

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 420 982**

51 Int. Cl.:

C25B 1/12 (2006.01)

C25B 9/20 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **17.09.2009 E 09783130 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **10.04.2013 EP 2340322**

54 Título: **Electrolizador de alta presión**

30 Prioridad:

27.10.2008 EP 08018734

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

28.08.2013

73 Titular/es:

**CASALE CHEMICALS S.A. (100.0%)
Via Giulio Pocobelli, 6
6900 Lugano-Besso, CH**

72 Inventor/es:

SIOLI, GIANCARLO

74 Agente/Representante:

PONS ARIÑO, Ángel

ES 2 420 982 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

Electrolizador de alta presión.

5 Campo de la invención

La invención se refiere al campo de los electrolizadores, especialmente para la electrolisis de agua. Más en detalle, la invención se refiere a un electrolizador que comprende una pila de células dentro de un recipiente a presión, para funcionamiento a alta presión.

10

Técnica anterior

La electrolisis es un procedimiento bien conocido para separar elementos enlazados químicamente. El procedimiento puede realizarse a presión cuando se desea obtener los productos de la electrolisis a la misma presión.

15

Una de las aplicaciones más comunes de la electrolisis es la producción de hidrógeno (H_2) mediante electrolisis de agua y, en el resto de esta memoria descriptiva, se hará referencia a este uso preferido de la invención.

20 La generación de hidrógeno mediante electrolisis de agua es bien conocida a presiones hasta aproximadamente 30 bares, para servir a procedimientos químicos. En los últimos años, sin embargo, ha surgido la necesidad de producir hidrógeno a una presión mucho mayor.

El hidrógeno es un mejor candidato para almacenamiento y transporte de energía, especialmente para generación de energía distribuida a partir de fuentes renovables y para suministrar energía a vehículos que funcionan con hidrógeno o con pila de combustible. El almacenamiento de hidrógeno para su uso como combustible o portador de energía, sin embargo, requiere una presión muy alta, por ejemplo 200 bares o más. Actualmente, se consideran presiones adecuadas para el almacenamiento de hidrógeno combustible 350 bares (5000 psi) o 700 bares (10.000 psi). La compresión de hidrógeno a estas presiones muy altas requiere costosos compresores de etapas múltiples y consume mucha energía. Por lo tanto, existe una fuerte necesidad de una electrolisis capaz de producir directamente el hidrógeno a la presión anterior.

30

El documento US 4.758.322 desvela una estructura bien conocida de un electrolizador, la llamada configuración de filtro-prensa. Una serie de células bipolares se apilan en serie, y se colocan juntas entre dos placas del extremo, interconectadas mediante varillas de conexión. Cada una de las células bipolares comprende un compartimento anódico, y un compartimento del cátodo, separados por un diafragma o una membrana. A su vez, cada célula está separada de la siguiente por una pared conductora, la llamada placa bipolar, que tiene polaridad opuesta en las dos caras. La pila de células se mantiene junta mediante las placas del extremo que forman las conexiones del extremo del ánodo (+) y el cátodo (-) de la pila. Las placas del extremo son empujadas una hacia la otra por las varillas de conexión que están aisladas eléctricamente para evitar un cortocircuito de las células. Un electrolito líquido se introduce en las células, y los gases producidos se recogen desde este.

35

40

Este electrolizador tiene una capacidad limitada para funcionar a presión interna, es decir con el electrolito y los gases producidos a presión. Los marcos de las células y las placas del extremo de la pila de células, de hecho, deben soportar toda la diferencia de presión (Δp) entre el interior y el exterior, habitualmente a presión atmosférica. A cierta Δp , los marcos de las células no son capaces de resistir las tensiones mecánicas, ni sus juntas de impedir la fuga del electrolito o los gases y, en la práctica, este electrolizador está limitado a una presión interna de varias decenas de bares.

45

50 Para superar este problema, se ha propuesto un tipo diferente de electrolizadores presurizados. La idea básica es equilibrar la presión interna de la pila de células, accionando la misma pila de células dentro de un recipiente presurizado.

50

El documento US 6.153.083 desvela un electrolizador para la electrolisis de agua a presión, cuando la pila de células bipolares, que responde a la ya mencionada configuración de filtro-prensa, es encapsulada en un recipiente a presión. Los dos electrodos del extremo de la pila están conectados a la fuente de electricidad mediante dos cables que conducen al interior que discurren a través del recipiente a presión, estando el interior del recipiente a presión lleno de agua presurizada que rodea a la pila de células. Son defectos de este diseño, sin embargo, dado que no se describen en detalle, aunque muy difíciles de resolver en la práctica, el pasaje de los cables a través del recipiente

55

presurizado, y dispositivos para suministrar el electrolito alcalino dentro de la pila de células, así como para recoger el hidrógeno y el oxígeno gaseosos suministrados por la pila. En la práctica, existe la necesidad de proporcionar entradas/salidas a través del recipiente presurizado, donde la estanqueidad es crucial y cualquier fuga puede poner en peligro el funcionamiento del electrolizador. Una caída de presión en el recipiente, en particular, causaría, en la mayoría de los casos, daños irreparables al interior del electrolizador. Además, este diseño se ha usado para presiones de hasta 30 bares, insuficientes para el almacenamiento de hidrógeno tal como se ha descrito anteriormente.

Una técnica de encapsulación diferente se desvela en el documento DE 44 18 999. El bloque de células está rodeado por un tubo de presión, cerrado en los dos extremos por dos bridas respectivas, que son también las cubiertas del extremo del bloque de células, y están provistas, por lo tanto, de las conexiones necesarias para conducir los fluidos dentro y fuera de las células electrolíticas. El espacio dentro del tubo de presión y fuera del bloque de células se coloca a presión hidráulica mediante el electrolito suministrado a las células electrolíticas. Para compensar la expansión diferencial entre el bloque de células y el recipiente, que son forzados a tener la misma longitud, los marcos de las células (de material no conductor) se alternan con juntas planas elastoméricas. Este diseño tiene un punto débil en la estanqueidad de dichas juntas y, además, el uso del electrolito conductor como fluido presurizante aumenta el riesgo de cortocircuito en caso de fuga de las células.

Otro problema de la técnica anterior es la diferente expansión térmica del recipiente o el tubo de presión, en comparación con la expansión térmica del interior de la pila de células, que puede ser la causa de tensión mecánica con el riesgo de fuga y liberación de electrolito. En un sistema presurizado con agua, incluso una pequeña fuga de electrolito es fatal, dado que el agua se vuelve conductora, con la aparición de derivaciones eléctricas y corrientes parásitas, y pérdidas de energía relacionadas o incluso cortocircuitos y daños graves de la pila de células.

Por lo tanto, las desventajas de la técnica anterior pueden resumirse de la siguiente manera. Algunos de los electrolizadores presurizados conocidos pueden funcionar a niveles de presión muy por debajo de la necesidad para una reducción razonable del volumen específico de hidrógeno con el fin del almacenamiento a granel de gas; las conexiones de fluido y eléctricas a través del recipiente a presión, en particular, son críticas para la estanqueidad del sistema; El uso generalizado de agua como medio presurizante deja el riesgo de corrientes parásitas o peligrosos cortocircuitos en caso de fuga del electrolito; el uso alternativo del electrolito para presurizar el recipiente es aún más peligroso por las razones descritas anteriormente. Estas desventajas, descritas en relación con la electrolisis de agua, también pueden generalizarse a otras aplicaciones.

Resumen de la invención

El problema subyacente de la invención es proporcionar una estructura de un electrolizador de pila de células presurizadas adaptado para superar las limitaciones anteriores, y en particular para generar de forma segura y fiable hidrógeno a partir de agua, a la alta presión requerida mediante el uso de hidrógeno como combustible o portador de energía.

Este problema se resuelve con un electrolizador que comprende:

- un recipiente a presión que tiene una envuelta y extremos cerrados opuestos;

- una pila de células electrolíticas dentro de dicho recipiente a presión, que comprende una pluralidad de células electrolíticas bipolares apiladas entre una primera y una segunda placas del extremo terminales, estando la pila de células dispuesta para funcionar a presión interna;

- conexiones de fluido para suministrar un electrolito a la pila de células y para recoger el producto o productos de la electrolisis de la pila de células, y conexiones eléctricas que comprenden al menos una conexión de ánodo y una de cátodo,

estando el electrolizador caracterizado porque:

- la primera placa del extremo terminal de la pila de células forma una pieza con uno de dichos extremos cerrados del recipiente a presión, formando de este modo un cabezal estacionario de la pila de células;

- dicho cabezal estacionario está equipado con dichas conexiones de fluido y conexiones eléctricas de ánodo y de cátodo con la pila de células;

- la segunda placa del extremo terminal de la pila de células está dentro del recipiente y es libre para moverse en una dirección longitudinal con respecto a la primera placa del extremo terminal y al recipiente, en respuesta a la expansión o contracción térmica, formando de este modo un cabezal flotante de la pila de células

5

En una realización preferida de la invención, dichos extremos cerrados son una cubierta en un lado, y una cubierta del extremo plana o brida inerte, que también constituye la primera placa del extremo terminal de la pila de células, en el otro lado.

- 10 De acuerdo con características preferidas, dichas conexiones eléctricas de ánodo y de cátodo comprenden: al menos un primer conector eléctrico, preferentemente en forma de una varilla de conexión, que pasa a través de la primera placa del extremo terminal, aislada de dicha placa y conectada eléctricamente a la primera célula de la pila, concretamente la célula más cercana al cabezal estacionario; al menos un segundo conector eléctrico asociado y conectado eléctricamente a la primera placa del extremo terminal, estando la primera placa del extremo terminal
- 15 conectada eléctricamente con la segunda placa del extremo terminal. Por ejemplo, el primer conector eléctrico es positivo, portando la corriente anódica a la primera célula, y dicho segundo conector eléctrico es el negativo, teniendo de este modo la función de terminación del cátodo para la última célula de la pila.

En una realización preferida, las placas del extremo terminales de la pila de células se colocan juntas mediante

20 varillas de conexión, que proporcionan conexión mecánica y eléctrica entre las dos placas.

Una realización preferida de la invención dispone que el electrolizador esté completamente polarizado al mismo potencial que el cabezal flotante, y que solamente una de las conexiones eléctricas (ánodo/cátodo) deba tomarse desde el interior del electrolizador, a través de la envuelta o cualquier cubierta del recipiente. Por ejemplo, las varillas

25 de conexión que constituyen la conexión eléctrica negativa están fijadas al extremo cerrado que forma el cabezal estacionario, que está eléctrica y mecánicamente conectado mediante varillas de conexión al cabezal flotante interno y a continuación a la placa del extremo terminal de la pila de células; una varilla de conexión aislada pasa a través del cabezal flotante, proporcionando la conexión eléctrica positiva a la primera placa del extremo de la pila.

30 De acuerdo con otro aspecto de la invención, el recipiente se mantiene a presión con un gas, en lugar de un líquido como en la técnica anterior. Por lo tanto, un aspecto de la invención es un electrolizador que comprende un recipiente a presión y una pila de células electrolíticas dentro de dicho recipiente a presión, comprendiendo la pila de células una pluralidad de células electrolíticas bipolares apiladas entre una primera y una segunda placas del extremo terminales, caracterizado porque el recipiente es presurizado por un gas.

35

El gas que presuriza el recipiente puede tomar o no parte en el procedimiento de electrolisis. Más específicamente, el gas que presuriza el recipiente es, por ejemplo, un gas inerte, es decir que tiene naturaleza inerte en relación con el procedimiento de electrolisis o, como alternativa, un gas producido a presión en el propio procedimiento de electrolisis. Preferentemente, el gas se toma del procedimiento de electrolisis, que se lleva a cabo en la pila de

40 células a una presión que puede ser mayor que el nivel de presión en el recipiente, de modo que no se requiere compresión intermedia para el uso de dicho gas para presurizar el recipiente.

Un equipo para electrolisis, de acuerdo con la invención, comprende: un electrolizador con una pila de células dentro de un recipiente a presión, estando la pila de células adaptada para suministrar al menos un producto gaseoso a

45 presión; al menos un recipiente que recibe dicho producto gaseoso y adaptado para separar el producto gaseoso del electrolito arrastrado; un conducto de flujo que suministra al menos una parte de dicho producto gaseoso como medio presurizante a dicho recipiente a presión.

Preferentemente, en un electrolizador presurizado con gas de acuerdo con la invención, la pila de células tiene la

50 disposición anterior con un cabezal estacionario y un cabezal flotante, concretamente: la primera placa del extremo terminal de la pila de células forma una pieza con una de las cubiertas del extremo del recipiente a presión, formando, de este modo, el cabezal estacionario, equipado con conexiones de fluido adecuadas para suministrar el electrolito a la pila de células, y para recoger el producto o productos de la electrolisis, y también equipado con conexiones eléctricas de ánodo y de cátodo con la pila de células; la segunda placa del extremo terminal es móvil en

55 una dirección longitudinal con respecto al primer extremo terminal y el recipiente, en respuesta a expansión y contracción térmica, constituyendo de este modo el cabezal flotante.

En referencia ahora a la aplicación preferida a la electrolisis de agua, puede usarse nitrógeno o cualquier otro gas inerte en relación con la electrolisis de agua como medio presurizante en un electrolizador presurizado con gas de

acuerdo con la invención; en una segunda opción, al menos una parte del hidrógeno o una parte del oxígeno suministrado a presión por la pila de células se usa para presurizar el recipiente. La presión interna de la pila de células en funcionamiento es, preferentemente, de al menos 30 bares, más preferentemente mayor de 100 bares y aún más preferentemente en el intervalo de 100 a 700 bares.

5

Un equipo para la electrolisis de agua, de acuerdo con una realización preferida de la invención, comprende: un electrolizador que comprende una pila de células dentro de un recipiente a presión, estando la pila de células adaptada para suministrar hidrógeno y oxígeno a presión; al menos un recipiente de separación que recibe el hidrógeno y otro recipiente de separación que recibe el oxígeno producido en el electrolizador, estando dichos

10

recipientes adaptados para separar el hidrógeno y el oxígeno, respectivamente, del electrolito arrastrado; un conducto de flujo que suministra al menos una parte de dicho hidrógeno o una parte de dicho oxígeno como medio presurizante a dicho recipiente a presión, desde el recipiente respectivo. El electrolizador de dicho equipo para electrolisis de agua tiene, preferentemente, la disposición descrita anteriormente con un cabezal estacionario y un

15

cabezal flotante. La presión puede estar controlada por ejemplo con un controlador de presión diferencial, sensible a la delta-p entre los dos recipientes, o manteniendo constante el nivel del electrolito arrastrado en el recipiente respectivo, desde el que se toma el medio presurizante (hidrógeno u oxígeno).

20 En todas las realizaciones anteriores de la invención, la estanqueidad al fluido de la pila de células se obtiene preferentemente de acuerdo con la divulgación del documento EP 0212240. Cada célula bipolar tiene dos elementos, llamado elemento separador y elemento bipolar, en forma de marcos que portan internamente el diafragma o membrana y, respectivamente, la placa bipolar. Los marcos son, preferentemente, de forma circular para soportar la presión interna, y están moldeados de plástico reforzado, con el resultado de que son no

25

conductores de electricidad. Su estanqueidad se obtiene de forma sencilla mediante juntas tóricas, requiriendo un esfuerzo muy bajo de las varillas de conexión y las cubiertas del extremo relacionadas que completan la configuración de filtro-prensa de la pila. El electrolito líquido y los gases producidos se distribuyen y se recogen de las células mediante canales moldeados dentro de los marcos, que terminan en una de las placas metálicas

30

terminales. Los marcos son relativamente finos, en el intervalo de varios milímetros, así como la cámara del cátodo y del ánodo de cada célula, que están ocupadas por electrodos muy finos y flexibles. La técnica de moldeo permite producir grandes series de marcos en un corto periodo. Además, marcos de diferente tamaño pueden moldearse fácilmente para producir células de diferente capacidad. La elevada densidad de corriente y el limitado tamaño de las células

35

permiten una construcción muy compacta, con la posibilidad de ensamblar totalmente la planta de electrolisis antes del envío.

La invención tiene muchas ventajas que permiten llevar a cabo de forma segura y fiable el procedimiento de electrolisis a una presión mucho mayor que en la técnica anterior. La invención permite hacer disponible el producto

40

gaseoso a una presión muy por encima de los 30 bares que son sustancialmente el límite de la técnica anterior; en particular, la invención es adecuada para la producción de H₂ a partir de electrolisis de agua, directamente a una presión de cientos de bares, según se requiere para vehículos impulsados por hidrógeno. Dado que el hidrógeno está directamente disponible a partir de la electrolisis a la presión de uso, los costes relacionados con la compresión se ahorran, o se reducen enormemente, y el uso de hidrógeno como combustible o portador de energía se hace más

45

atractivo.

La pila de células con cabezal estacionario y cabezal flotante resuelve los problemas de elongación térmica diferencial entre la pila y el recipiente de contención, dado que el cabezal flotante no está firmemente asociado con la envuelta del recipiente, sino que, por el contrario, es libre para moverse en expansión térmica. Además, gracias a

50

la invención, las conexiones eléctricas están disponibles en el cabezal estacionario, no siendo ya necesario proporcionar las conexiones eléctricas a través de la envuelta o la cubierta del recipiente, que son puntos críticos para la estanqueidad del sistema. Una ventaja adicional de la invención, tal como se mostrará, es la garantía de una conexión a tierra segura de todo el electrolizador para prevenir accidentes para los operarios.

55 El uso de un medio presurizante gaseoso mantiene un mejor aislamiento eléctrico y reduce el riesgo de pérdidas de energía o cortocircuito causado por fuga del electrolito. En los sistemas presurizados con agua de la técnica anterior, una pequeña pérdida de electrolito debida a la fuga de la pila, puede hacer conductora al agua que presuriza el recipiente, favoreciendo las corrientes parásitas que implican a la pila y al recipiente. Pueden producirse consecuencias muy perjudiciales cuando la presión hidráulica es proporcionada directamente por el electrolito, dado

que la solución electrolítica es mucho más conductora que el agua.

El uso de un gas producido en el propio procedimiento, como medio presurizante, tiene la ventaja adicional de que no se requiere ninguna unidad de compresión externa. El gas suministrado por la pila de células, por ejemplo hidrógeno u oxígeno en electrolisis de agua, puede ser enviado al recipiente sin ninguna compresión intermedia entre la salida de la pila de células y la entrada al recipiente a presión, o con una compresión mucho menos costosa, por ejemplo una única etapa en lugar de múltiples etapas. Además, cuando se trata con electrolizadores de muy alta presión que funcionan a 5000 psi o más, los gases inertes no están disponibles en el mercado a dichos niveles de presión, y sería necesario proporcionar un sistema de compresión de gas adicional y costoso.

Otra ventaja es que desde el inicio del procedimiento de electrolisis a baja presión, hasta la presión de funcionamiento final, la presurización con gas del recipiente a presión del electrolizador aumenta proporcionalmente, siguiendo la acumulación de la presión del procedimiento de electrolisis.

15 Descripción de los dibujos

La figura 1 ilustra esquemáticamente un electrolizador de acuerdo con una realización de la presente invención.

La figura 2 es un detalle del suministro de corriente anódica del electrolizador de la figura 1.

Las figuras 3 y 4 muestran ejemplos de diagrama de flujo relacionados con la aplicación de esta invención a la electrolisis de agua a alta presión.

Descripción detallada de realizaciones preferidas

En referencia a la figura 1, un electrolizador (100) se instala encerrando un elemento de pila de células (101) en un recipiente a presión (115), presurizado internamente mediante una fase gaseosa cuando está en funcionamiento. El recipiente está formado por una envuelta cilíndrica horizontal, con extremos cerrados, uno de los cuales es una cubierta embridada, el segundo una cubierta embridada o un extremo integral, de tipo plano o cóncavo. La realización preferida del segundo extremo es un extremo cóncavo, soldado a la envuelta cilíndrica. El material de construcción del recipiente puede ser un metal, o un material compuesto, como por ejemplo un material de fabricación reforzado con fibra.

La pila de células (101) está formada por células bipolares, que comprenden, cada una, un ánodo (102) y un cátodo (103), separados por un diafragma o una membrana (104). A su vez, cada célula está separada de la siguiente por una placa bipolar (105). Las células tienen marcos (106) que contienen canales (113) para la distribución del electrolito, y canales adicionales (114) para la recogida de los productos de electrolisis.

De acuerdo con la invención, una primera placa del extremo terminal (107a) de la pila de células (101) forma una pieza con una cubierta de placa del extremo del recipiente a presión, mientras que la segunda placa del extremo (108a) de la pila de células (101) es móvil dentro del recipiente, en una dirección longitudinal con respecto a la placa (107a) y la envuelta del recipiente (115), en respuesta a expansión y contracción térmica. Por lo tanto, la placa del extremo (107a) forma un cabezal estacionario (107) de la pila de células (101), mientras que la placa del extremo opuesta (108a) forma un cabezal flotante (108) de la misma pila de células.

El cabezal estacionario (107) está equipado con las conexiones de fluido para suministrar un electrolito a la pila de células, y para recoger el producto o productos de la electrolisis, y también está equipado con conexiones eléctricas de ánodo y de cátodo con la pila de células.

Volviendo de nuevo a la realización de la figura 1, todas las conexiones del procedimiento (122) de la pila (101), respecto a gases y líquidos, están agrupadas en la placa (107a), dejando a la pila libre para expandirse dentro del recipiente (115).

La conexión anódica viene dada por una varilla (120), que pasa a través de la placa (107a) y aislada eléctricamente con respecto a dicha cubierta mediante un casquillo (119), que lleva la corriente anódica directamente al primer ánodo (117) de la pila (101). Dicho primer ánodo (117) está aislado eléctricamente de la placa (107a) mediante una placa aislante (118). La varilla (120) está provista de juntas adecuadas, que le hacen estanca a fugas con respecto al espacio interno a presión.

La placa del extremo (108a) está eléctricamente en contacto con el cátodo del extremo (116) de la pila (101), y está conectada mediante varillas de conexión (109) a la placa (107a). Por lo tanto, las placas (107a) y (108a) son equipotenciales.

- 5 La conexión terminal de cátodo también está ubicada directamente en la placa (107a), en forma de una varilla de conexión (121). Al conectar a tierra esta conexión, todo el electrolizador está conectado a tierra, además de la única conexión anódica (120), que puede estar fácilmente protegida de cualquier contacto con el personal operario, haciendo de este modo al diseño particularmente seguro.
- 10 Debe observarse que el recipiente (115) es equipotencial con las placas de la pila de células (107a) y (108a), debido a la conexión eléctrica proporcionada por las varillas de conexión (109). Por lo tanto, la única conexión aislada que pasará desde el interior al exterior del electrolizador es la varilla (120), que en el ejemplo pasa a través de la cubierta del extremo del recipiente representada por la placa (107a).
- 15 Una realización preferida de la varilla de conexión anódica (120) se muestra con más detalle en la figura 2. La varilla de conexión (120) está soldada al primer ánodo (117) de la pila, mientras que, en el extremo opuesto, es roscada, y porta dos arandelas (131) y dos tuercas (132), diseñadas para fijar el cable eléctrico anódico. El casquillo tubular aislante eléctricamente (119) evita el contacto entre la varilla (120), con polarización anódica y la placa conectada a tierra (107).

20

Un casquillo aislante (125) y juntas planas (126) separan el espacio a alta presión, que actúa sobre el diámetro externo de dicho casquillo (125) y juntas (126), del espacio a baja presión, que rodea a la varilla (120). Las dos juntas (126) están comprimidas entre el casquillo (125) y la placa (107a) y, respectivamente, entre el casquillo (125) y el ánodo (117). Para mantener estancas a las juntas (126), una tuerca (130) arrastra al ánodo (117) contra la placa (107a) por medio de la varilla de conexión (120), muelles cónicos (129), ubicados entre dos arandelas (128), y un casquillo aislante (127). El espacio entre la placa (107a) y el ánodo (117) está ocupado por una placa aislante (118).

25

La selección de los materiales para la realización de los casquillos aislantes eléctricamente (125) y (127) requiere un cuidado especial, dado que ambos deben soportar elevadas fuerzas de compresión y, principalmente el elemento (125), debe ser impermeable a la humedad ambiente, evitando crear derivaciones eléctricas entre los elementos en polarización anódica y tierra. Un material utilizable para el elemento (125) es, por ejemplo, un compuesto de vidrio-mica, mientras que para el elemento (127) un material laminado de mica-papel puede ser adecuado.

30

Volviendo a la figura 1, un orificio (123) está provisto en el cabezal estacionario (107) para la presurización del espacio interno al recipiente a presión (115), y externo a la pila de células (101). Como alternativa, esta conexión puede ubicarse en cualquier punto en la envuelta (115).

35

En una realización preferida de esta invención, en la que el sellado entre sí de los marcos de las células de la pila se obtiene mediante juntas tóricas, tal como se desvela en el documento EP 0212240, la presión interna al recipiente (115) tiene que ser proporcional a la presión de funcionamiento dentro de la pila (101).

40

El medio presurizante, de acuerdo con un aspecto de la invención es, preferentemente, un gas. El gas presurizante puede ser, por ejemplo, nitrógeno, o argón, o dióxido de carbono, todos externos al procedimiento de electrolisis. Una fuente de uno de dichos gases inertes, como una bombona, puede estar conectada al orificio (123), por medio de una conexión tubular, provista de un reductor o controlador de presión. En un segundo ejemplo, el gas que presuriza la camisa del electrolizador puede ser un producto gaseoso suministrado por el procedimiento de electrolisis, tal como hidrógeno u oxígeno en el caso de electrolisis de agua.

45

La figura 3 es un ejemplo de equipo para la electrolisis de agua, que comprende un electrolizador presurizado con gas (200) sustancia realizado como en las figuras 1-2.

50

El electrolizador (200) comprende una pila de células (210) dentro de un recipiente a presión (220), y produce hidrógeno y oxígeno, que son suministrados desde el cabezal estacionario de la pila de células a los recipientes (V-1) y (V-2), respectivamente, mediante tuberías (201) y (202). Junto con los gases, algo de electrolito es arrastrado y dichos recipientes (V-1) y (V-2) tienen la función de separar los gases del líquido arrastrado, que es devuelto al electrolizador mediante las tuberías (203) y (204).

55

El hidrógeno sale del recipiente (V-1) a través de la tubería (205), en la que el controlador de presión (PC-1) establece la presión en lado del hidrógeno dentro del recipiente reduciendo la sección de paso de la válvula (PCV-1),

y seguidamente el hidrógeno es suministrado para su uso final mediante una tubería (207).

El oxígeno sale del recipiente (V-2) a través de la tubería (206), para ser suministrado a su uso final mediante la tubería (209). La presión en el lado del oxígeno dentro del recipiente (V-2) está controlada por un controlador de presión diferencial (PDC), que reduce la sección de paso de una válvula (PDCV), para permanecer en el intervalo de la presión en el lado del hidrógeno.

Un conducto (208), que conecta el conducto (206) al recipiente a presión (200), mantiene la presión interna del propio recipiente en un valor controlado por el instrumento (PC-2) reduciendo la sección de paso de la válvula (PCV-02).

La realización descrita puede invertirse, intercambiando el papel de los dos gases, usando entonces hidrógeno como medio de presurización del recipiente (220).

15 Un ejemplo adicional se representa en la figura 4, que corresponde a criterios de control alternativos del procedimiento de electrolisis. Los recipientes (V-1) y (V-2) están interconectados en la parte inferior por una tubería, para igualar la presión interna de los dos recipientes y, por consiguiente, de los compartimentos del cátodo y anódico de las células. En este caso, la presión de suministro de hidrógeno está controlada como en el caso anterior de la figura 3. El suministro de oxígeno está controlado manteniendo constante el nivel de electrolito dentro de (V-2). La presurización del recipiente (220) se muestra realizada por el propio hidrógeno, a través del bucle (PC-2/PCV-2), aunque podría estar realizada por oxígeno, como en el caso de la figura 3. El experto en la materia puede seleccionar criterios de control alternativos.

25 La invención alcanza los objetivos y propósitos indicados anteriormente, y es, particularmente, adecuada para la producción de hidrógeno a alta presión a partir de la electrolisis de agua.

REIVINDICACIONES

1. Un electrolizador (100) que comprende:
- un recipiente a presión (115) que tiene una envuelta y extremos cerrados opuestos;
- 5
- una pila de células electrolíticas (101) dentro de dicho recipiente a presión, que comprende una pluralidad de células electrolíticas bipolares apiladas entre una primera placa del extremo terminal (107a) y una segunda placa del extremo terminal (108a), estando la pila de células dispuesta para funcionar a presión interna;
- 10 - conexiones de fluido para suministrar un electrolito a la pila de células y para recoger el producto o productos de la electrolisis de la pila de células, y conexiones eléctricas que comprenden al menos una conexión de ánodo y de cátodo,
- caracterizado porque:**
- 15 la primera placa del extremo terminal (107a) de la pila de células forma una pieza con uno de dichos extremos cerrados del recipiente a presión, formando de este modo un cabezal estacionario (107) de la pila de células;
- 20 dicho cabezal estacionario (107) está equipado con dichas conexiones de fluido (122) y conexiones eléctricas de ánodo y de cátodo (120, 121) con la pila de células;
- la segunda placa del extremo terminal (108a) de la pila de células está dentro del recipiente a presión (115) y es libre de moverse en una dirección longitudinal con respecto a la primera placa del extremo terminal y al recipiente, en respuesta a la expansión o contracción térmica, formando de este modo un cabezal flotante (108) de la pila de células.
- 25
2. Un electrolizador de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el recipiente (115) tiene una cubierta del extremo plana (107a) que también constituye dicha primera placa del extremo terminal de la pila de células (101).
- 30
3. Un electrolizador de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, en el que dichas conexiones eléctricas comprenden: al menos un primer conector eléctrico (120) que pasa a través de dicha primera placa del extremo terminal (107a) de la pila de células (101), aislado de dicha placa y conectado eléctricamente a la primera célula de la pila; al menos un segundo conector eléctrico (121) asociado y conectado eléctricamente a la primera placa del extremo terminal, estando la primera placa del extremo terminal (107a) conectada eléctricamente con la segunda placa del extremo terminal (108) de la pila (101).
- 35
4. Un electrolizador de acuerdo con la reivindicación 3, en el que dichas primera y segunda placas del extremo terminales de la pila de células se colocan juntas mediante varillas de conexión (109), que proporcionan conexión mecánica y eléctrica entre dichas primera y segunda placas del extremo (107a, 108a).
- 40
5. Un electrolizador de acuerdo con la reivindicación 3 o 4, en el que dicho primer conector eléctrico (120) y/o dicho segundo conector eléctrico (120) se realizan con una varilla de conexión.
- 45
6. Un electrolizador de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 3 a 5, en el que dicho primer conector eléctrico (120) es el positivo, que porta la corriente anódica a la primera célula de la pila de células (101), y dicho segundo conector eléctrico (121) es el negativo, teniendo de este modo la función de terminación del cátodo para la última célula de la pila.
- 50
7. Un electrolizador de acuerdo con la reivindicación 6, en el que el primer conector eléctrico (120) es una varilla de conexión que pasa a través del cabezal estacionario (107) de la pila de células (101), y aislada de dicho cabezal estacionario mediante un casquillo tubular (119); la varilla de conexión (120) está fijada al primer ánodo (117) de la pila (101); una placa aislante (118) está provista entre dicho primer ánodo (117) y el cabezal estacionario (107); un casquillo aislante (125) y juntas (126) están provistas para separar dicha varilla de conexión del espacio a presión dentro de la pila de células.
- 55
8. Un procedimiento de electrolisis, en particular para electrolisis de agua, en un electrolizador de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende un recipiente a presión y una pila de células electrolíticas dentro de dicho recipiente a presión, comprendiendo la pila de células una pluralidad de células

electrolíticas bipolares apiladas entre una primera y una segunda placas del extremo terminales, y dispuestas para funcionar a presión interna, **caracterizado porque** el recipiente, durante el funcionamiento de la pila de células, es presurizado por un medio gaseoso.

- 5 9. Un procedimiento de electrolisis de acuerdo con la reivindicación 8, en el que dicho medio gaseoso se produce a presión en dicha pila de células.
10. Un procedimiento de electrolisis de acuerdo con la reivindicación 9, en el que la presión en la pila de células es mayor que el nivel de presión en el recipiente.
- 10 11. Un procedimiento de electrolisis de acuerdo con la reivindicación 8 para electrolisis de agua, en el que la presión del hidrógeno suministrado por la pila de células es mayor de 30 bares y, preferentemente, está en el intervalo de 100 a 700 bares.
- 15 12. Un equipo para electrolisis, que comprende:
- un electrolizador (200) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11, que comprende una pila de células (210) dentro de un recipiente a presión (220), estando la pila de células adaptada para suministrar al menos un producto gaseoso a presión;
- 20
- al menos un recipiente (V-1) que recibe dicho producto gaseoso y adaptado para separar el producto gaseoso del electrolito arrastrado;
 - un conducto de flujo (208) que suministra al menos una parte de dicho producto gaseoso como medio presurizante
- 25 al interior de dicho recipiente a presión (220).
13. Un equipo de acuerdo con la reivindicación 12 para electrolisis de agua, en el que la pila de células (210) está adaptada para suministrar hidrógeno y oxígeno a presión, que comprende;
- 30 - al menos un recipiente (V-1) que recibe el hidrógeno y otro recipiente (V-2) que recibe el oxígeno producido en el electrolizador (200); estando dichos recipientes adaptados para separar el hidrógeno y el oxígeno, respectivamente, del electrolito arrastrado;
- un conducto de flujo (208) que suministra al menos una parte de dicho hidrógeno o una parte de dicho oxígeno
- 35 como medio presurizante al interior de dicho recipiente a presión (220), desde el recipiente respectivo.
14. Uso de un electrolizador o equipo de acuerdo con las reivindicaciones 1-7 o 12-13, para la producción de hidrógeno a una presión elevada a partir de la electrolisis de agua.

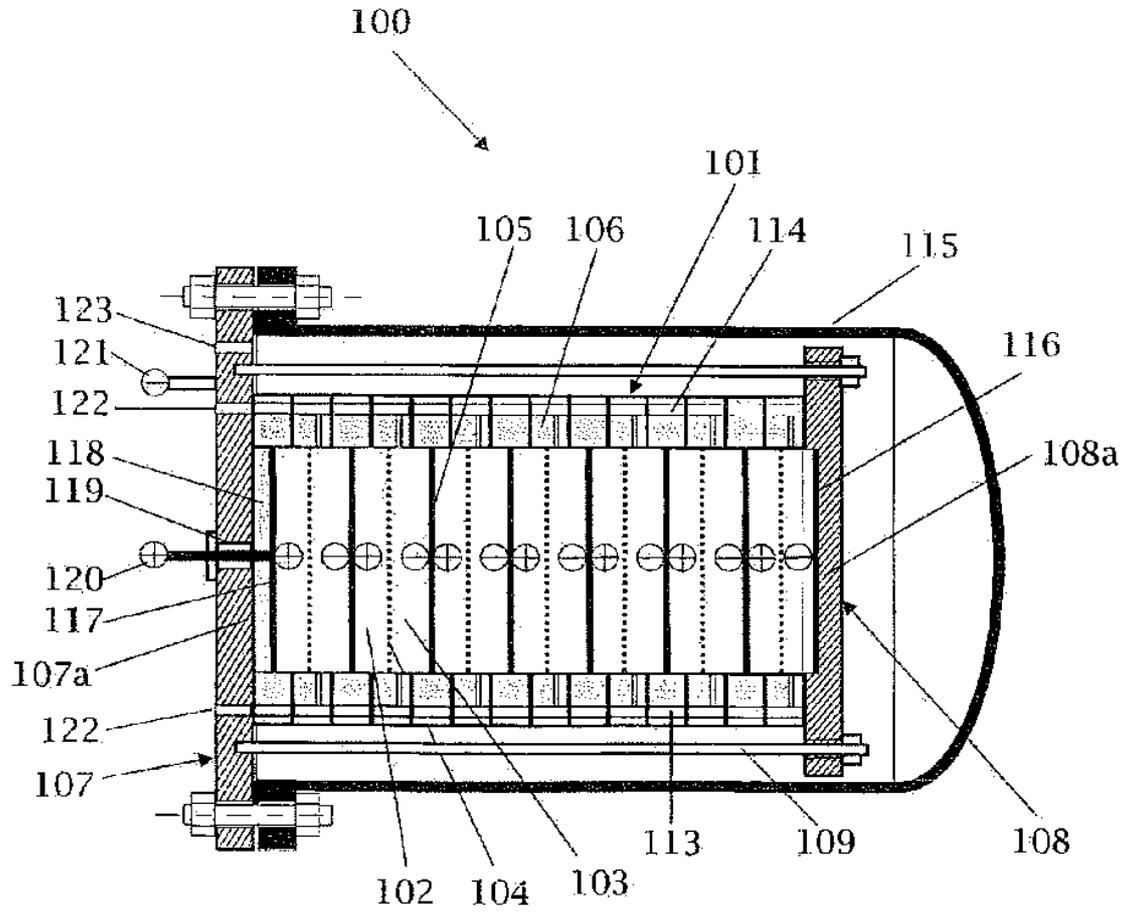


FIG 1

