

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 717 705**

51 Int. Cl.:

H01M 8/248	(2006.01)
H01M 8/0263	(2006.01)
H01M 8/1018	(2006.01)
H01M 8/0202	(2006.01)
H01M	(2006.01)
H01M	(2006.01)
H01M	(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **03.05.2013 PCT/GB2013/051162**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **07.11.2013 WO13164639**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **03.05.2013 E 13722006 (7)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **26.12.2018 EP 2845257**

54 Título: **Campo de flujo para una celda de combustible**

30 Prioridad:

03.05.2012 GB 201207759

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

24.06.2019

73 Titular/es:

**IMPERIAL INNOVATIONS LIMITED (100.0%)
52 Princes Gate Exhibition Road
London SW7 2PG, GB**

72 Inventor/es:

KUCERNAK, ANTHONY ROBERT JOHN

74 Agente/Representante:

SÁEZ MAESO, Ana

ES 2 717 705 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

Campo de flujo para una celda de combustible

Campo técnico

5 Esta invención se relaciona con celdas de combustible, por ejemplo celdas de combustible de electrolito de polímero sólido. Esta invención también se relaciona con el uso de la tecnología de Placa de Circuito Impreso (PCB) en la fabricación de celdas de combustible de la presente invención, y con el uso de recubrimientos resistentes a la corrosión.

Antecedentes de la técnica

10 Una celda de combustible es un dispositivo electroquímico que genera energía eléctrica y calor a partir de un oxidante (por ejemplo, oxígeno puro o aire) y un combustible (por ejemplo, hidrógeno o una mezcla hidrogenada, o un hidrocarburo o un derivado de hidrocarburo). La tecnología de celda de combustible encuentra aplicación en aplicaciones portátiles, móviles y estacionarias, tal como centrales eléctricas, vehículos y ordenadores portátiles.

15 Típicamente, una celda comprende dos electrodos, un ánodo y un cátodo, que están separados por una membrana de electrolito que permite que los iones (por ejemplo, los iones de hidrógeno), pero no los electrones libres, pasen de un electrodo al otro. Una capa de catalizador en los electrodos acelera una reacción con el combustible (en el electrodo de ánodo) y el oxidante (en el electrodo de cátodo) para crear o consumir los iones y electrones. Los electrones liberados en el ánodo forman una corriente eléctrica, que se utiliza para realizar el trabajo y luego fluye al cátodo donde se consumen los electrones.

20 Un solo par de electrodos separados por una membrana de electrolito se denomina Ensamble de Electrodo de Membrana (MEA). Un MEA de celda de combustible que opera bajo una carga moderada produce un voltaje de salida de aproximadamente 0.7 V, que es demasiado bajo para muchas consideraciones prácticas. Convencionalmente, con el fin de aumentar este voltaje, los MEA se ensamblan en una pila como se muestra en la Figura 1. Cada MEA 1 tiene una capa de "membrana de electrolito" 1a, que es una membrana permeable a los iones intercalada entre dos capas de electrolito y un ánodo 2 y un cátodo 3 en caras opuestas de la membrana del electrolito. Los MEA adyacentes se
25 pueden separar mediante una placa 4 separadora bipolar de conducción eléctrica y el combustible 5 de hidrógeno, y el gas 6 de oxígeno fluye a través de los canales provistos en las caras opuestas de la placa bipolar. Las placas 9 de extremo están conectadas a un circuito externo a través de una conexión 7, 8 eléctrica. El número de estos MEA en una pila en una celda de combustible determina el voltaje total, y el área de superficie de cada electrodo de membrana determina la corriente total.

30 Un problema con la geometría actual de las celdas de combustible es que cuando las celdas de combustible se apilan de esta manera, la corriente eléctrica fluye perpendicular a la cara de un MEA. Por lo tanto, este apilamiento requiere placas separadoras para conducir la corriente desde el electrodo positivo de una celda al electrodo negativo de la siguiente. Además, el fallo de un MEA, por ejemplo debido a la formación de orificios a través de la membrana del electrolito o al cortocircuito de los electrodos a través de la membrana, hace que toda la pila deba apagarse. Aún más,
35 si un solo MEA no está funcionando tan bien como los demás, la corriente será impulsada a través de él, lo que resulta en su rápida degradación. Si un MEA se destruye, después toda la pila de celdas de combustible se vuelve inutilizable.

40 En la disposición conocida, las placas bipolares están hechas comúnmente de carbono de grafito o acero inoxidable y deben ser eléctricamente conductoras, impermeables a los gases e incorporar los canales del campo de flujo para la distribución de reactivos, y posiblemente también de refrigerante, a través de las caras del MEA en su superficie. Por lo tanto, la composición del material de las placas bipolares está limitada y las placas son complejas y costosas de fabricar. Además, mantener el contenido correcto de agua en la membrana del electrolito es esencial para optimizar su rendimiento. La membrana requiere un cierto nivel de humedad para operar y conducir la corriente iónica de manera eficiente para que la corriente de la célula no caiga. Se elimina el agua producida por la célula por el flujo de gas a lo largo del cátodo, o se expulsa. En consecuencia, la corrosión de las placas bipolares metálicas en el ambiente húmedo
45 de la celda es un problema común, que limita los materiales con los que se puede fabricar la placa bipolar. El sobrecalentamiento de la pila de celdas de combustible es un problema adicional y es necesario el enfriamiento. Esto se logra usualmente mediante la provisión de placas adicionales que comprenden canales para hacer circular el agua del refrigerante a través de la mitad de la pila, lo cual es engorroso y poco práctico para muchas aplicaciones. Aún más, la salida eléctrica de una pila se modula y regula mediante el uso de electrónica de potencia monolítica. Esto es costoso y el fallo puntual de estos componentes electrónicos de potencia también conduce al fallo de todo el sistema de celdas de combustible.

50 Una alternativa conocida se describe en "New SPFC-Technology with Plastics", por K. Ledjeff y R. Nolte, Proceedings of the First International Symposium on New Materials for Fuel Cell Systems, 1995, p128-134, 1995, p128-134. Los autores describen una estructura en bandas de una membrana de electrolito único para generar un alto voltaje de salida, sin emplear la tecnología de pila. Los electrodos y las placas bipolares de una celda de combustible de construcción estándar se montan en una configuración coplanar, con cada MEA de celda de combustible presente
55 como una banda unida a una segunda banda de MEA adyacente. Un problema con este enfoque es que la estructura

de la membrana requiere un montaje y sellado cuidadosos de las bandas adyacentes para evitar la mezcla de oxidante y combustible.

5 En otros enfoques, por ejemplo, como se describe en el documento PCT/EP2012/053479, se describe una pila de celdas de combustible que incluye una pluralidad de MEA separados por una placa PCB para la recolección y distribución de corriente y la distribución de reactivos. Sin embargo, es deseable mejorar aún más las disposiciones anteriores.

10 El documento US 3.484.298 se relaciona con una placa de respaldo laminada de 3 hojas para electrodos de celda de combustible que proporciona una rejilla de distribución de gas y eliminación de producto en cada cara de los mismos. La rejilla comprende una pluralidad de ranuras alargadas en cada lámina exterior que se comunican con al menos una ranura alargada en la lámina intermedia transversal a la misma.

La invención se expone en las reivindicaciones.

Breve descripción de las figuras

Las realizaciones específicas de la invención se describirán ahora con referencia a las Figuras adjuntas en las que:

La Figura 1 muestra una vista lateral esquemática de una celda de combustible apilada del tipo conocido.

15 La Figura 2 muestra una vista parcial recortada en perspectiva de una pila de celdas de combustible de una realización.

La Figura 3 muestra una vista en despiece de una sección de la celda de combustible que detalla el diseño MEA de la realización.

La Figura 4 muestra una vista en despiece de las capas individuales de la placa PCB y los MEA de la realización.

20 Las Figuras 5 (a) y 5 (b) muestran una vista en planta de una capa de recolección y distribución de corriente de la realización.

La Figura 6 muestra una vista en planta de una capa de distribución de reactivo de la realización.

La Figura 7 muestra una vista en despiece de las capas individuales de la placa PCB con flujo de reactivo de la realización.

Las Figuras 8 (a) y 8 (b) muestran una vista en corte transversal de una realización adicional.

25 La Figura 8 (c) muestra una vista en planta de las capas individuales de una placa de celda de combustible de la realización adicional.

La Figura 9 muestra la mitad inferior de un canal reactivo e ilustra el uso de una Aleación de Memoria de Forma (SMA) como una válvula de perfil bajo.

30 La Figura 10 muestra un corte transversal vertical de una disposición en capas de acuerdo con una de las realizaciones.

La Figura 11 muestra un campo de flujo tridimensional de acuerdo con la presente invención.

Las Figuras 12a a 12g muestran configuraciones de campo de flujo bidimensionales y tridimensionales alternativas.

Las Figuras 13a a 13c muestran configuraciones de canal alternativas para un campo de flujo.

La Figura 14 muestra una capa de humidificación en una celda de combustible.

35 Las Figuras 15a y 15b muestran medios para ajustar un MEA a un tubo reactivo de flujo.

Las Figuras 16a y 16b muestran una manera de fijar capas de MEA juntas.

40 En resumen, la invención se relaciona con mejoras en las configuraciones de celdas de combustible existentes. En un aspecto, la unión directa de una capa de difusión de gas con un campo de flujo se logra permitiendo una configuración estructural simplificada. En otro aspecto, las técnicas mejoradas de impresión de componentes reducen los efectos de corrosión. En un aspecto adicional, se describen campos de flujo que proporcionan canales de reactivos que se extienden en las direcciones horizontal y vertical, es decir, que proporcionan un flujo tridimensional. En un aspecto adicional, un material de absorción mejorado permite la evacuación y la humidificación reactiva. En un aspecto adicional, se proporcionan cierres mecánicos y conectores mejorados. En un aspecto adicional, se describen enfoques de humidificación mejorados. Otros aspectos mejorados se discuten adicionalmente a continuación.

45 A modo de introducción, a continuación se describe una realización de una pila de celdas de combustible.

En una realización, se proporciona una pila 40 de celdas de combustible. En la Figura 2 se muestra una vista parcial recortada en perspectiva y se describe con más detalle en referencia a la Figura 3. La Figura 3 muestra una vista en despiece de una sección de la celda de combustible que detalla el diseño de MEA. Cada placa 41 de celdas de combustible de la pila de celdas de combustible comprende una pluralidad de membranas 50a, 50b, 50c, etc. de electrolito de polímero, donde cada una de estas membranas soportan un ánodo 51 y un cátodo 52. Alternativamente, cada placa de celdas de combustible puede comprender una sola membrana de electrolito de polímero, que soportan una pluralidad de ánodos y cátodos. Esto no altera el modo de operación descrito a continuación.

Para mayor claridad, la construcción de las placas de celdas de combustible y la pila de celdas de combustible se describen aquí en términos de planos "horizontales" y "verticales", de acuerdo con las realizaciones ilustradas en las Figuras. Sin embargo, estos términos se usan solo por claridad y no limitan el alcance de la invención. Estará claro para el lector que las placas de celdas de combustible se pueden organizar en cualquier plano, no solo en el plano horizontal. Además, el término "directamente opuesto" no se limita a que los electrodos estén en el registro.

El ánodo se encuentra en una cara del electrolito de polímero y se encuentra directamente opuesto a un cátodo en la cara opuesta de la misma capa de membrana de electrolito. Juntos, la capa de ánodo, cátodo y electrolito forman un MEA 59. En un plano (horizontal), los ánodos en una cara de una capa 50a de electrolito de polímero están adyacentes a los cátodos en la misma cara de la capa 50b de electrolito adyacente. Es decir, en un plano horizontal, la secuencia de posicionamiento de ánodo y cátodo en MEA adyacente se alterna para cada MEA. Si se utiliza una única membrana de electrolito polimérico, la secuencia de ánodos y cátodos a lo largo de cada cara se alterna, con los respectivos cátodos y ánodos en la cara opuesta también alternando.

Por lo tanto, cada placa de celdas de combustible comprende una secuencia alternante de ánodos y cátodos en sus dos caras opuestas. Los ánodos y los cátodos en cada cara de la membrana del electrolito en un plano horizontal están separados por espacios 55. En el plano vertical correspondiente, los ánodos en un MEA 54a enfrentan los ánodos del MEA 54b adyacente, y los cátodos en un MEA 54b enfrentan los cátodos del MEA 54c adyacente. Así, cuando se apilan juntas una pluralidad de placas de celdas de combustible, los pares de ánodos adyacentes y los pares de cátodos adyacentes se alternan en el plano vertical a los ánodos y cátodos alternantes aislados.

Como se muestra en la Figura 4, entre cada capa plana de MEAs 59, hay una placa 60 de PCB que está formada por tres capas individuales. Esta placa de PCB comprende una primera capa 61 de recolección y distribución de corriente, una capa 62 de distribución de reactivo y una segunda capa 63 de recolección y distribución de corriente. Estas tres capas están unidas juntas para formar una única placa 60 de PCB. En virtud de la capa de recolección y distribución de corriente, la corriente no cruza la capa de electrolito, sino que se mueve lateralmente de ánodo a cátodo paralela al plano horizontal de los electrodos. En consecuencia, no son necesarias conexiones de membrana a través de la corriente para que fluye.

Las capas individuales de las placas de PCB, es decir, las capas de recolección y distribución de corriente primera y segunda y las capas de distribución de reactantes, se adhieren juntas en una estructura sólida utilizando un compuesto de fibra de vidrio que contiene epoxi. Los PCB pueden fabricarse a partir de fibras compuestas preimpregnadas, de modo que contengan una cantidad del material utilizado para unir las capas individuales entre sí y para unir los MEA a los PCB, o se puede aplicar una máscara de fibra compuesta preimpregnada a la PCBs. Los MEA se pueden unir por láser a un PCB, creando así una placa 41 de celdas de combustible. Para crear la pila de celdas de combustible, se laminan juntas una pluralidad de placas. Las brechas entre los electrodos, y el sellado logrado en estas brechas por la resina epoxi, previenen que los flujos de combustible y gas oxidante se mezclen, y previenen que el combustible entre en contacto con el cátodo y el oxidante entre en contacto con el ánodo, como se describe con más detalle a continuación. Como este paso de laminación da como resultado una estructura sólida, con un buen contacto entre las capas individuales, las placas finales pesadas usualmente necesarias se vuelven redundantes. En consecuencia, se produce una estructura monolítica, ligera y completamente sellada. Un simple PCB se puede utilizar como la placa final.

Cuando se ensambla en una pila de celdas de combustible, un ánodo de un primer MEA en una primera placa de celdas de combustible se encuentra verticalmente directamente opuesto a un ánodo de un segundo MEA en una segunda placa de celdas de combustible, en el que las placas de celdas de combustible primera y segunda están horizontalmente adyacentes en la pila de celdas de combustible. De manera similar, un cátodo de un primer MEA, en una primera placa de celdas de combustible, se encuentra verticalmente directamente opuesto al cátodo de un segundo MEA en una segunda placa de celdas de combustible, en el que las placas de celdas de combustible primera y segunda están horizontalmente adyacentes en la pila de celdas de combustible.

La estructura de una capa 61 de recolección y distribución de corriente se muestra con más detalle en la Figura 4. La Figura 4 muestra una sección de la capa 61, correspondiente a dos MEAs 59 adyacentes. Con referencia a la Figura 4, la capa 61 consiste en un marco 65, con paneles de pistas 66 de distribución eléctrica que conectan el ánodo 59a de un MEA al cátodo 59b del MEA verticalmente adyacente. En virtud de las pistas de distribución eléctrica de la capa de recolección y distribución de corriente, los MEA sobre cada placa de celdas de combustible individual están conectados en series eléctricas. Como lo indican las flechas en la Figura 4, el ánodo 59a y el cátodo 59b están ubicados en la parte inferior del MEA que se muestra. El lado superior del MEA lleva el cátodo 59c y el ánodo 59d correspondiente, respectivamente.

- Las Figuras 5a y 5b muestran una vista en planta de una capa 61 de recolección y distribución de corriente para una capa plana de 16 MEA. En la Figura 5b (y en el extremo del lado izquierdo de la capa que se muestra en la Figura 5a), se muestra la vista en planta de las capas de recolección y distribución de corriente primera y segunda unidas entre sí. Es decir, las pistas 66 de las capas de recolección y distribución de corriente primera y segunda son visibles. La Figura 5a (con la excepción del extremo del lado izquierdo de la capa) muestra una vista en planta de una sola capa de recolección y distribución de corriente. Solo una capa de pistas es visible.
- Los orificios 67 se pueden proporcionar a intervalos regulares en el marco 65 para formar parte de un sistema de enfriamiento integral. Estos orificios pueden formar canales 42 de enfriamiento verticales, como se muestra en la Figura 2. Se pueden incluir uno o más ventiladores 46 para forzar el aire en el sistema de enfriamiento.
- La capa 61 de recolección y distribución de corriente también incluye orificios 68 que forman parte de los canales 43 reactivos verticales (que se muestran en la Figura 2), en los dos bordes opuestos de la capa de distribución de corriente, adyacentes a los extremos estrechos de las bandas de electrodos.
- Estos canales 42, 43 verticales se forman cuando las placas 41 de celdas de combustible están apiladas. En la realización mostrada en la Figura 2, los canales verticales de entrada y salida de combustible corren cerca de un borde 44 de la capa, y los canales verticales de entrada y salida de oxidante corren cerca del borde 45 opuesto de la capa. En la realización mostrada en las Figuras 2 a 7, hay dos canales verticales de combustible y oxidante por electrodo. Estos canales de reactivos verticales se conectan con los canales provistos en la capa de distribución de reactivos.
- La estructura de una capa 62 de distribución de reactivo se muestra en detalle en las Figuras 4 y 6, donde se muestra una sección de esta capa 62, correspondiente a dos pares de electrodos de MEA 59 adyacentes. Esta sección se repite, de modo que el número de canales de distribución de reactivos corresponde al número de MEA o pares de electrodos en el plano. La capa 62 de distribución de reactivo comprende un marco 70, con dos canales 71, 72, donde cada uno forma un circuito de distribución de reactivo plano, y orificios ubicados cerca de dos bordes opuestos del marco, en los extremos estrechos de los circuitos de distribución, formando canales de reactivo verticales.
- Los orificios a lo largo de un borde del marco 70 son secuencialmente canales de entrada 73a, 74a y salida 73b, 74b para un reactivo, por ejemplo, un combustible, tal como el hidrógeno y los orificios a lo largo del borde opuesto del marco son secuencialmente canales de entrada 75a, 76a y salida 75b, 76b para un reactivo, por ejemplo, un oxidante, tal como oxígeno o aire. Esto se muestra en las Figuras 4 y 7. Los orificios 73, 74, 75, 76 en la capa 62 de distribución de reactivo se alinean con los orificios 68 en la capa 61 de recolección y distribución de corriente para crear los canales 43 de distribución de reactivo verticales mostrados en la Figura 2.
- En la capa de distribución de reactivo que se muestra en la Figura 7, un reactivo, por ejemplo, un combustible, fluye a través de los canales 80 verticales en un borde del marco 70. Cuando la ubicación del canal vertical corresponde a la ubicación entre dos ánodos 59a, 59a', el canal vertical está conectado al circuito 72 de distribución de reactivo de la capa 62 de distribución de reactivo. Por consiguiente, el combustible fluirá desde el canal 73a de entrada vertical a la entrada 81 del circuito 72 de distribución de la capa de distribución de reactivo, y a lo largo de las caras de los ánodos 59a, 59a' en los planos directamente encima y debajo de la capa de distribución de reactivo. La salida 82 del circuito de distribución se conecta con el canal 73b de salida de combustible vertical. Los canales 76a, 76b verticales en el borde opuesto del marco, por ejemplo, que llevan el oxidante, son agujeros en el marco 70 que no están conectados al circuito 72 de distribución.
- En el MEA adyacente plano, los electrodos que se enfrentan al canal 71 de distribución son ambos cátodos 59b, 59b'. En consecuencia, el diseño del canal 71 de distribución asociado con estos electrodos se invierte: en la capa de distribución de reactivo que se muestra en las Figuras 4, 6 y 7, el oxidante fluye a través de los canales 90 verticales en el borde derecho del marco. Cuando la ubicación del canal vertical corresponde a la ubicación en la capa 62 de distribución de reactivo entre dos cátodos 59b, 59b', el canal vertical está conectado al circuito 71 de distribución de reactivo de la capa 62 de distribución de reactivo. Por consiguiente, el oxidante fluye desde el canal 75a de entrada vertical a la entrada 91 del circuito de distribución de la capa de distribución de reactivo, y a lo largo de las caras de los cátodos en los planos directamente arriba y debajo de la capa de distribución de reactivo. La salida 92 del circuito de distribución es adyacente a la entrada 91 del circuito de distribución, y está conectada al canal 75b de salida de combustible vertical que es adyacente al canal 75a de entrada vertical. Los canales 74a, 74b verticales en el borde opuesto del marco, que transportan el combustible, no están conectados al circuito 71 de distribución.
- En las placas de celdas de combustible adyacentes de la pila de celdas de combustible, se invierte la secuencia de ánodos y cátodos. La disposición del canal de distribución de reactivos alterna así en secuencia tanto en el plano horizontal como en el vertical, con el fin de suministrar pares de ánodos y cátodos en posición vertical con combustible y oxidante, respectivamente.
- En todas las realizaciones, la capa de electrolito polimérico puede ser cualquier membrana de electrolito, que permita que los iones (por ejemplo, iones de hidrógeno) pero no los electrones libres pasen de un electrodo al otro, por ejemplo, una lámina de membrana Nafion™. Se aplican las mismas dimensiones preferidas descritas anteriormente para la primera realización.

Los flujos de gas reactivo se mantienen separados en virtud de sellos en las brechas entre los electrodos de los MEA adyacentes. Estos sellos se logran impregnando las placas de PCB con compuestos epoxi, que se activan para crear un sello hermético al laminar y unir con el MEA. Si es apropiado, se puede incorporar un sellado adicional utilizando sellos hechos de PDMS, por ejemplo en los bordes exteriores de una placa de celda de combustible.

5 Los canales verticales están conectados a uno o más colectores de reactivos a lo largo de los dos bordes opuestos de la pila, que suministra y recoge los reactivos.

El marco de la capa de distribución de reactivo también puede comprender una serie de orificios 100 a intervalos regulares en el marco para formar parte de un sistema de enfriamiento integral, como se describe a continuación.

10 Los orificios 67, 100 provistos para el sistema de enfriamiento pueden colocarse entre cada electrodo en un plano horizontal, o entre cada segundo, tercer, cuarto, quinto, sexto, séptimo, octavo, noveno o décimo electrodo, dependiendo del enfriamiento necesario. Los orificios no necesitan estar a intervalos regulares entre los electrodos, pero pueden estar en cualquier intervalo adecuado.

15 Los orificios 67, 100 provistos para el sistema de enfriamiento pueden posicionarse entre cada electrodo en un plano horizontal, o entre cada segundo, tercer, cuarto, quinto, sexto, séptimo, octavo, noveno o décimo electrodo, dependiendo del enfriamiento necesario. Los orificios no necesitan estar a intervalos regulares entre los electrodos, pero pueden estar en cualquier intervalo adecuado.

20 En una realización adicional de la presente divulgación, cada placa 41 de celdas de combustible de la pila de celdas de combustible comprende una o una pluralidad de membranas de electrólito de polímero dispuestas en un plano. En una primera realización alternativa a) para cada placa de celdas de combustible, una serie de membranas individuales se alinean en un plano, con un ánodo en una cara de la membrana y un cátodo en el lado opuesto de la membrana. En una segunda realización alternativa b) se proporciona una única membrana para cada placa de celdas de combustible, con una serie de ánodos en una cara de la membrana y una serie de cátodos en el lado opuesto de la membrana. En ambas realizaciones a) y b), todos los ánodos se colocan en una cara de la una o más membranas de electrólito de polímero en un plano horizontal, y todos los cátodos se colocan en la cara opuesta de la una o más membranas de electrólito de polímero en un plano horizontal. Como en la realización anterior, los ánodos y los cátodos se encuentran directamente opuestos entre sí.

30 Como en la realización anterior, las placas de celdas de combustible están apiladas de manera que las caras laterales del ánodo de las dos placas de celdas de combustible adyacentes se enfrentan entre sí, y las caras laterales del cátodo de las placas de celdas de combustible adyacentes se enfrentan entre sí. De esta manera, el combustible se puede entregar a todos los ánodos en dos placas de celdas de combustible adyacentes, y el oxidante se puede entregar a todos los cátodos en dos placas de celdas de combustible adyacentes, de una manera sencilla.

35 Como en la realización anterior, los MEA están unidos a una placa de PCB hecha de tres capas separadas, para formar una placa de celdas de combustible. En la pila de celdas de combustible, cada serie plana de MEA se ubica entre dos placas de PCB. El suministro de reactivo a los electrodos se logra mediante la capa de distribución de reactivo de la placa de PCB, como se describió para la realización anterior.

Las placas de extremo pesado no son necesarias, ya que las placas de celdas de combustible están laminadas juntas en una estructura sólida. Se puede utilizar un PCB simple en lugar de la placa de extremo pesado.

40 En la realización a) de la realización adicional, en la que cada placa de celdas de combustible comprende una serie de membranas individuales, las conexiones eléctricas entre los ánodos y los cátodos se realizan a través de las brechas entre las membranas, ya que los orificios se pueden mecanizar fácilmente en las placas de PCB, o conectando externamente la capa de recolección de corriente de la placa de PCB del lado del ánodo a la capa de distribución de corriente de la placa de PCB del lado del cátodo.

45 En la realización b) de la realización adicional, en la que se proporciona una sola membrana para cada placa de celdas de combustible, las conexiones eléctricas entre los ánodos y los cátodos se realizan ya sea mediante conexiones a través de la membrana, como se describió para la realización 1, o conectando externamente la capa de recolección de corriente de la placa PCB del lado del ánodo a la capa de distribución de corriente de la placa PCB del lado del cátodo.

50 La capa de distribución de reactivo de PCB se describe ahora con más detalle. Las capas de recolección y distribución de corriente no son necesarias cuando la conexión eléctrica se realiza a través de conexiones de membrana o cuando las conexiones eléctricas se realizan a través de la placa de PCB. Cuando la conexión eléctrica se realiza mediante conectando externamente las placas de PCB del lado del ánodo a las placas de PCB del lado del cátodo, las placas PCB de frente a los ánodos tendrán una capa de recolección de corriente primera y segunda, separadas por una capa de distribución de reactivo y las placas de PCB que enfrentan los cátodos tendrán una capa de distribución de corriente primera y segunda, separadas por una capa de distribución de reactivo. Las conexiones se realizan entre el ánodo de un primer MEA y el cátodo de un segundo MEA, entre el ánodo de un segundo MEA y el cátodo de un tercer MEA, y así sucesivamente, dependiendo del número de pares de electrodos en la placa de celdas de combustible.

La Figura 8 (a) muestra dos capas de una pila de celdas de combustible, que comprende un MEA 110, material de PCB 111, una capa 112 conductora eléctricamente que conduce la corriente desde el ánodo de una primera celda hasta el cátodo de la siguiente celda, y canales 113 de distribución de reactivo para transportar los reactivos a los electrodos.

5 La Figura 8 (b) muestra un diseño alternativo.

La Figura 8 (c) muestra un extracto de la estructura de celdas de combustible, con un conjunto de electrodos de celdas de combustible intercalados entre dos conjuntos de tres placas separadas. Las subsecciones individuales son laminadas juntas. Cuatro electrodos 120 de celdas de combustible están configurados en serie eléctrica. Adyacente al lado del cátodo hay una placa 121 de contacto de cátodo inferior y una placa 122 de contacto de ánodo superior. 10 Las placas de contacto tienen ranuras cortadas en ellas para que el reactivo del canal de entrada pueda fluir al canal de salida. Las placas llevan barras 123, 124 conductoras que llevan la corriente lateralmente. En la Figura 8 (c), la placa del cátodo se muestra con la capa conductora hacia arriba, mientras que en realidad los conductores se orientarían hacia los electrodos 120. Adyacente a la placa 121 de contacto de cátodo inferior hay una capa 125 de distribución de aire interior. Esta capa tiene conjuntos de canales 127 de entrada y salida para el aire (oxígeno), y orificios para los canales 128 de entrada y salida de hidrógeno. Cada canal fluye hacia el pleno de reactivo correspondiente. Adyacente a la placa 122 de contacto de ánodo superior hay una capa 126 de distribución de hidrógeno interior, que comprende canales 129 de entrada y salida de hidrógeno y canales 130 de entrada y salida de aire. Adyacente a la capa 125 de distribución de aire interior hay una placa 131 de contacto de cátodo superior y adyacente a la capa 126 de distribución de hidrógeno interior hay una capa 132 de contacto de ánodo inferior. Los 20 contactos en el lado inferior de la placa 121 de contacto de cátodo inferior están diseñados para conectarse a los conectores de la placa 122 de contacto de ánodo superior, colocando los MEA 120 en la serie eléctrica.

La tecnología PCB (u otra tecnología similar) se utiliza para fabricar elementos de la pila de celdas de combustible de la segunda y tercera realización. Esto permite que los elementos se fabriquen en grandes cantidades y a bajo coste. Por ejemplo, las placas de campo de flujo múltiple pueden fabricarse al mismo tiempo, utilizando placas laminadas 25 delgadas que se apilan y luego se enrutan simultáneamente. Las placas enrutadas individualmente se apilan y se laminan juntas.

Los PCB para la presente divulgación se producen de la manera conocida. Las capas aislantes pueden estar hechas de sustratos dieléctricos tales como FR-1, FR-2, FR-3, FR-4, FR-5, FR-6, CEM-1, CEM-2, CEM-3, CEM-4, CEM-5, 30 politetrafluoroetileno y G-10, que se laminan juntos con una resina epoxi preimpregnada. Con el fin de producir áreas conductoras, se aplica una capa delgada de cobre ya sea a todo el sustrato aislante y se graba usando una máscara para retener el patrón conductor deseado, o se aplica mediante galvanoplastia.

Cada capa individual de la placa de PCB tiene un espesor de 30 μm -2 mm, preferiblemente 50 μm -1 mm de espesor, más preferiblemente de 0.1 mm-0.8 mm de espesor, lo más preferiblemente aproximadamente 0.4 mm de espesor. Por lo tanto, cada placa PCB tiene un espesor de 90 μm -6 mm, preferiblemente 150 μm -3 mm de espesor, más 35 preferiblemente 0.3 mm-2.4 cm de espesor, lo más preferiblemente aproximadamente 1.2 cm de espesor. La capa del electrodo tiene un espesor de 0.1 mm-1 mm, preferiblemente 0.3-0.6 mm de espesor, más preferiblemente 0.4 mm de espesor. Por lo tanto, el paso de la celda es preferiblemente 1.6 mm de espesor (1.2 + 0.4 mm), permitiendo así 16 celdas por pulgada.

Para la primera, segunda y tercera realización de la presente divulgación, las bandas de electrodo tienen un ancho de 40 1 mm-5 cm, preferiblemente un ancho de 5 mm-15 mm, más preferiblemente aproximadamente un ancho de 1 cm. El tamaño de las brechas entre las bandas de electrodos depende de si se adaptan a los canales de refrigeración. Las brechas entre las bandas de electrodos con un canal de enfriamiento tienen entre 1 mm-1.5 cm de ancho, preferiblemente entre 2 mm-1.2 cm de ancho, más preferiblemente entre 5 mm y 1 cm de ancho. Las brechas entre 45 las bandas de electrodos sin un canal de enfriamiento tienen entre 0.5 mm-1 cm de ancho, preferiblemente entre 2 mm y 8 mm de ancho, más preferiblemente entre 3 mm y 6 mm de ancho.

Para la primera, segunda y tercera realización de la presente divulgación, se proporciona preferiblemente una capa de catalizador sobre los electrodos. Esta capa puede estar hecha de material catalítico adecuado para las reacciones de interés, como lo entiende comúnmente un investigador experto en la técnica para producir celdas de combustible. Por ejemplo, la capa de catalizador puede estar compuesta de nanopartículas de platino depositadas sobre carbono 50 y unidas con un polímero conductor de protones (por ejemplo, Nafion™), como se describe en "PEM Fuel Cell Electrocatalysts and Catalyst Layers Fundamentals and Applications", Jijun Zhang (Ed.), 1ª Edición., 2008, XXII, 1137 p. 489 illus., Springer-Verlag London, ISBN: 978-1-84800-935-6.

Se puede incluir una capa de difusión de gas adyacente a la capa de catalizador. La capa de difusión de gas puede fabricarse o depositarse de cualquier manera apropiada, como resultará familiar para el lector experto. Por ejemplo, 55 la capa de difusión de gas en una celda de combustible típica está compuesta de carbono en una de varias formas mezcladas con varios aglutinantes y aditivos para modificar las características de humectación de las capas. Típicamente, la capa de difusión de gas adyacente a la capa de catalizador está compuesta por una capa microporosa de polvo de carbono unida con PoliTetraFluoroEtileno (PTFE) (esta capa tiene poros muy pequeños). Adyacente a esta capa microporosa hay una capa de respaldo adicional, típicamente compuesta de fibras de carbono -ya sea tejida

en una tela o unida entre sí en alguna forma de material no tejido, tal como un papel. Esta capa tiene poros de mayor tamaño.

La combinación de estas dos capas proporciona una gradación en el tamaño de poro al moverse desde el canal de gas a la capa de catalizador. A veces, en lugar de dos capas discretas, la capa microporosa y la capa de respaldo poroso se interpenetran.

Típicamente, el espesor de la capa de difusión de gas es de alrededor de 100-1000 μm . En las celdas de combustible modernas usadas comúnmente, la elección del carbono como el componente principal de la capa de difusión de gas está dictada por la restricción adicional de que la corriente eléctrica debe conducirse desde la capa de catalizador hasta las nervaduras de la placa bipolar. La mayoría de los otros materiales que podrían usarse ya sea no son suficientemente resistentes a la corrosión (muchos otros metales) o son demasiado costosos (oro, platino, etc.)

En el diseño de la presente divulgación, la capa de difusión de gas puede estar compuesta por los mismos materiales, es decir, polvo y/o fibras de carbono unidas entre sí con un aglutinante adecuado y tratadas con un producto químico adecuado para modificar su hidrofiliidad. Sin embargo, debido a que no se requiere el transporte a los electrones en una dirección normal a la superficie del electrodo, la capa de difusión de gas puede estar compuesta alternativamente por materiales no conductores de la electricidad que, sin embargo, tienen propiedades adecuadas. La naturaleza exacta y las propiedades de conducción eléctrica están dictadas por los requisitos de conductividad eléctrica de la capa superficial -ya que la corriente debe conducirse a lo largo de la superficie del MEA, lo que requiere un valor suficientemente alto de la conductividad eléctrica para que la pérdida óhmica (corriente superficial \cdot resistencia de la capa) sea pequeña (es decir, $<10\text{-}20$ mV).

Ejemplos de material del que puede componerse la capa de difusión de gas son las formas porosas de los siguientes: óxidos inorgánicos (Al_2O_3 , SiO_2); plásticos: (ptfe, poli etileno, poli sulfonas, etc.); otros materiales inorgánicos: nitruros, carburos, fosfatos, sulfatos, etc. En algunos casos, por ejemplo para capas de catalizador gruesas, la capa de catalizador puede proporcionar suficiente conducción eléctrica por sí misma -en este caso, la capa de difusión de gas no necesita ser eléctricamente conductora e incluso puede omitirse. En otros casos, puede ser necesario que parte de la corriente se lleve a través de la capa de difusión de gas, en cuyo caso tendría que estar compuesta (al menos parcialmente) de carbono u otro material eléctricamente conductor. En todos los casos, la capa de difusión de gas puede hacerse bastante delgada, por ejemplo, menos de 100 μm , más preferiblemente menos de 25 μm . Una capa de difusión de gas más fina mejora el transporte de reactivos hacia y desde la capa de catalizador.

De acuerdo con los aspectos de la presente divulgación, aún se han identificado mejoras adicionales para mejorar el funcionamiento de la configuración anterior o configuraciones similares que tienen una configuración por capas.

Los diversos aspectos descritos a continuación se pueden implementar en combinación o individualmente. Para facilitar la referencia, varios de ellos se muestran en combinación con referencia al diagrama esquemático en la Fig. 10 que muestra, en sección, parte de una pila de celdas de combustible que funciona en general de acuerdo con los principios descritos anteriormente. Un cátodo 150 de cualquier tipo apropiado tiene una capa 152 de difusión de gas en comunicación con una capa 154 de difusión de gas que se describe con más detalle a continuación. La estructura del ánodo es coplanar con la estructura del cátodo y está compuesta de manera similar a como se puede entender, por ejemplo, con referencia a la Fig. 7. En la dimensión vertical, la estructura se repite con el electrolito 156 y la estructura 158 del ánodo.

De acuerdo con el primer aspecto, la capa 152 de difusión de gas está unida directamente al campo 154 de flujo, proporcionando así una reducción en la resistencia de contacto entre ellos. En la práctica, se encuentra que es inferior a $10\text{m}\Omega\text{cm}^2$.

Esto proporciona una mejora sobre las disposiciones existentes en las que la resistencia de contacto varía significativamente como una función de la posición entre los bordes y el centro donde la resistencia de contacto es significativamente mayor. Esto se debe, en disposiciones conocidas, a la distorsión de la placa final y la distribución de presión no uniforme. Los enfoques conocidos incluyen proporcionar una placa final rígida y, por lo tanto, pesada para reducir la distorsión y aplicar una presión uniforme en todo el ancho de la placa.

De acuerdo con el primer aspecto en el que se proporciona una unión directa entre el campo de flujo y la capa de difusión de gas, la variación de la resistencia de contacto con la posición se minimiza y tiene un valor consistentemente bajo, lo que mejora el funcionamiento del dispositivo. Además, esto es independiente de la compresión, por lo que no se requiere que las placas finales alcancen una resistencia de contacto baja y eliminen el requisito de tener una compresión uniforme en todo el campo de flujo. Se apreciará que esto se puede aplicar a cualquier sistema de celdas de combustible apropiado.

La forma de unión puede ser en cualquier forma apropiada, por ejemplo, pegando mediante serigrafía, atomización, pintando o sumergiendo un adhesivo y presionando la capa de difusión de gas en contacto con el campo de flujo. El adhesivo se puede aplicar en ya sea el campo de flujo o la capa de difusión de gas, aunque lo ideal sería que se aplique solo donde la capa de difusión de gas se debe unir al campo de flujo. Se debe tener cuidado para que el adhesivo no bloquee excesivamente la porosidad de la capa de difusión de gas. El adhesivo puede ser ya sea un aislante eléctrico (en cuyo caso la conducción eléctrica se produce a través del contacto mecánico de la capa de

difusión de gas con el campo de flujo), o puede ser un conductor eléctrico. Si es un conductor eléctrico, debe cumplir con los requisitos anticorrosión para los componentes de celdas de combustible. En una realización preferida, el pegamento está compuesto del mismo material que se usa para pasivar la superficie del campo de flujo. De acuerdo con un segundo aspecto, el potencial de corrosión de las celdas de combustible resultantes de los materiales reactivos utilizados puede reducirse significativamente aplicando recubrimientos apropiados al campo de flujo o PCB 154. En particular, métodos de serigrafía o recubrimiento similares (por ejemplo, recubrimiento por atomización) del PCB con la tinta de carbono conductora permite el flujo de corriente, pero reduce la tasa de corrosión y, por lo tanto, la descomposición a pesar del entorno hostil. Los materiales que pueden formar la base de la serigrafía incluyen:

- PCB1 sunchemical ink 2sp
- PCB2 sunchemical ink 2sp + PEDOT
- PCB3 sunchemical ink 2sp revisado
- pcb4 sunchemical ink (último) 2sp
- PCB5 sunchemical 2sp + PEDOT (último)

Utilizando estos enfoques, se encuentra que la estabilidad de los componentes aumenta significativamente mientras que al mismo tiempo mantiene una baja resistencia de contacto.

De acuerdo con un tercer aspecto, la naturaleza del campo de flujo se puede entender más de acuerdo con la presente invención con referencia a la Fig. 11.

En particular, se muestra un campo de flujo que incluye múltiples capas con canales de flujo y conexiones de canal de flujo para proporcionar una trayectoria de flujo que atraviesa las capas, proporcionando así un flujo tridimensional. Con referencia a la Fig. 11, se proporcionan tres capas 200, 202, 204. Como se discutió anteriormente, estos pueden ser, por ejemplo, PCB, por ejemplo, de 0.4 milímetros de espesor laminados juntos o cualquier otra configuración apropiada. De una manera similar a la descrita con referencia a la Fig. 7, el reactivo puede entrar y salir del campo de flujo a través de orificios 206 apilados. El reactivo se canaliza hacia la trayectoria de flujo a través del paso 206 en la capa 202 central y sigue una trayectoria de flujo que atraviesa tanto las capas superior e inferior mediante formaciones de conexión en la capa central.

En particular, la capa 202 central incluye aberturas 208 múltiples que están alineadas con surcos o ranuras o canales 210 en las capas 200, 204 superior e inferior. Los canales corren en diagonal y paralelos entre sí en la capa 200 superior y en diagonal y paralelas entre sí en la capa 204 inferior, pero en la orientación opuesta. Un ángulo particular de orientación se puede seleccionar según sea apropiado. Los canales 210 y las aberturas 208 están alineados de tal manera que los subconjuntos individuales de los canales en las capas superior e inferior se comunican entre sí exclusivamente, por lo que proporcionan múltiples canales independientes de manera efectiva.

Como puede verse en la Fig. 11, por ejemplo, un canal 212 se comunica en un extremo 212a directamente con la entrada 206 en la capa 202 central. El otro extremo del canal 212b se comunica a través de una abertura 212c en la capa 202 media con un primer extremo 212d de un canal correspondiente, orientado de manera opuesta en la capa 204 inferior. El otro extremo de éste 212e se comunica a través de la abertura 212f en la capa central con un extremo 212g de un canal en una capa 200 superior. Esta trayectoria continúa hasta que el canal de flujo llega al puerto 206 de salida en la capa 202 central.

Debido a la orientación de los canales en la configuración diagonal, se verá que, por lo tanto, los canales que forman la trayectoria de flujo generalmente designados 212 forman un subconjunto del número total de canales disponibles, proporcionando así una trayectoria de flujo independiente. Se puede definir una trayectoria 214 de flujo adicional que comprende un subconjunto separado de canales de flujo que se comunican con el puerto de entrada y salida a lo largo de las capas superior e inferior, y así sucesivamente. El número de trayectorias de flujo puede seleccionarse de cualquier manera apropiada y puede verse influenciado, por ejemplo, por el ángulo u orientación de los canales de flujo adoptados.

Se apreciará que pueden adoptarse muchas configuraciones diferentes y que se puede proporcionar la unión entre las capas de cualquier manera apropiada, por ejemplo, a través de una capa preimpregnada u otro agente de unión adecuado. Como resultado, se pueden proporcionar campos de flujo interdigados con un área de interacción grande y una caída de presión relativamente baja. Otro beneficio de esta geometría es que la trayectoria del flujo de corriente permanece relativamente sin impedimentos a través de la cara de las capas, 200 o 204 asociadas, especialmente en la dirección a la siguiente celda. Este no es el caso con los campos de flujo meandros o serpenteantes típicamente utilizados en las celdas de combustible, en los cuales el canal actúa como una barrera para el flujo de corriente lateral efectivo.

Como resultado del enfoque geométrico, es posible mecanizar múltiples copias de cada conjunto de placas - 200, 202 y 204, apilando múltiples láminas juntas y enrutando (o eliminando de lo contrario todo el material en una región determinada) a través de las múltiples placas de manera simultánea. Este proceso también requiere que todas las partes de la capa se unan al resto de la capa, de lo contrario, se separarán del resto de la placa -es decir, no puede haber trayectorias de enrutamiento que formen un área limitada completa. El campo de flujo descrito cumple este requisito.

Volviendo a las Figs. se muestran 12 y 13 configuraciones alternativas que incluyen configuraciones de dos o tres capas. Haciendo referencia, por ejemplo, a las Figs. 12a to 12c se muestran las disposiciones de dos serpentinas que proporcionan comunicación entre los puertos 230 de entrada y salida en una de las capas (o incluso con el puerto de entrada en una capa y el puerto de salida en la otra capa). En particular, una de las capas proporciona efectivamente canales 232 de flujo alargados conectados entre sí y a los puertos de entrada y salida a través de las porciones 234 de conexión en la otra capa. En celdas de combustible típicas, las porciones de conexión estarían en la misma capa que los canales 232 de flujo. Sin embargo, un punto negativo teniendo ambos 232 y 234 en la misma capa es que impide el flujo de corriente eléctrica lateral. Las porciones alargadas pueden correr generalmente perpendiculares a la dirección del flujo entre los puertos de entrada y salida y las porciones 234 de conexión pueden ser canales curvos o rectos entre los extremos de las pociones alargadas. Como resultado se proporciona una configuración de serpentina. Con referencia a la Fig. 12b, los canales 232 de flujo nuevamente corren paralelos y perpendiculares a la dirección del flujo, pero están conectados de manera que proporcionen trayectorias de flujo paralelas. En particular, los canales 232 de flujo primero y cuarto se unen mediante la porción 234 de conexión para formar una trayectoria 236 externa y las trayectorias de flujo segunda y tercera están conectadas para formar una trayectoria 238 de flujo interno. Esta configuración se repite de tal manera que la trayectoria de flujo interno se convierte en la trayectoria de flujo externo y viceversa proporcionando dos trayectorias a la salida 230. Con referencia a la Fig. 12c, se muestra una variante adicional en la que se proporcionan tres trayectorias 240, 242, 244 de flujo individuales mediante la conexión de canales no adyacentes de manera apropiada.

Con referencia a las configuraciones de las Figs. 12d, 12e, 12f y 12g, se muestra una configuración en "espiral" formada por tres capas, aunque la capa intermedia puede, como en otras realizaciones, formarse a partir de una capa delgada como la capa preimpregnada para proporcionar conexión. La disposición de la Fig. 12d es similar a la de la Fig. 11 anterior, en la que las capas superior e inferior tienen canales de flujo paralelos en cada capa pero opuestos en las capas respectivas. En la disposición de la Fig. 12d, se muestra una configuración que incluye dos trayectorias 250, 252 de flujo donde el primer canal de la capa superior (o inferior) se conecta al segundo canal de la capa inferior (o superior) y viceversa.

Volviendo a la Fig. 12e, se muestra una disposición en espiral alternativa en la que se proporcionan cuatro trayectorias 260, 262, 264 y 266 de flujo separadas. Para lograr esto, se proporciona un conducto 268 central adicional para alimentar las dos trayectorias adicionales, aunque se apreciará que el número de conductos de alimentación puede variar dependiendo de la geometría. Con referencia a la Fig. 12f, se proporcionan cuatro conductos que suministran seis recorridos en total. Con referencia a la Fig. 12g, se proporcionan cinco conductos 270 para alimentar ocho trayectorias.

Una ventaja de la configuración en espiral es que el espacio lateral fuera del área del electrodo se usa de manera más eficiente que en la disposición en serpentina que permite una mejor densidad de empaquetamiento.

En otra mejora adicional, la resistencia potencial proporcionada por las trayectorias de flujo no paralelas a la dirección general del flujo puede reducirse aún más, lo que permite minimizar la caída de presión y los cambios en la dirección del flujo que a su vez reducen la turbulencia. En particular, en referencia a la Fig. 13, en lugar de utilizar segmentos de línea recta como canales de flujo, se puede proporcionar una curvatura, por ejemplo, en los extremos de los segmentos de canal, lo que proporciona un cambio gradual en la dirección y, por lo tanto, mejora las características del flujo. Por lo tanto, se puede ver en las Figs. 13a y 13b, que los segmentos 300 en una de las capas generalmente tienen forma de S con una curvatura poco profunda en la parte superior e inferior y los segmentos en la otra capa 302 tienen la misma configuración pero están orientados en reversa, de manera tal que, como se muestra esquemáticamente en la Fig. 13c, se proporciona una superposición suave de las trayectorias de flujo mejorando las características del flujo.

En relación con un cuarto aspecto de la divulgación, se describe una estrategia de distribución de agua que permite eliminar el exceso de agua líquida mientras simultáneamente humidifica completamente los gases reactivos. En particular, como se muestra en la Fig. 14, un material 310 absorbente tal como una estera de fibra de vidrio microporosa se intercala entre dos capas preimpregnadas 312 para formar una estructura compuesta de múltiples capas. Como se puede ver en la Fig. 14, esto se coloca entre dos placas 314, 316 de PCB/MEA integradas dentro de la región de flujo de gas. La capa absorbente puede comunicarse con una entrada 318 de agua y una salida 320 de agua para permitir que se elimine el exceso de agua 322 mientras se proporciona la humidificación 324 de los gases reactivos. El agua se puede insertar o eliminar activamente en la estructura de la celda de combustible, por ejemplo, para prevenir la congelación del agua dentro de un combustible, y esto se puede lograr mediante medios de bombeo apropiados a través de los conductos 318, 320. Alternativamente, la regulación pasiva del agua se puede lograr equilibrando la presión capilar con el flujo de agua impulsado por la gravedad. Como resultado, se proporciona una mejor estrategia de gestión del agua. Se apreciará que la salida al propio material de absorción a través de las capas 312 exteriores puede ser de cualquier manera apropiada. Por ejemplo, las capas se pueden perforar o imprimir para proporcionar aberturas apropiadas para el flujo de agua. En la configuración descrita, el material absorbente no necesita ser eléctricamente conductor y, por lo tanto, puede estar formado por un material fibroso de polímero o inorgánico que evite problemas de erosión, exacerbado por la alta área de superficie de los materiales y problemas relacionados. Por lo tanto, la provisión del material de absorción en la geometría descrita es sorprendentemente ventajosa.

5 Con referencia a la realización de las Figs. 10 u 11, y la geometría correspondiente de las Figs. 12 y 13, la estructura de absorción de la Fig. 14 puede ubicarse, por ejemplo, en una capa interna adicional del campo 154, 202 o 204 de flujo con pasajes apropiados para dicho flujo, por ejemplo, puede replanificar la capa 202 central con una apertura 208 adecuada, de manera que el canal de flujo se muestra como 326 en corte transversal en la Fig. 14. En un quinto aspecto que se muestra en las Fig. 15a y b, se muestra una manera de conectar un MEA 330 a un tubo 332 reactivo de flujo. En particular, el MEA que comprende una pluralidad de capas laminadas tiene una extensión 334 mostrada en la Fig. 15b que comprende un saliente rectangular alineado para cada capa. Un conector 336 está provisto con una abertura 338 formada para recibir la extensión 334 perfectamente y permitiendo la conexión a la tubería 332. Por lo tanto, el canal de reactivo de flujo de PCB se puede convertir en un conector cilíndrico adecuado para sujetar fácilmente el tubo a la celda de combustible. El conector 336 se puede formar de cualquier manera apropiada y se puede mecanizar adicionalmente para mejorar la conexión al tubo 332 según sea apropiado.

10 De acuerdo con un sexto aspecto en la Fig. 16, múltiples capas 350 que comprenden por ejemplo MEA o campos de flujo como se describe anteriormente, están conectadas de una manera mejorada. En particular, las capas 350 tienen ranuras 352 alineadas en las que se puede insertar una llave 354. La llave tiene una cintura en su centro de aproximadamente la misma dimensión que la profundidad de las placas, de manera que después de la inserción, la llave puede girarse 90 grados para mantener las placas firmemente juntas. Se puede proporcionar cualquier número apropiado de ranuras y llaves para llegar al nivel de contacto deseado. Por ejemplo, en la realización mostrada se proporcionan cuatro ranuras, una paralela a cada borde de la estructura generalmente cuadrada.

15 Se apreciará que las realizaciones descritas aquí pueden combinarse o intercambiarse según sea apropiado y diferentes componentes para diferentes realizaciones pueden trabajar funcionalmente con otras realizaciones según sea apropiado. Los materiales a partir de los cuales se fabrican los componentes pueden seleccionarse, según corresponda, a partir de celdas de combustible conocidas u otros materiales funcionales, y las formas de fabricación pueden, a menos que se establezca explícitamente aquí, seleccionarse apropiadamente como sería evidente para la persona experta.

20 Las tecnologías se pueden aplicar a celdas de combustible de cualquier tipo y dimensión y a cualquier tecnología apropiada de gas y electrodo/electrolito.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Un componente de campo de flujo para una celda de combustible que comprende las capas primera (200) y segunda (202), cada una teniendo al menos uno de un canal (210) de flujo y una formación (208) de conexión de canal de flujo, donde el canal (210) y la formación (208) están conectados para proporcionar una trayectoria de flujo que atraviesa dichas capas primera (200) y segunda (202); **caracterizado porque** un canal (210) de flujo se comunica en un extremo con el extremo de un canal de flujo posterior a través de una formación (208) de conexión de canal de flujo, en el que la primera capa (200) comprende canales (210) de flujo y la segunda capa (202) comprende formaciones (208) de conexión de canal de flujo, donde el componente de campo de flujo comprende además una tercera capa (204) que comprende canales de flujo, en el que la segunda capa (202) se proporciona entre las capas primera (200) y tercera (204).
- 10
2. Un componente de campo como se reivindicó en la reivindicación 1, en el que la trayectoria de flujo se proporciona entre una entrada de flujo y una salida (206) de flujo.
3. Un componente de campo como se reivindicó en la reivindicación 1 o 2 que comprende al menos un subconjunto de canales de flujo primero y segundo, formando los canales de cada subconjunto una trayectoria (214) de flujo independiente.
- 15
4. Un componente de campo como se reivindicó en cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que los canales de flujo están curvados uno hacia el otro en los puntos de conexión.
5. Un componente de campo de flujo como se reivindicó en cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en el que las formaciones de conexión de canal de flujo comprenden una abertura o un canal.
- 20
6. Una celda de combustible que incluye un componente de campo de flujo como se reivindicó en cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5.

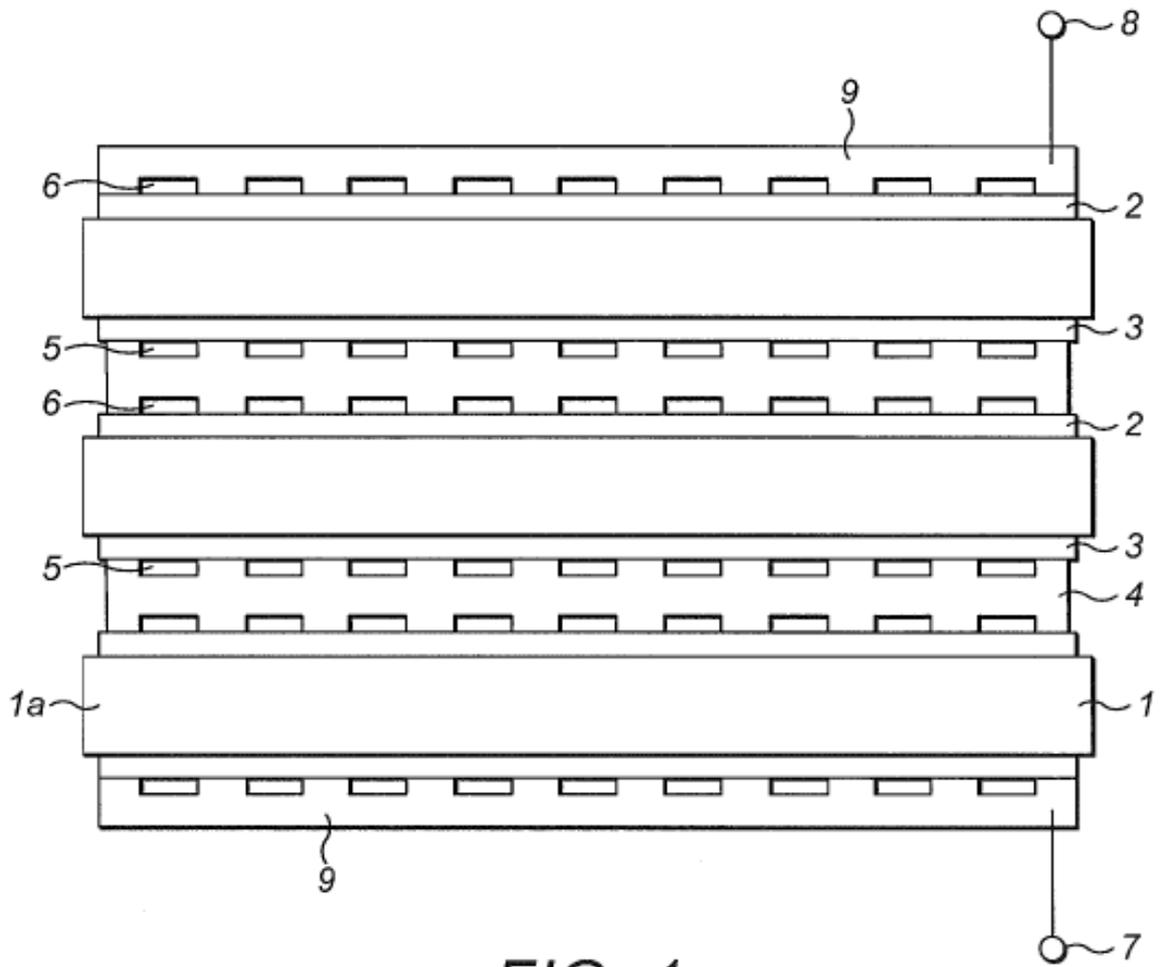


FIG. 1

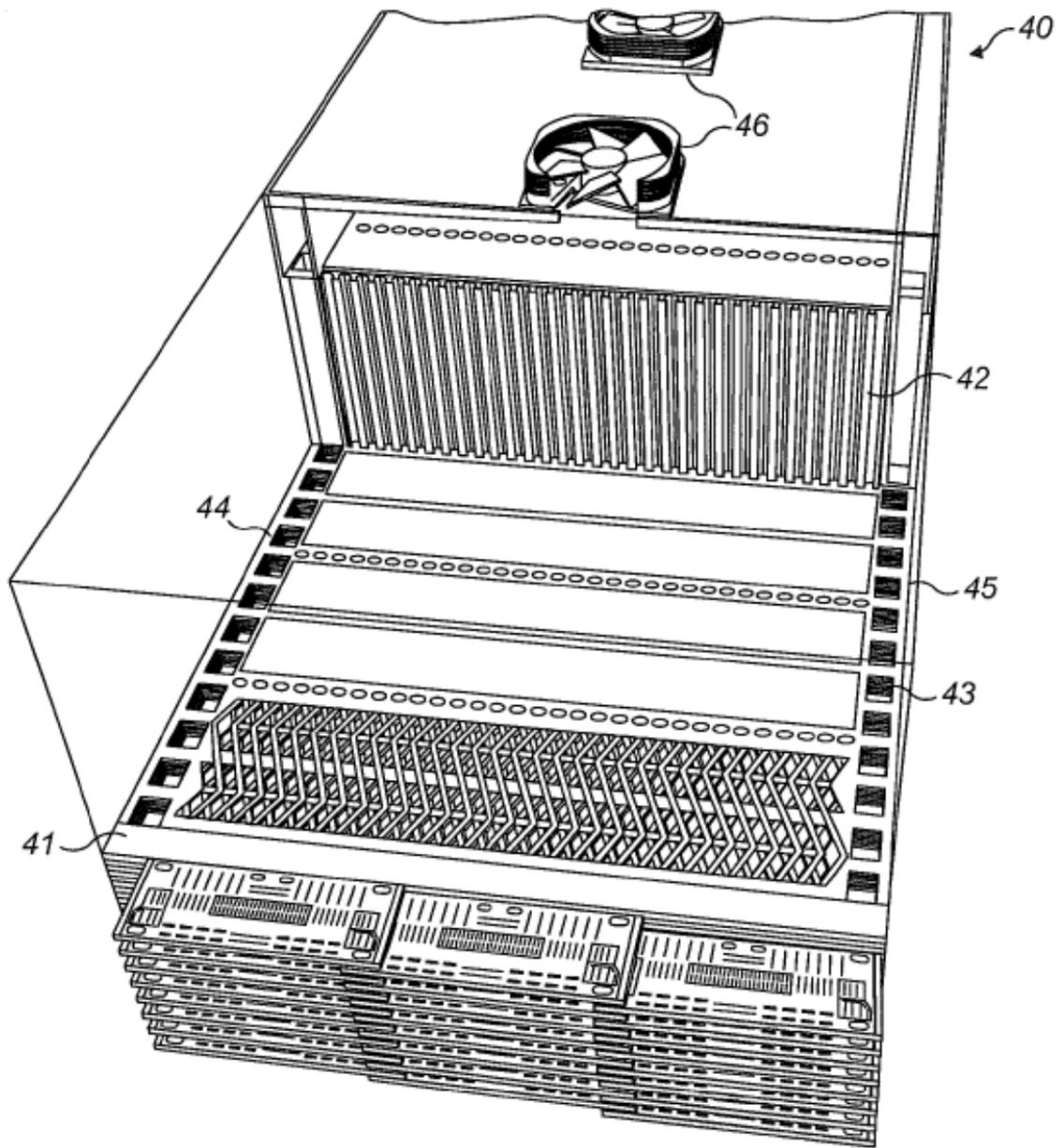


FIG. 2

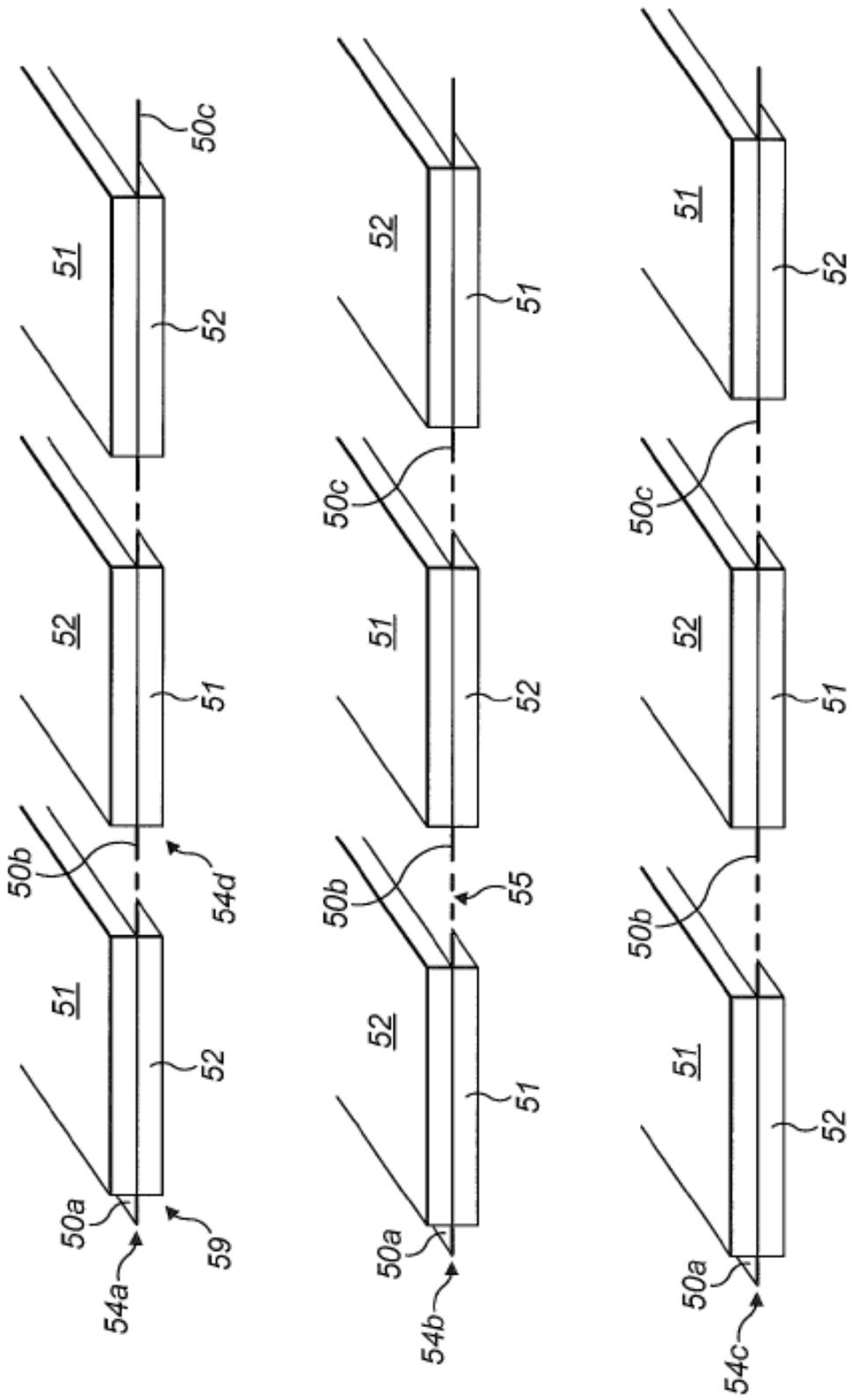


FIG. 3

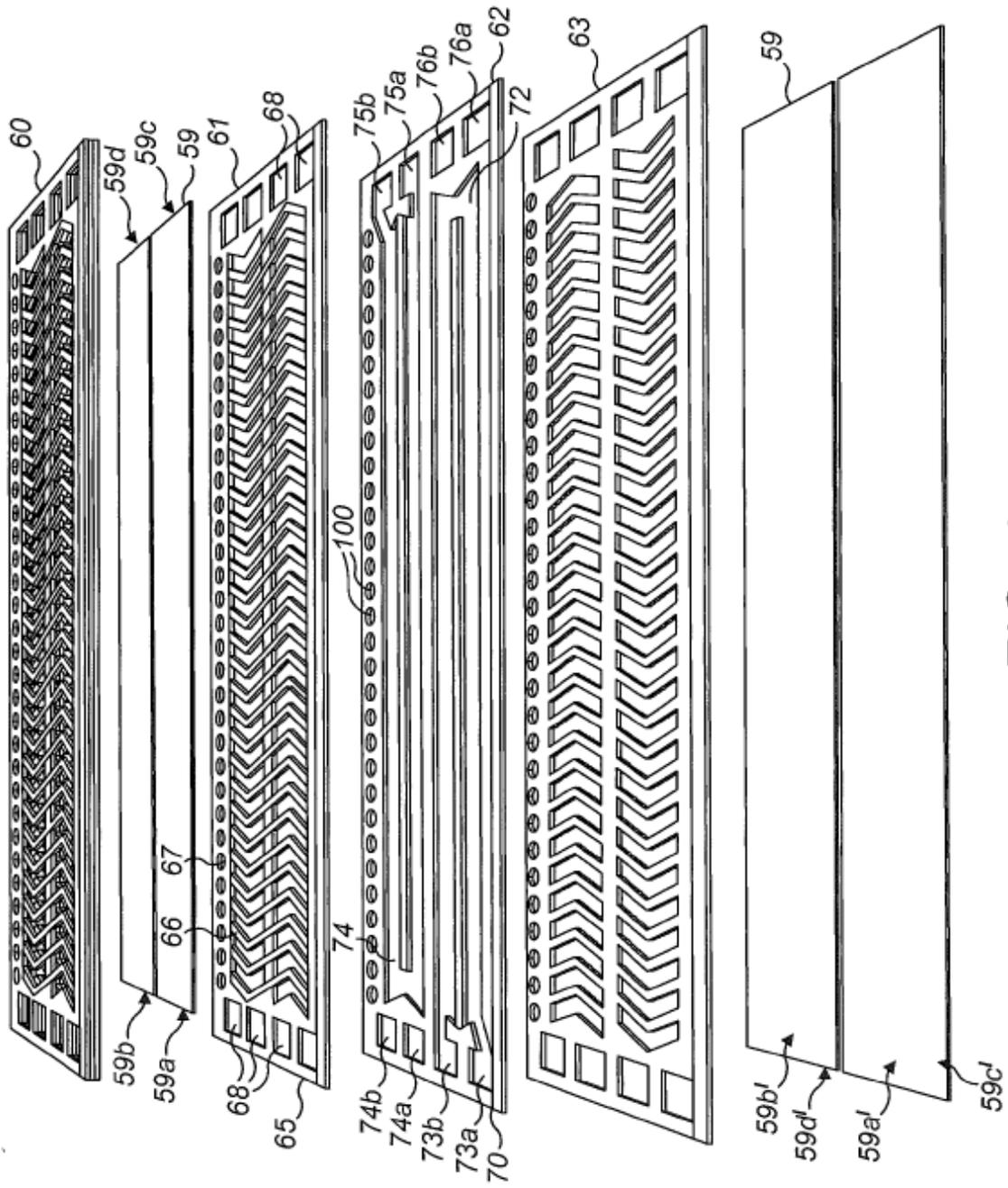
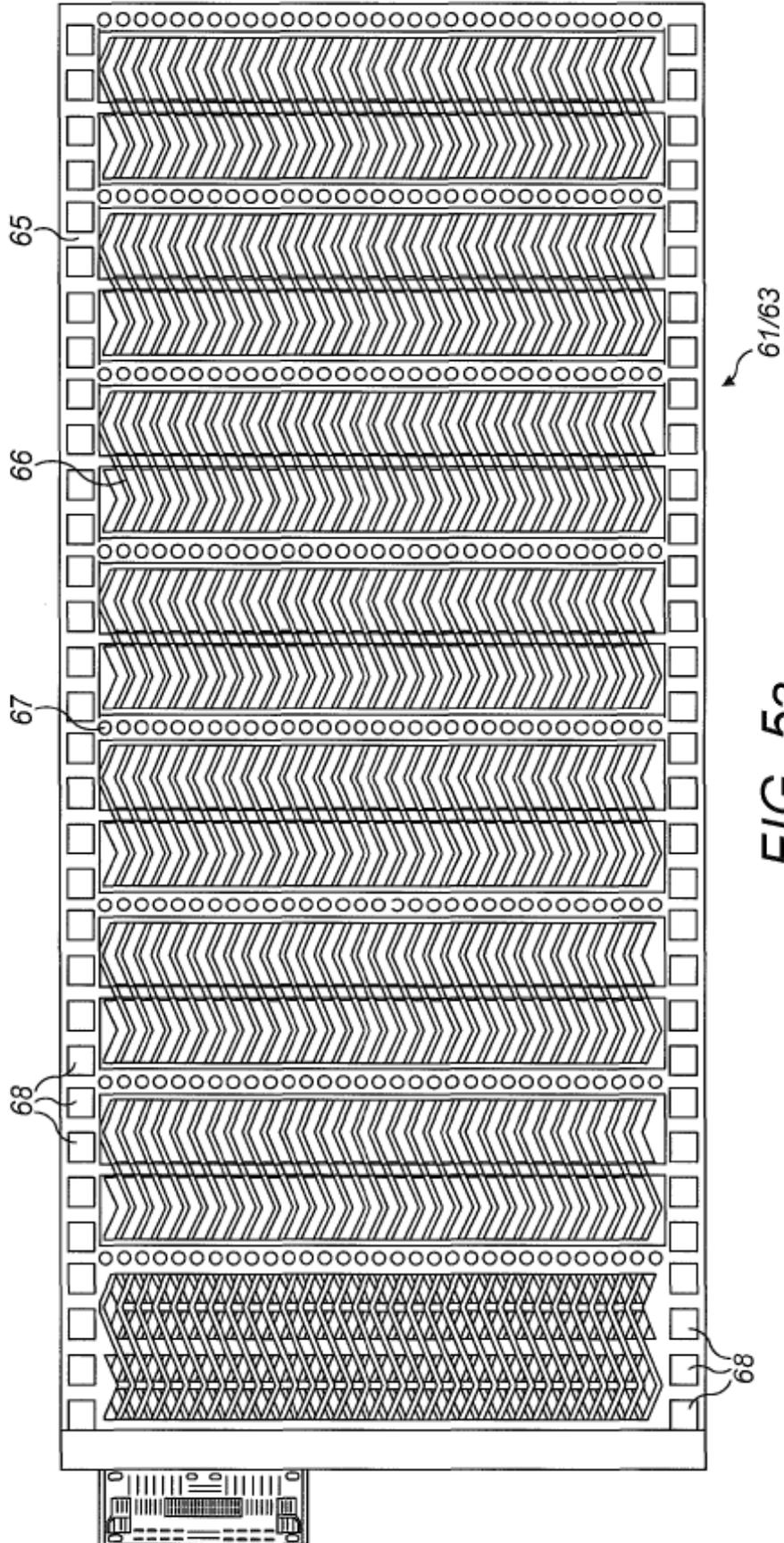


FIG. 4



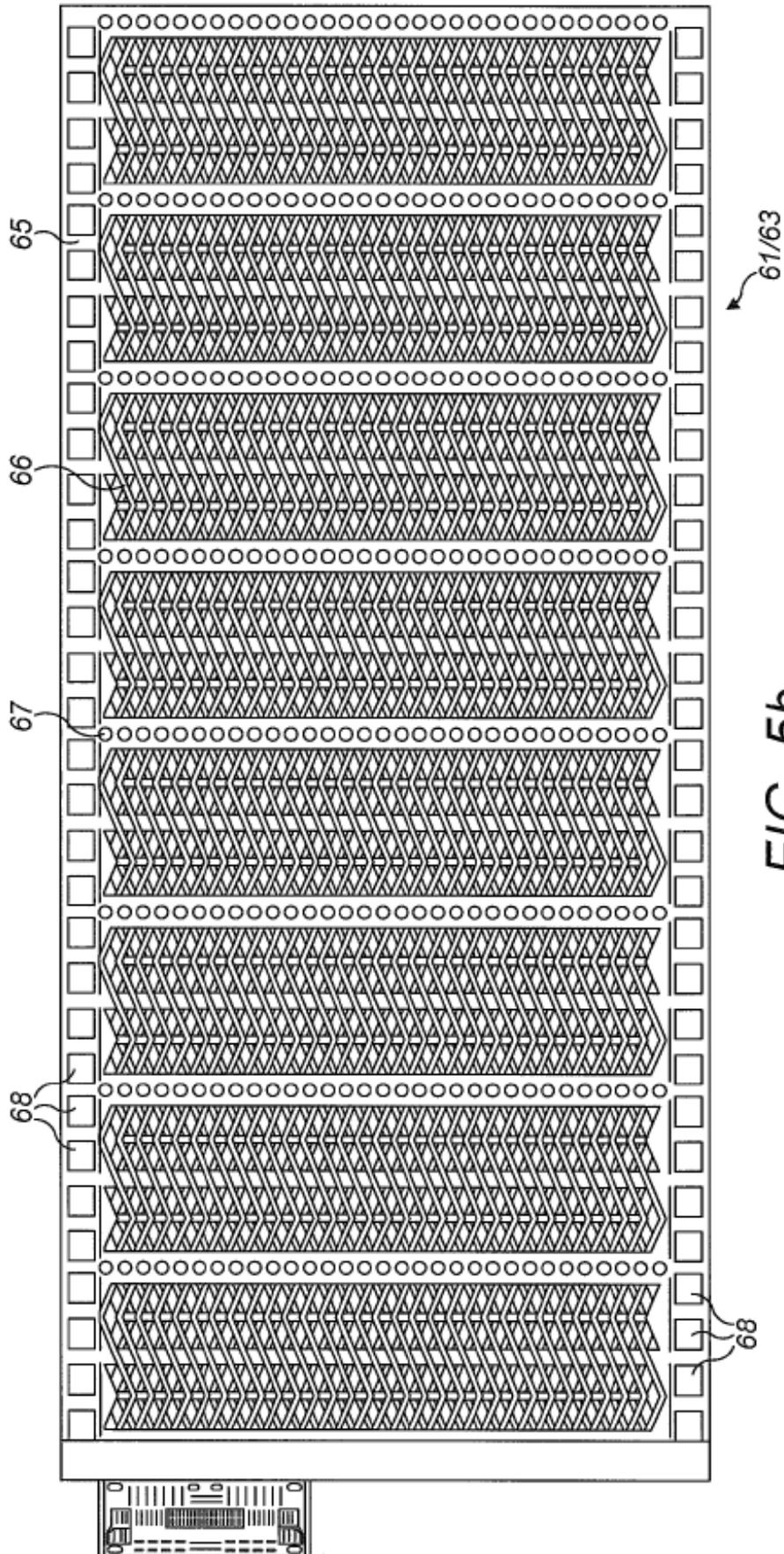


FIG. 5b

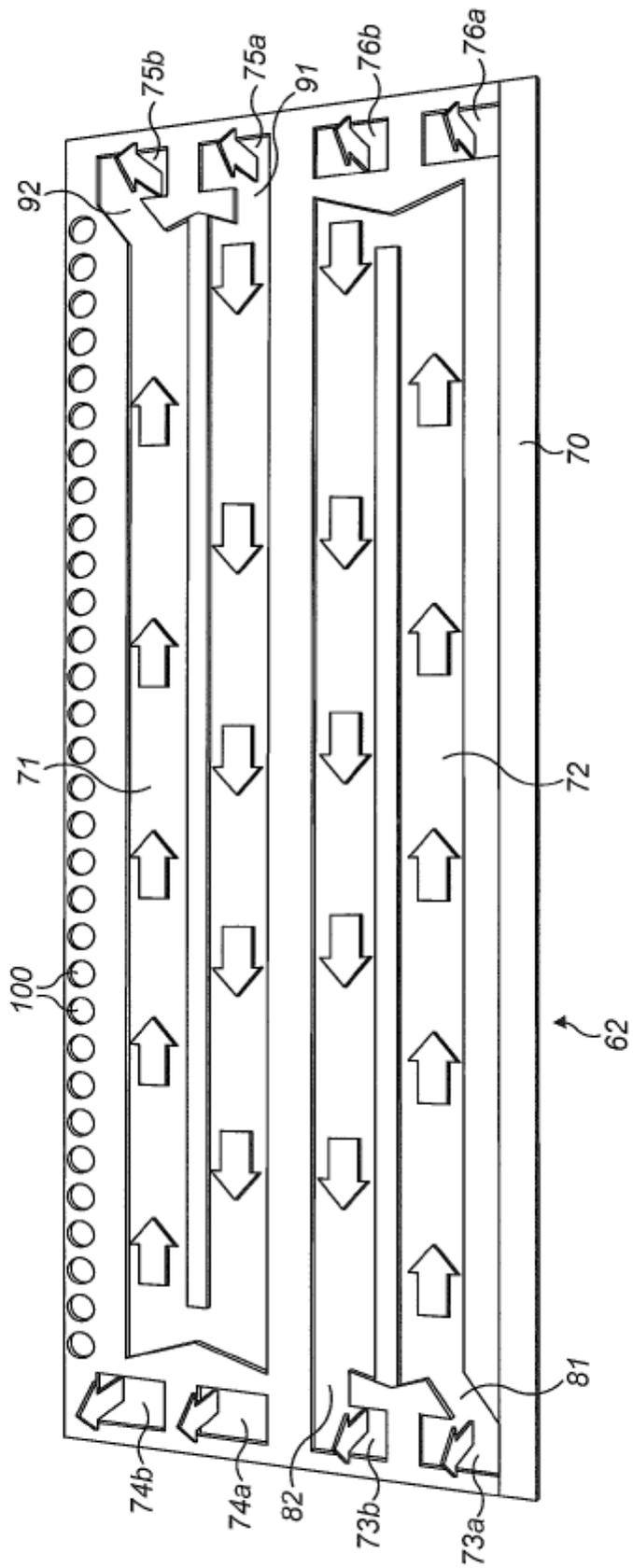


FIG. 6

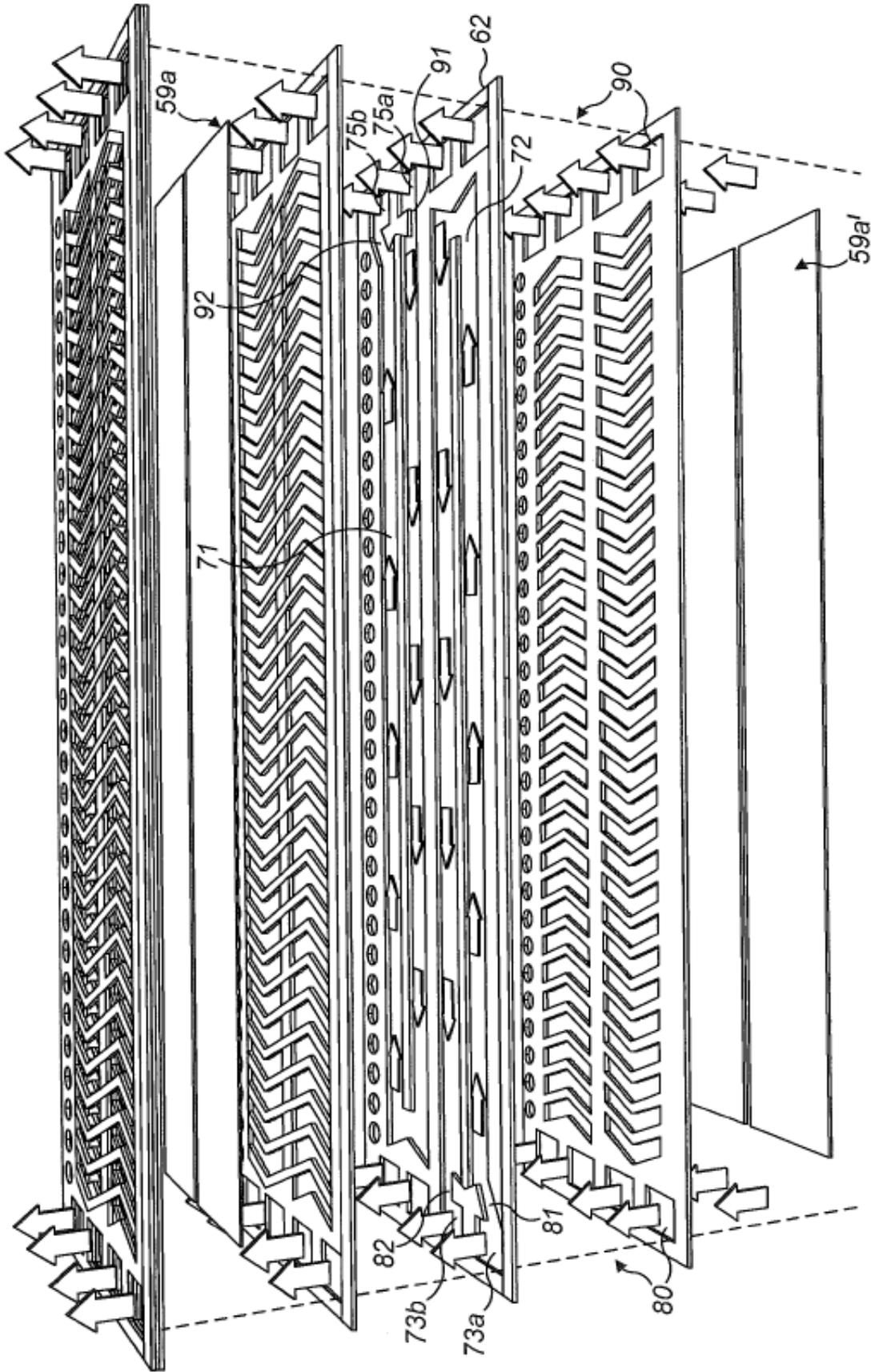


FIG. 7

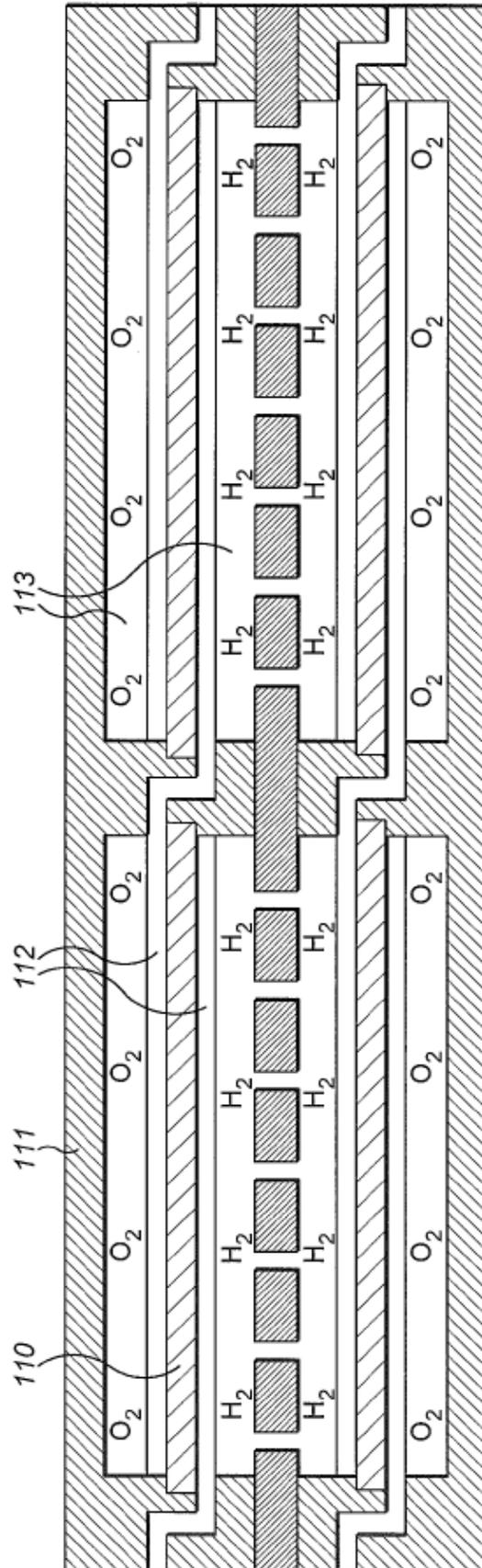


FIG. 8a

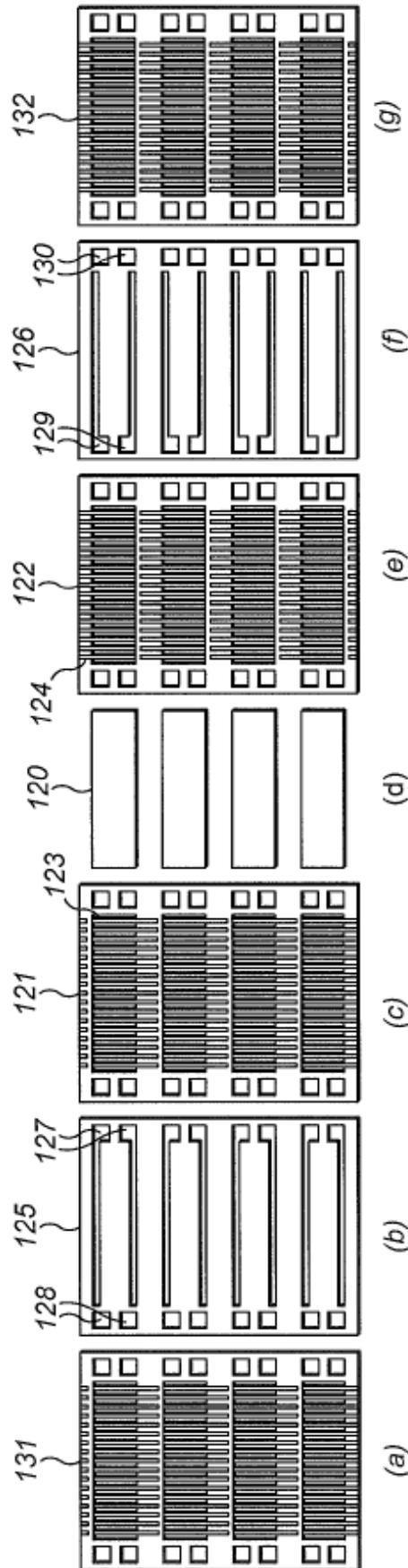


FIG. 8c

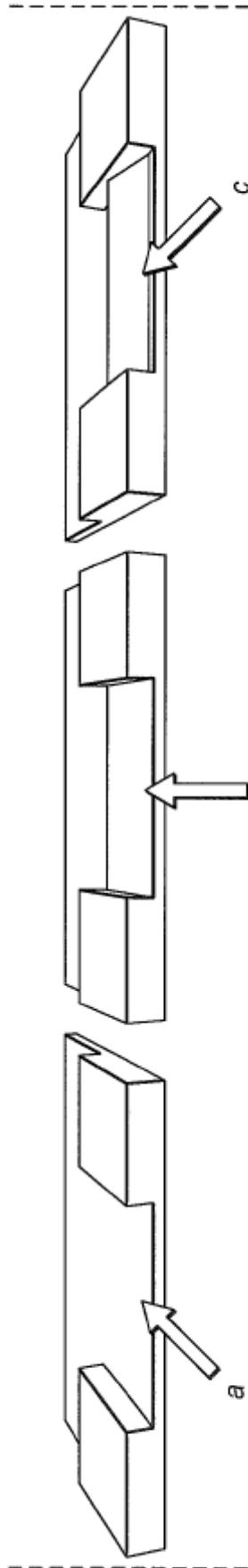


FIG. 9

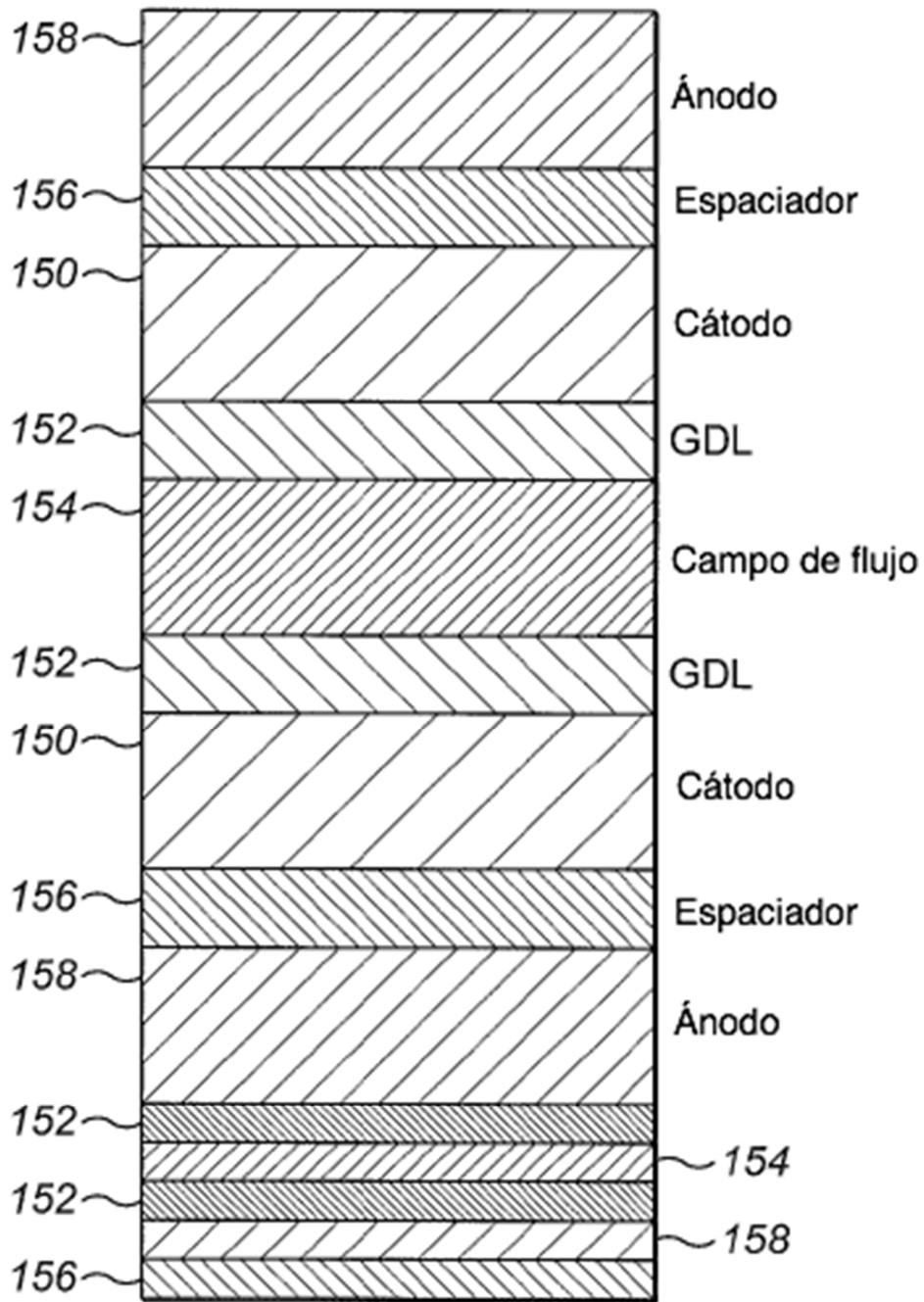


FIG. 10

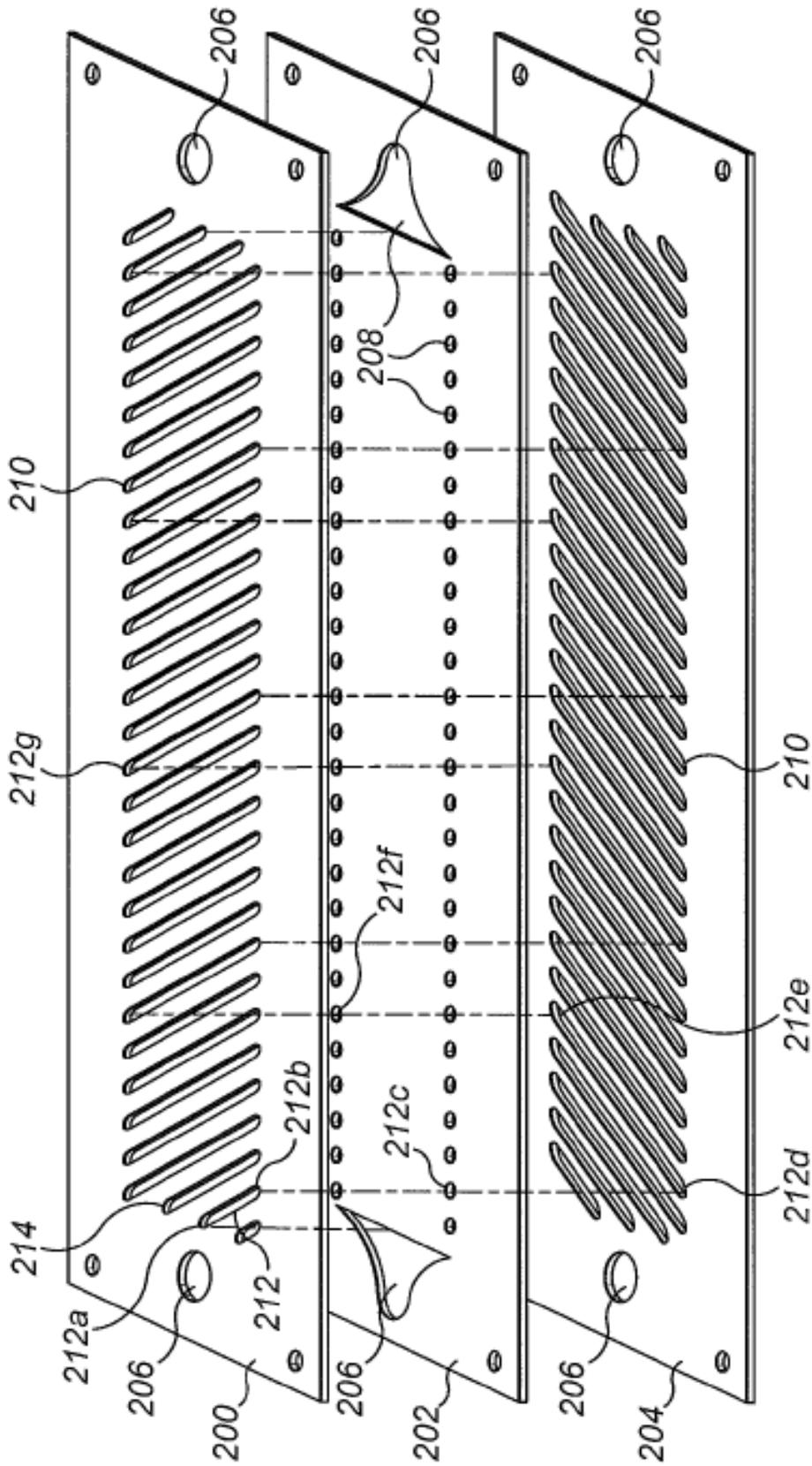


FIG. 11

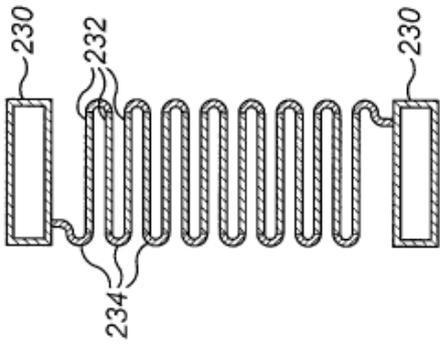


FIG. 12a

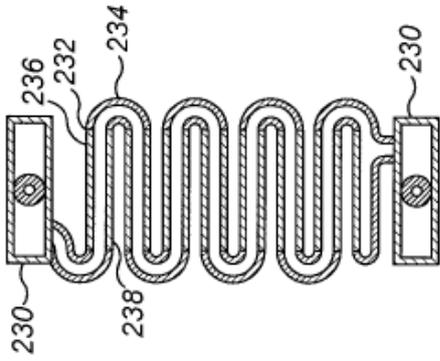


FIG. 12b

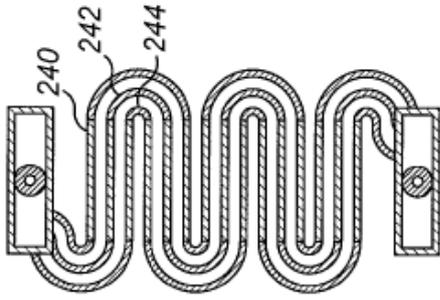


FIG. 12c

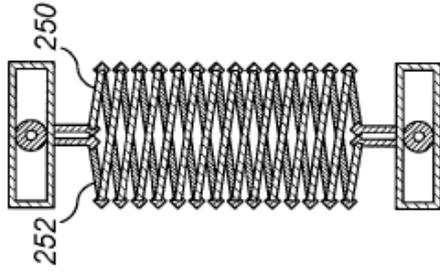


FIG. 12d

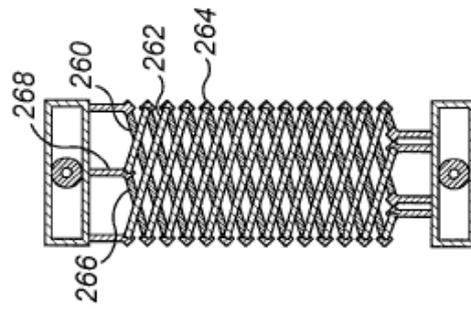


FIG. 12e

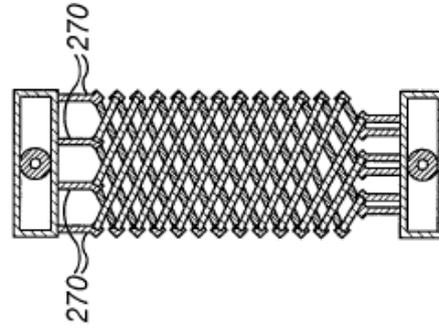


FIG. 12f

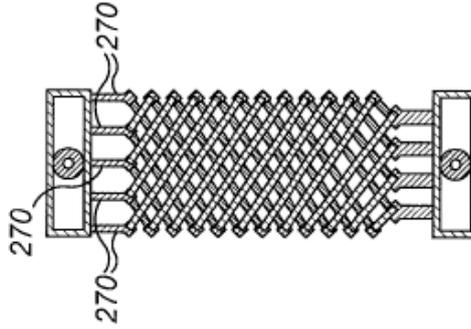


FIG. 12g

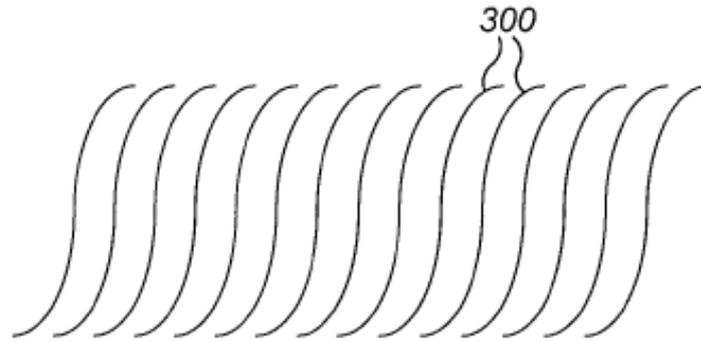


FIG. 13a

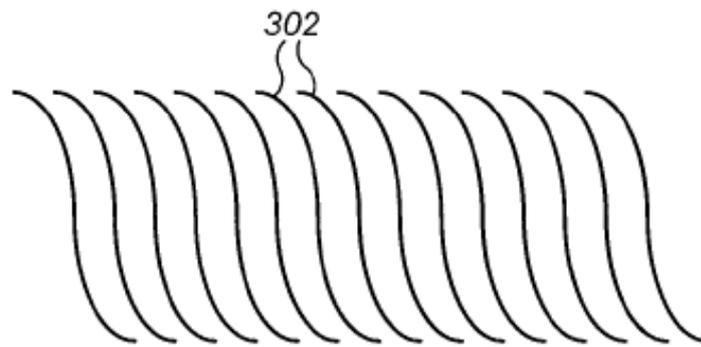


FIG. 13b

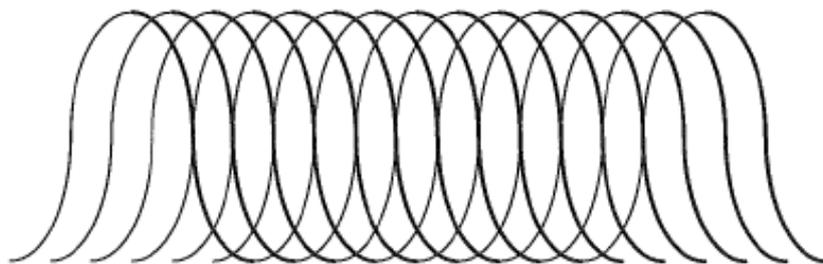


FIG. 13c

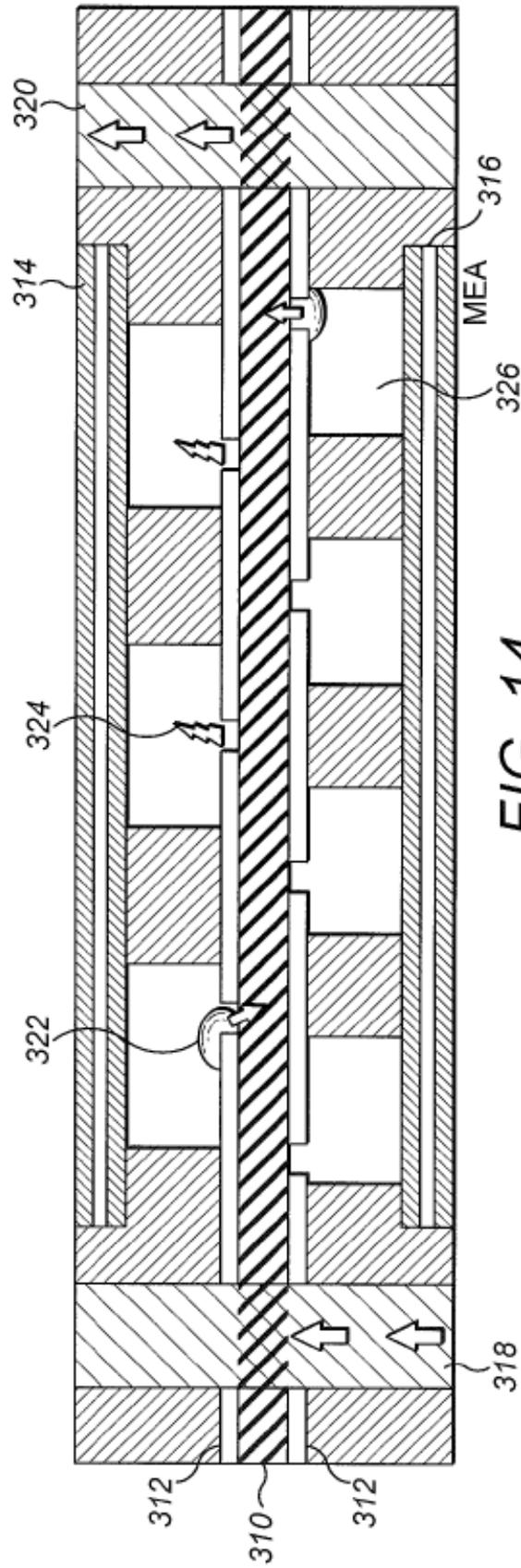


FIG. 14

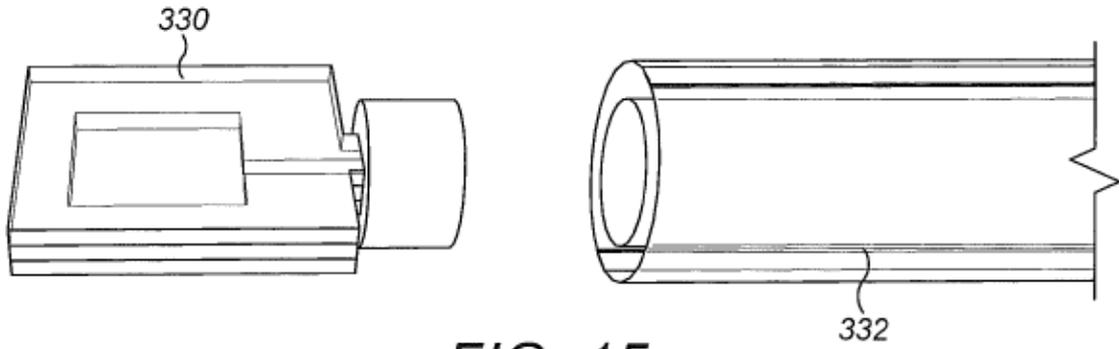


FIG. 15a

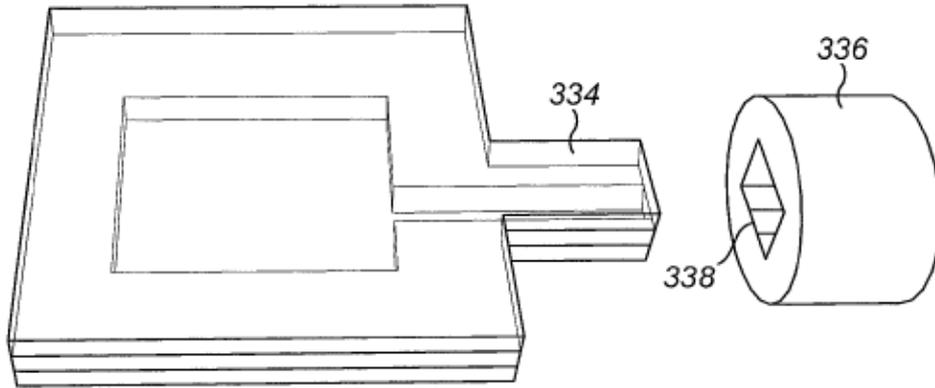


FIG. 15b

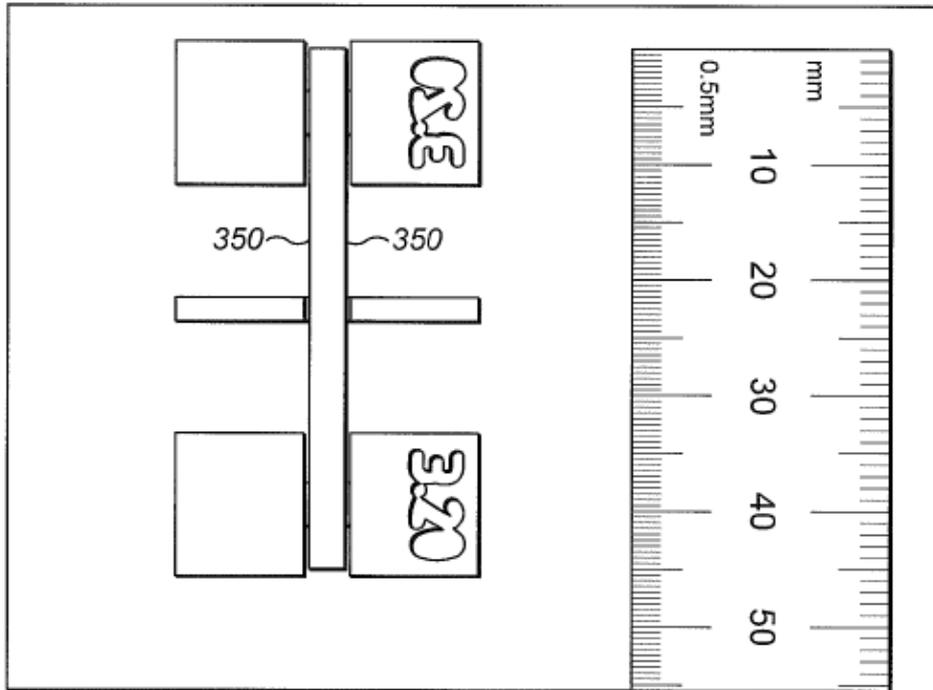


FIG. 16a

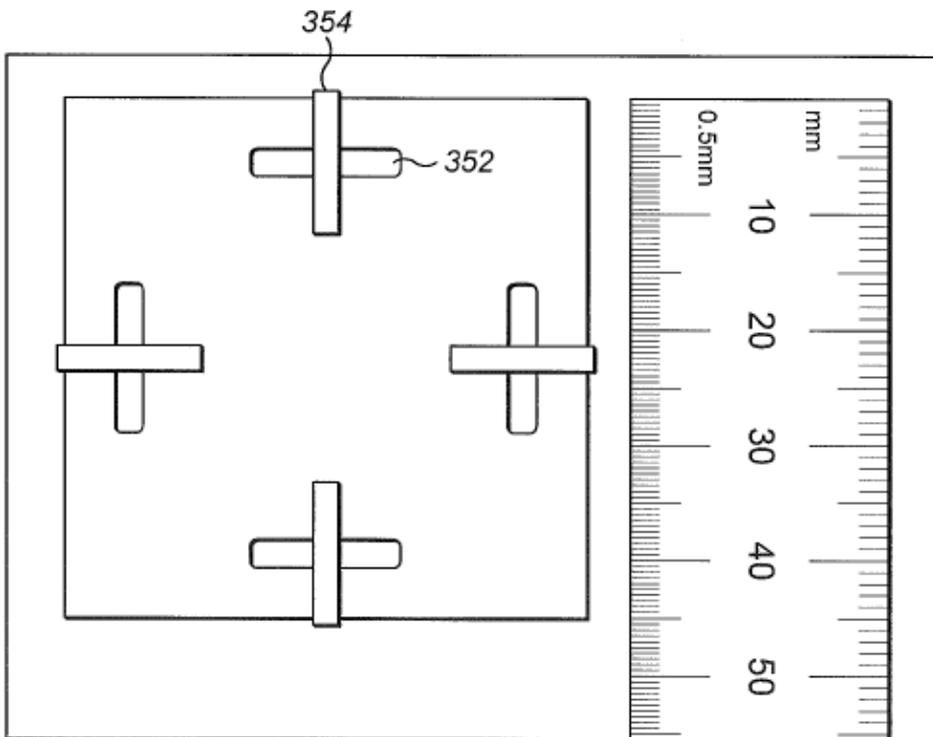


FIG. 16b