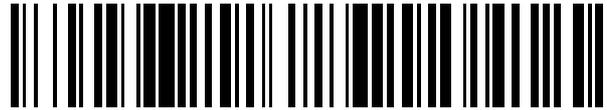


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 464 066**

51 Int. Cl.:

H01M 8/24 (2006.01)
H01M 8/12 (2006.01)
H01M 8/02 (2006.01)
H01M 8/04 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **26.05.2011** **E 11730189 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **26.03.2014** **EP 2583343**

54 Título: **Distribuidor de fuerza para un apilamiento de pilas de combustible o un apilamiento de celdas de electrólisis**

30 Prioridad:

17.06.2010 DK 201000532

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

30.05.2014

73 Titular/es:

TOPSOE FUEL CELL A/S (100.0%)
Nymøllevej 66
2800 Kongens Lyngby, DK

72 Inventor/es:

NIELSEN, MARTIN REFLUND y
HEIREDAL-CLAUSEN, THOMAS

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 464 066 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

Distribuidor de fuerza para un apilamiento de pilas de combustible o un apilamiento de celdas de electrólisis.

5 La invención se refiere a la compresión de apilamientos de pilas, más específicamente a un distribuidor de fuerza para apilamientos de pilas de combustible o apilamientos de celdas de electrólisis, en particular para apilamientos de Pilas de Combustible de Óxido sólido (SOFC) o apilamientos de Celdas de Electrólisis de Óxido sólido (SOEC).

10 En lo que sigue, la invención se explicará en relación con apilamientos SOFC. Sin embargo, el distribuidor de fuerza conforme a la invención puede utilizarse también para otros tipos de pilas de combustible tales como Pilas de Combustible de Electrólito Polímero (PEM), Pilas de Combustible de Carbonato Fundido (MCFC) o Pilas de Combustible Metanol Directo (TMFC). Adicionalmente, la invención puede utilizarse también para celdas de electrólisis tales como Celdas de Electrólisis de Óxido Sólido y apilamientos de celdas de este tipo.

Las reacciones electroquímicas y la función de una pila de combustible o una celda de electrólisis no son la esencia de la presente invención, por lo que esto no se explicará en detalle, sino que se considerará conocido por una persona experta en la técnica.

15 Para aumentar el voltaje producido por la SOFC, se ensamblan varias unidades de celdas a fin de formar un apilamiento y se unen unas a otras por interconexiones. Estas capas del apilamiento se sellan junto con un sello hermético a los gases y resistente a la temperatura tal como vidrio a lo largo de algunos o todos los bordes. Las interconexiones sirven como barrera para los gases a fin de separar los lados del ánodo (combustible) y el cátodo (aire/oxígeno) de las unidades de pila adyacentes, y al mismo tiempo hacen posible la conducción de la corriente entre las pilas adyacentes, es decir entre un ánodo de una pila con un excedente de electrones y un cátodo de una pila vecina que necesita electrones para el proceso de reducción. La conducción de la corriente entre electrodos próximos a través de la interconexión que separa los electrodos se hace posible por una pluralidad de puntos de contacto a lo largo del área de la interconexión. Los puntos de contacto pueden formarse como proyecciones en ambos lados de la interconexión. La eficiencia del apilamiento de pilas de combustible depende del buen contacto en estos puntos, y por consiguiente es crucial que se aplique una fuerza de compresión adecuada al apilamiento de pilas de combustible. Esta fuerza de compresión tiene que ser suficientemente grande y estar distribuida uniformemente a través del área de la pila de combustible para asegurar el contacto eléctrico, pero no tan grande que deteriore el electrólito, los electrodos, la interconexión o impida el flujo de gas a través de la pila de combustible. La compresión de la pila de combustible es vital también para el sellado entre las capas de la pila a fin de mantener el gas de apilamiento estanco. Adicionalmente, diferentes áreas del apilamiento de pilas pueden requerir fuerzas de compresión diferentes, el área electroquímicamente activa del apilamiento de pilas puede requerir una fuerza de compresión menor que las áreas de sellado. Por tanto, no sólo la fuerza de compresión tiene que distribuirse uniformemente a lo largo de ciertas áreas, sino que puede ser también necesario adaptar la fuerza de compresión de tal modo que se aplique uniformemente una fuerza de compresión de una primera magnitud a ciertas áreas de la superficie del apilamiento de pilas, pero que se aplique una fuerza de compresión de una segunda, tercera y más magnitudes uniformemente a otras áreas de la superficie del apilamiento de pilas conforme a los requerimientos de compresión específicos del área en cuestión.

40 Una solución a este problema ha sido propuesta en WO 2008089977 que describe de qué modo el apilamiento de pilas de combustible tiene bloques extremos térmicamente aislantes que tienen un lado planar rectangular orientado hacia el apilamiento y un lado opuesto de forma convexa. Resortes existentes aprietan una hoja flexible contra la cara de forma convexa de los otros extremos, con lo cual la fuerza de resorte se distribuye uniformemente a lo largo de las áreas extremas del apilamiento.

En DE 10.250.345 se proporciona un alojamiento que rodea una SOFC y una esterilla compresible entre el apilamiento y el alojamiento proporciona una fuerza de compresión a las pilas tanto radial como axialmente.

45 WO 2005045982 describe de qué modo se puede utilizar un ensamblaje de placas extremas multi-función para comprimir preferentemente una región del apilamiento de pilas de combustible.

En WO 2008003286, un apilamiento se comprime por elementos térmicamente aislantes, que se presionan contra el apilamiento por medio de un manguito elástico. El manguito puede estar hecho por ejemplo de silicona o caucho natural.

Otro principio de compresión de apilamientos adicional se muestra en DE 19.645.111.

50 La técnica anterior presentada describe soluciones a los problemas de compresión de un apilamiento de pilas de combustible. Dichas soluciones abordan los problemas de aporte de fuerza, pero no la distribución de la fuerza como hace la presente invención. Conforme a ello, la totalidad de las mismas presentan algunos de los problemas inherentes:

55 - Es difícil y costoso producir placas extremas que proporcionen fuerza sin rugosidad; por tanto, la rugosidad implica concentración de la fuerza de compresión en áreas delimitadas del apilamiento con el riesgo de deteriorar el apilamiento o reducir la eficiencia del apilamiento.

- Es costoso producir placas extremas que proporcionen fuerza que sean suficientemente planas para proporcionar una fuerza de compresión uniforme al apilamiento. Aun cuando la placa extrema sea suficientemente plana, puede producirse irregularidad durante la operación y los periodos de puesta en marcha/parada debido a las condiciones cambiantes, especialmente de temperatura y presión. La irregularidad puede conducir a deterioro o reducción de la eficiencia del apilamiento al igual que puede hacerlo la rugosidad, así como rugosidad e irregularidad combinadas que ocurren a menudo.
- Para conseguir la rigidez necesaria de las placas extremas de la técnica anterior, las mismas precisan ser fabricadas en material robusto, lo que las hace grandes, pesadas y costosas.
- Las pilas de combustible o celdas de electrólisis próximas a los extremos de un apilamiento de pilas se romperán si ocurren fuerzas puntuales críticamente grandes concentradas en áreas locales de la superficie extrema del apilamiento de pilas, lo cual implica grandes exigencias de tolerancias geométricas, rigidez y pureza de las placas extremas de la técnica anterior.
- Una sola placa extrema unitaria de la técnica anterior no puede aplicar fuerzas de magnitud diferente a diferentes áreas de la superficie extrema del apilamiento de pilas, por lo que la fuerza de compresión no puede adaptarse a los diferentes requerimientos de las distintas áreas del apilamiento de pilas.
- Las placas extremas de gran tamaño tienen respuesta térmica lenta, lo cual es un problema cuando los parámetros de operación se cambian y ajustan.

Es un objeto de la presente invención resolver los problemas mencionados proporcionando un apilamiento de pilas que comprende un nuevo distribuidor de fuerza.

- 20 Más específicamente, es un objeto de la invención proporcionar un apilamiento de pilas que comprende un distribuidor de fuerza que compensa cualesquiera impurezas, rugosidad, carencia de planura y carencia de rigidez del suministrador de fuerza.

Un objeto de la invención es proporcionar también un apilamiento de pilas que comprende un distribuidor de fuerza que permite que el suministrador de fuerza sea menos pesado, voluminoso y costoso.

- 25 Es un objeto adicional de la invención proporcionar un apilamiento de pilas que comprende un distribuidor de fuerza que protege los componentes de un apilamiento de pilas contra el deterioro.

Es adicionalmente un objeto de la invención proporcionar un apilamiento de pilas que comprende un distribuidor de fuerza que proporciona una fuerza de compresión distribuida uniformemente desde un suministrador de fuerza a un apilamiento de pilas.

- 30 Es otro objeto adicional de la invención proporcionar un apilamiento de pilas que comprende un distribuidor de fuerza que adapta la fuerza de compresión a los requerimientos de áreas de superficie local de un apilamiento de pilas.

- 35 Un objeto adicional de la invención es proporcionar un apilamiento de pilas que comprende un distribuidor de fuerza que hace posible que un ensamblaje de apilamiento de pilas que tiene una respuesta térmica rápida con relación a los apilamientos de pilas de placas extremas pesadas de la técnica anterior.

Otro objeto adicional de la invención es proporcionar un apilamiento de pilas que comprende un distribuidor de fuerza que integra el sellado de un distribuidor de gas lateral a al menos una parte del distribuidor de fuerza.

Un objeto adicional de la invención es proporcionar un apilamiento de pilas que comprende un distribuidor de fuerza que proporciona amortiguación de las vibraciones y protección de un apilamiento de pilas.

- 40 Estos y otros objetos se consiguen por la invención como se describe a continuación.

- 45 Conforme a los objetivos anteriores de la invención, se proporciona un apilamiento de pilas que comprende un distribuidor de fuerza. El distribuidor de fuerza está localizado en al menos un extremo del apilamiento de pilas intercalado entre la cara extrema del apilamiento de pilas y una placa extrema que sirve como suministrador de fuerza, proporcionando fuerza de compresión al apilamiento de pilas. El suministrador de fuerza puede tener una gama de formas tales como varillas de apriete en conexión con placas extremas planas de acero, el mismo puede encontrarse en forma de un marco que comprende uno o más apilamientos, puede ser un distribuidor o pinzas de apriete, otro apilamiento adyacente, otro distribuidor de fuerza adyacente, etc. El suministrador de fuerza se define como cualquier cosa que proporcione fuerza de compresión para el apilamiento de pilas.

- 50 El distribuidor de fuerza puede estar localizado en ambos extremos del apilamiento de pilas: entre una placa extrema de fondo y el extremo de fondo del apilamiento entre una placa extrema superior y el extremo superior del apilamiento. Es asimismo posible localizar el distribuidor de fuerza dentro del apilamiento entre pilas separadas del apilamiento o combinar de modo que el distribuidor de fuerza esté localizado en uno o dos extremos del apilamiento

de pilas así como en una o más posiciones dentro del apilamiento de pilas. En algunas realizaciones, el distribuidor de fuerza propiamente dicho sirve como placa extrema del apilamiento de pilas, lo cual significa que la placa extrema y el distribuidor de fuerza pueden ser una unidad integral. Por ejemplo, el distribuidor de fuerza puede tener una cara plana orientada hacia el apilamiento de pilas y una cara opuesta convexa en conexión con una fuerza que proporciona pinzas de apriete o una fuerza que proporcione una esterilla flexible rodeada por una capa de, por ejemplo, acero.

El distribuidor de fuerza comprende una placa o cuerpo al menos parcialmente flexible, opcionalmente con áreas de contacto salientes en al menos la cara de la placa orientada hacia el apilamiento de pilas. La necesidad de las áreas de contacto salientes depende de la flexibilidad parcial del distribuidor de fuerza. Las mismas son necesarias si la cara del distribuidor de fuerza orientada hacia el apilamiento de pilas es tan flexible que la fuerza podría distribuirse en caso contrario a áreas con canales de flujo de gas, con riesgo de atascamiento de los canales de gas y deterioro de las partes de la pila. Flexible se define como poseedor de un módulo E menor que el módulo E del suministrador de fuerza del apilamiento de pilas. El módulo E se refiere en este contexto a la parte flexible total de la placa, no a los componentes materiales flexibles propiamente dichos que, considerados individualmente como partículas, pueden tener módulos E mayores.

El distribuidor de fuerza puede comprender en una realización al menos dos capas, una primera capa que es flexible y una segunda capa que es rígida. Flexible se define como anteriormente, y rígido se define como aquello que tiene un módulo E mayor que la capa flexible como un todo. La capa flexible carece del suministrador de fuerza. La superficie del suministrador de fuerza, que está orientada hacia el distribuidor de fuerza (y ulteriormente hacia el apilamiento de pilas) es idealmente una superficie plana. Sin embargo, el suministrador de fuerza se fabrica con tolerancias geométricas, lo cual implica desviación de la superficie plana ideal absoluta. Asimismo rugosidad, impurezas y deformación del suministrador de fuerza debido a tensiones termo-mecánicas o transmisión irregular de la fuerza, dan como resultado desviación de la superficie plana ideal del suministrador de fuerza. Asimismo, las vibraciones del suministrador de fuerza o movimientos físicos en cualesquiera direcciones, debido por ejemplo a tensiones termo-mecánicas en la estructura que proporciona la fuerza plantean problemas potencialmente críticos para el apilamiento de pilas. La capa flexible del distribuidor de fuerza es capaz de absorber estas desviaciones, vibraciones y movimientos, y recibir así la fuerza de compresión relativa distribuida irregularmente del suministrador de fuerza y transmitirla ulteriormente a la segunda capa rígida como una fuerza de compresión relativa distribuida más uniformemente. Esta segunda capa rígida del distribuidor de fuerza pasa la fuerza de compresión al apilamiento de pilas. La cara de la segunda capa del distribuidor de fuerza que está orientada hacia el apilamiento de pilas puede ser una superficie plana. Debido al espesor limitado de la segunda capa, es posible fabricar la segunda capa con un frente que tenga tolerancias geométricas más severas. Asimismo las tensiones termo-mecánicas son menores en la segunda capa delgada del distribuidor de fuerza que en las placas extremas de grosor convencional. Sin embargo, preferiblemente la cara del distribuidor de fuerza que está orientada hacia el apilamiento de pilas comprende áreas de contacto salientes a fin de transmitir la fuerza de compresión, adaptando así la fuerza de compresión a los requerimientos del apilamiento de pilas.

En una realización de la invención, la primera capa del distribuidor de fuerza puede ser integral con o servir como una placa extrema como se ha explicado arriba, lo cual puede reducir los costes de fabricación y manipulación. En otra realización de la invención, la primera capa del distribuidor de fuerza puede ser integral con la segunda capa del distribuidor de fuerza.

En una realización adicional de la invención, la cara orientada hacia el apilamiento de pilas de la segunda capa del distribuidor de fuerza puede comprender áreas de contacto salientes del distribuidor de fuerza. En esta realización, la fuerza de compresión se distribuirá solamente al apilamiento de pilas subyacente en áreas con áreas de contacto salientes. Así pues, la fuerza de compresión puede omitirse en algunas áreas, tales como las áreas de los canales de flujo del gas de reacción en el apilamiento de pilas, mientras que las áreas de cierre y las áreas de contacto de las interconexiones recibirán una fuerza de compresión. Las áreas de contacto salientes pueden variar incluso en área y altura para adaptar la fuerza de compresión a ciertas áreas del apilamiento de pilas subyacente. V.g., las áreas salientes pueden tener un área mayor y sobresalir más donde el apilamiento de pilas subyacente tiene áreas de sellado.

En una realización adicional de la invención, la cara orientada hacia el suministrador de fuerza de la segunda capa del distribuidor de fuerza puede comprender áreas de contacto del distribuidor de fuerza salientes. En esta cara del distribuidor de fuerza, el diseño de la superficie puede estar adaptado también a los requerimientos de compresión del apilamiento de pilas, dado que es posible variar la altura relativa de las áreas de contacto del distribuidor de fuerza salientes. Conforme a ello, las áreas de sellado que requieren típicamente la fuerza de compresión máxima pueden recibir una fuerza de compresión mayor que los puntos de contacto del apilamiento de pilas, haciendo las áreas de contacto correspondientes de las áreas del distribuidor de fuerzas por encima de las áreas de sellado mayores que las áreas del distribuidor de fuerza por encima de las áreas de contacto del apilamiento de pilas. La fuerza de compresión máxima se distribuirá desde la primera capa flexible del distribuidor de fuerza a la segunda capa rígida en áreas en las que las áreas de contacto salientes son máximas, dado que dichas áreas proporcionarán la compresión local máxima de la primera capa.

Una realización adicional de la invención combina las dos realizaciones mencionadas anteriormente en un distribuidor de fuerza con áreas de contacto del distribuidor de fuerza salientes en ambas caras de la segunda capa rígida. El espacio que se forma entre las áreas de contacto salientes en cualquiera de las realizaciones que tienen dichas áreas salientes puede adaptarse para corresponder a los canales de flujo de gas de las interconexiones, lo que asegura que estos canales de flujo de gas no queden obstruidos. Asimismo, dichos espacios pueden estar adaptados para contener sensores, y canales de enfriamiento o calentamiento.

En una realización de la invención, la segunda capa del distribuidor de fuerza puede ser eléctricamente conductora, en cuyo caso pueden ahorrarse componentes y costes dado que la placa colectora de corriente del apilamiento de pilas puede suprimirse o estar soportada. En caso de que esta realización coopere con la realización en que la primera capa del distribuidor de fuerza esté integrada con la placa de presión, las ventajas del distribuidor de fuerza pueden alcanzarse sin un número mayor de componentes que en un apilamiento de pilas convencional.

La primera capa del distribuidor de fuerza puede estar hecha de silicato de calcio, aislamiento microporoso, mica, metal o una esterilla de fibra. La primera capa del distribuidor de fuerza es flexible, pero adicionalmente las características materiales de esta capa pueden utilizarse también para proporcionar amortiguación de las vibraciones del apilamiento de pilas y sellado de un distribuidor lateral del gas de reacción al apilamiento de pilas. La segunda capa del distribuidor de fuerza puede estar hecha de aleación metálica o cerámica u otros materiales conocidos adecuados.

1. Distribuidor de fuerza para al menos un apilamiento de pilas, comprendiendo dicho apilamiento de pilas

- una pluralidad de pilas de combustible o celdas de electrólisis,
- al menos una placa de interconexión que comprende áreas de contacto salientes,
- una cara superior del apilamiento de pilas,
- una cara inferior del apilamiento de pilas,
- al menos una cara lateral del apilamiento de pilas,
- al menos un suministrador de fuerza

en donde dicho distribuidor de fuerza comprende un cuerpo al menos parcialmente flexible con la parte flexible orientada hacia el al menos un suministrador de fuerza.

2. Distribuidor de fuerza conforme a la característica 1, en donde el cuerpo al menos parcialmente flexible comprende áreas de contacto salientes en al menos la cara de la placa orientada hacia el apilamiento de pilas.

3. Distribuidor de fuerza conforme a cualquiera de las características anteriores, en donde dicho distribuidor de fuerza comprende una cara convexa orientada hacia el suministrador de fuerza.

4. Distribuidor de fuerza conforme a cualquiera de las características anteriores, en donde dicho distribuidor de fuerza comprende una primera y una segunda capa del distribuidor de fuerza, teniendo cada capa una primera y una segunda cara del colectora de fuerza, siendo dicha primera capa del distribuidor de fuerza una capa flexible y siendo dicha segunda capa de distribuidor de fuerza una capa rígida.

5. Distribuidor de fuerza conforme a cualquiera de las características anteriores, en donde dicha primera capa del distribuidor de fuerza tiene un módulo E que es mayor que el módulo E del suministrador de fuerza.

6. Distribuidor de fuerza conforme a cualquiera de las características anteriores, en donde dicho distribuidor de fuerza está localizado en al menos una de las posiciones siguientes: entre dicha cara superior del apilamiento de pilas y dicho al menos un suministrador de fuerza o entre dicha cara inferior del apilamiento de pilas y dicho al menos un suministrador de fuerza, y dicho distribuidor de fuerza está posicionado con la segunda cara del distribuidor de fuerza orientada hacia el apilamiento de pilas.

7. Distribuidor de fuerza conforme a cualquiera de las características anteriores, en donde al menos uno de dicho distribuidor de fuerza está localizado dentro de dicho apilamiento de pilas.

8. Distribuidor de fuerza conforme a cualquiera de las características anteriores, en donde dicho al menos un distribuidor de fuerza es integral con la primera capa del distribuidor de fuerza.

9. Distribuidor de fuerza conforme a cualquiera de las características anteriores, en donde las áreas de contacto salientes corresponden a al menos una de: las áreas de sellado del apilamiento de pilas o las áreas de contacto de las interconexiones.

10. Distribuidor de fuerza conforme a cualquiera de las características anteriores, en donde dicho al menos uno de los espacios formados entre dichas áreas de contacto salientes está adaptado para contener sensores.

5 11. Distribuidor de fuerza conforme a las características anteriores, en donde al menos uno de los espacios formados entre dichas áreas de contacto salientes está adaptado para formar canales de enfriamiento o calentamiento.

12. Distribuidor de fuerza conforme a las características anteriores, en donde dicha segunda capa del distribuidor de fuerza es eléctricamente conductora.

10 13. Distribuidor de fuerza conforme a cualquiera de las características anteriores, en donde el distribuidor de fuerza comprende al menos uno de: silicato de calcio, aislamiento microporoso, mica, metal, esterilla de fibras, fibra cerámica refractaria o fibra de vidrio, fibra de magnesia-sílice, fibra de alúmina que contiene cierta cantidad de sílice, composiciones de aluminosilicato con bajo contenido de álcali que contienen uno o más de los óxidos siguientes: óxido de zirconio, óxido de cromo, dióxido de titanio o vermiculita.

15 14. Distribuidor de fuerza conforme a cualquiera de las características anteriores, en donde el distribuidor de fuerza comprende al menos uno de: aleación metálica o cerámica.

15. Distribuidor de fuerza conforme a cualquiera de las características anteriores, en donde al menos una parte de dicho distribuidor de fuerza forma un sellado entre dicho apilamiento de pilas y al menos uno de: un distribuidor lateral de gas de entrada o un distribuidor lateral de gas de salida.

20 16. Un apilamiento de pilas que comprende al menos un distribuidor de fuerza conforme a cualquiera de las características anteriores, en donde dicho apilamiento de pilas es un apilamiento de Pilas de Combustible de Óxido Sólido o un apilamiento de Celdas de Electrólisis de Óxido Sólido.

La invención se ilustra adicionalmente por los dibujos que se acompañan, que muestran ejemplos de realizaciones de la invención.

25 Fig. 1 muestra una vista lateral de un ensamblaje de apilamiento de pilas que comprende un distribuidor de fuerza conforme a una primera realización de la invención.

Fig. 2 muestra una vista lateral de un ensamblaje de apilamiento de pilas que comprende un distribuidor de fuerza conforme a una segunda realización de la invención.

Fig. 3 muestra una vista lateral de un ensamblaje de apilamiento de pilas que comprende un distribuidor de fuerza conforme a una tercera realización de la invención.

30 Fig. 4A muestra una vista lateral de la segunda capa del distribuidor de fuerza conforme a una realización de la invención.

Fig. 4B muestra una vista lateral de la segunda capa del distribuidor de fuerza conforme a una realización de la invención.

35 Fig. 5 muestra una vista en detalle de una parte de un distribuidor de fuerza y un suministrador de fuerza conforme a una realización de la invención.

Fig. 6 muestra una parte superior de un apilamiento de pilas que comprende un distribuidor de fuerza conforme a una realización de la invención.

Fig. 7 muestra una parte superior de un apilamiento de pilas que comprende un distribuidor de fuerza conforme a una realización de la invención.

40 Fig. 8 muestra una parte superior de un apilamiento de pilas que comprende un distribuidor de fuerza conforme a una realización de la invención.

Fig. 9 muestra una vista lateral de un ensamblaje de apilamiento de pilas conforme a la técnica anterior.

Fig. 10 muestra una vista lateral de un ensamblaje de apilamiento de pilas conforme a la técnica anterior.

Revisión de los números de posición:

- 101, 201, 301, 501, 601, 701, 801, 901, 1001: Suministrador de fuerza
- 102, 202, 302, 502, 602 702, 802: Primera capa del distribuidor de fuerza, flexible.
- 103, 203, 303, 403, 503, 603, 703, 803: Segunda capa del distribuidor de fuerza, rígida.

104, 204, 304, 504, 704, 804, 904, 1004:	Apilamiento de pilas.
605:	Placa colectora de corriente.
606:	Celda
607:	Interconexión.
808:	Perforaciones en el distribuidor de fuerza.

En las Figs. que se explican a continuación, los detalles de rugosidad y desviación de la superficie plana (irregularidad) están algo exagerados para facilidad de comprensión.

Haciendo referencia a Fig. 1, en una realización el apilamiento de pilas 104 a comprimir tiene forma de caja. En la figura, el apilamiento de pilas se muestra como un todo sin detalles de los componentes individuales tales como interconexiones, electrodos y electrólitos; adicionalmente, Fig. 1 muestra sólo la aplicación de la invención a la parte superior del apilamiento; un sistema similar, no representado, puede aplicarse opcionalmente al fondo del apilamiento. Para aplicar una fuerza de compresión al apilamiento de pilas, se posiciona un suministrador de fuerza 101 encima del apilamiento de pilas. En la técnica anterior, este suministrador de fuerza presiona directamente el componente superior del apilamiento de pilas, tal como una placa colectora de corriente. Sin embargo, conforme a la presente invención, un distribuidor de fuerza se posiciona entre el suministrador de fuerza y el apilamiento de pilas. El distribuidor de fuerza conforme a la presente invención comprende dos capas, una primera capa del distribuidor de fuerza 102 que es flexible y una segunda capa del distribuidor de fuerza 103 que es rígida. Como se muestra, la primera capa del distribuidor de fuerza flexible está orientada hacia el suministrador de fuerza y compensa sus posibles irregularidades en tolerancias geométricas, rigidez, pureza y posibles tensiones termomecánicas. Como se puede ver en la figura, las impurezas e irregularidades en la cara del suministrador de fuerza orientada hacia la pila son absorbidas por la primera capa flexible del distribuidor de fuerza. La segunda capa rígida del distribuidor de fuerza está orientada hacia el apilamiento de pilas. En la realización que se muestra en Fig. 1, la segunda capa del distribuidor de fuerza tiene áreas salientes orientadas hacia el apilamiento de pilas, lo que corresponde a las superficies de sellado (no representadas) del apilamiento de pilas y los puntos de contacto (no representados) de las interconexiones. Por tanto, el distribuidor de fuerza es capaz no sólo de nivelar cualesquiera irregularidades en la presión de la superficie de la fuerza de los suministradores de fuerza, sino también de adaptar la distribución de fuerzas conforme a los requerimientos del apilamiento de pilas: presión relativa alta sobre superficies de sellado especiales y también sobre los puntos de contacto, y presión o presión relativa baja o nula sobre las áreas situadas por encima de los canales de distribución de gas.

En Fig. 2, una realización de la invención en la que la primera capa del distribuidor de fuerza 202 y la segunda capa del distribuidor de fuerza 203 constituye una unidad integrada. Conforme a ello, una realización adicional (no representada) es aquella en la que la primera capa del distribuidor de fuerza y el suministrador de fuerza 201 constituye una unidad integrada. Por razones de explicaciones y simplicidad, Fig. 2 muestra especialmente de qué modo el distribuidor de fuerza compensa la rugosidad del suministrador de fuerza. Una realización afín se muestra en Fig. 7, donde también la primera capa del distribuidor de fuerza 702 y la segunda capa del distribuidor de fuerza 703 constituye una unidad integrada. La realización de Fig. 7 muestra especialmente de qué modo el distribuidor de fuerza compensa para la superficie extrema de la desviación de los suministradores de fuerza con respecto a una superficie plana dado que, como puede verse en la figura que la superficie extrema del suministrador de fuerza está ligeramente curvada. Por tanto debe entenderse que en muchos casos, el distribuidor de fuerza compensa a la vez la rugosidad y la irregularidad del suministrador de fuerza, es decir una combinación de la realización de Figs. 2 y 7.

Una realización adicional se muestra en Fig. 3. En este caso, la segunda capa del distribuidor de fuerza 303 tiene áreas salientes no sólo en la cara orientada hacia el apilamiento de pilas, sino también en la cara orientada hacia la primera capa del distribuidor de fuerza 302. Con relación a las realizaciones que se muestran en Fig. 1, esta realización proporciona aún mayor distinción entre la fuerza proporcionada sobre las áreas de sellado y los puntos de contacto contra la fuerza proporcionada sobre los canales de flujo de gas con la misma flexibilidad de la primera capa del distribuidor de fuerza. Adicionalmente, la realización representada en Fig. 3 hace posible que la distribución de fuerza se adapte aún más claramente a los requerimientos del apilamiento de pilas subyacente: la altura de las áreas salientes en la cara de la segunda capa del distribuidor de fuerza hacia la primera capa del distribuidor de fuerza puede hacerse variar con independencia unas de otras. Por ejemplo, las áreas salientes por encima de las áreas de sellado pueden tener una altura mayor que la altura de las áreas salientes por encima de los puntos de contacto, proporcionando así una fuerza de compresión relativa del área de sellado mayor que la fuerza de compresión de área activa de las pilas. Esto es posible dado que donde las áreas salientes de la segunda capa del distribuidor de fuerza están orientadas hacia el apilamiento de pilas formando el área de contacto hacia el apilamiento de pilas tiene que formar una superficie plana a fin de evitar el deterioro de los componentes del apilamiento de pilas; las áreas salientes de la segunda capa del distribuidor de fuerza están orientadas hacia la primera capa del distribuidor de fuerza pueden tener alturas desiguales debido a que estas alturas desiguales son absorbidas esencialmente por la capa flexible, lo que da como resultado una fuerza de compresión local mayor en dichas áreas. En este contexto, es importante recordar que los términos "flexible" y "rígido" relativos a las capas primera y segunda del distribuidor de fuerza son términos relativos. La capa rígida es rígida comparada con la capa

flexible, pero no es absolutamente rígida. La capa rígida es capaz de flexionarse insignificamente, lo que hace que la misma sea capaz de transferir las fuerzas de compresión locales diferentes desde la capa flexible a fuerzas de compresión locales diferentes en la superficie extrema del apilamiento de pilas, pero suficientemente rígida para no mantener una superficie esencialmente plana hacia el apilamiento de pilas y evitar con ello el deterioro y agrietamiento de los componentes del apilamiento de pilas.

En una realización adicional (no representada), la cara de la segunda capa del distribuidor de fuerza hacia el apilamiento de pilas puede ser plana, es decir sin áreas salientes, en tanto que la cara hacia la primera capa del distribuidor de fuerza puede tener áreas salientes similares a la realización que se muestra en Fig. 3. Ésta es la situación opuesta a la realización mostrada en Fig. 1. Ello tiene las ventajas de permitir fuerzas de compresión locales diferentes al apilamiento de pilas, pero mantener una superficie plana hacia los componentes del apilamiento de pilas planos frágiles, minimizando adicionalmente con ello el riesgo de deterioro de los componentes del apilamiento de pilas.

Fig. 4 muestra con mayor detalle una segunda capa 403 del distribuidor de fuerza conforme a la realización de la invención que se muestra en Fig. 3. Ambas caras de la segunda capa del distribuidor de fuerza tienen áreas salientes, un área saliente continua mayor que corresponde al área de sellado del apilamiento de pilas y cierto número de áreas salientes discretas que corresponden a los puntos de contacto de las interconexiones del apilamiento de pilas.

En Fig. 5, se muestra un corte con mayor detalle del ensamblaje del distribuidor de fuerza 501, la primera capa 502 del distribuidor de fuerza y la segunda capa 503 del distribuidor de fuerza, que corresponde a la realización de la invención mostrada en Fig. 3. La primera capa del distribuidor de fuerza adapta la superficie del distribuidor de fuerza en una cara y flexiona sobre la otra cara en el impacto de las áreas salientes de la segunda capa del distribuidor de fuerza que induce una fuerza de compresión local mayor sobre las áreas salientes que sobre las áreas no salientes.

En Fig. 6, una parte superior de un apilamiento de pilas, que comprende pilas 606, interconexiones 607, una placa colectora de corriente 605, distribuidor de fuerza con capas primera y segunda 602, 603 y un suministrador de fuerza 601. Para simplicidad, la primera capa flexible del distribuidor de fuerza se muestra sin deformación correspondiente a una situación en la que no se aplica fuerza alguna al apilamiento. En esta Figura, se ve sin embargo claramente de qué modo las áreas salientes en ambas caras de la segunda capa del distribuidor de fuerza se corresponden exactamente con las áreas salientes de la placa colectora de corriente y las interconexiones. Debe entenderse que por simplicidad, véase Fig. 6, se muestra únicamente una parte superior de un apilamiento de pilas, pudiendo proporcionarse pilas e interconexiones adicionales al apilamiento de pilas así como a la placa colectora de corriente, el distribuidor de fuerza y el suministrador de fuerza en el otro extremo del apilamiento de pilas.

En Fig. 8 se muestra una realización, en la que las áreas salientes del distribuidor de fuerza 802, 803 se forman por eliminación de las áreas entre las áreas salientes. Se muestra de qué modo el distribuidor de fuerza está perforado, 808, en las áreas sin salientes. Como puede verse en Fig. 8, esta realización integra las capas flexible 802 y rígida 803 del distribuidor de fuerza.

Figs. 9 y 10 muestran ambas técnica anterior. La rugosidad del distribuidor de fuerza 901 y la irregularidad del suministrador de fuerza 1001 se transfieren a los elementos del apilamiento de pilas 904, 1004. Es sabido por los apilamientos de pilas de la técnica anterior de qué modo puede conducir esto a deterioro u oclusión de otros problemas como ya se ha expuesto.

Ejemplos

Para la primera capa (flexible) del distribuidor de fuerza:

Ejemplo 1:

Esterillas de fibra conocidas como "esterillas convertidores catalíticas". V.g. fibra cerámica refractaria o fibra de vidrio, preferiblemente fibra de magnesia-silice, fibra de alúmina que contiene cierta cantidad de sílice, composiciones de aluminosilicato pobres en álcali que contienen uno o más de los óxidos siguientes: óxido de zirconio, óxido de cromo, dióxido de titanio o vermiculita.

Esterilla de soporte de sustrato "CC-Max® 4HP de Unifrax" es un ejemplo de una esterilla comercial adecuada. La elasticidad de la esterilla se describe en Fig. 1a.

Ejemplo 2:

Material poroso hecho de silicato de calcio que tiene un módulo E de aproximadamente 10 GPa o material poroso hecho de vermiculita exfoliada.

Ejemplo 3:

Materiales de juntas para alta temperatura. Los materiales de juntas pueden estar basados en vermiculita, mica, lana mineral, wollastonita, silicato de calcio, u otro, o una mezcla de varios de los mencionados.

Para la segunda capa (rígida) del distribuidor de fuerza:

Ejemplo 4:

- 5 Un ejemplo para la parte rígida es un acero ferrítico con un módulo E de aproximadamente 140 GPa y un coeficiente de expansión térmica que coincide con el coeficiente de expansión térmica del apilamiento.

REIVINDICACIONES

1. Un apilamiento de pilas que comprende al menos un distribuidor de fuerza, en donde dicho apilamiento de pilas es un apilamiento de Pilas de Combustible de Óxido Sólido o un apilamiento de Celdas de Electrólisis de Óxido Sólido, y dicho apilamiento de pilas comprende
- 5 • una pluralidad de pilas de combustible o celdas de electrólisis,
 • al menos una placa de interconexión que comprende áreas de contacto salientes,
 • una cara superior del apilamiento de pilas,
 • una cara inferior del apilamiento de pilas,
 • al menos una cara lateral del apilamiento de pilas,
- 10 • al menos un suministrador de fuerza
- en donde dicho distribuidor de fuerza comprende una primera y una segunda capa del distribuidor de fuerza, teniendo cada capa una primera y una segunda cara del distribuidor de fuerza, siendo dicha primera capa del distribuidor de fuerza una capa flexible con un módulo E menor que el módulo E del suministrador de fuerza, y dicha segunda capa del distribuidor de fuerza es una capa rígida con un módulo E mayor que la capa flexible, estando
- 15 orientada la primera capa del distribuidor de fuerza hacia el al menos un suministrador de fuerza, en donde dicho distribuidor de fuerza está localizado en al menos una de las posiciones siguientes: entre dicha cara superior del apilamiento de pilas y dicho al menos un suministrador de fuerza o entre dicha cara inferior del apilamiento de pilas y dicho al menos un suministrador de fuerza y la segunda capa del distribuidor de fuerza comprende áreas de contacto salientes sobre al menos la cara de la segunda capa del distribuidor de fuerza orientada hacia el
- 20 apilamiento de pilas.
2. Un apilamiento de pilas conforme a la reivindicación 1, en donde el módulo E de la primera capa del distribuidor de fuerza es aproximadamente 10 GPa.
3. Un apilamiento de pilas conforme a cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el módulo E de la segunda capa del distribuidor de fuerza es aproximadamente 140 GPa.
- 25 4. Un apilamiento de pilas conforme a cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde dicho al menos un suministrador de fuerza es integral con la primera capa del distribuidor de fuerza.
5. Un apilamiento de pilas conforme a cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde las áreas de contacto salientes corresponden a al menos una de: las áreas de sellado del apilamiento de pilas o las áreas de contacto de interconexión.
- 30 6. Un apilamiento de pilas conforme a cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde dicha segunda capa del distribuidor de fuerza es eléctricamente conductora.
7. Un apilamiento de pilas conforme a cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el distribuidor de fuerza comprende al menos uno de: silicato de calcio, aislamiento microporoso, mica, metal, una esterilla de fibras, fibra cerámica refractaria o fibra de vidrio, fibra de magnesia-sílice, fibra de alúmina que contiene cierta cantidad de sílice, composiciones de aluminosilicato pobres en álcali que contienen uno o más de los óxidos siguientes: óxido de zirconio, óxido de cromo, dióxido de titanio o vermiculita.
- 35 8. Un apilamiento de pilas conforme a cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el distribuidor de fuerza comprende al menos uno de: aleación metálica o cerámica.
9. Un apilamiento de pilas conforme a cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde al menos una parte de dicho distribuidor de fuerza forma un cierre hermético entre dicho apilamiento de pilas y al menos uno de: un distribuidor lateral de gas de entrada o un distribuidor lateral de gas de salida.
- 40

Fig. 1

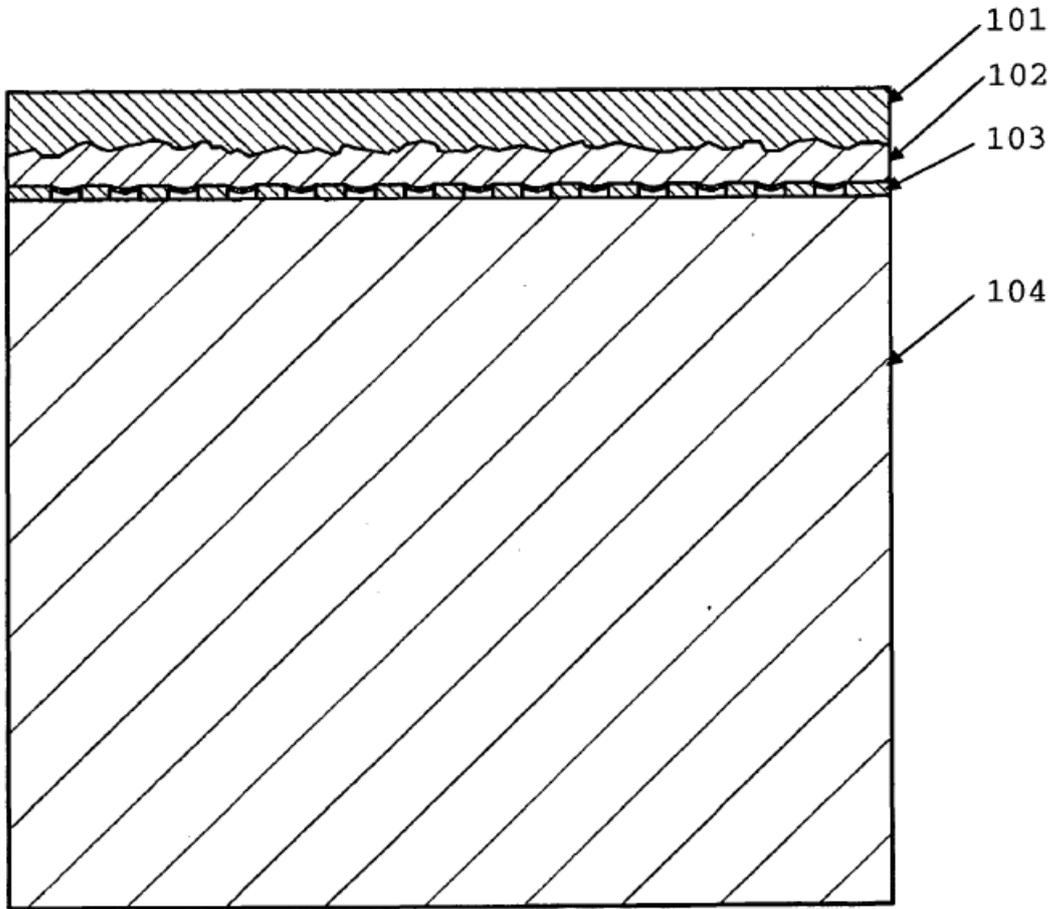
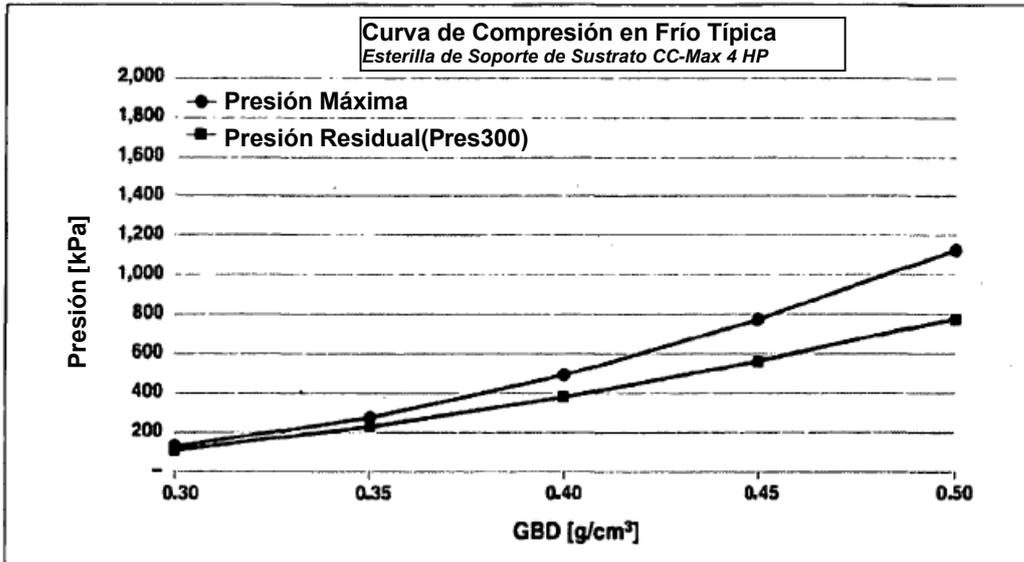


Fig. 1a



Curva Típica de Compresión en Frío para la Esterilla de Soporte de Sustrato CC-Max 4 HP

Fig. 2

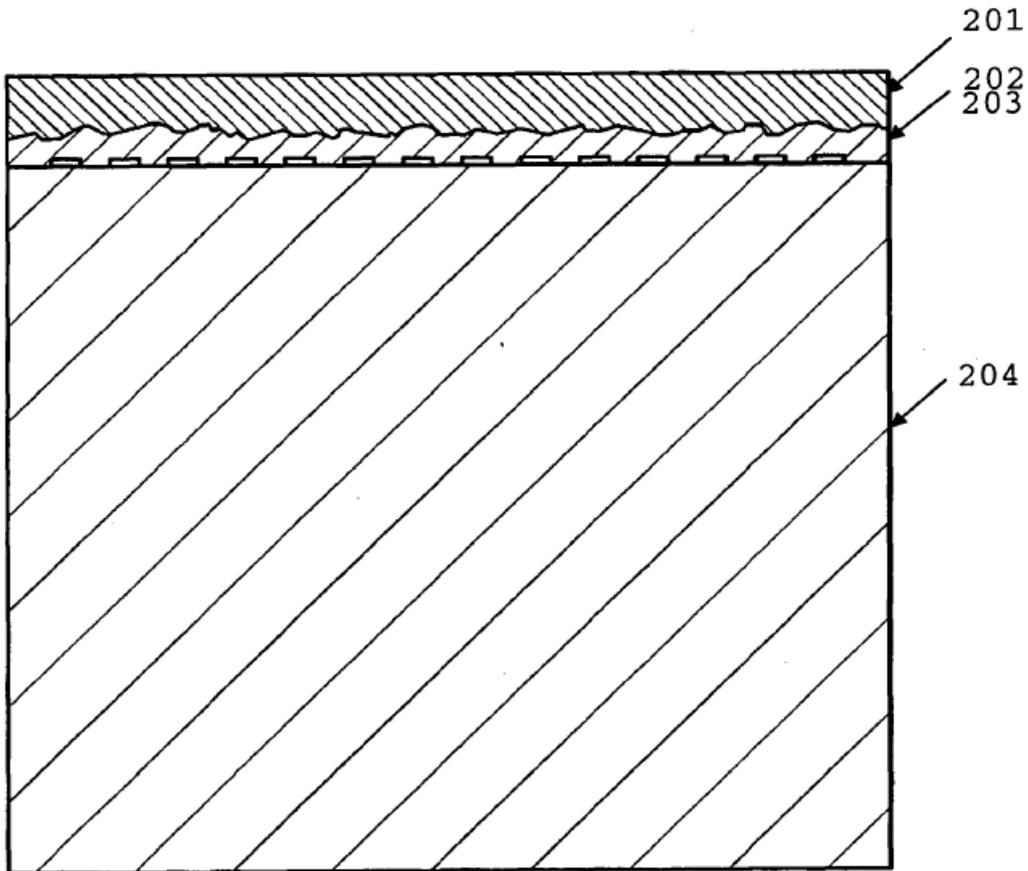


Fig. 3

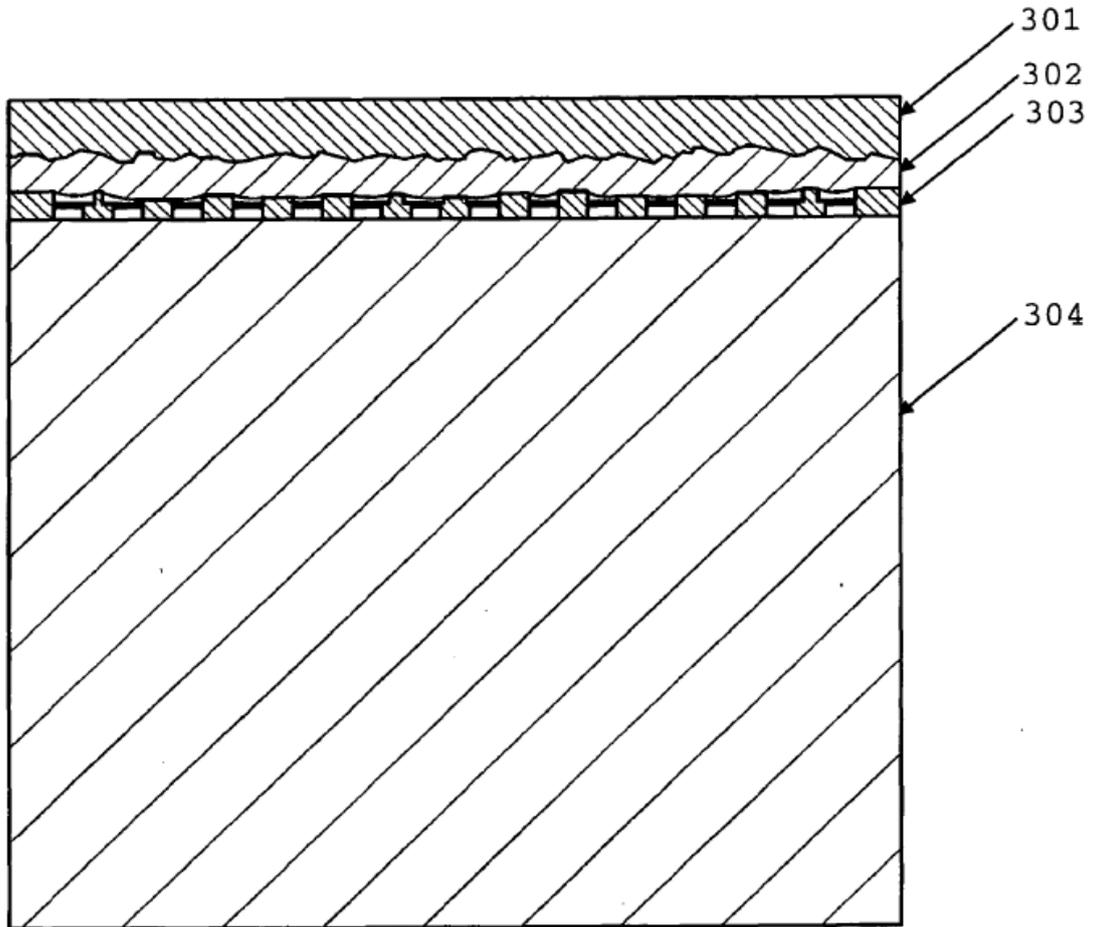


Fig. 4A

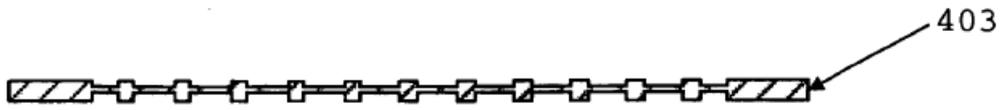


Fig. 4B

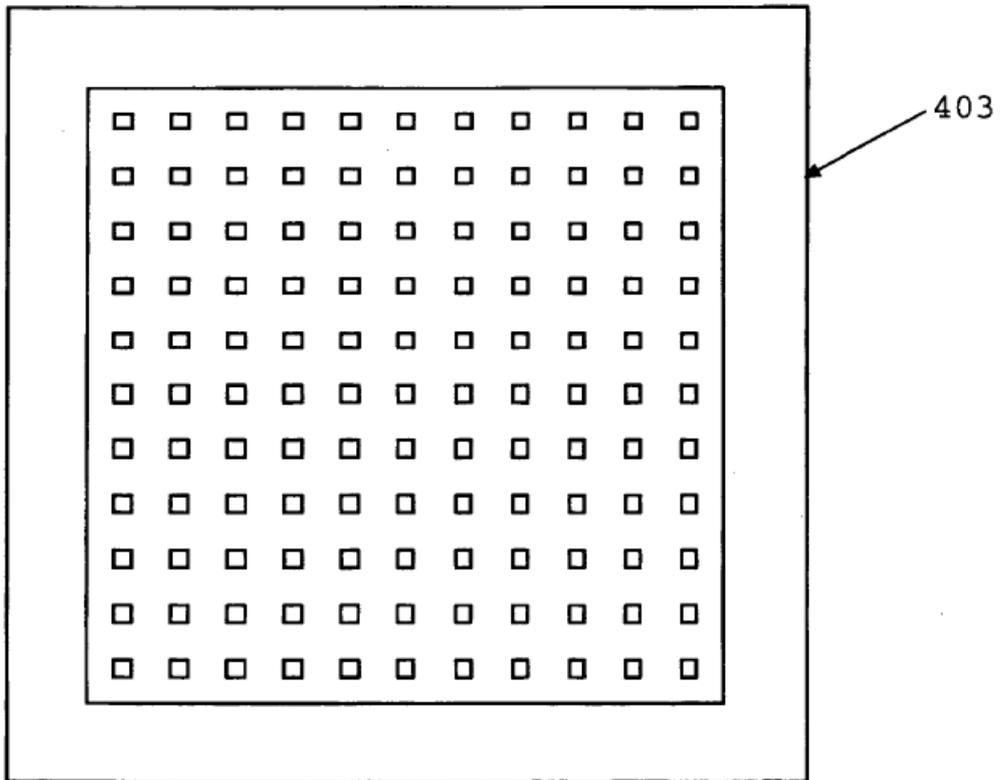
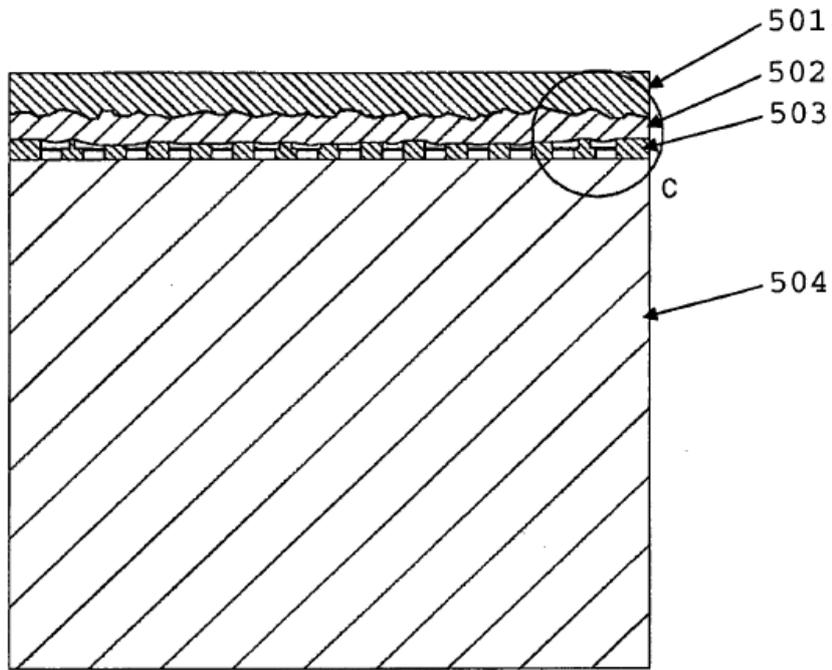


Fig. 5



C(5:1)

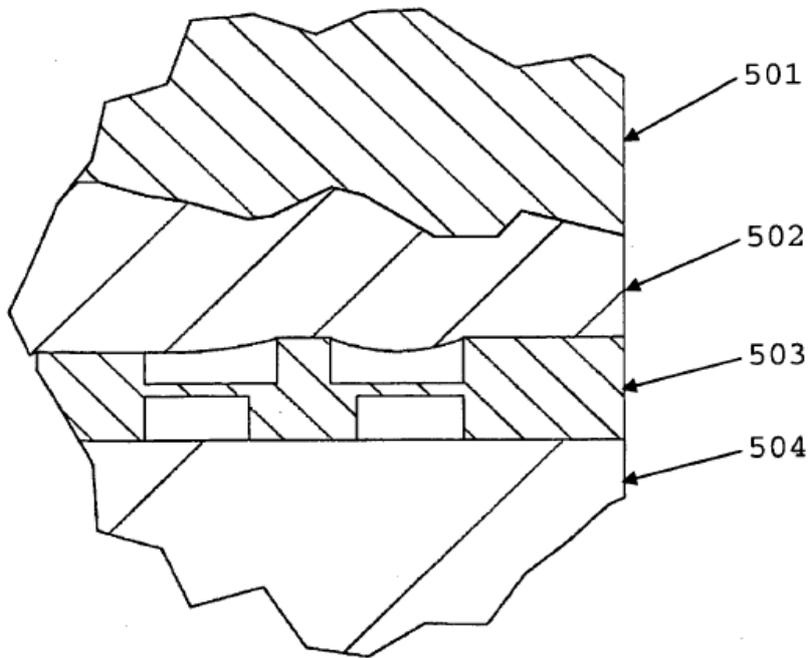


Fig. 6

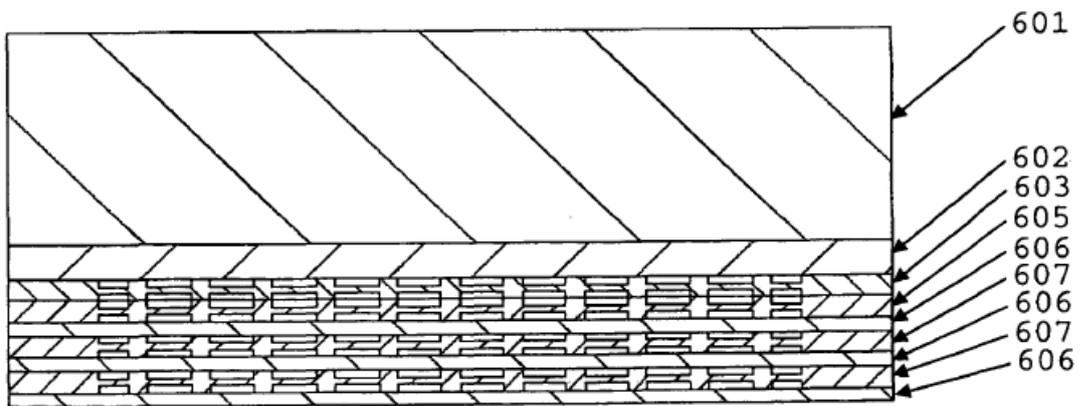


Fig. 7

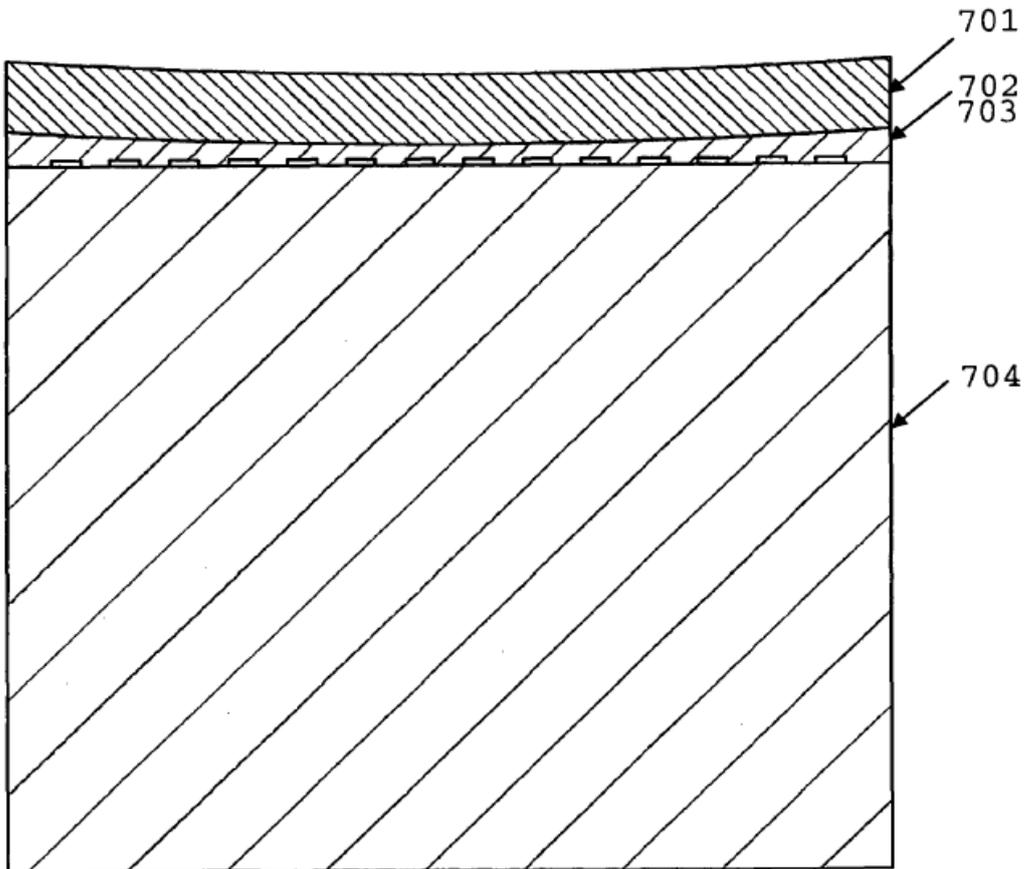


Fig. 8

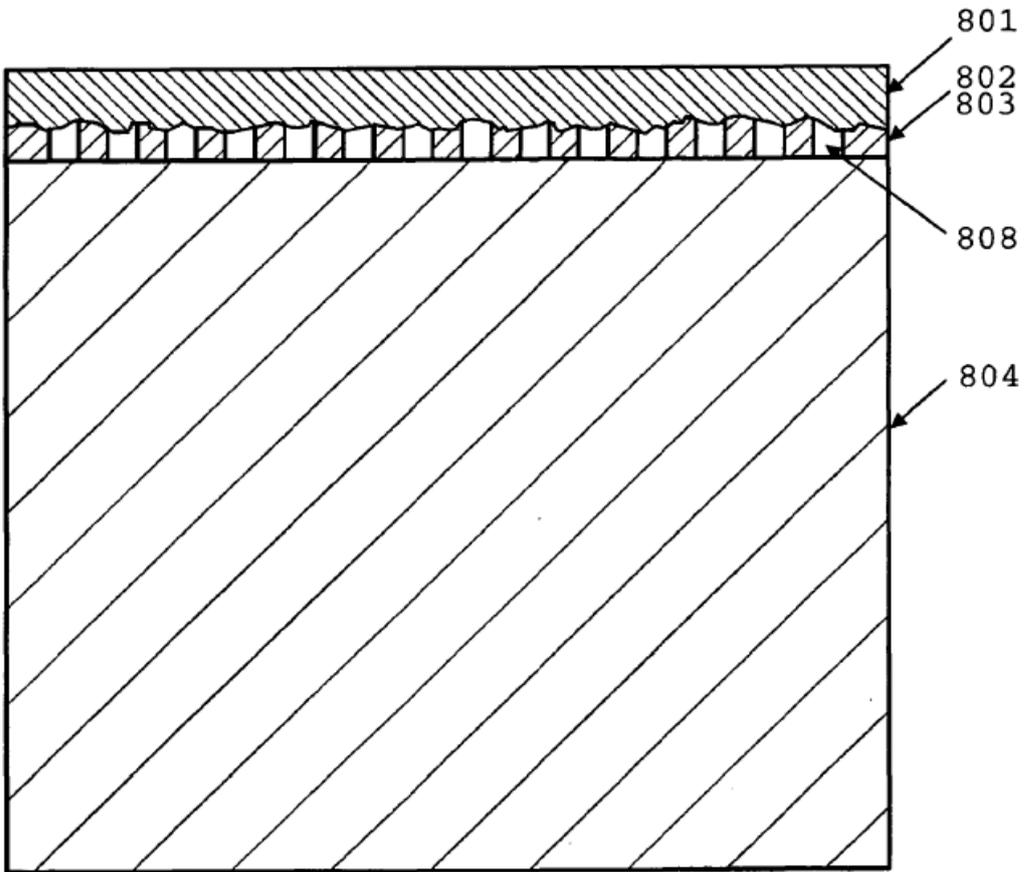


Fig. 9

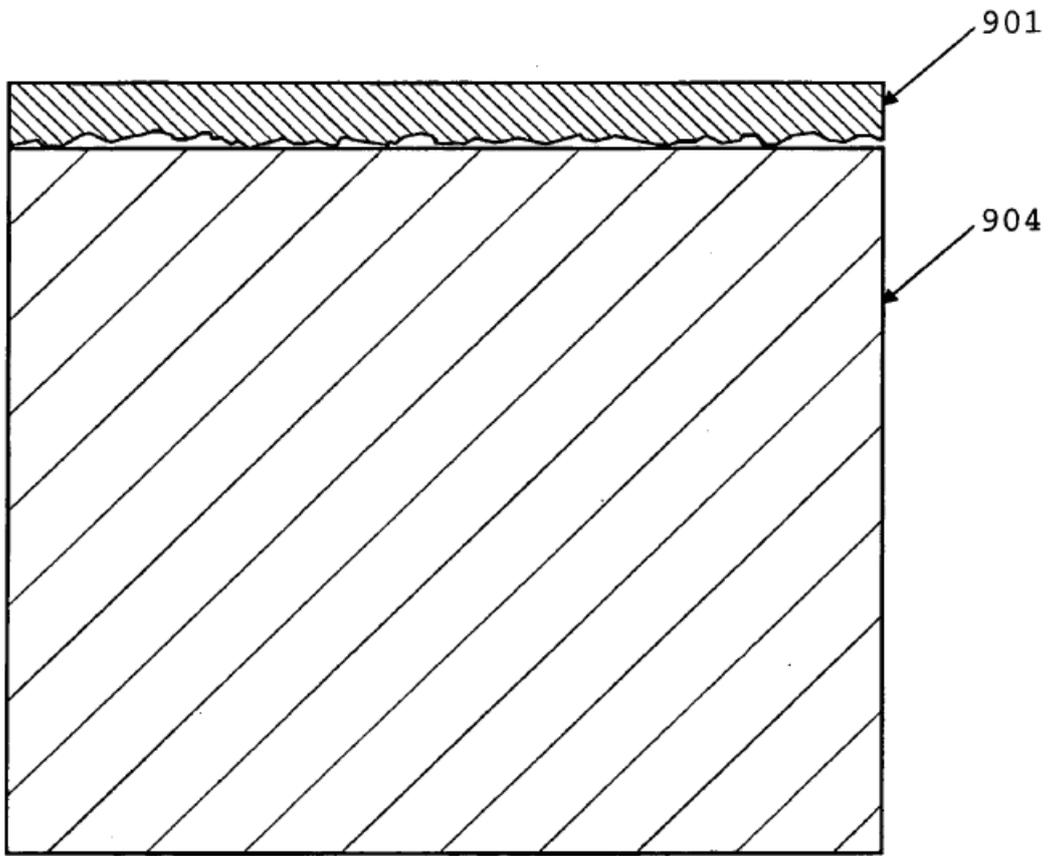


Fig. 10

