

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 975 289**

51 Int. Cl.:

C25B 1/04 (2011.01)
C25B 1/23 (2011.01)
C25B 3/03 (2011.01)
C25B 3/25 (2011.01)
C25B 3/26 (2011.01)
C25B 9/23 (2011.01)
C25B 9/77 (2011.01)
C25B 11/031 (2011.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **11.03.2021** **PCT/EP2021/056136**
 87 Fecha y número de publicación internacional: **07.10.2021** **WO21197787**
 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **11.03.2021** **E 21715146 (3)**
 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **27.12.2023** **EP 4093901**

54 Título: **Dispositivo y procedimiento para la electrólisis de dióxido de carbono o de monóxido de carbono**

30 Prioridad:

01.04.2020 DE 102020204224

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
04.07.2024

73 Titular/es:

SIEMENS ENERGY GLOBAL GMBH & CO. KG
(100.0%)
Otto-Hahn-Ring 6
81739 München, DE

72 Inventor/es:

MAGORI, ERHARD;
PASTUSIAK, REMIGIUSZ;
TAWIL, ANGELIKA y
WIESNER-FLEISCHER, KERSTIN

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 975 289 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

Dispositivo y procedimiento para la electrólisis de dióxido de carbono o de monóxido de carbono

5 La invención se refiere a una semicelda anódica para una celda electroquímica de un dispositivo de electrólisis para la electrólisis de dióxido de carbono y/o para la electrólisis de monóxido de carbono. Además, la invención se refiere a una celda electroquímica para un dispositivo de electrólisis para la electrólisis de dióxido de carbono y/o para la electrólisis de monóxido de carbono, con una zona de cátodo que exhibe una conexión eléctrica de cátodo, un electrodo de difusión de gas, una primera conexión de alimentación para alimentar dióxido de carbono y una primera conexión de drenaje para drenar sustancias de electrólisis formadas al menos parcialmente durante la operación pretendida de la celda electroquímica, una zona de ánodo separada de la zona de cátodo mediante un separador, que exhibe una conexión eléctrica de ánodo, una placa de ánodo, una segunda conexión de alimentación para la alimentación de una sustancia que cede protones y una segunda conexión de drenaje para drenar sustancias de electrólisis formadas al menos parcialmente durante la operación pretendida de la celda electroquímica, en donde la conexión de cátodo y la conexión de ánodo están formadas para acoplarse eléctricamente con correspondientes conexiones eléctricas de una fuente de energía que suministra un voltaje eléctrico de electrólisis. Además, la invención se refiere a un dispositivo de electrólisis para la electrólisis de dióxido de carbono y/o para la electrólisis de monóxido de carbono. Finalmente, la invención se refiere también a un procedimiento para la fabricación de una semicelda anódica para una celda electroquímica de un dispositivo de electrólisis para la electrólisis de dióxido de carbono y/o para la electrólisis de monóxido de carbono.

20 Las celdas anódicas, celdas electroquímicas, dispositivo de electrólisis para la electrólisis de dióxido de carbono y/o para la electrólisis de monóxido de carbono así como los procedimientos para la fabricación de celdas anódicas son conocidos en la base de acuerdo con el estado de la técnica, de modo que para ello no se requiere evidencia expresa separada. Las celdas electroquímicas así como los dispositivos de electrólisis formados a partir de ellas sirven para convertir al menos parcialmente dióxido de carbono en monóxido de carbono y/o también en otros hidrocarburos. Aparte de dióxido de carbono, alternativamente o como complemento puede usarse también monóxido de carbono, para generar al menos parcialmente los otros hidrocarburos.

30 El dióxido de carbono es una sustancia que surge durante el uso en particular de combustibles fósiles, y es liberada en grandes cantidades a la atmósfera. El dióxido de carbono es un gas de efecto invernadero y por ello es una sustancia indeseada en la atmósfera. La invención considera la pregunta de cómo hacer utilizable el dióxido de carbono para un amplio intervalo de la industria química. Por el contrario, el monóxido de carbono es una sustancia de partida de la industria química y puede ser usada para la fabricación de una multiplicidad de productos químicos. Mediante la generación de monóxido de carbono a partir de dióxido de carbono puede mejorarse este objetivo, incluso si no es logrado. Además, en el marco de la electrólisis de dióxido de carbono pueden fabricarse también otros hidrocarburos, por ejemplo metano, alcoholes y/o similares. Estas otras sustancias pueden ser obtenidas también mediante una electrólisis de monóxido de carbono.

40 En la práctica, se ha mostrado que la fabricación de monóxido de carbono o de los otros hidrocarburos a partir de dióxido de carbono o de monóxido de carbono, requiere no sólo un gran esfuerzo, sino que además está asociado también con problemas. Por ejemplo, en referencia a la electrólisis de dióxido de carbono, es necesario que el dióxido de carbono sea convertido mediante reducción al menos parcialmente en monóxido de carbono. Con este propósito es necesario preparar un entorno adecuado para la reducción, así como una sustancia que mediante su oxidación permita la reducción del dióxido de carbono.

45 Por ello, para muchas aplicaciones es común usar dentro de la celda electroquímica una solución conductora de iones o un electrolito a base de agua. En una zona anódica de la celda electroquímica se escinde la solución conductora de iones o el electrolito a base de agua, de modo que pueden suministrarse protones y se emite oxígeno. El agua de la solución conductora de iones y el electrolito a base de agua representan en este caso por consiguiente una sustancia que cede protones. Esta parte de la reacción tiene lugar por regla general en la zona anódica o zona de ánodo.

50 Los protones pueden a continuación, después de pasar por un separador adecuado que preferiblemente es exclusivamente permeable a los protones, ser suministrados a una zona de cátodo de la celda electroquímica para la reducción del dióxido de carbono. Mediante una reacción en la zona de cátodo, el dióxido de carbono es a continuación escindido al menos parcialmente, mediante lo cual se genera monóxido de carbono. Además, el oxígeno liberado puede a continuación formar, por ejemplo, agua junto con los protones.

55 La celda electroquímica exhibe por regla general al menos una zona de cátodo y una zona de ánodo separada de la zona de cátodo mediante el separador. Para la ejecución de la reacción electroquímica en la celda electroquímica se disponen un ánodo en la zona de ánodo y un cátodo en la zona de cátodo, a los que se aplica un potencial eléctrico adecuado. Además, al menos en la zona de ánodo está dispuesto un catalizador que soporta o hace posible la reacción deseada en la zona de ánodo.

60 Para la ejecución de la reacción química deseada en la celda electroquímica pueden estar presentes las sustancias deseadas, tanto al menos parcialmente en forma líquida como también al menos parcialmente en forma gaseosa. Si

se alimenta al menos el dióxido de carbono en forma gaseosa, el cátodo puede exhibir por ejemplo un electrodo de difusión de gas. El electrodo de difusión de gas permite poner en conexión mutua una sustancia sólida, una líquida y una gaseosa, de modo que puede alcanzarse la reacción electroquímica deseada. Por ejemplo a partir de la inscripción europea de patente EP 3 757 253 A1 se conoce un electrodo de difusión de gas.

La reacción en la celda electroquímica usa preferiblemente un electrolito. El electrolito puede estar formado por ejemplo preferiblemente por una solución salina acuosa. Si la solución salina es usada como electrolito, el electrolito puede ser igualmente anódico y catódico. Por ello, el electrolito puede ser suministrado desde un único reservorio. Un electrolito tal es denominado ocasionalmente también como monolito. Además, naturalmente existe también la posibilidad de usar diferentes electrolitos en la zona de ánodo y en la zona de cátodo, en donde la zona de cátodo exhibe entonces un catolito y la zona de ánodo exhibe un anolito. En la zona de ánodo el anolito puede estar formado por agua, mientras el catolito en la zona de cátodo puede estar formado por un catolito en forma de una solución salina. Además, son imaginables otras configuraciones de electrolitos.

Para dispositivos de electrólisis genéricos se demuestra, en particular respecto a los ánodos, como fuente de problema el alcanzar una densidad de corriente uniforme distribuida por la superficie de reacción suministrada, con la cual pueda alcanzarse un buen efecto de la celda electroquímica. Al respecto, prueban ser problemáticas en particular sustancias, que al mismo tiempo debieran servir como catalizador y suministrar una conductividad eléctrica. Además, ha probado ser problemático, disponer en una posición preestablecida los diferentes componentes, en particular también los del lado del ánodo, y conectarlos mutuamente de manera preestablecida. Esto tiene como consecuencia un ensamble y construcción laboriosos. La confiabilidad puede ser perjudicada tanto durante la fabricación de la celda electroquímica como también en la operación pretendida.

Durante la electrólisis de monóxido de carbono pueden surgir problemas similares.

Además, el documento WO 2019/096540 A1 divulga un electrodo selectivo para etileno con catalizador de Cu_4O_3 de valencia mixta. Además, el documento WO 2019/011577 A1 divulga un cátodo acoplado a una membrana, para la reducción de dióxido de carbono en electrolito a base de ácido, sin cationes móviles. Finalmente, el documento WO 2017/192787 A1 divulga un reactor con arquitectura mejorada para la reacción electroquímica de CO_2 , CO y otros compuestos químicos. El documento US 2018/0258542 A1 divulga un módulo artificial de fotosíntesis. El documento US 2019/0085473 A1 divulga un cuerpo de catalizador para la reducción de dióxido de carbono.

La invención basa su objetivo en mejorar una semicelda anódica genérica, una celda electroquímica, un dispositivo de electrólisis genérico así como también un procedimiento para su fabricación, de modo que mejore la homogeneidad de la densidad de corriente en la zona del ánodo y pueda mejorarse la fabricación o la construcción de la celda electroquímica, en particular la semicelda anódica.

Como solución, con la invención se proponen una semicelda anódica, una celda electroquímica, un dispositivo de electrólisis así como un procedimiento para su fabricación de acuerdo con las reivindicaciones 1, 11, 13 o 14 independientes.

Mediante rasgos de las reivindicaciones dependientes surgen perfeccionamientos ventajosos.

Respecto a una semicelda anódica genérica, se propone en particular que la semicelda anódica exhiba un separador formado como membrana, que exhibe una superficie de separador del lado del ánodo y una superficie de separador del lado del cátodo en el lado opuesto de la superficie de separador del lado del ánodo, una capa de catalizador, que exhibe una primera superficie de catalizador y una segunda superficie de catalizador en el lado opuesto de la primera superficie de catalizador, en donde la primera superficie de catalizador está orientada hacia la superficie de separador del lado del ánodo, y exhibe una placa de ánodo permeable a los fluidos, que exhibe una primera superficie de ánodo, en donde la primera superficie de ánodo está orientada hacia la segunda superficie de catalizador.

Además, respecto a una celda electroquímica genérica se propone en particular que la zona de ánodo y del separador estén conformadas como semicelda anódica de acuerdo con la invención.

Respecto a un dispositivo de electrólisis genérico se propone en particular que las celdas electroquímicas estén formadas de acuerdo con la invención, en donde las celdas electroquímicas están dispuestas de modo inmediatamente adyacente en el espacio.

Respecto a un procedimiento genérico se propone con la invención en particular que éste exhiba estos pasos:

- arreglo de una superficie de separador del lado del ánodo de un separador formado como membrana, que exhibe una superficie de separador del lado del cátodo en el lado opuesto de la superficie de separador del lado del ánodo, en una primera superficie de catalizador de una capa de catalizador, cuya capa de catalizador exhibe una segunda superficie de catalizador en el lado opuesto de la primera superficie de catalizador, y
- arreglo de una primera superficie de ánodo de una placa de ánodo permeable a los fluidos en la segunda superficie de catalizador.

Es una idea de la invención, construir la celda electroquímica modular, de modo que pueda mejorarse no sólo la eficacia sino también la confiabilidad y la técnica de manufactura. Además, puede alcanzarse una construcción modular, que permite mejorar del lado del ánodo el acoplamiento eléctrico respecto a la conexión eléctrica de ánodo, de modo que en total puede alcanzarse una mejor homogeneidad respecto a la densidad de corriente eléctrica del ánodo. En total, la invención permite por un lado simplificar el ensamble y al mismo tiempo elevar la confiabilidad durante el ensamble y por otro lado mejorar la eficiencia, en particular la eficiencia de Faraday, así como también mejorar la confiabilidad en la operación pretendida. Mediante ello puede mejorarse en total también la eficiencia respecto a la electrólisis de dióxido de carbono.

La semicelda anódica es preferiblemente una unidad modular, que representan una parte de una estructura, en particular una estructura modular de la celda electroquímica. Preferiblemente, la semicelda anódica es un grupo estructural que puede ser manipulado separadamente. La semicelda anódica suministra el espacio del lado del ánodo y el separador, y por ello puede ser conectada de manera simple con los otros componentes o elementos modulares de la celda electroquímica. Al respecto, la construcción de la semicelda anódica permite el suministro de una unidad de construcción completamente comprobada para la manufactura de la celda electroquímica de modo que en total puede simplificarse el ensamble. Además, puede elevarse la confiabilidad en el ámbito el ensamble. Al menos la semicelda anódica exhibe preferiblemente una estructura apilada. En particular sus elementos están dispuestos de manera inmediatamente consecutiva. La estructura apilada puede ser fijada al menos parcialmente mediante elementos mecánicos de conexión. La conexión puede tener formación tal que puede ser soltada o que no puede ser soltada. Además, la semicelda anódica exhibe una carcasa propia o una carcasa parcial. La carcasa o la carcasa parcial pueden servir al menos parcialmente como elemento de conexión. Además, como elementos de conexión pueden suministrarse abrazaderas, clips, tornillos, remaches y/o similares. Como elementos de conexión puede suministrarse también un adhesivo, una soldadura y/o similar. Naturalmente, estos rasgos de construcción pueden ser suministrados de manera similar también para la semicelda catódica o también para la celda electroquímica, que exhibe la semicelda anódica y la semicelda catódica.

Preferiblemente puede suministrarse también una semicelda catódica que comprende los correspondientes elementos del espacio del lado del cátodo. Para la manufactura de la celda electroquímica se requiere entonces que se dispongan de modo combinado mutuamente solamente al menos estos dos elementos, es decir la semicelda anódica y la semicelda catódica, para formar la celda electroquímica. Dependiendo de la construcción y demanda pueden sin embargo suministrarse también elementos adicionales.

En particular puede preverse naturalmente que la celda electroquímica exhiba una carcasa, en la cual está dispuesta al menos la semicelda anódica. Esta puede ser suministrada también para la semicelda catódica. Al menos en el lado del cátodo puede preverse sin embargo también que algunos de los elementos o componentes de la semicelda anódica estén dispuestos de manera preestablecida como elementos que pueden ser manipulados individualmente. Ellos pueden ser conectados mutuamente entonces con elementos mecánicos de conexión, para obtener o fijar el arreglo deseado. Los elementos de conexión pueden ser por ejemplo anillos de sujeción, uniones por tornillo, uniones por clip y/o similares.

La celda electroquímica suministra una zona de reacción que permite convertir el dióxido de carbono, el cual es alimentado preferiblemente como gas, al menos parcialmente en monóxido de carbono. El dióxido de carbono puede ser alimentado sin embargo también mediante un solvente en forma líquida. El solvente puede formar al mismo tiempo un electrolito de la celda electroquímica, al menos sin embargo un catolito.

La celda electroquímica puede exhibir por ejemplo en la zona de cátodo una conexión eléctrica de cátodo que permite realizar una conexión eléctrica hacia la fuente de energía eléctrica, que puede aplicar un potencial eléctrico catódico a la conexión de cátodo. El potencial eléctrico catódico es diferente del potencial eléctrico anódico y preferiblemente es elegido de modo que puede alcanzarse la reacción electroquímica deseada. La diferencia del potencial eléctrico entre el potencial eléctrico anódico y el potencial eléctrico catódico es por ejemplo aproximadamente 7 V, preferiblemente menos de aproximadamente 7 V, de modo particularmente preferido 5 V o menos, en particular aproximadamente 3,8 V.

La zona de cátodo comprende además un electrodo de difusión de gas así como una primera conexión de alimentación para la alimentación de dióxido de carbono, en particular en forma de un gas, y una primera conexión de desviación para desviar sustancias de electrólisis formadas al menos parcialmente durante la operación pretendida de la celda electroquímica. Las sustancias de electrólisis comprenden en particular el monóxido de carbono generado durante la electrólisis pretendida, que así mismo está presente preferiblemente como gas. Además, las sustancias de electrólisis pueden comprender también residuos de dióxido de carbono, que no fue transformado en la operación pretendida de las celdas electroquímicas. Finalmente, pueden estar presentes otras sustancias diferentes a sustancias de electrólisis, por ejemplo agua, en particular en forma de vapor de agua, hidrógeno y/o similares. Dependiendo de la necesidad, las sustancias de electrólisis pueden ser separadas una de otra mediante procedimientos de separación, de modo que en particular el monóxido de carbono generado por la operación pretendida la celda electroquímica puede ser separado de las otras sustancias.

5 El separador es preferiblemente un separador permeable a los protones. Preferiblemente el separador es permeable exclusivamente a los protones, por ejemplo formado de un material como Nafion o similar. El separador puede exhibir por ejemplo una membrana conductora de iones, un material poroso que permite pasar líquidos, como por ejemplo una frita o material poroso sobre una rejilla de soporte, material poroso enlazado a un polímero y/o similares, en donde los materiales mencionados anteriormente pueden servir por ejemplo también como soporte. El separador puede estar formado como una lámina o capa delgada, en particular a la manera de una membrana. Además, el separador puede estar formado como una pieza también con al menos uno de los elementos adyacentes de la celda electroquímica, en particular con la capa de catalizador.

10 La capa de catalizador es una capa que se extiende al menos parcialmente de modo paralelo al separador. Preferiblemente, la capa de catalizador y una superficie de separador del lado del ánodo están conectadas mutuamente y forman una unidad en una pieza. La capa de catalizador comprende un material adecuado que permite liberar protones desde una sustancia que cede protones, alimentada a la zona de ánodo mediante una segunda conexión de alimentación, y poder alimentar la zona de cátodo mediante el separador. La sustancia que cede protones puede ser por ejemplo agua, una solución salina y/o similares. La zona de ánodo puede exhibir además una segunda conexión de desviación para desviar sustancias de electrólisis formadas al menos parcialmente durante la operación pretendida de la celda electroquímica. Si el electrolito o anolito está formado por agua, la sustancia restante puede comprender por ejemplo oxígeno, en particular en forma gaseosa.

20 Además, la zona de ánodo puede exhibir una conexión eléctrica de ánodo, que de modo correspondiente puede ser acoplada eléctricamente como la conexión de cátodo de la zona de cátodos con la fuente de energía eléctrica, de modo que a los ánodos de la zona de ánodos puede aplicarse el potencial eléctrico anódico.

25 El separador exhibe una superficie de separador del lado del ánodo y una superficie de separador del lado del cátodo en el lado opuesto a la superficie de separador del lado del ánodo. Así mismo, la capa de catalizador exhibe una primera superficie de catalizador y una segunda superficie de catalizador en el lado opuesto de la primera superficie de catalizador. La primera superficie de catalizador está orientada hacia la superficie de separador del lado del ánodo. Entre otros, orientado hacia significa que la primera superficie de catalizador y la superficie de separador del lado del ánodo están dispuestas de modo puesto una respecto a otra. Preferiblemente, estas superficies pueden estar en contacto. De modo particularmente preferido, estas dos superficies están conectadas mutuamente, en particular conectadas mutuamente de modo fijo, de modo que pueden formar por ejemplo una unidad integral de construcción. En particular, la capa de catalizador puede estar dispuesta a la manera de un recubrimiento en la superficie de separador del lado del ánodo. Esto puede mejorar la fabricación de la celda electroquímica así como también de la semicelda anódica y también elevar la confiabilidad en la operación pretendida.

35 La semicelda anódica comprende además la placa de ánodo permeable a los fluidos, que exhibe una primera superficie de ánodo y una segunda superficie de ánodo en el lado opuesto de la primera superficie de ánodo. La primera superficie de ánodo está orientada hacia la segunda superficie de catalizador. También en este caso, las dos superficies pueden estar dispuestas mutuamente de modo opuesto. Preferiblemente, estas dos superficies están conectadas mutuamente, por ejemplo conectadas mutuamente de modo fijo. La placa de ánodo es preferiblemente de un material buen conductor de la electricidad, por ejemplo titanio o de una aleación de titanio o similar. La placa de ánodo está formada además preferiblemente de modo que permite la alimentación del electrolito, en particular del anolito a la superficie de catalizador, y concretamente a la segunda superficie de catalizador. El anolito puede ser - como también el catolito - líquido y/o gaseoso. Además, mediante la estructura de la placa de ánodo puede lograrse también que las sustancias de electrólisis puedan ser purgadas desde la zona de la segunda superficie de catalizador. Mediante ello puede realizarse una operación pretendida duradera de la celda electroquímica.

50 Preferiblemente, la placa de ánodo comprende una segunda superficie de ánodo en el lado opuesto de la primera superficie de ánodo y una placa de contacto dispuesta en la segunda superficie de ánodo, en donde al menos la placa de ánodo o la placa de contacto sirve para la conexión eléctrica a una fuente de energía eléctrica, que suministra un potencial eléctrico anódico. Mediante la placa de contacto pueden reducirse gradientes de voltaje eléctrico en la operación pretendida de la celda electroquímica, cuando incluso no se evitan completamente.

55 La placa de contacto está dispuesta en la segunda superficie de ánodo, y hace contacto con ésta preferiblemente no sólo de modo mecánico sino también eléctrico. Al menos la placa de ánodo o la placa de contacto sirven para conectar eléctricamente a la fuente de energía eléctrica. La placa de contacto está formada así mismo preferiblemente de un material que es buen conductor de la electricidad. Preferiblemente, la placa de contacto está construida de titanio o de una aleación de titanio. Además, la placa de contacto puede exhibir sin embargo también estructuras adicionales que conducen bien la electricidad, por ejemplo de otro material con una buena conductividad eléctrica, como plata, aleaciones de plata, cobre, aleaciones de cobre y/o similares. Mediante esta construcción puede mejorarse una distribución homogénea del potencial anódico sobre la segunda superficie de ánodo y con ello también sobre la primera superficie de ánodo, en donde pueden reducirse efectos debido a diferentes densidades de corriente sobre la superficie de ánodo. Esto permite homogeneizar mejor la funcionalidad de la celda electroquímica sobre la superficie disponible, de modo que pueda mejorarse en total la eficiencia.

65 La placa de contacto puede estar formada como placa rígida y exhibe preferiblemente las dimensiones de la placa de

ánodo. La placa de ánodo tiene, al menos respecto a la primera y la segunda superficie de ánodo, dimensiones que son ajustadas preferiblemente a la segunda superficie de catalizador, para poder alcanzar una elevada funcionalidad.

5 La conexión de cátodo y la conexión de ánodo de la celda electroquímica están formadas preferiblemente con correspondientes conexiones eléctricas para ser acopladas eléctricamente con la fuente de energía que suministra voltaje eléctrico de electrólisis. Con este propósito pueden suministrarse las correspondientes conexiones eléctricas, que de la manera habitual permiten un contacto eléctrico, por ejemplo, conexiones por enchufe, conexiones por tornillo, conexiones con soldadura y/o similares.

10 Respecto al dispositivo de electrólisis se propone además que las celdas electroquímicas estén dispuestas espacialmente de modo inmediatamente adyacente. Mediante ello puede alcanzarse en total una estructura más compacta del dispositivo de electrólisis, en donde al mismo tiempo puede realizarse también una conexión simple de la celdas electroquímicas. En particular, las primera y segunda conexiones de alimentación así como las primera y segunda conexiones de desviación pueden estar conectadas de modo paralelo desde el punto de vista técnico de la corriente, de modo que a las celdas electroquímicas pueden suministrarse de modo esencialmente homogéneo las sustancias requeridas y al mismo tiempo pueden purgarse los productos correspondientes por la operación pretendida de la celda electroquímica. Además, puede alcanzarse de manera simple una interconexión eléctrica de la celdas electroquímicas para la operación pretendida. Las celdas electroquímicas pueden estar conectadas al menos parcialmente en serie y/o en paralelo.

20 Desde el punto de vista de la técnica del procedimiento, puede preverse que la superficie de separador del lado del ánodo esté dispuesta en la primera superficie de catalizador. Esto puede ser logrado por ejemplo mediante el recubrimiento de la superficie de separador del lado del ánodo con el catalizador. Mediante ello puede alcanzarse una conexión fija confiable entre el separador y el catalizador. La segunda superficie de catalizador puede entonces ser conectada con la primera superficie de ánodo, por ejemplo mediante un adhesivo conductor de la electricidad o similar. Sobre esta base puede sin embargo preverse también que la primera superficie de ánodo sea pretensada frente a la segunda superficie de catalizador mediante una fuerza, para poder lograr un contacto correspondiente. Además, puede preverse que sobre la primera superficie de ánodo de la placa de ánodo se aplique una primera capa de material catalizador. La primera capa de material catalizador formada mediante ello puede estar conectada a la manera de un recubrimiento con la primera superficie de ánodo. Sobre esta capa de material catalizador puede aplicarse una segunda capa de material separador. Preferiblemente, también la segunda capa de material separador está conectada a la manera de un recubrimiento con la primera capa de material catalizador. Mediante ello puede preverse de manera simple una unidad de construcción formada como una pieza. Naturalmente, pueden suministrarse también combinaciones de las realizaciones mencionadas anteriormente.

35 Además, la placa de contacto con la segunda superficie de ánodo está dispuesta de modo que puede alcanzarse un buen contacto eléctrico entre la placa de ánodo y la placa de contacto. Mediante ello puede configurarse el potencial anódico de manera esencialmente homogénea, preferiblemente uniformemente sobre la placa de ánodo, de modo que el potencial anódico está disponible también de modo tan homogéneo como es posible en la segunda superficie de catalizador. Al menos la placa de ánodo o la placa de contacto sirven para la conexión eléctrica a la fuente de energía eléctrica, para cuyo propósito pueden suministrarse conexiones correspondientes que permiten poder suministrar una conexión conductora de la electricidad confiable con la fuente de energía eléctrica. Con este propósito pueden suministrarse conexiones separadas, que hacen contacto con la placa de ánodo y/o la placa de contacto. De esta manera puede alcanzarse un procedimiento simple de preparación, que es bien adecuado al mismo tiempo también para una manufactura en serie, en particular manufactura en serie automatizada. Mediante ello puede lograrse no sólo la confiabilidad durante la fabricación de la celdas electroquímicas, en particular de las semiceldas anódicas, sino también en la operación pretendida, puesto que este procedimiento de fabricación permite poder garantizar condiciones de fabricación tan homogéneas como sea posible.

50 Se propone además que la capa de catalizador exhiba al menos parcialmente óxido de iridio (IV). Este material es particularmente adecuado para el uso como catalizador para realizar la electrólisis de dióxido de carbono. Naturalmente, el óxido de iridio (IV) puede estar mezclado también con otros materiales, que mejoran adicionalmente la función como catalizador, o al menos mejoran las propiedades mecánicas de la capa de catalizador. Además, puede suministrarse también otro óxido metálico. Pueden preverse también combinaciones de ellos.

55 Además, se prevé que la segunda superficie de catalizador exhiba sobre esta superficie protuberancias que sobresalen, que se proyectan para la conexión con la placa de ánodo a través de la primera superficie de ánodo dentro de la placa de ánodo. Esto permite mejorar más la conexión de las dos superficies de catalizador con la primera superficie de ánodo. En particular puede alcanzarse en la zona de la primera superficie de ánodo en el lado de la placa de ánodo, una zona de transición, en la cual ya está presente material del catalizador, de modo que puede mejorarse adicionalmente la función catalítica. Mediante ello, en total puede mejorarse también la eficacia de la semicelda anódica, y con ello también de la celda electroquímica.

65 De acuerdo con un perfeccionamiento, se propone que al menos la placa de ánodo o la placa de contacto exhiban titanio y/o una aleación de titanio. Se ha mostrado que para la electrólisis de dióxido de carbono es particularmente conveniente titanio en la zona de los ánodos. Al mismo tiempo, el titanio hace posible suministrar una buena

conductividad eléctrica, de manera que pueda formarse potencial anódico de modo tan uniforme como sea posible sobre las superficies de la placa de ánodo.

De acuerdo con otra configuración ventajosa, se propone que la placa de ánodo tenga formación al menos parcialmente porosa. La formación porosa de la placa de ánodo hace posible de una manera simple una alimentación del anolito fluido o de la sustancia que cede protones en la zona del catalizador o la capa de catalizador. Para la preparación de la porosidad pueden usarse procedimientos conocidos. Además, naturalmente puede preverse que la placa de ánodo suministre aberturas complementarias de paso, que desembocan en las respectivas superficies opuestas de ánodo. Dependiendo de la construcción, estas aberturas de paso pueden estar distribuidas de manera homogénea o también asimétricamente, formadas sobre la extensión de las superficies de ánodo. La porosidad puede ser elegida de manera adecuada dependiendo de una viscosidad y/u otras propiedades físicas, como por ejemplo la temperatura o similares del anolito y/o de la sustancia que cede protones.

Se propone además que la primera superficie de ánodo esté conectada mediante una técnica de unión por conducción eléctrica, con la segunda superficie de catalizador. La técnica de unión por conducción eléctrica hace posible conectar fijamente la primera superficie de ánodo con la segunda superficie de catalizador, de modo que puede formarse una unidad de construcción, en particular en una pieza. Igualmente puede alcanzarse una conducción que es buena conductora de la electricidad, preferiblemente mediante una superficie de contacto tan grande como sea posible, entre la primera superficie de ánodo y la segunda superficie de catalizador. Esto permite reducir ampliamente un gradiente de potencial respecto del potencial anódico eléctrico en la operación pretendida de la celda electroquímica, cuando incluso esencialmente no se suprime en su totalidad. La técnica de unión por conducción eléctrica puede ser realizada por ejemplo mediante soldadura, adhesión, soldadura con latón, combinaciones de ellos y/o similares. Mediante la técnica de unión por conducción eléctrica puede alcanzarse una conexión conductora de la electricidad en varios puntos y/o también en superficie, por ejemplo sobre la totalidad de la superficie de contacto o en una zona parcial que puede ser fijada de la superficie de contacto.

Preferiblemente la técnica de conexión usa un adhesivo conductor de la electricidad. Mediante ello puede conectarse la primera superficie de ánodo mediante el adhesivo conductor de la electricidad, con la segunda superficie de catalizador. Mediante ello puede alcanzarse de manera simple y confiable la conexión fija entre la primera superficie de ánodo y la segunda superficie de catalizador, de modo que puede alcanzarse una conexión fija, que puede ser manipulada por separado. Además, esta conexión puede ser verificada por separado respecto a su funcionalidad. Esto hace posible mejorar la confiabilidad. Como adhesivo puede usarse por ejemplo un adhesivo conductor de la electricidad, que se basa por ejemplo en PTFE 1-20 % en peso, PVDF 1-20 % en peso o similares. Además, también pueden usarse adhesivos de adhesión a base de resina de epóxido o de cianoacrilato.

Preferiblemente el adhesivo exhibe partículas de óxido de iridio (IV). Mediante ello puede alcanzarse una unión particularmente conveniente entre el adhesivo y el catalizador. Por ello, se requiere que el adhesivo no influya de manera inconveniente en el efecto del catalizador. Más bien, puede soportar el efecto del catalizador.

El adhesivo puede estar dispuesto de manera plana entre primera superficie de ánodo y la segunda superficie de catalizador. Sin embargo, puede preverse también que el adhesivo está dispuesto tan sólo en forma parcial entre las dos superficies mencionadas anteriormente, por ejemplo formando un patrón que puede ser fijado o similar. Mediante ello puede minimizarse por un lado la demanda de adhesivo y por otro lado puede alcanzarse una conexión mutua bien confiable de las respectivas superficies.

Además, se propone que las protuberancias estén formadas del mismo material de la capa de catalizador. Mediante ello puede alcanzarse no sólo una buena conexión, sino que puede mejorarse también la función del catalizador.

Las protuberancias pueden estar formadas para ser comprimidas en la placa de ánodo y de este modo mejorar una conexión fija entre la primera superficie de ánodo y la segunda superficie de catalizador. Con ello, en particular puede alcanzarse que pueda retenerse mejor un efecto de urdimbre entre las dos superficies.

Además, se propone que las protuberancias estén formadas por espigas que estén dispuestas separadas una de otra y que la placa de ánodo, en particular la primera superficie de ánodo, exhiba aberturas receptoras para recibir las espigas. Mediante ello es posible acoplar la placa de ánodo con la capa de catalizador a la manera de una conexión de enchufe al menos mecánicamente, pero también preferiblemente de modo eléctrico. Con este propósito, las aberturas receptoras pueden estar formadas ajustadas a las dimensiones mecánicas de las espigas para hacer posible, aparte de una conexión mecánica, también una conexión eléctrica. Mediante ello puede mejorarse adicionalmente la homogeneidad del potencial eléctrico anódico en la zona de la capa de catalizador. La conexión por enchufe puede estar formada a la manera de un arreglo de pin-rejilla (PGA), en el cual los contactos, en este caso las aberturas receptoras y las espigas, están dispuestos en una rejilla preestablecida. Así mismo, es posible el arreglo de los contactos a la manera de un arreglo escalonado de pin-rejilla (SPGA), en el cual los contactos están dispuestos en series adyacentes desplazadas una respecto a otra. Para la preparación de la conexión por enchufe las espigas pueden estar formadas, respecto a las aberturas receptoras, de modo que se requiere una fuerza preestablecida para enchufar. Preferiblemente la conexión puede estar formada a la manera de una conexión de baja fuerza de inserción (LIF). Además, la conexión puede estar formada a la manera de una conexión de fuerza de inserción cero (ZIF), en la

5 cual la conexión puede ser realizada esencialmente sin fuerza. Al respecto, se prevé que en el estado enchufado, mediante un dispositivo de pinza, se suministre una conexión de pinza entre las espigas y las aberturas receptoras. El
 10 conexión de pinza puede ser operada mediante un elemento de activación, que preferiblemente puede ser activado manualmente, de modo que puede ser cambiado entre un estado enclavado y estado desenclavado. Mediante ello
 15 puede alcanzarse no sólo una conexión confiable, sino que también puede lograrse que la conexión pueda ser soltada nuevamente.

De acuerdo con un perfeccionamiento se propone que la placa de contacto exhiba una superficie de placa de contacto
 10 en el lado opuesto de la segunda superficie de ánodo, que exhiba elementos de conexión al menos para la conexión mecánica de la superficie de placa de contacto con la segunda superficie de ánodo. Mediante ello puede conectarse
 15 mecánicamente de modo fijo la placa de contacto con la segunda superficie de ánodo. Además, existe la posibilidad de preparar al mismo tiempo también una buena conexión eléctrica entre la segunda superficie de ánodo y la placa
 20 de contacto. Mediante esta conexión puede además mejorarse adicionalmente la homogeneidad del potencial anódico de la placa de ánodo. La placa de contacto está formada así mismo preferiblemente de un material que es buen
 25 conductor de la electricidad, que puede ser elegido de manera adecuada para el material de la placa de ánodo. Por ejemplo, la placa de contacto puede estar hecha así mismo de titanio o de una aleación de titanio. La placa de contacto
 30 puede exhibir además al menos parcialmente también zonas de conexión, que pueden estar hechas de un material que es buen conductor de la electricidad como plata, aleaciones de plata, cobre, aleaciones de cobre y/o similares.
 Además, la placa de contacto puede exhibir en su extensión superficial también correspondientes patrones de
 35 conducción, que mejoran en total adicionalmente la conductividad eléctrica de la placa de contacto y con ello soportan la homogeneidad del potencial anódico.

Preferiblemente, los elementos de conexión y la placa de contacto están formados de modo que conducen la
 25 electricidad. los elementos de conexión pueden estar hechos por ejemplo del mismo material que la placa de contacto. los elementos de conexión pueden estar formados por ejemplo por protuberancias de la placa de contacto. Las
 30 protuberancias pueden estar formadas para poder hacer contacto mecánico y eléctrico de manera preestablecida con la segunda superficie anódica. Mediante ello puede alcanzarse de manera simple una conexión confiable entre la
 35 superficie de la placa de contacto y la segunda superficie de ánodo, reducir los gradientes en el potencial anódico sobre la extensión superficial de la placa de ánodo, cuando incluso no pueden evitarse ampliamente. Los elementos
 40 de conexión pueden estar unidos mediante un efecto dinámico con la segunda superficie de ánodo. Además, pueden estar soldados o soldados con latón.

Además, se propone que los elementos de conexión y/o las protuberancias estén formadas por espigas que se
 35 disponen separadas una de otra. Las espigas pueden estar formadas a la manera de una rejilla en la superficie de la placa de contacto. Las espigas tienen preferiblemente un diámetro que es inferior al espesor de la placa de contacto.
 40 Las espigas pueden exhibir una sección transversal redonda o también una angular en su extensión longitudinal. Preferiblemente las espigas están formadas para poder preparar un buen contacto eléctrico del lado del ánodo con la
 45 segunda superficie de ánodo y placa de ánodo. Con ese propósito pueden configurarse extremos axiales con una espina o también una forma de semiesfera.

Respecto a la celda electroquímica se propone además que los elementos de la zona de cátodos y de la zona de
 45 ánodos estén dispuestos en una pila. Mediante arreglos de cambio de los elementos de la zona de cátodo y la zona de ánodos puede alcanzarse una estructura modular de capas, que es particularmente conveniente respecto a la
 50 preparación. Además, la pila formada de ese modo puede ser estabilizada mecánicamente con facilidad, de modo que la celda electroquímica puede ser manipulada individualmente desde tableros. Además, la celda electroquímica puede
 55 ser probada también separadamente.

De modo particularmente ventajoso este diseño es adecuado para una fabricación automatizada de celdas
 50 electroquímicas.

FIG 1 una vista esquemática de bloque de funciones de un dispositivo de electrólisis para la electrólisis de dióxido de
 55 carbono con una multiplicidad de celdas electroquímicas conectadas eléctricamente en serie;

FIG 2 una vista esquemática en corte de una celda electroquímica del dispositivo de electrólisis de acuerdo con la FIG
 1;

FIG 3 una vista esquemática en corte de la semicelda anódica de la celda electroquímica de acuerdo con la FIG 2 en
 una primera configuración (no de acuerdo con la invención);

FIG 4 una vista esquemática en corte como la FIG 3 en una segunda configuración (no de acuerdo con la invención);

FIG 5 una vista esquemática en corte como la FIG 3 en una tercera configuración (no de acuerdo con la invención);

FIG 6 una representación esquemática magnificada de una zona VI en la FIG 5;

FIG 7 una vista esquemática en corte a base de la FIG 3 en una cuarta configuración;

FIG 8 una representación esquemática en perspectiva de una superficie de catalizador con protuberancias, que están
 60 formadas a la manera de espigas, para la configuración de acuerdo con la FIG 7;

FIG 9 una representación magnificada de una zona IX en la FIG 8; y

FIG 10 una vista superior esquemática sobre una primera superficie de ánodo de una placa de ánodo, que sirve para
 65 la conexión con la capa de catalizador de acuerdo con la FIG 8.

La FIG 1 muestra en una representación esquemática de bloque de funciones, un dispositivo 12 de electrólisis para la electrólisis de dióxido de carbono, en el cual se fabrica al menos parcialmente monóxido de carbono en la operación pretendida, a partir de dióxido de carbono. el dispositivo 12 de electrólisis comprende una multiplicidad de celdas 10 electroquímicas, en las cuales tiene lugar la electrólisis de dióxido de carbono, de las cuales se representan a modo de ejemplo dos en la FIG 1. en la presente configuración se prevé que las celdas 10 electroquímicas estén conectadas eléctricamente en serie, en donde el circuito en serie está conectado con una fuente 36 de energía eléctrica mediante conexiones 82 eléctricas, para suministrar a las celdas 10 electroquímicas de manera correspondiente potenciales eléctricos a los respectivos electrodos, como se ilustra a continuación.

Cada una de la celdas 10 electroquímicas exhibe una zona 14 de cátodo y una zona 26 de ánodo, que están separadas una de otra mediante un separador 24. La zona 14 de cátodo comprende una conexión 16 eléctrica de cátodo, un electrodo 18 de difusión de gas, que está acoplado eléctricamente con la conexión 16 de cátodo, una primera conexión 20 de alimentación para alimentar el dióxido de carbono y una primera conexión 22 de desviación para desviar sustancias de electrólisis formadas al menos parcialmente durante la operación pretendida de la celda 10 electroquímica, que comprenden entre otros, monóxido de carbono. Además, en las sustancias de electrólisis puede estar presente naturalmente aún un residuo de dióxido de carbono, que no fue convertido por la celda 10 electroquímica. Además, son posibles otras sustancias residuales. Además, la zona 14 de cátodo está conectada a conducciones 30 para alimentar y desviar un catolito, en este caso una solución salina.

La zona 26 de ánodo comprende una conexión 28 eléctrica de ánodo, una placa 50 de ánodo, que está acoplada eléctricamente con la conexión 28 eléctrica de ánodo, una segunda conexión 32 de alimentación para alimentar una sustancia que cede protones, y una segunda conexión 34 de desviación para desviar sustancias de electrólisis formadas al menos parcialmente durante la operación pretendida de la celda 10 electroquímica.

La conexión 16 de cátodo y la conexión 28 de ánodo están formadas para acoplarse eléctricamente con una tensión eléctrica de electrólisis correspondiente o adecuada de la fuente 36 de energía eléctrica. Las respectivas primera y segunda conexiones 20, 32 de alimentación, así como las respectivas primera y segunda conexiones 22, 34 de desviación están conectadas en cada caso de manera correspondiente en paralelo de acuerdo con la técnica de flujo, de modo que en la operación pretendida las celdas 10 electroquímicas pueden ser alimentadas desde las respectivas fuentes con las sustancias correspondientes.

La FIG 2 muestra en una representación esquemática en corte una de la celdas 10 electroquímicas de acuerdo con la FIG 1. En aras de la claridad no se representan las conexiones 20, 32 de alimentación ni las conexiones 22, 34 de desviación.

En la FIG 2 se representa en una vista en corte una de la celdas 10 electroquímicas. Se reconoce que la celda 10 electroquímica exhibe una estructura apilada. La zona 14 de cátodo comprende un elemento 74 de catolito, que limita con un electrodo 18 de difusión de gas, que en este caso representa al menos parcialmente el cátodo. El electrodo 18 de difusión de gas limita además con un marco 76 de contacto, que en este caso está formado de plata o de una aleación de plata. El marco 76 de contacto limita con un elemento 78 de brecha de gas, que sirve entre otros para el suministro de dióxido de carbono y la purga de monóxido de carbono. El elemento 78 de brecha de gas limita con una ventana 18, con lo cual se cierra la zona 14 de cátodo. En configuraciones alternativas, en lugar de la ventana 18 o como complemento a ella, puede suministrarse también una placa terminal o similar.

El elemento 74 de catolito limita además con el separador 24, y concretamente con una superficie 42 de separador del lado del cátodo. En el lado opuesto a la superficie de separador del lado del cátodo, el separador 24 exhibe una superficie de separador del lado del ánodo. En este caso el separador 24 está formado de una sustancia que es permeable a los protones. En la presente configuración, como material para el separador 24 se suministra Nafion. Naturalmente, en configuraciones alternativas puede en este caso suministrarse también otro material correspondiente adecuado.

La estructura y función del electrodo 18 de difusión de gas es conocida por ejemplo a partir de la solicitud europea de patente 19 182 017.4. Por ello, respecto a esto se remite a la divulgación relevante.

En la presente configuración se prevé que la zona 26 de ánodo esté formada como unidad de construcción junto con el separador 24. Mediante ello puede crearse una unidad que puede ser manipulada separadamente, que simplifica la fabricación de la celda 10 electroquímica y es capaz de mejorar respecto a la confiabilidad, no sólo durante la fabricación sino también en la operación pretendida.

Con este propósito, en la zona 26 de ánodo se prevé que el separador 24 esté formado con una capa 44 de catalizador a la manera de un ensamble de membrana-electrodo (MEA). Con este propósito, el separador 24 está formado así mismo como membrana. El separador 24 exhibe la superficie 40 de separador del lado del ánodo y la superficie 42 de separador del lado del cátodo al lado opuesto de la superficie 40 de separador del lado del ánodo. Además, la capa 44 de catalizador exhibe una primera superficie 46 de catalizador y una segunda superficie 48 de catalizador al lado opuesto de la primera superficie 46 de catalizador. La primera superficie 46 de catalizador está orientada hacia la superficie 40 de separador del lado del ánodo. En la presente configuración se prevé que la primera superficie 46 de

catalizador esté conectada fijamente con la superficie 40 de separador del lado del ánodo. Por ello, la capa 44 de catalizador puede ser aplicada a la manera de un recubrimiento sobre la superficie 40 de separador del lado del ánodo. Mediante ello se realiza una conexión fija confiable entre la capa 44 de catalizador y el separador 24.

5 La zona 26 de ánodo comprende además una placa 50 de ánodo permeable a los fluidos, que exhibe una primera superficie 52 de ánodo y una segunda superficie 54 de ánodo en el lado opuesto de la primera superficie 52 de ánodo. La primera superficie 52 de ánodo está orientada hacia la segunda superficie 48 de catalizador. En la presente configuración se prevé que la primera superficie 52 de ánodo esté conectada con la segunda superficie 48 de catalizador. Como se cita a continuación, esta conexión puede ser realizada de diferentes maneras, y concretamente
10 de modo correspondiente a los diferentes ejemplos de realización discutidos a continuación.

La placa 50 de ánodo tiene en este caso forma porosa, para poder realizar la permeabilidad deseada a los gases o también la permeabilidad deseada para un líquido, por ejemplo agua o similar.

15 En la segunda superficie 54 de ánodo está dispuesta una placa 56 de contacto. La placa 56 de contacto exhibe a este respecto una superficie 68 de placa de contacto, que está conectada con la segunda superficie 54 de ánodo. La placa 56 de contacto está acoplada eléctricamente con la conexión 28 eléctrica de ánodo. En una superficie en el lado opuesto de la superficie 68 de placa de contacto de la placa 56 de contacto está dispuesta una placa 72 terminal, que bloquea hacia afuera la zona 26 de ánodo.

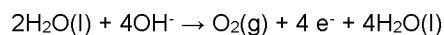
20 El separador 24, la capa 44 de catalizador así como la placa 50 de ánodo forman una semicelda 38 anódica como unidad de construcción. Dependiendo de la construcción y necesidad, la unidad de construcción puede comprender también la placa 56 de contacto. La semicelda 38 anódica, en particular su estructura, es ilustrada en más detalle mediante los siguientes ejemplos de realización.

25 La capa 44 de catalizador está formada en este caso predominantemente de óxido de iridio (IV). Sin embargo, básicamente pueden usarse - dependiendo de la funcionalidad deseada - también otro óxido metálico o también mezclas de ellos.

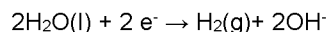
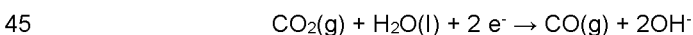
30 La placa 50 de ánodo así como también la placa 56 de contacto están formadas en este caso de una aleación de titanio. Mediante ello puede alcanzarse una buena conductividad eléctrica, de modo que se forma de manera tan uniforme u homogénea como sea posible el potencial anódico eléctrico sobre las superficies 52, 54 de ánodo. Esto promueve la eficacia del proceso de electrólisis en la celda 10 electroquímica.

35 Como anólito puede usarse agua o también una solución salina, que suministra también simultáneamente la sustancia que cede protones, de modo que pueden suministrarse protones para la reacción electroquímica deseada de la electrólisis de dióxido de carbono.

40 En el ánodo puede realizarse una reacción química de acuerdo con la siguiente ecuación:



En el cátodo tiene lugar una reacción principal de acuerdo con la siguiente ecuación química:



50 La FIG 3 muestra una primera configuración de la semicelda 38 anódica. A partir de la FIG 3 es evidente que la segunda superficie 48 de catalizador está conectada mediante un adhesivo 58 con la primera superficie 52 de ánodo. El adhesivo 58 es en esta configuración un adhesivo abierto a la difusión, que prepara una conexión de unión de materiales entre la segunda superficie 48 de catalizador y la primera superficie 52 de ánodo. El adhesivo puede exhibir por ejemplo PTFE, PVDF así como también N-metil-2-pirrolidona como solvente. La N-metil-2-pirrolidona disuelve de acuerdo con la adición los dos polímeros mencionados anteriormente, y a continuación, después de una evaporación,
55 forma una capa adhesiva sólida. Sin embargo básicamente pueden usarse también otros adhesivos de adhesión por ejemplo a base de resina de óxido o a base de cianacrilato.

60 El adhesivo 58 consiste preferiblemente en una sustancia igual o similar a la del separador 24. En general, se resalta que, como se prevé en este caso, cuando se usa Nafion como sustancia para el separador 24, que es un copolímero perfluorado que como grupo iónico contiene un grupo sulfónico, debería usarse tanto como sea posible una sustancia similar para el adhesivo, que tanto como sea posible no debe tener la capacidad de incorporar componentes químicos extraños en el proceso de electrólisis, de modo que en lo posible el proceso de electrólisis pueda permanecer sin perjuicio. De acuerdo con ello, el uso de otros adhesivos está limitado esencialmente porque el proceso de electrólisis esencialmente no sea perjudicado.

65 La segunda superficie 54 de ánodo está conectada mecánica y eléctricamente mediante elementos 70 de conexión

con la placa 56 de contacto. Los elementos 70 de conexión pueden suministrar una conexión mecánica y eléctrica puntual o continua, por ejemplo mediante puntos de soldadura o de adhesión o mediante soldadura con latón o similares, según sea adecuado.

5 En la presente configuración se prevé que la placa 50 de ánodo esté acoplada eléctricamente con la fuente 36 de energía eléctrica, y concretamente con su potencial eléctrico anódico. Mediante la placa 56 de contacto puede alcanzarse para la placa 50 de ánodo con formación porosa, también para mayores densidades de corriente, un ajuste esencialmente homogéneo del potencial eléctrico anódico sobre las superficies 52, 54 de ánodo.

10 La FIG 4 muestra otra configuración de una semicelda 38 anódica que se basa en la configuración de acuerdo con la FIG 3. A diferencia de la configuración de acuerdo con la FIG 3, para la configuración de acuerdo con la FIG 4 se prevé que el adhesivo 58 sea reemplazado por el adhesivo 60. La otra estructura corresponde al ejemplo de realización de acuerdo con la FIG 3.

15 El adhesivo 60 puede estar formado, básicamente, como el adhesivo 58, aunque comprende además fibras de óxido de iridio (IV). Mediante ello puede mejorarse la función, en particular respecto al efecto catalítico. Aparte de esto, la estructura de la semicelda 38 anódica corresponde a la estructura como ya se ilustró mediante la FIG 3. El adhesivo 60 exhibe en particular con la conductividad eléctrica más elevada que el adhesivo 58.

20 La FIG 5 muestra otra configuración para una semicelda 38 anódica, a base de la configuración de acuerdo con la FIG 4, por lo cual como complemento se remite a las realizaciones relevantes.

25 Para la configuración de acuerdo con la FIG 5 se prevé que ya durante la fabricación del separador 24, a un lado del separador 24 se apliquen fibras de óxido de iridio (IV) o tiras de separador recubiertas con óxido de iridio (IV) o dado el caso también otras fibras o tiras de plástico o metálicas, y concretamente sobre la superficie 40 de separador del lado del ánodo. En un paso siguiente de la manufactura entonces el separador 24, que por ello ya contiene la capa 44 de catalizador, está conectado con la primera superficie 52 de ánodo de la placa 50 de ánodo. La conexión puede ocurrir como se ilustra mediante las FIG 3 y 4. De esta manera puede conectarse la capa 44 de catalizador de modo mecánicamente estable con el separador 24.

30 Dependiendo de la aplicación, el adhesivo 58, 60 entre la capa 44 de catalizador y la placa 50 de ánodo puede estar dispuesto sobre toda la superficie o también puntualmente. La FIG 6 muestra una sección magnificada de la FIG 5 en la zona VI.

35 La FIG 7 muestra otra configuración de una semicelda 38 anódica, que fundamentalmente se basa en las configuraciones descritas anteriormente de acuerdo con las FIG 3 a 6, por lo cual como complemento se remite a las realizaciones relevantes. A diferencia de las configuraciones de acuerdo con las FIG 3 a 6, no se suministra ningún adhesivo para la configuración de acuerdo con la FIG 7. En lugar de ello, la segunda superficie 48 de catalizador de la capa 44 de catalizador exhibe protuberancias 62 de material catalizador, que se proyectan dentro de la primera superficie 52 de ánodo en la placa 50 de ánodo. Para esta configuración se prevé además que la fuente 36 de energía eléctrica esté acoplada eléctricamente con la placa 56 de contacto. Mediante ello puede alcanzarse tanto una buena conexión eléctrica como mecánica, y al mismo tiempo una buena eficacia respecto a la electrólisis prevista de dióxido de carbono.

45 Las FIG 8 a 10 muestran una configuración que se basa en la configuración de acuerdo con la FIG 7. Como es evidente a partir de las FIG 8 a 10, el arreglo de membrana del separador 24 y de la capa 44 de catalizador pueden estar conectados de manera que pueda enchufarse con la placa 50 de ánodo. Mediante ello pueden realizarse no sólo un ensamble fácil sino también una facilidad de separación que permita, de acuerdo con la necesidad, poder separar la placa 50 de ánodo de la estructura de membrana del separador 24 y de la capa 44 de catalizador. Con este propósito, la configuración de acuerdo con la FIG 7 prevé que la capa 44 de catalizador suministre las protuberancias 62 como espigas 66. Éstas sobresalen de la segunda superficie 48 de catalizador (FIG 8). La FIG 9 muestra una sección magnificada en la zona IX de la FIG 8.

55 La FIG 10 muestra en una vista superior esquemática sobre la primera superficie 52 de ánodo, la placa 50 de ánodo. Se reconoce que de modo correspondiente al arreglo de las espigas 66 de la capa 44 de catalizador de acuerdo con la FIG 8, se suministran aberturas 64 receptoras. Para una conexión de la capa 44 de catalizador con la placa 50 de ánodo, se introducen las espigas 66 en las aberturas 64 receptoras. Mediante ello puede alcanzarse una conexión mecánica y eléctrica confiable entre la placa 50 de ánodo y la capa 44 de catalizador.

60 De manera ventajosa puede preverse que la conexión pueda ser soltada. Esto puede ser alcanzado mediante una correspondiente fuerza de separación, de modo que finalmente puede retirarse de nuevo la placa 50 de ánodo de manera simple de la capa 44 de catalizador. Sin embargo, básicamente puede suministrarse también una conexión esencialmente sin fuerza, en lo cual la placa 50 de ánodo comprende un elemento de enclavamiento que permite hacer posible en un primer estado de enclavamiento una introducción casi sin fuerza de las espigas 66 en las aberturas 64 receptoras, y en un segundo estado de enclavamiento ajustar las espigas 66 en las aberturas 64 receptoras. De esta manera puede alcanzarse al mismo tiempo también un ensamble que puede ser soltado fácilmente.

En total con la invención puede alcanzarse que la estructura de la celda 10 electroquímica así como también el dispositivo 12 de electrólisis puedan ser simplificados claramente. Además, también puede elevarse la confiabilidad. Como catalito puede usarse por ejemplo hidrogenocarbonato de potasio o también sulfato de potasio o similar.

5 Con la semicelda 38 anódica de acuerdo con la invención puede alcanzarse una eficiencia de Faraday en un intervalo de aproximadamente 90 % a 100 %, preferiblemente aproximadamente 95 %. La electrólisis ocurre preferiblemente en un intervalo de temperatura que está por encima de una temperatura ambiente. Preferiblemente puede elegirse el intervalo de temperatura de aproximadamente 40 °C a aproximadamente 90 °C, de modo particularmente preferido en aproximadamente 60 °C.

Con la invención pueden alcanzarse las siguientes ventajas:

- 15 • Una conexión fija entre una estructura de contacto en un lado anódico, mediante una conexión de la capa de catalizador y el separador.
- Mediante un contacto frecuente puede alcanzarse que el potencial anódico, también para una densidad de corriente grande, haga contacto de modo esencialmente uniforme sobre la superficie.
- La unidad de construcción del separador y la capa de catalizador tiene claramente menor tendencia a la inflamación o al hinchamiento y por ello también menor tendencia a levantarse del contacto (*buckling*).
- 20 • El recubrimiento del separador con el catalizador puede ser protegido ante el desgaste mecánico durante otra manipulación, en la zona de la manufactura o también en la operación pretendida.
- Para el contacto no se requiere que se aplique una gran fuerza.
- Puede alcanzarse una manipulación mejorada en la producción y un ensamble simplificado.

25 Los ejemplos de realización mencionados anteriormente sirven exclusivamente para ilustrar la invención y no deberían limitarla.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Semicelda (38) anódica para una celda (10) electroquímica de un dispositivo (12) de electrólisis para la electrólisis de dióxido de carbono y/o para la electrólisis de monóxido de carbono, con
- 10 - un separador (24) formado como membrana, que exhibe una superficie (40) anódica de separador y una superficie (42) catódica de separador en el lado opuesto a la superficie (40) anódica de separador,
 - una capa (44) de catalizador, que exhibe una primera superficie (46) de catalizador y una segunda superficie de catalizador (48) en el lado opuesto de la primera superficie (46) de catalizador, en donde la primera superficie (46) de catalizador está orientada hacia la superficie (40) anódica de separador, y que
 15 - exhibe una placa (50) de ánodo permeable a los fluidos, que exhibe una primera superficie (52) de ánodo, en donde la primera superficie (52) de ánodo está orientada hacia la segunda superficie (48) de catalizador,
 - en donde la segunda superficie (48) de catalizador exhibe protuberancias (62) que sobresalen de esta superficie, que para la conexión con la placa (50) de ánodo se extienden a través de la primera superficie (52) de ánodo dentro de la placa (50) de ánodo.
- 20 2. Semicelda anódica de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizada porque** la placa (50) de ánodo exhibe una segunda superficie (54) de ánodo en el lado opuesto de la primera superficie (52) de ánodo, en donde en la segunda superficie (52) de ánodo está dispuesta una placa (56) de contacto y en donde al menos la placa (50) de ánodo o la placa (56) de contacto sirven para la conexión eléctrica a una fuente (36) de energía eléctrica, que suministra un potencial eléctrico anódico.
- 25 3. Semicelda anódica de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizada porque** al menos la placa (50) de ánodo o la placa (56) de contacto exhiben titanio y/o una aleación de titanio.
- 30 4. Semicelda anódica de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizada porque** la placa (50) de ánodo tiene diseño al menos parcialmente poroso.
- 35 5. Semicelda anódica de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizada porque** la primera superficie (52) de ánodo se conecta mediante una técnica de unión por conducción eléctrica con la segunda superficie (48) de catalizador.
6. Semicelda anódica de acuerdo con la reivindicación 5, **caracterizada porque** la técnica de conexión usa un adhesivo (58, 60) conductor de la electricidad, en donde el adhesivo (60) exhibe preferiblemente partículas de óxido de iridio (IV).
- 40 7. Semicelda anódica de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizada porque** las protuberancias (62) están hechas del mismo material de la capa (44) de catalizador.
- 45 8. Semicelda anódica de acuerdo con la reivindicación 7, **caracterizada porque** las protuberancias (62) están formadas por espigas (66) que están dispuestas separadas una de otra, y la placa (50) de ánodo, en particular la primera superficie (52) de ánodo, exhibe aberturas (64) receptoras para alojar las espigas (66).
- 50 9. Semicelda anódica de acuerdo con una de las reivindicaciones 2 a 8 precedentes, **caracterizada porque** la placa (56) de contacto exhibe una superficie (68) de placa de contacto en el lado opuesto de la segunda superficie (54) de ánodo, que exhibe elementos (70) de conexión al menos para la conexión mecánica de la superficie (68) de placa de contacto con la segunda superficie (54) de ánodo.
- 55 10. Semicelda anódica de acuerdo con la reivindicación 9, **caracterizada porque** los elementos (70) de conexión y la placa (56) de contacto son conductores de la electricidad.
- 60 11. Celda (10) electroquímica para un dispositivo (12) de electrólisis para la electrólisis de dióxido de carbono y/o para la electrólisis de monóxido de carbono, con
 - una zona (14) de cátodo, que exhibe una conexión (16) eléctrica de cátodo, un electrodo (18) de difusión de gas, una primera conexión (20) de alimentación para la alimentación de dióxido de carbono y/o monóxido de carbono y una primera conexión (22) de drenaje para drenar sustancias de electrólisis formadas al menos parcialmente durante la operación pretendida de la celda (10) electroquímica,
 - una zona (26) de ánodo separada mediante un separador (24) de la zona (14) de cátodo, que exhibe una conexión (28) eléctrica de ánodo, una placa (50) de ánodo, una segunda conexión (32) de alimentación para alimentar una sustancia que cede protones y una segunda conexión (34) de drenaje para drenar sustancias de electrólisis formadas al menos parcialmente durante la operación pretendida de la celda (10) electroquímica,
 - en donde la conexión (16) de cátodo y la conexión (28) de ánodo están formadas para acoplarse eléctricamente con conexiones eléctricas correspondientes a una fuente (36) de energía eléctrica que suministra un voltaje eléctrico de electrólisis,
 65 **caracterizada porque**

la zona (26) de ánodo y el separador (24) están formados como semicelda (38) anódica de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes.

5 12. Celda electroquímica de acuerdo con la reivindicación 11, **caracterizada porque** los elementos de la zona (14, 26) de cátodo y de ánodo en están dispuestos en una pila.

10 13. Dispositivo (12) de electrólisis para la electrólisis de dióxido de carbono y/o para la electrólisis de monóxido de carbono, **caracterizado por** celdas (10) electroquímicas de acuerdo con las reivindicaciones 11 o 12, en donde las celda (10) electroquímicas están dispuestas de modo inmediatamente adyacente en el espacio.

15 14. Procedimiento para la fabricación de una semicelda (38) anódica para una celda (10) electroquímica de un dispositivo (12) de electrólisis para la electrólisis de dióxido de carbono y/o para la electrólisis de monóxido de carbono, con los pasos de

- arreglo de una superficie (40) anódica de separador de un separador (24) formado como membrana, que exhibe una superficie (42) catódica de separador en el lado opuesto de la superficie (40) anódica de separador, en una primera superficie de catalizador (46) de una capa (44) de catalizador, cuya capa (44) de catalizador exhibe una segunda superficie (48) de catalizador en el lado opuesto de la primera superficie de catalizador (46),

20 - arreglo de una primera superficie (52) de ánodo de una placa (50) de ánodo permeable a los líquidos en la segunda superficie (48) de catalizador, en donde la segunda superficie (48) de catalizador exhibe protuberancias (62) que se proyectan desde esta superficie, para la conexión con la placa (50) de ánodo a través de la primera superficie (52) de ánodo se proyectan dentro de la placa (50) de ánodo.

FIG 1

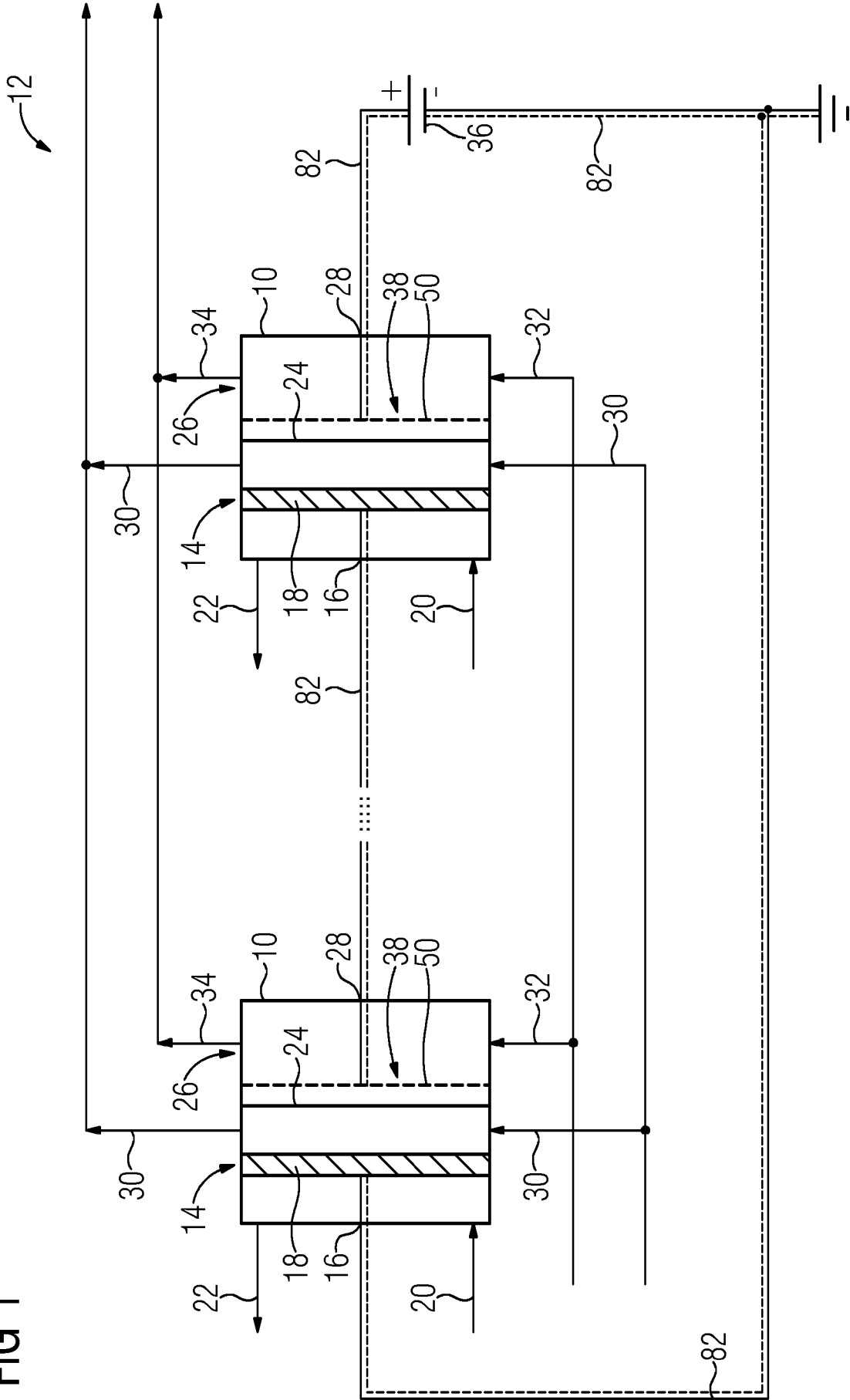


FIG 3

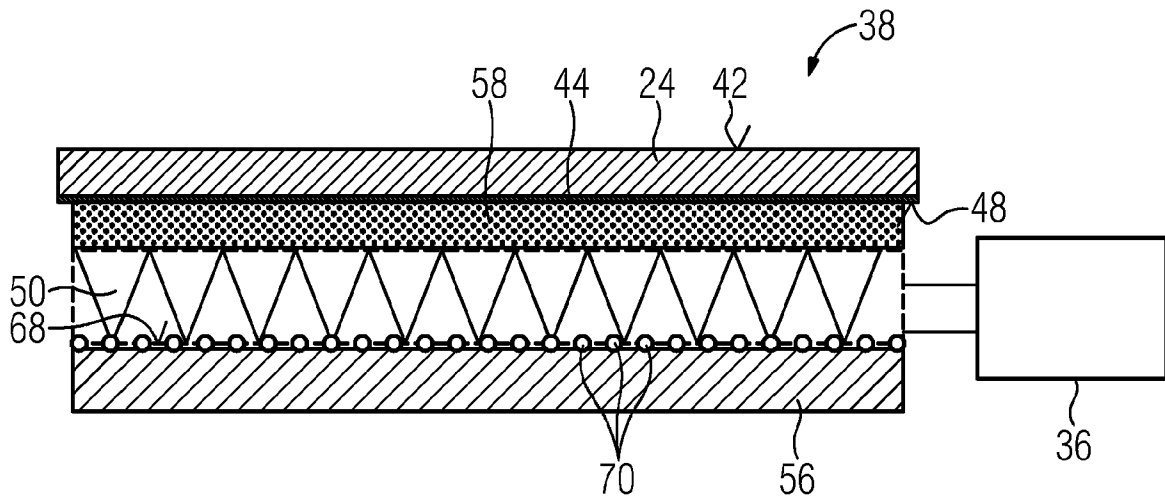


FIG 4

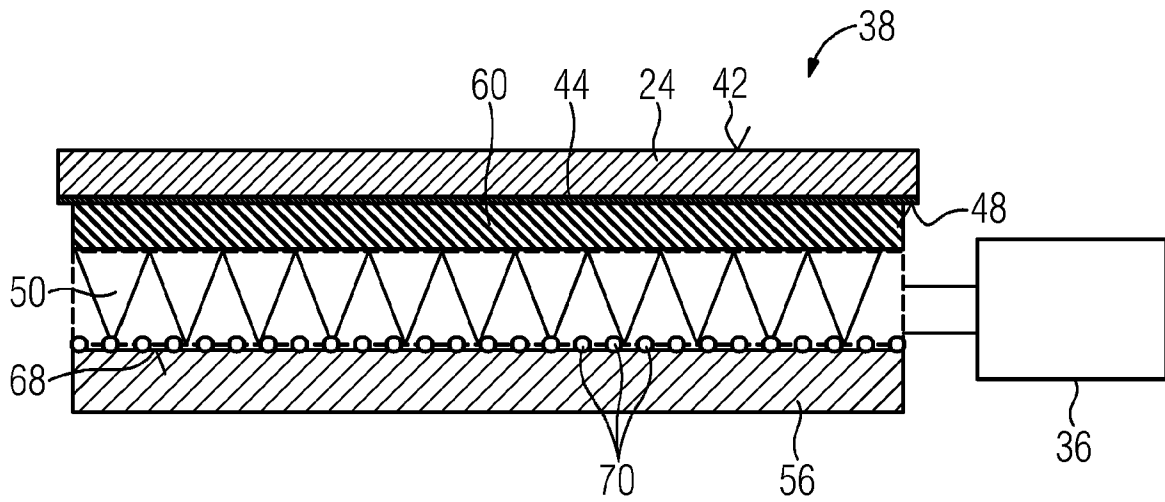


FIG 5

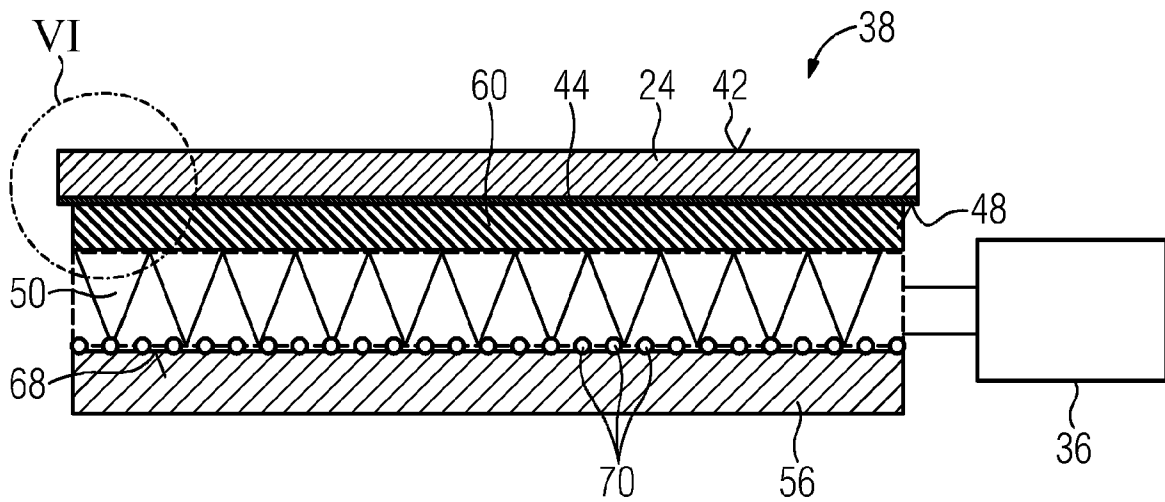


FIG 6

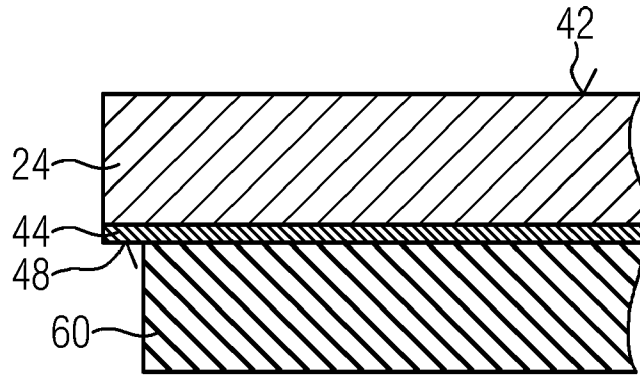


FIG 7

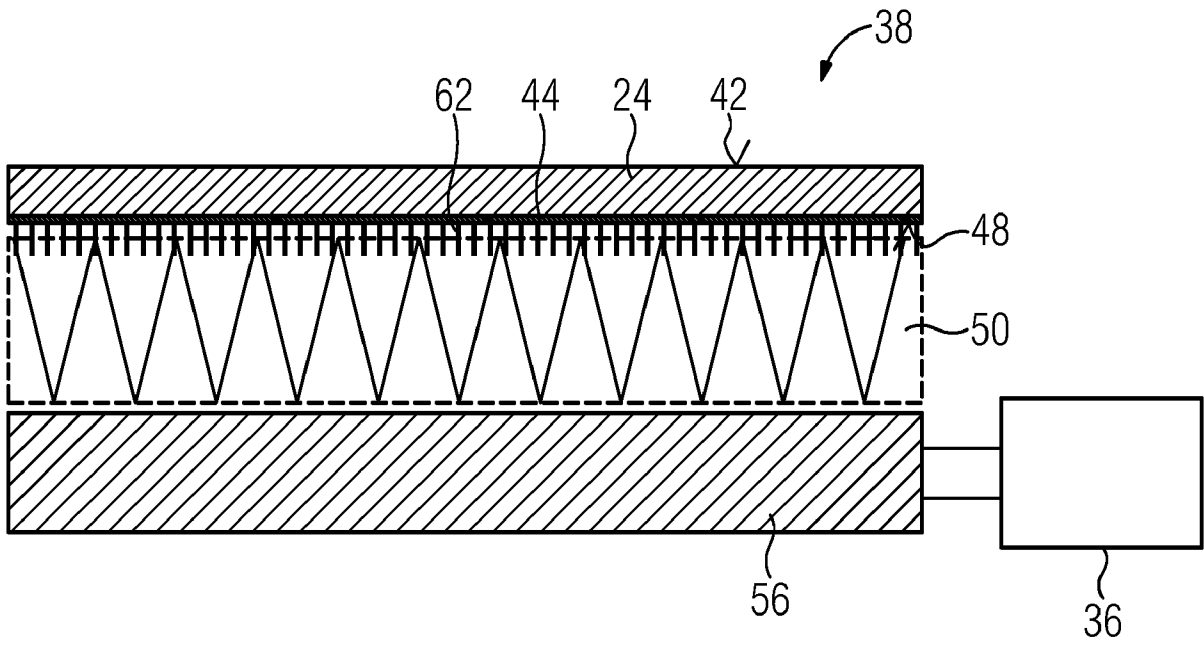


FIG 8

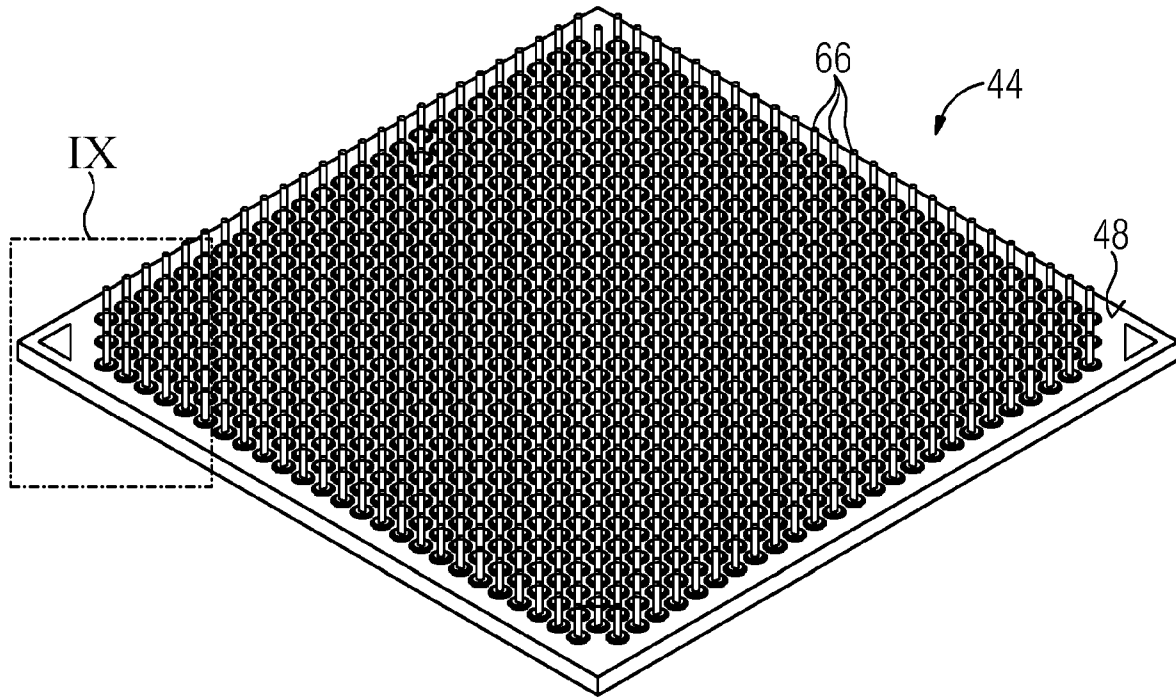


FIG 9

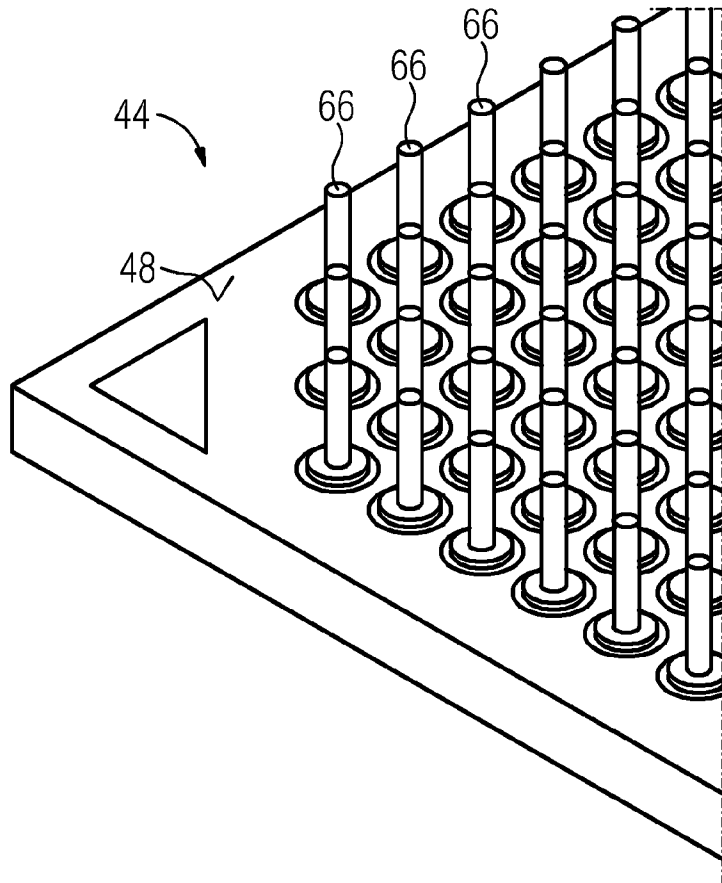


FIG 10

