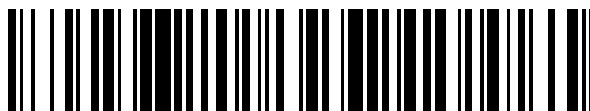


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 563 453**

51 Int. Cl.:

H01M 8/10 (2006.01)

H01M 8/00 (2006.01)

H01M 8/04 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **14.08.2001** **E 01119549 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **03.02.2016** **EP 1284517**

54 Título: **Combinación de pilas de combustible**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
15.03.2016

73 Titular/es:

**SFC ENERGY AG (100.0%)
EUGEN-SÄNGER-RING 7
85649 BRUNNTHAL, DE**

72 Inventor/es:

**STEFENER MANFRED y
MÜLLER, DR. JENS**

74 Agente/Representante:

MILTENYI, Peter

ES 2 563 453 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

Combinación de pilas de combustible

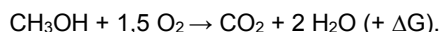
Campo de la invención

- 5 La invención se refiere, de forma general, a un dispositivo de pila de combustible con un equipo de electrolito básico y un equipo de electrolito ácido, pudiéndose suministrar un producto de reacción de uno de los equipos de electrolito al otro equipo de electrolito. En particular, la invención se refiere a un dispositivo de pila de combustible en el que el producto de reacción que se ha mencionado anteriormente es H₂O.

Estado de la técnica

- 10 Las pilas de combustible transforman directamente en energía eléctrica la energía que está almacenada en los enlaces moleculares de compuestos químicos. Esta "combustión fría" se diferencia de la combustión habitual ("más caliente") por el hecho de que las reacciones de disociación y formación en las que se basa la conversión de energía (reacción redox) tienen lugar de forma separada una de otra en el espacio y la conversión de la energía química en energía eléctrica no se realiza a través del desvío de la generación de calor y conversión de la energía térmica en trabajo mecánico.

- 15 En el caso de una pila de combustible que usa como combustible metanol (CH₃OH), que se quema hasta dar dióxido de carbono y agua, independientemente de las etapas de reacción que realmente se desarrollan, se puede indicar para la conversión de sustancia que tiene lugar en la pila de combustible la siguiente ecuación de balance:



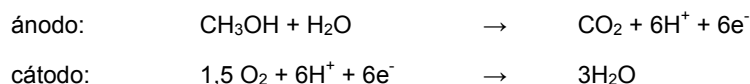
- 20 La energía eléctrica aprovechable de la pila de combustible se da por la entalpía de Gibbs ΔG de esta reacción y depende, entre otras cosas, de la temperatura de funcionamiento de la pila de combustible.

La estructura de una pila de combustible consiste en una cámara del lado del ánodo y una cámara del lado del cátodo, que están separadas una de otra por un electrolito (líquido o sólido) conductor de iones. En la cámara del lado del ánodo se suministra el combustible (que habitualmente contiene hidrógeno), mientras que a la cámara del lado del cátodo se suministra la sustancia de reacción, por norma general oxígeno.

- 25 Además, en la pila de combustible se producen productos de reacción (productos de combustión), por ejemplo, agua y/o dióxido de carbono que, dado el caso, se tienen que evacuar parcialmente o por completo.

En general se diferencia entre electrolitos ácidos (por ejemplo, ácido sulfúrico, ácido fosfórico) a través de los cuales migran iones positivos del ánodo al cátodo, y electrolitos básicos (por ejemplo, potasa cáustica) a través de los cuales migran iones negativos del cátodo al ánodo.

- 30 En una pila de combustible que usa metanol como combustible y con un electrolito ácido, por ejemplo, una membrana conductora de protones, se pueden indicar las siguientes reacciones de ánodo y cátodo:



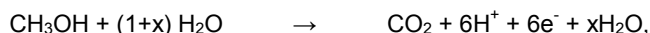
- 35 Aquí se reconoce que se genera H₂O en la pila de combustible no solo como producto del combustión y se tiene que evacuar en el lado del cátodo, sino que H₂O junto con el combustible en sí metanol también se tiene que suministrar en el lado del ánodo (lo que no se puede ver en la ecuación de balance).

- 40 Ya que en el cátodo se produce más agua como producto de combustión de lo que se tiene que suministrar en el ánodo, durante el funcionamiento, al menos en teoría, una parte correspondiente de esta agua que se produce como producto de desecho se puede devolver al ánodo, de tal manera que se puede evitar la necesidad de un aporte externo de agua.

Pero la devolución de agua está asociada a varios problemas en cuanto a la técnica de regulación:

- la cantidad de agua que se tiene que suministrar al ánodo se diferencia de la cantidad que se produce en el cátodo;
- el agua producida en el cátodo, por norma general, se encuentra en otro estado de agregación (gaseosa) de lo que se necesita en el ánodo (líquida);
- el agua que se produce en el cátodo por norma general no está presente en forma pura, sino que está "contaminada" con otros productos de la combustión (por ejemplo, dióxido de carbono);
- las anteriores ecuaciones de ánodo y cátodo son ecuaciones netas y representan una gran simplificación del desarrollo del procedimiento en sí: en realidad, cada protón que difunde se envuelve con una envuelta de hidrato

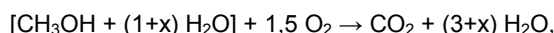
y, por tanto, arrastra una parte parasitaria de agua del ánodo a través del electrolito hacia el cátodo; por tanto, una ecuación de ánodo más realista tiene la forma:



dependiendo el valor de x de los parámetros de funcionamiento, en particular de la temperatura.

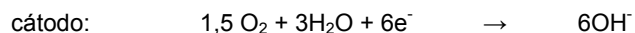
- 5 Aquí se señala que el parámetro x en absoluto es despreciable ($x \ll 1$), sino que, por el contrario, valores de $x > 1$ y en el orden de magnitudes de $10^0 \dots 10^1$ se aproximan bastante más a la realidad que la ecuación de balance neto ($x=0$). Así, x en el caso de una envuelta de hidrato realista de 1 a 6 moléculas de agua por protón adopta los valores de 6 a 18.

- 10 Para aclarar mejor qué cantidades de sustancia tienen que suministrarse realmente en el ánodo y en el cátodo es apropiado indicar la ecuación de balance en la siguiente forma (no acortada):

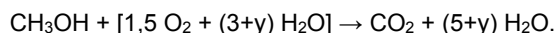


teniéndose que suministrar para mantener el funcionamiento en el lado del ánodo constantemente la mezcla de sustancias indicadas entre corchetes $[\text{CH}_3\text{OH} + (1+x) \text{H}_2\text{O}]$.

- 15 Aparecen problemas similares también en el caso de una pila de combustible con electrolitos básicos. Por ejemplo, para una pila de combustible DMFC (*direct methanol fuel cell*) con una membrana de polímero conductora de iones hidróxido se pueden indicar las siguientes reacciones de ánodo y cátodo:



- 20 También aquí el agua aparece no solo como producto de la combustión, sino que se tiene que suministrar en el lado del cátodo. Una devolución se dificulta, entre otras cosas, por el hecho de que el agua está presente en el lado del ánodo como mezcla de agua/metanol, cuya separación técnicamente es compleja. Además, el ion hidróxido, de forma similar al protón, se envuelve con una envuelta de hidrato, de tal manera que para aclarar las consecuencias resultantes a partir de esto también aquí es apropiado indicar la ecuación de balance en forma no acortada:



- 25 Para mantener el funcionamiento, por tanto, por unidad de fórmula suministrada en el lado del ánodo de metanol en el lado del cátodo se tiene que suministrar equivalentemente la mezcla de sustancias indicada entre corchetes $[1,5 \text{O}_2 + (3+y) \text{H}_2\text{O}]$, pudiéndose cubrir ciertamente en principio la necesidad de agua $(3+y) \text{H}_2\text{O}$ por la mayor cantidad de agua $(5+y) \text{H}_2\text{O}$ producida en el ánodo, estando asociada, no obstante, la realización técnica de la devolución equivalente de agua, tal como se ha mencionado, a grandes dificultades técnicas.

- 30 Debido a esta tendencia general que se ha descrito anteriormente mediante ejemplos de iones que difunden a través de un electrolito conductor de iones de rodearse de una envuelta de hidrato y arrastrar esta envuelta de hidrato a través del electrolito (electroosmosis), aparecen efectos comparables también en pilas de combustible que usan un combustible diferente del metanol.

- 35 Por tanto, un problema general que dificulta tanto la construcción como el funcionamiento de sistemas de pila de combustible radica en que las sustancias producidas como productos de reacción en un lado, bien sea como consecuencia del transporte parasitario a través del electrolito (electroosmosis) o bien como consecuencia de una reacción química o una combinación de los mismos, se necesitan en el otro lado, una devolución sencilla de estos productos de reacción está confrontada con distintos problemas técnicos.

Descripción de la invención

- 40 Por tanto, un objetivo de la invención es facilitar procedimientos y dispositivos de pila de combustible que solventen estos problemas.

Estos objetivos se resuelven de acuerdo con la invención mediante de dispositivos de pila de combustible con las características indicadas en la reivindicación 1 y el procedimiento definido en la reivindicación 10.

- 45 Por consiguiente, un dispositivo de pila de combustible de acuerdo con la invención presenta un dispositivo de electrolito que comprende un equipo de electrolito básico y un equipo de electrolito ácido, estando configurado el dispositivo de pila de combustible de tal manera que al menos una parte de al menos un producto de reacción que se produce en el equipo de electrolito se pueda suministrar al otro equipo de electrolito.

- 50 El procedimiento de acuerdo con la invención para el funcionamiento de un dispositivo de pila de combustible comprende las etapas: facilitación de un equipo de electrolito básico y un equipo de electrolito ácido, suministro de combustible y oxidantes, evacuación de productos de reacción, suministrándose al menos una parte de al menos un

producto de reacción que se produce en uno de los equipos de electrolito al otro equipo de electrolito.

En particular cuando se hacen funcionar los dos equipos de electrolito con el mismo combustible, a este respecto, a causa de las propiedades en parte complementarias de electrolitos ácidos y básicos es posible suministrar, sin separación compleja, una sustancia que se produce en un dispositivo de electrolito en el lado del ánodo como producto de reacción al otro dispositivo de electrolito en el lado del ánodo y/o suministrar una sustancia que se produce en un dispositivo de electrolito en el lado del cátodo como producto de reacción al otro dispositivo de electrolito en el lado del cátodo.

En un perfeccionamiento preferente, al menos un producto de reacción que se produce en un equipo de electrolito se puede suministrar por completo al otro equipo de electrolito.

Por ello, para este producto de reacción en uno de los equipos de electrolito no tiene que preverse ningún dispositivo para desechar este al menos un producto de reacción, lo que posibilita una configuración más sencilla y un funcionamiento simplificado del dispositivo de pila de combustible.

Una configuración sencilla de un dispositivo de pila de combustible de acuerdo con la invención comprende un equipo de electrolito básico, que se forma por una única zona conductora de aniones, y un equipo de electrolito ácido, que se forma por una única zona conductora de cationes. Pero muchos perfeccionamientos ventajosos de dispositivos de pila de combustible no están limitados a una única zona de este tipo en cada caso.

De este modo, los perfeccionamientos preferentes del dispositivo de pila de combustible presentan un equipo de electrolito ácido con múltiples zonas conductoras de cationes y/o un equipo de electrolito básico con múltiples zonas conductoras de aniones.

Por ello son posibles disposiciones en las que los productos de reacción atraviesan de forma alterna varias veces unos detrás de otros el equipo de electrolito básico y el ácido, lo que posibilita un aprovechamiento más completo de estas sustancias y, por tanto, un funcionamiento más eficaz del dispositivo de pila de combustible.

En un perfeccionamiento particularmente preferente del dispositivo de pila de combustible de acuerdo con la invención, las zonas conductoras de aniones y las zonas conductoras de cationes están dispuestas de forma alterna.

A este respecto, la disposición alternante de las zonas se puede realizar a lo largo de una dirección (disposición unidimensional) y formar, por ejemplo, un patrón de franjas. Estas zonas pueden presentar todas el mismo dimensionado, pero también pueden cambiar en dirección de paso.

En otros perfeccionamientos preferentes, la disposición alternante se realiza en dos direcciones a la vez. Las disposiciones bidimensionales preferentes con zonas del mismo tamaño comprenden: patrón de tablero de ajedrez, patrón de rombos, patrón de triángulos, patrón de hexágonos. En el caso de una disposición bidimensional de zonas de diferente tamaño queda abierto un número discrecional de posibilidades. Estas disposiciones están optimizadas en relación con una combustión lo más completa posible de los combustibles suministrados y aprovechamiento de los productos de reacción que se producen.

En un perfeccionamiento particularmente ventajoso del dispositivo de pila de combustible, el dispositivo de cátodo del dispositivo de pila de combustible comprende una única cámara de cátodo y/o el dispositivo de ánodo del dispositivo de pila de combustible, una única cámara de ánodo.

Esto permite un control particularmente sencillo y eficaz del flujo de sustancia, ya que se pueden usar al menos en parte equipos comunes para el suministro de combustible, el suministro de oxidante y la evacuación de sustancias de desecho.

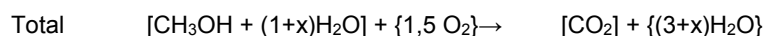
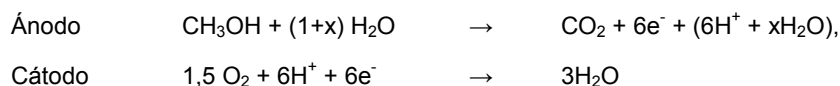
Es particularmente ventajoso un dispositivo de electrolito que está configurado como una estructura relacionada, pero que presenta una composición química localmente diferente, formando zonas con diferente composición química las zonas conductoras de cationes (es decir, el equipo de electrolito ácido) y las zonas conductoras de aniones (es decir, el equipo de electrolito básico).

Preferentemente, el dispositivo de electrolito del dispositivo de pila de combustible comprende una membrana conductora de iones. En particular es comparativamente sencillo producir membranas con composición química localmente diferentes que forman zonas conductoras de aniones o cationes, por lo que el dispositivo de electrolito del dispositivo de pila de combustible se puede configurar como una única membrana relacionada.

La siguiente descripción de la invención mediante formas de configuración preferentes y en relación con las figuras se realiza en el ejemplo de pilas de combustible que usan metanol como combustible, pero en ningún modo está limitada a las mismas.

Para comprender mejor la invención y la problemática subyacente, a continuación se resumen las ecuaciones de reacción no acortadas en el ejemplo de pilas de combustible que usan metanol:

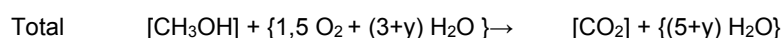
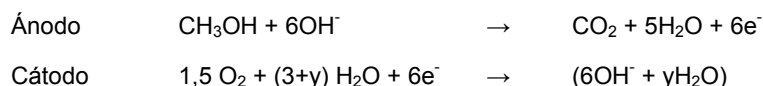
Pila de combustible con electrolito ácido:



En la ecuación global, las sustancias que se tienen que suministrar se encuentran en el lado izquierdo, los productos de reacción que se tienen que evacuar, en el lado derecho.

A este respecto, los corchetes se refieren a las sustancias que se tienen que suministrar o evacuar en el lado del ánodo y las llaves a las sustancias que se tienen que suministrar o evacuar en el lado del cátodo.

5 Pila de combustible con electrolito básico:



También aquí en la ecuación global los corchetes se refieren a las sustancias que se tienen que suministrar o evacuar en el lado del ánodo y las llaves a las sustancias que se tienen que suministrar o evacuar en el lado del cátodo.

Las figuras muestran:

- 10 La Fig. 1, un primer ejemplo de realización del dispositivo de pila de combustible de acuerdo con la invención;
- La Fig. 2, un segundo ejemplo de realización del dispositivo de pila de combustible de acuerdo con la invención;
- La Fig. 3, un tercer ejemplo de realización del dispositivo de pila de combustible de acuerdo con la invención;
- La Fig. 4, un cuarto ejemplo de realización del dispositivo de pila de combustible de acuerdo con la invención;
- La Fig. 5, un quinto ejemplo de realización del dispositivo de pila de combustible de acuerdo con la invención;
- 15 La Fig. 6, un sexto ejemplo de realización del dispositivo de pila de combustible de acuerdo con la invención,
- La Fig. 7, un ejemplo de realización preferente de un dispositivo de electrolito para el dispositivo de pila de combustible de acuerdo con la invención;
- La Fig. 8, el ejemplo de realización mostrado en la Figura 7 del dispositivo de electrolito desde otro ángulo de visión;
- 20 La Fig. 9, otro ejemplo de realización preferente de un dispositivo de electrolito.

La Figura 1 describe un dispositivo de pila de combustible 100 de acuerdo con la invención que está estructurado a partir de una combinación de dos pilas de combustible 100B y 100S esencialmente independientes. Una de estas dos pilas de combustible presenta un electrolito básico 110B, la segunda pila de combustible, un electrolito ácido 110S.

- 25 Las pilas de combustible 100B, 100S están representadas solo esquemáticamente. Por ejemplo, cada una de las dos pilas de combustible puede estar configurada como una pila de pilas de combustible.

Los dos electrolitos 110B, 110S forman el dispositivo de electrolito 110 del dispositivo de pila de combustible 100 combinado.

- 30 En ambas pilas de combustible 100B, 100S, en la respectiva cámara de ánodo 120 se suministra el combustible 1 idéntico para ambas pilas de combustible, en las cámaras de cátodo 130 respectivamente el mismo oxidante 2. Además, de las cámaras de cátodo se evacua el producto de combustión 4.

En el caso del presente ejemplo, el combustible 1 es metanol y el oxidante 2 oxígeno, por ejemplo, una mezcla de gases que contiene oxígeno, tal como el aire. El producto de combustión 4 es dióxido de carbono.

- 35 Además, al equipo de electrolito básico 110B en el lado del cátodo aparte del oxidante 2, es decir, oxígeno, de acuerdo con la ecuación de cátodo que se ha indicado anteriormente se tiene que suministrar también una determinada cantidad de agua 6, que es necesaria para el desarrollo de las reacciones en la pila de combustible. Pero al mismo tiempo también sale de nuevo agua en el lado del ánodo: en parte formada de nuevo como consecuencia de los procesos químicos que se desarrollan, en parte debido a la difusión a través del electrolito. Sin

diferenciar estos procesos se usa para esto la expresión producto de reacción.

Ahora, de acuerdo con la invención, las dos pilas de combustible 100S y 100B se combinan hasta dar un dispositivo de pila de combustible 100, al suministrarse el producto de reacción 3 que sale en el lado del ánodo (en el presente documento: agua) a la cámara de ánodo 120 de la pila de combustible ácida 100S.

- 5 En la cámara de ánodo 120 de la pila de combustible ácida 100S forma con el combustible suministrado al mismo tiempo metanol 1 la mezcla de metanol/agua en el lado del ánodo necesaria para el funcionamiento de un equipo de electrolito ácido.

10 Ya que las cámaras de ánodo 120 de las dos pilas de combustible 100S y 100B presentan las mismas sustancias (en este ejemplo: metanol, dióxido de carbono, agua), el producto de reacción 3 transferido desde una cámara de ánodo a la otra cámara de ánodo no tiene que someterse a ningún procedimiento complejo de purificación. Más bien, el producto de reacción 3 (agua) puede desde luego estar "contaminado" con otras sustancias, es decir, el combustible 1 (metanol) y el producto de combustión 4 (dióxido de carbono), sin que esto perjudique el funcionamiento del dispositivo.

- 15 Finalmente, en el caso de la pila de combustible ácida en el lado del cátodo aparte del suministro de oxidantes 2 (oxígeno) se produce la evacuación del exceso de agua 5 que se produce durante todo el procedimiento.

La forma de realización de acuerdo con la invención de la Figura 1 tiene la ventaja, con respecto a una devolución de agua de la cámara de ánodo a la cámara de cátodo (o a la inversa) de una pila de combustible convencional, de que no se tiene que llevar a cabo ninguna separación compleja de sustancias.

- 20 En el presente ejemplo, en la cámara de ánodo 120 de la pila de combustible básica 100B están presentes las sustancias metanol 1, agua 3 y dióxido de carbono 4. Asimismo están presentes las mismas sustancias en la pila de combustible ácida, no produciéndose a diferencia de la pila de combustible básica agua como producto de reacción, sino siendo más bien necesaria para conseguir la reacción deseada.

- 25 Por tanto, el agua se puede traspasar desde la cámara de ánodo de la pila de combustible básica a la cámara de ánodo de la pila de combustible ácida, sin que, a este respecto, se tenga que realizar una purificación de sustancias indeseadas.

La Figura 2 muestra otra forma de realización de acuerdo con la invención de un dispositivo de pila de combustible 200 que está compuesta de una combinación de una pila de combustible básica y una pila de combustible ácida.

- 30 A diferencia del ejemplo de realización mostrado en la Figura 1, la combinación de pilas de combustible que ahora se ha descrito no muestra ningún tipo de aporte externo de agua. Más bien, una parte 3' del agua que se produce en la "pila de combustible ácida" 200S en el lado de cátodo 230 se traspasa a la cámara de cátodo 230 de la "pila de combustible básica" 200B. Mediante aporte de oxígeno 2, en esta cámara 230 se produce la mezcla de oxígeno/agua necesaria para la formación de aniones hidróxido.

- 35 Como ya se ha señalado en la introducción, los aniones hidróxido difunden a través del electrolito básico 210B, rodeándose con una envuelta de hidrato. El agua 3 transportada a través de esto a la cámara de ánodo 220 ahora se transporta junto con el agua 3 que se produce en la combustión en sí del metanol y el dióxido de carbono 4 a la cámara de ánodo 220 de la pila de combustible ácida 200S. Aquí, el dióxido de carbono 4, por ejemplo, se extrae mediante evacuación externa de los demás procedimientos de transporte y reacción, mientras que el agua 3 junto con el combustible 1 suministrado da la mezcla de agua/metanol necesaria para el funcionamiento de la pila de combustible ácida 200S.

- 40 En la pila de combustible ácida 200S se desarrollan de nuevo las mismas reacciones como ya se han descrito en relación con la Figura 1, permaneciendo ahora el agua transportada a la cámara de cátodo 220 en una parte 3' en el circuito y extrayéndose el exceso de parte 5 del sistema 200.

- 45 La Figura 3 muestra otro ejemplo de realización del dispositivo de pila de combustible 300 de acuerdo con la invención, que ahora, a diferencia de los ejemplos de realización mostrados en las Figuras 1 y 2, ya no está estructurado de dos pilas de combustible funcionales más o menos por separado.

Más bien, el ejemplo de realización de la Figura 3 presenta un dispositivo de pila de combustible 300 que comprende un equipo de electrolito básico 310B y un equipo de electrolito ácido 310S que presentan una cámara de ánodo 320 común.

- 50 En el lado de cátodo 330 del equipo del electrolito básico 310B se suministra una mezcla de oxígeno/agua indicada por las referencias 2 y 6 a la cámara de cátodo 230. Al mismo tiempo se suministra metanol puro a la cámara de ánodo 320.

De este modo, en el equipo de electrolito básico 310B se desarrollan los procedimientos que ya se han descrito varias veces, en los que metanol 1 con oxígeno 2 se "quema" hasta dar dióxido de carbono 4 y agua 3 y una cantidad adicional de agua 3 mediante electroosmosis es arrastrada a través del electrolito básico 110B desde la

cámara de cátodo 330 a la cámara de ánodo 320.

Gracias a la cámara de ánodo 320 común no es necesario suministrar de forma externa agua a la cámara de ánodo. Más bien se puede usar la mezcla de metanol/agua que se produce en la cámara de ánodo 320 para hacer funcionar el posterior equipo de electrolito ácido 310S cuando se suministra en el lado de cátodo 330 del equipo de electrolito ácido 310S oxígeno.

El exceso de agua 5 que se produce en todo el procedimiento se evacua de la cámara de cátodo 330 del equipo de electrolito ácido 310S.

La Figura 4 muestra otro ejemplo de realización de acuerdo con la invención. En este caso, el dispositivo de electrolito 410 presenta dos equipos de electrolito 410S, 410B previstos uno al lado del otro, de los cuales un equipo de electrolito 410B tiene carácter básico, el otro equipo de electrolito 410S tiene carácter ácido.

El dispositivo de pila de combustible 400 está configurado de tal manera que los dos equipos de electrolito 410B y 410S presentan, respectivamente, una cámara de cátodo común 430 y una cámara de ánodo común 420. De este modo es necesario solo un dispositivo de suministro para combustible 1 y un dispositivo de suministro para oxígeno 2.

El agua 3 que se produce en el lado del ánodo durante el funcionamiento con el equipo de electrolito básico 410B forma con el metanol 1 suministrando en el lado del ánodo una mezcla de metanol/agua que se puede usar para el procedimiento de combustión en el equipo de electrolito ácido 410S.

De forma similar, una parte del agua 3' que se produce en el lado del cátodo en el equipo de electrolito ácido 410S puede formar la mezcla de agua/oxígeno en el lado del cátodo necesaria para el funcionamiento del dispositivo de pila de combustible básico 400. El exceso de agua 5 se evacua en el lado del cátodo.

La Figura 5 muestra un ejemplo de realización similar a la Figura 4, comprendiendo ahora uno de los dos equipos de electrolito 510S, 510B, en concreto el equipo de electrolito ácido 510S, dos zonas separadas una de otra, entre las cuales está previsto el equipo de electrolito básico 510B. Esta forma de realización se hace funcionar de forma similar a la forma de realización descrita en la Figura 4:

Del equipo de electrolito básico 510B previsto en el centro se produce en el lado del ánodo agua 3, que enriquece el metanol 1 suministrado a la cámara de ánodo 520 y que forma una mezcla de metanol/agua en el lado del ánodo necesaria para el funcionamiento de los equipos de electrolito ácidos 510S. De forma similar se mezcla el agua 3 que sale en el lado del cátodo en el equipo de electrolito ácido 510S con el oxígeno 2 suministrado en el lado del cátodo y forma para esto la mezcla de agua/oxígeno en el lado del cátodo necesaria para el equipo de electrolito básico 510B.

A su vez, el exceso de agua 5 se evacua en el lado del cátodo.

La Figura 6 muestra otra forma de realización preferente del dispositivo de pila de combustible 600 de acuerdo con la invención, que presenta múltiples equipos de electrolito 610S y 610B dispuestos de forma alterna. Estas zonas dispuestas de forma alterna forman el dispositivo de electrolito 610 del dispositivo de pila de combustible 600, que presenta una única cámara de ánodo común 620 y una única cámara de cátodo común 630.

En el presente ejemplo, la disposición es de tal manera que en un lado de entrada de la cámara de ánodo común 620 se suministra el combustible 1 y fluye al lado de los lados de ánodo de los dispositivos de electrolito 610S, 610B dispuestos uno tras otro. De forma similar se deja entrar oxígeno 2 en un lado de la cámara de cátodo 630.

En cada una de las zonas del electrolito ácidas o básicas se quema una parte del metanol 1 en el lado del ánodo hasta dar dióxido de carbono 4, a través de las zonas de electrolito básico 610B se produce además agua 3. La mezcla de metanol/agua que se produce a partir de esto se puede usar para el funcionamiento de las zonas de electrolito ácido 610S adyacentes.

Algo similar ocurre en el lado del cátodo con el oxígeno 2 que fluye que se enriquece en las zonas de electrolito ácido 610S con agua 3', pudiéndose usar la mezcla que se produce de oxígeno/agua para el funcionamiento de las zonas de electrolito básicas 610B adyacentes.

En la cámara de ánodo 620 se realiza en dirección del flujo en total un empobrecimiento de metanol, mientras que en el lado del cátodo se produce un empobrecimiento de oxígeno de la mezcla presente de oxígeno/agua.

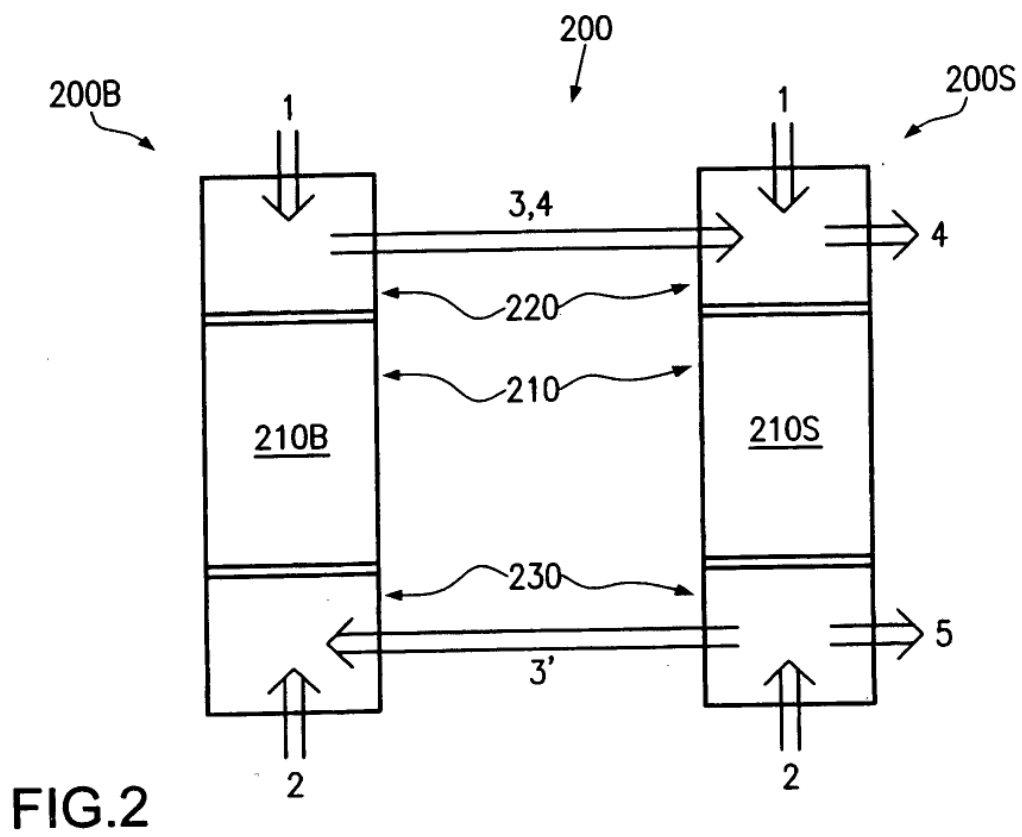
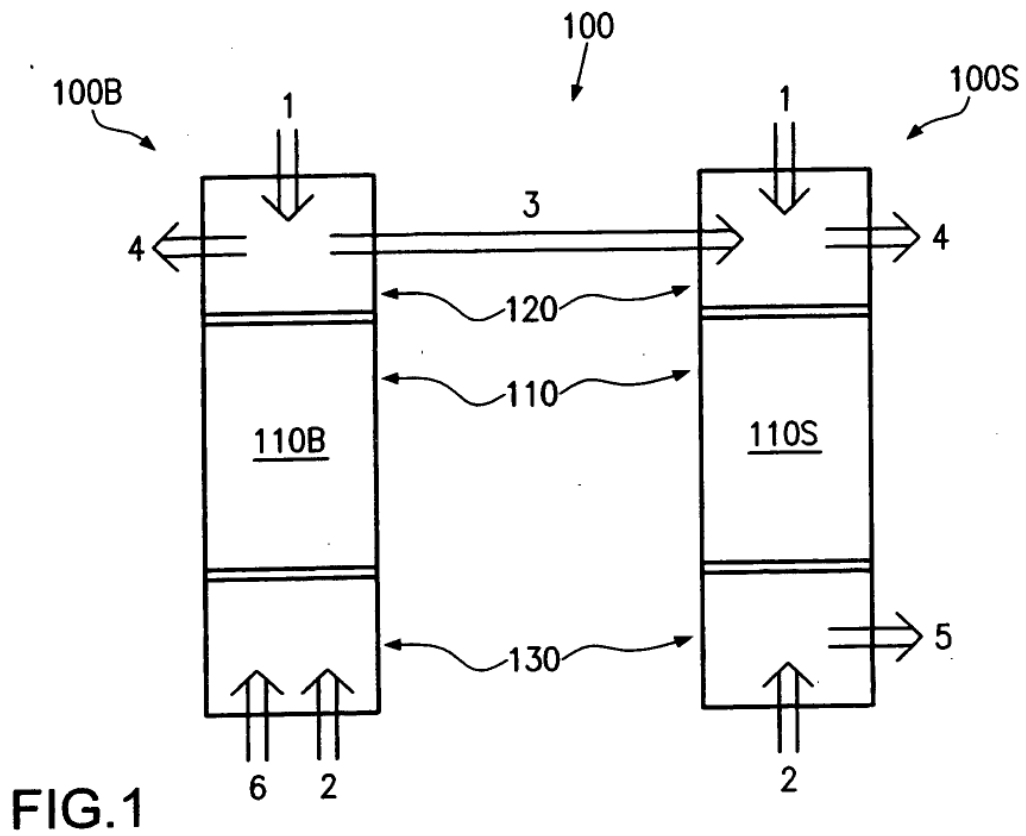
Esto se puede tener en cuenta al dimensionar los equipos de electrolito básico y ácido sucesivos que, de forma apropiada, se lleva a cabo seleccionándose de tal manera que se produce un rendimiento óptimo.

El ejemplo de realización de la Figura 6 presenta elementos individuales separados unos de otros del equipo de electrolito. Frente a esto, la Figura 7 muestra una forma de realización alternativa y particularmente preferente de un equipo de electrolito 710 que puede reemplazar el equipo de electrolito 610 en el ejemplo de realización de la Figura 6.

- 5 En el equipo de electrolito 710 de la Figura 7 no están presentes dispositivos de electrolito aislables unos de otros, sino una estructura relacionada con composición química localmente diferente. La composición se ha seleccionado, respectivamente, de tal manera que se alternan zonas con conducción de cationes y zonas con conducción de aniones, de tal manera que resulta un equipo de electrolito 710 en el que se alternan zonas ácidas S y zonas básicas B.
- Como muestra la Figura 8, una disposición alternante de este tipo se puede extender a lo largo de una dirección, por ejemplo, a lo largo del eje x. A este respecto, el dimensionado de las zonas se puede elegir libremente y no está limitado al ejemplo mostrado esquemáticamente con zonas de un tamaño por ejemplo igual.
- 10 En una forma de realización ventajosa, que muestra la Figura 9, no obstante, la disposición alternante puede realizarse también a lo largo de dos direcciones del espacio y, por ejemplo, dar lugar a un patrón de tablero de ajedrez. Se encuentran asimismo en el alcance de la presente invención disposiciones de mayor superficie, tales como patrones triangulares o patrones irregulares.
- La disposición de tales patrones y el tamaño de las zonas individuales se seleccionan de acuerdo con las relaciones de flujo esperables en el dispositivo de pila de combustible.
- 15 Entre otras cosas debido a que en el sistema global se produce agua (por ejemplo, de acuerdo con $2\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$ o $\text{CH}_3\text{OH} + 1,5\text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$), en todas las formas de realización descritas los equipos de electrolito básicos y ácidos pueden estar dimensionados con diferentes tamaños en relación con las cantidades de sustancias convertidas en los mismos.
- 20 A este respecto, un punto de vista esencial siempre es una combustión lo más completa posible y una optimización del equilibrio de agua de todo el sistema.

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo de pila de combustible (100, 200) con un dispositivo de electrolito (110, 210) que comprende un equipo de electrolito básico (110B, 210B) y un equipo de electrolito ácido (110S, 210S), estando configurado el dispositivo de pila de combustible (100, 200) de tal manera que al menos una parte de al menos un producto de reacción que se produce en uno de los equipos de electrolito (110B; 210B, 210S) se puede suministrar al otro equipo de electrolito (110S; 210S, 210B), en el que el equipo de electrolito básico (110B, 210B) comprende al menos una zona conductora de aniones y el equipo de electrolito ácido (110S, 210S) comprende al menos una zona conductora de cationes.
2. Dispositivo de pila de combustible (100, 200) de acuerdo con la reivindicación 1, en el que se puede suministrar por completo al menos un producto de reacción (3) que se produce en uno de los equipos de electrolito (110B; 210B) al otro equipo de electrolito (110S; 210S).
3. Dispositivo de pila de combustible (500, 600, 700) de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, en el que el equipo de electrolito ácido (510S, 610S, 710S) comprende múltiples zonas conductoras de cationes.
4. Dispositivo de pila de combustible (600, 700) de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, en el que el equipo de electrolito básico (610B, 710B) comprende múltiples zonas conductoras de aniones.
5. Dispositivo de pila de combustible (500, 600, 700) de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 4, en el que están dispuestas de forma alternante zonas conductoras de aniones y zonas conductoras de cationes.
6. Dispositivo de pila de combustible (300, 400, 500, 600, 700) de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, con un dispositivo de cátodo (320, 520, 620, 720) que comprende una única cámara de cátodo y/o un dispositivo de ánodo (430, 530, 630, 730) que comprende una única cámara de ánodo.
7. Dispositivo de pila de combustible (700) de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 6, en el que el dispositivo de electrolito (710) es una estructura coherente con composición química localmente diferente, formando zonas de composición química diferente las zonas básicas (B) y las zonas ácidas (S).
8. Dispositivo de pila de combustible (100-700) de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, en el que el dispositivo de electrolito (110-710) comprende una membrana.
9. Procedimiento para el funcionamiento de un dispositivo de pila de combustible (100) que comprende las etapas:
 - facilitación de un equipo de electrolito básico (110B) con al menos una zona conductora de aniones y un equipo de electrolito ácido (110S) con al menos una zona conductora de cationes,
 - suministro de al menos un combustible (1) y al menos un oxidante (2),
 - evacuación de productos de reacción (1, 3, 4, 5), suministrándose al menos una parte de al menos un producto de reacción (3) que se produce en un equipo de electrolito (110B) al otro equipo de electrolito (110S).



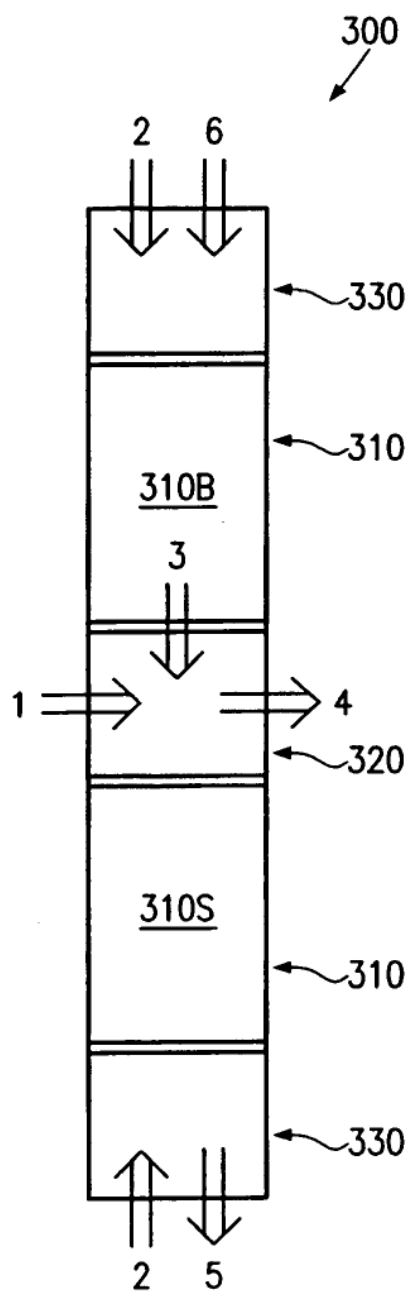


FIG.3

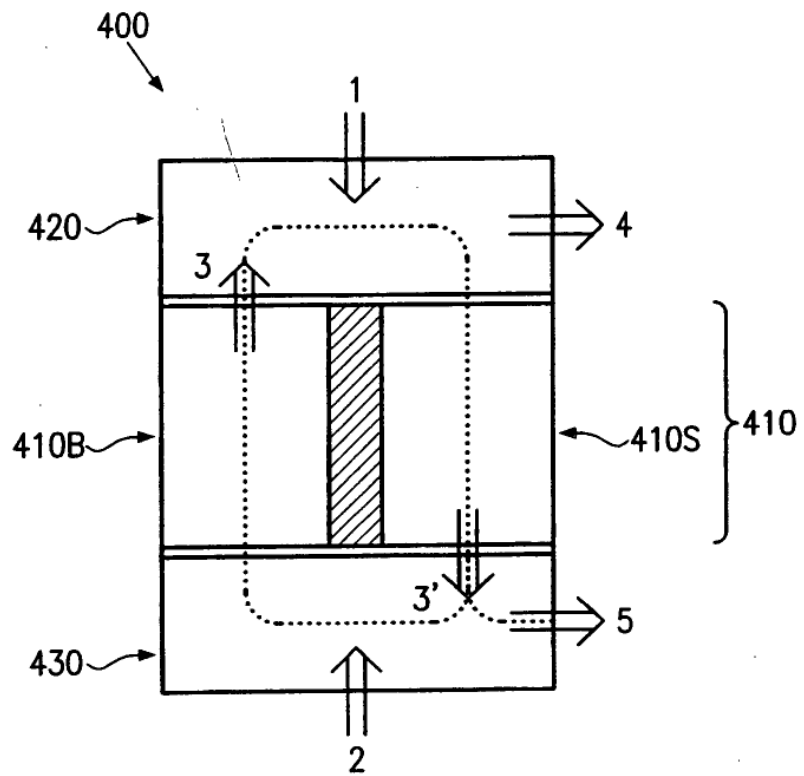


FIG. 4

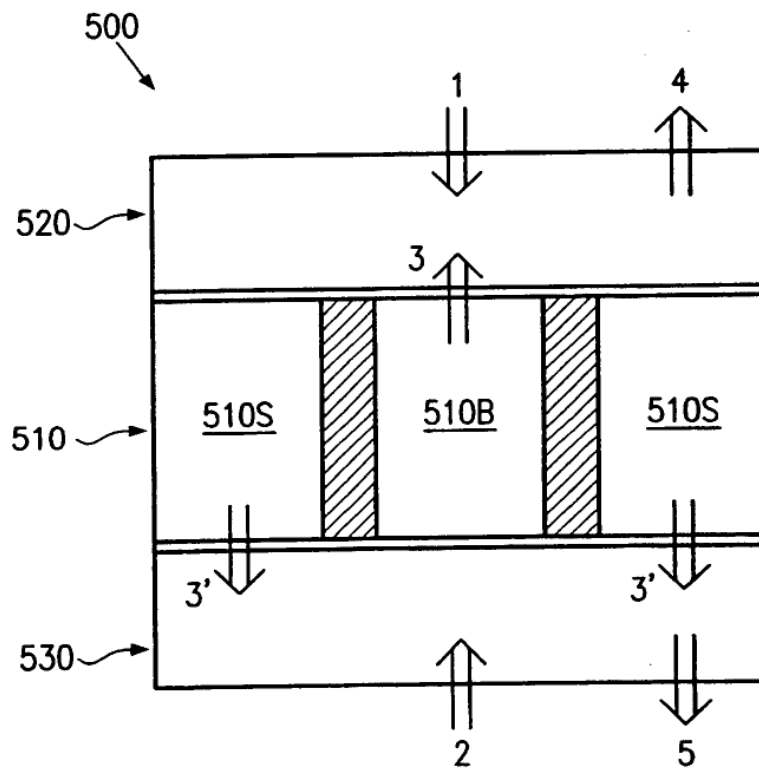


FIG. 5

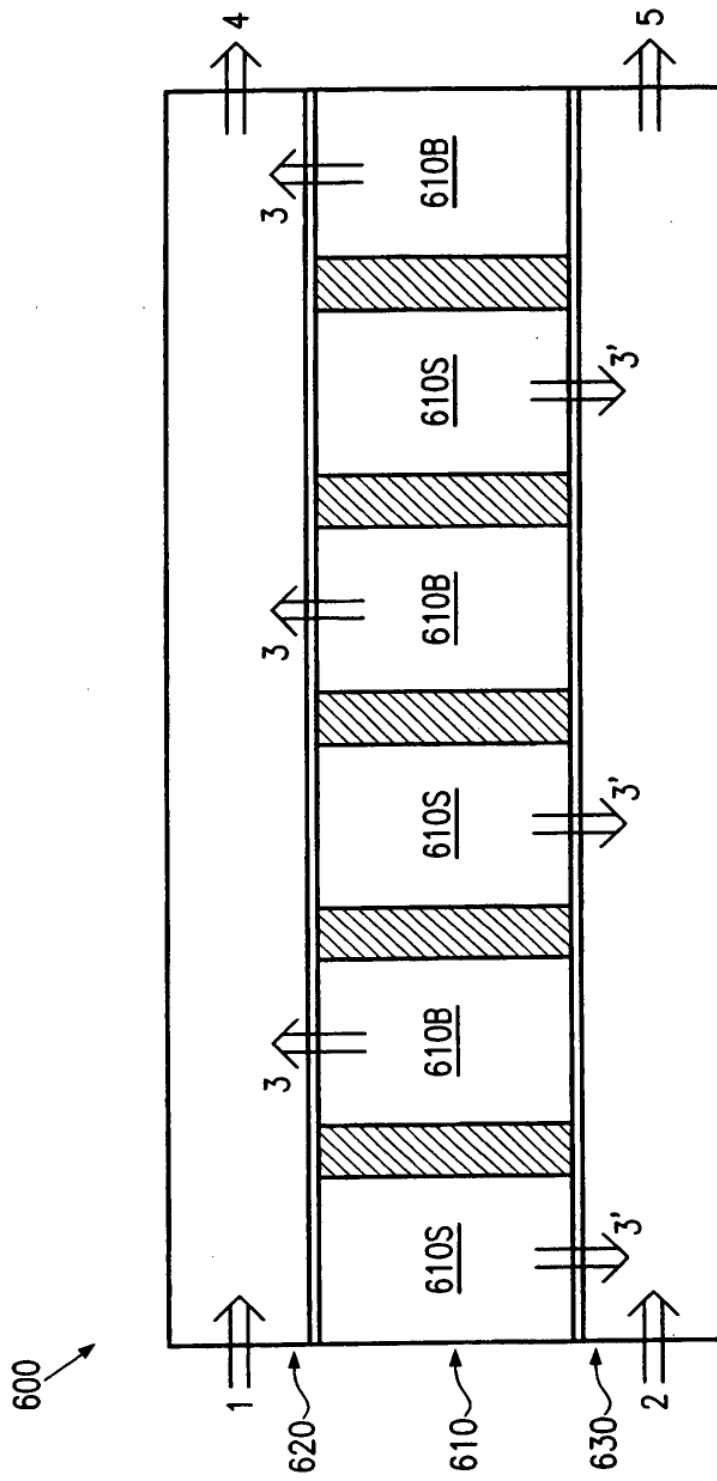


FIG.6

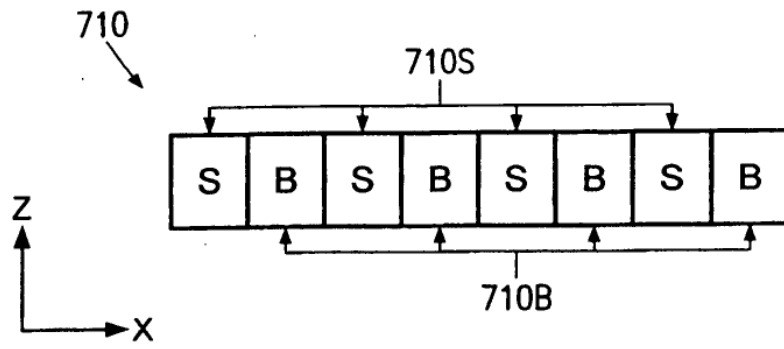


FIG. 7

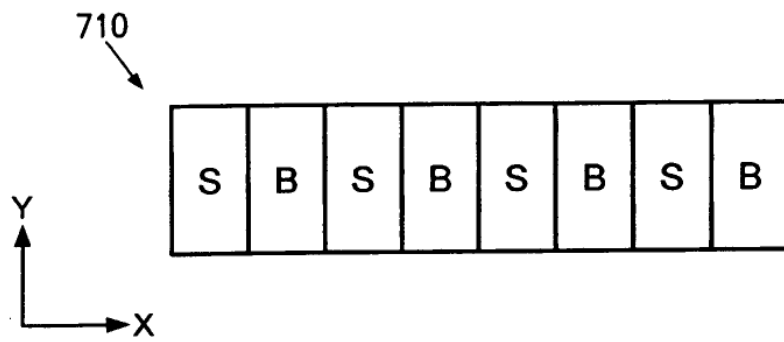


FIG. 8

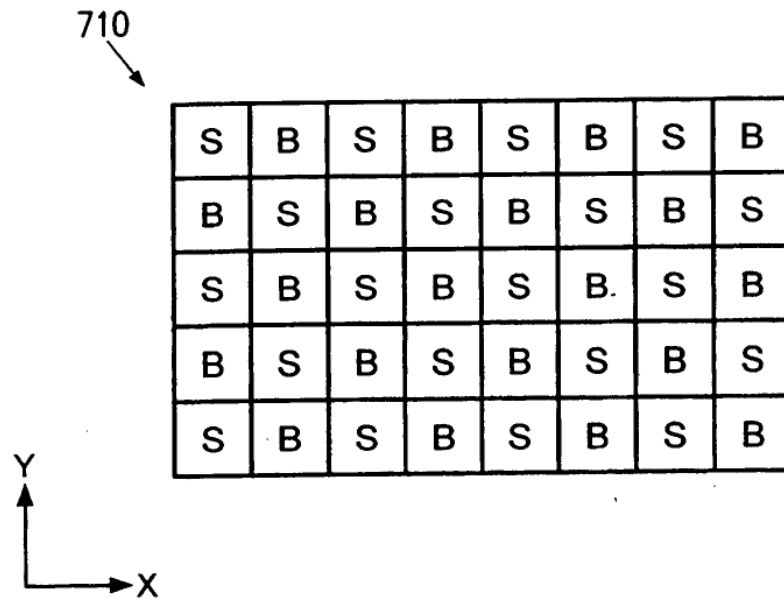


FIG. 9