

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 542 686**

51 Int. Cl.:

H01M 8/12 (2006.01)

H01M 8/02 (2006.01)

H01M 8/24 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **24.01.2003 E 03731756 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **01.07.2015 EP 1470607**

54 Título: **Un módulo de pila de combustible de alta temperatura**

30 Prioridad:

26.01.2002 GB 0201800

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

10.08.2015

73 Titular/es:

**LG FUEL CELL SYSTEMS, INC. (100.0%)
6065 Strip Avenue
North Canton OH 44720, US**

72 Inventor/es:

**HART, NIGEL THOMAS;
LAPENA-REY, NIEVES;
WRIGHT, GARY, JOHN y
AGNEW, GERARD DANIEL**

74 Agente/Representante:

LAZCANO GAINZA, Jesús

ES 2 542 686 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

Un módulo de pila de combustible de alta temperatura

5 La presente invención se refiere a un módulo de pila de combustible, en particular a un módulo de pila de combustible de óxido sólido.

10 Son conocidos los módulos de pilas de combustible de óxidos sólidos que comprenden una pluralidad de pilas de combustible de óxidos sólidos conectadas en serie eléctrica. Las pilas de combustible de óxidos sólidos se conectan en serie por interconectores.

15 Las pilas de combustible de óxidos sólidos que comprenden electrodos ánodos funcionalmente graduados y electrodos cátodos son conocidas. Los electrodos ánodos funcionalmente graduados y los electrodos cátodos comprenden generalmente una primera capa sobre el electrolito y una segunda capa sobre la primera capa. La primera capa está dispuesta para optimizar la actividad electroquímica en el electrolito y la segunda capa está dispuesta para proporcionar conducción electrónica perpendicular a las capas de las pilas de combustible de óxidos sólidos para permitir que la corriente fluya desde una pila de combustible de óxido sólido a una pila de combustible de óxido sólido adyacente a través de un interconector. Las segundas capas proporcionan la captación de corriente uniforme a través de las pilas de combustible de óxidos sólidos.

20 WO0124300A revela un montaje de pila de combustible de óxido sólido tubular que comprende una capa de ánodo, un colector de corriente de ánodo, un electrolito de óxido sólido, una capa de cátodo y un colector de corriente del cátodo. El colector de corriente de ánodo consiste de una malla de níquel y el cátodo consiste de un colector de corriente de malla de plata.

25 US4699852 revela un montaje de pila de combustible de óxido sólido tubular que comprende un electrodo ánodo, un electrolito de óxido sólido y un electrodo cátodo. El electrodo ánodo es más grueso hacia un interconector y el electrodo cátodo es más grueso hacia un interconector.

30 WO0139311A revela un montaje de pila de combustible de óxido sólido que comprende un electrodo cátodo, un electrolito de óxido sólido y un electrodo ánodo. El electrodo ánodo es más grueso hacia un interconector y el electrodo cátodo es más grueso hacia un interconector.

35 Por consiguiente, la presente invención pretende proporcionar un módulo de pila de combustible innovador.

40 Por consiguiente, la presente invención proporciona un módulo de pila de combustible de óxido sólido que comprende una pluralidad de pilas de combustible, cada pila de combustible que comprende un primer electrodo, un electrolito y un segundo electrodo, estando dispuesta una pluralidad de interconexiones para conectar eléctricamente la pila de combustible en serie eléctrica, cada interconector conecta eléctricamente un primer electrodo de una pila de combustible con un segundo electrodo de una pila de combustible adyacente, el primer electrodo que comprende una primera capa sobre el electrolito para optimizar la actividad electroquímica en el electrolito y una segunda capa sobre la primera capa para proporcionar conducción electrónica perpendicular a las capas de la pila de combustible, la segunda capa que está dispuesta de tal manera que la conducción electrónica perpendicular a las capas de la pila de combustible es diferente en diferentes posiciones en la segunda capa, la composición de la segunda capa comprende una mayor proporción de un material de alta conductividad en un primer extremo del primer electrodo más cercano al interconector, la composición de la segunda capa comprende una proporción menor del material de alta conductividad en un segundo extremo del primer electrodo lejano del interconector, la proporción de material de alta conductividad en la segunda capa disminuye continuamente desde el primer extremo al segundo extremo del primer electrodo o la segunda capa es una malla que tiene una pluralidad de agujeros, el número de agujeros por unidad de área permanece constante, el área de sección transversal de los orificios aumenta gradualmente desde el primer extremo hasta el segundo extremo de la segunda capa de tal manera que la conducción electrónica perpendicular a las capas de la pila de combustible es diferente en diferentes posiciones en la segunda capa o la segunda capa es una malla que tiene una pluralidad de agujeros, el área de sección transversal de los agujeros permanece constante, el número de agujeros aumenta gradualmente desde el primer extremo hasta el segundo extremo de la segunda capa de tal manera que la conducción electrónica perpendicular a las capas de la pila de combustible es diferente en diferentes posiciones en la segunda capa.

Preferiblemente, el segundo electrodo que comprende una primera capa sobre el electrolito para optimizar la actividad electroquímica en el electrolito y una segunda capa sobre la primera capa para proporcionar conducción electrónica perpendicular a las capas de la pila de combustible de óxido sólido, la segunda capa está dispuesta de tal manera que la

conducción electrónica perpendicular a las capas de la pila de combustible es diferente en diferentes posiciones en la segunda capa.

5 Preferiblemente, la segunda capa está dispuesta de tal manera que en una primera posición cerca del interconector, la conducción electrónica perpendicular a las capas de la pila de combustible es mayor que la conducción electrónica perpendicular a las capas de la pila de combustible en una segunda posición alejada del interconector.

10 Preferiblemente, la segunda capa está dispuesta de tal manera que la conducción electrónica perpendicular a las capas de la pila de combustible disminuye progresivamente entre la primera posición y la segunda posición.

15 Preferiblemente, el módulo de pila de combustible que comprende un elemento de soporte hueco, las pilas de combustible están separadas en al menos una superficie del elemento de soporte hueco.

La presente invención se describirá con más detalle a modo de ejemplo con referencia a los dibujos adjuntos en los que:

15 La Figura 1 es una sección transversal esquemática a través de un módulo de pila de combustible de óxido sólido de la técnica anterior.

20 La Figura 2 es una sección transversal esquemática ampliada a través de una sola pila de combustible de óxido sólido mostrada en la figura 1.

La Figura 3 es una sección transversal esquemática a través de un módulo de pila de combustible de óxido sólido de acuerdo con la presente invención.

25 La Figura 4 es una sección transversal esquemática ampliada a través de una sola pila de combustible de óxido sólido de acuerdo con la presente invención, mostrada en la figura 3.

30 La Figura 5 es una sección transversal esquemática ampliada a través de una pila de combustible de óxido sólido adicional de acuerdo con la presente invención, mostrada en la figura 3.

La Figura 6 es una sección transversal esquemática ampliada a través de otra pila de combustible de óxido sólido de acuerdo con la presente invención, mostrada en la figura 3.

35 La Figura 7 es una vista en la dirección de la flecha A en la figura 4.

40 Un módulo 10 de pila de combustible de óxido sólido de una técnica anterior se muestra en las figuras 1 y 2. El módulo 10 de pila de combustible de óxido sólido comprende un elemento 12 de soporte hueco y una pluralidad de pilas 16 de combustible de óxido sólido, espaciadas aparte longitudinalmente sobre al menos una superficie 14, plana del elemento 12 de soporte hueco. La pila de combustible de óxido sólido está conectada eléctricamente en serie mediante una pluralidad de interconectores 18. Cada pila 16 de combustible de óxido sólido comprende un primer electrodo 20, un electrodo cátodo, un electrolito 22 y un segundo electrodo 24, un electrodo ánodo. El segundo electrodo 24 está dispuesto en la superficie 14 del elemento 12 de soporte hueco, el electrolito 22 está dispuesto en el segundo electrodo 24 y el primer electrodo 20 está dispuesto en el electrolito 22.

45 El primer electrodo 20 y el segundo electrodo 24 se clasifican funcionalmente, como se muestra más claramente en la figura 2. El primer electrodo funcionalmente graduado comprende una primera capa 20A en, o adyacente, al electrolito 22 y una segunda capa 20B en, o adyacente, a la primera capa 20A. El segundo electrodo 24 funcionalmente graduado comprende una primera capa 24A debajo, o adyacente, al electrolito 22 y una segunda capa 24B debajo, o adyacente, a la primera capa 24A. Las primeras capas 20A, 24A están dispuestas para optimizar la actividad electroquímica en el electrolito 22 y las segundas capas 20B, 24B están dispuestas para proporcionar conducción electrónica perpendicular a las capas 20, 22, 24 de la pila 16 de combustible de óxido sólido para permitir que la corriente fluya de una pila 16 de combustible de óxido sólido a una pila 16 de combustible de óxido sólido adyacente a través de un interconector 18 respectivo. Las segundas capas 20B, 24B proporcionan la captación de corriente uniforme a través de la pila 16 de combustible de óxido sólido.

50 Un módulo 50 de pila de combustible de óxido sólido de acuerdo con la presente invención se muestra en las figuras 3, 5 y 6. El módulo 50 de pila de combustible de óxido sólido comprende un elemento 32 de soporte hueco y una pluralidad de pilas 36 de combustible de óxido sólido espaciadas longitudinalmente sobre al menos una superficie 34, plana del elemento 32 de soporte hueco. Las pilas de combustible de óxido sólido están conectadas eléctricamente en serie mediante una pluralidad de interconectores 38. Cada pila 36 de combustible de óxido sólido comprende un primer electrodo 40, electrodo cátodo, un electrolito 42 y un segundo electrodo 44, electrodo ánodo. El segundo electrodo 44 está dispuesto en la

60

superficie 34 del elemento 32 de soporte hueco, el electrolito 42 está dispuesto en el segundo electrodo 44 y el primer electrodo 40 está dispuesto en el electrolito 42.

El primer electrodo 40 y el segundo electrodo 44 se clasifican funcionalmente, como se muestra más claramente en la figura 4. El primer electrodo funcionalmente graduado comprende una primera capa 40A en, o adyacente, al electrolito 42 y una segunda capa 40B en, o adyacente, a la primera capa 40A. El segundo electrodo 44 funcionalmente graduado, comprende una primera capa 44A bajo, o adyacente, al electrolito 42 y una segunda capa 44B bajo, o adyacente, a la primera capa 44A. Las primeras capas 40A, 44A están dispuestas para optimizar la actividad electroquímica en el electrolito 42 y las segundas capas 40B, 44B están dispuestas para proporcionar conducción electrónica perpendicular a las capas 40, 42, 44 de la pila 36 de combustible de óxido sólido, para permitir que la corriente fluya desde una pila 36 de combustible de óxido sólido a una pila 36 de combustible de óxido sólido, adyacente mediante un respectivo interconector 38.

Las segundas capas 40B, 44B de la segunda capa están dispuestas para proporcionar la captación de corriente diferencial a través de la pila 36 de combustible de óxido sólido. Las segundas capas 40B, 44B están dispuestas de tal manera que la conducción electrónica perpendicular a las capas 40, 42, 44 de la pila 16 de combustible de óxido sólido es diferente en diferentes posiciones en las segundas capas 40B, 44B.

En el ejemplo de referencia de acuerdo con la figura 4, las segundas capas 40B, 44B tienen un espesor diferente en diferentes posiciones de tal manera que la conducción electrónica perpendicular a las capas de la pila 16 de combustible de óxido sólido es diferente en diferentes posiciones en las segundas capas 40B, 44B.

En particular se observa que el espesor de la segunda capa 40B del primer electrodo 40 es mayor en un primer extremo del primer electrodo 40 más cercano al interconector 38 y el espesor de la segunda capa 40B del primer electrodo 40 es menor en el extremo del primer electrodo 40 alejado del interconector 18. El espesor de la segunda capa 40B gradualmente disminuye, de forma continua, o se estrecha, desde el primer extremo hasta el segundo extremo del primer electrodo 40.

Del mismo modo el espesor de la segunda capa 44B del segundo electrodo 44 es mayor en el extremo del segundo electrodo 44 más cercano al interconector 38 y el espesor de la segunda capa 44B del segundo electrodo 44 es menor en el extremo del segundo electrodo 44 alejado del interconector 38. El espesor de la segunda capa 44B gradualmente, de forma continua, disminuye, o se estrecha, desde el primer extremo hasta el segundo extremo del segundo electrodo 44.

Alternativamente, puede ser posible disminuir el espesor de las segundas capas 40B, 44B poco a poco.

Las pérdidas asociadas con las segundas capas 40B, 44B son pérdidas óhmicas relacionadas con la corriente y la resistencia y simplemente se expresan como I^2R . En esta disposición, la conductividad de las segundas capas 40B, 44B está relacionada con el área de sección transversal de las segundas capas 40B, 44B. Esta disposición reduce la cantidad de material utilizado en las segundas capas 40B, 44B y reduce los costes del material utilizado en la fabricación de la pila 16 de combustible de óxido sólido.

Las segundas capas 40B, 44B comprenden al menos una de paladio, platino, plata, oro, níquel, cobre, cobalto, cromo, hierro o rutenio o una aleación de dos o más de estos elementos.

El espesor de las segundas capas 40B, 44B puede ser 100 micrómetros en el primer extremo y 1 micrómetro en el segundo extremo.

Un módulo 50 de pila de combustible de óxido sólido, de acuerdo con la presente invención se muestra en la figura 5. El módulo 50 de pila de combustible de óxido sólido, es similar al mostrado en la figura 3

En este ejemplo, las segundas capas 40B, 44B tienen diferentes composiciones en diferentes posiciones tales que la conducción electrónica perpendicular a las capas de la pila 16 de combustible de óxido sólido es diferente en diferentes posiciones en las segundas capas 40B, 44B. Las composiciones de las segundas capas 40B, 44B son variadas mediante la variación de las proporciones de un material de alta conductividad y un material de baja conductividad.

En particular, la composición de la segunda capa 40B del primer electrodo 40, comprende una mayor proporción de un material de alta conductividad en un primer extremo del primer electrodo 40 más cercano al interconector 38 y la composición de la segunda capa 40B del primer electrodo 40 comprende una proporción menor del material de alta conductividad en el segundo extremo del primer electrodo 40 alejado del interconector 18. La proporción de material de alta conductividad en la segunda capa 40B gradualmente, se reduce, de forma continua desde el primer extremo hasta el segundo extremo del primer electrodo 40.

5 Del mismo modo la composición de la segunda capa 44B del segundo electrodo 44, comprende una mayor proporción del material de alta conductividad en un primer extremo del segundo electrodo 44 más cercano al interconector 38 y la composición de la segunda capa 44B del segundo electrodo 44, comprende una proporción menor del material de alta conductividad en el segundo extremo del segundo electrodo 44 alejado del interconector 38. La proporción de material de alta conductividad en la segunda capa 44B gradualmente se reduce, de forma continua, desde el primer extremo hasta el segundo extremo del segundo electrodo 44.

10 Alternativamente, la proporción de material de alta conductividad en la segunda capa 40B, 44B se puede reducir en etapas en lugar de continuamente.

15 Es esencial controlar la microestructura de las segundas capas 40B, 44B para mantener una porosidad constante para permitir que el oxidante/combustible alcance las primeras capas 40A, 44A del primer electrodo 40 y el segundo electrodo 44.

20 El material de alta conductividad comprende al menos uno de paladio, platino, plata, oro, níquel, cobre, cobalto, cromo, hierro o rutenio o una aleación de dos o más de estos elementos. El material de baja conductividad comprende manganita de lantano, cobaltita de lantano, un cermet o un metal amorfo en una fase de vidrio. El cermet comprende al menos uno de paladio, platino, plata, oro, níquel, cobre, cobalto, cromo, hierro o rutenio o una aleación de dos o más de estos elementos en circonio o cerio.

25 Como un ejemplo, la composición en el primer extremo de las segundas capas 40B, 44B es 100% de un material de alta conductividad.

Un módulo 50 de pila de combustible de óxido sólido adicional, de acuerdo con la presente invención se muestra en las figuras 6 y 7. El módulo 50 de pila de combustible de óxido sólido, es similar al mostrado en la figura 3.

30 En este ejemplo, las segundas capas 40B, 44B tienen una geometría diferente en diferentes posiciones de tal manera que la conducción electrónica perpendicular a las capas de la pila 16 de combustible de óxido sólido, es diferente en diferentes posiciones en las segundas capas 40B, 44B.

35 En particular se observa que el área de sección transversal de la segunda capa 40B en contacto con la primera capa 40A es mayor en un primer extremo del primer electrodo 40 más cercano al interconector 38 y el área de sección transversal de la segunda capa 40B en contacto con la primera capa 40A es menor en el extremo del primer electrodo 40 alejado del interconector 18. El área de sección transversal de la segunda capa 40B en contacto con la primera capa 40A disminuye gradualmente, de forma continua, desde el primer extremo hasta el segundo extremo del primer electrodo 40.

40 Del mismo modo el área de sección transversal de la segunda capa 44B en contacto con la primera capa 44A es mayor en el extremo del segundo electrodo 44 más cercano al interconector 38 y el área de sección transversal de la segunda capa 44B en contacto con la primera capa 44A es menor en el extremo del segundo electrodo 44 alejado del interconector 38. El área de sección transversal de la segunda capa 44B en contacto con la primera capa 44A disminuye, gradualmente, de forma continua, desde el primer extremo hasta el segundo extremo del segundo electrodo 44.

45 Las segundas capas 40B, 44B son mallas, es decir las segundas capas 40B, 44B comprenden una pluralidad de agujeros 60 alrededor de los cuales hay superficies 52. El número de agujeros por unidad de área permanece constante, pero el área de la sección transversal de los orificios aumenta gradualmente desde el primer extremo hasta el segundo extremo de las segundas capas 40B, 44B. Alternativamente, el área de sección transversal de los orificios aumenta por etapas. Alternativamente, el área de sección transversal de los agujeros permanece constante, pero el número de agujeros aumenta gradualmente desde el primer extremo hasta el segundo extremo de las segundas capas 40B, 44B. Estas mallas se producen preferiblemente por serigrafía, pero se pueden utilizar otros métodos apropiados.

50 La dimensión de paso entre los orificios es entre 0.05 mm y 5 mm, el diámetro de los orificios es entre 0.05 mm y 5 mm y las superficies tienen una dimensión entre 0.05 mm y 0.5 mm.

55 La presente invención se ha descrito a modo de referencia a simples representaciones esquemáticas de un módulo de pila de combustible de óxido sólido. En la práctica cada uno del primer electrodo, el segundo electrodo y el electrolito de cada pila de combustible de óxido sólido puede comprender una o más capas adaptadas para propiedades particulares. Se pueden proporcionar sellos para evitar la fuga de los reactivos desde el primer electrodo y el segundo electrodo de la pila de combustible de óxido sólido. La presente invención es aplicable a estos prácticos módulos de pilas de combustible de óxido sólido.

60

Reivindicaciones

- 5 1. Un módulo (50) de pila de combustible de óxido sólido, que comprende una pluralidad de pilas (36) de combustible de óxido sólido, cada pila (36) de combustible, comprende un primer electrodo (40), un electrolito (42) y un segundo electrodo (44), una pluralidad de interconectores (38) que están dispuestas para conectar eléctricamente las pilas (36) de combustible en serie eléctrica, cada interconector (38) conecta eléctricamente un primer electrodo (40) de una pila (36) de combustible a un segundo electrodo (44) de una pila (36) de combustible adyacente, el primer electrodo (40) que comprende una primera capa (40A) en el electrolito (42) para optimizar la actividad electroquímica en el electrolito (42) y una segunda capa (40B) en la primera capa (40A) para proporcionar la conducción electrónica perpendicular a las capas (40,42,44) de la pila (36) de combustible, la segunda capa (40B) que está dispuesta de tal manera que la conducción (40,42,44) electrónica perpendicular, para las capas de la pila (36) de combustible es diferente en diferentes posiciones en la segunda capa (40B) caracterizada porque la composición de la segunda capa (40B) comprende una mayor proporción de un material de alta conductividad en un primer extremo del primer electrodo (40) más cercano del interconector (38), la composición de la segunda capa (40B) comprende una proporción menor del material de alta conductividad en un segundo extremo del primer electrodo (40) alejado del interconector (38), la proporción de material de alta conductividad en la segunda capa (40B) disminuye continuamente desde el primer extremo hasta el segundo extremo del primer electrodo (40) o la segunda capa (40B) es una malla que tiene una pluralidad de orificios (60), el número de orificios (60) por unidad de área permanece constante, el área de sección transversal de los orificios (60) aumenta gradualmente desde el primer extremo hasta el segundo extremo de la segunda capa (40B, 44B) de tal manera que la conducción electrónica perpendicular a las capas (40,42,44) de la pila (36) de combustible es diferente en diferentes posiciones en la segunda capa (40B, 44B) o la segunda capa (40B) es una malla que tiene una pluralidad de orificios (60), el área de sección transversal de los orificios (60) permanece constante, el número de orificios (60) aumenta gradualmente desde el primer extremo hasta el segundo extremo de la segunda capa (40B, 44B) de tal manera que la conducción electrónica perpendicular a las capas de la pila de combustible es diferente en diferentes posiciones en la segunda capa
- 10
- 15
- 20
- 25
- 30 2. Un módulo de pila de combustible de óxido sólido como se reivindica en la reivindicación 1, en donde el segundo electrodo (44) que comprende una primera capa (44A) en el electrolito (42) para optimizar la actividad electroquímica en el electrolito (42) y una segunda capa (44B) en la primera capa (44A) para proporcionar la conducción electrónica perpendicular a las capas (40,42,44) de la pila (36) de combustible, la segunda capa (44B) que está dispuesta de tal manera que la conducción electrónica perpendicular a las capas (40,42,44) de la pila (36) de combustible es diferente en diferentes posiciones en la segunda capa.
- 35 3. Un módulo de pila de combustible de óxido sólido como se reivindica en la reivindicación 1 o la reivindicación 2, en donde la segunda capa (40B, 44B) está dispuesta de tal manera que en una primera posición cerca del interconector (38), la conducción electrónica perpendicular a las capas (40, 42,44) de la pila (36) de combustible es mayor que la conducción electrónica perpendicular a las capas (40,42,44) de la pila (36) de combustible a una segunda posición alejada del interconector (38).
- 40 4. Un módulo de pila de combustible de óxido sólido como se reivindica en la reivindicación 3, en donde la segunda capa (40B, 44B) está dispuesta de tal manera que la conducción electrónica perpendicular a las capas (40,42, 44) de la pila (36) de combustible disminuye progresivamente entre la primera posición y la segunda posición.
- 45 5. Un módulo de pila de combustible de óxido sólido como se reivindica en cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en donde el módulo (50) de pila de combustible, que comprende un miembro (32) de soporte hueco, las pilas (36) de combustible, están separadas en al menos una superficie (34) del miembro (32) de soporte hueco.

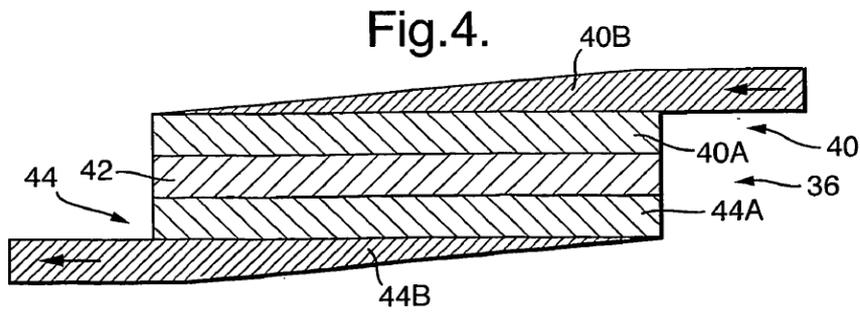
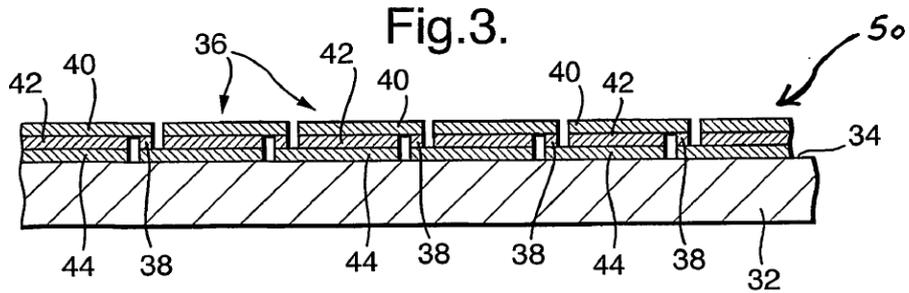
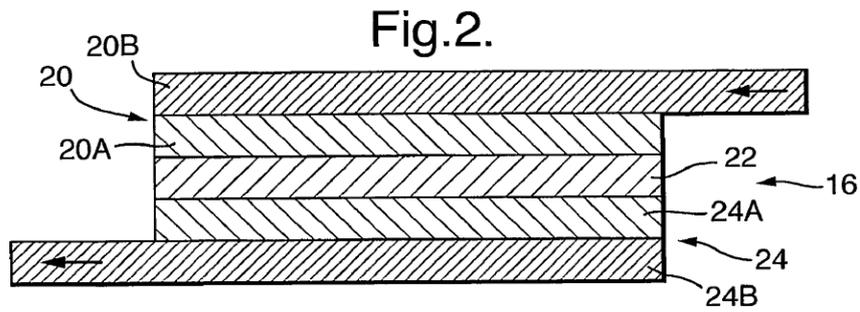
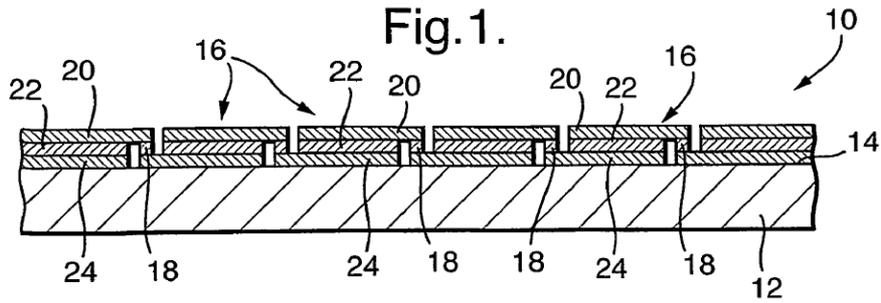


Fig.5.

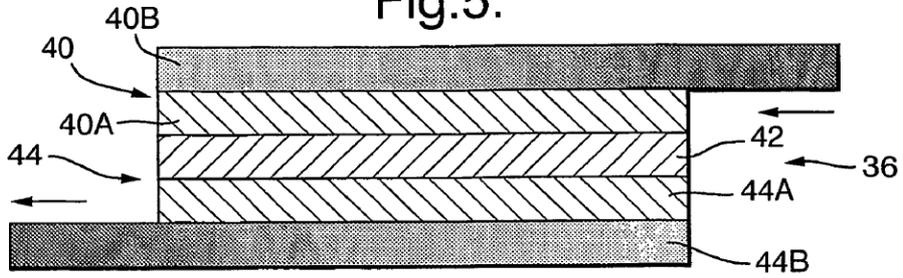


Fig.6.

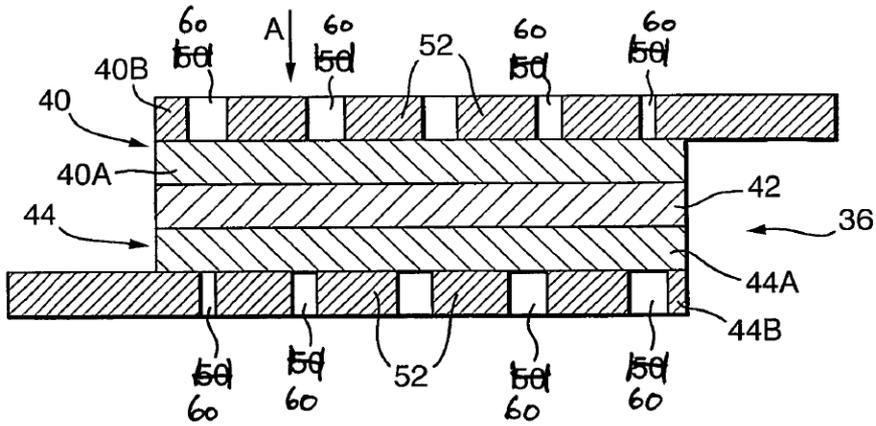


Fig.7.

