

TÍTULO DE LA INVENCIÓN:

MATERIALIZACIÓN FÍSICA DEL CAMPO DE FLUJO DE ELECTROLITOS DE MÚLTIPLES PUNTOS PARA BATERÍA DE FLUJO REDOX DE VANADIO

REFERENCIA CRUZADA CON SOLICITUDES RELACIONADAS

Esta solicitud reivindica la prioridad de la Solicitud Provisional No. 62/476,945 presentada el 27 de marzo de 2017. La divulgación completa de esta solicitud de patente provisional queda por el presente incorporada por referencia a la misma, en su totalidad.

CAMPO TÉCNICO

La presente invención se refiere a una estructura de placa bipolar de una batería de flujo redox de vanadio, y particularmente a una estructura de placa bipolar de una batería de flujo redox de vanadio en la cual los electrodos porosos de grafito se conectan en interface a una unidad distribuidora de flujo de múltiples puntos insertada en los canales de flujo de entrada-salida de las placas bipolares de grafito.

ANTECEDENTES DE LA INVENCIÓN

Una batería de flujo es un tipo de batería recargable en la cual los electrolitos que contienen una o más sustancias electroactivas disueltas fluyen a través de una celda electroquímica, que convierte la energía química directamente en energía eléctrica. Los electrolitos son almacenados en tanques externos y son bombeados a través de las celdas del reactor.

Las baterías de flujo redox tienen la ventaja de tener una distribución flexible (debido a la separación entre los componentes de potencia y los componentes de energía), un ciclo de vida prolongado, tiempos rápidos de respuesta, no hay necesidad de estabilizar la carga y no hay emisiones peligrosas.

Las baterías de flujo se utilizan para aplicaciones estacionarias con una demanda de energía entre 1 kWh y varios MWh; se utilizan para estabilizar la carga de la red, en los casos en que la batería se utiliza para acumular durante la noche energía a bajo costo y regresarla a la red cuando es más costosa, y también para acumular energía proveniente de fuentes renovables tales como energía solar y energía eólica, para luego suministrarla durante los períodos de mayor demanda de energía.

Particularmente, una batería redox de vanadio comprende un conjunto de celdas electroquímicas en donde los dos electrolitos están separados por una membrana de intercambio de protones. Ambos electrolitos se basan en vanadio: el electrolito en la semicelda positiva contiene iones de V^{4+} y V^{5+} mientras que el electrolito en la semicelda negativa contiene iones de V^{3+} y V^{2+} . Los electrolitos pueden prepararse de diversas maneras, por ejemplo mediante la disolución electrolítica de pentóxido de vanadio (V_2O_5) en ácido sulfúrico (H_2SO_4). La solución que se emplea se mantiene fuertemente ácida. En las baterías de flujo de vanadio, las dos semiceldas están además conectadas a tanques de almacenamiento que contienen un volumen muy grande de electrolito, el cual es circulado a través de la celda mediante bombeo. Dicha circulación de electrolitos líquidos requiere ocupar cierto espacio y limita la posibilidad de usar baterías de flujo de vanadio en aplicaciones móviles, confinándolas en la práctica a grandes instalaciones fijas.

Mientras la bacteria es cargada, el vanadio en la semicelda positiva se oxida, convirtiendo V^{4+} en V^{5+} . Los electrones retirados son transferidos a la semicelda negativa, en donde reducen el vanadio de V^{3+} a V^{2+} . Durante la operación, el proceso ocurre en sentido inverso y se obtiene una diferencia potencial de 1.41V a 25° C. en un circuito abierto.

La batería Redox de vanadio es la única batería que acumula energía eléctrica en el electrolito y no en las placas o electrodos, como normalmente ocurre en todas las demás tecnologías de baterías.

A diferencia de todas las demás baterías, en la batería Redox de vanadio el electrolito contenido en los tanques, una vez cargado, no está sometido a descarga automática, mientras que la porción del electrolito que es estacionaria dentro de la celda electroquímica está sometida a descarga automática con el tiempo.

La cantidad de energía eléctrica almacenada en la batería es determinada por el volumen de electrolito contenido en los tanques.

De acuerdo con una solución constructiva específica particularmente eficiente, una batería redox de vanadio consiste de un conjunto de celdas electroquímicas dentro de las cuales fluyen los dos electrolitos, mutuamente separados por un electrolito polimérico. Ambos electrolitos están conformados por una solución ácida de vanadio disuelto. El electrolito positivo contiene iones de V^{5+} y V^{4+} , mientras que el negativo contiene iones de V^{2+} y V^{3+} . Mientras la batería se está cargando, el vanadio en la semi-celda positiva se oxida, mientras que el vanadio en la semi-celda negativa se reduce. Durante el paso de descarga, el proceso se revierte. La conexión de múltiples celdas en una serie eléctrica permite aumentar el voltaje a través de la batería, lo que es igual al número de celdas multiplicado por 1.41 V.

Durante la fase de carga, con el fin de almacenar energía, las bombas se encienden ocasionando que el electrolito fluya dentro de la celda electroquímica asociada. La energía eléctrica aplicada a la celda electroquímica facilita el intercambio de protones por medio de la membrana, cargando así la batería.

Durante la fase de descarga, las bombas se encienden ocasionando que el electrolito fluya dentro de la celda electroquímica, creando una presión positiva en la celda asociada y liberando así la energía acumulada.

Durante la operación de la batería, el electrolito fluye linealmente a través del grosor de los electrodos porosos desde la parte inferior hasta la parte superior proporcionando transferencia de carga.

TÉCNICA DE LOS ANTECEDENTES:

La FIG. 1 es una vista esquemática que muestra una batería de flujo redox de vanadio convencional. Como se muestra en la FIG. 1, la batería de flujo redox de vanadio convencional incluye una pluralidad de electrodos positivos (7), una pluralidad de electrodos negativos (8), un electrolito positivo (1), un electrolito negativo (2), un tanque de electrolito positivo (3), y un tanque de electrolito negativo (4). El electrolito positivo (1) y el electrolito negativo (2) son almacenados respectivamente en el tanque (3) y el tanque (4). Al mismo tiempo, el electrolito positivo (1) y el electrolito negativo (2) respectivamente pasan a través del electrodo positivo (7) y el electrodo negativo (8) por medio de los conductos de conexión positiva y los conductos de conexión negativa para formar los bucles respectivos que también se muestran en la FIG. 1 con las flechas.

La bomba (5) y la bomba (6) a menudo se instalan en los conductos de conexión para transportar en forma continua los electrolitos al electrodo. Asimismo, en una batería de flujo redox de vanadio se puede utilizar una unidad de conversión

energética (11), por ejemplo un convertidor DC/AC, y la unidad de conversión energética (11) es respectivamente conectada eléctricamente al electrodo positivo (7) y al electrodo negativo (8) por medio de las líneas de conexión positiva (9) y las líneas de conexión negativa (10), y la unidad de conversión energética (11) también puede ser respectivamente conectada eléctricamente a una fuente externa de alimentación de entrada (12) y una carga externa (13) con el fin de convertir la corriente AC generada por la fuente externa de alimentación de entrada (12) a corriente DC para cargar la batería de flujo redox de vanadio, o convertir la corriente DC descargada por la batería de flujo redox de vanadio a corriente AC para la salida de corriente a la carga externa (13).

La FIG. 2 es una vista esquemática axonométrica de un apilamiento de baterías de flujo convencional de acuerdo con el estado de la técnica. Esto incluye dos placas terminales opuestas (16), múltiples empaquetaduras (14), múltiples electrodos positivos (15), una pluralidad de electrodos negativos (18), múltiples placas bipolares (19) en las cuales se insertan los campos de flujo (20) y una serie de membranas con intercambio protónico (17).

Como se describe en la FIG. 3, los electrolitos (22) respectivamente fluyen a través de los electrodos (15) y (18) por medio de las regiones del campo de flujo (20) (como se muestra en la FIG. 2) que corresponden a las regiones (22a, 22b y 22c) (como se muestra en la FIG. 3) conectadas a los orificios de conexión positivos y negativos ubicados en la placa bipolar (19) para formar las regiones que se muestran esquemáticamente en la FIG. 3 mediante las líneas ondeadas. La dirección de flujo está indicada por medio de una flecha en un flujo de entrada (21) y mediante un flujo de salida (23). Los flujos de entrada y de salida ocurren a través de aberturas (no numeradas), de manera que hay un par de aberturas de entrada y un par de aberturas de salida. El flujo de entrada que se muestra esquemáticamente ocurriría a través de ambas aberturas de entrada (es decir, el par en el mismo lado que el flujo de entrada (21)) y ocurriría a través de ambas aberturas de salida (es decir, el par en el mismo lado que el flujo de salida (23)).

Sin embargo, entre las desventajas de la batería de flujo convencional antes mencionada está la concentración de la polarización del electrolito, lo que causaría una disminución de la eficiencia de transferencia de electrones en una batería de modo que disminuye la eficiencia energética. Como se muestra en la FIG. 3, el flujo del electrolito (22) que pasa linealmente a través del grosor del electrodo positivo (15) y el electrodo negativo (18), durante dicho flujo lineal ocurre una transferencia de carga creando así una amplia diferencia en la polarización sobre el área activa como se describe en la FIG. 6 usando franjas sombreadas (88, 90, 92, 94, 96 y 98) para ilustrar esquemáticamente el fenómeno de concentración de la polarización.

La FIG. 4 es una vista esquemática axonométrica de un electrodo convencional (15, 18) de acuerdo con el estado de la técnica, y es típico de un campo de flujo interdigital. Esto es una mejora sobre el tipo de flujo que se muestra en la FIG. 6, el tipo de campo de flujo interdigital que tiene una densidad de potencia que es de aproximadamente 3 veces la del tipo de flujo de circulación. En este punto, se muestra una dirección de flujo de entrada (D) junto con una dirección de flujo de salida (F). Esto resulta en una polarización que aumenta progresivamente, como se muestra esquemáticamente mediante las franjas (78, 80, 82, 84, 86 y 88). Esto muestra un aumento gradual en la polarización. La FIG. 6 es una vista esquemática axonométrica de un electrodo convencional adicional de acuerdo con el estado de la técnica, que tiene asimismo una dirección de flujo de entrada (D) y una dirección de flujo de salida (F).

Tanto en la FIG. 4 como en la FIG. 6, la porción clara (flujo que entra) del electrodo es el área donde la polarización es insignificante, mientras que el área oscura es la porción donde la polarización se concentra (flujo que sale). En otras palabras, la porción clara del electrodo no se aprovecha completamente debido a la porción oscura donde las polarizaciones han alcanzado el límite. Las condiciones ideales ocurren cuando todas las porciones del electrodo tienen

polarizaciones (lo que corresponde al voltaje) que son homogéneas, y esto ocurre solo cuando es posible proporcionar el electrolito con el mismo voltaje a través de las superficies del electrodo.

La presente invención asegura que existe una alimentación sustancialmente homogénea de electrolito en la superficie, aprovechando así todas las porciones del electrodo a sustancialmente casi el máximo rendimiento posible debido a la corta distancia entre el flujo que entra y el flujo que sale, lo que no permite que el electrolito se sobrecargue.

El objetivo de la FIG. 4 y la FIG. 6 es mostrar esquemáticamente los resultados de una reacción electroquímica, y en particular estas figuras muestran esquemáticamente las polarizaciones eléctricas en la superficie del electrodo. La polarización es básicamente una sobretensión debido a la resistencia interna, y en el caso de una batería de flujo principalmente debido a la difusión del electrolito en el electrodo, en donde en algunos casos un lento flujo del electrolito o incluso un estancamiento causa sobretensiones críticas localizadas, es decir polarizaciones. En el estado de la técnica, el electrolito que fluye a través del electrodo durante la trayectoria recibirá cargas de manera que la porción final del electrodo es alimentada por un electrolito que tiene un mayor voltaje con respecto a la entrada, y esta sobretensión está realmente cercana al voltaje máximo permisible para una batería de flujo de vanadio. Esto es limitar la potencia.

La FIG. 5 muestra un diseño de campo de flujo interdigital adicional de acuerdo con el estado de la técnica en el que la placa bipolar (19) tiene dos canales con terminales muertos que están insertados en la misma y que fuerzan el flujo del electrolito (24) para que fluya a través del grosor del electrodo positivo (15) y el electrodo negativo (18) transversalmente como se indica mediante las trayectorias de línea de flujo mostradas. En este caso, se muestra que la región del campo de

flujo (24) tiene franjas (24a, 24b y 24c). También en este caso, durante el flujo lineal del electrolito dentro de los canales antes de pasar a través de los electrodos, a medida que el electrolito entra en contacto con los electrodos se produce una transferencia de carga, creando en cualquier caso una diferencia en la polarización en el área activa según se describe en la FIG. 4. Se muestra una serie de franjas sombreadas para describir el fenómeno.

Por lo tanto, existe la necesidad de proporcionar una batería de flujo redox de vanadio en la que los electrodos son alimentados homogéneamente a fin de solucionar los problemas que presentan los diseños de batería de flujo convencionales que se describen líneas arriba, para obtener una transferencia de carga eficiente de modo que se pueda aumentar la densidad de la corriente eléctrica y se pueda mejorar la eficiencia energética, reduciendo la presión operativa de los electrolitos.

RESUMEN DE LA INVENCION

Por consiguiente, el objetivo de la presente invención es proporcionar un apilamiento de baterías de flujo redox de vanadio que tiene un diseño de placa bipolar innovador que comprende: al menos dos placas terminales; al menos una membrana de intercambio de protones; al menos dos electrodos porosos que atrapan la membrana de intercambio de protones entre ellos; múltiples empaquetaduras; al menos una placa bipolar que tiene un canal de campo de flujo con terminales muertos en ambos lados; al menos dos distribuidores de flujo de múltiples puntos que tienen múltiples orificios. Dicho distribuidor de múltiples puntos se coloca en la parte superior de la placa bipolar en correspondencia con los campos de flujo, de manera que los múltiples orificios se alinean con los canales de flujo de entrada y de salida; un electrodo positivo y un electrodo negativo se colocan en la parte superior del distribuidor de flujo de múltiples puntos; en donde los orificios insertados en el distribuidor de flujo de múltiples

puntos sirven para permitir que el electrolito tenga iones de vanadio en diferentes estados de oxidación para fluir a través de los electrodos, y, mediante la reacción electroquímica de los iones de vanadio en el electrolito se genera una energía eléctrica que sale hacia la carga externa, o la energía eléctrica externa se convierte en energía química almacenada en los iones de vanadio. El novedoso diseño de placa bipolar de la presente invención se puede usar en una batería de flujo redox de vanadio.

Los problemas de la batería de flujo convencional antes mencionada que incluyen la concentración de la polarización del electrolito se mejoran usando el novedoso diseño de placa bipolar de la presente invención. Paralelamente, en la presente invención, la eficiencia de la conversión de energía electroquímica aumenta debido a que los electrodos tienen un área de reacción homogénea y se reduce la presión operativa de los electrolitos.

Esto es una mejora en la densidad de potencia sobre el tipo de campo de flujo interdigital de la FIG. 4 por un factor de alrededor de 2, y una mejora en la densidad de potencia sobre el tipo de flujo de circulación de la FIG. 6 por un factor de alrededor de 6.

Un objetivo adicional de la presente invención es proporcionar una batería de flujo que tiene bajos costos, que es relativamente simple de poner en práctica y su aplicación es segura.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

Las características y ventajas adicionales de la invención serán más aparentes a partir de la descripción de una materialización física preferida pero no exclusiva de

la batería de flujo de acuerdo con la invención, que se muestra a modo de ejemplos no restrictivos en los dibujos que acompañan la invención, en donde:

La FIG. 1 es una vista esquemática que muestra una batería de flujo redox de vanadio convencional.

La FIG. 2 es una vista esquemática axonométrica de un apilamiento de baterías de flujo de acuerdo con el estado de la técnica.

La FIG. 3 es una vista esquemática axonométrica de un diseño de placa bipolar convencional de un tipo de flujo de circulación, de acuerdo con el estado de la técnica.

La FIG. 4 es una vista esquemática axonométrica de un electrodo convencional de tipo interdigital, de acuerdo con el estado de la técnica.

La FIG. 5 es una vista esquemática axonométrica de un diseño de placa bipolar adicional de tipo interdigital, de acuerdo con el estado de la técnica.

La FIG. 6 es una vista esquemática axonométrica de un electrodo convencional adicional de un tipo de flujo de circulación, de acuerdo con el estado de la técnica.

La FIG. 7 es una vista esquemática axonométrica de un diseño de placa bipolar de acuerdo con la presente invención.

La FIG. 8 es una vista esquemática axonométrica del diseño de placa bipolar de acuerdo con la presente invención.

La FIG. 9 es una vista esquemática axonométrica de un electrodo que funciona de acuerdo con la presente invención.

La FIG. 10 es una vista esquemática axonométrica de un apilamiento de baterías de flujo de acuerdo con la presente invención.

La FIG. 11 es una vista esquemática seccional tomada transversalmente a los canales en la placa bipolar, que muestra ambos lados de la placa bipolar y el montaje de los componentes.

La FIG. 12 es una vista en primer plano de la porción de entrada de la placa bipolar, que muestra canales de entrada con terminales muertos y canales de salida paralelos, así como el flujo hacia los canales con terminales muertos.

DESCRIPCIÓN DE LAS MATERIALIZACIONES FÍSICAS

Las FIGS. 1-6 se han descrito líneas arriba.

La FIG. 7 es una vista esquemática axonométrica del montaje de placa bipolar que tiene una placa bipolar (19) del tipo que se describe líneas arriba con respecto a las FIGS. 3 y 5. La placa bipolar (19) de la presente invención se diferencia en que ésta tiene múltiples canales de entrada con terminales muertos paralelos (25) (también denominados en adelante un campo de flujo de entrada) y múltiples canales de salida con terminales muertos (26) (también denominados en adelante

campo de flujo de salida) que están conectados interdigitalmente con los canales de entrada (25) como se muestran en la FIG. 7. Un primer plano de esta disposición se ilustra claramente en la FIG. 12.

Específicamente, la FIG. 7 muestra un montaje de placa bipolar innovador para una batería de flujo redox de vanadio que incluye la placa bipolar (19) que tiene dos caras mutuamente opuestas respectivamente – como se muestra claramente en la FIG. 11 – un campo de flujo con terminales muertos de entrada (25), un campo de flujo de salida (26), un distribuidor de flujo de múltiples puntos (27) que tiene múltiples orificios (28). Los orificios (28) están separados con una distancia relativamente cercana entre ellos, por ejemplo 8 mm de separación, y en donde los orificios (28) están distribuidos sustancialmente de modo uniforme sobre la superficie del distribuidor de flujo múltiples puntos (27). Sólo se muestra un lado de la placa bipolar (19), siendo el lado opuesto idéntico (ver FIG. 11) y por lo tanto no se muestra en la FIG. 7.

El distribuidor de flujo de múltiples puntos (27) se coloca en la parte superior de los campos de flujo de la placa bipolar (25) y (26), de modo que los orificios (28) están alineados para comunicarse con los canales (25) y (26) respectivamente. Un electrodo positivo (15) está dispuesto encima del distribuidor de flujo de múltiples puntos (27) en un lado de la placa bipolar (19), y un electrodo negativo (18) está dispuesto en el lado opuesto de la placa bipolar (19) respectivamente en la superficie opuesta del distribuidor de flujo de múltiples puntos (27). Ver la FIG. 12 donde se muestra esta disposición.

La FIG. 8 es una vista esquemática axonométrica del montaje de placa bipolar que muestra una trayectoria de fluido de entrada, un flujo de fluido transversal, y una trayectoria de fluido de salida. Esto se muestra por medio de diferentes tonalidades para efectos de claridad, el flujo de entrada tiene líneas punteadas y el

flujo de salida tiene una línea negra continua. El flujo transversal se muestra como bucles semicirculares, lo cual es aproximadamente como se verá el flujo de fluido real; ver la FIG. 11 para una vista detallada del flujo de fluido transversal.

La FIG. 9 es una vista esquemática axonométrica de un electrodo (15, 18) que funciona en la disposición que se muestra en las FIGS. 7 y 8, como se describe líneas arriba. La dirección del flujo de entrada se muestra mediante una flecha marcada con D, y la dirección del flujo de salida se muestra con una flecha marcada con F. Debido al flujo de fluido transversal que se menciona líneas arriba con respecto a la FIG. 8, las franjas de la polarización corren transversalmente en la dirección de todo el flujo de fluido, y son franjas claras (110) intercaladas con franjas oscuras (112). La tonalidad está distribuida de manera mucho más uniforme a través de la superficie del electrodo (15, 18). Esto indica que se está usando toda la superficie del electrodo (15, 18), con menos concentración de polarización, debido a las franjas (110 y 112) en comparación con las franjas que se muestran en las FIGS. 4 y 6 que se describen previamente.

La FIG. 10 es una vista esquemática axonométrica de un apilamiento de baterías de flujo de acuerdo con la presente invención. El apilamiento de baterías de flujo tiene una placa superior y una placa inferior (16) (que de preferencia son las mismas que la placa bipolar (19) en construcción pero tiene sólo un lado que se usa), y éstas respectivamente contienen un número indefinido (es decir, un número seleccionado arbitrariamente) de celdas planas respectivamente constituidas por una serie de electrodos de cátodos (15) una serie de membranas de intercambio de protones (17), una serie de placas bipolares (19) provistas de los distribuidores de flujo de múltiples puntos (27) en las dos caras mutuamente opuestas (como se muestra en la FIG. 11), una serie de electrodos de ánodos (18), una serie de empaquetaduras (14), en donde todos los anteriores constituyen un apilamiento de baterías de flujo que cuenta con las bombas correspondientes (no se muestran en la FIG. 10) para el suministro de electrolitos a las celdas

planas específicas, provistas con los distribuidores de flujo de múltiples puntos (27) en las dos caras mutuamente opuestas para la transferencia independiente de electrolitos, y en donde las celdas se separan mutuamente mediante membranas de intercambio de protones (17) y electrodos (15, 18).

Las celdas planas del apilamiento de baterías en la materialización física recomendada se alinean mutuamente y se apilan para así constituir un paquete laminar. La placa terminal (19) se dispone al menos en un frente del paquete laminar. La placa terminal (19) cuenta con un par de canales de acceso en el lado de entrada que son el par largo de aberturas (sin número) en el lado de entrada, y un par de aberturas de descarga en el lado de salida (sin número), que proporcionan un acceso para los electrolitos que llegan de los tanques de electrolitos por medio de dos bombas (como se muestra en la FIG. 1), y que proporcionan la salida de descarga para los electrolitos que salen, y que están conectados a los respectivos tanques de la FIG. 1.

Como se describe en la FIG. 8 de la presente invención, en el distribuidor de flujo de múltiples puntos (27) el flujo del electrolito proviene respectivamente de los orificios de alimentación (28) conectados en correspondencia con el campo de flujo con terminales muertos de entrada (25), en donde el electrolito fluye transversalmente haciendo una trayectoria muy corta, y cae respectivamente en los orificios (28) que están conectados al campo de flujo de salida (26).

Como se muestra en la FIG. 8, el distribuidor de flujo de múltiples puntos (27) tiene una pluralidad de orificios (28) homogéneamente distribuidos sobre la superficie. Estos orificios se colocan a poca distancia entre sí, por ejemplo 8 mm, en donde el flujo del electrolito (29) fluye a través de dicha pluralidad de orificios (28). Estos flujos se extienden sobre las superficies del distribuidor creando múltiples flujos de electrolito (29), como se indica con las flechas. Como se menciona líneas arriba,

estos múltiples flujos (29) se distribuyen de manera uniforme sobre la superficie, y los flujos pasan transversalmente a través de los electrodos (15-18) colocados sobre la superficie del distribuidor de flujo, y debido a la corta trayectoria entre los orificios de entrada y los orificios de salida ocurre localmente la transferencia de carga al electrolito en condiciones homogéneas en toda la superficie del electrodo.

Esto constituye una mejora en la densidad de potencia sobre el tipo de campo de flujo interdigital de la FIG. 4 por un factor de alrededor de 2, y una mejora en la densidad de potencia sobre el tipo de flujo de circulación de la FIG. 6 por un factor de alrededor de 6.

Como se muestra en la FIG. 9 de la presente invención, se ilustra un electrodo (15-18) en operación, en donde la transferencia de carga al electrolito está indicada mediante el cambio de colores. La transferencia de carga se distribuye homogéneamente en toda la superficie del electrodo, mientras aumenta la densidad de la corriente eléctrica, mejora la eficiencia de la energía, y se reduce la presión operativa.

Dentro de las características importantes de la presente invención se incluye las de obtener un diseño de placa bipolar de alta eficiencia montando la placa bipolar y el distribuidor de múltiples puntos juntos, en donde en la placa bipolar de grafito (19) se crean los canales de campo de flujo para permitir que el electrolito fluya a los orificios del distribuidor de modo que se pueda disminuir los problemas relacionados con la distribución homogénea y la concentración de la polarización del electrolito. Paralelamente, la reactividad del electrodo se incrementa por medio de la combinación de múltiples orificios a poca distancia entre sí de modo que la transferencia de carga al electrolito fluye volviéndose más eficiente, la conversión de energía mejora y se reduce la presión operativa. El diseño presentado por la presente invención se puede aplicar no sólo a baterías de flujo

sino también a una variedad de dispositivos electroquímicos, tales como, por ejemplo, la celda de combustible, los electrolizadores y todos los demás dispositivos electroquímicos en donde la distribución del flujo es crítica.

La FIG. 11 es una vista esquemática seccional tomada transversalmente a los canales en la placa bipolar, que muestra ambos lados de la placa bipolar y el montaje de los componentes. Estos se han descrito líneas arriba.

La FIG. 12 es una vista en primer plano de la porción de entrada de la placa bipolar, que muestra los canales de entrada con terminales muertos (25) y canales de salida paralelos (26), así como el flujo (usando flechas) hacia adentro o hacia afuera de los canales con terminales muertos (25, 26). Esto se ha descrito líneas arriba.

A pesar que los orificios (28) en el distribuidor de flujo de múltiples puntos (27) se muestran uniformes en la materialización física recomendada, la presente invención no está limitada a esto. Los orificios pueden variar en tamaño, forma y ubicación, y pueden variar en estos aspectos para controlar las variables tales como flujo de fluido, presión a lo largo de la trayectoria de flujo, temperatura y polarización, entre otros.

Aunque la presente invención se ha descrito con referencia a las materializaciones físicas recomendadas de la misma, es aparente para los expertos en la técnica que se pueden hacer una variedad de modificaciones y cambios sin apartarse del alcance de la presente invención, la cual se pretende definir mediante las reivindicaciones adjuntas.