

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 402 856**

51 Int. Cl.:

**H01M 8/10** (2006.01)

**H01M 8/24** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **16.03.2004 E 04720904 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **09.01.2013 EP 1604420**

54 Título: **Pila de combustible plana y procedimiento de fabricación de tal pila**

30 Prioridad:

**18.03.2003 FR 0350051**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**09.05.2013**

73 Titular/es:

**COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE ET  
AUX ENERGIES ALTERNATIVES (100.0%)  
BATIMENT D "LE PONANT" 25, RUE LEBLANC  
75015 PARIS, FR**

72 Inventor/es:

**MOSDALE, RENAUT**

74 Agente/Representante:

**LINAGE GONZÁLEZ, Rafael**

**ES 2 402 856 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

Pila de combustible plana y procedimiento de fabricación de tal pila.

5 **Campo técnico**

La invención se refiere a una pila de combustible plana y el procedimiento de fabricación de tal pila.

10 El campo de la invención es el de las pilas de combustible planas, por ejemplo de electrolito polímero sólido, y de su aplicación en la generación de potencias eléctricas de varias centenas de milivatios a varias centenas de kilovatios para aplicaciones estacionarias, por ejemplo para centrales o calderas, aplicaciones de transportes, por ejemplo para vehículos terrestres, marítimos o aéreos, y aplicaciones portátiles y transportables, por ejemplo para teléfonos u ordenadores portátiles.

15 **Estado de la técnica anterior**

En el momento actual, la mayoría de las pilas de combustible se construyen sobre la base de un conjunto "intercalado" compuesto por dos electrodos dispuestos a una y otra parte de un electrolito. Los electrodos están constituidos generalmente por una capa de difusión en la que se deposita una capa activa (capa catalítica). Un reactivo diferente llega sobre cada superficie exterior de los dos electrodos, a saber un carburante y un comburente. Estos reaccionan químicamente por mediación del elemento electrolítico, de manera que es posible extraer una tensión eléctrica en los bornes de los dos electrodos.

20 Si el carburante es hidrógeno y el comburente oxígeno, en el ánodo tiene lugar una oxidación del hidrógeno, mientras que en el cátodo se produce la reducción del oxígeno en agua.

Cada electrodo es por lo tanto el punto de una reacción electroquímica, la tensión resultante, diferencia de potencial entre estas dos reacciones, es generalmente en torno a 1 voltio (de corriente nula) ya que se realiza en el ánodo la oxidación del hidrógeno en protones y en el cátodo la reducción del oxígeno en agua. Esta pequeña tensión constituye la principal desventaja de tales pilas en relación a las baterías clásicas, cuya tensión elemental puede subir hasta los 4 voltios (ejemplo de la pareja Li/C). Para remediar este problema, es habitual apilar un gran número de tales elementos según una tecnología llamada "filtro-prensa". Pero esta tecnología presenta un problema de mala distribución de los gases en cada célula y de pérdida de estanqueidad en el apilamiento, agravados por la multiplicación del número de elementos apilados. Además, las placas bipolares que separan dos células elementales deben responder a los criterios físicos y químicos específicos siguientes:

- muy buena conductividad electrónica,
- impermeabilidad a los gases,
- poca masa,
- resistencia química al agua, al oxígeno y al hidrógeno,
- bajo coste de material,
- buena capacidad de mecanizado.

50 Ninguna tecnología de placa bipolar responde a día de hoy a tales criterios, que necesitan el empleo de una técnica de mecanizado onerosa, o el empleo de materiales muy costosos. Además, este tipo de apilamiento es generalmente de geometría paralelepípeda, poco propicia a una integración.

Con el fin de paliar tales inconvenientes, el documento referenciado [1] al final de la descripción describe una nueva geometría de pila de combustible que permite asociar en una misma membrana varios pares de electrodos, y aumentar artificialmente la tensión elemental. Esta asociación se hace por un apilamiento de materiales desplazados los unos en relación a los otros. Necesita la utilización de placas distribuidoras de gas electrónicamente aislantes.

60 Como se ilustra en la figura 1, tal pila de combustible está constituida por un ensamblaje de varias pilas individuales 10, dispuestas las unas al lado, o detrás, de las otras, comprendiendo cada una un ánodo 11 y un cátodo 12, ciñendo una capa electrolítica 13. Estas pilas individuales 10 están separadas unas de otras por zonas aislantes 17, y están conectadas entre sí por piezas conductoras 14, estando conectado un primer extremo 15 de una pieza conductora 14 al cátodo 12 de una primera pila 10, y estando unido un segundo extremo 16 de esta pieza conductora 14 al ánodo 11 de otra pila 10 que le es adyacente.

65 Tal ensamblaje es difícil de ejecutar no solamente por la realización a pequeña escala de las diferentes pilas individuales 10 sino también por la realización de su conexión eléctrica. Además, los problemas de estanqueidad subsisten.

Para remediar estos inconvenientes, el documento referenciado [2] propone un procedimiento de fabricación de un ensamblaje de elementos de base de pilas de combustible que forman varias pilas elementales, depositándose en una trama aislante, en varias etapas sucesivas, diferentes componentes en forma de suspensiones.

La figura 2 representa tal ensamblaje de elementos de base, una vez terminado. Todos los elementos funcionales de este ensamblaje son partes depositadas unas después otras sobre y/o en una placa de material de trama cuyo espesor corresponde al espesor de una capa de conductor iónico. Este ensamblaje comprende, en primer lugar, una junta periférica 21, colocada en todo el espesor de la placa en la periferia de ella. Esta junta periférica 21 es de material inerte químicamente y aislante electrónicamente e iónicamente. Las diferentes pilas elementales de este ensamblaje están constituidas cada una por un ánodo 22 colocado en una primera superficie de la placa, un cátodo 23 colocado en la superficie opuesta de la placa, y un conductor iónico 24 situado entre el ánodo 22 y el cátodo 23, en todo el espesor de la placa. El ánodo 22 sobresale por un lado del conductor iónico 24 y el cátodo 23 sobresale del conductor iónico 24 por el lado opuesto al ánodo. De esta manera, cada parte sobresaliente de un ánodo 22 y de un cátodo 23 se encuentra en frente, salvando el espesor de la placa, de un cátodo 23 o de un ánodo 22 de una pila vecina, excepción hecha del ánodo 22 de una primera pila de extremo y el cátodo 23 de la otra pila de extremo. Un conductor electrónico 26, depositado en todo espesor de la placa, permite unir el ánodo 22 de una pila de rangos  $n$  al cátodo 23 de la pila vecina de rango  $n+1$ , que está colocada en frente de ella, siendo trasladada la tensión  $U_i$  ( $0 < i < 5$ ) de una a la otra. Unas capas aislantes verticales 25 separan cada conductor electrónico 26 de las dos partes de conductor iónico 24 que le son adyacentes. La distancia  $a$  entre dos capas aislantes verticales vecinas 25 puede ser del orden de 5 milímetros. Un primer colector electrónico 27 está colocado en el ánodo 22 que sobresale de una primera pila de extremo y un segundo colector 27 está colocado en el cátodo 23 que sobresale de la otra pila de extremo.

El documento EP 0482783 divulga una membrana compuesta que comprende uno o varios campos de un conductor iónico y uno o varios campos de un conductor electrónico.

Los problemas mayores encontrados en la elaboración de este tipo de pila plana son, por una parte, la estanqueidad de las interfaces materiales conductor iónico/conductor electrónico y, por otra parte, los bajos valores de conductividad electrónica obtenidos en los "cruces de corriente". Estos bajos valores de conductividad provocan fuertes caídas óhmicas que conllevan pérdidas de rendimientos y un calentamiento de estos cruces (efecto Joule).

La invención tiene por objeto resolver tales problemas.

### Exposición de la invención

La invención se refiere a una pila de combustible plana que comprende un conjunto electrodo-membrana-electrodo, caracterizada porque la membrana comprende un tejido cuyas fibras de urdimbre son fibras continuas de material aislante eléctrico y cuyas fibras de trama son alternativamente fibras de material aislante y fibras de material conductor eléctrico, para formar respectivamente zonas aislantes y zonas conductoras.

Ventajosamente las fibras de material aislante pueden ser de polímero o de vidrio inerte. Las fibras de material conductor eléctrico pueden ser de fibras de carbono o de fibras de acero inoxidable.

Tal pila presenta, particularmente, las ventajas siguientes:

- una simplificación de fabricación suprimiendo la etapa de depósito de las capas aislantes verticales,
- un aumento de rendimiento por la aportación de un conductor electrónico masivo en los cruces eléctricos,
- un tamaño de los conductores electrónicos que permite incrementar en una misma superficie el número de pares de electrodos, aumentando así la tensión de la pila.

La invención se refiere igualmente a un procedimiento de fabricación de una pila de combustible plana, que comprende las siguientes etapas:

- corte, en la forma deseada, de un trozo de material,
- depósito de una capa de junta en todo el espesor de la periferia de este trozo de material con un ligero sobreespesor,
- depósito de un conductor iónico en todo el espesor de este trozo de material,
- depósito de ánodos en una primera superficie del trozo de material así llenado y de cátodos en la otra superficie del mismo,

- depósito de colector electrónico en uno de los dos extremos del conjunto de ánodos y en el otro extremo del conjunto de cátodos;

5 caracterizado porque el trozo de material es un trozo de tejido cuyas fibras de urdimbre son fibras continuas de material aislante eléctrico y las fibras de trama son alternativamente fibras de material aislante y fibras de material conductor eléctrico para formar respectivamente zonas aislantes y zonas conductoras.

Ventajosamente se deposita una junta aislante a una y otra parte de cada zona conductora.

10 A causa de la estructura tejida de este trozo de tejido, las fibras están en contacto íntimo eléctrico, contrariamente a los dispositivos de la técnica conocida en la que los granos conductores son sumergidos en un aglutinante y en los que la continuidad eléctrica no es absoluta. Este trozo de tejido provoca por lo tanto un aumento de la conductividad por un factor 2 a 10, lo que permite mejorar los rendimientos de la pila y disminuir el tamaño de las zonas aislantes y por lo tanto el de las pilas.

15 Las aplicaciones pretendidas por tal tipo de tecnología de pila de combustible (monobloque o polielementos) son sistemas ligeros y portátiles, que necesitan alimentaciones eléctricas de tensión superior a 1 voltio, y en los que se plantean los problemas de pesos y formas.

20 El combustible que alimenta una pila, así construida, puede ser almacenado en forma de gas comprimido en el exterior de la pila o bien en forma adsorbida en hidruros, que pueden ser realizados en forma de hojas de hidruro en contacto con los ánodos.

#### 25 **Breve descripción de los dibujos**

La figura 1 ilustra un primer dispositivo de la técnica conocida.

La figura 2 ilustra un segundo dispositivo de la técnica conocida.

30 La figura 3 ilustra una trama localmente conductora según la invención.

Las figuras 4 a 6 ilustran respectivamente las etapas del procedimiento de la invención a la vez en una vista en corte transversal (figuras 4A, 5A y 6A) y en una vista desde arriba (figuras 4B, 5B, y 6B).

#### 35 **Exposición detallada de modos de realización particulares**

En la realización de pilas planas yuxtapuestas de la técnica conocida, como se ilustra en la figura 2, se utiliza una matriz porosa que se llena localmente de material apropiado a la función que debe desempeñar la zona llenada. Tal solución presenta problemas de estanqueidad en las interfaces de diferentes zonas. Además, la conductividad electrónica no es obligatoriamente elevada por la estructura misma del material poroso.

40 Para paliar tales inconvenientes la invención consiste en utilizar, en lugar de la matriz porosa, un tejido 30 de fibras de un solo componente. Como se ilustra en la figura 3, las fibras 31 de urdimbre son continuas de una punta a la otra de la pila (no hay interfaz, por lo tanto no hay pérdida de posición) y son de un material aislante eléctrico. Las fibras de trama son realizadas alternativamente por fibras aislantes 31' o fibras conductoras 32 de manera que realizan las diferentes funciones de un elemento de pila y yuxtaponen los elementos para constituir una pila.

50 Las fibras aislantes 31 y 31' son por ejemplo fibras poliméricas o de vidrio inerte químicamente. Las fibras conductoras 32 son por ejemplo fibras de carbono o de acero inoxidable.

Estas fibras conductoras 32 forman, como se ha ilustrado en la figura 3, unas zonas conductoras 33 con el fin de asegurar localmente en una anchura  $b$  una conductividad electrónica en el espesor de la trama. Esta anchura  $b$  puede ser del orden de 2 milímetros, para una superficie de tejido de en torno a 1 metro cuadrado, y un espesor comprendido entre 20 micrómetros y 100 micrómetros.

55 Como se ha ilustrado en la figura 3, este tejido 30 puede ser realizado por un hilo clásico tejido en ángulo recto. El número de fibras y el ángulo de tejido pueden variar en función de la geometría elegida para la pila.

60 El procedimiento de fabricación de tal pila de combustible plana comprende las siguientes etapas:

- corte, en la forma deseada, del trozo de tejido 30 que comprende zonas aislantes 34 separadas por zonas conductoras 33,

65 - depósito de una capa de junta 40 en todo el espesor de la periferia de este trozo de tejido 30 con ligero sobreespesor,

- depósito de un conductor iónico 41 en todo el espesor de este trozo de tejido 30,

- depósito de ánodos 44 en una primera superficie del trozo de tejido así llenado y de cátodos 45 en la otra superficie,

- 5 - depósito (no ilustrado en las figuras 4 a 6) de colectores electrónicos en uno de los dos extremos del conjunto de ánodos 44 y en el otro extremo del conjunto de cátodos 45.

Las diferentes etapas de depósito previstas anteriormente son realizadas ventajosamente con ayuda de plantillas.

- 10 Para mejorar el funcionamiento, evitando toda fuga iónica, es posible depositar juntas aislantes en una y otra parte de cada zona conductora 33.

- 15 Así, según estas etapas ilustradas en figuras 4 a 6, es posible realizar pilas de combustible planas que posean rendimientos superiores a los obtenidos por las pilas descritas en el documento referenciado [2], y un comportamiento mecánico reforzado por la supresión de una interfaz conductor iónico/conductor electrónico, limitando igualmente los riesgos de fugas internas que pueden provocar mezclas hidrógeno/oxígeno.

- 20 La estructura de pila de la invención presentada anteriormente no es más que un ejemplo. La invención puede aplicarse a las micropilas por ejemplos matricadas en un soporte o en todas las pilas que poseen, en un mismo plano, superficies conductoras eléctricas y superficies conductoras iónicas separadas.

#### Referencias

- 25 [1] Documento US 5.863.672

- [2] Documento FR 2.819.107

**REIVINDICACIONES**

- 5 1.- Pila de combustible plana que comprende un conjunto electrodo-membrana-electrodo, caracterizada porque la membrana comprende un tejido cuyas fibras (31) de urdimbre son fibras continuadas de material aislante eléctrico y cuyas fibras de trama son alternativamente fibras (31') de material aislante y fibras (32) de material conductor eléctrico, para formar respectivamente zonas aislantes (34) y zonas conductoras (33).
- 10 2.- Pila de combustible según la reivindicación 1, en la que las fibras (31, 31') de material aislante son de polímero o de vidrio inerte.
- 3.- Pila de combustible según la reivindicación 1, en la que las fibras (32) de material conductor eléctrico son fibras de carbono o fibras de acero inoxidable.
- 15 4.- Procedimiento de fabricación de una pila de combustible plana, que comprende las siguientes etapas:
- corte, en la forma deseada, de un trozo (30) de material,
  - depósito de una capa de junta (40) en todo el espesor de la periferia de este trozo de material con ligero sobreespesor,
  - 20 - depósito de un conductor iónico (41) en todo el espesor de este trozo de material,
  - depósito de ánodos (44) en una primera superficie del trozo de material así llenado y de cátodos (45) en la otra superficie de este,
  - 25 - depósito de colector electrónico en uno de los dos extremos del conjunto de ánodos (44) y en el otro extremo del conjunto de cátodos (45);
- 30 caracterizado porque el trozo de material es un trozo de tejido cuyas fibras (31) de urdimbre son fibras continuas de material aislante eléctrico y cuyas fibras de trama son alternativamente fibras (31') de material aislante y fibras (32) de material conductor eléctrico para formar respectivamente zonas aislantes (34) y zonas conductoras (33).
- 5.- Procedimiento según la reivindicación 4, en el que se depositan unas juntas aislantes en una y otra parte de las zonas conductoras (33) del tejido (30).

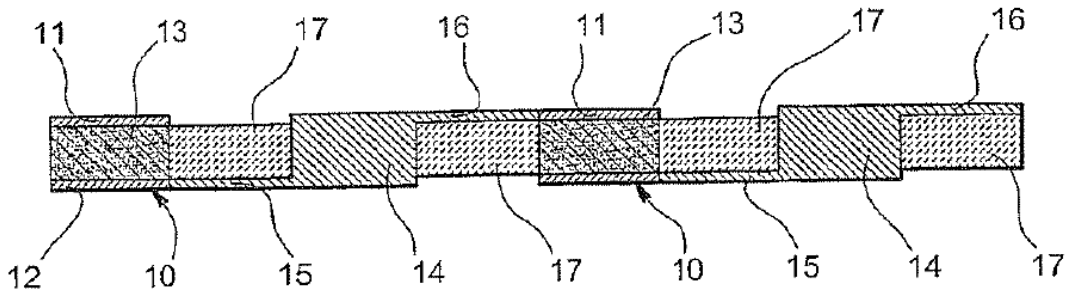


FIG. 1

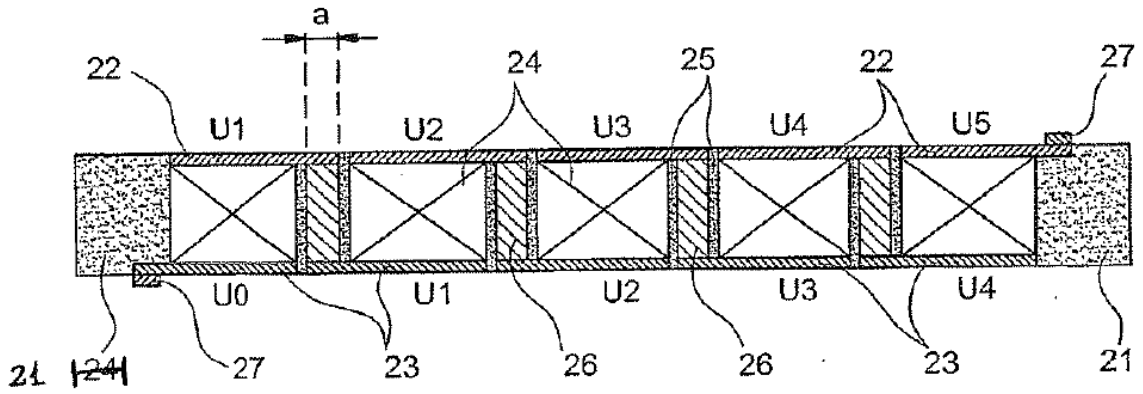


FIG. 2

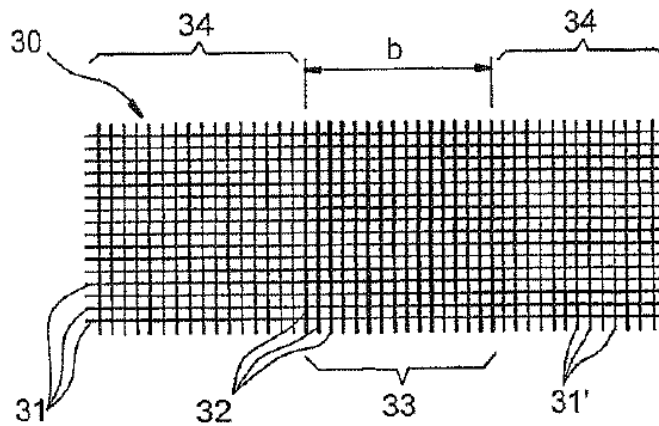


FIG. 3



FIG. 4A

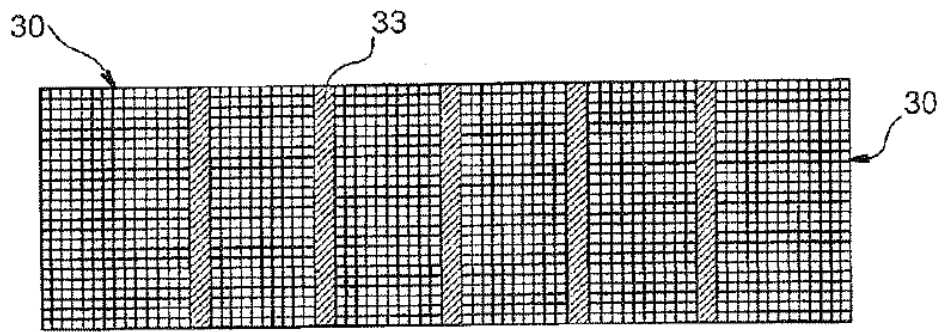


FIG. 4B

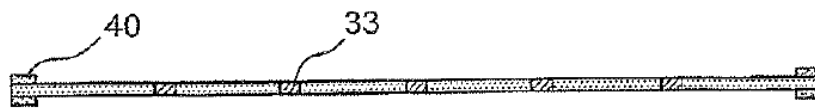


FIG. 5A

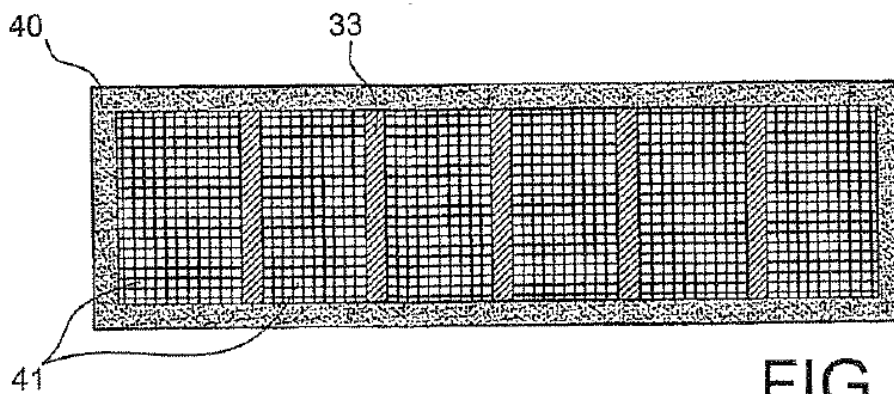


FIG. 5B



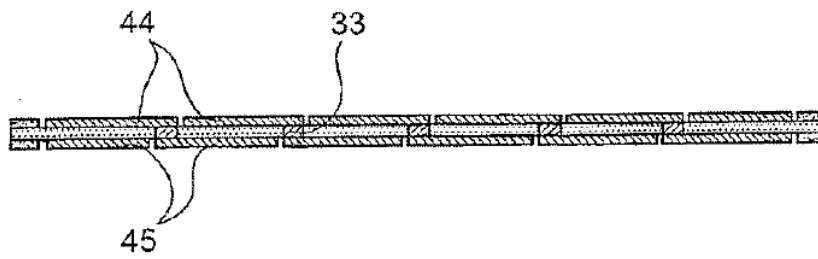


FIG. 6A

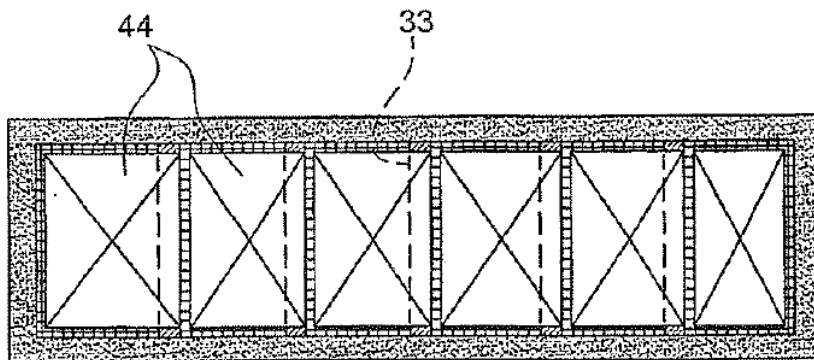


FIG. 6B