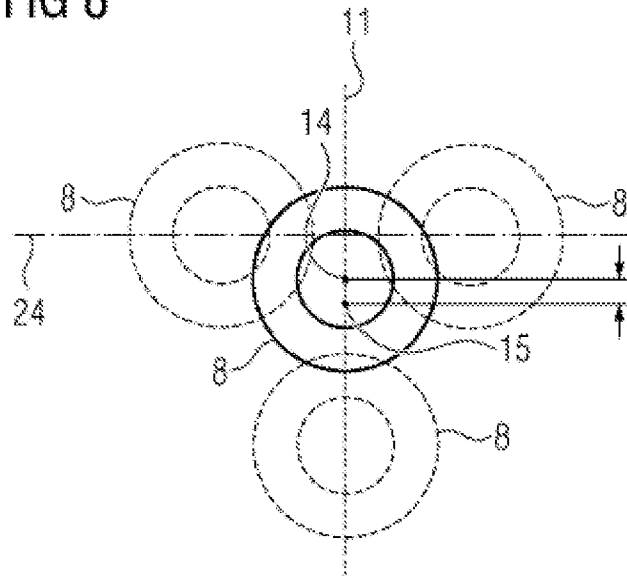


FIG 9

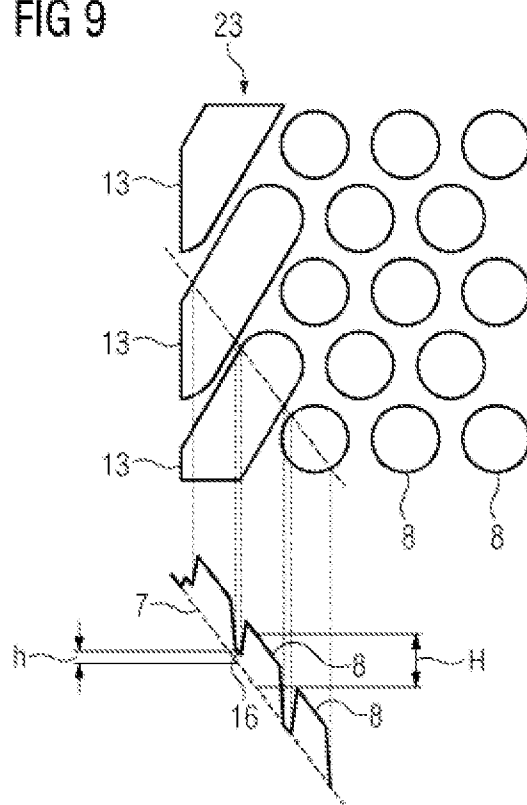


FIG 10

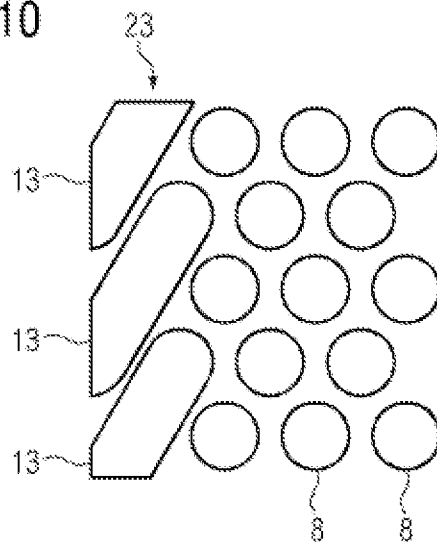


FIG 11

