

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 676 201**

51 Int. Cl.:

H01M 8/1004 (2006.01)

H01M 4/88 (2006.01)

C25B 9/08 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **16.08.2012 PCT/EP2012/065987**

87 Fecha y número de publicación internacional: **21.03.2013 WO13037591**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **16.08.2012 E 12748033 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **04.04.2018 EP 2735047**

54 Título: **Procedimiento para la producción en seco de una unidad membrana-electrodo, unidad membrana-electrodo, así como distribución de rodillos**

30 Prioridad:

15.09.2011 EP 11181457

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

17.07.2018

73 Titular/es:

**SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT (100.0%)
Wittelsbacherplatz 2
80333 München, DE**

72 Inventor/es:

**DATZ, ARMIN;
DENNERLEIN, KLAUS;
KÜHN, CAROLA;
REINER, ANDREAS y
STRAUB, WERNER**

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 676 201 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

Procedimiento para la producción en seco de una unidad membrana-electrodo, unidad membrana-electrodo, así como distribución de rodillos.

5 La invención se relaciona con un procedimiento para la producción en seco de una unidad membrana-electrodo, una unidad membrana-electrodo producida por este procedimiento, así como una distribución de rodillos que comprende dos rodillos de laminación para la producción en seco de unidades membrana-electrodo.

10 La producción de unidades membrana-electrodos (inglés: Membrane Electrode Assembly, montaje de electrodo de membrana - MEA) se lleva a cabo generalmente según el método practicado y acreditado desde hace años de producción de MEA de células de combustible. En este método, se colocan en un molde de aluminio los componentes del MEA (electrodo - membrana humedecida - electrodo) entre esteras de silicona, mientras se calienta una prensa caliente. El molde de aluminio de dos piezas se mantiene entonces unido por presión en la prensa caliente precalentada y de este modo se sella, para evitar que la membrana se seque durante el proceso. El tiempo real de prensado sin proceso de calentamiento y enfriamiento asciende, en función del grosor del molde, de aproximadamente 20 minutos a 40 minutos. Finalmente, el molde de prensado tiene que enfriarse antes de extraer el MEA.

20 Otro procedimiento de producción para membranas recubiertas de catalizador por ambos lados se conoce gracias al documento DE 10 2005 038 612 A1. En este procedimiento, se aplican en paralelo sobre un primer y un segundo soporte una primera y una segunda capa de ionómero. A continuación, se aplica sobre la primera capa de ionómero como disolución una capa de catalizador del ánodo y sobre la segunda capa de ionómero como disolución una capa de catalizador del cátodo y se seca por secado de aire caliente, secado por infrarrojos, secado por microondas y/o procedimiento de plasma. Los soportes se extraen después de secarse la capa de catalizador del ánodo y la capa de catalizador del cátodo y la primera capa de ionómero se une con la segunda capa de ionómero por acción de la presión y la temperatura con la ayuda de dos rodillos de laminado. Finalmente, a la membrana aquí producida, recubierta de catalizador por ambas caras, se le provee de una película de soporte. El procedimiento conforme al documento DE 10 2005 038 612 A1 consume sin embargo mucho tiempo, pues las capas de catalizador del ánodo y del cátodo tienen que secarse antes de extraerse el soporte previo al laminado.

30 En el documento DE 101 24 272 A1 se describe un procedimiento para la producción continua de una distribución membrana de electrolito de polímero-electrodo, en el que la producción de la membrana de electrolito se lleva a cabo recubriendo un material de soporte polimérico con una disolución que contiene PEM (membrana de intercambio de protones) y secando a continuación la disolución que contiene PEM. Esta capa de electrolito se prensa entonces en una prensa de doble banda con un sustrato que contiene carbono recubierto en paralelo, que también se seca primero.

35 Sin embargo, las membranas preparadas a partir de la solución pueden producirse solo en pequeños grosores de capa, con un grosor de membrana de 50 mm, por ejemplo, se necesitan varias horas para el secado a fin de obtener membranas lo más libres posible de burbujas y grietas.

40 El documento WO 2010/075492 A1 describe un procedimiento para la producción de membranas revestidas catalíticamente para el uso en celdas de combustible. En este proceso, primero se forma un "sándwich" compuesto por una membrana y capas de catalizador dispuestas por ambos lados de la membrana, que están aplicadas sobre sustratos como por ejemplo Kapton®. Esta distribución multicapa se transporta entonces por medio de dos cintas transportadoras, primero a través de una zona de precalentamiento, luego a través de una zona de calentamiento, mediante dos rodillos de compresión y finalmente a través de una zona de enfriamiento.

45 El documento US 2009/169950 A1 describe un procedimiento para la producción de membranas revestidas catalíticamente, en particular para uso en células de combustible. El procedimiento comprende el empleo de una distribución de rodillos para laminar las membranas. La distribución de rodillos comprende dos rodillos, donde los rodillos pueden calentarse. Además, se puede ajustar la velocidad de rotación de los rodillos. La presión de empuje, que ejercen los rodillos sobre la membrana, también se puede ajustar.

La invención se basa en el objeto de reducir el tiempo de producción en la producción de unidades membrana-electrodo.

50 El objeto se resuelve conforme a la invención con un procedimiento para la producción en seco de una unidad membrana-electrodo para un proceso de electrólisis, en el que se construye una distribución laminar, que comprende:

- una membrana producida por extrusión, que se seca previamente a una temperatura entre 80 ° C y 100 ° C durante un período de 15 minutos a 30 minutos,

- por cada uno de ambos lados de la membrana, una unidad soporte-electrodo con una capa de electrodo aplicada sobre un soporte,

- en el exterior dos películas separadoras,

5 donde la distribución se comprime entre dos rodillos de laminado, de forma que al menos entre la membrana y las capas de electrodo se produzca una unión por presión.

La invención se basa en la idea de, durante todo el proceso de producción, mantener las unidades soporte-electrodos y la membrana secas y laminarlas en estado seco. La laminación se lleva a cabo además entre las capas o películas separadoras, que protegen al MEA de un contacto directo con los rodillos y/o cintas transportadoras de una máquina de laminación.

10 Dentro de las películas separadoras están las unidades soporte-electrodo que comprenden un soporte, por ejemplo, de papel carbón, y una capa de electrodo aplicada sobre los soportes, por ejemplo, de iridio en el lado del ánodo y platino en el lado del cátodo. Las capas de electrodo se aplican, por ejemplo, en un proceso de serigrafía, al soporte, de forma que las capas de electrodo finales estén secas.

15 Alrededor de las unidades soporte-electrodos se prevén opcionalmente bastidores, que son particularmente de Teflon®, cetonas de poliéter (PEK, PEEK y PEKK), aramidas o plásticos termoestables similares. Su función es fijar y sellar las unidades soporte-electrodo, además, mediante los bastidores se reduce la presión en el borde del MEA. Los bastidores, sin embargo, no son obligatorios y pueden omitirse.

20 Entre las capas de electrodo se dispone finalmente la membrana, que consiste en una membrana de intercambio de protones (inglés: Proton Exchange Membrane, PEM), en particular Nafion®. También pueden usarse otros materiales para la membrana. En este contexto se utiliza una membrana comercial prefabricada, producida mediante extrusión. Frente a la membrana conocida gracias a la DE 101 24 272 A1, la membrana extrusionada es, debido a su morfología, claramente más estable y puede también producirse en grosores de capa de 170mm y mayores. La estabilidad mecánica de tal membrana es, especialmente en la electrólisis a alta presión, muy ventajosa, debido a las posibles altas diferencias de presión entre el lado del hidrógeno y el del oxígeno. El empleo de una membrana extrusionada se distingue además del proceso según la DE 101 24 272 A1 por costes de inversión significativamente menores.

25 Antes de usar la membrana, se seca previamente durante aproximadamente de 15 minutos a 30 minutos a una temperatura de aproximadamente 80°C a 100°C. La duración y la temperatura del proceso de secado dependen de las propiedades físicas de la membrana, por ejemplo, su grosor. La duración del secado de 15 minutos a 30 minutos hace referencia a una membrana de 180 mm de grosor. Una membrana de electrolito extrusionado, por ejemplo, Nafion® 117 (grosor de 180 mm) pierde hasta el 5,5% de agua a 80 ° C, a partir de las condiciones de entrega (RT y 50% de humedad relativa).

Los experimentos han demostrado que esta temperatura es suficiente para lograr un peso seco constante. A temperaturas más altas, la membrana se ondula y ya no se puede procesar entonces adecuadamente.

35 El secado previo evita que, al calentar la membrana entre los rodillos de laminado, se evapore el agua de la membrana, lo que entonces, especialmente en grandes superficies de membrana, al hincharse la membrana (antes de la introducción de los rodillos) podría provocar arrugas. Al calentar la membrana a través de los rodillos de laminación, la membrana no se calienta en su totalidad durante mucho tiempo, sino solo localmente. A una velocidad de laminación preferida de, por ejemplo, 20 cm/min, la unión por presión con los rodillos calientes dura menos de un segundo. La producción en seco de los conjuntos de membrana-electrodo es, por lo tanto, también más cuidadosa con los materiales que el método hasta ahora habitual mediante una prensa caliente. Toda esta distribución forma una unidad, que se comprime entre dos rodillos de laminación de una distribución de rodillos. Mediante la alta presión y posiblemente la temperatura se lleva a cabo una unión por presión entre la membrana y las capas de electrodo, por lo que se forma la unidad membrana-electrodo inseparable.

45 Tal unidad membrana-electrodos se utiliza particularmente para la electrólisis. Este tipo de fabricación también es aplicable para las unidades membrana-electrodo de las células de combustible y las baterías de flujo redox.

La producción de varias unidades membrana-electrodos se lleva a cabo además particularmente de forma continua, disponiendo entre dos películas separadoras casi sinfín varias distribuciones tipo sándwich o laminares en serie y laminando las películas separadoras en un proceso continuo a lo largo de su longitud.

50 Mediante el proceso de laminación propuesto se reduce significativamente el tiempo requerido para producir unidades membrana-electrodos. El procedimiento conlleva también una reducción en los costes de producción, ya que para la producción se usa menos energía en comparación con el método de producción practicado actualmente:

no se tiene que realizar una fase de calentamiento de la prensa para cada electrodo individual y el proceso de enfriamiento se elimina en la práctica completamente. Como la laminación tiene lugar en el estado seco de la membrana, también se suprime la anterior humectación de la membrana a altas temperaturas bajo presión en la prensa caliente. Los electrodos tampoco se humedecen. Además, las unidades membrana-electrodos conjuntos fabricadas y almacenadas en seco son más adecuadas para la instalación en pilas, ya que no hay ningún cambio de forma debido a que la membrana se hinche. Para una unidad membrana-electrodos con una superficie de electrodo de aproximadamente 300 cm², la producción en seco se lleva a cabo con la construcción de la distribución (de 3 min a 5 min) y el paso a través de la distribución de rodillos (de 1 min a 2 min), por consiguiente, en algunos minutos, en particular por debajo de 10 minutos. Preferentemente, la unidad membrana-electrodos se lamina a una temperatura de aproximadamente 180 ° C a 190 ° C. Gracias a la membrana extrusionada estable, la laminación se lleva a cabo a una temperatura relativamente alta de aproximadamente 180 ° C, de forma que el proceso de laminación sea más corto que a temperaturas más bajas y la unión por laminado es más estable.

Como películas separadoras se utilizan preferentemente películas de poliimida, por ejemplo, películas Kapton® o Norton®. Alternativamente, se pueden usar películas de PTFE o películas de otros materiales que sean resistentes a la temperatura a de aproximadamente 200°C a 220°C. Las películas separadoras tienen la función de fijar la unidad soporte-electrodos y la membrana en la posición deseada y también de evitar que la membrana se pegue al rodillo de laminado caliente. Las películas Kapton® o Norton® son dimensionalmente estables a las temperaturas de procesamiento seleccionadas, transparentes (posible control óptico adicional del posicionamiento de la unidad soporte-electrodos o de la membrana) y reutilizables. Un grosor de la película separadora es preferiblemente de aproximadamente 125 mm.

Según una variante preferida, después de establecer la conexión de presión se extraen al menos las películas separadoras externas y los bastidores. Las películas separadoras y los bastidores opcionales tienen únicamente una función de ahorro de material y/o auxiliar en la producción de la unidad membrana-electrodos y se retiran, por consiguiente, al final, de forma que la unidad membrana-electrodos, por ejemplo, para el empleo en células de combustible o en un proceso de electrólisis, esté lista. La extracción de las películas separadoras y de los bastidores puede realizarse inmediatamente después de la laminación o más tarde en el lugar de aplicación de la unidad membrana-electrodos.

Según otra variante preferida, después de la producción de la unión por presión, se eliminan asimismo los soportes para las capas de electrodos. En las unidades membrana-electrodos para células de combustible, se conservan los soportes de papel carbón y forman una capa de difusión de gases. Cuando las unidades membrana-electrodos se prevén, sin embargo, para un proceso de electrólisis, puede extraerse el material de soporte y sustituirse, al construir las células de electrólisis, por una capa de difusión de gases electroquímicamente estable (por ejemplo, por placas sinterizadas de titanio o tejidos de titanio).

Preferiblemente, las películas separadoras tienen la mayor superficie de los componentes de la distribución laminar, es decir, cubren completamente el resto de componentes de la distribución y sobresalen por encima de ellos. Por un lado, las películas separadoras proporcionan así la mejor protección contra los rodillos de laminado particularmente calentados. Por el otro lado, se facilita además una producción continua "en banda", en la que, en función de las necesidades, las películas separadoras casi sin fin se separan en una posición adecuada para obtener las unidades membrana-electrodos individuales después de la unión por presión.

La producción de las unidades membrana-electrodos se simplifica aún más al no actuar convenientemente al entrar las películas separadoras en una separación entre rodillos entre los rodillos de laminado esencialmente ninguna fuerza de compresión sobre la distribución y ejercerse una fuerza de compresión sobre la distribución, sólo cuando las unidades soporte-electrodos y/o los bastidores opcionales estén en la zona de la separación entre rodillos. Al entrar las películas separadoras de la distribución, la separación entre rodillos está, por consiguiente, en un estado "abierto", para acelerar la entrada de la distribución en la separación entre rodillos. Los rodillos de laminado se conducen juntos sólo cuando las unidades soporte-electrodos y/o los bastidores opcionales hayan alcanzado la separación entre rodillos, de forma que se garantice que la fuerza de compresión de los rodillos de laminado actúe sobre toda la de las capas de electrodo y de la membrana. Además, se prevén particularmente rodillos de entrega no calentados, que metan la distribución y particularmente las películas separadoras en la separación entre rodillos entre los rodillos de laminado. Los rodillos de entrega impulsan la distribución a través de la separación entre rodillos cuando los rodillos de laminado estén abiertos. Los rodillos de entrega están dispuestos particularmente en la dirección de flujo detrás de los rodillos de laminado, de forma que detecten un extremo de las películas separadoras e instalen el resto de la distribución laminar en la separación entre rodillos entre los rodillos de laminado.

En una ordenación y perfeccionamiento favorables de la invención, la distribución laminar comprende alrededor de la respectiva unidad soporte-electrodos un bastidor para fijar la unidad soporte-electrodos.

El objeto se resuelve además conforme a la invención con una unidad membrana-electrodos producida por el procedimiento según una de las anteriores ejecuciones.

Las ventajas y las realizaciones preferidas mencionadas en relación con el procedimiento se pueden transferir análogamente a la unidad membrana-electrodos.

5 La distribución de rodillos comprende los rodillos de laminado y en cada caso también los rodillos de entrega. Los rodillos de laminado pueden preferentemente calentarse, donde su temperatura puede controlarse. Los rodillos de laminado usados están hechos convenientemente de acero inoxidable, silicona y / o una goma fluorada, por ejemplo, Viton®. Dado que las diferentes membranas requieren un procesamiento diferente, una presión de contacto de los
10 rodillos de laminación en la disposición de tipo capa y una anchura de los rodillos de laminación son ventajosamente ajustables por separado. En este caso, se entiende que la anchura es el espacio mínimo posible entre los rodillos de laminación durante la laminación. Además, preferiblemente puede ajustarse una velocidad de rotación de los rodillos de laminación, en particular también de los rodillos de entrega.

Un ejemplo de ejecución de la invención se describe más a fondo en base a un dibujo. Aquí muestran:

FIG 1 la producción de una unidad de membrana-electrodo entre dos rodillos de laminado, y

15 FIG 2 una ampliación de la sección II conforme a la FIG 1.

En las diversas Figuras, los mismos símbolos de referencia tienen el mismo significado.

De las FIG 1 y FIG 2 se deduce una distribución de rodillos 2, con cuya ayuda se produce una unidad membrana-electrodos 4. La distribución de rodillos 2 comprende dos rodillos de laminado 6a, 6b, que rotan durante la operación en una dirección de giro D. Los rodillos de laminado 6a, 6b son, en el ejemplo de ejecución mostrado,
20 particularmente de acero inoxidable.

Para la producción de la unidad membrana-electrodos 4 se construye una distribución tipo sándwich 5, que se comprime mediante los rodillos de laminado 6a, 6b. La estructura en capas de la distribución 5 se muestra en la FIG 2. Por ambas caras, desde fuera hacia dentro, se disponen unos sobre otros los componentes individuales de la distribución 5:

- 25 - dos películas separadoras 8 por ejemplo, de Kapton®, que crean el contacto con los rodillos de laminado 6a, 6b,
- dos unidades soporte-electrodos 10a, 10b, comprendiendo en cada caso un soporte 12 por ejemplo, de papel de carbón o película de poliimida y una capa de electrodo 14a (ánodo) aplicada al mismo, por ejemplo, de iridio, y/o 14b (cátodo), por ejemplo, de platino,
- 30 - dispuesta centralmente, una membrana 16, por ejemplo, de Nafion®, que es ligeramente más larga que las unidades soporte-electrodos 10a, 10b (véase FIG 2),
- así como dos bastidores 18, dispuestos alrededor de las unidades soporte-electrodos 10a, 10b, de PTFE, por ejemplo, de Teflon®, que fijan y sellan las unidades soporte-electrodos 10a, 10b.

Los bastidores 18 son solo opcionales y pueden prescindirse de ellos - su función es asumida entonces por las películas separadoras 8.

35 El procedimiento para la producción de la unidad membrana-electrodos 4 se caracteriza porque la membrana 16 se mantiene seca durante todo el proceso de producción, es decir, la membrana 16 no se humedece, para establecer una unión entre ella y las capas de electrodo 14a, 14b. La membrana 16 es en este contexto una membrana de Nafion® prefabricada por extrusión de la empresa DuPont (por ejemplo, Nafion® 117 o Nafion® 1110 con grosores de aproximadamente 180mm y 250mm, que antes de la incorporación en la unidad membrana-electrodos 4 se seca
40 a de 80°C a 100°C, particularmente a de 80°C a 90°C durante de aproximadamente 15 min a 30 min.

Al comienzo del proceso de laminación, los rodillos de laminación 6a, 6b se han separado a una posición abierta. En esta posición de los rodillos de laminado 6a, 6b, la película de Kapton® 8, que es más larga que el resto de los componentes 10a, 10b, 16, 18 de la distribución 5, se inserta a través de una separación entre rodillos 20. Este proceso puede facilitarse mediante dos rodillos de entrega no mostrados aquí en detalle, transportando aún más los
45 rodillos de entrega mediante su rotación las películas separadoras 8, de manera que toda la distribución se introduzca en la separación entre rodillos 20. Al entrar las películas separadoras 8 en la separación entre rodillos 20, no actúa sobre la distribución 5, por consiguiente, esencialmente ninguna fuerza de compresión. Sólo cuando las unidades soporte-electrodo 10a, 10b y/o los bastidores 18 estén en la separación entre rodillos 20, se acercan

mutuamente los rodillos de laminado 6a, 6b y, por consiguiente, se ejerce una fuerza de compresión sobre la distribución 5.

5 Durante la operación se calientan los rodillos de laminado 6a, 6b, para ablandar la membrana 16 y conectarla bajo presión con la capa de electrodo 14a, 14b. Una velocidad de rotación, una fuerza de compresión de los rodillos de laminado 6a, 6b, así como una anchura de la separación entre rodillos 20, son también ajustables y/o continuamente variables.

Por medio de la distribución de rodillos 2 pueden producirse en el contexto de un proceso continuo particularmente varias unidades membrana-electrodos 4, disponiendo entre las películas separadoras 8 varias distribuciones electrodo-membrana-electrodo en serie.

10 Después del proceso de laminación, primero se extraen las películas separadoras 8 y, a continuación, se retiran los bastidores opcionales 18, cuando los haya. Una unidad membrana-electrodos producida de tal manera puede utilizarse en un electrolizador, una célula de combustible o una batería de flujo redox. Al emplear la unidad membrana-electrodos 4 en un electrolizador puede extraerse también opcionalmente el soporte 12, por ejemplo, de papel de carbón o película de poliimida, y sustituirse por otra capa de difusión de gas resistente a la oxidación, por
15 ejemplo, placas de titanio poroso.

La principal ventaja del procedimiento antes descrito para la producción en seco de unidades membrana-electrodos 4 respecto del procedimiento hasta ahora habitual por medio de una prensa caliente es el tiempo de fabricación significativamente más corto, ya que se suprime la humidificación de la membrana 16 a altas temperaturas de aproximadamente 150 ° C a 200 ° C bajo presión. Tanto el tiempo como la energía necesaria para calentar o enfriar
20 la prensa entre las operaciones individuales de compresión se suprimen. En este contexto se emplea una membrana 16 prefabricada, producida por extrusión, mecánicamente estable y físicamente resistente, que se seca previamente antes de la instalación en la unidad membrana-electrodos (4). El secado previo de la membrana 16 que contiene agua en el estado de suministro, evita la liberación de agua de la membrana durante el laminado en caliente. El procedimiento se caracteriza por altas temperaturas de laminado, que posibilitan una unión suficiente de la capa de catalizador (14a, 14b) a la membrana 16, así como a través de un sencillo posicionamiento óptico de los electrodos
25 10a, 10b antes de la entrada del rodillo.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para la producción en seco de una unidad membrana-electrodos (4) para un proceso de electrólisis, donde se construye una distribución laminar (5), comprendiendo los siguientes componentes:
- 5 - membrana (16) posicionada centralmente producida mediante extrusión, que se seca previamente a una temperatura entre 80°C y 100°C durante un periodo de 15 min a 30 min,
- por cada una de ambas caras de la membrana (16) una unidad soporte-electrodos (10a, 10b) con una capa de electrodo (14a, 14b) aplicada sobre un soporte (12),
- por fuera, dos películas separadoras (8),
- 10 donde la distribución (5) se comprime entre dos rodillos de laminado (6a, 6b), de forma que al menos entre la membrana (16) y las capas de electrodo (14a, 14b) se produzca una unión por presión.
2. Procedimiento según la reivindicación 1, donde la unidad membrana-electrodos (4) se lamina a una temperatura de 180°C a 190°C.
3. Procedimiento según la reivindicación 1 ó 2, donde como películas separadoras (8) se usan películas de poliimida.
- 15 4. Procedimiento según una de las anteriores reivindicaciones, donde tras la producción de la unión por presión se retiran por lo menos las películas separadoras externas (8) y los bastidores (18).
5. Procedimiento según una de las anteriores reivindicaciones, donde tras la producción de la unión por presión se extraen los soportes (12) para las capas de electrodo (10a, 10b).
6. Procedimiento según una de las anteriores reivindicaciones, donde las películas separadoras (8) presentan la mayor superficie.
- 20 7. Procedimiento según una de las anteriores reivindicaciones, donde al entrar las películas separadoras (8) en una separación entre rodillos (20) entre los rodillos de laminado no actúa esencialmente ninguna fuerza de compresión sobre la distribución (5) y se ejerce una fuerza de compresión sobre la distribución (5), cuando la unidad soporte-electrodos (10a, 10b) o los bastidores (18) opcionales estén en la zona de la separación entre rodillos (20).
- 25 8. Procedimiento según una de las anteriores reivindicaciones, donde la distribución laminar comprende, además: alrededor de la respectiva unidad soporte-electrodos (10a, 10b) un bastidor (18) para fijar la unidad soporte-electrodos (10a, 10b).
9. Unidad membrana-electrodos (4) producida por medio de un procedimiento según una de las anteriores reivindicaciones.

FIG 1

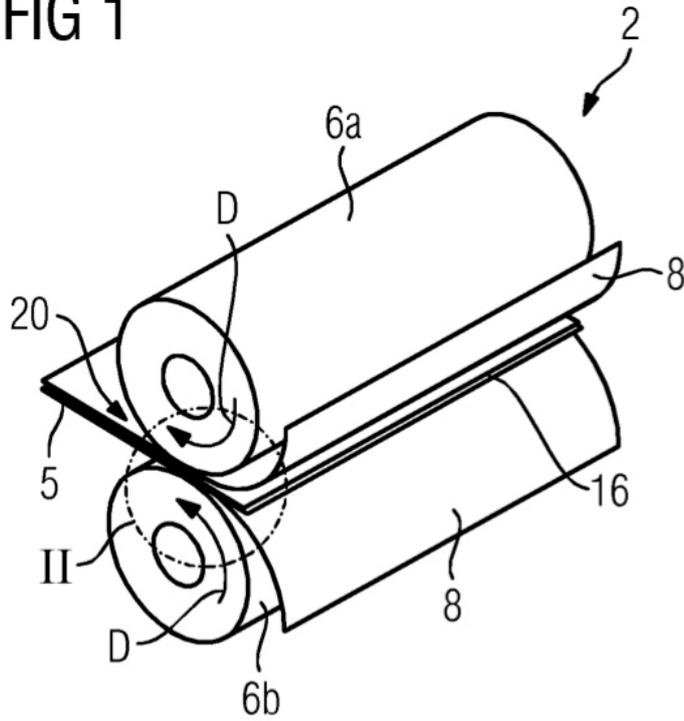


FIG 2

