

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 554 255**

51 Int. Cl.:

H01M 8/24 (2006.01)

H01M 8/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **23.05.2012** **E 12722168 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **26.08.2015** **EP 2715853**

54 Título: **Disposición de células de combustible de óxido sólido microtubulares**

30 Prioridad:

23.05.2011 EP 11167086

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
17.12.2015

73 Titular/es:

**THE EUROPEAN UNION, REPRESENTED BY THE
EUROPEAN COMMISSION (100.0%)
Rue de la Loi, 200
1049 Brussels, BE**

72 Inventor/es:

**TSOTRIDIS, GEORGIOS y
WINKLER, WOLFGANG**

74 Agente/Representante:

CURELL AGUILÁ, Mireia

ES 2 554 255 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

Disposición de células de combustible de óxido sólido microtubulares.

5 **Introducción**

La presente invención se refiere a una disposición de células de combustible de óxido sólido microtubulares (SOFC), en particular para la construcción de una pila de células de combustible de óxido sólido.

10 Una célula de combustible de óxido sólido es un dispositivo de conversión electroquímica que produce electricidad directamente a partir de la oxidación de un combustible. La SOFC presenta un electrolito cerámico. Entre las ventajas de este tipo de células de combustible se incluyen una alta eficacia, estabilidad a largo plazo, flexibilidad de combustible, bajas emisiones y un coste relativamente bajo. La desventaja más grande es la alta temperatura de funcionamiento, que se traduce en tiempos de puesta en marcha más largos y en problemas de compatibilidad
15 mecánicos y químicos.

Con el fin de por ejemplo reducir los tiempos de puesta en marcha, se ha propuesto la utilización de células microtubulares en vez de células de tipo plano y su colocación en serie, obteniendo por tanto SOFC microtubulares, que consisten en un electrolito tubular intercalado entre dos electrodos, un ánodo y un cátodo. Dichos SOFC
20 microtubulares se muestran por ejemplo en el documento JP 44 07235, en el que elementos tubulares cortos se conectan en serie por medio de un interconector. Dichos interconectores son elementos en forma de anillo que reciben, en cada lado, un extremo de un elemento tubular corto. Un conjunto de una pluralidad de elementos tubulares cortos con interconectores entremedias forma un elemento de célula de combustible tubular largo.

25 Dichos elementos de célula de combustible tubulares largos también tienen que conectarse en paralelo. Para conseguirlo, el documento JP 4407235 sugiere conectar dos elementos en forma de anillo entre sí por tierra.

El interconector dado a conocer en el documento JP 44 07235 permite por lo tanto que los elementos de célula de combustible se conecten en serie y en paralelo. Sin embargo, la construcción de la célula de combustible utilizando
30 dichos interconectores es más bien engorrosa y lleva mucho tiempo. Además, cualquier huelgo entre un elemento tubular corto y un interconector puede ser problemático debido al gran número de elementos tubulares cortos conectados en serie. Incluso huelgos pequeños en un número de conexiones pueden acumularse rápidamente dando lugar a un huelgo inaceptable sobre la longitud del elemento de célula de combustible tubular, poniendo así en peligro la estabilidad de la célula de combustible.

35 El dispositivo electroquímico en el documento EP 0 562 724 da a conocer un elemento de conexión escalonado para conectar el electrodo interior de un elemento microtubular al electrodo exterior de otro elemento microtubular.

Objetivo de la invención

40 El objetivo de la presente invención es proporcionar una disposición de células de combustible de óxido sólido microtubulares mejorada que no muestre las limitaciones anteriores. Este objetivo se alcanza mediante la disposición tal como se describe en la reivindicación 1.

45 **Descripción general de la invención**

La presente invención propone una disposición de células de combustible de óxido sólido microtubulares que comprende por lo menos dos elementos microtubulares, comprendiendo los elementos microtubulares un electrodo interior tubular, recubierto en su superficie exterior con un electrolito, estando el electrolito recubierto en su superficie
50 exterior con un electrodo exterior tubular; y un elemento de conexión dispuesto entre los elementos microtubulares para conectar un extremo de un elemento microtubular a un extremo del otro elemento microtubular. Según un aspecto importante de la invención, el elemento microtubular comprende una primera parte de extremo con un cono interior dispuesto en el electrodo interior tubular y una segunda parte de extremo con un cono exterior dispuesto en el electrodo exterior tubular para formar una conexión eléctrica en serie de los elementos microtubulares. El cono interior se obtiene mediante reducción del grosor del electrodo interior hacia el primer extremo del elemento microtubular y el cono exterior se obtiene mediante reducción del grosor del electrodo exterior hacia el segundo extremo del elemento microtubular. El elemento de conexión comprende una placa de interconexión metálica que presenta un primer lado y un segundo lado opuesto. La placa de interconexión está provista al menos de un orificio; un primer conector metálico en el primer lado y dispuesto alrededor del orificio y un segundo conector metálico en el
60 segundo lado y dispuesto alrededor del orificio. El primer conector metálico presenta una forma cónica con una sección transversal que se estrecha en una dirección de alejamiento de dicha placa de interconexión, estando dimensionado y dispuesto el primer conector metálico para entrar en contacto con la primera parte de extremo de uno de los elementos microtubulares. El segundo conector metálico presenta una forma cónica con una sección transversal que aumenta en una dirección de alejamiento de la placa de interconexión, estando dimensionado y dispuesto el segundo conector metálico para entrar en contacto con la segunda parte de extremo de otro de los
65 elementos microtubulares.

Los elementos microtubulares pueden apilarse rápida y fácilmente mediante la utilización de la placa de interconexión metálica. El pequeño tamaño de los elementos microtubulares, el propio diseño tubular y las cortas distancias de las conexiones reducen el posible problema de que existan diferentes expansiones térmicas del material de tubo y del material de placa de interconexión metálica. Los conos permiten un sellado y una orientación de los tubos en el conjunto. El cono metálico de los conectores metálicos también permite una expansión térmica diferente del tubo y los conectores metálicos sin daños. La elección del material interconector puede optimizarse con fines de vida útil. Una alta flexibilidad de la geometría de la placa de interconexión permite una amplia aplicación debido a una geometría de pila muy flexible. Además, la placa de interconexión aumenta la estabilidad de la célula de combustible. Incluso si hay un pequeño huelgo entre un elemento microtubular y la placa de interconexión, este pequeño huelgo no se multiplica por la longitud de la célula de combustible, ya que la placa de interconexión cubre la anchura entera de la célula de combustible. Los conos también permiten reducir dicho huelgo.

Preferentemente, la disposición comprende una pluralidad de elementos microtubulares, en la que elementos microtubulares sucesivos se conectan entre sí por medio de una placa de interconexión metálica, formando la pluralidad de elementos microtubulares un elemento de célula de combustible tubular. Una pluralidad de elementos microtubulares se conectan en serie para proporcionar un elemento de célula de combustible tubular largo.

Ventajosamente, una pluralidad de elementos de célula de combustible tubulares se disponen de forma paralela entre sí formando una pila de células de combustible, comprendiendo la placa de interconexión metálica una pluralidad de orificios, estando asociado cada uno con un primer conector metálico en el primer lado y un segundo conector metálico en el segundo lado. Por tanto, una pila de células de combustible puede construirse fácilmente utilizando una pluralidad de placas de interconexión metálicas que presentan una pluralidad de orificios. Las placas de interconexión metálicas no solo conectan elementos microtubulares en cascada en serie, sino que también conectan elementos de célula de combustible tubulares en paralelo. Esta disposición permite una construcción sencilla y robusta de la pila de células de combustible. Además, garantiza una buena conectividad entre los diversos elementos y por tanto una eficacia mejorada de la pila de células de combustible.

El primer conector metálico y/o dicho segundo conector metálico están preferentemente realizados a partir de material dúctil. El material no debe ser frágil, ya que debería permitir una deformación durante el calentamiento o enfriamiento sin destruir el material cerámico.

El primer conector metálico y/o el segundo conector metálico pueden estar realizados a partir de o recubiertos con un material seleccionado de entre el grupo que comprende plata, metales plateados o metales que contienen plata.

Ventajosamente, la placa de interconexión está provista de por lo menos un orificio auxiliar para hacer pasar a través del mismo por lo menos un tubo intercambiador de calor. Dichos tubos intercambiadores de calor son de particular interés si la pila se hace funcionar en modo isotérmico. En tal modo isotérmico, la temperatura de entrada y de salida de la pila es la misma y no hay diferencia de temperatura entre los flujos entrantes y salientes. Por tanto, se recomienda un dispositivo de enfriamiento para la extracción de calor.

Alternativamente, la pila puede hacerse funcionar en modo adiabático, en el que solo está disponible aire reactante para enfriar la pila y tiene que aceptarse una diferencia de temperatura entre la entrada y la salida como consecuencia dependiendo del aire en exceso diseñado. La cantidad de aire se determina mediante la diferencia de temperatura de pila permisible. Por tanto, no se necesita ningún dispositivo de enfriamiento o medio de enfriamiento en modo adiabático.

Puede utilizarse una mezcla de ambos modos de funcionamiento: el adiabático y el isotérmico.

El calor extraído puede utilizarse para el procesamiento de combustible (en su mayor parte antes de reformar, es decir, oxidar C_nH_m mediante H_2O , una reacción endotérmica) y el intercambiador de calor se forma como reactor reformador en un componente de pila.

Desde un punto de vista termodinámico, también es posible integrar la pila en un proceso químico y utilizar el calor de los enfriadores de pila para hacer funcionar cualquier proceso endotérmico en la industria química.

La placa de interconexión metálica puede presentar una sección transversal hexagonal para minimizar el volumen de pila.

La placa de interconexión metálica puede presentar una sección transversal rectangular en la que la longitud del rectángulo es considerablemente mayor que la de su anchura. Un diseño "a rayas" de este tipo puede ser ventajoso para la integración en diferentes aplicaciones como un calentador generador de energía.

La placa de interconexión metálica comprende ventajosamente conectores eléctricos para conectar eléctricamente diferentes pilas de células de combustible a un módulo de células de combustible.

La placa de interconexión metálica comprende ventajosamente conectores mecánicos para conectar mecánicamente diferentes pilas de células de combustible a un módulo de células de combustible.

5 Características ventajosas adicionales de la invención se muestran en las reivindicaciones dependientes y en la siguiente descripción detallada.

Descripción detallada con respecto a las figuras

10 La presente invención resultará más evidente a partir de la siguiente descripción de una forma de realización no limitativa haciendo referencia a los dibujos adjuntos, en los que

la figura 1 es un corte esquemático a través de una disposición según la invención, que comprende un primer elemento microtubular, un segundo elemento microtubular y una placa de interconexión metálica entremedias;

15 la figura 2 es un corte esquemático a través de una pila de células de combustible según la invención; y

la figura 3 es un corte esquemático a través de una disposición según la invención en la que además se proporciona un tubo de enfriamiento.

20 La figura 1 muestra esquemáticamente dos elementos microtubulares conectados entre sí por medio de una placa de interconexión metálica. La figura muestra dos elementos microtubulares 10, 10' y dos placas de interconexión metálicas 12, 12'. Cada elemento microtubular 10, 10' está formado por un electrodo interior tubular 14 recubierto con un electrolito 16, que, a su vez, está recubierto con un electrodo exterior tubular 18. El electrolito 16 está en esencia intercalado entre los electrodos interior y exterior 14, 18. Si el electrodo interior 14 es un ánodo, el electrodo exterior 18 será un cátodo. De manera similar, si el electrodo interior 14 es un cátodo, el electrodo exterior 18 será un ánodo.

30 El elemento microtubular 10, 10' presenta una primera parte de extremo 20 que se dirige a un primer extremo 24 y una segunda parte de extremo 26 que se dirige a un segundo extremo 28. En la primera parte de extremo 20, el electrodo exterior 18 está provisto de un cono exterior 30, es decir, el grosor del electrodo exterior 18 se reduce hacia el primer extremo 24 del elemento microtubular 10, 10'. En la segunda parte de extremo 26, el electrodo interior 14 está provisto de un cono interior 32, es decir, el grosor del electrodo interior 14 se reduce hacia el segundo extremo 28 del elemento microtubular 10, 10'.

35 La placa de interconexión metálica 12 comprende un orificio 34 para permitir la comunicación de fluido entre los canales interiores de dos elementos microtubulares adyacentes 10, 10'. Una placa de interconexión 12 de este tipo presenta un primer lado 36 dirigido hacia un primer elemento microtubular 10 y un segundo lado opuesto 38 dirigido hacia un segundo elemento microtubular 10'.

40 En su primer lado 36, la placa de interconexión 12 comprende un primer conector metálico 40 dispuesto alrededor del orificio 34. El primer conector metálico 40 presenta una sección transversal interior que corresponde a la sección transversal exterior de la primera parte de extremo 20 del primer elemento microtubular 10.

45 En su segundo lado 38, la placa de interconexión 12 comprende un segundo conector metálico 42 dispuesto alrededor del orificio 34. El segundo conector metálico 42 presenta una sección transversal exterior que corresponde a la sección transversal interior de la segunda parte de extremo 26 del segundo elemento microtubular 10'.

50 Los conectores metálicos primero y segundo 40, 42 pueden estar provistos de unos poros para permitir que el gas reactante fluya hacia y desde el electrolito. Dichos poros garantizan que el flujo reactante a través del elemento microtubular 10, 10' pueda tener lugar por toda su longitud. Por tanto, la presencia de los conectores metálicos primero y segundo 40, 42 sobre parte de la superficie del elemento microtubular 10, 10' no reduce la eficacia de la célula de combustible.

55 Los conectores metálicos primero y segundo 40, 42 pueden estar realizados a partir de material dúctil, garantizando por tanto la flexibilidad suficiente de los elementos microtubulares 10, 10' con respecto a la placa de interconexión 12.

60 La conexión en forma de cono entre los elementos microtubulares 10, 10' y la placa de interconexión 12 garantiza el sellado suficiente entre el interior y el exterior de los elementos microtubulares 10, 10', obligando por tanto a que la transferencia de fluido entre el interior y el exterior de los elementos microtubulares 10, 10' se produzca a través del electrolito 16.

65 Además, el cono metálico permite una expansión térmica diferente entre los elementos microtubulares 10, 10' y la placa de interconexión 12 sin daños. La elección de material para la placa de interconexión 12 puede optimizarse con fines de vida útil.

Una alta flexibilidad de la geometría de la placa de interconexión 12 permite una amplia aplicación debido a una geometría de pila muy flexible.

Un ejemplo de una geometría de pila se muestra en la figura 2, que en particular muestra una parte de un corte a través de una pila de células de combustible 44. Una pila de células de combustible 44 de este tipo comprende un número de placas de interconexión 12, 12' que presentan una pluralidad de orificios 34, presentando cada orificio 34 un primer conector metálico 40 y un segundo conector metálico 42 asociado con el mismo. Los elementos microtubulares 10, 10' y las placas de interconexión 12, 12' están dispuestas en serie de manera que forman elementos de célula de combustible tubulares largos 46, 46', 46". La figura 2 muestra un corte a través de una pila de células de combustible 44 y muestra por tanto una fila de elementos de célula de combustible tubulares largos 46, 46', 46" en solo una primera dirección. Se apreciará que las placas de interconexión 12, 12' presentan además una pluralidad de orificios 34 en una segunda dirección, formando por tanto elementos de célula de combustible tubulares largos también en la segunda dirección, construyendo así una disposición en tres dimensiones de una pila de células de combustible 44.

Por tanto, las placas de interconexión 12, 12' de una pila de células de combustible 44 de este tipo no solo conectan elementos microtubulares individuales 10, 10' en serie, sino también en paralelo. Por ello, no es necesario proporcionar conexiones adicionales para conectar un elemento de célula de combustible tubular largo 46, 46', 46" a otro.

Aunque no se muestra en las figuras, las placas de interconexión 12, 12' pueden comprender además conectores, para conectar eléctrica y mecánicamente pilas de células de combustible adyacentes 44 entre sí, formando por tanto un módulo de SOFC.

La figura 3 muestra una pila en la que las placas de interconexión 12, 12' comprenden además orificios auxiliares 48 para recibir a través de los mismos un tubo intercambiador de calor 50. Los orificios auxiliares 48 están dispuestos de manera que están en línea a lo largo de una serie de placas de interconexión 12, 12'. Un tubo intercambiador de calor 50 de este tipo sirve como dispositivo de enfriamiento integrado dentro de la pila 44 para extraer calor de la misma.

Lista de número de referencia

10	elemento microtubular	34	orificio
10'	elemento microtubular	36	primer lado
12	placa de interconexión	38	segundo lado
12'	placa de interconexión	40	primer conector metálico
14	electrodo interior tubular	42	segundo conector metálico
16	electrolito	44	pila de células de combustible
18	electrodo exterior tubular	46	elemento de célula de combustible tubular largo
20	primera parte de extremo	46'	elemento de célula de combustible tubular largo
24	primer extremo	46"	elemento de célula de combustible tubular largo
26	segunda parte de extremo	48	orificio auxiliar
28	segundo extremo	50	tubo intercambiador de calor
30	cono exterior		
32	cono interior		

REIVINDICACIONES

1. Disposición de células de combustible de óxido sólido microtubulares, que comprende

- 5 una pila de células de combustible que comprende por lo menos dos elementos de célula de combustible tubulares, estando dichos elementos de célula de combustible tubulares dispuestos paralelos entre sí;

comprendiendo cada elemento de célula de combustible tubular por lo menos dos elementos microtubulares, comprendiendo dichos elementos microtubulares un electrodo interior tubular, recubierto en su superficie exterior
10 con un electrolito, estando dicho electrolito recubierto en su superficie exterior con un electrodo exterior tubular;

un elemento de conexión dispuesto entre dichos por lo menos dos elementos microtubulares para conectar un extremo de un elemento microtubular a un extremo del otro elemento microtubular;

15 caracterizada por que

dichos por lo menos dos elementos microtubulares de dicho elemento de célula de combustible tubular comprenden una primera parte de extremo con un cono interior dispuesto en dicho electrodo interior tubular y una segunda parte de extremo con un cono exterior dispuesto en dicho electrodo exterior tubular para formar una
20 conexión eléctrica en serie de dichos elementos microtubulares, siendo dicho cono interior obtenido mediante la reducción del grosor del electrodo interior hacia el primer extremo del elemento microtubular y siendo dicho cono exterior obtenido mediante la reducción del grosor del electrodo exterior hacia el segundo extremo del elemento microtubular;

25 dicho elemento de conexión comprende una placa de interconexión metálica que presenta un primer lado y un segundo lado opuesto, estando dicha placa de interconexión provista de por lo menos dos orificios, un orificio asociado con cada uno de dichos por lo menos dos elementos de célula de combustible tubulares, comprendiendo dicha placa de interconexión, alrededor de cada uno de dichos orificios:

30 - un primer conector metálico en dicho primer lado, presentando dicho primer conector metálico una forma cónica con una sección transversal que se estrecha en una dirección de alejamiento de dicha placa de interconexión, estando dimensionado y dispuesto dicho primer conector metálico para entrar en contacto con dicha primera parte de extremo de uno de dichos elementos microtubulares

35 - un segundo conector metálico en dicho segundo lado, presentando dicho segundo conector metálico una forma cónica con una sección transversal que aumenta en una dirección de alejamiento de dicha placa de interconexión, estando dimensionado y dispuesto dicho segundo conector metálico para entrar en contacto con dicha segunda parte de extremo de otro de dichos elementos microtubulares.

40 2. Disposición según la reivindicación 1, en la que dicho primer conector metálico y/o dicho segundo conector metálico están provistos de unos poros para permitir que fluya gas reactante hacia dicho electrolito y desde el mismo.

45 3. Disposición según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que dicho primer conector metálico y/o dicho segundo conector metálico están realizados a partir de un material dúctil.

4. Disposición según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que dicho primer conector metálico y/o dicho segundo conector metálico están realizados a partir de o recubiertos con un material seleccionado de entre el grupo que comprende plata, metales plateados o metales que contienen plata.

50 5. Disposición según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que dicha placa de interconexión está provista de por lo menos un orificio auxiliar para hacer pasar a través del mismo por lo menos un tubo intercambiador de calor.

55 6. Disposición según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en la que dicha placa de interconexión metálica presenta una sección transversal hexagonal.

7. Disposición según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en la que dicha placa de interconexión metálica presenta una sección transversal rectangular, en la que la longitud del rectángulo es considerablemente mayor que
60 su anchura.

8. Disposición según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que dicha placa de interconexión metálica comprende unos conectores eléctricos.

65 9. Disposición según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que dicha placa de interconexión metálica comprende unos conectores mecánicos.

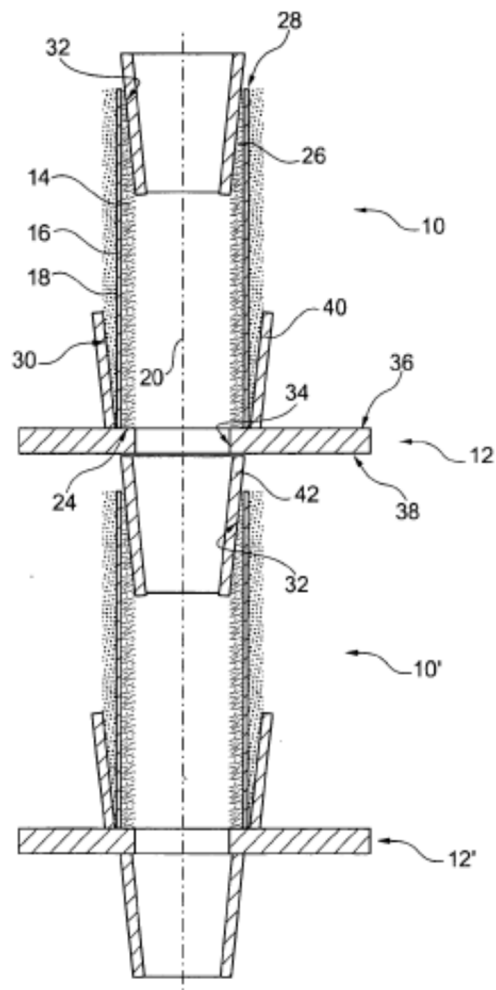


Fig. 1

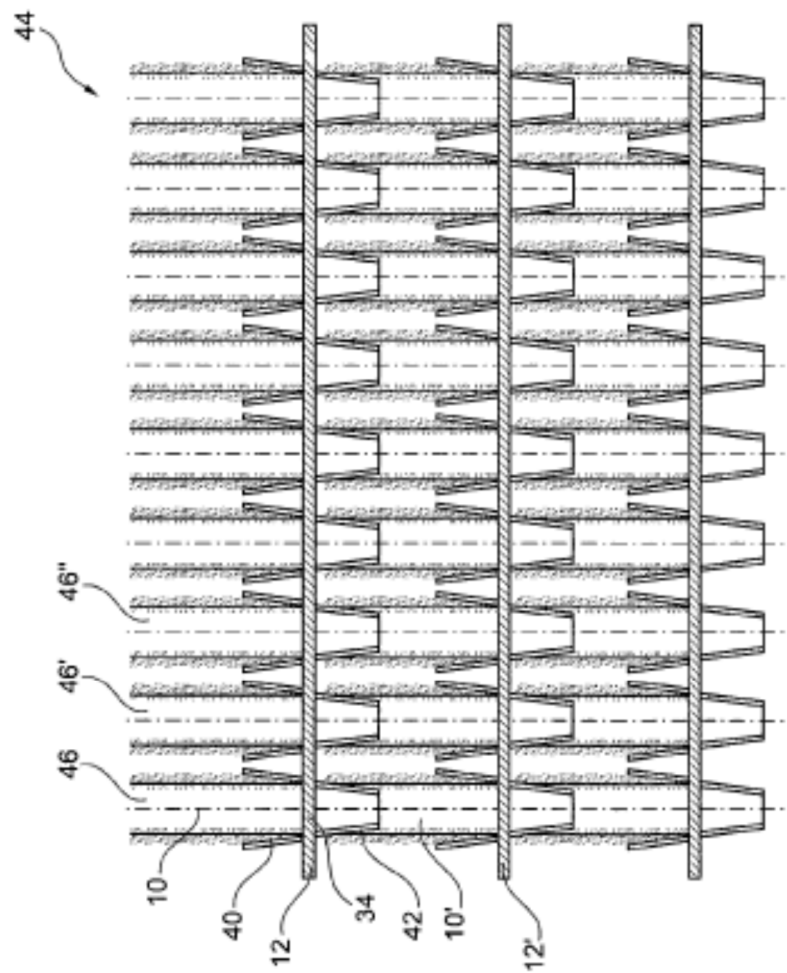


Fig. 2

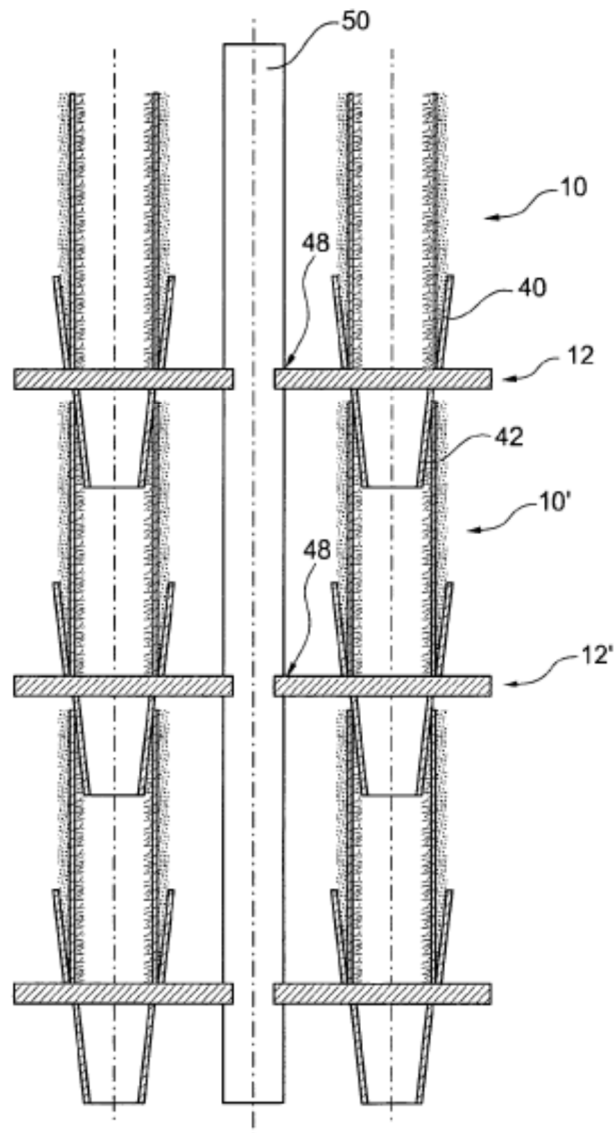


Fig. 3