

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 645 235**

51 Int. Cl.:

**C25B 9/06** (2006.01)

**C25B 11/12** (2006.01)

**C02F 1/461** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **13.10.2011 PCT/GB2011/051984**

87 Fecha y número de publicación internacional: **19.04.2012 WO12049512**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **13.10.2011 E 11773122 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **02.08.2017 EP 2627802**

54 Título: **Una célula bipolar para un reactor**

30 Prioridad:

**14.10.2010 GB 201017346**

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

**04.12.2017**

73 Titular/es:

**ELEMENT SIX TECHNOLOGIES LIMITED (100.0%)  
Global Innovation Centre, Fermi Avenue, Harwell  
Oxford  
Didcot, Oxfordshire OX11 0QR, GB**

72 Inventor/es:

**BRANDON, JOHN y  
CULLEN, PAUL**

74 Agente/Representante:

**CARPINTERO LÓPEZ, Mario**

ES 2 645 235 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

Una célula bipolar para un reactor

La invención se refiere a la célula bipolar para un reactor.

5 El diamante dopado con boro (BDD) es útil en la generación electroquímica de especies oxidantes en virtud de su inercia química y amplia ventana de potencial. Además el diamante es bien conocido por su conductividad térmica excepcional y su dureza. El uso de electrodos sólidos y revestidos con BDD en sistemas electroquímicos se ha descrito, por ejemplo, los documentos EP0659691 y US5399247. Estas patentes describen el uso de electrodos de diamante conductores en las células electroquímicas.

10 Es bien conocido que el área de una superficie de reacción electroquímica determina la tasa de producción de especies oxidantes (mol/s).

En el documento WO 2008/029258 se describe una célula bipolar que tiene la virtud de que los electrodos intermedios operan simultáneamente como un ánodo y un cátodo doblando efectivamente el área de trabajo del electrodo en comparación con un sistema operativo en una configuración estándar.

15 El BDD producido por deposición química de vapor (CVD) crece normalmente a un ritmo relativamente bajo medido en micrómetros o unas pocas decenas de micrómetros por hora. El proceso de fabricación requiere una considerable inversión de capital y de consumo de energía eléctrica en proporción a la superficie que se va a revestir. Las capas más gruesas son por tanto proporcionalmente más caras de producir que las capas más finas. Más importante aún, el coste por unidad de volumen de diamantes converge esencialmente en un límite inferior independientemente de la escala de fabricación.

20 Por lo tanto, un requisito de una célula electroquímica de electrodo BDD rentable es maximizar el área de superficie de trabajo del BDD en relación con su volumen.

25 Una capa fina de BDD normalmente de unas pocas decenas de micrómetros de espesor sobre un electrodo de metal parece satisfacer este requisito. El electrodo de metal proporciona también una estructura que es resistente a la deformación y fractura. También se puede argumentar que la resistencia eléctrica de un revestimiento de BDD sobre un sustrato metálico altamente conductor será menor que la de la capa de diamante independiente de espesor equivalente. A pesar de estas ventajas, sin embargo, el sustrato de metal es propenso al ataque por oxidación de especies debido a la presencia de defectos en el revestimiento que interrumpen el sello hermético. Los revestimientos más gruesos no son la solución por las siguientes razones

- 30 1. todavía no hay garantía de que los defectos serán eliminados particularmente en las esquinas/bordes
2. mayores tensiones/tensiones no coincidentes aumentan la probabilidad de deslaminación o fractura por tensión del revestimiento
3. gasto adicional para producir una capa más gruesa (ambos lados)

35 Los electrodos de BDD de lado libre son, por tanto, una alternativa más robusta para los electrodos revestidos, puesto que no son propensos a fallos por oxidación. Un defecto importante de los electrodos de BDD independientes es su resistencia, relativamente pobre, a la fractura. Aunque el BDD de buena calidad puede tener una resistencia normalmente en exceso de 300MP es un material frágil relativamente sensible a la carga mecánica adversa.

40 En la célula bipolar que se describe en el documento WO 2008/029258, los electrodos centrales se soportan en el borde por un material flexible. Como tal, el electrodo se puede tratar como estando simplemente soportado desde la perspectiva de cálculo de tensiones resultantes de cargas mecánicas. La tensión de tracción máxima,  $\sigma_{max}$ , en un disco simplemente soportado que consiste en un material homogéneo y que se ha sometió a una carga uniforme se produce en el centro del disco y se puede calcular a partir de la siguiente ecuación:

$$\sigma_{max} = 3wR^2(3+\nu)/8t^2$$

**Ecuación 1**

45 Donde  $w$  es la carga en  $Pa$ ,  $R$  es el radio del disco en  $m$ ,  $\nu$  es la relación de Poisson y  $t$  es el espesor del disco en  $m$ . Esta ecuación demuestra que para una carga dada la tensión en la capa es proporcional al cuadrado del tramo no soportado e inversamente proporcional al cuadrado del espesor. A grandes rasgos, esto significa que si el tramo del electrodo se duplica entonces el espesor del electrodo también debe duplicarse para mantener la tensión constante. La situación se complica por otros factores.

- 50 1. La tensión de fractura de diamante en la superficie de crecimiento se reduce a medida que el espesor de la capa aumenta. Esto se debe a la fuerza del diamante que se controla por el tamaño del defecto característico; en este caso, el tamaño de los granos. Puesto que el tamaño de grano en la cara crecimiento aumenta más o menos proporcionalmente con el espesor, la tensión de fractura cae correspondientemente.
2. La tensión de fractura del diamante se distribuye alrededor de una media estadística. Esta distribución de la tensión de fractura se describe por la expresión módulo de Weibull: un mayor módulo de Weibull define una distribución más estrecha de tensión de fractura. Sin embargo, la tensión de rotura es dependiente del área  $y$ ,

estadísticamente, es más probable que los electrodos más grandes contengan regiones que se fracturarán a una tensión más baja.

La consecuencia de estos dos factores es que una capa de independiente de mayor diámetro requerirá un aumento desproporcionado de espesor para mantener la robustez mecánica incurriendo así en costes adicionales.

- 5 Otro factor crítico en el diseño de una célula electroquímica efectiva es la optimización de la separación entre electrodos. La reducción de la distancia entre los electrodos puede tener beneficios en la mejora de la eficiencia energética de la célula. Esto se debe a que una separación más pequeña reduce la resistividad eléctrica del electrolito y las correspondientes pérdidas óhmicas durante el funcionamiento celular. En el documento WO 2008/029258 la célula se construye en una serie de placas o capas asociadas con cada electrodo. Si bien este diseño tiene la virtud de ser de construcción modular hay límites prácticos colocados en la separación de los electrodos, puesto que cada placa debe incorporar un canal de alimentación para el electrolito, una estructura de soporte para el electrodo en sí y alguna forma de sellador. De manera óptima, el procedimiento de construcción permitiría que la separación de los electrodos se reduzca independiente de factores tales como el espesor de placa mínimo práctico.
- 10
- 15 Finalmente, es ventajoso para ser más rentable que la célula electroquímica sea de construcción simple y capaz de fabricarse a bajo coste.

Los problemas se pueden resumir en:

1. Los electrodos de BDD más finos son propensos a la fractura mecánica
2. Los electrodos más gruesos son demasiado caros de producir
- 20 3. El límite inferior práctico de separación entre electrodos es mayor que el óptimo
4. La turbulencia insuficiente en la célula reduce la tasa de transporte de masa en la superficie del electrodo.

De acuerdo con un aspecto de la invención, se proporciona una célula bipolar para un reactor para el tratamiento de electrolito incluidas las aguas residuales y efluentes, o para la electrosíntesis de la célula que comprende electrodos de extremo y al menos un electrodo bipolar entre los mismos, comprendiendo el o cada electrodo bipolar una lámina de diamante, incluyendo la célula una estructura de soporte porosa entre cada electrodo de extremo y la lámina de diamante adyacente y, donde hay más de una lámina de diamante, habiendo una estructura de soporte porosa entre el o cada par de láminas de diamante adyacentes, actuando las estructuras de soporte para ponerse en contacto con y soportar la o cada lámina de diamante.

25

Por lo tanto, la estructura de soporte porosa forma una capa intercalada para soportar la o cada lámina de diamante, lo que reduce el riesgo de fractura mecánica y permitiendo el uso de electrodos de diamante más finos. La presencia de la estructura de soporte entre pares adyacentes de electrodos asegura que los electrodos queden separados entre sí y, por lo tanto, reduce el límite práctico inferior de separación entre electrodos. La porosidad de las estructuras de soporte aumenta la turbulencia en la célula lo que mejora la tasa de transporte de masa en la superficie del electrodo.

30

35 Cada estructura de soporte es preferentemente elástica. De esta manera, las tensiones mecánicas pueden absorberse. Cada estructura de soporte puede comprender una malla o fieltro. En otra realización, cada estructura de soporte comprende un cuerpo perforado con canales pasantes. En una realización adicional, cada estructura de soporte comprende un entramado de varillas. El entramado puede disponerse de manera que las varillas están en un ángulo agudo con respecto a la dirección de flujo a través de la célula. Esto mejora la turbulencia.

40 Cada estructura de soporte se puede fabricar de cualquier material adecuado y, por ejemplo, se puede fabricar de material plástico resistente a la corrosión tal como PP, PVDF o PTFE.

Las estructuras de soporte pueden tener una disposición aleatoria o sistemática de poros. En una realización, las estructuras de soporte tienen poros que disminuyen en tamaño de la entrada a la salida de la célula. De esta manera, la migración progresiva de partículas gruesas a partículas progresivamente más finas se permite a través de la célula.

45

De acuerdo con otro aspecto de la solicitud, se proporciona una célula de electrodo para un reactor para el tratamiento de electrolito incluidas las aguas residuales y efluentes o para la electrosíntesis, comprendiendo la célula un cuerpo celular y un casete que comprende una pluralidad de láminas de electrodos de diamante montadas con una separación entre sí en una pila, el casete se monta en el cuerpo de la célula por medios elásticos, los medios elásticos se disponen para absorber elásticamente movimiento perpendicular a las láminas de electrodos.

50

Mediante la formación de los electrodos en un casete que se puede montar en el cuerpo celular, la fabricación se simplifica. El montaje elástico del casete permite la expansión y contracción de la célula debido a los efectos de la expansión térmica o de otras fuentes de tensión que se producen durante el funcionamiento. Esto es particularmente importante cuando las láminas de diamante que se utilizan son relativamente finas.

55 Los medios elásticos pueden comprender al menos un resorte. El o cada resorte puede adoptar cualquier forma

- adecuada, pero en una realización preferida, los medios elásticos comprenden al menos un resorte helicoidal. El o cada resorte puede tener cualquier longitud adecuada, pero en una realización preferida, el o cada resorte es tal que el o cada resorte se dispone para moverse sobre menos el 10 % de su movimiento disponible, durante su uso normal. De esta manera, los resortes mantienen la carga consistente en el casete. El o cada resorte puede ser tal que el o cada resorte se disponga para moverse sobre menos del 5 % de su movimiento disponible durante su uso normal. Preferentemente, el medio elástico comprende una pluralidad de resortes.
- 5 El medio elástico puede estar en un solo lado de la pila, pero preferentemente se proporciona en ambos lados de la pila.
- 10 Las láminas de electrodos se pueden montar de cualquier manera adecuada. Las láminas de electrodos se pueden separar por medios de separación entre los mismos. Las láminas de electrodos se pueden montar juntas en el casete por medios de unión. Los medios de unión pueden tomar cualquier forma adecuada y pueden comprender al menos una varilla a través de la pila de láminas de electrodo. El o cada varilla puede llevar el o cada medio de separación, y/o el o cada medios de separación se puede llevar para intercalarse entre y ponerse en contacto con las láminas.
- 15 El cuerpo de célula se puede fabricar de material plástico.
- De acuerdo con un aspecto adicional de la aplicación, se proporciona una célula para un reactor para el tratamiento de un electrolito incluidas las aguas residuales y efluentes, o para la electrosíntesis, incluyendo la célula un casete que comprende una pluralidad de láminas de electrodos de diamante montadas separadas entre sí en una pila, incluyendo la célula además un cuerpo celular y al menos una tapa de extremo de tal manera que el casete se recibe en el cuerpo y queda retenido por la fijación de la o de cada tapa de extremo, la o cada tapa de extremo se conecta al cuerpo por al menos un perno, atornillándose el o cada perno en un orificio roscado en un muñón en el cuerpo.
- 20 Un perno se puede atornillar en un orificio roscado en el cuerpo de plástico, pero el uso de un muñón proporciona una unión roscada mucho más fuerte, así como la difusión de la carga sobre la longitud del muñón.
- 25 Convenientemente, el cuerpo define una entrada y una salida para las aguas residuales y efluentes que se van a tratar y un colector se puede fijar a la entrada y/o la salida. El o cada colector se puede conectar a la célula mediante al menos un perno, atornillándose el o cada perno en un orificio roscado en un muñón en el cuerpo. Preferentemente, un muñón común en el cuerpo recibe tanto el o un perno de la tapa de extremo como el o un perno que conecta un colector. Esto reduce el número de piezas necesarias y simplifica la construcción.
- 30 Convenientemente, hay dos tapas de extremos que pueden estar en los extremos opuestos del cuerpo.
- El casete se monta preferentemente en la célula por medios elásticos, los medios elásticos se disponen para absorber elásticamente el movimiento perpendicular a las láminas de electrodo, la dirección perpendicular a las láminas de electrodos preferentemente correspondiente a la dirección de inserción del casete en el cuerpo y también preferentemente correspondiente a la dirección del eje del o de cada perno de conexión del o de cada tapa de extremo al cuerpo. Los medios elásticos pueden comprender al menos un resorte que actúa preferentemente en dicha dirección.
- 35 La relación de espesor del electrodo con respecto a la separación entre electrodos puede ser de 1:500 o menos, preferentemente de 1:300, preferentemente de 1:200, preferentemente de 1:100, preferentemente de 1:50, preferentemente de 1:20, preferentemente de 1:10, preferentemente de 1:4 o menos.
- 40 El diseño del reactor hace posible un alto rendimiento líquido sin daño a los electrodos frágiles. El reactor se puede disponer para flujo pasante de al menos 0,5 m<sup>3</sup>/h, preferentemente al menos 1 m<sup>3</sup>/h, preferentemente al menos 3 m<sup>3</sup>/h, preferentemente al menos 5 m<sup>3</sup>/h, preferentemente al menos 10 m<sup>3</sup>/h, más preferentemente al menos 20 m<sup>3</sup>/h, más preferentemente al menos 30 m<sup>3</sup>/h, preferentemente al menos 50 m<sup>3</sup>/h.
- 45 La célula comprende preferentemente una placa de respaldo utilizada para entrar en contacto eléctrico con el electrodo de diamante de extremo. La placa de respaldo es preferentemente un buen conductor eléctrico, preferentemente un buen conductor térmico y preferentemente resistente a la corrosión. Las placas de respaldo se pueden fabricar de metal tal como cobre, titanio o niobio.
- Las realizaciones de la invención se describirán a continuación a modo de ejemplo y con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:
- 50 la Figura 1 es un alzado lateral en sección transversal de una célula bipolar en una realización de la invención referida como el Ejemplo 1;  
la Figura 2 es una vista en planta del cuerpo principal de la célula bipolar de la Figura 1 sin la tapa de extremo;  
la Figura 3 es un alzado lateral de la célula de la Figura 1 con el colector retirado;  
la Figura 4 es un alzado lateral en sección transversal del cuerpo principal de la célula de la Figura 1;  
55 la Figura 5 es un alzado lateral del casete de la célula de la Figura 1;

la Figura 6 es una vista en planta de un disco de electrodo del casete de la célula de la realización;  
 la Figura 7 es una vista en planta fragmentaria de una estructura de soporte entre los electrodos adyacentes de la célula en el Ejemplo 2; y,  
 la Figura 8 es una vista en alzado fragmentaria de un casete en el Ejemplo 3.

## 5 Ejemplo 1

En la Figura 1 a la Figura 4, se muestra una estructura para una célula (100) electroquímica bipolar. En este diseño el cuerpo (1) de célula se construye en una sola pieza de plástico resistente a la corrosión tal como PVDF o PTFE. El cuerpo (1) de célula (100), que se muestra en más detalle en la Figura 4, es generalmente cilíndrico y tiene un taladro (102) que se extiende axialmente para alojar un conjunto de electrodos (17) de diamante intermedios montados en forma de un casete (4), inserto o pila. En cada extremo de la célula (100), una junta (10) tórica se monta en un saliente (98) anular que hace un sello continuo con dos conjuntos (5) de electrodos de extremos unidos. Cada uno de estos conjuntos (5) de electrodos unidos se compone de un electrodo (106) de BDD unido a un soporte (108) de metal adecuado utilizando un adhesivo eléctricamente conductor, soldadura blanda o fuerte. La placa (108) de respaldo de metal se elige para ser un buen conductor eléctrico, para proporcionar un soporte rígido para el electrodo (106) independiente de BDD sólido y para tener un cierto nivel de resistencia a la corrosión adecuada para el medio ambiente. Los materiales adecuados incluyen cobre, niobio o titanio. Las placas (108) de respaldo de metal se conectan a una fuente eléctrica (no mostrada), durante su uso. Una matriz (16) de perforaciones laterales se perfora en el cuerpo (1) para permitir el paso de líquido desde la entrada hasta la salida sin incurrir en una alta resistencia al flujo. Una matriz de orificios (16) envasados y cerrados proporciona un área de sección transversal óptima para el flujo de líquido y asegura la distribución del suministro de líquido de manera uniforme a lo largo del eje de la célula (100). Las caras (110) se mecanizan sobre la superficie del cuerpo (1) principal en lados opuestos de la célula (100). Dos colectores (3) se sellan contra estas caras (110) utilizando juntas (9) tóricas.

Los dos electrodos (106) de extremo se fijan a la célula (100) utilizando un sistema de anillo de apriete por resorte. Este comprende una tapa (114) de dos partes. Cada tapa (114) comprende un anillo (116) de sujeción que recibe los espárragos (14) en los taladros (113) para conectar la tapa (114) al cuerpo (1) de célula, y una parte (118) de resorte en su interior. El anillo (116) de sujeción define alrededor de su superficie (120) cilíndrica interior un saliente (122) orientado hacia abajo que se acopla a un saliente (124) orientado hacia arriba definido en la superficie (126) cilíndrica exterior de la parte (118) suspendida. De esta manera, debido a que las tuercas (12) se aprietan sobre a los espárragos (14) para sujetar el anillo (116) de sujeción sobre el cuerpo (1) de célula la parte (118) de resorte se acopla también de forma axial. La parte (118) suspendida define una pluralidad de cavidades (128). Cada cavidad recibe un resorte (112) helicoidal. El eje de los resortes (112), cavidades (128) y espárragos (14) son todos paralelos al eje del taladro (102) del cuerpo (1) de célula. El extremo de cada resorte (112) se apoya contra la placa (108) de respaldo de un electrodo (106) de extremo. La finalidad de los resortes (112) es mantener la carga consistente en los electrodos (106) de extremo, mientras que la célula (100) se expande y contrae debido a los efectos de la expansión térmica u otras fuentes de tensión que se producen durante el funcionamiento.

Los dos colectores (3) se unen al cuerpo (1) principal de la célula (100) a través de pernos (11) prisioneros que se anclan a dos pares de barras (1a) de muñón situadas en taladros (115) dentro del cuerpo (1) principal. Como se observa en las Figuras 1 y 2, los espárragos (11) son perpendiculares a los espárragos (14) y se adhieren a las mismas barras (1a) de muñón. Los beneficios del sistema de montaje de muñón son que

1. elimina la necesidad de pernos prisioneros que pasan a través de la célula (100) lo que pondría carga adicional sobre el cuerpo (1) de plástico y causaría una distorsión no deseable del taladro (102) central
2. rigidiza la cara (98) sobre la que se realiza la junta (10) tórica, mejorando de este modo la uniformidad de la compresión de la junta (10) tórica de estanqueidad en contacto con la cara (98)
3. proporciona un punto de anclaje fuerte que no podría conseguirse fácilmente mediante la fijación de los espárragos (11) directamente en el cuerpo (1) de plástico blando, incluso con un inserto de rosca. Los elementos de sujeción a los anillos (116) de sujeción se anclan también parcialmente mediante pernos (14) prisioneros y a través de un orificio roscado en la barra (1a) de muñón.

Los colectores (3) están equipados opcionalmente con adaptadores (7) sellados por juntas (8) tóricas para facilitar su conexión a un sistema de procesamiento de líquidos.

La estructura interna de los electrodos (17) de BDD bipolares se muestra en la Figura 5. Los electrodos (17) de BDD están pre-ensamblados en forma de una pila o casete (4) utilizando una serie de pasadores (19) y separadores. Las obleas (17) de BDD circulares mostradas en la Figura 6 tienen cada una siete orificios (130) cortados, utilizando un láser, por ejemplo. A través de los orificios (130) una serie de pasadores (19) de plástico, preferentemente PTFE, se inserta. En cada uno de los pasadores (19) se encuentra una serie de separadores (18) fabricados en un material resistente a la corrosión, tal como PTFE o una cerámica resistente a la oxidación tal como alúmina o silice. Es ventajoso que los separadores (18) se ajusten firmemente en los pasadores (19) de tal manera que los pasadores (19) y los separadores (18) permanezcan unidos después del montaje. El diámetro de los pasadores (19) y de los separadores (18) es idealmente tan pequeño como sea posible.

Las ventajas de esta disposición son las siguientes:

1. Los pasadores (19) y los separadores (18) proporcionan soporte mecánico a las obleas (17) y permiten la utilización de una oblea (17) fina.
2. La distancia entre los electrodos se establece cambiando el espesor de los separadores (18)
- 5 3. Los pasadores (19) se pueden extender para acomodar cualquier número de obleas (17); por ejemplo, cualquier número en el intervalo de 3-20 o más
4. El número de separadores (18) a través del disco (17) se puede aumentar para proporcionar más soporte, por ejemplo, utilizando una matriz de pasadores (18) envasados y cerrado en un paso arbitrario.

10 El número óptimo de pasadores (19) se define tomando en consideración factores tales como; el espesor del electrodo (17) de BDD, la carga prevista, el tamaño de los separadores (18). La única restricción para el número de pasadores (19) que pueden alojarse es el espacio físico disponible.

15 El casete (4) de electrodos (17) se puede desmontar convenientemente desde el cuerpo (1) celular sin la necesidad de desmontar la estructura celular general. Por lo tanto, la tapa (114) se retira desenroscando las tuercas (12) en los pernos (14), entonces el conjunto (5) de electrodos de extremo unidos y el casete (4) se elevan fuera del taladro (102) en el cuerpo (1) de célula.

La célula se puede utilizar en un reactor para el tratamiento de aguas residuales o efluentes o se puede utilizar para la electrosíntesis.

20 En la realización, cada electrodo (17) de BDD bipolar tiene un diámetro de aproximadamente 138 mm y un espesor de aproximadamente 0,5 mm. Los electrodos (17) se separan 5 mm entre sí. El espesor del electrodo con respecto a la proporción de separación es por tanto de 1:10.

La célula se utiliza para tratar las aguas residuales a un caudal de agua a través de la célula de 4 m<sup>3</sup>/h.

### Ejemplo 2

25 En otro ejemplo, los separadores (18) se omiten y los electrodos (17) se soportan en una estructura de tres dimensiones (Figura 7) que consiste en una serie de varillas (132) de plástico dispuesta ortogonalmente en un retículo regular. El diámetro de las varillas (132) determina la distancia de los electrodos (17) de la célula. Las varillas (132) se fijan por sí mismas en los intersticios ya sea moldeando la estructura, térmicamente en el caso de termoplástico o atravesándose en el caso de materiales que no son aptos para unirse utilizando otros procedimientos establecidos. Al disponerse de este modo, las varillas tienen la ventaja adicional de actuar como un promotor de turbulencia mediante el aumento de la velocidad relativa del flujo de líquido cerca de la superficie del electrodo y, por lo tanto, ayudar a promover la transferencia de masa. Las varillas (132) se pueden fabricar de PTFE o PVDF. Las varillas (132) constituyen una realización de la "estructura de soporte porosa" antes mencionada. Las varillas (132) se ponen en contacto con y proporcionan soporte mecánico a los electrodos (17). Debido al espacio en la célula puede haber un flujo pasante alto, de tanto como 50 m<sup>3</sup>/h del fluido que se va a tratar. El soporte proporcionado por la construcción de la invención significa que se pueden utilizar flujos pasantes altos sin fractura u otros daños a los electrodos de diamante.

### Ejemplo 3

40 En este ejemplo que se muestra en la Figura 8, las varillas (132) se omiten y la estructura de soporte de electrodo comprende una malla (134) tejida o fibras orientadas aleatoriamente fabricadas a partir de un material resistente a la corrosión, tales como PVDF o PTFE. Esta estructura tiene la ventaja de proporcionar un soporte compatible a través de la mayoría del área e lo electrodos (17) mientras permite la circulación de líquido. De esta manera el espesor del disco (17) puede reducirse aún más en un esfuerzo de reducir el volumen de BDD mientras que se consigue suficiente área superficial. Es particularmente muy adecuado para aplicaciones en las que el electrolito líquido contiene materia en partículas. En este ejemplo, la malla actúa como un filtro que atrapa las partículas lo suficiente para que puedan distribuirse por la acción química de la célula.

45 La densidad de la malla se puede variar a través de la célula para permitir la migración progresiva de partículas gruesas a partículas progresivamente más finas a través de la célula.

50 Será evidente que en todos los ejemplos anteriores el disco de diamante funcionará todavía como un electrodo (17) puesto que el disco permanece sustancialmente intacto, es decir, pueden existir grietas pero el disco está sustancialmente en una sola pieza – puesto que el disco se soporta en puntos suficiente para superar la desviación del electrodo en el área de la fractura.

La separación en esta realización es de 2 mm. La relación de espesor a separación es, por lo tanto, de 1:4. La célula se puede utilizar para la electrosíntesis.

### Ejemplo 4

En este ejemplo, la estructura de soporte comprende un material resistente a la corrosión de sección hueca en el

5 que una serie de canales se disponen longitudinalmente con la dirección del flujo de líquido. Tales estructuras están disponibles en una gama de materiales plásticos de ingeniería incluyendo polipropileno. Una serie de perforaciones en la superficie de la película facilitan el contacto del electrolito con la superficie del electrodo. Los orificios se pueden disponer en una matriz envasada cerrada para conseguir una gran área de contacto eficaz con los electrodos.

10 Es evidente que otras combinaciones de los Ejemplo 2 3 y 4 son posibles, por ejemplo: el procedimiento de soporte de pasador y separador del ejemplo 2 se puede combinar con la malla del Ejemplo 4 o el potenciador de turbulencia del Ejemplo 3 para conseguir la separación de placa independientemente de la conformidad de la malla e independientemente de las dimensiones del promotor de turbulencia.

**REIVINDICACIONES**

- 5 1. Una célula bipolar para un reactor, comprendiendo la célula electrodos de extremo y al menos un electrodo bipolar entre los mismos, comprendiendo el o cada electrodo bipolar una lámina de diamante, incluyendo la célula una estructura de soporte porosa entre cada electrodo de extremo y la lámina de diamante adyacente y, donde hay más de una lámina de diamante, habiendo una estructura de soporte porosa entre el o cada par de láminas de diamante adyacentes, actuando las estructuras de soporte para ponerse en contacto con, y soportar la o, cada lámina de diamante.
2. Una célula bipolar de acuerdo con la reivindicación 1, en la que cada estructura de soporte es resistente.
- 10 3. Una célula bipolar de acuerdo con la reivindicación 2, en la que cada estructura de soporte comprende una malla o fieltro.
4. Una célula bipolar de acuerdo con la reivindicación 1 o la reivindicación 2, en la que cada estructura de soporte comprende un cuerpo perforado con canales pasantes.
5. Una célula bipolar de acuerdo con la reivindicación 1 o la reivindicación 2, en la que cada estructura de soporte comprende un entramado de varillas.
- 15 6. Una célula bipolar de acuerdo con la reivindicación 5, en la que el entramado se dispone de manera que las varillas están según un ángulo agudo con respecto a la dirección de flujo a través de la célula.
7. Una célula bipolar de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, en la que las estructuras de soporte tienen poros que disminuyen en tamaño de la entrada a la salida de la célula.
- 20 8. Una célula de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, en la que la relación de espesor de electrodo a separación entre electrodos es de 1 a 500 o menor.
9. Una célula de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, en la que la célula se dispone para un flujo pasante de al menos 0,5 m<sup>3</sup>/h de fluido.
10. Una célula de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, en la que la célula comprende una placa de respaldo para hacer contacto eléctrico con cada electrodo de diamante de extremo.
- 25 11. Una célula de acuerdo con la reivindicación 10, en la que cada placa de respaldo se fabrica de cobre, titanio o niobio.
12. Una célula de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, siendo la célula para el tratamiento de electrolito que incluye las aguas residuales o efluentes.
13. Una célula de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 12, siendo la célula para la electrosíntesis.
- 30 14. El uso de una célula de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 13 para el tratamiento de electrolito, tal como aguas residuales o efluentes.
15. El uso de una célula de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 12 para electrosíntesis.

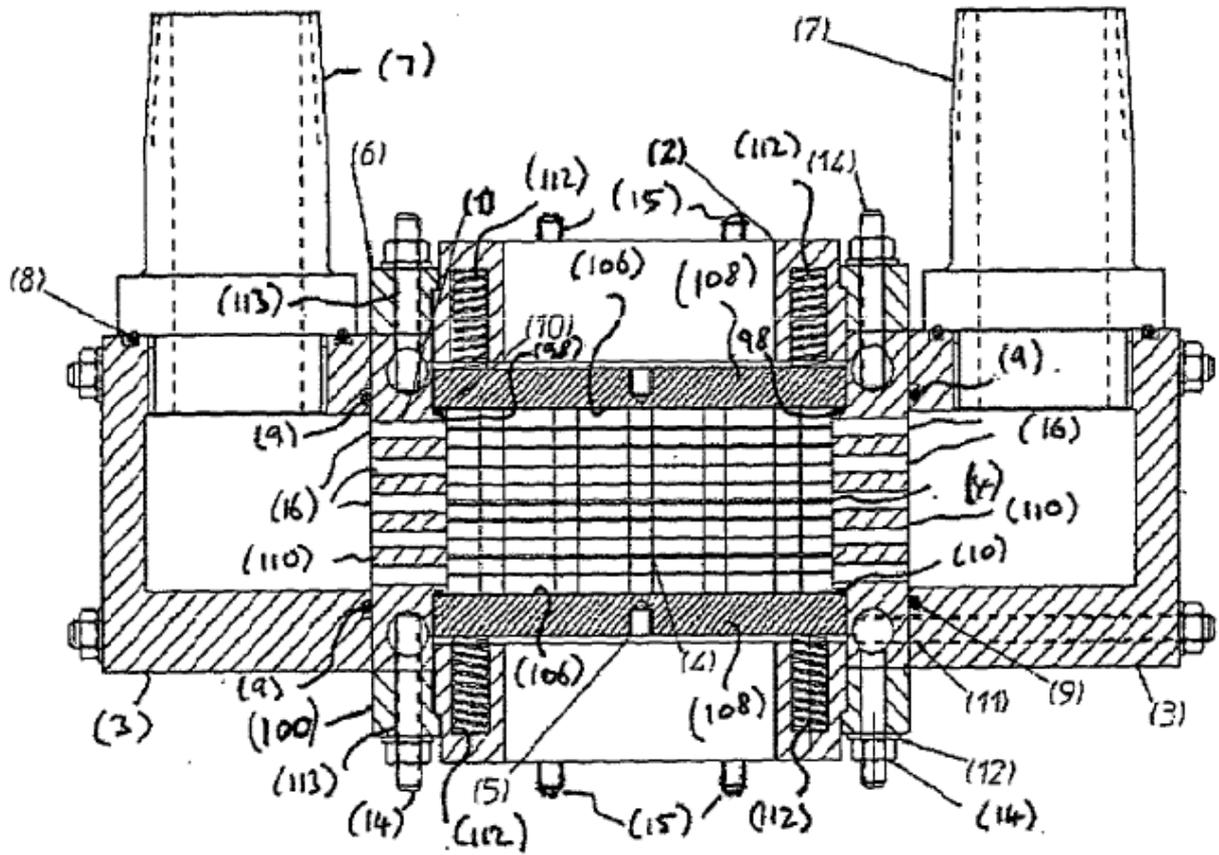


Figura 1

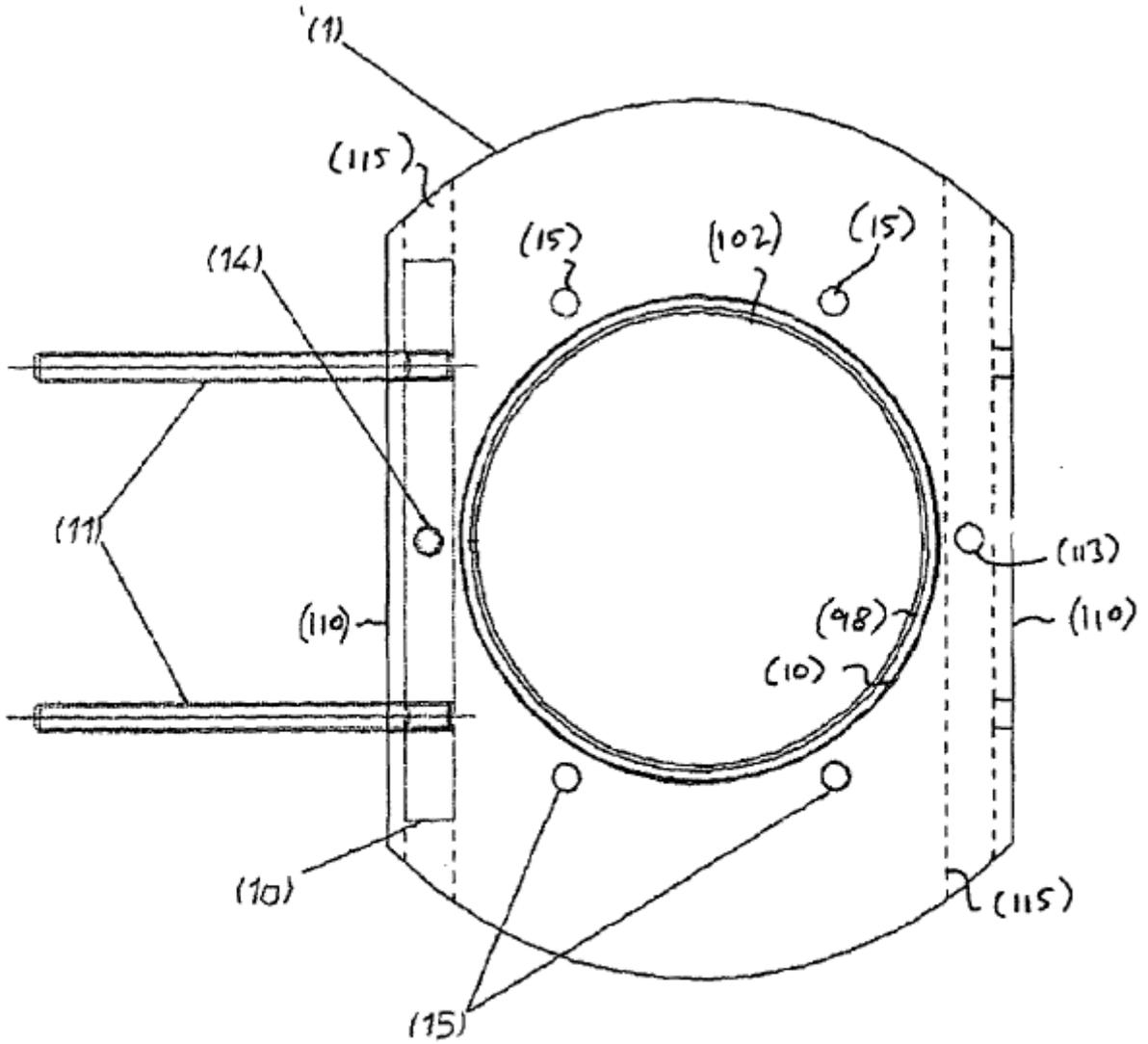


Figura 2

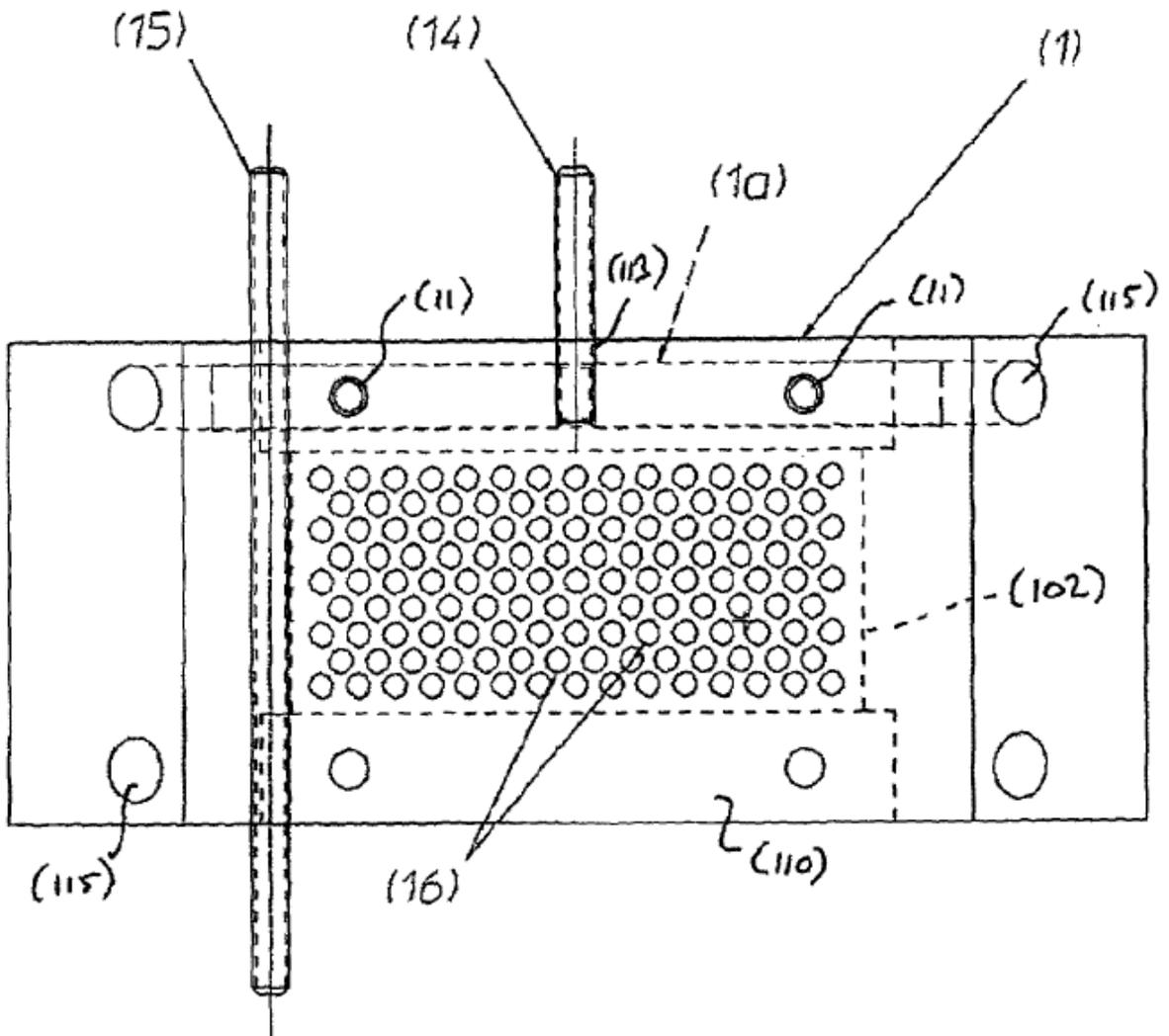


Figura 3

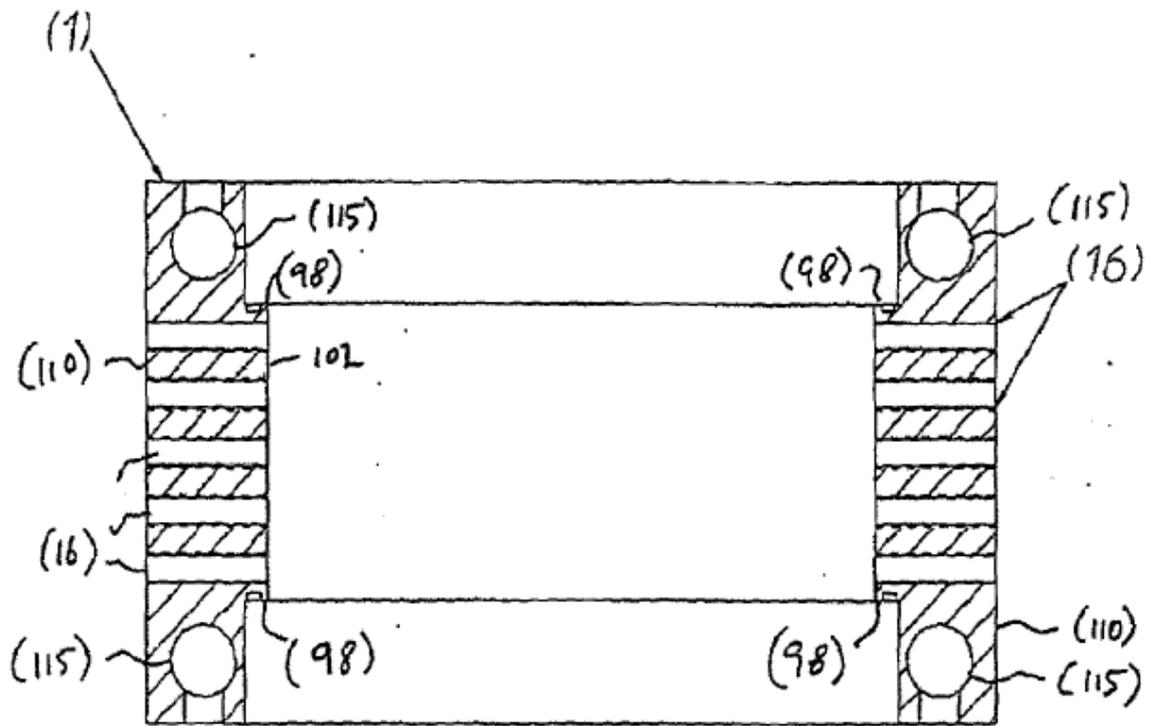


Figure 4

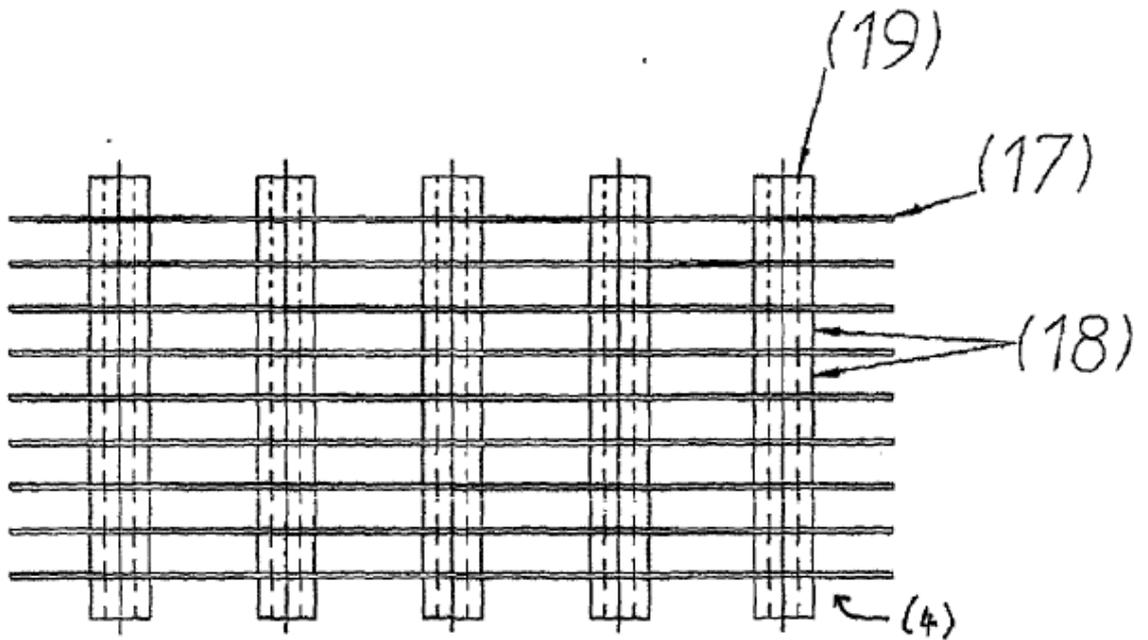


Figure 5

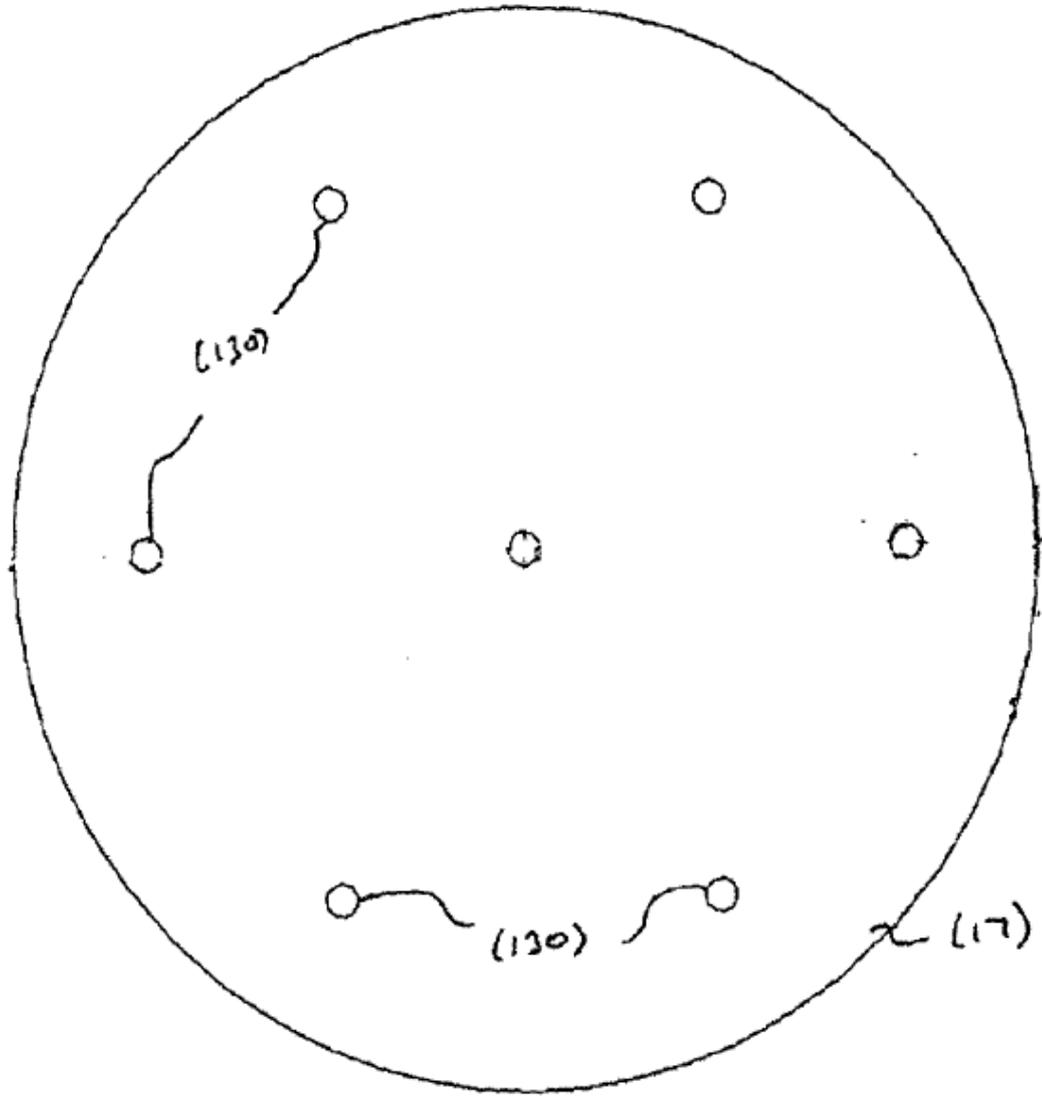


Fig. 6

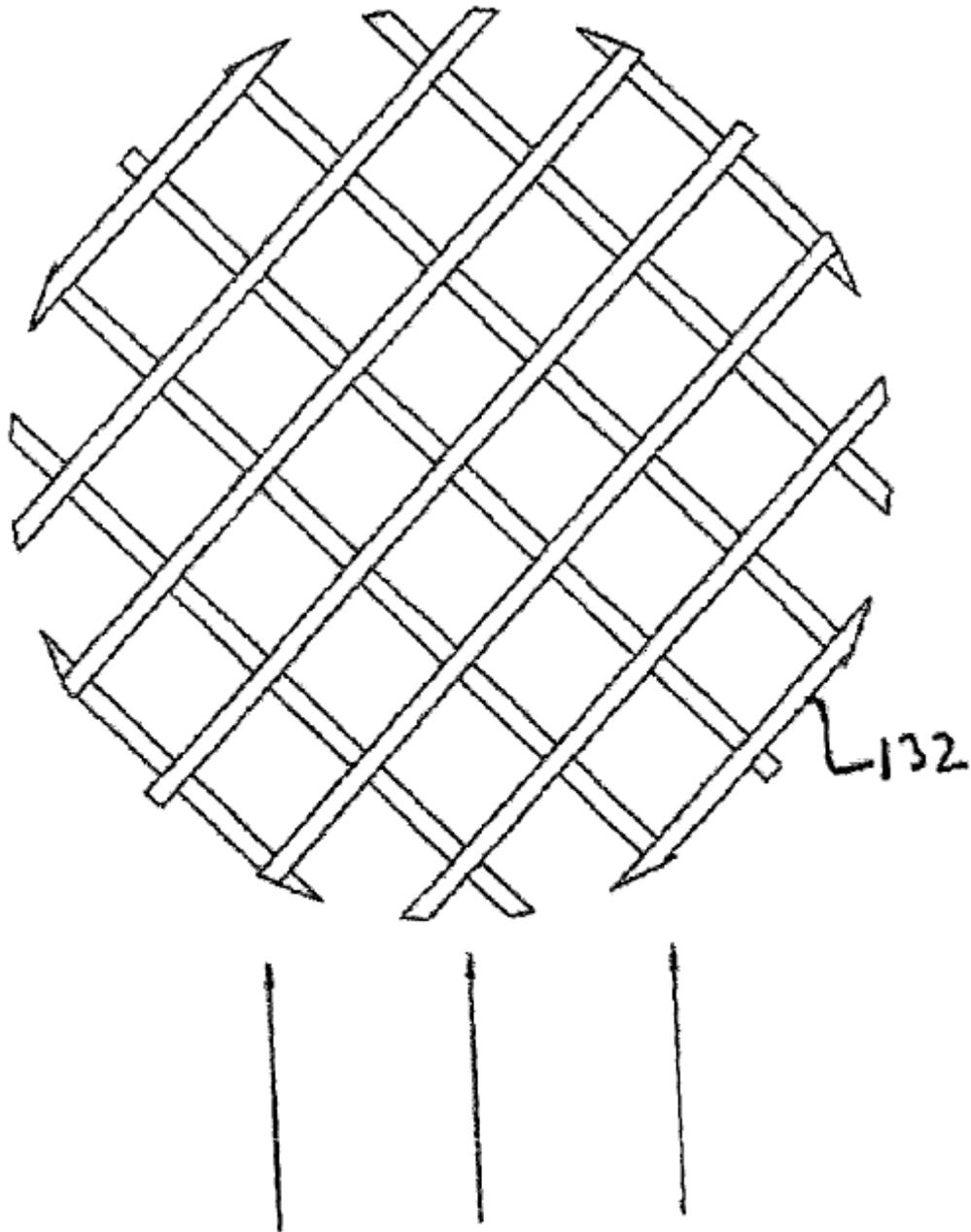


Fig. 7

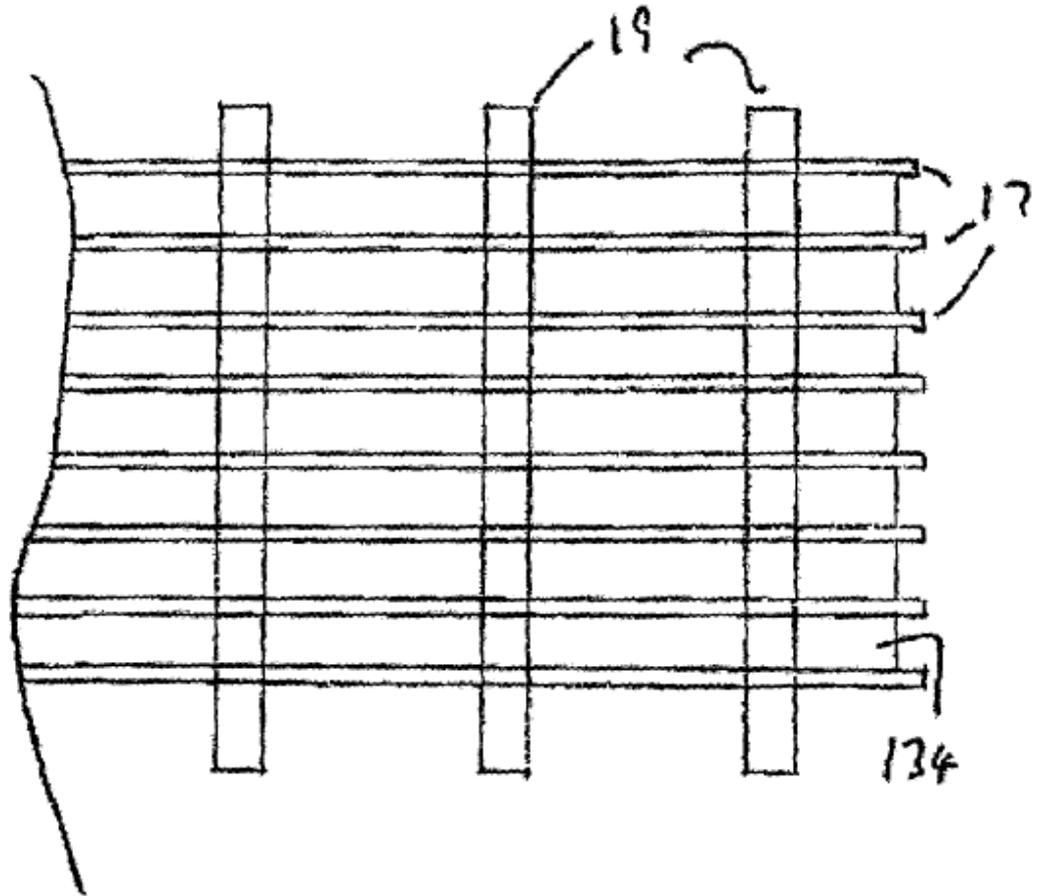


Fig. 8