

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 743 198**

51 Int. Cl.:

**C25C 7/02** (2006.01)

**C25C 7/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **26.04.2017 PCT/IB2017/052403**

87 Fecha y número de publicación internacional: **02.11.2017 WO17187357**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **26.04.2017 E 17720233 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **03.07.2019 EP 3449043**

54 Título: **Ánodo seguro para células electroquímicas**

30 Prioridad:

**29.04.2016 ES 201630554**

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

**18.02.2020**

73 Titular/es:

**INDUSTRIE DE NORA S.P.A. (100.0%)**

**Via Bistolfi, 35  
20134 Milano, IT**

72 Inventor/es:

**PRADO PUEO, FÉLIX**

74 Agente/Representante:

**UNGRÍA LÓPEZ, Javier**

**ES 2 743 198 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**

Ánodo seguro para células electroquímicas

**5 Objeto de la invención**

La presente invención, como se expresa en el encabezado de la presente memoria descriptiva, se refiere a un ánodo seguro para células electroquímicas, del tipo de ánodos verticales usados en las células electroquímicas, y específicamente en la electrodeposición de metales, consistiendo los ánodos en una estructura colgante, basada en una barra conductora de suministro de corriente horizontal y barras de distribución verticales conectadas a la barra de suministro de potencia, las barras de distribución de los cuales se definen por un núcleo de cobre o de aluminio y una capa externa o piel de titanio.

Basándose en esta realización convencional, un primer objeto de la invención es que la conexión eléctrica entre las barras de distribución vertical y la placa o placas de ánodo de titanio revestidas o sin revestir se proporciona por medio de elementos adaptadores respectivos, que comprenden un ensamblaje limitador de corriente, para prevenir cortocircuitos que podrían destruir o dañar las placas de ánodo de titanio revestidas o sin revestir.

Un segundo objeto de la invención es reducir la dispersión de la emisión de burbujas de oxígeno con ácido sulfúrico, canalizándolas hacia la parte central del ánodo, por cuya razón las placas del ánodo se disponen en un ángulo con respecto al plano vertical definido por las barras de distribución verticales, generando un efecto chimenea que las lleva y facilita la recogida por un colector, evitando "niebla ácida" peligrosa y sus graves efectos ambientales.

Esto da como resultado una ventaja económica significativa, porque, por un lado, evita la destrucción o el daño a las placas de ánodo de titanio revestidas o sin revestir y, por el otro, si se produce un cortocircuito, la placa afectada no se destruye y las otras placas continúan funcionando.

**Campo de aplicación**

La presente memoria descriptiva describe un ánodo seguro para células electroquímicas y es aplicable a células para la electrodeposición de metales, tales como cobre.

**Antecedentes de la invención**

En primer lugar, puede decirse que los recipientes, tanques o células electroquímicas se cargan con una solución electroquímica hecha de, entre otros componentes, el metal a depositarse, y en donde se sumergen una pluralidad de pares de ánodo/cátodo, en posiciones alternantes, que, cuando se suministran con corriente eléctrica, depositan el material en los cátodos.

Esto significa que cuando se usan ánodos verticales en dichas células para la electrodeposición de metales, dichos ánodos verticales están constituidos por una estructura colgante, basada en una barra conductora de suministro de corriente horizontal y barras de distribución verticales conectadas a la barra de suministro de potencia, las barras de distribución de los cuales se definen por un núcleo de cobre o de aluminio y una capa externa o piel de titanio.

Las placas de ánodo de titanio revestidas o sin revestir están por lo tanto conectadas eléctricamente a las barras de distribución, teniendo lugar la función de electrólisis anódica en la superficie de las placas del ánodo.

Los ánodos convencionales presentan múltiples combinaciones en términos del número de barras verticales por barra de suministro de corriente horizontal.

Como se indica, las barras verticales convencionales usadas en procesos para la electrodeposición de metales son barras bimetálicas con un núcleo de cobre o aluminio y una capa externa o piel de titanio. El cobre o el aluminio presentan la baja resistividad eléctrica que es necesaria para la transmisión eficaz de grandes corrientes y el titanio protege el cobre o el aluminio contra el ataque químico del electrolito, mientras que al mismo tiempo permite la conexión de las placas de ánodo de titanio revestidas o sin revestir con estas barras verticales.

De esta manera, los ánodos, y específicamente las superficies del ánodo usados en los procesos para la electrodeposición de metales, para obtener un rendimiento óptimo y una capacidad máxima, funcionan cerca de los cátodos y tienen un gran área superficial con respecto a la corta distancia ánodo-cátodo, por ejemplo, una superficie de 100x100 centímetros con una separación de 5 cm. Esto introduce inevitablemente el riesgo del contacto eléctrico entre el ánodo y el cátodo, o en otras palabras, un cortocircuito, en el caso de cualquier deformación o alteración de la llanura en cualquier punto de la superficie del cátodo.

Las superficies catódicas son inestables por naturaleza debido a que sus espesores cambian rápidamente durante el propio proceso de producción y también debido a que un aumento en el espesor del cátodo en un único punto en su superficie reduce la distancia ánodo-cátodo, lo que reduce la resistencia eléctrica, y aplicando la Ley de Ohm,

aumenta la corriente iónica en el punto en cuestión.

Aumentar la corriente o la deposición iónica aumenta el espesor del metal depositado en dichos puntos, de tal manera que estos eventos presentan claramente un sistema de retroalimentación positiva, que, como se sabe, son procesos intrínsecamente inestables, que en estos casos terminan creando contacto ánodo-cátodo o un cortocircuito.

Además, cualquier error de alineación o deformación mecánica existente también provocará el contacto directo ánodo-cátodo o un cortocircuito.

Una vez que se ha establecido el contacto eléctrico directo entre el ánodo y el cátodo, las barreras electroquímicas posibles entre el electrolito y el ánodo desaparecen y la resistencia relativamente alta del electrolito también se eliminará. En estas circunstancias, la corriente eléctrica aumenta a valores inaceptables, dañando o destruyendo la placa del ánodo de titanio revestida o sin revestir, al mismo tiempo que provoca pérdidas de producción significativas.

También, en el proceso de trabajo de los ánodos en una célula para la electrodeposición de metales, y específicamente cobre, se generan burbujas de oxígeno con ácido sulfúrico, un fenómeno conocido como "niebla ácida". Esta "niebla ácida" crea un grave problema de contaminación ambiental y puede afectar directamente a la salud de los trabajadores de la planta, requiriendo el uso de máscaras en las estancias de las células y el deterioro del ambiente en el área en que se localiza la planta.

Por ejemplo, en el caso de la electrodeposición de cobre, el electrolito está hecho principalmente de una solución de ácido sulfúrico y sulfato de cobre. En sus procesos de electrólisis normales, el ánodo genera burbujas de oxígeno que están contaminadas, que albergan ácido sulfúrico; una gran parte de estas burbujas dejan el electrolito y forman parte de la atmósfera circundante creando lo que se conoce como niebla ácida.

Además, un limitador de corriente es un dispositivo que reacciona a y cancela cualquier corriente por encima de un valor particular, este valor es característico del dispositivo o modelo específico.

Un ejemplo muy familiar son los fusibles en nuestros hogares; cuando hay un cortocircuito o contacto directo de los cables en la red, el fusible se quema y se desconecta, dejándonos a oscuras. Debemos después reiniciar o reemplazar el fusible para proporcionar iluminación de nuevo. Los presentes inventores usan este ejemplo para explicar el concepto de reiniciar y para ir más en detalle con respecto a la posibilidad de que las luces vuelvan automáticamente, después de un periodo de tiempo, si el cortocircuito ya no está presente, y sin intervención externa. En este caso, el fusible es un fusible de reinicio automático.

Hay dos maneras de proteger contra los cortocircuitos; una es cancelar o forzar la corriente a cero, y la otra es modular la corriente a valores menores admisibles. Ambos casos se consideran ser limitadores de corriente, pero se llamará a los primeros limitadores digitales de encendido-apagado y los últimos limitadores análogos.

El documento US 5 679 240 A desvela un ánodo para una célula electroquímica para la electrodeposición de metales, comprendiendo el ánodo una barra conductora adicional, al menos una barra de distribución vertical conectada a la misma y láminas de ánodo metálico de titanio asociadas a las barras verticales.

El documento US 2016/010233 A1 desvela una célula electroquímica para la electrodeposición de metales, proporcionando un transistor montado en barras de suspensión horizontales o en lados de la célula, como dispositivo limitador de corriente para controlar la corriente.

Los presentes inventores también pueden citar el documento de patente WO 2015/079072, que describe una estructura de ánodo para la electrodeposición de metales, que comprende una barra de soporte horizontal y barras verticales, revestidas con plástico o epoxi, a las cuales se fijan placas de ánodo, denominadas sub-mallas con un área de 25 a 225 cm<sup>2</sup>, a las cuales se suministra electricidad por medio del cableado y/o los circuitos impresos respectivos, que están protegidos por una serie de estructuras aislantes y que se instalan dentro de las barras revestidas con plástico o epoxi.

### Descripción de la invención

La presente invención se refiere a un ánodo para células electroquímicas como se define en la reivindicación 1, del tipo de ánodos verticales que comprenden una estructura de suspensión que tiene/que comprende:

- una barra conductora de suministro de corriente horizontal y;
- una o más barras de distribución verticales conectadas a la barra de suministro de corriente, comprendiendo las barras de distribución:

- o un núcleo de un elemento conductor seleccionado del grupo que consiste en cobre, aluminio, plomo y la

aleación de los mismos y

- o una capa externa o piel de un material seleccionado del grupo que consiste en titanio o aleaciones del mismo, metales de válvula o aleaciones de los mismos y plomo o aleaciones del mismo, y;

- 5 - al menos una placa de ánodo de titanio revestida o sin revestir asociada a las barras de distribución verticales,

**caracterizado** por que el ánodo (1) incorpora un elemento adaptador (6) dispuesto entre al menos una de las barras (3) de distribución verticales y al menos una de las placas (4) de ánodo de titanio revestidas o sin revestir que comprende al menos un ensamblaje (7) limitador de corriente que tiene un limitador (10) de corriente, estando asociado dicho ensamblaje (7) limitador de corriente con la al menos una barra (3) de distribución vertical y la al menos una placa (4) de ánodo de titanio revestida o sin revestir de tal manera que conecta la barra (3) de distribución vertical con la placa (4) de ánodo de titanio revestida o sin revestir.

15 Con la expresión “barras de distribución verticales” se entiende cualquier y todo elemento prismático capaz de soportar una posición suspendida (vertical) y adecuado para asociarse o fijarse a un elemento adaptador. Dichas una o más “barras de distribución verticales” pueden tener una sección de forma circular, ovoidea o poligonal, pueden exhibir diferentes relaciones de aspecto y, en el límite, ser un panel, tales como por ejemplo un panel de plomo. Por otro lado, con la expresión “placa de ánodo” se entiende un elemento de cualquier forma y tamaño adecuado para usarse como un ánodo y que presenta al menos una superficie capaz de desprender oxígeno o cloro; más específicamente la placa anódica puede ser un material plano, curvo o parcialmente curvo, ondulado, sólido, poroso, agujereado, cortado, grabado o perforado.

Este sumario describe un ánodo seguro para células electroquímicas, del tipo de ánodos verticales constituido por una estructura de suspensión basada en:

- 25 - una barra conductora de suministro de corriente horizontal y;  
 - barras de distribución verticales conectadas a la barra de suministro de corriente, las barras de distribución que están fabricadas con:

- 30 o un núcleo de un cobre o aluminio y;  
 o una capa externa o piel de titanio y;

- al menos una placa de ánodo de titanio revestida asociada a las barras de distribución verticales,

35 de tal manera que el ánodo seguro incorpora un elemento adaptador que comprende un ensamblaje limitador de corriente, dispuesto entre al menos una de las barras de distribución verticales y al menos una placa de ánodo de titanio revestida, conectando el elemento adaptador del cual la barra de distribución vertical correspondiente a la placa de ánodo de titanio revestida fijada a la misma.

40 En una realización adicional, la estructura de suspensión del ánodo consiste específicamente en:

- una barra conductora de suministro de corriente horizontal; y  
 - barras de distribución verticales conectadas a la barra de suministro de corriente, consistiendo las barras de distribución en:

- 45 o un núcleo de un cobre o aluminio y;  
 o una capa externa o piel de titanio y;

- al menos una placa de ánodo de titanio revestida asociada a las barras de distribución verticales.

50 En una realización práctica de la invención, el elemento adaptador del ánodo seguro se define por un ensamblaje limitador de corriente que está fijado directamente a una barra de distribución vertical y a una placa de ánodo de titanio revestida o sin revestir, que conecta la barra de distribución vertical a la placa de ánodo.

55 Esto significa que el elemento adaptador se define por el propio ensamblaje limitador de corriente.

En una primera variante de realización práctica de la invención, el elemento adaptador del ánodo seguro se define por una tira de titanio que sujeta un ensamblaje limitador de corriente, con la tira de titanio fijada a la barra de distribución vertical y la placa de ánodo de titanio revestida o sin revestir correspondiente, la placa de ánodo de la cual tiene un área superficial de 250 a 1670 cm<sup>2</sup>, fijada al ensamblaje limitador de corriente.

60 En una segunda variante de realización práctica de la invención, el elemento adaptador del ánodo seguro se define por una tira de titanio que sujeta dos ensamblajes limitadores de corriente, uno en cada uno de sus dos extremos, con la tira de titanio fijada a la barra de distribución vertical y el par de ensamblajes limitadores de corriente se fija a la placa de ánodo de titanio revestida o sin revestir correspondiente.

65

Igualmente, el elemento adaptador del ánodo seguro, que comprende al menos un ensamblaje limitador de corriente, se fija a la barra de distribución vertical correspondiente, definiendo un leve ángulo con respecto a un plano vertical, teniendo la placa de ánodo de titanio revestida o sin revestir que está fijada a la misma el mismo ángulo. Como "ángulo leve" debe entenderse un ángulo menor con respecto a la línea vertical, es decir, un ángulo de una magnitud menor. Preferentemente, como se muestra en las figuras, el ángulo leve es igual o menos que 3,25 grados con respecto al plano vertical de la barra (3). En una realización más preferida, el ángulo leve es de 3 grados con respecto al plano vertical de la barra (3).

Los elementos adaptadores del ánodo que comprenden al menos un ensamblaje limitador de corriente pueden tener diferentes magnitudes en el ángulo leve al cual se montan, con las placas de ánodo asociadas a ellos también en ángulo dependiendo de los ángulos diferentes con respecto a un plano vertical.

Además, los elementos adaptadores del ánodo que comprenden al menos un ensamblaje limitador de corriente y que tienen diferentes magnitudes en el ángulo leve al cual se montan, se fijan, a lo largo de la longitud de la segunda barra de distribución vertical correspondiente, con una magnitud que aumenta desde el fondo hasta la parte superior, provocando un efecto chimenea en el flujo hacia arriba de las burbujas de oxígeno y ácido.

La tira de titanio, que forma parte del elemento adaptador, puede tener una configuración tubular, incorporando un limitador de corriente en su porción interna central, asociada a al menos una lámina doblada en ángulos rectos que se extiende hacia el exterior y a la que se fija la placa de ánodo correspondiente.

Igualmente, la tira de titanio, que forma parte del elemento adaptador, puede tener un bloque de resina epoxi o un material similar interpuesto en ella, en la cual se embebe un limitador de corriente.

Ya que la supervivencia del ánodo está normalmente afectada por los cortocircuitos anteriormente mencionados y no debido a otras causas, puede decirse que un ánodo es seguro cuando es capaz de soportar cortocircuitos sin sufrir daño significativo y manteniéndose operativo.

Por lo tanto, el ensamblaje limitador de corriente, que forma parte del elemento adaptador, y en el cual se integra el limitador de corriente, se define por una caja. Con el término caja se entiende un alojamiento, una jaula, un recinto parcial o total que aloja o incluye, completamente o en parte, una tira de titanio. La caja puede estar hecha de cualquier material, con la condición de que sea adecuada para su fin pretendido así como para sumergirse en el ambiente ácido de un baño electrolítico para la electrodeposición de metales. En un caso preferido, la caja está hecha de un material conductor adecuado para el fin comentado y más preferentemente está hecha de titanio o sus aleaciones. La caja puede comprender o no un material aislante, de tal manera que en una realización particular la tira de titanio se aísla mediante un material aislante de la caja que lo contiene, el medio aislante de la cual incorpora uno, dos o más limitadores de corriente, conectados mediante un terminal a la tira de titanio intermedia y a la caja mediante otro terminal.

Igualmente, el ensamblaje limitador de corriente, que forma parte del elemento adaptador, y en el cual se integra el limitador de corriente, se define por un par de partes bimetálicas de titanio/cobre, con las superficies de cobre una frente a la otra, con un limitador de corriente interpuesto entre ellas, constituido por una capa de polímero y láminas respectivas de cobre en ambas superficies, estando realizadas una depresión central transversal y de perímetro que corresponde a la anchura del cobre de ambas partes bimetálicas en oposición, cargándose dicha depresión con resina epoxi o un aislante similar.

Es otro objeto de la invención una célula electroquímica para la electrodeposición de metales que comprende al menos un ánodo como se ha definido previamente. En un caso preferido, la célula es para la electrodeposición de un metal no ferroso, incluyendo pero no limitado a cobre o níquel.

Para completar la descripción proporcionada a continuación y para el fin de ayudar a hacer las características de la invención más fácilmente entendibles, la presente memoria descriptiva está acompañada por un conjunto de figuras que a modo de ilustración y no de limitación representan los detalles más característicos de la invención.

## 55 Breve descripción de las figuras

La Figura 1 muestra una vista lateral de un ánodo convencional, en el cual la barra de suministro de corriente horizontal, las barras de distribución verticales y las dos placas de ánodo de titanio revestidas o sin revestir asociadas a las barras de distribución verticales son visibles.

Las Figuras 2 y 3 muestran respectivas vistas de elevación frontal y planta de la fijación convencional por soldadura de la placa de ánodo de titanio revestida o sin revestir a una barra vertical.

Las Figuras 4 y 5 muestran respectivas vistas de elevación frontal y planta de la fijación de una placa de ánodo de titanio revestida o sin revestir a una barra vertical a través de un elemento adaptador que comprende un ensamblaje limitador de corriente.

Las Figuras 6 y 7 muestran respectivas vistas de elevación frontal y planta de la fijación de una placa de ánodo de titanio revestida o sin revestir a una barra vertical a través de un elemento adaptador que comprende, como

se especifica en una primera realización práctica, una tira de titanio y un ensamblaje limitador de corriente.

La Figura 8 muestra una vista frontal de un elemento adaptador fijado a una barra de distribución vertical constituido por una tira de titanio y con los ensamblajes limitadores de corriente respectivos en sus extremos.

5 La Figura 9 muestra una vista en planta de una realización en la cual el elemento adaptador comprende, de acuerdo con una segunda realización práctica, una tira de titanio y dos ensamblajes limitadores de corriente.

Las Figuras 10 y 11 muestran respectivas vistas en sección transversal de la conexión de un ensamblaje limitador de corriente, de acuerdo con dos variaciones de realización prácticas, al extremo de una tira de titanio.

10 Las Figuras 12 y 13 muestran una vista frontal de la fijación de un elemento adaptador constituido por una tira de titanio y dos ensamblajes limitadores de corriente, a una barra vertical y una vista en planta con las placas de ánodo respectivas fijadas a los ensamblajes limitadores de corriente.

La Figura 14 muestra una vista en planta de una primera variante de una realización práctica de la tira de titanio, que forma parte del elemento adaptador, con una configuración tubular y que incorpora al menos un limitador de corriente dentro del mismo, asociado a una lámina que se extiende doblada en ángulos rectos a la cual se fija la placa de ánodo correspondiente.

15 La Figura 15 muestra una vista en planta de una segunda variante de una realización práctica de la tira de titanio, que forma parte del elemento adaptador, en la cual el propio limitador de corriente está embebido en un bloque de resina epoxi o un material similar, con la tira de titanio anteriormente mencionada dividida por el limitador, dicha tira de titanio fijada a una barra vertical en un extremo y a la placa de ánodo correspondiente en el otro.

20 Las Figuras 16, 17 y 18 muestran respectivas vistas frontal, alzado y planta de una realización práctica en la cual las placas de ánodo se montan en un ángulo leve con respecto al plano vertical.

25 Las Figuras 19 y 20 muestran una vista frontal y en planta de una realización práctica en la cual una serie de placas de ánodo de titanio revestidas o sin revestir se fijan a una segunda barra de distribución vertical, mostrando cómo las placas de ánodo tienen un ángulo leve, el ángulo de las cuales aumenta desde la porción inferior hacia la porción superior, o en otras palabras, desde el fondo hasta la parte superior, generando un efecto chimenea.

La Figura 21 muestra un alzado lateral de la realización de la figura previa en la cual se muestra el camino que siguen las burbujas como resultado del efecto chimenea creado por la disposición en ángulo de las placas de ánodo.

30 Las Figuras 22 y 23 muestran una vista frontal de la fijación de un elemento adaptador que comprende un ensamblaje limitador de corriente que tiene un limitador de corriente y un borde interno que es una tira de titanio que tiene una forma en U y fijado a una barra vertical, estando alojada dicha tira de titanio en un borde externo que es una caja conformada como un recipiente con forma de U y una vista en planta con las placas de ánodo respectivas fijadas al ensamblaje limitador de corriente.

### 35 Descripción de una realización preferida

Como se muestra en las figuras anteriormente mencionadas y de acuerdo con la numeración especificada, puede verse cómo se empieza con una configuración convencional en donde el ánodo 1 está constituido por una estructura de suspensión basada en una barra 2 conductora de suministro de corriente y una serie de barras 3 de distribución verticales, a las cuales se fija al menos una placa 4 de ánodo de titanio revestida o sin revestir (en lo sucesivo en el presente documento los presentes inventores denominarán a estas simplemente placas de ánodo), mostrando la Figura 1 de los dibujos cómo, en dicha realización práctica, el ánodo tiene dos placas 4 de ánodo. En dicha realización convencional, las placas 4 de ánodo se fijan a las barras 3 de distribución vertical por soldaduras 5 por puntos, como se muestra en la Figura 2 de los dibujos.

45 Empezando con la configuración convencional descrita anteriormente, un primer objeto de la invención se basa en la incorporación de un elemento 6 adaptador, que comprende al menos un ensamblaje 7 limitador de corriente, como se muestran en la Figura 4, a través del cual se establece el suministro o la conexión de corriente eléctrica a las placas 4 de ánodo desde la barra 3 de distribución vertical correspondiente.

50 De acuerdo con las Figuras 4 y 5, en una realización práctica el elemento 6 adaptador comprende un ensamblaje 7 limitador de corriente, que se fija directamente a una barra 3 de distribución y a una placa 4 de ánodo, de tal manera que la corriente eléctrica alcance la placa de ánodo a través del limitador 7 desde la barra 3 de distribución vertical. En esta realización, el propio ensamblaje 7 limitador de corriente actúa como el elemento 6 adaptador.

55 Además, de acuerdo con las Figuras 6 y 7 de los dibujos, en una primera variante de una realización práctica, el elemento 6 adaptador se define por una tira 8 de titanio que está fijada en uno de sus extremos a una barra 3 de distribución vertical y el otro extremo incorpora un ensamblaje 7 limitador de corriente, mientras que, de acuerdo con la Figura 8 de los dibujos, en una segunda variante de una realización práctica, el elemento 6 adaptador está formado por una tira 8 de titanio, fijada a una barra 3 de distribución vertical y que tiene ambos ensamblajes 7 limitadores de corriente en cada extremo, a los que se fija la placa 4 de ánodo respectiva, alcanzando la corriente eléctrica las placas 4 de ánodo, desde la barra 3 de distribución vertical a través de la tira 8 de titanio y el limitador 7 de corriente correspondiente.

65 El ensamblaje limitador de corriente, preferentemente de auto-reinicio, se realizará usando cualquier mecanismo disponible en la industria, es decir, un interruptor automático, fusibles digitales con reinicio automático, fusibles

analógicos con reinicio automático, transistores con corte de regulación, etc.

5 A modo de ejemplo y de acuerdo con las Figuras 8, 9 y 10 de los dibujos, puede decirse que un primer tipo de ensamblaje 7 limitador de corriente puede definirse por un par de partes 9 bimetálicas de titanio/cobre, con las superficies de cobre una frente a la otra, con un limitador 10 de corriente interpuesto entre ellas, constituido por una capa de polímero y láminas respectivas de cobre en ambas superficies, estando realizadas una depresión central transversal y de perímetro que corresponde a la anchura del cobre de ambas partes bimetálicas en oposición, cargándose dicha depresión con resina 11 epoxi o un aislante similar.

10 De esta manera, la Figura 8 de los dibujos muestra cómo, a pesar del ensamblaje 7 limitador de corriente, las dos partes sombreadas corresponderían a la parte 9 bimetálica de cobre y el contorno alrededor de ellas correspondería a la depresión central transversal y de perímetro que, en conexión con las dos partes 9 bimetálicas con el propio limitador 10 de corriente interpuesto entre ellas, se cargaría con resina 11 epoxi u otro material aislante.

15 Un segundo tipo de ensamblaje 7 limitador de corriente, de acuerdo con las Figuras 11, 12 y 13 de los dibujos, puede estar constituido por una caja 12 de titanio en la cual un extremo de la tira 8 de titanio está alojado con un material 13 aislante interpuesto y el material 13 aislante del cual incorpora dos limitadores 10 de corriente hacia ello, de tal manera que, preferentemente, incorpora dos cajas 12 de titanio, como se muestra en la Figura 13 de los dibujos, una en cada extremo de la tira 8 de titanio, que está conectada por un terminal a la tira 8 de titanio y por su otro extremo a la caja 12 de titanio, en otras palabras, el flujo de electricidad sería barra 3 de distribución vertical - tira 8 de titanio - limitador 10 de corriente - caja 12 de titanio - placa 4 de ánodo.

20 Los presentes inventores indican que omiten la explicación para la extensión a 3, 4, etc. limitadores por elemento adaptador porque lo consideran obvio basándose en los casos presentados con 1 y 2 limitadores por adaptador.

25 El material 13 aislante puede ser una capa de resina epoxi o material plástico, o cualquier otro material equivalente.

30 Lógicamente, la estructura descrita con respecto al elemento adaptador, puede tener igualmente otras realizaciones equivalentes a aquellas descritas y, de esta manera, en la Figura 14 de los dibujos, puede verse cómo la tira 8 de titanio, que forma parte del elemento 6 adaptador, puede tener una configuración tubular y alojar el limitador 10 de corriente en el interior de la misma, perfectamente aislado, asociado a una primera lámina 14 doblada en ángulos rectos a la cual se fija la placa 4 de ánodo correspondiente. Igualmente, también es posible una configuración doble, de tal manera que dos láminas 14 dobladas en ángulos rectos extendidas desde el interior de la tira 8 tubular, una en cada extremo, a las cuales se fijan las placas 4 de ánodo correspondientes.

35 Igualmente, de acuerdo con la realización de la Figura 15, el propio limitador de corriente, que forma parte del elemento 6 adaptador, puede estar embebido en un bloque 15 de resina epoxi interpuesto en la tira 8 de titanio, estando dividido en dos partes y la tira 8 de titanio de la cual está doblada en ángulos rectos para ser capaz de fijarla a la placa 4 de ánodo respectiva. Como en el caso anterior, el elemento adaptador puede tener una doble configuración para fijarla a dos placas 4 de ánodo.

40 El número de barras 3 de distribución verticales y placas 4 de ánodo por ánodo 1 no afecta al objeto de la invención, pero un número adecuado de estos haría posible ajustar el rendimiento y el coste de la instalación, de tal manera que un número práctico de elementos es: 3 barras verticales, 30 elementos adaptadores por ánodo donde cada uno suministra 2 placas de ánodo, por lo tanto un total de 60 placas de ánodo por ánodo. Además, las placas de ánodo tienen un área de 250 a 1670 cm<sup>2</sup>.

45 Además, en un ánodo convencional, el número de placas 4 de ánodo es uno o dos, de tal manera que en el caso de dos placas, hay uno por superficie, como se muestra en la Figura 1 de los dibujos. Aunque el objeto de la invención puede aplicarse a este modelo convencional, su eficacia aumenta si se instala un número más grande de placas 4 de ánodo por ánodo y también el coste y las dificultades de instalación evitarían valores excesivamente altos, estableciendo de esta manera un compromiso entre los dos.

50 Los presentes inventores consideran que un área de material de ánodo define una placa de ánodo que es diferente de otra con la condición de que la resistencia eléctrica entre ambas áreas sea suficientemente alta de tal manera que cuando se establece un contacto catódico con una de ellas, la otra puede continuar su proceso de electrólisis, al menos en el orden del 30 % de actividad.

55 Cada elemento 6 adaptador comprenderá al menos un ensamblaje 7 limitador de corriente, que en caso de un cortocircuito cortará la corriente o al menos limitará esa corriente a valores aceptables, considerándose valores aceptables ser valores que no son peligrosos para la integridad del ánodo y que no representan una gran pérdida de corriente. Los presentes inventores recomiendan un valor similar a la corriente de funcionamiento normal o nominal, pero se podría trabajar con valores más altos sin afectar significativamente al rendimiento en una corriente cortocircuito que no exceda cinco veces el valor de la corriente de funcionamiento nominal.

60 Además, un segundo objeto de la invención es intentar controlar las emisiones de "niebla ácida" producidas por

electrólisis anódica. Para realizar esto, en las células para la electrodeposición de metales, tales como cobre, para ánodos que suministran dos placas 4 anódicas, como se muestra en la Figura 1, espaciadas entre 10 y 30 mm, por medio de disposición de las placas 4 de ánodo en un ángulo leve, como se muestra en las Figuras 17, 20 y 21, es posible controlar y canalizar las burbujas producidas, obteniendo el camino seguido, de acuerdo con las flechas "A", como resultado del ángulo de las placas de ánodo, que pueden obtenerse de una amplia diversidad de maneras.

Además, variando la magnitud del ángulo de las placas de ánodo y disponiéndolas con un ángulo en aumento desde el fondo se crea una disposición, en un patrón en espina de pescado invertida, que genera un efecto chimenea que hace posible evitar la dispersión y permite la emisión controlada de las burbujas de ácido conforme se confinan y se elevan como en una chimenea entre los dos lados de las placas de ánodo de un ánodo.

El ángulo de las placas de ánodo, como mencionan los presentes inventores, puede lograrse de diferentes maneras, y como tal, en primer lugar, el elemento 6 adaptador que comprende un ensamblaje 7 limitador de corriente, Figura 5 de los dibujos, puede fijarse a la barra 3 de distribución vertical directamente con el ángulo deseado, o la propia tira 8 de titanio puede fijarse a la barra 3 de distribución vertical correspondiente de acuerdo con el ángulo deseado, o la propia tira 8 de titanio, como se muestra en las Figuras 17 y 18, puede retorcerse y sus extremos pueden estar en ángulo, y cuando se fija el ensamblaje limitador de corriente correspondiente, la placa de ánodo fijada a la misma tendrá el ángulo deseado.

Este fenómeno que concentra el flujo hacia arriba de burbujas dentro del ánodo proporciona las siguientes ventajas:

- ✓ reducción de la resistencia del electrolito al pasaje de la corriente entre el ánodo y el cátodo, porque las burbujas hacia arriba entre el ánodo y el cátodo son aislantes, por lo que aumentan la resistencia eficaz del electrolito;
- ✓ deposición de cobre más uniforme en la placa de cátodo; es bien sabido que hay una densidad de corriente más alta y por lo tanto, una incidencia más alta de cortocircuitos en la parte inferior del ánodo, o en otras palabras, un espesor ligeramente mayor de cobre en la parte inferior. Si las burbujas que se concentran en la parte superior se evitan entre el ánodo y el cátodo, la placa de cobre que se obtiene será más plana con una diferencia más pequeña en espesor entre las partes superior e inferior de la placa de cobre;
- ✓ reducir la probabilidad de que estas burbujas alcancen el cátodo y provoquen oxidación, que tiene un efecto negativo en la eficiencia del proceso de deposición catódica del metal y su calidad y;
- ✓ cuando un gran porcentaje de burbujas de ácido se elevan a través del área interior estrecha de las dos superficies anódicas, la instalación de un colector a la salida de la chimenea permitirá la recogida muy eficaz de la "niebla ácida" y, como resultado, reduce significativamente la contaminación ambiental.

Además, en una realización práctica mostrada en las Figuras 22 y 23 de los dibujos, el ensamblaje (7) limitador de corriente comprende al menos un borde externo que es una caja (12) que contiene un material (13) aislante y al menos un borde interno que es una tira (8) de titanio, estando dicho al menos un borde interno parcial o completamente alojado dentro de dicho al menos un borde externo, teniendo dicho al menos un borde externo y al menos un borde interno un perfil con forma de U, de tal manera que el al menos un borde interno se fija y parcialmente envuelve una porción de al menos una de dichas una o más barras (3) de distribución verticales y estando asociado dicho al menos un borde externo a al menos una placa (4) de ánodo.

Esta realización tiene la ventaja de simplificar la producción de los elementos adaptadores y reducir los costes de producción. De hecho, dicha realización puede proporcionar una mejora en términos de fabricación, integración y eficiencia eléctrica del elemento adaptador de acuerdo con la invención. Con respecto a la fabricación, el perfil con forma de U de la tira (8) de titanio y la caja (12) permite gestionar eficientemente y/o reducir la cantidad de titanio requerida para construir el elemento adaptador. El recipiente se construye a partir de dos perfiles en U colocando uno dentro del otro; estos perfiles se fabrican en tiras largas automáticamente y con alta eficiencia usando máquinas de plegado sin la necesidad de soldar ni cortes difíciles. Además, soldar los cables de los limitadores de corriente se realiza con mucha comodidad y eficiencia, haciendo en sí mismo que sea un proceso robotizado; esto significa alta capacidad de fabricación a costes muy competitivos. Finalmente, con respecto a la eficiencia eléctrica, debe tenerse en cuenta que envolviendo o rodeando la barra de distribución de corriente con el propio adaptador, el camino de la corriente es perpendicular a la cara del adaptador, lo que significa sección máxima y longitud mínima del circuito.

La realización descrita anteriormente en el presente documento puede usarse en una configuración que permita un efecto chimenea, si así se desea. En tal caso es la placa de ánodo la que ha de montarse con una inclinación o doblado con respecto a la posición vertical para dirigir el flujo de las burbujas de gas desde la reacción electroquímica que tiene lugar en el ánodo. Por ejemplo las placas de ánodo se doblan para tener la forma como el símbolo integral "J" o cualquier otra forma que el experto en la materia reconocería fácilmente como adecuada para el fin. Alternativamente, entre las placas de ánodo y el elemento adaptador, es posible insertar una cuña o moldeador conductor que permita sondear la placa de ánodo con un ángulo con respecto a la dirección vertical.

Finalmente, la presente invención se refiere además a las siguientes realizaciones A-K:

- A) Un ánodo seguro para células electroquímicas, del tipo de ánodos verticales constituidos por una estructura



de suspensión basada en:

- una barra conductora de suministro de corriente horizontal y;
- barras de distribución verticales conectadas a la barra de suministro de corriente, las barras de distribución de la cual se definen por:
  - o un núcleo de un cobre o aluminio y;
  - o una capa externa o piel de titanio y;
- al menos una placa de ánodo de titanio revestida asociada a las barras de distribución verticales,

caracterizado por que el ánodo (1) seguro incorpora un elemento (6) adaptador de ánodo seguro, dispuesto entre al menos una de las barras (3) de distribución verticales y al menos una de las placas (4) de ánodo de titanio revestidas, el elemento (6) adaptador del cual comprende al menos un ensamblaje (7) limitador de corriente en el cual se integra el limitador (10) de corriente, que, asociado a una barra (3) de distribución vertical y una placa (4) de ánodo de titanio revestida, conecta la barra (3) de distribución vertical con la placa (4) de ánodo de titanio revestida.

B) El ánodo seguro para células electroquímicas, de acuerdo con la realización del artículo A, caracterizado por que el elemento (6) adaptador del ánodo seguro se define por un ensamblaje (7) limitador de corriente, en el cual se integra el limitador (10) de corriente, estando fijado a una barra (3) de distribución vertical y una placa (4) de ánodo de titanio revestida.

C) El ánodo seguro para células electroquímicas, de acuerdo con la realización del artículo A, caracterizado por que el elemento (6) adaptador del ánodo seguro se define por una tira (8) de titanio, que alberga al menos un ensamblaje (7) limitador de corriente, estando fijada la tira (8) de titanio a una barra (3) de distribución vertical y estando fijada la placa (4) de ánodo de titanio revestida correspondiente al ensamblaje (7) limitador de corriente.

D) El ánodo seguro para células electroquímicas, de acuerdo con la realización del artículo A y C, caracterizado por que el elemento (6) adaptador del ánodo seguro se define por una tira (8) de titanio, que alberga dos ensamblajes (7) limitadores de corriente, uno en cada extremo, estando fijada la tira (8) de titanio a una barra (3) de distribución vertical y estando fijada la placa (4) de ánodo de titanio revestida correspondiente al ensamblaje (7) limitador de corriente.

E) El ánodo seguro para células electroquímicas, de acuerdo con la realización del artículo A, caracterizado por que el elemento (6) adaptador del ánodo seguro, que comprende al menos un ensamblaje (7) limitador de corriente, está fijado a la barra (3) de distribución vertical correspondiente, definiendo un ángulo leve con respecto a un plano vertical, teniendo la placa (4) de ánodo de titanio revestida que está fijada a él el mismo ángulo.

F) El ánodo seguro para células electroquímicas, de acuerdo con la realización del artículo E, caracterizado por que los elementos (6) adaptadores del ánodo que comprende al menos un ensamblaje (7) limitador de corriente, pueden tener diferentes magnitudes en el ángulo de montaje leve de los mismos, estando la placa (4) de ánodo asociada también con ángulo dependiendo de diferentes ángulos con respecto a un plano vertical.

G. El ánodo seguro para células electroquímicas, de acuerdo con la realización del artículo F, caracterizado por que los elementos (6) adaptadores del ánodo que comprende al menos un ensamblaje (7) limitador de corriente, y que tienen diferentes magnitudes en el ángulo de montaje leve de los mismos, están fijados, a lo largo de la longitud de la segunda barra (3) de distribución vertical correspondiente, con una magnitud que aumenta desde el fondo hasta la parte superior, provocando un efecto chimenea.

H) El ánodo seguro para células electroquímicas, de acuerdo con la realización del artículo C, caracterizado por que la tira (8) de titanio, que forma parte del elemento (6) adaptador, tiene una configuración tubular, incorporando un limitador (10) de corriente en su porción interna central, asociado a al menos una lámina (14) doblada en ángulos rectos que se extiende hacia fuera y a la que se fija la placa (4) de ánodo correspondiente.

I) El ánodo seguro para células electroquímicas, de acuerdo con la realización del artículo C, caracterizado por que la tira (8) de titanio, que forma parte del elemento (6) adaptador, tiene un bloque (15) de resina epoxi o un material similar interpuesto en ella, en la cual está embebido un limitador (10) de corriente.

J) El ánodo seguro para células electroquímicas, de acuerdo con la realización del artículo A, caracterizado por que el ensamblaje (7) limitador de corriente, que forma parte del elemento (6) adaptador, y en el cual está integrado el limitador (10) de corriente, se define por una caja (12) que aloja una tira (8) de titanio, aislada por un material (13) aislante de la caja (12) que lo contiene, el material (13) aislante del cual incorpora dos limitadores (10) de corriente, conectados por un extremo a la tira (8) de titanio intermedia y a la caja (12) por el otro extremo.

K) El ánodo seguro para células electroquímicas, de acuerdo con la realización del artículo A, caracterizado por que el ensamblaje (7) limitador de corriente, que forma parte del elemento (6) adaptador, y en el cual está integrado el limitador (10) de corriente, se define por un par de partes (9) bimetálicas de titanio/cobre, con las superficies de cobre una frente a la otra, con un limitador (10) de corriente interpuesto entre ellas, constituido por una capa de polímero y capas respectivas de cobre en ambas superficies, correspondiendo una depresión central transversal y de perímetro a la anchura del cobre de ambas partes (9) bimetálicas en oposición, cargándose dicha depresión con resina (11) epoxi o un aislante similar.

## REIVINDICACIONES

1. **Un ánodo para células electroquímicas**, del tipo de ánodos verticales provistos con una estructura de suspensión que tiene:

5 - una barra conductora de suministro de corriente horizontal y;  
 - una o más barras de distribución verticales conectadas a la barra de suministro de corriente, comprendiendo las barras de distribución:

10     ◦ un núcleo de un elemento conductor seleccionado del grupo que consiste en cobre, aluminio, plomo y la aleación de los mismos y  
       ◦ una capa externa o piel de un material seleccionado del grupo que consiste en titanio o aleaciones del mismo, metales de válvula o aleaciones de los mismos y plomo o aleaciones del mismo, y;

15 - al menos una placa de ánodo de titanio revestida o sin revestir asociada a las barras de distribución verticales,

**caracterizado por que** el ánodo (1) incorpora un elemento (6) adaptador de ánodo dispuesto entre al menos una de las barras (3) de distribución verticales y al menos una de las placas (4) de ánodo de titanio revestidas o sin revestir, comprendiendo el elemento (6) adaptador al menos un ensamblaje (7) limitador de corriente que tiene un limitador (10) de corriente, estando asociado a al menos una barra (3) de distribución vertical y la al menos una placa (4) de ánodo de titanio revestida o sin revestir de tal manera que conecta la barra (3) de distribución vertical con la placa (4) de ánodo de titanio revestida o sin revestir.

2. **El ánodo para células electroquímicas** de acuerdo con la reivindicación 1, **en donde** el elemento (6) adaptador está fijado a la barra (3) de distribución vertical y a la placa (4) de ánodo revestida de titanio.

3. **El ánodo para células electroquímicas** de acuerdo con la reivindicación 1, **en donde** el elemento (6) adaptador del ánodo comprende una tira (8) de titanio que alberga el al menos un ensamblaje (7) limitador de corriente, de tal manera que la tira (8) de titanio está fijada a la barra (3) de distribución vertical y el ensamblaje (7) limitador de corriente está fijado a la placa (4) de ánodo de titanio revestida o sin revestir.

4. **El ánodo para células electroquímicas** de acuerdo con la reivindicación 1, **en donde** el elemento (6) adaptador del ánodo comprende una tira (8) de titanio que tiene dos extremos que albergan dos ensamblajes (7) limitadores de corriente, uno en cada extremo, de tal manera que la tira (8) de titanio está fijada a la barra (3) de distribución vertical y el par de ensamblajes (7) limitadores de corriente está fijado a la placa (4) de ánodo de titanio revestida o sin revestir.

5. **El ánodo para células electroquímicas** de acuerdo con la reivindicación 1, **en donde** el elemento (6) adaptador del ánodo está fijado a la barra (3) de distribución vertical correspondiente que define un ángulo leve con respecto a un plano vertical de la barra (3), de tal manera que la placa (4) de ánodo de titanio revestida o sin revestir fijada al ensamblaje (7) limitador de corriente tiene también el mismo ángulo.

6. **El ánodo para células electroquímicas** de acuerdo con la reivindicación 5, **en donde** el ánodo comprende más de un elemento (6) adaptador, estando fijado cada elemento (6) adaptador a la barra (3) de distribución vertical definiendo un ángulo leve con respecto al plano vertical de la barra (3) de distribución vertical que tiene una magnitud diferente de los otros ángulos, de tal manera que las placas (4) de ánodo asociada a los ensamblajes (7) limitadores de corriente también tienen los mismos ángulos

7. **El ánodo para células electroquímicas** de acuerdo con la reivindicación 5 o 6, en donde el ángulo es igual o menos que 3,25 grados con respecto al plano vertical de la barra (3).

8. **El ánodo para células electroquímicas**, de acuerdo con la reivindicación 6 o 7, **en donde** la magnitud de los ángulos definidos por los elementos (6) adaptadores con respecto al plano vertical de la barra (3) de distribución vertical aumenta desde el fondo hasta la parte superior a lo largo de la longitud de la barra (3) de distribución vertical.

9. **El ánodo para células electroquímicas** de acuerdo con la reivindicación 3, **en donde** la tira (8) de titanio tiene una configuración tubular, incorporando el un limitador (10) de corriente en su porción interna central, asociado a al menos una lámina (14) doblada en ángulos rectos que se extiende hacia el exterior de la placa (4) de ánodo correspondiente a la que está fijada la lámina (14).

10. **El ánodo para células electroquímicas** de acuerdo con la reivindicación 3, **en donde** el limitador (10) de corriente del elemento (6) adaptador está embebido en un bloque (15) de resina epoxi o un material similar interpuesto en la tira (8) de titanio.

11. **El ánodo para células electroquímicas** de acuerdo con la reivindicación 1, **en donde** el ensamblaje (7)

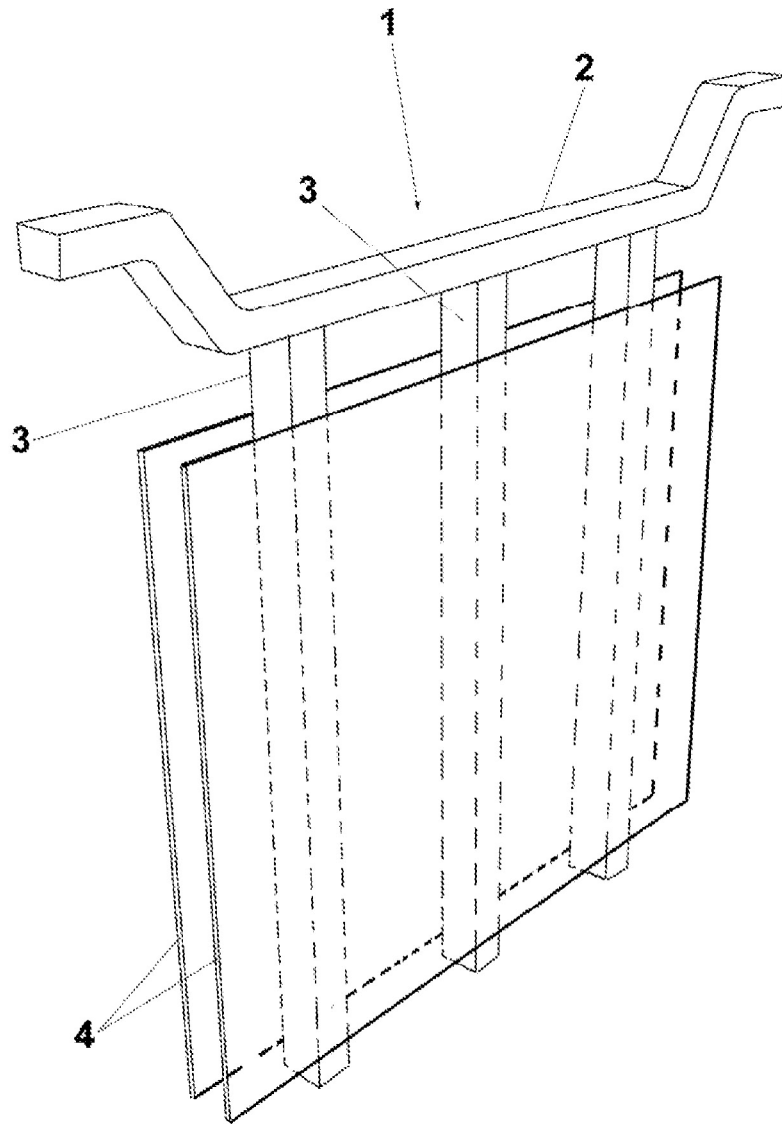
limitador de corriente comprende una caja (12) que tiene un material (13) aislante que aloja una tira (8) de titanio, incorporando el material (13) aislante dos limitadores (10) de corriente conectados a la tira (8) de titanio por un extremo y a la caja (12) por otro extremo.

5 12. **El ánodo para células electroquímicas** de acuerdo con la reivindicación 1, **en donde** el ensamblaje (7) limitador de corriente comprende un par de partes (9) bimetálicas de titanio/cobre, con las superficies de cobre una frente a la otra, con un limitador (10) de corriente interpuesto entre ellas, constituido por una capa de polímero y capas respectivas de cobre en ambas superficies, correspondiendo una depresión central transversal y de perímetro a la anchura del cobre de ambas partes (9) bimetálicas en oposición, cargándose dicha depresión con resina (11) epoxi o un aislante similar.

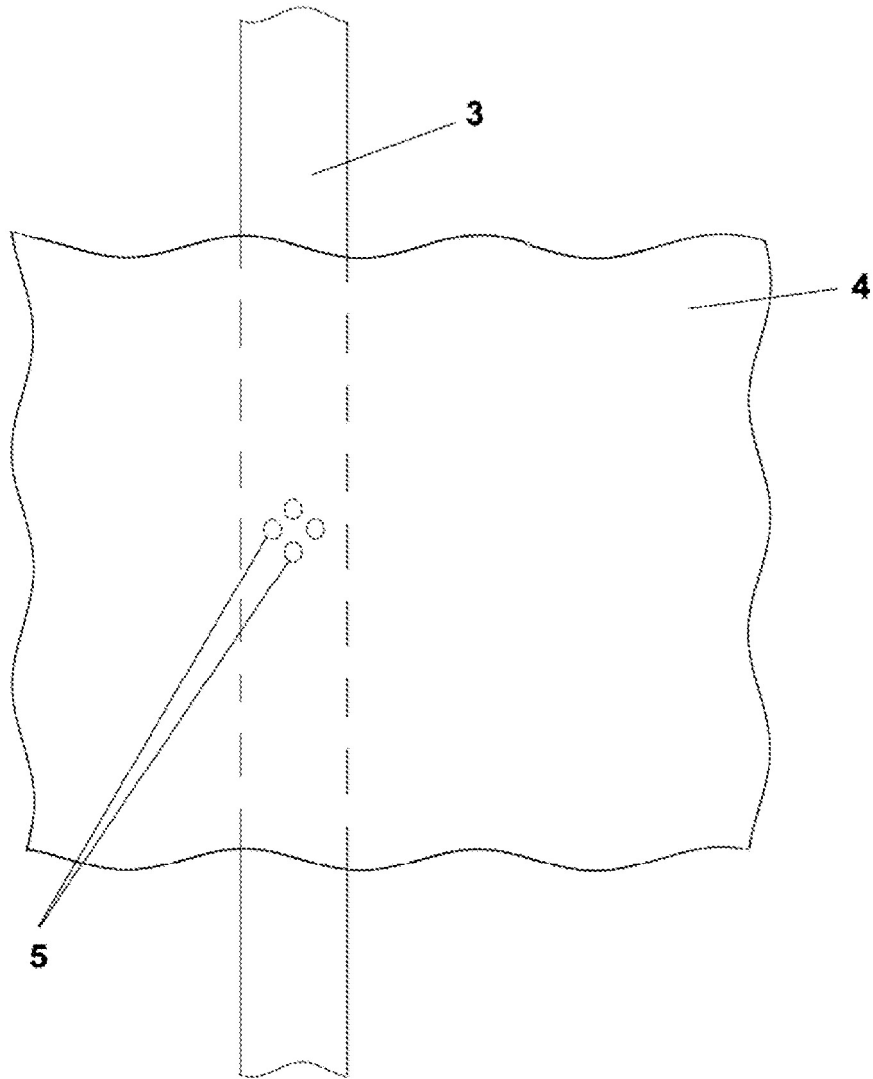
10 13. **El ánodo para células electroquímicas** de acuerdo con la reivindicación 11, **en donde** el ensamblaje (7) limitador de corriente comprende al menos un borde externo que es una caja (12) que contiene un material (13) aislante y al menos un borde interno que es una tira (8) de titanio, estando dicho al menos un borde interno parcial o completamente alojado dentro de dicho al menos un borde externo, teniendo dicho al menos un borde externo y al menos un borde interno un perfil con forma de U, de tal manera que el al menos un borde interno se fija y parcialmente envuelve una porción de al menos una de dichas una o más barras (3) de distribución verticales y estando asociado dicho al menos un borde externo a al menos una placa (4) de ánodo.

15 20 14. **Una célula electroquímica para la electrodeposición de metales caracterizada por que** comprende al menos un ánodo como se define en una cualquiera de las reivindicaciones anteriores.

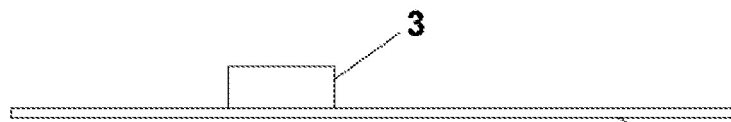
15. La célula electroquímica de la reivindicación anterior, en donde el metal es un metal no ferroso.



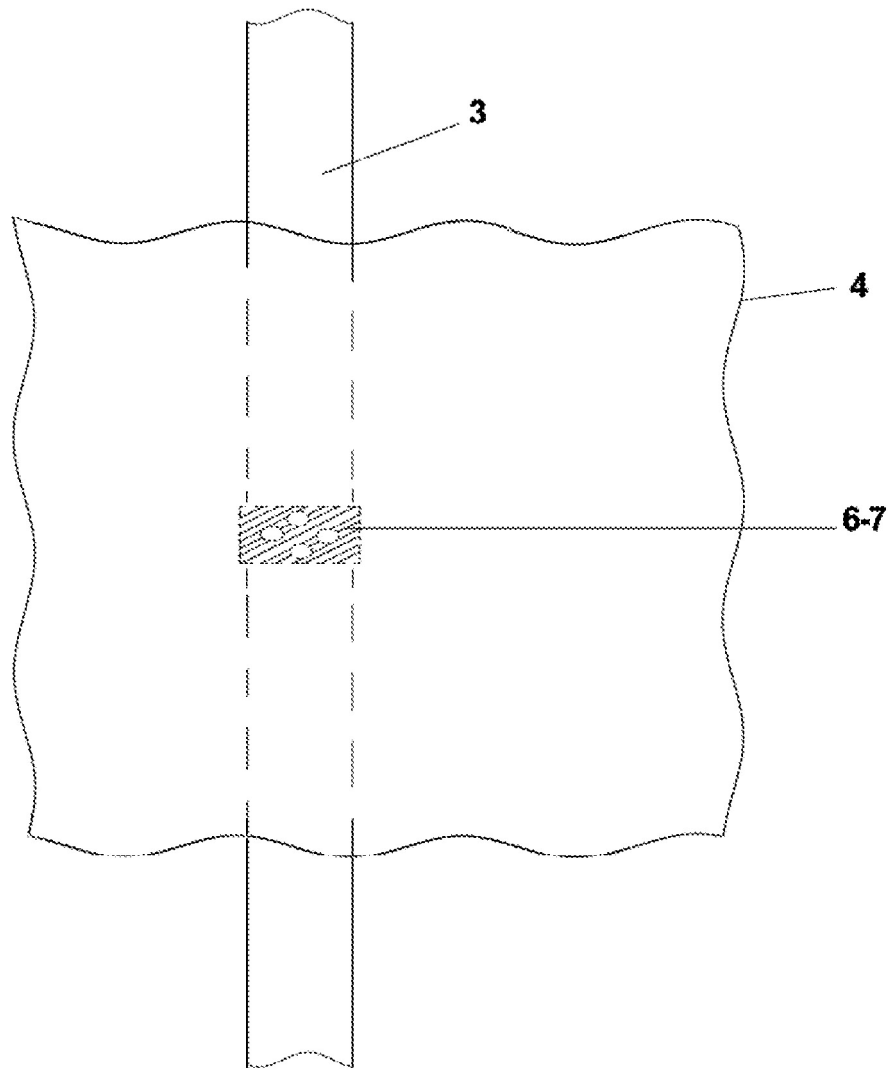
**FIG.1**



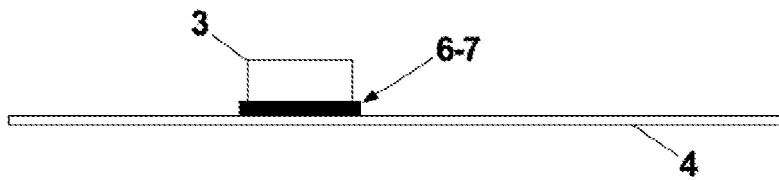
**FIG. 2**



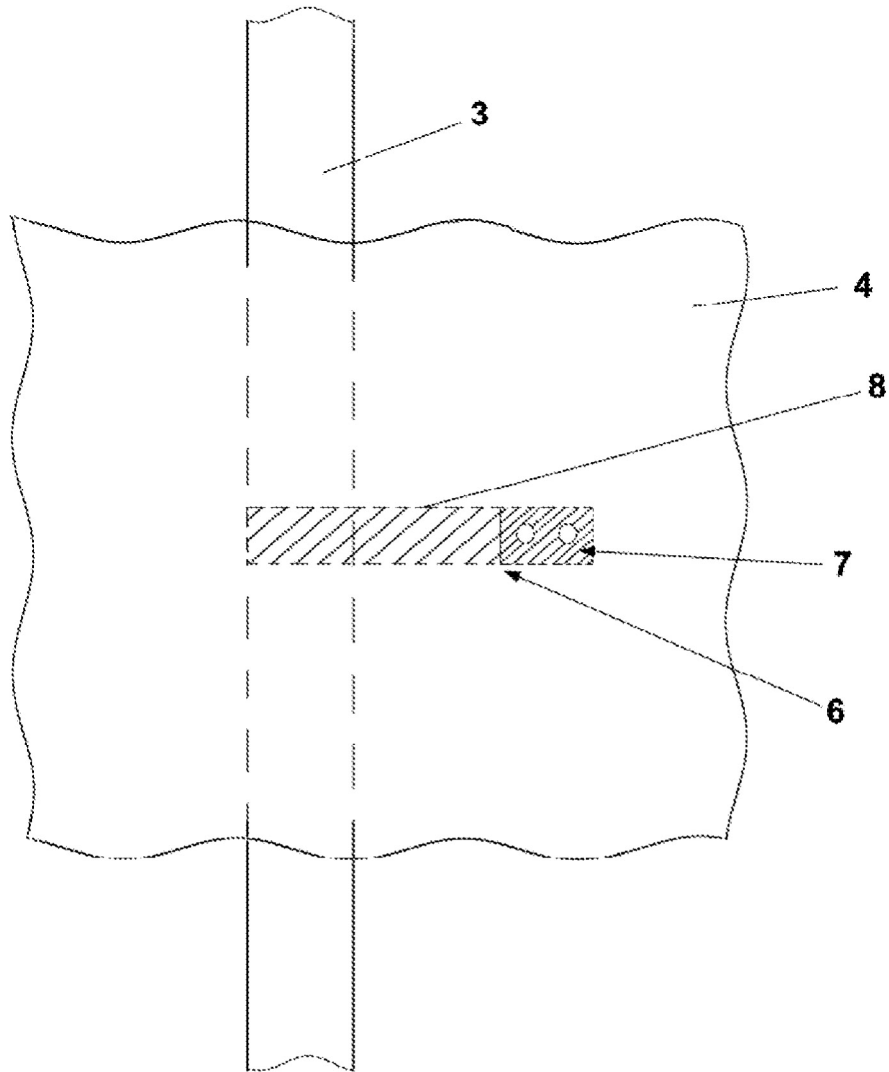
**FIG. 3**



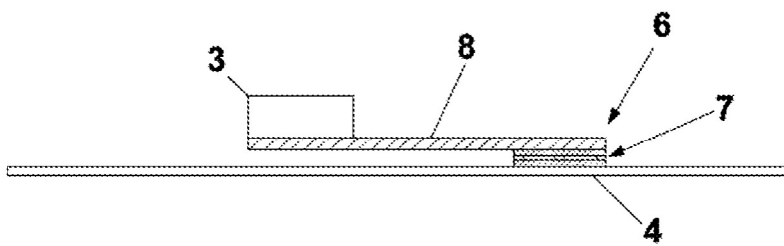
**FIG. 4**



**FIG. 5**



**FIG. 6**



**FIG. 7**

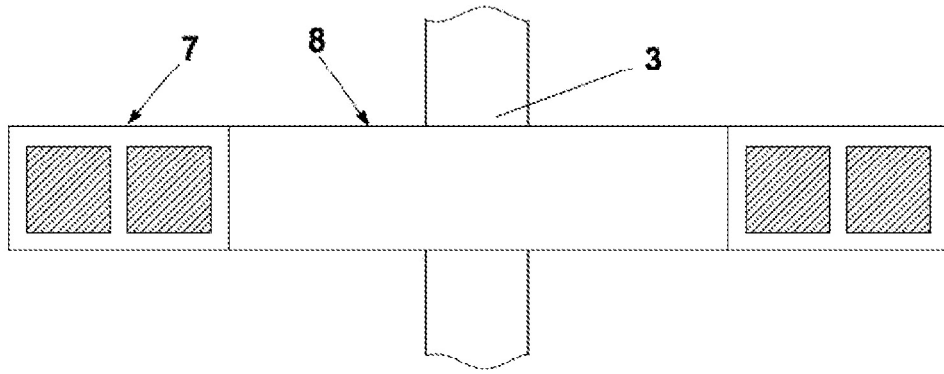


FIG. 8

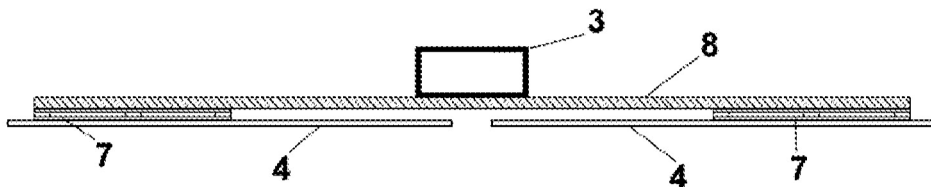


FIG. 9

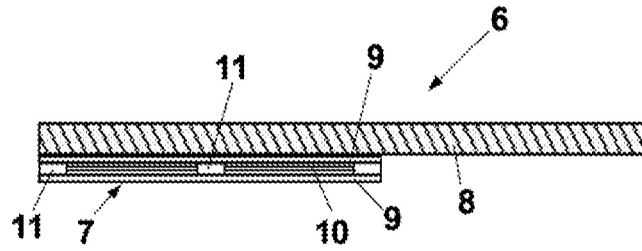


FIG. 10

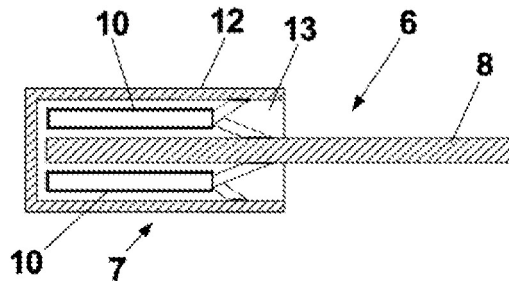


FIG. 11



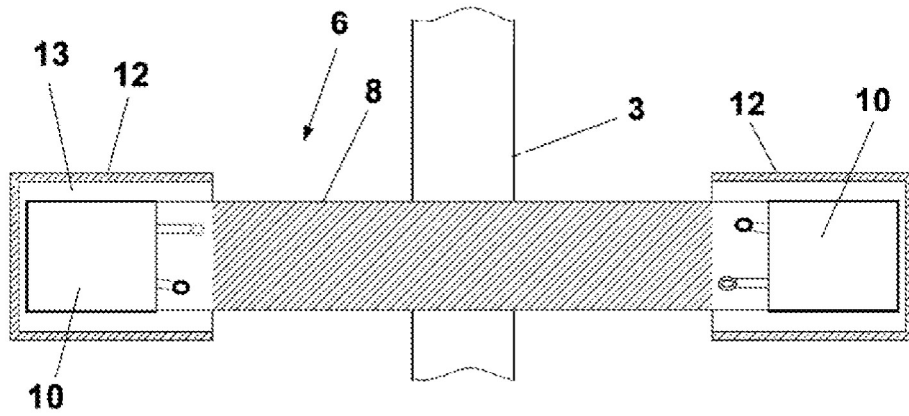


FIG. 12

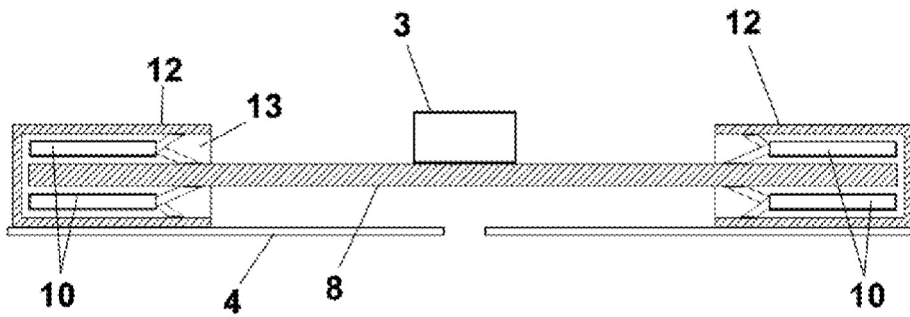


FIG. 13

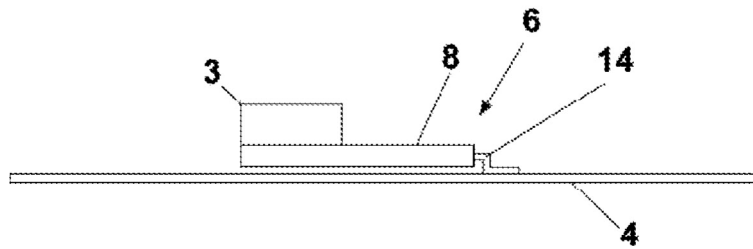


FIG. 14

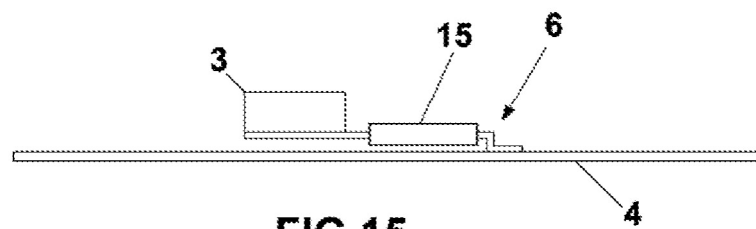


FIG. 15

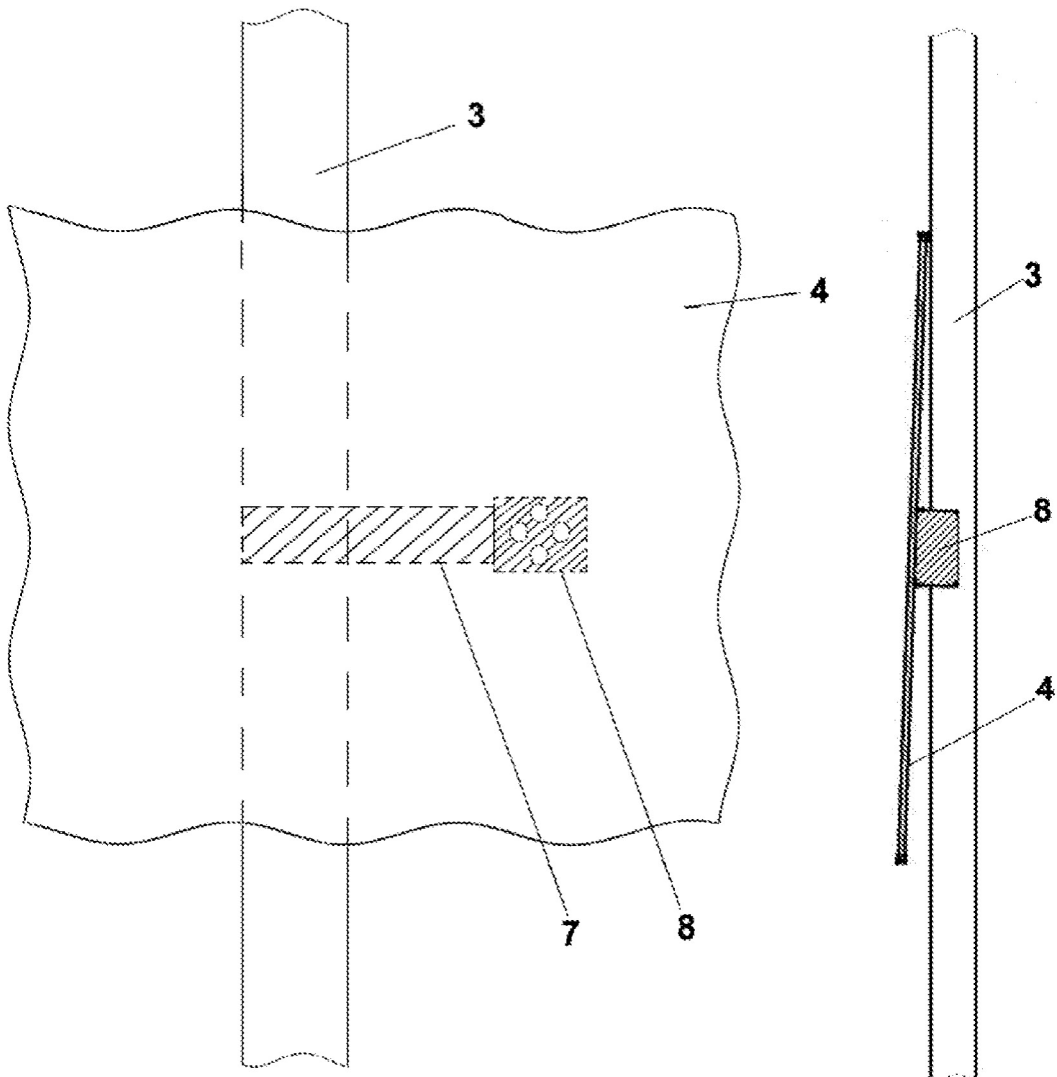


FIG. 16

FIG. 17

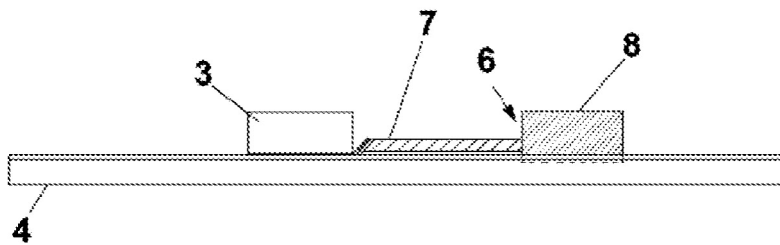


FIG. 18

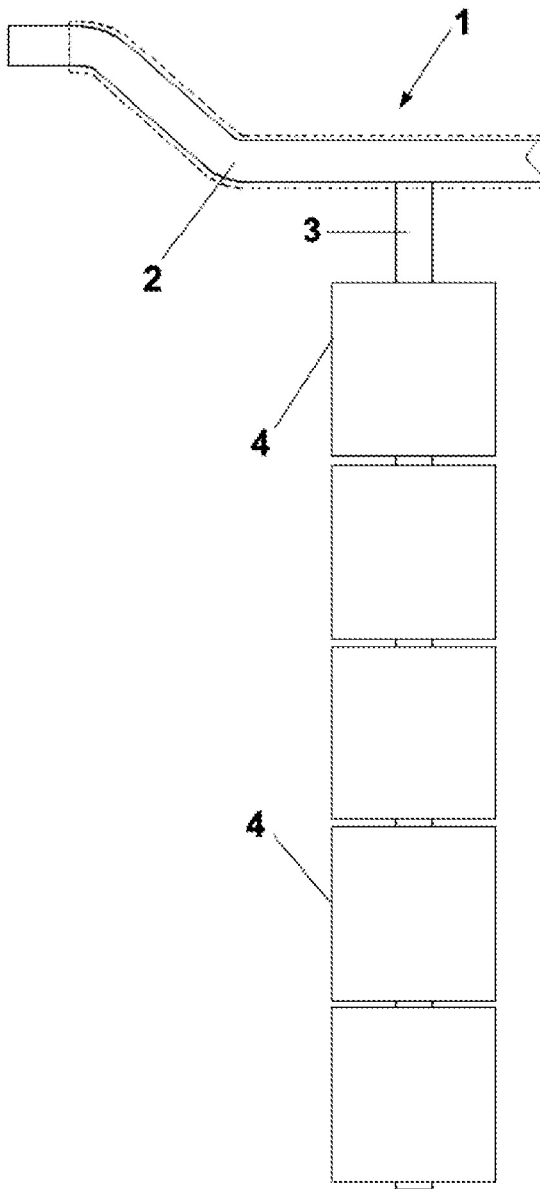


FIG.19

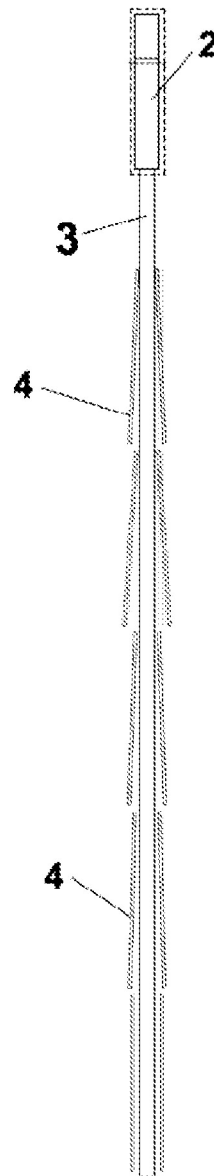


FIG.20

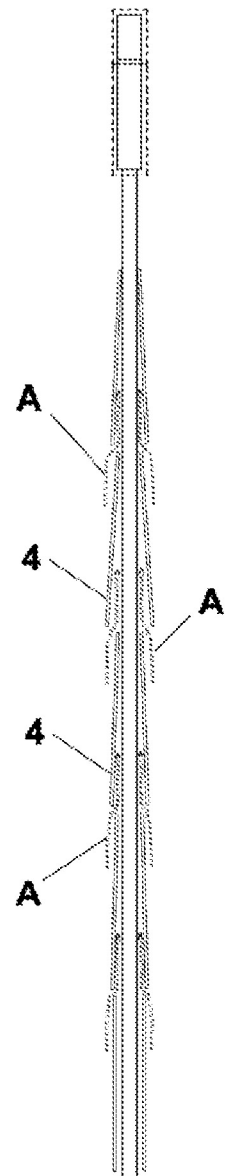


FIG.21

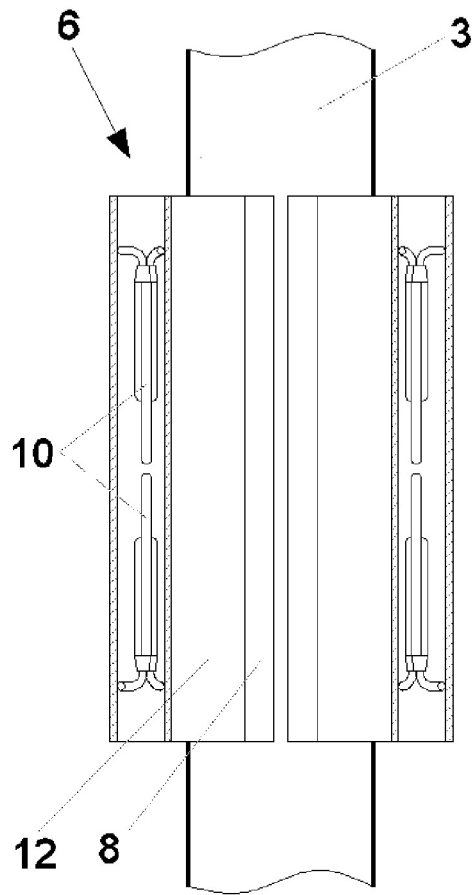


FIG. 22

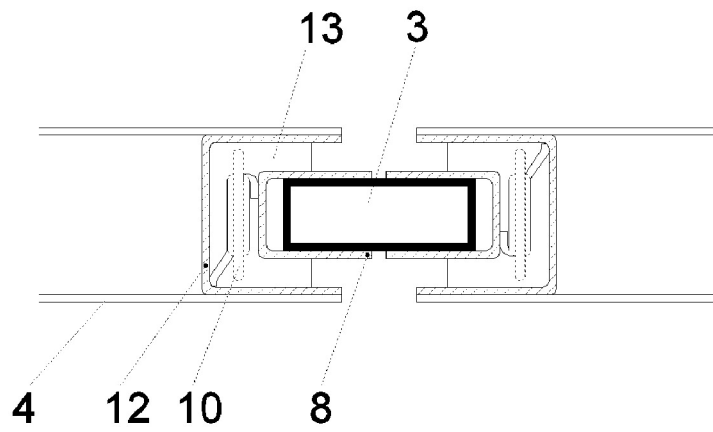


FIG. 23