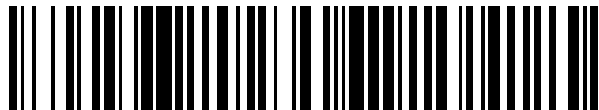


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 661 598**

51 Int. Cl.:

C02F 1/469 (2006.01)

B01D 61/44 (2006.01)

C02F 1/461 (2006.01)

C02F 1/20 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **28.01.2014 PCT/EP2014/051567**

87 Fecha y número de publicación internacional: **31.07.2014 WO14114806**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **28.01.2014 E 14701979 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **27.12.2017 EP 2948413**

54 Título: **Método de generación de agua electrolizada y generador para el mismo**

30 Prioridad:

28.01.2013 JP 2013013760

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

02.04.2018

73 Titular/es:

**INDUSTRIE DE NORA S.P.A. (100.0%)
Via Bistolfi 35
20134 Milano, IT**

72 Inventor/es:

**UNO, MASAHARU y
HAMAGUCHI, KATSUMI**

74 Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 2 661 598 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

Método de generación de agua electrolizada y generador para el mismo

5 Campo de la técnica

La presente invención se refiere a un método de generación de agua electrolizada y a un generador que genera, de forma estable y con una alta eficiencia de corriente, agua electrolizada ácida y agua electrolizada alcalina de alta calidad, libres de cloruros de metales alcalinos con alta corrosividad, tales como la sal.

10

Antecedentes de la técnica

Recientemente, el generador de agua electrolizada ha sido objeto de atención a través de diversos movimientos de las industrias, tales como: Establecimiento JIS para el generador de agua electrolizada como aparato para el hogar en 2005; artículos relacionados con la utilización de agua electrolizada en los Estándares de Gestión de Higiene en Comedores Escolares y manuales relacionados por el Ministerio de Educación, Cultura, Deportes, Ciencia y Tecnología en 2009, y los Materiales Didácticos por la Asociación Japonesa de Higiene Alimentaria, asociada al Ministerio de Salud, en 2009.

15

"Agua electrolizada" es un término general para la solución acuosa obtenida por electrolisis, a una tensión continua débil, del agua del grifo o de salmuera diluida, y se clasifica aproximadamente en "agua electrolizada ácida" formada en el ánodo y "agua electrolizada alcalina" formada en el cátodo.

20

En general, "agua electrolizada ácida" indica colectivamente el agua electrolizada ácida con un valor de pH de 6,5 o inferior. Presenta un fuerte poder esterilizador para diversas bacterias patógenas o bacterias resistentes a los medicamentos (como MRSA), y encuentra varios campos de aplicación que incluyen atención médica, odontología, alimentación o agricultura. El principal factor de esterilización es el agua con ácido hipocloroso formada por electrolisis.

25

Adicionalmente, el "agua electrolizada ácida" se clasifica en agua electrolizada fuertemente ácida, agua electrolizada ligeramente ácida y agua electrolizada débilmente ácida. El agua electrolizada con ácido hipocloroso como ingrediente positivo (concentración de cloro disponible: 20-60 ppm) de pH 2,7 o inferior se denomina agua electrolizada fuertemente ácida (agua con ácido hipocloroso fuertemente ácida). Para un generador de agua electrolizada fuertemente ácida, la puesta en práctica es autorizada individualmente basándose en la Ley de Asuntos Farmacéuticos (japonesa), y hasta el momento el generador está aprobado como dispositivo médico (con revisión de la Ley de Asuntos Farmacéuticos, venta de producción de equipos médicos) con el propósito de uso mencionado a continuación.

30

35

El agua electrolizada fuertemente ácida (cloro disponible: 40 ppm) muestra una actividad antibacteriana-antiviral (así como un alto efecto de inactivación de norovirus) igual al hipoclorito de sodio de alta concentración (1.000 ppm). Esto es porque mientras que la tasa de existencia del ácido hipocloroso (HCIO), como factor de esterilización, es aproximadamente del 90 % en agua electrolizada fuertemente ácida, el hipoclorito de sodio, que es alcalino, se encuentra en menos del 5 %, y el 95 % o más existe como ion ácido hipocloroso débilmente activo (CIO) Sin embargo, el ácido hipocloroso reacciona fácilmente con la materia orgánica y, por lo tanto, si hay mucha materia orgánica, el poder de esterilización del agua electrolizada fuertemente ácida disminuye notablemente. Para superar esto, se adopta un método como forma efectiva de tratar un objeto a esterilizar primero en agua electrolizada fuertemente alcalina, en la que se ha revelado que el efecto de eliminación de aceites, grasas y proteínas es alto, y luego se trata en agua electrolizada fuertemente ácida. Hasta el momento se han efectuado diversas pruebas sobre seguridad, con las cuales se confirma un alto nivel de la misma.

40

45

50

El agua electrolizada ligeramente ácida es una solución acuosa de ácido hipocloroso con un valor de pH de 5-6,5 y cloro disponible a 10-30 ppm, y es característico que toda el agua generada sea agua de esterilización. Muestra una actividad antibacteriana-antiviral similar a la del agua electrolizada fuertemente ácida. Los resultados de las pruebas de seguridad son los mismos.

55

El agua electrolizada débilmente ácida con un rango de pH intermedio entre el agua electrolizada ligeramente ácida y el agua electrolizada fuertemente ácida ha superado las deliberaciones de la Comisión de Seguridad Alimentaria. Se reconoce que el agua electrolizada débilmente ácida tiene una actividad y una seguridad equivalentes a las del agua electrolizada fuertemente ácida o el agua electrolizada ligeramente ácida.

60

Por otro lado, el "agua electrolizada alcalina" se compone principalmente de álcali cáustico generado simultáneamente en la electrolisis en el lado del cátodo. El "agua electrolizada alcalina" se clasifica aproximadamente en dos: agua electrolizada fuertemente alcalina (pH 11-11,5) y agua electrolizada débilmente alcalina (pH 9-10), llamada agua ionizada alcalina, formada al electrolizar agua del grifo utilizando un generador de agua electrolizada para el hogar, alias purificador de agua de iones alcalinos. El generador de agua electrolizada para el hogar es un nombre de equipo médico doméstico clasificado como "instrumento electrodoméstico 83,

65

5 generador de material médico" en la Orden de Cumplimiento de la Ley de Asuntos Farmacéuticos. Los efectos, como se menciona a continuación, del agua ionizada alcalina aprobada como dispositivo médico, se han confirmado en los resultados de estrictas pruebas clínicas comparativas. Más específicamente, es eficaz para la "diarrea crónica, indigestión, fermento anormal en el estómago y los intestinos, hiperacidez, y como antiácido". Además, se ha aceptado un efecto de mejora para el estreñimiento. Actualmente ha sido revisado en cuanto a tener "un efecto de mejora del síntoma gastrointestinal" con la revisión (2005) de la Ley de Asuntos Farmacéuticos.

10 Al electrolizar en el generador de agua electrolizada una solución acuosa en la que estén disueltos electrolitos que contengan cloruros de metales alcalinos, tal como una solución acuosa de cloruro de sodio o una solución acuosa de cloruro de potasio, en el ánodo se obtiene agua electrolizada ácida que contiene agua hipoclorosa y en el cátodo se obtiene agua electrolizada alcalina que contiene álcali cáustico. El sistema electrolítico para realizar la electrolisis aplicando como electrolito una solución acuosa de cloruro de sodio y una solución acuosa de cloruro de potasio compone en el lado del ánodo agua electrolítica ácida, que incluye agua con ácido hipocloroso con un efecto de esterilización para las bacterias, incluyendo *Escherichia coli*, mientras que en el lado del cátodo se forma agua electrolizada alcalina, que incluye álcali cáustico con una fuerte detergencia para la eliminación de grasas y proteínas, ampliamente utilizada en los campos del procesamiento de alimentos, la agricultura y el cuidado médico de enfermería.

20 Para que tal sistema electrolítico genere agua electrolizada ácida, que incluye agua con ácido hipocloroso, y agua electrolizada alcalina que incluye álcali cáustico, se conocen métodos que emplean la celda de dos compartimentos y la celda de tres compartimentos.

25 En la presente invención, el agua con ácido hipocloroso formada en el ánodo por electrolisis o el agua electrolizada ácida que incluye agua con ácido hipocloroso que se formará disolviendo en el agua de disolución el gas de cloro generado en el ánodo, después de una separación y recuperación, se denomina simplemente "agua electrolizada ácida", mientras que el agua electrolizada alcalina que incluye álcali cáustico se denomina simplemente agua electrolizada alcalina.

30 Como método que aplica una celda de dos compartimentos, la Literatura de Patentes 1 describe unos ejemplos. La celda de dos compartimentos tiene un ánodo y un cátodo separados por un diafragma, en la que, para la operación de electrolisis, se suministra una solución acuosa de cloruro de sodio a la cámara de ánodo y se suministra agua cruda, tal como agua del grifo, o una solución acuosa de cloruro de sodio, a la cámara de cátodo.

35 Se hace notar que, en el agua electrolizada ácida producida de este modo, queda una concentración relativamente alta de cloruro de sodio sin reaccionar y que dicho cloruro de sodio puede precipitar después del servicio, o que pueden producirse problemas incluyendo la corrosión metálica de la tubería. En tal sistema de generación de agua electrolizada por el método de dos compartimentos, se suministra salmuera a la cámara anódica para mejorar la eficiencia de la electrolisis.

40 Por esta razón, el agua electrolizada ácida generada en la cámara anódica, que contiene no solo ácido hipocloroso sino también un componente de cloruro de sodio, provocará fenómenos tales como la evaporación del gas de cloro por el movimiento de equilibrio. Dado que el ácido hipocloroso se evaporará en un corto período de tiempo, resulta difícil para el agua electrolizada ácida asegurar la potencia de esterilización requerida durante un tiempo prolongado, lo que conduce a aplicaciones limitadas. Además, la corrosión del dispositivo periférico por este cloruro de sodio se convierte en un serio obstáculo para la expansión comercial.

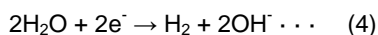
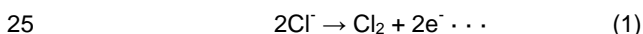
50 Mientras que en una celda de tres compartimentos, que tiene una configuración consistente en la cámara de ánodo separada por una membrana de intercambio de aniones, la cámara de cátodo separada por una membrana de intercambio de cationes y la cámara intermedia separada por las dos membranas, puede minimizarse la mezcla del componente de materia prima de sal, dentro del agua electrolizada ácida y el agua electrolizada alcalina formadas, suministrando materia prima de salmuera a la cámara intermedia. Por lo tanto, la celda de tres compartimentos puede resolver los problemas encontrados hasta el momento, incluida la alta corrosividad y la inadecuación al campo agrícola, por lo que muchas empresas participan en el desarrollo de dispositivos asociados y se han presentado muchas solicitudes de patente.

55 La literatura de patentes representativa incluye la Literatura de Patentes 2 y la Literatura de Patentes 3. Este método emplea una celda de tres compartimentos, que comprende la cámara de ánodo, la cámara intermedia y la cámara de cátodo separadas por dos láminas de diafragma que tienen capacidad de intercambio iónico. La electrolisis se realiza de tal manera que se suministra una solución acuosa de cloruro de sodio a la cámara intermedia, y se suministra agua cruda libre de cloruro de metal alcalino a la cámara de ánodo y a la cámara de cátodo para componer agua electrolizada ácida en el ánodo y agua electrolizada alcalina en el cátodo, respectivamente. En este método, se aplica una membrana de intercambio de aniones como diafragma para separar la cámara de ánodo y la cámara intermedia, y se aplica una membrana de intercambio de cationes como diafragma para separar la cámara de cátodo y la cámara intermedia. Teóricamente, solo el ion cloro, que es necesario para la composición del agua electrolizada ácida, migra desde la cámara intermedia a la cámara anódica, y solo el ion sodio, que es necesario para la composición del agua electrolizada alcalina, migra de la cámara intermedia a la cámara del cátodo. Por lo

tanto, se sugiere que, en comparación con la celda de dos compartimentos, este método es ventajoso para componer agua electrolizada con menos cloruro de sodio residual, mejorando los problemas de precipitación de la sal después del uso, o la corrosión metálica por la sal.

5 Como se mencionó anteriormente, la celda de tres compartimentos aplica dos tipos de membrana de intercambio iónico: membrana de intercambio de aniones y membrana de intercambio de cationes para componer agua electrolizada ácida y agua electrolizada alcalina. Cuando se comparan la membrana intercambiadora de aniones y la membrana de intercambio de cationes comercialmente disponibles, se descubre que aparecen los siguientes problemas, ya que la conductividad aniónica y la selectividad iónica de la membrana de intercambio de aniones son inferiores.

10 Cuando, por ejemplo, la electrolisis se realiza en una celda de tres compartimentos de tal manera que se suministre a la cámara intermedia una solución acuosa de cloruro de sodio y se suministre a la cámara de ánodo y a la cámara de cátodo agua cruda que no incluye un cloruro de metal alcalino, tal como sal, los iones cloruro migran de la cámara intermedia a la cámara anódica a través de la membrana de intercambio de aniones y, al mismo tiempo, los iones sodio migran a la cámara de cátodo a través de la membrana de intercambio de cationes. En este momento se produce en el ánodo la reacción de generación de cloro representada por la Ecuación (1) y el cloro formado reacciona inmediatamente con el agua, según la Ecuación (2), para componer agua electrolizada ácida. Sin embargo, cuando el suministro de iones cloruro es insuficiente, se produce competitivamente una generación de oxígeno a través de la electrolisis del agua como se muestra en la Ecuación (3). Por otro lado, en el cátodo se produce la generación de hidrógeno por electrolisis del agua, según la Ecuación (4), y los iones hidroxilo formados y los iones sodio suministrados desde la cámara intermedia componen agua de hidróxido de sodio (agua electrolizada alcalina)



35 La velocidad de migración de los iones sodio que atraviesan una membrana de intercambio de cationes comercial es suficientemente rápida e, incluso si se cambia la densidad de corriente en el momento de la electrolisis, por ejemplo, desde un nivel bajo de 3 A/dm² hasta un nivel alto de 20 A/dm², el 90 % o más de la corriente eléctrica aplicada se utiliza para componer agua electrolizada alcalina. Sin embargo, la velocidad de migración de los iones cloruro que atraviesan una membrana de intercambio de aniones comercial no es tan alta. Por ejemplo, la corriente eléctrica utilizada para la composición de agua electrolizada ácida (eficiencia de la corriente) es del 80 % aproximadamente incluso por electrolisis a baja densidad de corriente, y disminuye hasta el 40 % aproximadamente con una alta densidad de corriente. Por lo tanto, la eficiencia energética para componer agua con ácido hipocloroso en el ánodo no es alta, lo que causa el problema de que, cuanto mayor es la densidad de corriente, menor es la eficiencia energética.

45 Además, por ejemplo, cuando la celda de tres compartimentos continúa la electrolisis mientras se suministra a la cámara intermedia una solución acuosa de cloruro de sodio en circulación, el pH de la solución acuosa de cloruro de sodio en circulación (ácida) cae con el tiempo y a la vez se produce gas de cloro, que es perjudicial para el cuerpo humano, porque el ingrediente de cloro disponible se acumula en la solución acuosa de cloruro de sodio, provocando un problema de seguridad por escape del sistema electrolítico. La causa de la generación de gas de cloro no está clara. El ácido hipocloroso y el ácido clorhídrico son compuestos por la Ecuación (2) sucesivamente a la Ecuación (1) y el ion de hidrógeno es compuesto por la reacción secundaria, la Ecuación (3). La membrana de intercambio de aniones comercial aplicada para la separación de la cámara anódica y la cámara intermedia es insuficiente en cuanto a selectividad iónica y es esperable que el ácido hipocloroso o el ion hidrógeno pasarán de la cámara anódica a la cámara intermedia a través de la membrana de intercambio de aniones.

55 La razón por la cual se asume que la selectividad iónica de una membrana de intercambio de aniones comercial es insuficiente es el hecho de que incluso el agua electrolizada ácida compuesta en celdas de tres compartimentos acaba mezclada con el cloruro de sodio de baja concentración. La membrana de intercambio de aniones no es atravesada teóricamente por el ion sodio, que es un catión, pero en el agua hipoclorosa preparada con una membrana de intercambio de aniones comercial se reconoce claramente el aumento de la concentración de iones sodio en comparación con el agua cruda. Por otro lado, una membrana comercial de intercambio de cationes tiene suficiente selectividad iónica y se admite que, en el agua electrolizada alcalina formada en el cátodo, el aumento de la concentración de iones cloruro es pequeño en comparación con el agua cruda.

65 Además de los problemas mencionados anteriormente, existe otro problema en la membrana comercial de intercambio de aniones, y es que debido a que los agentes oxidantes, tales como el ácido hipocloroso, aceleran el

deterioro, la selectividad iónica y la conductividad aniónica disminuyen progresivamente cuando continúa la electrolisis. La Literatura de Patentes 4 y la Literatura de Patentes 5 sugieren, como método de restricción del deterioro de la membrana de intercambio de aniones, impedir físicamente el contacto entre los oxidantes, como el ácido hipocloroso, formados en el ánodo y una membrana de intercambio de aniones, disponiendo una tela porosa no tejida o un cuerpo de estructura porosa entre el ánodo y la membrana de intercambio de aniones. Sin embargo, estos métodos no pueden evitar completamente el contacto entre el oxidante y la membrana de intercambio de aniones, y el voltaje de la celda aumenta al insertar un material aislante entre el ánodo y el cátodo, lo que conduce a otro problema de aumento del consumo de energía eléctrica.

De esta manera, la tasa de utilización de energía eléctrica (eficiencia de corriente) en la producción de agua electrolizada ácida por el generador de agua electrolizada que aplica la celda convencional de tres compartimentos es baja, debido principalmente a la membrana de intercambio de aniones aplicada, e inevitablemente una pequeña cantidad de electrolito acaba mezclada con el agua electrolizada ácida producida. Además, existía el problema de que la membrana de intercambio del ánodo era deteriorada, tras un lapso de tiempo de la operación de electrolisis, por el ácido hipocloroso generado en el ánodo. Hasta el momento no se ha sugerido un método ni un dispositivo para resolver todos estos problemas.

Literatura técnica relacionada

Literatura de Patentes

- Literatura de Patentes 1: Publicación De Solicitud De Patente de Japón No Examinada Hei07-214063
- Literatura de Patentes 2: Publicación De Solicitud De Patente de Japón No Examinada 2000-212787
- Literatura de Patentes 3: Publicación De Solicitud De Patente de Japón No Examinada 2009-072755
- Literatura de Patentes 4: Publicación De Solicitud De Patente de Japón No Examinada 2006-322053
- Literatura de Patentes 5: Publicación De Solicitud De Patente de Japón No Examinada 2012-110809

También se describen métodos para producir agua electrolizada ácida y alcalina en los documentos KR 10-1118795 y US 2012/0267256.

Sumario de la invención

Problema Técnico

La presente invención tiene como objetivo proporcionar un método de generación de agua electrolizada y un generador que puedan superar los fallos y los problemas del método de generación de agua electrolizada y el generador que aplican las celdas convencionales de dos compartimientos y de tres compartimientos anteriormente mencionadas, puedan producir agua electrolizada de alta calidad comprendiendo tanto agua electrolizada ácida como agua electrolizada alcalina, libres de cloruros de metales alcalinos altamente corrosivos, como la sal, con una alta eficiencia de corriente, puedan controlar el pH del agua electrolizada ácida, y puedan operar de manera estable durante mucho tiempo con alta durabilidad.

Solución al Problema

El problema anteriormente mencionado se resuelve con un método de acuerdo con las reivindicaciones 1-5 y un generador de acuerdo con las reivindicaciones 6-9.

Efectos Ventajosos de la Invención

De acuerdo con el método de generación de agua electrolizada y el generador que sugiere la presente invención, la electrolisis se realiza con el agua cruda libre de cloruro de metal alcalino que se suministra a la cámara de cátodo de la celda de dos compartimientos dividida por la membrana de intercambio de cationes. Entonces se puede producir agua electrolizada alcalina casi libre de cloruro de metal alcalino en el lado del cátodo, con una alta eficiencia de corriente. Mientras que, en el lado del ánodo, se hace circular un electrolito anódico, que comprende una solución acuosa con cloruro de metal alcalino disuelto, desde el tanque de almacenamiento de electrolito anódico que contiene electrolito anódico, produciendo gas que contiene cloro de alta concentración con una elevada eficiencia de corriente. El gas que contiene cloro a alta concentración es recogido en el separador de gas y líquido, separado del electrolito anódico que comprende una solución acuosa con cloruro de metal alcalino disuelto, y puesto en contacto con un fluido de disolución, que no disuelve el cloruro de metal alcalino, para que se disuelva en el disolvedor de gas de cloro. De esta forma, se puede producir eficientemente agua electrolizada ácida prácticamente libre de cloruro de metal alcalino. Además, la presente invención puede mejorar la durabilidad porque se usa la celda de dos compartimientos que comprende el ánodo, el cátodo y solo la membrana de intercambio de cationes con una alta durabilidad, sin usar una membrana de intercambio de aniones con muchos problemas incluyendo la durabilidad.

Además, la presente invención puede producir agua electrolizada fuertemente ácida de cualquier fuerza arbitrariamente deseada, agua electrolizada débilmente ácida o agua electrolizada ligeramente ácida regulando el

valor de pH del agua electrolizada ácida, libre de cloruro de metal alcalino, por adición con control del caudal de agua electrolizada alcalina producida electrolíticamente cuando el gas separado y recogido del electrolito anódico entra en contacto con el fluido de disolución que debe ser disuelto.

5 Adicionalmente, cuando se libera cloro del electrolito anódico retenido en el tanque de almacenamiento de electrolito anódico y se difunde gradualmente en el tanque de almacenamiento de electrolito anódico si continúa la electrolisis, la presente invención puede prevenir la fuga de cloro y promover el uso efectivo de gas de cloro dejando que el gas que contiene cloro en el tanque de almacenamiento de electrolito anódico se una al gas que contiene cloro que se haya desprendido en el ánodo y enviándolo al disolvedor de gas de cloro.

10 Adicionalmente, en la celda electrolítica de la presente invención, el cátodo aplicado es un cuerpo poroso y está dispuesto en estrecho contacto con la membrana de intercambio de cationes. La cámara de ánodo está configurada para tener una mayor contrapresión que la cámara de cátodo, por lo que la membrana de intercambio de cationes es empujada hacia el cátodo poroso, que puede mantener un bajo voltaje de celda y reducir notablemente el consumo de energía por efecto de sinergia con la mejora de la eficiencia de corriente, en comparación con la celda convencional de tres compartimentos.

15 Adicionalmente, de acuerdo con la presente invención, la generación de cloro según la Ecuación (1) se promueve eficazmente por electrolisis aplicando un electrolito anódico con cloruro de metal alcalino disuelto al 10 % en peso o más. El cloro generado reacciona primero con el electrolito anódico, como se muestra en la Ecuación (2), y se acumula como ácido hipocloroso y ácido clorhídrico. Cuando el cloro disuelto en el electrolito anódico alcanza la saturación, el cloro aparece como gas.

20 Adicionalmente, de acuerdo con la presente invención, se puede evitar que el cloro se libere fuera del presente generador controlando el tiempo de contacto y disolución del gas que contiene cloro y el fluido de disolución a 0,05 segundos o más por 1 ml del gas.

25 Adicionalmente, de acuerdo con la presente invención, puede ramificarse una porción de agua cruda en el tubo de entrada de agua para suministrar agua cruda libre de cloruro de metal alcalino a la cámara de cátodo y unirla al tubo de entrada del fluido de disolución para suministrar fluido de disolución al disolvedor de gas de cloro. Por lo tanto, se puede usar el agua cruda ramificada como fluido de disolución, lo que lleva a una utilización efectiva de las instalaciones. Sin embargo, dado que el propósito del agua cruda es diferente al del fluido de disolución, como se mencionará, la solución acuosa individual puede ser mejor para ser utilizada en algunos casos.

35 **Breve descripción de los dibujos**

Fig. 1. Diagrama de flujo que muestra un ejemplo de generador de agua electrolizada según la presente invención;

Fig.2. Diagrama de flujo que muestra un ejemplo de generador de agua electrolizada convencional.

40

Descripción de la realización

A continuación se describe la realización de la presente invención en referencia a las figuras.

45 La Fig. 1 muestra un ejemplo del generador de agua electrolizada según la presente invención, que comprende la celda de dos compartimentos 1, la cámara de ánodo 2, la cámara de cátodo 3, la membrana de intercambio de cationes 4, el ánodo 5, el cátodo 6, el tubo 7 de entrada de agua cruda, el tanque de almacenamiento de agua electrolizada alcalina 8, el tubo de salida de agua electrolizada alcalina 9, el tanque de almacenamiento 10 de electrolito anódico, el circulador 11, el separador de gas y líquido 12, el tubo 13 de gas anódico, el tubo 14 de gas de cloro, el tubo de entrada 15 de fluido de disolución, la bomba 16 de agua electrolizada alcalina, la válvula 17 de control de flujo, el disolvedor 18 de gas de cloro, el tubo de salida 19 del agua electrolizada ácida y el tubo de salida 20 del electrolito anódico.

55 En la presente invención, el electrolito anódico, que comprende una solución acuosa en la que se disuelve una sal del tipo de cloruro de metal alcalino, es suministrado a la cámara de ánodo 2 de la celda de dos compartimentos 1, que está separada por la membrana de intercambio de cationes 4 en dos compartimentos: la cámara de ánodo 2 que aloja el ánodo 5 y la cámara de cátodo 3 que aloja el cátodo 6, desde el tanque de almacenamiento 10 de electrolito anódico que almacena el electrolito anódico, usando el circulador 11 y la electrolisis se efectúa mientras se suministra agua cruda libre de cloruro de metal alcalino, como sal, por el tubo 7 de entrada de agua cruda a la cámara de cátodo 3. Mediante la operación de electrolisis se produce agua electrolizada alcalina libre de cloruro de metal alcalino en la cámara 3 del cátodo. El agua electrolizada alcalina producida es descargada por el tubo de salida de agua electrolizada alcalina 9 a través del tanque de almacenamiento de agua electrolizada alcalina 8.

65 El gas que contiene cloro se genera en la cámara de ánodo 2 y se separa del electrolito anódico en el separador de gas y líquido 12, y el gas recogido se envía al disolvedor 18 de gas de cloro a través del tubo 13 de gas anódico. Se suministra un líquido de disolución, libre de cloruro de metal alcalino, como sal, al disolvedor 18 de gas de cloro por

el tubo de entrada 15 del fluido de disolución, y en el disolvedor 18 de gas de cloro se genera agua electrolizada ácida libre de cloruro de metal alcalino, como sal. El agua electrolizada ácida generada es descargada a través del tubo de salida 19 de agua electrolizada ácida.

- 5 Por otro lado, el electrolito anódico separado por el separador de gas y líquido 12 es enviado al tanque de almacenamiento 10 de electrolito anódico.

10 El cloruro de metal alcalino contenido en el electrolito anódico en el tanque de almacenamiento 10 de electrolito anódico se descompone parcialmente para desprender gas de cloro. Con el fin de eliminar el efecto negativo de la fuga gaseosa que sufre el gas de cloro y utilizarlo eficazmente, el gas de cloro desprendido en el tanque de almacenamiento 10 de electrolito anódico es enviado al disolvedor 18 de gas de cloro a través del tubo 14 de gas de cloro para ser usado en la producción de agua electrolizada ácida.

Se puede usar una porción de agua cruda como fluido de disolución que se suministrará al disolvedor 18 de gas de cloro a través de un tubo (no ilustrado) ramificado desde el tubo 7 de entrada de agua cruda.

15 El agua electrolizada alcalina producida electrolíticamente en la cámara de cátodo 3 puede añadirse al fluido de disolución en el disolvedor 18 de gas de cloro a través del tanque de almacenamiento de agua electrolizada alcalina 8 y la bomba 16 de agua electrolizada alcalina, bajo el control de caudal por parte de la válvula 17 de control de flujo. De este modo puede controlarse a un valor deseado el valor del pH del agua electrolizada ácida producida en el disolvedor 18 de gas de cloro.

20 En cuanto al cloruro de metal alcalino a usar como electrolito anódico, se ejemplifican LiCl, NaCl y KCl, entre los cuales pueden aplicarse preferentemente NaCl y KCl. Como agua cruda, se dispone de agua blanda preparada por eliminación del ion Ca y el ion Mg contenidos en agua de pozo y agua de ciudad, agua de intercambio iónico preparada por la posterior eliminación de otro catión y anión, y agua pura preparada eliminando incluso el componente orgánico.

25 Cuando la electrolisis se realiza mientras se suministra a la cámara de ánodo 2 el electrolito anódico que contiene uno o más tipos de estos cloruros de metales alcalinos, en el ánodo 5 se producen competitivamente la reacción de generación de cloro mostrada en la Ecuación (1) y la reacción de generación de oxígeno mostrada en la Ecuación (3). La presente invención permite que la generación de cloro de la Ecuación (1) progrese eficazmente controlando al 10 % en peso o más la concentración de cloruro de metal alcalino en la solución acuosa suministrada a la cámara de ánodo 2. El cloro desprendido reacciona primero con el electrolito anódico como se muestra en la Ecuación (2) y se acumula como ácido hipocloroso y ácido clorhídrico, y cuando la cantidad de cloro disuelta en el electrolito anódico alcanza la saturación, el cloro se desprende como gas. Para generar eficazmente gas de cloro, es efectivo dejar circular el electrolito anódico hasta que la cantidad de cloro disuelto alcance la saturación, o disminuir la concentración de saturación de la disolución de cloro disminuyendo el valor de pH con HCl agregado al electrolito anódico.

35 Cuando se lleva a cabo la electrolisis mientras se suministra a la cámara de cátodo 3 el agua cruda anteriormente ejemplificada, en el cátodo 6 se produce ion hidroxilo a partir de la reacción electrolítica del agua mostrada en la Ecuación (4) y se produce agua electrolizada alcalina en la que el catión procedente de la cámara de ánodo 2 que atravesó la membrana de intercambio de cationes 4 es el contraión, y se descarga por el tubo de salida de agua electrolizada alcalina 9 a través del tanque de almacenamiento de agua electrolizada alcalina 8. El pH del agua electrolizada alcalina es 8 o más, aunque varía con el caudal de agua cruda o la densidad de corriente en el momento de la electrolisis. Cuando el agua cruda contiene ingredientes de dureza tales como ion Ca e ion Mg, se forman incrustaciones en la superficie del cátodo 6, dentro de la cámara de cátodo 3 y en el interior del tubo de salida 9 del agua electrolizada alcalina. Es fácil que, tras un largo tiempo de electrolisis, surjan problemas tales como que se inhiba la reacción del cátodo o que disminuya el flujo volumétrico de agua electrolizada alcalina. Para evitar tal fallo de funcionamiento, es particularmente preferible usar agua blanda, agua de intercambio iónico o agua pura para el agua cruda que vaya a suministrarse a la cámara de cátodo 3.

50 Dado que a la cámara de cátodo 3 se le suministra un agua cruda que tiene baja conductividad, el voltaje de la celda en el momento de la electrolisis llega a ser notablemente alto si existe una cavidad entre la membrana de intercambio de cationes 4 y el cátodo 6, lo que conduce a un problema de incremento de consumo de energía. Entonces, para hacer frente a esto, el cátodo 6 se fabrica con materiales porosos tales como malla, placa perforada y cuerpo de espuma y se dispone para que se una estrechamente a la membrana de intercambio de cationes 4, y se hace que la contrapresión de la cámara de ánodo 2 sea mayor que la de la cámara de cátodo 3, por lo que el voltaje electrolítico en el momento de la electrolisis se mantiene bajo gracias a la configuración que empuja la membrana de intercambio de cationes 4 hacia el cátodo poroso 6. En cuanto a la cámara de ánodo 2, el aumento del voltaje de la celda en el momento de la electrolisis es pequeño, aunque exista una cavidad entre la membrana de intercambio de cationes 4 y el ánodo 5, ya que se suministra el electrolito anódico con la alta conductividad. Para mantener la contrapresión de la cámara de ánodo 2 más alta que la de la cámara de cátodo 3, se mantiene la altura del separador de gas y líquido 12, situado por encima de la cámara de ánodo 2, mayor que la altura del tanque de almacenamiento de agua electrolizada alcalina 8 y del tubo de salida 9 del agua electrolizada alcalina, situado corriente abajo de la cámara de cátodo 3.

65 El gas que contiene cloro desprendido en el ánodo 5 es suministrado al separador de gas y líquido 12 junto con electrolito anódico y solo el gas recogido pasa al tubo 13 de gas anódico, y el electrolito anódico retorna al tanque de almacenamiento 10 de electrolito anódico. Como se mencionó anteriormente, el cloro se disuelve en el electrolito

anódico hasta casi la concentración de saturación. Cuando continúa la electrolisis, el cloro se libera del electrolito anódico acumulado en el tanque de almacenamiento 10 de electrolito anódico, y gradualmente el tanque se llena de cloro, y eventualmente ocurre el problema de seguridad de que el cloro se escape del tanque. Tal problema de escape de cloro puede prevenirse impulsando el gas que contiene cloro desde el tanque de almacenamiento 10 de electrolito anódico hacia el tubo 14 de gas de cloro y dejándole que se una al gas que contiene cloro desprendido en el ánodo 5 y transferido al tubo 13 gas anódico.

El cloro del gas entra en contacto con el fluido de disolución en el disolvedor 18 de gas de cloro y se disuelve para convertirse en agua electrolizada ácida por la reacción que se muestra en la Ecuación (2). Con lo que, cuando la cantidad total de cloro suministrada al disolvedor 18 de gas de cloro no entra en contacto con el fluido de disolución y no se disuelve, se libera cloro no disuelto fuera del sistema, lo que provoca un problema de seguridad. Para evitar que ocurra este problema, es necesario suministrar el fluido de disolución en cantidad suficiente para disolver el cloro suministrado al disolvedor 18 de gas de cloro. Además, es preferible que el disolvedor 18 de gas de cloro tenga medios para promover el contacto y la disolución del cloro, tales como un rociador, un difusor de gas, un agitador externo, un agitador estático o un depurador. Además, la liberación de cloro fuera del sistema se puede evitar controlando el tiempo de contacto para la disolución del gas que contiene cloro desprendido de la electrolisis con el fluido de disolución a 0,05 segundos o más por 1 ml del gas.

En el presente generador, el fluido de disolución que se utilizará para fabricar agua electrolizada ácida puede ser o no ser igual al agua cruda que se utilizará para la fabricación de agua electrolizada alcalina. En la reacción de agua y cloro que se muestra en la Ecuación (2), además del ácido hipocloroso se produce ácido clorhídrico, y luego el agua electrolizada ácida del presente generador tiende a convertirse en ácido. Como se mencionó anteriormente, el uso de agua blanda, agua de intercambio de iones o agua pura es preferible como agua cruda suministrada a la cámara de cátodo 23 para controlar la formación de incrustaciones de iones Ca y iones Mg. Mientras que, para el fluido de disolución que se utilizará para la fabricación de agua con ácido hipocloroso, pueden usarse sin problemas aguas que contengan iones Ca y iones Mg, tales como agua de pozo o agua de ciudad.

En el presente generador, la concentración de ácido hipocloroso en el agua electrolizada ácida puede regularse por el volumen de suministro de fluido de disolución y el del gas que contiene cloro desprendido del ánodo 5. Sin embargo, el valor de pH disminuye junto con la concentración de ácido hipocloroso, debido al subproducto de ácido clorhídrico como se muestra en la Ecuación (2). Como se mencionó anteriormente, el agua con ácido hipocloroso en el agua electrolizada ácida tiene un fuerte poder de oxidación, y se utiliza para el uso de esterilización de Escherichia coli y bacterias. El poder de esterilización, sin embargo, varía con el valor de pH y se sabe que alrededor de pH 6 es fuerte. En el dominio de pH bajo, el ácido hipocloroso se equilibra con el cloro, generando el riesgo de que el gas de cloro se libere del agua hipoclorosa en el agua electrolizada ácida. Por lo tanto, en el presente generador, se retiene el agua electrolizada alcalina producida una vez que está en el tanque de almacenamiento de agua electrolizada alcalina 8, como se muestra en la Fig. 1, y el valor de pH del agua electrolizada ácida generada se puede regular mezclando una cantidad adecuada de agua electrolizada alcalina con el fluido de disolución utilizando la bomba 16 de agua electrolizada alcalina y la válvula 17 de control de flujo.

Ejemplo

A continuación se explican ejemplos de la producción de agua con ácido hipocloroso y agua electrolizada alcalina utilizando el generador de agua electrolizada de la presente invención, pero la presente invención no se limita a estas realizaciones.

Ejemplo 1 (no de acuerdo con la invención)

En el sistema electrolítico según se muestra en la Fig. 1, la celda de dos compartimentos 1 comprendía los electrodos (JL-510 fabricados por Permelec Electrode Ltd.) del ánodo 5 y el cátodo 6, preparados recubriendo el sustrato de titanio en forma de malla con un catalizador de platino por el método de descomposición térmica con 60 cm² de área proyectada, y la membrana de intercambio 4 de cationes (Nafion (marca registrada) N-115 fabricada por Du Pont) que separaba la cámara de ánodo 2 y la cámara de cátodo 3. La membrana de intercambio de cationes 4 estaba dispuesta de modo que los electrodos respectivos entraran en contacto con la membrana por cada lado. El separador de gas y líquido 12 se colocó a 5 cm por encima de la cámara de ánodo 2 y se reguló de manera que se aplicara la contrapresión de 50 mmH₂O a la cámara de ánodo 2, y el tubo de salida de agua electrolizada alcalina 9 también fue colocado a 5 cm por encima de la cámara de cátodo 3 y regulado de manera que se aplicara la contrapresión de 50 mmH₂O a la cámara de cátodo 3.

En el Ejemplo 1 no se instaló el tubo 14 de gas de cloro sobre el tanque de almacenamiento 10 de electrolito anódico de la Fig. 1 y el tubo 13 de gas anódico se conectó directamente al disolvedor 18 de gas de cloro. El fluido de disolución procedente del tubo de entrada 15 de fluido de disolución y el agua electrolizada alcalina procedente del tanque de almacenamiento de agua electrolizada alcalina 8 se mezclaron en el disolvedor 18 de gas de cloro pulverizándolos desde la parte superior del disolvedor 18 de gas de cloro.

Se hizo circular el electrolito anódico, que era una solución acuosa de cloruro de sodio al 8 % en peso aproximadamente, entre el tanque de almacenamiento 10 de electrolito anódico y la cámara de ánodo 2 por medio

del circulador 11. Mientras se suministraba agua blanda como agua cruda a la cámara de cátodo 3 a un caudal de 1 l/min, la electrolisis se llevó a cabo usando corriente eléctrica de 6A aplicada al ánodo 5 y al cátodo 6. Al disolvedor 18 de gas de cloro se le suministró como fluido de disolución agua del grifo a un caudal de 1 l/min, que se puso en contacto con un gas que contiene cloro suministrado a través del tubo 13 de gas anódico para su disolución para componer agua electrolizada ácida. La capacidad del disolvedor 18 de gas de cloro se diseñó de modo que el tiempo de contacto y disolución del fluido de disolución y el gas que contiene cloro se controlara a un segundo.

Una hora después del comienzo de la electrolisis, la medición del voltaje de la celda fue de 28 V, la concentración de cloro disponible en el agua con ácido hipocloroso, según muestra tomada del tubo de salida 19 de agua electrolizada ácida, fue de 108 mg/l como cloro, y el pH fue de 2,7 y el incremento de la densidad del cloruro de sodio fue de 4 mg/l. El valor de pH del agua electrolizada alcalina según muestra tomada del tubo de salida de agua electrolizada alcalina 9 fue de 11,6, y el incremento de la densidad del cloruro de sodio fue de 1 mg/l. Alrededor de la salida del tubo de salida 9 de agua electrolizada ácida y del tanque de almacenamiento 10 de electrolito anódico se sintió un ligero olor a cloro, pero no a un nivel problemático. La cantidad de cloro generado, que se calculó a partir de la cantidad de electricidad aplicada, fue de aproximadamente 40 Nml/min. y el tiempo de contacto y disolución del fluido de disolución con el gas que contiene cloro en el disolvedor 18 de gas de cloro se estimó en 0,025 segundos por 1 ml de gas.

Ejemplo 2 (no de acuerdo con la invención)

En las mismas condiciones del Ejemplo 1, se realizó la electrolisis usando el sistema electrolítico mencionado en el Ejemplo 1, añadiendo una cantidad arbitraria de agua electrolizada alcalina, formada por electrolisis, al fluido de disolución suministrado al disolvedor 18 de gas de cloro. Tras una hora desde el comienzo de la electrolisis, la medición del voltaje de la celda fue de 28 V, y cuando se cambió la cantidad de agua electrolizada alcalina añadida al fluido de disolución, la cantidad de agua electrolizada ácida generada, la concentración de cloro disponible y el valor de pH, la cantidad de agua electrolizada alcalina generada y el valor de pH fueron los de la Tabla 1. El ajuste del valor de pH fue posible controlando la adición del agua electrolizada alcalina al fluido de disolución.

cantidad de fluido de disolución (l/min)	cantidad añadida de agua electrolizada alcalina (l/min)	agua electrolizada ácida			agua electrolizada alcalina	
		cantidad generada (l/min)	concentración de cloro disponible (mg/l)	pH	cantidad generada (l/min)	pH
1	0	1	108	2,7	1	11,6
0,8	0,2	1	108	3,0	0,8	11,6
0,7	0,3	1	108	3,2	0,7	11,6
0,6	0,4	1	108	3,7	0,6	11,6
0,5	0,5	1	108	6,2	0,5	11,6
0,4	0,6	1	108	7,0	0,4	11,6
0,3	0,7	1	108	7,6	0,3	11,6
0,2	0,8	1	108	8,0	0,2	11,6
0	1,0	1	108	8,7	-	-

Ejemplo 3 (no de acuerdo con la invención)

Con el mismo sistema electrolítico descrito en el Ejemplo 1, en el Ejemplo 3 se realizó la operación de electrolisis por el mismo método que en el Ejemplo 1, usando el mismo generador de agua electrolizada que en el Ejemplo 1, excepto que el tubo 14 de gas de cloro se conectó a la parte superior del tanque de almacenamiento 10 de electrolito anódico y se conectó al disolvedor 18 de gas de cloro después de haber unido el tubo 14 de gas de cloro y el tubo 13 de gas anódico.

Una hora después del comienzo de la electrolisis, la medición del voltaje de la celda fue de 28 V, la concentración de cloro disponible en el agua electrolizada ácida, según muestra tomada del tubo de salida 19 de agua electrolizada ácida, fue de 108 mg/l como cloro, y el pH fue de 2,7 y el incremento de la densidad del cloruro de sodio fue de 4 mg/l. El valor de pH del agua electrolizada alcalina, según muestra tomada del tubo de salida 9 del agua electrolizada alcalina, fue de 11,6 y el incremento de la densidad del cloruro de sodio fue de 1 mg/l. Se sintió un poco de olor a cloro alrededor de la salida del tubo de salida 19 de agua electrolizada ácida, pero no se percibió olor a cloro alrededor del tanque de almacenamiento 10 de electrolito anódico.

Ejemplo 4

La electrolisis se inició usando un sistema electrolítico y un método iguales a los del Ejemplo 3, excepto que en el Ejemplo 4 el tubo de salida de agua electrolizada alcalina 9 se dispuso a 5 cm por encima de la cámara de cátodo 3, como en el Ejemplo 1, y se reguló la contrapresión en la cámara de cátodo 3 a 50 mmH₂O, el separador de gas y

líquido 12 se dispuso a 30 cm por encima de la cámara de ánodo 2 y la contrapresión a la cámara de ánodo 2 se reguló a 300 mmH₂O. De este modo, en el Ejemplo 4, al aumentar la contrapresión de la cámara de ánodo por encima de la de la cámara de cátodo, la membrana de intercambio de cationes era empujada sobre el cátodo poroso.

5 Una hora después del comienzo de la electrolisis, la medición del voltaje de la celda fue de 2,8 V, la concentración de cloro disponible en el agua electrolizada ácida, según muestra tomada del tubo de salida 19 de agua electrolizada ácida, fue de 108 mg/l como cloro, y el pH fue de 2,7 y el incremento de la densidad del cloruro de sodio fue de 4 mg/l. El valor de pH del agua electrolizada alcalina, según muestra tomada del tubo de salida 9 del agua electrolizada alcalina, fue de 11,6 y el incremento de la densidad del cloruro de sodio fue de 1 mg/l.

Ejemplo 5

15 La operación de electrolisis se realizó por el mismo sistema electrolítico y por el mismo método que los descritos en el Ejemplo 4, excepto que en el Ejemplo 5 el electrolito anódico fue una solución acuosa de cloruro de sodio al 30 % en peso.

20 Una hora después del comienzo de la electrolisis, la medición del voltaje de la celda fue de 2,6 V, la concentración de cloro disponible en el agua electrolizada ácida, según muestra tomada del tubo de salida 19 de agua electrolizada ácida, fue de 113 mg/l como cloro, el pH fue 2,8 y el incremento de la densidad del cloruro de sodio fue de 4 mg/l. El valor de pH del agua electrolizada alcalina, según muestra tomada del tubo de salida 9 del agua electrolizada alcalina, fue de 11,7 y el incremento de la densidad del cloruro de sodio fue de 1 mg/l.

Ejemplo 6

25 La operación de electrolisis se realizó por el mismo sistema electrolítico y por el mismo método que los descritos en el Ejemplo 5, excepto que el tiempo de contacto y disolución del fluido de disolución con el gas que contiene cloro en el disolvedor 18 de gas de cloro fue de dos segundos en el Ejemplo 6.

30 Una hora después del comienzo de la electrolisis, la medición del voltaje de la celda fue 2,6 V, la concentración de cloro disponible en el agua electrolizada ácida, según muestra tomada del tubo de salida 19 de agua electrolizada ácida, fue de 120 mg/l como cloro, el pH fue 2,7 y el incremento de la densidad del cloruro de sodio fue de 4 mg/l. El valor de pH del agua electrolizada alcalina, según muestra tomada del tubo de salida 9 del agua electrolizada alcalina, fue de 11,7 y el incremento de la densidad del cloruro de sodio fue de 1 mg/l. No se sintió ningún olor a cloro alrededor del tanque de almacenamiento 10 de electrolito anódico ni del extremo del tubo de salida 19 de agua electrolizada ácida.

35 El tiempo de contacto y disolución del fluido de disolución con el gas que contiene cloro se estimó en 0,05 segundos por 1 ml de gas.

40 Ejemplo comparativo 1

La Fig. 2 es un tipo convencional de generador de agua electrolizada que usa una celda de tres compartimentos, que comprende la celda 21 de tres compartimentos, la cámara de ánodo 22, la cámara de cátodo 23, la cámara intermedia 24, la membrana 25 de intercambio de aniones, la membrana 26 de intercambio de cationes, el ánodo 27, el cátodo 28, el tanque 29 de almacenamiento de electrolito de la cámara intermedia y el circulador 30. En el generador de agua electrolizada que se muestra en la Fig. 2, la celda 21 de tres compartimentos está separada, por la membrana 25 de intercambio de aniones (Neosepta (marca registrada) AHA fabricada por Tokuyama Corporation), en la cámara de ánodo 22 y la cámara intermedia 24 y además está separada, por la membrana 26 de intercambio de cationes (Nafion (marca registrada) N-115 fabricada por Du Pont) en la cámara de cátodo 23 y la cámara intermedia 24. Los electrodos (JL-510 fabricados por Permelec Electrode) del ánodo 27 y del cátodo 28, fabricados cada uno con un sustrato de titanio en forma de malla con el área proyectada de 60 cm² recubierta por un catalizador de platino por el método de descomposición térmica, estaban dispuestos en la cámara de ánodo 22 y la cámara de cátodo 23, respectivamente.

55 La solución de la cámara intermedia, que era una solución acuosa de cloruro de sodio al 30 % en peso aproximadamente, fue hecha circular por medio del circulador 30 entre el tanque 29 de almacenamiento de electrolito de cámara intermedia y la cámara intermedia 24. Se suministró agua blanda, como agua cruda, a la cámara de cátodo 23 a un caudal de 1 l/min y se suministró agua del grifo, como agua cruda, a la cámara de ánodo 22, y la electrolisis se llevó a cabo mediante una corriente eléctrica de 6A aplicada al ánodo 27 y al cátodo 28.

60 Una hora después del comienzo de la electrolisis, la medición del voltaje de la celda fue de 6,2 V, la concentración de cloro disponible en el agua electrolizada ácida producida en el ánodo 27 fue de 71 mg/l como cloro, y el pH fue 2,6 y el incremento de la densidad del cloruro de sodio fue de 47 mg/l. El valor de pH del agua electrolizada alcalina producida en el cátodo 28 fue 11,7 y el incremento de la densidad del cloruro de sodio fue de 1 mg/l.

65

Aplicabilidad industrial

5 El método de generación de agua electrolizada y el generador de la presente invención pueden minimizar que los ingredientes de sal de las materias primas se mezclen con el agua electrolizada ácida y el agua electrolizada alcalina generadas y, por lo tanto, pueden aplicarse ampliamente en la industria asociada a una alta corrosividad y en campos agrícolas.

Lista de señales de referencia

- 10 1 Celda de dos compartimientos
- 2 Cámara de ánodo
- 3 Cámara de cátodo
- 4 Membrana de intercambio de cationes
- 5 Ánodo
- 15 6 Cátodo
- 7 Tubo de entrada de agua cruda
- 8 Tanque de almacenamiento de agua electrolizada alcalina
- 9 Tubo de salida de agua electrolizada alcalina
- 10 Tanque de almacenamiento de electrolito anódico
- 20 11 Circulador
- 12 Separador de gas y líquido
- 13 Tubo de gas anódico
- 14 Tubo de gas de cloro
- 15 Tubo de entrada de fluido de disolución
- 25 16 Bomba de agua electrolizada alcalina
- 17 Válvula de control de flujo
- 18 Disolvente de gas de cloro
- 19 Tubo de salida de agua electrolizada ácida
- 20 Tubo de salida de electrolito anódico
- 30 21 Celda de tres compartimientos
- 22 Cámara de ánodo
- 23 Cámara de cátodo
- 24 Cámara intermedia
- 25 Membrana de intercambio de aniones
- 35 26 Membrana de intercambio de cationes
- 27 Ánodo
- 28 Cátodo
- 29 Tanque de almacenamiento de electrolito de cámara intermedia
- 30 30 Circulador
- 40

REIVINDICACIONES

1. Un método de generación de agua electrolizada, que comprende las etapas de:

5 se suministra un electrolito anódico que comprende una solución acuosa con cloruro de metal alcalino disuelto y se le hace circular desde un tanque de almacenamiento (10) de electrolito anódico, que contiene electrolito anódico, hasta una cámara de ánodo (2) de una celda de dos compartimentos (1) dividida, por una membrana de intercambio de cationes (4), en dos cámaras: una cámara de ánodo (2) que aloja un ánodo (5) y una cámara de cátodo (3) que aloja un cátodo (6), en donde dicho cátodo (6) está fabricado con materiales porosos y está
 10 dispuesto para estar íntimamente unido a dicha membrana de intercambio de cationes (4), y en donde se hace que la contrapresión de dicha cámara de ánodo (2) sea mayor que la de dicha cámara de cátodo (3), se suministra agua cruda libre de cloruro de metal alcalino a la cámara de cátodo (3), consistiendo dicha agua cruda libre de cloruro de metal alcalino en agua blanda que se prepara eliminando el ion Ca y el ion Mg contenidos en agua de pozo y agua de ciudad, o en agua de intercambio iónico que se prepara eliminando adicionalmente otro
 15 catión y otro anión, o en agua pura que se prepara eliminando adicionalmente los componentes orgánicos, y se lleva a cabo una electrolisis, con lo cual se produce agua electrolizada alcalina libre de cloruro de metal alcalino en la cámara de cátodo (3) y, simultáneamente se produce gas que contiene cloro en la cámara de ánodo (2) y, después de separar el gas del electrolito anódico y recogerlo, se permite que dicho gas entre en contacto con un fluido de disolución, libre de cloruro de metal
 20 alcalino, en el que se disolverá, y se produce agua electrolizada ácida libre de cloruro de metal alcalino.

25 2. El método de generación de agua electrolizada según la reivindicación 1, en el que cuando el gas separado y recogido del electrolito anódico entra en contacto con el fluido de disolución que hay que disolver, se añade agua electrolizada alcalina, producida electrolíticamente, al fluido de disolución con un caudal regulado para controlar el pH del agua electrolizada ácida libre de cloruro de metal alcalino.

30 3. El método de generación de agua electrolizada según la reivindicación 1 o la reivindicación 2, en el que después de que el gas que contiene cloro, desprendido en el tanque de almacenamiento de electrolito anódico, es recogido y mezclado con gas que contiene cloro desprendido en la cámara de ánodo, el gas mixto que contiene cloro entra en contacto con el fluido de disolución que hay que disolver para producir agua electrolizada ácida libre de cloruro de metal alcalino.

35 4. El método de generación de agua electrolizada según una cualquiera de las reivindicaciones 1-3, en el que la electrolisis se lleva a cabo aplicando un electrolito anódico en el que el cloruro de metal alcalino está disuelto al 10 % en peso o más.

40 5. El método de generación de agua electrolizada según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en el que el tiempo de contacto y disolución del gas que contiene cloro, generado electrolíticamente, con el fluido de disolución es de 0,05 segundos o más por 1 ml de gas.

45 6. Un generador de agua electrolizada para producir simultáneamente agua electrolizada ácida libre de cloruro de metal alcalino y agua electrolizada alcalina libre de cloruro de metal alcalino por medio de una celda de dos compartimentos (1), que comprende:

una celda de dos compartimentos (1) dividida por una membrana de intercambio de cationes (4) en dos compartimentos consistentes en una cámara de ánodo (2) que aloja un ánodo (5) y una cámara de cátodo (3) que aloja un cátodo (6), en donde dicho cátodo (6) está fabricado con materiales porosos y está dispuesto para
 50 unirse estrechamente a dicha membrana de intercambio de cationes (4), y en donde, en funcionamiento, la contrapresión de dicha cámara de ánodo (2) es mayor que la de dicha cámara de cátodo (3), comprendiendo un tanque de almacenamiento (10) de electrolito anódico para retener electrolito anódico una solución acuosa en la que hay disuelto cloruro de metal alcalino, un circulador (11) que hace circular electrolito anódico del tanque de almacenamiento (10) de electrolito anódico hasta la cámara de ánodo (2), un tubo de salida (20) de electrolito anódico para descargar desde la cámara de
 55 ánodo (2) gas que contiene cloro, desprendido en la cámara de ánodo (2), y electrolito anódico con gas disuelto en el mismo, un separador de gas y líquido (12) que separa gas que contiene cloro, procedente del tubo de salida (20) de electrolito anódico, y electrolito anódico con el gas disuelto, un disolvedor (18) de gas de cloro para producir agua electrolizada ácida libre de cloruro de metal alcalino haciendo que el gas, después de separado y recogido del electrolito anódico en el separador de gas y líquido (12), entre en contacto con un fluido de disolución libre de metal alcalino cloruro,
 60 un tubo de entrada (15) de fluido de disolución libre de cloruro de metal alcalino para suministrar un fluido de disolución al disolvedor de gas de cloro, un tubo de entrada (7) de agua cruda para suministrar agua cruda libre de cloruro de metal alcalino a la cámara de cátodo (3) y
 65 un tubo de salida de agua electrolizada alcalina (9) para descargar desde la cámara de cátodo (3) agua

electrolizada alcalina generada en la cámara de cátodo,
por lo que la altura del separador de gas y líquido (12) ubicado por encima de la cámara de ánodo (2) se
mantiene mayor que la altura del tanque de almacenamiento de agua electrolizada alcalina (8) y del tubo de
salida (9) de agua electrolizada ubicado corriente debajo de la cámara de cátodo (3).

5
7. El generador de agua electrolizada según la reivindicación 6, en el que el pH del agua electrolizada ácida libre de
cloruro de metal alcalino se regula añadiendo al disolvedor de gas de cloro, con un caudal controlado, agua
electrolizada alcalina producida electrolíticamente, donde el agua electrolizada ácida libre de cloruro de metal
alcalino se produce con el gas separado y recogido del electrolito anódico en el separador de gas y líquido,
10 permitiendo que dicho gas entre en contacto con el fluido de disolución que hay que disolver.

8. El generador de agua electrolizada según la reivindicación 6 o la reivindicación 7, en el que se produce agua
electrolizada ácida libre de cloruro de metal alcalino recogiendo gas que contiene cloro desprendido en el tanque de
almacenamiento de electrolito anódico, mezclándolo con gas que contiene cloro desprendido en la cámara de ánodo
15 y poniendo los gases mezclados en contacto con el fluido de disolución que hay que disolver.

9. El generador de agua electrolizada según una cualquiera de las reivindicaciones 6 a 8, en el que parte del agua
cruda del tubo de entrada para suministrar agua cruda libre de cloruro de metal alcalino a la cámara de cátodo es
ramificada y conectada al tubo de entrada para suministrar fluido de disolución al disolvedor de gas de cloro y el
20 agua cruda ramificada se utiliza como fluido de disolución.

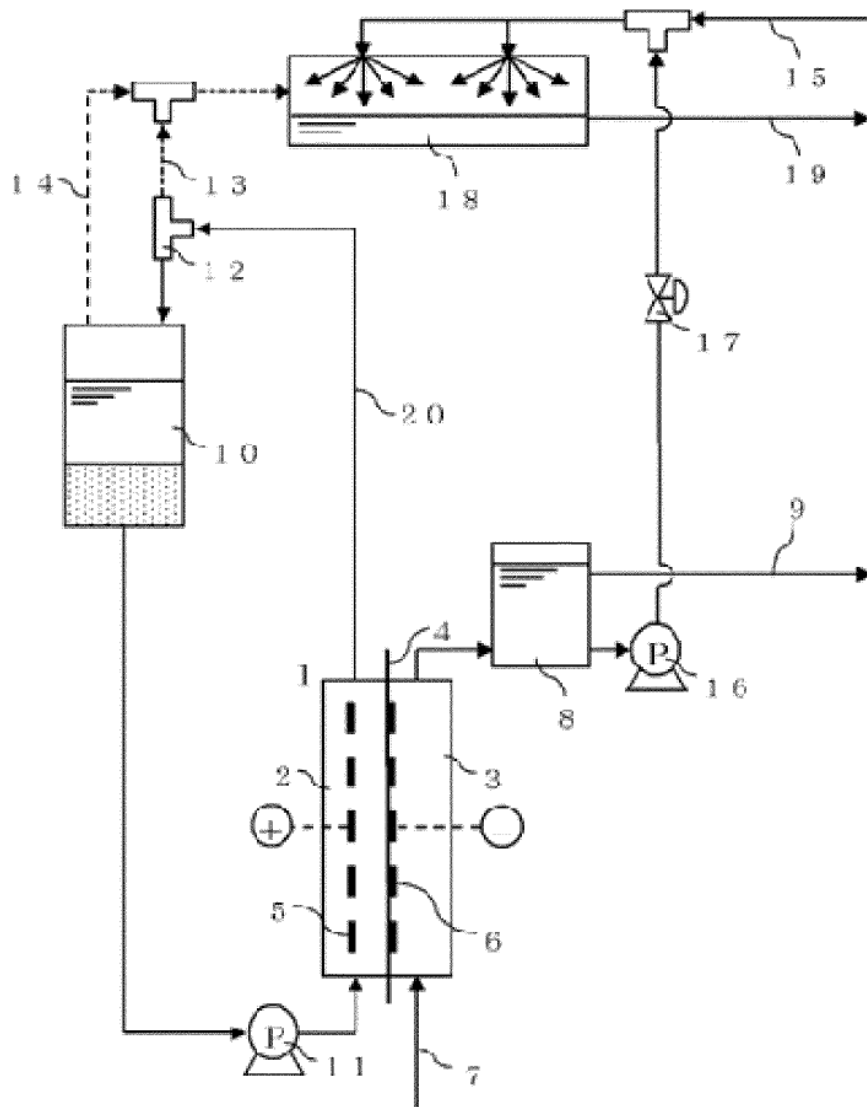


Fig. 1

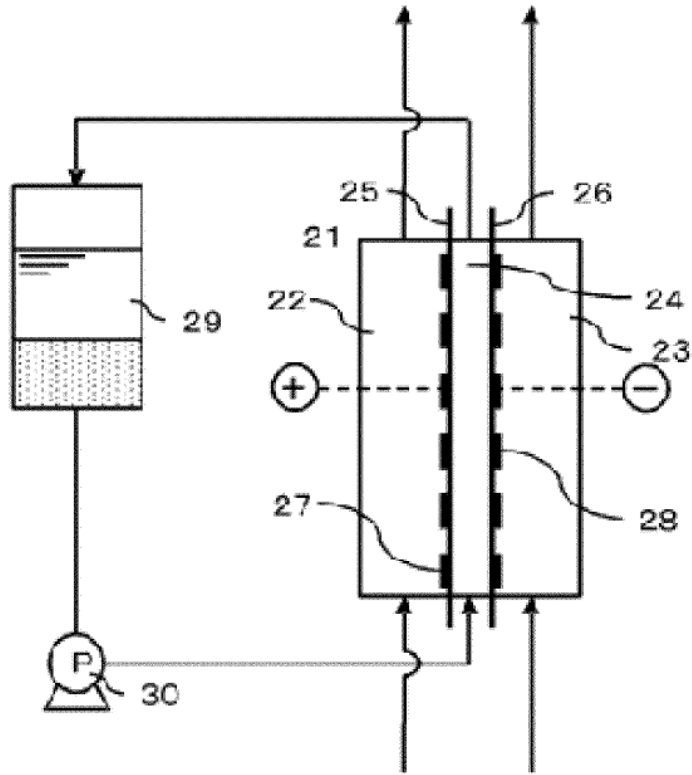


Fig. 2