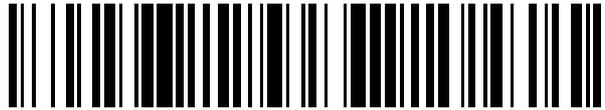


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 795 698**

51 Int. Cl.:

**C25B 1/00** (2006.01)

**C25B 3/04** (2006.01)

**C25B 9/08** (2006.01)

**C25B 15/02** (2006.01)

**C25B 15/08** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **18.05.2017 PCT/EP2017/061924**

87 Fecha y número de publicación internacional: **04.01.2018 WO18001636**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **18.05.2017 E 17724054 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **01.04.2020 EP 3445893**

54 Título: **Disposición para la electrólisis de dióxido de carbono**

30 Prioridad:

**30.06.2016 DE 102016211824**

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

**24.11.2020**

73 Titular/es:

**SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT (100.0%)  
Werner-von-Siemens-Straße 1  
80333 München, DE**

72 Inventor/es:

**JEANTY, PHILIPPE;  
MAGORI, ERHARD;  
SCHERER, CHRISTIAN;  
TAWIL, ANGELIKA;  
WIESNER-FLEISCHNER, KERSTIN y  
VON SICARD, OLIVER**

74 Agente/Representante:

**CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel**

ES 2 795 698 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).

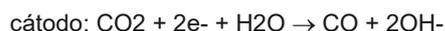
## DESCRIPCIÓN

Disposición para la electrólisis de dióxido de carbono

La invención se refiere a una disposición para la electrólisis de dióxido de carbono de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1.

- 5 Mediante la combustión de combustibles fósiles se cubre de manera momentánea aproximadamente el 80 % de la demanda de energía mundial. Mediante estos procesos de combustión se emitieron en el año 2011 a nivel mundial aproximadamente 34000 millones de toneladas de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) en la atmósfera. Esta liberación es la vía más sencilla de eliminar también grandes cantidades de CO<sub>2</sub> (grandes centrales eléctricas de lignito por encima de 50000 t por día).
- 10 La discusión sobre las repercusiones negativas del gas de efecto invernadero CO<sub>2</sub> sobre el clima ha conducido a que se contemple un reciclado de CO<sub>2</sub>. El CO<sub>2</sub> es una molécula fuertemente unida y por tanto puede reducirse sólo con dificultad de nuevo para dar productos aprovechables.
- 15 En la naturaleza se convierte el CO<sub>2</sub> mediante fotosíntesis en hidratos de carbono. Este proceso complejo puede reproducirse a escala técnica sólo con mucha dificultad. Una vía practicable técnicamente de manera momentánea la representa la reducción electroquímica del CO<sub>2</sub>. A este respecto se transforma el dióxido de carbono con alimentación de energía eléctrica en un producto energéticamente de más alta calidad tal como por ejemplo CO, CH<sub>4</sub>, C<sub>2</sub>H<sub>4</sub> o alcoholes C1-C4. La energía eléctrica a su vez procede preferentemente de fuentes de energía regenerativas tal como energía eólica o energía fotovoltaica.
- 20 Para la electrolisis de CO<sub>2</sub> se usan por regla general metales como catalizadores. El tipo de metal ejerce influencia sobre los productos de la electrólisis. Así se reduce CO<sub>2</sub> por ejemplo en Ag, Au, Zn y con limitaciones en Pd, Ga, casi completamente para dar CO, mientras que en cobre puede observarse una pluralidad de hidrocarburos como productos de reducción. Además de metales puros son interesantes también aleaciones de metal así como también mezclas de metal y óxido de metal, que es activo de manera co-catalítica, dado que éstas pueden elevar la selectividad de un determinado hidrocarburo.
- 25 En la electrólisis de CO<sub>2</sub> puede usarse un electrodo de difusión de gas (GDE) como cátodo al igual que en la electrólisis de cloro-álcali, para establecer un límite de tres fases entre el electrolito líquido, el CO<sub>2</sub> gaseoso y las partículas de plata sólidas. A este respecto se usa una célula de electrólisis, tal como se conoce también por la técnica de células de combustible, con dos cámaras de electrolito, estando separadas las cámaras de electrolito mediante una membrana de intercambio de iones.
- 30 El electrodo de trabajo es un electrodo de difusión de gas poroso. Éste comprende una red metálica, sobre la que está aplicada una mezcla de PTFE, carbón activo, un catalizador y otros componentes. Éste comprende un sistema de poros en el que penetran los reactivos y reaccionan en las superficies límite de tres fases.
- 35 El contraelectrodo es una chapa cargada con platino o un óxido mixto de iridio. El GDE se encuentra en contacto en un lado con el electrolito. En el otro lado se abastece éste con CO<sub>2</sub>, que se presiona con sobrepresión a través del GDE (el denominado modo de funcionamiento convectivo). El GDE puede contener a este respecto distintos metales y compuestos metálicos que tienen una acción catalítica sobre el proceso. El modo de funcionamiento de un GDE se conoce por ejemplo por el documento EP 297377 A2, el documento EP 2444526 A2 y el documento EP 2410079 A2.
- 40 A diferencia de la electrólisis de cloro-álcali y de la técnica de células de combustible, el producto producido durante la electrólisis de dióxido de carbono es gaseoso y no líquido. Además, el CO<sub>2</sub> usado forma sales con el hidróxido alcalino o alcalinotérreo producido a partir del electrolito. Por ejemplo, con el uso de sales de potasio como electrolitos se forma KOH y se producen las sales KHCO<sub>3</sub> y K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>. Debido a las condiciones de funcionamiento se llega a una cristalización de las sales en y sobre el GDE desde el lado de gas.

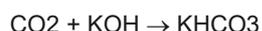
La reacción electroquímica de CO<sub>2</sub> en electrodos de plata se realiza según la siguiente ecuación:



- 45 con la contrarreacción



- Debido a las condiciones electroquímicas se realiza la compensación de carga de las ecuaciones químicas no de manera uniforme con H<sub>3</sub>O<sup>+</sup> o OH<sup>-</sup>. A pesar del electrolito ácido se llega en el GDE a valores de pH localmente básicos. Para el funcionamiento de una técnica de células de combustible alcalinas debe estar el oxígeno introducido libre de CO<sub>2</sub>, dado que de lo contrario se formaría KHCO<sub>3</sub>/K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> de acuerdo con las siguientes ecuaciones:



El mismo proceso puede observarse ahora también en la electrólisis de CO<sub>2</sub>, con la diferencia de que el gas alimentado no puede estar libre de CO<sub>2</sub>. Como consecuencia de esto, tras un tiempo limitado (dependiendo de la densidad de flujo) cristaliza sal en y sobre el GDE desde el lado de gas y obstruye los poros del GDE. La presión de gas aumenta, el GDE se carga mucho y se rompe a partir de una determinada presión. Además se retiran del proceso los iones potasio necesarios para el proceso y el espacio de gas se llena poco a poco con sal. Un proceso análogo puede observarse con otros metales alcalinos/alcalinotérreos, por ejemplo cesio.

Un funcionamiento a largo plazo estable del electrodo de difusión de gas en el intervalo de más de 1000 h no es posible en caso de la electrólisis de CO<sub>2</sub>, dado que la sal producida obstruye los poros del GDE y por consiguiente éste se vuelve impermeable a gases.

Los documentos US 2014/291163 A1, US 2013/186771 A1, DE 10 2013 226357 A1 y DE 10 2013 105605 A1 divulgan otros procedimientos y dispositivos para la electrólisis de CO<sub>2</sub>.

El objetivo de la presente invención es indicar una disposición mejorada para la electrólisis de dióxido de carbono, con la que se permita un funcionamiento a largo plazo estable evitando los inconvenientes mencionados anteriormente.

Este objetivo se soluciona mediante una disposición con las características de la reivindicación 1. Las reivindicaciones dependientes se refieren a configuraciones ventajosas de la disposición.

La disposición de acuerdo con la invención para la electrólisis de dióxido de carbono comprende una célula de electrólisis con un ánodo y un cátodo, en la que están conectados el ánodo y el cátodo con una alimentación de corriente, en la que el cátodo está configurado como electrodo de difusión de gas, con el que está conectado en un primer lado un espacio de gas y en un segundo lado un espacio de cátodo, un circuito de electrolito que está conectado con la célula de electrólisis, para el abastecimiento de un espacio de ánodo y del espacio de cátodo con un electrolito líquido, y una alimentación de gas para la alimentación de gas que contiene dióxido de carbono en el espacio de gas.

Además, el espacio de gas presenta una salida para electrolito, dióxido de carbono y gases de producto de la electrólisis y la salida está conectada a través de un estrangulador con el circuito de electrolito, en la que el estrangulador está configurado para producir una diferencia de presión que puede determinarse entre el espacio de gas y el espacio de cátodo en caso de flujo de una mezcla de gases de producto y electrolito líquido.

Por consiguiente se crea una instalación de electrólisis de dióxido de carbono que funciona en el modo "flow-by". El dióxido de carbono se presiona a este respecto no a través del cátodo, o sea el electrodo de difusión de gas, en el lado del cátodo ("flow-through"), sino que se conduce pasando por éste hacia el espacio de gas. La diferencia de presión entre el espacio de cátodo y el espacio de gas es baja en el caso de funcionamiento flow-by. Sin embargo, para dejar fluir por un lado de manera suficiente electrolito a través del cátodo para impedir una salinización y por otro lado para evitar también la formación de una película de líquido sobre el lado del espacio de gas del cátodo, se genera y se mantiene una diferencia de presión por medio del estrangulador.

De las reivindicaciones dependientes de la reivindicación 1 se desprenden configuraciones ventajosas del dispositivo de acuerdo con la invención. A este respecto puede combinarse la forma de realización según la reivindicación 1 con las características de una de las reivindicaciones dependientes o preferentemente también con aquellas de varias reivindicaciones dependientes. De acuerdo con esto pueden preverse para la disposición aún adicionalmente las siguientes características:

- El estrangulador puede comprender un tubo dispuesto en un ángulo de entre 0° y 80° con respecto a la perpendicular. En una configuración, el estrangulador comprende un tubo que se encuentra perpendicular. El tubo presenta preferentemente una longitud de entre 60 cm y 140 cm, en particular entre 90 cm y 110 cm.
- El tubo puede estar dispuesto de manera giratoria. Mediante esto puede modificarse la altura absoluta que puentea el tubo. Debido a ello se modifica a su vez la diferencia de presión provocada por el tubo. Por consiguiente puede ajustarse por tanto una diferencia de presión deseada entre el espacio de gas y el espacio de cátodo mediante un giro del tubo. La diferencia de presión máxima existe cuando el tubo se encuentra perpendicular. Si el tubo está girado hacia la horizontal, la diferencia de presión es próxima a cero.
- El tubo presenta un diámetro interno que corresponde al menos al doble del diámetro interno de la otra conexión entre el espacio de gas y el circuito de electrolito. En particular, el diámetro interno asciende al quintuplo del diámetro interno de la otra conexión. El diámetro interno asciende preferentemente a menos del décuplo del diámetro interno de la otra conexión. En el caso del tubo proporciona la longitud la cantidad de la presión hidrostática, sin embargo el ensanchamiento de la sección transversal permite sólo que se mantenga también el líquido en esta zona del tubo. A este respecto se parte de que las otras conexiones tubulares, o sea en particular otra parte de la conexión entre el espacio de gas y el circuito de electrolito, especialmente entre el recipiente de rebosamiento y el recipiente de electrolito, esté realizada con una sección transversal a ser posible baja para producir un flujo rápido. Mediante la sección transversal más grande del tubo se rompe el flujo de injerto (injertos líquidos en el flujo de gas) y se liberan las burbujas de gas.

## ES 2 795 698 T3

- La salida está dispuesta preferentemente en el espacio de gas en el lado de la base. Debido a ello, el electrolito que pasa desde el espacio de cátodo hacia el espacio de gas y en el cátodo discurre hacia la base del espacio de gas puede conducirse sin problemas fuera del espacio de gas.
- La salida puede estar conectada a través de una conexión trasera con la alimentación de gas.
- 5 - Puede estar previsto un dispositivo de bombeo para la circulación de dióxido de carbono y gas de producto en el circuito que está formado por el espacio de gas y la conexión trasera.
- La salida está conectada convenientemente con un recipiente de rebosamiento. La salida y un tubo eventualmente conectado conducen electrolito y dióxido de carbono y gases de producto. Para el otro funcionamiento de la célula de electrólisis deben dividirse los gases y el electrolito, lo que se realiza mediante la introducción en el recipiente de rebosamiento. En la base del recipiente de rebosamiento se acumula el electrolito y en la zona por encima del electrolito el dióxido de carbono y eventualmente gases de producto. Convenientemente sigue la conexión trasera para la alimentación de gas en la zona superior del recipiente de rebosamiento, de modo que el dióxido de carbono puede reconducirse sin electrolito. La conducción de electrolito hacia el recipiente de rebosamiento se realiza preferentemente de manera accionada por la fuerza de gravedad.
- 10
- 15 - El recipiente de rebosamiento puede estar construido de manera separada del espacio de gas y por ejemplo puede estar conectado a través de una conexión tubular. El recipiente de rebosamiento puede estar integrado también en el espacio de gas.
- El recipiente de rebosamiento puede estar unido a través de un estrangulador con el circuito de electrolito, estando configurado el estrangulador para producir una diferencia de presión que puede determinarse entre el espacio de gas y el espacio de cátodo. A este respecto, la diferencia de presión no debe depender de si pasa gas, electrolito o una mezcla de los mismos por el estrangulador. Mediante esto se mantiene la diferencia de presión en un intervalo determinado previamente. Debido a ello se mantiene un flujo constante de electrolito por el electrodo de difusión de gas en el espacio de gas, que impide una salinización, sin embargo por otro lado limita el flujo del electrolito para impedir la cubrición del electrodo de difusión de gas con una película de líquido que reduciría la eficacia de la electrólisis. El estrangulador puede estar dispuesto por ejemplo a una altura media en el recipiente de rebosamiento. Tan pronto como el nivel de líquido en el recipiente de rebosamiento alcance esta altura media, se separa mediante transporte el electrolito por el estrangulador. El nivel de líquido en el recipiente de rebosamiento se mantiene por consiguiente constante a la altura media.
- 20
- 25
- 30 - Un primer detector de la presión puede estar presente en el espacio de gas. Éste proporciona una señal de presión por ejemplo a un dispositivo de control para el control del dispositivo de bloqueo. Un segundo detector de presión puede estar dispuesto en el espacio de cátodo. Éste puede proporcionar igualmente una señal de presión al dispositivo de control. A partir de las dos señales de presión, el dispositivo de control puede determinar la diferencia de presión.
- Como alternativa puede estar presente un detector de presión diferencial para el espacio de gas y el espacio de cátodo. Éste proporciona directamente una señal para la diferencia de presión a un dispositivo de control.
- 35
- La diferencia de presión entre el espacio de gas y el espacio de cátodo se mantiene preferentemente entre 10 y 100 hPa. Este ligero aumento de presión en el lado del gas permite aún un paso suficientemente bueno del electrolito por el electrodo de difusión de gas, por tanto separa bien por lavado las sales y desplaza al mismo tiempo el límite de tres fases aproximadamente hacia el electrodo de difusión de gas. Por consiguiente, se usa un funcionamiento *flow-by* modificado, en el que el gas de producto de partida se presiona ligeramente en el electrodo de difusión de gas. Debido a ello se eleva el rendimiento de gas de producto, por ejemplo monóxido de carbono.
- 40
- El espacio de gas puede comprender promotores de turbulencia. La electrólisis tiene lugar en el funcionamiento *flow-by*, es decir el dióxido de carbono se conduce pasando por el electrodo de difusión de gas y no se presiona a través de éste. Sin módulos adicionales se forma por consiguiente un flujo laminar, con el que es muy baja la velocidad de gas en la superficie del electrodo de difusión de gas. El espacio de gas se modifica por tanto ventajosamente de modo que el gas que se introduce se fluidifica y por consiguiente se rompe la película de flujo en la superficie del cátodo. Debido a ello se produce una mejor penetración del dióxido de carbono en el electrodo de difusión de gas y por consiguiente un mejor rendimiento de gas de producto, por ejemplo CO. Los promotores de turbulencia pueden comprender por ejemplo: canal de flujo, quebrantador de flujo, reducción de la sección transversal.
- 45
- 50 - Los promotores de turbulencia pueden estar configurados de modo que entre el interior y la superficie del cátodo permanece un espacio de aire de entre 0,1 mm y 5 mm. Debido a ello se consigue ventajosamente que el electrolito que pasa por el electrodo de difusión de gas no humedezca a los promotores de turbulencia y se retenga allí. Esto conduciría a su vez a un flujo reducido de dióxido de carbono y en total dañaría mucho la eficacia de la electrólisis. El espacio de aire crea sin embargo una distancia de los promotores de turbulencia de la superficie del electrodo de difusión de gas, de modo que puede desviarse el electrolito y puede acumularse en el lado de la base en el espacio de gas. Preferentemente existen sin embargo conexiones de apoyo en varios sitios entre los promotores de turbulencia y el electrodo de difusión de gas, de manera que el electrodo de difusión de gas experimente una consolidación mecánica.
- 55

- Los promotores de turbulencia pueden presentar canales vertederos, por medio de los cuales se conduce el electrolito al borde del espacio de gas.
- Preferentemente es el flujo volumétrico de la bomba claramente mayor que el flujo volumétrico de gas alimentado, es decir el flujo volumétrico de dióxido de carbono nuevo. Con ello se realiza por un lado un paso de flujo más alto del espacio de gas, lo que tiene como consecuencia a su vez un flujo más turbulento, por otro lado se mejora debido a ello la conversión del dióxido de carbono. Además se realiza un mejor transporte del rebose del espacio de gas debido a la velocidad de flujo de gas más alta.
- El dispositivo de bombeo puede estar dispuesto en el espacio de gas. Por ejemplo puede estar dispuesto el dispositivo de bombeo en la entrada al espacio de gas, en el que desemboca la alimentación de gas, o en la zona de la salida. En el caso del dispositivo de bombeo puede tratarse por ejemplo de una bomba de membrana que ventajosamente es estable frente a productos químicos. También se tienen en cuenta otros tipos de bomba, tal como bombas de rueda dentada, de émbolo, elevadora o peristálticas. El flujo volumétrico del dispositivo de bombeo puede ascender por ejemplo a de 2 l/min a 5 l/min. Éste debía ser al menos el décuplo del flujo volumétrico del dióxido de carbono que se introduce.
- El dispositivo de bombeo puede estar dispuesto como alternativa en la conexión trasera. Con otras palabras está dispuesto el dispositivo de bombeo fuera del espacio de gas.

Un ejemplo de realización preferente, sin embargo no limitativo en ningún caso, de la invención se explica en más detalle ahora por medio de la figura del dibujo. A este respecto están representadas las características de manera esquemática.

- La estructura representada de manera esquemática en la figura 1 de una célula de electrólisis 11 es adecuada normalmente para realizar una electrólisis de dióxido de carbono. A este respecto comprende la forma de realización de la célula de electrólisis 11 al menos un ánodo 13 con espacio de ánodo 12 colindante así como un cátodo 15 y un espacio de cátodo 14 colindante. El espacio de ánodo 12 y el espacio de cátodo 14 están separados uno de otro por una membrana 21. La membrana 21 está fabricada normalmente de un material a base de PTFE. Dependiendo de la solución de electrolito usada es concebible también una estructura sin membrana 21, en la que entonces una compensación del valor de pH excede del de la membrana 21.

- El ánodo 13 y cátodo 15 están conectados eléctricamente con una alimentación de corriente 22, que se controla mediante la unidad de control 23. La unidad de control 23 puede aplicar una tensión de protección o una tensión de funcionamiento en los electrodos 13, 15, o sea el ánodo 13 y el cátodo 15. El espacio de ánodo 12 de la célula de electrólisis 11 mostrada está dotado de una entrada de electrólisis. Igualmente, el espacio de ánodo 12 formado comprende una salida para electrolito así como por ejemplo oxígeno O<sub>2</sub> u otro producto secundario gaseoso que se forma en la electrólisis de dióxido de carbono en el ánodo 13. El espacio de cátodo 14 presenta igualmente en cada caso al menos una salida de producto y de electrolito. A este respecto puede estar compuesto el producto de electrólisis total de una pluralidad de productos de electrólisis.

- La célula de electrólisis 11 está realizada además en una estructura de tres cámaras, en la que se introduce el dióxido de carbono CO<sub>2</sub> a través del cátodo 15 realizado como electrodo de difusión de gas en el espacio de cátodo 14. Los electrodos de difusión de gas permiten llevar a contacto entre sí un catalizador sólido, un electrolito líquido así como un producto de partida de electrólisis gaseoso. Para ello puede estar realizado por ejemplo el catalizador de manera porosa y puede adoptar la función de electrodo, o un electrodo poroso adopta la función de catalizador. El sistema de poros del electrodo está realizado a este respecto de modo que la fase líquida así como la fase gaseosa puedan penetrar igualmente en el sistema de poros y puedan encontrarse al mismo tiempo en éste o bien en su superficie eléctricamente accesible. Un ejemplo de un electrodo de difusión de gas es un electrodo de consumo de oxígeno que se usa en la electrólisis de cloro-álcali.

- Para la configuración como electrodo de difusión de gas, el cátodo 15 comprende en este ejemplo una red metálica, sobre la que se aplica una mezcla de PTFE, carbón activo y un catalizador. Para la introducción del dióxido de carbono CO<sub>2</sub> en el circuito de catolito, la célula de electrólisis 11 comprende una entrada de dióxido de carbono 24 en el espacio de gas 16. El dióxido de carbono alcanza en el espacio de gas 16 el cátodo 15 y puede penetrar allí en la estructura porosa del cátodo 15 y así reaccionar.

- Además, la disposición 10 comprende un circuito de electrolito 20, a través del cual se abastece el espacio de ánodo 12 y el espacio de cátodo 14 con un electrolito líquido, por ejemplo K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, KHCO<sub>3</sub>, KOH, Cs<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> y el electrolito se reconduce a un depósito 19. La recirculación del electrolito en el circuito de electrolito 20 se realiza mediante una bomba de electrolito 18.

- El espacio de gas 16 comprende en el presente ejemplo una salida 25 que está dispuesta en la zona de base. La salida 25 está configurada como abertura con suficiente sección transversal, de modo que tanto el electrolito que pasa por el cátodo 15, como también dióxido de carbono y gases de producto pueden llegar por la salida al tubo unido. La salida 25 conduce a un recipiente de rebosamiento 26. En el recipiente de rebosamiento 26 se recoge y se acumula el electrolito líquido. El dióxido de carbono y los gases de producto, que proceden del espacio de gas 16, se separan del electrolito y se acumulan por encima de éste.

Desde un punto colocado arriba del recipiente de rebosamiento 26 conduce otro tubo 28 a una bomba 27, en este ejemplo de realización una bomba de membrana, y posteriormente a la alimentación de gas 17. La bomba 27 puede ser también una bomba de émbolo, elevadora, extrusora o de rueda dentada. Una parte de la alimentación de gas 17, el espacio de gas 16, el tubo 18 y el recipiente de rebosamiento 26 junto con su conexión a la salida 25 forman por consiguiente de manera conjunta un circuito. Por medio de la bomba 27 se conducen el dióxido de carbono y gases de producto existentes desde el recipiente de rebosamiento 26 de vuelta a la alimentación de gas y por consiguiente se conduce el gas parcialmente en el circuito. A este respecto es el flujo volumétrico de la bomba 27 claramente más alto que el flujo volumétrico de nuevo dióxido de carbono. El gas de producto de partida que no se ha consumido se conduce debido a ello ventajosamente otra vez por el cátodo 15 y tiene otra vez o varias veces la oportunidad de reducirse. A este respecto, los gases de producto igualmente se conducen parcialmente en el circuito. Mediante la múltiple conducción del dióxido de carbono por el cátodo 15 se eleva la eficacia de la conversión.

Del recipiente de rebosamiento 26 existe otra conexión que reconduce al circuito de electrolito 20. Esta conexión comienza con una salida 29 que está dispuesta en una pared lateral del recipiente de rebosamiento 26, preferentemente de manera próxima a la base, sin embargo no en la base. La salida 29 está conectada con un estrangulador 30 que está configurado como pieza tubular perpendicular con una longitud de por ejemplo 90 cm. A este respecto es el diámetro de la pieza tubular claramente más grande que aquéllos de las alimentaciones al estrangulador 30. La alimentación tiene por ejemplo un diámetro interno de 4 mm, la pieza tubular tiene un diámetro interno de 20 mm. El estrangulador 30 está conectado en el lado de salida, es decir en el extremo superior de la pieza tubular con el circuito de electrolito 20.

En el funcionamiento en marcha, mediante el estrangulador 30 se establece y se mantiene una diferencia de presión entre el circuito de electrolito 20 conectado en el lado superior y con ello también el espacio de cátodo 14 por un lado y el recipiente de rebosamiento 26 y el espacio de gas 16 por otro lado. Esta diferencia de presión asciende a entre 10 y 100 hPa (mbar), es decir el espacio de gas 16 permanece con una sobrepresión sólo ligera en comparación con el espacio de cátodo 14. A este respecto es importante que el estrangulador 30 establezca la diferencia de presión independientemente de si fluye a través justamente un medio líquido o gaseoso o una mezcla de esto. En la pieza tubular del estrangulador 30, que está rellena con el electrolito, se ajusta la presión diferencial dependiendo de la altura de la pieza tubular debido a la presión hidrostática. Si se coloca la pieza tubular de manera que pueda girar, entonces puede reducirse la presión diferencial del estrangulador 30 de manera continua, hasta casi cero en posición horizontal.

Al inicio de la electrólisis, a pesar de la ligera sobrepresión en el lado del gas, es decir en el espacio de gas 16 debido a la tensión eléctrica dispuesta en el cátodo 15, se "bombee" electrolito desde el espacio de catolito 14 por el electrodo de difusión de gas, o sea el cátodo 15, hacia el espacio de gas 16. En el lado del espacio de gas 16 se producen gotas en la superficie del cátodo 15, que coalescen y se acumulan en forma en la zona inferior del cátodo 15.

El electrolito que se acumula origina debido a ello un aumento de presión en el espacio de gas 16. Este aumento de la presión se compensa sin embargo de nuevo por el estrangulador 30, reconduciéndose electrolito y/o gas desde el recipiente de rebosamiento 26 de nuevo hacia el circuito de electrolito 20. Por consiguiente, la diferencia de presión entre los dos lados del cátodo 15 permanece en el intervalo deseado entre 10 y 100 hPa.

Los iones OH<sup>-</sup> que pasan por el cátodo 15 si bien originan junto con el dióxido de carbono y los cationes alcalinos del electrolito una formación de sal, sin embargo es la presión diferencial en el cátodo 15 tan baja que se lava el líquido de manera suficiente por el cátodo 15 y la sal formada se disuelve, se elimina por lavado de manera permanente y se transporta desde el espacio de gas 16 hacia el recipiente de rebosamiento 26. Otro aumento de la presión, que conduciría a una cristalización de la sal formada, se impide por el estrangulador 30.

**REIVINDICACIONES**

1. Disposición (10) para la electrólisis de dióxido de carbono, que comprende
- una célula de electrólisis (11) con un ánodo (13) y un cátodo (15), en la que el ánodo (13) y el cátodo (15) están conectados con una alimentación de corriente (22), en la que el cátodo (15) está configurado como electrodo de difusión de gas, con el que está conectado en un primer lado un espacio de gas (16) y en un segundo lado un espacio de cátodo (14),
  - un circuito de electrolito (20) que está conectado con la célula de electrólisis (11), para el abastecimiento de un espacio de ánodo (12) y del espacio de cátodo (14) con un electrolito líquido,
  - una alimentación de gas (17) para la alimentación de gas que contiene dióxido de carbono en el espacio de gas (16),
- caracterizada porque
- el espacio de gas (16) presenta una salida (25) para electrolito, dióxido de carbono y gases de producto de la electrólisis,
  - la salida (25) está conectada a través de un estrangulador (30) con el circuito de electrolito (20), en la que el estrangulador (30) está configurado para producir una diferencia de presión que puede determinarse entre el espacio de gas (16) y el espacio de cátodo (14) en caso de flujo de una mezcla de gases de producto y electrolito líquido.
2. Disposición (10) según la reivindicación 1, en la que el estrangulador (30) comprende un tubo dispuesto en un ángulo de entre 0° y 80° con respecto a la perpendicular.
3. Disposición (10) según la reivindicación 2, en la que el tubo está dispuesto de manera perpendicular.
4. Disposición (10) según la reivindicación 2, en la que el tubo está dispuesto de manera que puede girar.
5. Disposición (10) según una de las reivindicaciones anteriores 2 a 4, en la que el diámetro interno del tubo asciende al menos al doble, en particular al menos al quintuple de la otra conexión entre el espacio de gas (16) y el circuito de electrolito (20).
6. Disposición (10) según una de las reivindicaciones anteriores, en la que la salida (25) está conectada a través de una conexión trasera (28) con la alimentación de gas.
7. Disposición (10) según la reivindicación 6 con un dispositivo de bombeo (27) para la circulación de dióxido de carbono y gas de producto en el circuito que está formado por el espacio de gas (16) y la conexión trasera (28).
8. Disposición (10) según la reivindicación 7, en la que el dispositivo de bombeo (27) está dispuesto en la conexión trasera (28).
9. Disposición (10) según la reivindicación 7, en la que el dispositivo de bombeo (27) está dispuesto en el espacio de gas (16).
10. Disposición (10) según una de las reivindicaciones anteriores, configurada de manera que la diferencia de presión entre el espacio de gas (16) y el espacio de cátodo (14) se mantiene entre 10 y 100 hPa.
11. Disposición (10) según una de las reivindicaciones anteriores, en la que la salida (25) está dispuesta en el espacio de gas (16) en el lado de la base.
12. Disposición (10) según una de las reivindicaciones anteriores, en la que la salida (25) está conectada con un recipiente de rebosamiento (26).
13. Disposición (10) según una de las reivindicaciones anteriores, en la que el espacio de gas (16) comprende promotores de turbulencia.
14. Disposición (10) según la reivindicación 13, en la que los promotores de turbulencia están configurados de modo que entre el interior y la superficie del cátodo (15) permanece un espacio de aire de al menos 0,1 mm.

