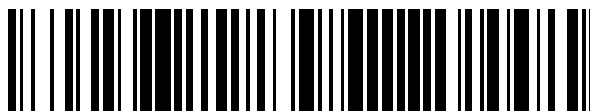


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 761 867**

51 Int. Cl.:

C25C 1/00 (2006.01)

C25C 7/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **22.07.2016** **PCT/EP2016/067493**

87 Fecha y número de publicación internacional: **02.02.2017** **WO17016998**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **22.07.2016** **E 16745660 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **25.09.2019** **EP 3325693**

54 Título: **Aparato de electrodos para la electrodeposición de metales no ferrosos**

30 Prioridad:

24.07.2015 IT UB20152450

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

21.05.2020

73 Titular/es:

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

VIA BISTOLFI, 35

20134 MILANO, IT

72 Inventor/es:

MOJANA, CORRADO;
IACOPETTI, LUCIANO;
GOZZO, ANDREA y
PAGANO, ROBERTO

74 Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 2 761 867 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

Aparato de electrodos para la electrodeposición de metales no ferrosos

5 **Alcance de la invención**

La presente invención se refiere a un aparato de electrodos para celdas de electrólisis pensadas para equipos para refinación electrolítica, galvanoplastia o la extracción electrolítica de metales no ferrosos.

10 **Antecedentes de la invención**

Los equipos de electrodeposición, en particular, los equipos pensados para la extracción electrolítica de metales no ferrosos normalmente utilizan al menos una celda de electrólisis que comprende una pluralidad de celdas unitarias, cada una de las cuales comprende un ánodo y un cátodo, generalmente ubicados en el baño electrolítico en una posición alternada y mutuamente paralela.

En el caso de equipos para la extracción electrolítica de metales no ferrosos tales como cobre, cobalto, cinc o níquel, el metal se deposita a medida que la corriente pasa a través del cátodo de cada celda unitaria y el metal se recoge a intervalos periódicos extrayendo los cátodos de sus asientos. En las situaciones descritas anteriormente, la deposición del metal puede tener lugar de forma no uniforme y generar formaciones dendríticas, es decir, depósitos localizados que crecen hacia el ánodo opuesto a una velocidad creciente con el paso de la corriente eléctrica, en última instancia tomando contacto directo con esta última. En este caso, el cortocircuito producido entre los electrodos puede extraer corriente de las otras celdas de electrólisis, reduciendo la calidad y la cantidad del metal producido, y provoca un incremento local en la temperatura del ánodo que puede provocar a éste un daño. En los ánodos modernos hechos de rejillas o chapas desplegadas de titanio, u otro metal de válvula, estos efectos indeseados pueden generar grandes daños irreversibles.

En general, el daño a los ánodos implica mayores costes de mantenimiento para la planta, una cantidad menor de metal producido y un posible daño adicional asociado al cierre forzado del sistema.

Se ha observado que en equipos normales para la extracción electrolítica de metales no ferrosos, los cortocircuitos provocados por dendritas normalmente se concentran durante el periodo de tiempo correspondiente al último 25-30 % de la longitud de cada ciclo de recogida, dependiendo de las condiciones de funcionamiento del equipo. En los equipos electrolíticos medianos para la extracción de cobre que funcionan a una densidad de corriente de 400-460 A, por ejemplo, normalmente se producen cortocircuitos provocados por dendritas durante las últimas 20-24 horas de cada ciclo de longitud promedio de 4-5 días.

El uso de una carcasa de ánodos que comprende un material permeable, por ejemplo, un separador poroso de material de polímero o una membrana conductora de iones, como se describe en la solicitud W02013060786, es ineficaz para bloquear o reducir el crecimiento de dendritas durante un tiempo suficiente para reducir la cantidad de acciones que deben tenerse en cuenta por los operadores en caso de contacto eléctrico y limitar su urgencia.

Los inventores han observado que el uso de una pantalla protectora de material conductor colocada para proteger el ánodo puede desacelerar el crecimiento de dendritas durante un periodo promedio de aproximadamente 8-10 horas, pero si hay contacto con la formación dendrítica, el daño al ánodo en general no es insignificante debido al transporte de alta corriente a través de la pantalla conductora. Además, en contacto con la dendrita, la pantalla conductora alcanza el potencial del cátodo y tiende a quedar revestida con metal. Los inventores han observado que el metal depositado en la pantalla no se disuelve completamente cuando la celda se reinicia después de las operaciones de recogida, pero que del lado orientado hacia el ánodo puede desprenderse como fragmentos, los cuales incluso pueden ser grandes, que son capaces de provocar más cortocircuitos con el ánodo cuando la planta se reinicia, dañándola como consecuencia.

Por lo tanto, se ha revisado la necesidad de contar con un sistema capaz de bloquear o, en todo caso, demorar el crecimiento de formaciones dendríticas en la dirección del electrodo opuesto durante una cantidad suficiente de horas para minimizar la cantidad y la urgencia de acciones por parte del personal que opera un equipo. En particular, se sostiene que durante los turnos de la noche, puede suceder que los operadores no estén presentes en cantidades suficientes para asegurar que se tome una acción a tiempo en caso de un cortocircuito entre electrodos. Además de esto, el equipo puede no estar provisto de sistemas de monitorización de corriente de celdas capaces de indicar la presencia de anomalías en la distribución de corriente en forma rápida y precisa. Un sistema capaz de retardar el crecimiento de formaciones dendríticas por un periodo de al menos 12 horas, preferentemente al menos 18-24 horas, es por lo tanto deseable.

También es deseable que siempre que se establezca una situación de cortocircuito entre los electrodos de una celda unitaria a través del contacto por medio de una formación dendrítica, el daño causado a los electrodos sea tal que mantenga al electrodo en cuestión funcionando y no tenga un efecto adverso sobre la cantidad o calidad de la producción, ayudando de aquel modo a reducir los costes de mantenimiento para el equipo.

El documento US 2015/171398 A1 describe un sistema de electrodos para una batería de aire que comprende un separador compuesto interpuesto entre un cátodo y un ánodo de una celda de batería. El separador compuesto de determinadas realizaciones del sistema de electrodos del documento US 2015/171398 A1 comprende una estructura de múltiples capas elaborada de capas electrónicamente aislantes de pantallas tejidas o no tejidas y capas electrónicamente conductoras elaboradas de metal, polímero conductor o material de carbono que tiene agujeros o poros.

Sumario de la invención

En un aspecto, la invención se refiere a un aparato de electrodos para la electrodeposición de metales no ferrosos, como se define en las reivindicaciones adjuntas. El aparato de electrodos comprende un electrodo capaz de desprender oxígeno y al menos una pantalla permeable a iones colocada paralela a dicho electrodo, donde dicha pantalla comprende al menos una estructura de material no conductor de electricidad proporcionado con una pluralidad de materiales conductores de electricidad separados entre sí.

Mediante el término "segmento conductor de electricidad" se significa un elemento que como resultado de sus características geométricas o físicas es capaz de conducir corriente eléctrica, preferentemente sobre una dirección predefinida. Los segmentos constituyen unidades separadas dentro de la estructura, en cuanto a que no se colocan en contacto directo entre sí.

Cada segmento conductor de electricidad puede comprender una pluralidad de elementos conductores que también pueden intercarse o conectarse estrechamente con elementos no conductores. En una realización, los segmentos conductores de electricidad están ubicados en una dirección sustancialmente paralela entre sí, es decir, en promedio la dirección de cada segmento puede formar un ángulo de no más de 15° con los segmentos adyacentes (pueden aceptarse desviaciones locales de los elementos constitutivos de segmentos, o partes del mismo, aunque sin embargo pueden aceptarse ángulos de más de 15°).

La pluralidad de segmentos conductores segregados imparte conductividad eléctrica microscópica unidireccional sobre la pantalla permeable a iones en el plano de la pantalla. Mediante el término "unidireccional" se significa aquí y a continuación que la conductividad eléctrica macroscópica de la pantalla está en promedio dentro de su plano, de al menos un orden de magnitud mayor sobre una dirección preseleccionada que en una dirección perpendicular a la misma. Preferentemente, la conductividad eléctrica macroscópica de la pantalla está en promedio al menos dos órdenes de magnitud mayores sobre una dirección preseleccionada.

La estructura del material no conductor de electricidad es capaz de soportar mecánicamente la pluralidad de segmentos conductores de electricidad.

Debe entenderse que la pantalla permeable a iones puede comprender otros elementos conductores, también en contacto eléctrico con los segmentos conductores de electricidad descritos anteriormente, siempre que la conductividad eléctrica macroscópica promedio de la pantalla permanezca unidireccional (en el sentido de la definición dada arriba) dentro de su plano.

Mediante el término "pantalla permeable a iones" se significa una pantalla capaz de transportar iones. La presencia de esta pantalla de hecho no debería constituir un obstáculo importante a la reacción electroquímica que tiene lugar en la celda unitaria que aloja al aparato de electrodos de acuerdo con la invención. Cuando esta última se inserta en una celda de electrólisis para la extracción electrolítica de cobre, puede ser ventajoso que la pantalla tenga una caída óhmica, medida en una densidad de corriente de aproximadamente 450 A/m², lo cual es menor a 30 mV, preferentemente menor a 20 mV. El aparato de electrodos de acuerdo con la invención puede, por ejemplo, utilizarse para la extracción electrolítica de cobre, cobalto, zinc o níquel; en este caso, el electrodo de acuerdo con la invención es un ánodo. Este puede fabricarse a partir de una pluralidad de materiales y en una pluralidad de geometrías que permiten el desprendimiento de oxígeno durante la reacción electroquímica; el ánodo, por ejemplo, puede ser una chapa de plomo o una rejilla estirada de metal de válvula, tal como titanio, que puede opcionalmente ser activado catalíticamente.

La presencia de la pantalla permeable a iones en el aparato de ánodos descrito anteriormente puede proporcionar la ventaja de retardar el crecimiento de dendritas desde el cátodo en la dirección del ánodo opuesto durante al menos 12 horas desde el contacto con la pantalla. Dicha pantalla puede también brindar la ventaja de romper la dendrita con la cual toma contacto en formaciones dendríticas secundarias de menor tamaño sobre una dirección preseleccionada, coincidiendo con la dirección máxima de conductividad eléctrica promedio de la pantalla. Esto puede permitir reducir el daño sufrido por el electrodo en el caso de un cortocircuito, limitando su extensión a áreas de superficie de 2,5 x 2,5 cm² o menos. Se ha observado que en general el daño de dichas dimensiones no afecta significativamente de forma adversa la calidad y cantidad de la deposición de metales sobre la superficie del cátodo opuesto.

- Los inventores han observado que las dendritas que toman contacto con la pantalla protectora de acuerdo con la invención generalmente detienen el crecimiento en la dirección del electrodo opuesto durante un cierto tiempo, preferentemente creciendo sobre el o los segmentos de la pantalla que han interceptado. El crecimiento de las dendritas en una dirección perpendicular a los segmentos en el plano de la pantalla es generalmente pequeño, dada su naturaleza segregada. El crecimiento de la dendrita sobre una dirección predeterminada puede demorar el crecimiento de la formación de metal en la dirección del ánodo opuesto durante al menos 12 horas. Se ha observado también que luego del contacto con la pantalla y el crecimiento sobre los segmentos, las dendritas continuaron creciendo hacia el electrodo opuesto en un modo normalmente subdividido, desde diferentes puntos del o de los segmentos sobre los cuales se ha extendido la formación dendrítica primaria. Cuando toman contacto con el electrodo opuesto, estas dendritas secundarias o más pequeñas en general producen daños a la superficie de una naturaleza insignificante durante los tiempos que se producen entre el contacto y la extracción de los cátodos para las operaciones de recogida.
- En una realización, la estructura no conductora es un material poroso o perforado. Esta realización puede tener la ventaja de fomentar el transporte de iones a través de la estructura, y por lo tanto a través de la pantalla, y asegurar que las burbujas de oxígeno desprendidas en el electrodo del aparato de electrodos de acuerdo con la invención circulen.
- En otra realización, la estructura de la pantalla permeable a iones está hecha de tela o tela no tejida utilizando materiales no conductores de electricidad. Estos materiales pueden ser polímeros no conductores, por ejemplo, polímeros termoplásticos tales como poliéster, polipropileno, nylon, polietileno, sulfuro de parafenileno, o combinaciones de los mismos.
- Las telas y telas no tejidas pueden tener la ventaja de que aseguran un soporte estructural adecuado para los segmentos conductores, manteniendo de aquel modo los costes de producción y materiales bajos. El uso de polímeros no conductores puede ofrecer una mayor ventaja en términos de costes, asegurando la fortaleza química/física adecuada para resistir el entorno corrosivo en las celdas de electrólisis. Puede ser ventajoso para la pantalla de acuerdo con la presente realización tener una resistencia a la tracción mecánica de al menos 400 N/m, preferentemente al menos 600 N/m, de modo que pueda estirarse adecuadamente dentro de la celda y evitar la relajación. Con este objeto, la estructura de tela/tela no tejida puede proporcionarse con elementos de refuerzo y/o de soporte, por ejemplo, un conjunto de resortes u otros dispositivos elásticos conectados a la misma.
- En una realización adicional, cada segmento conductor eléctrico comprende un material seleccionado del grupo que comprende metales de válvula, metales nobles, hierro, níquel, cromo y sus aleaciones y combinaciones, carbones conductores y grafito. Estos materiales pueden aplicarse de modo tal de asegurar una mayor resistencia mecánica para los segmentos, en particular, en el caso donde se utilizan segmentos de grafito.
- Cada segmento puede constituir, totalmente o en parte, al menos un hilo, alambre, cuerda, tira, filamento, fibra, cinta o cordón o combinaciones de los mismos, y cada segmento se aplica a la estructura del aparato de electrodos de acuerdo con la invención, de modo tal de estar estrechamente conectado con el mismo. Por ejemplo, dicho al menos un hilo, alambre, cuerda, tira, filamento, fibra, cinta o cordón o combinaciones de ellos pueden insertarse, colocarse, incorporarse, verse, tejerse, coserse, incrustarse o trabajarse dentro de dicha estructura.
- El término "hilo" a continuación se utiliza de modo intercambiable con los términos filamento, fibra y alambre, y comprende elementos similares o derivados de ellos, tal como, por ejemplo, cintas y cordones.
- En una realización adicional, la pantalla permeable a iones es una pantalla textil, o un material textil que comprende una urdimbre y una trama. La tela está hecha de hilos de materiales no conductores, opcionalmente de polímero, tanto en la urdimbre como en la trama, intercalados con materiales conductores en la dirección de la urdimbre o, alternativamente, la trama, de acuerdo con un esquema predeterminado. Los hilos del material no conductor pueden ser de diferente material y/o color para la urdimbre y la trama. La diferencia de color puede ayudar a la correcta orientación de la pantalla en la celda electrolítica por parte de operadores al instalar el aparato de electrodos.
- La tela puede comprender, por ejemplo, una urdimbre de hilos de material no conductor, opcionalmente de polímero, y una trama que comprende una primera cantidad predeterminada de hilos no conductores opcionalmente de polímero intercalados con una segunda cantidad predeterminada de hilos conductores. En una realización, el primer número predeterminado se selecciona entre 1 y 20, preferentemente 2 y 8, y el segundo número predeterminado se selecciona entre 1 y 20, preferentemente 4 y 10.
- Alternativamente, la tela puede fabricarse de modo tal que sea conductor de electricidad en la dirección de la urdimbre. Por ejemplo, la urdimbre puede comprender una alternación de hilos de material no conductor con hilos de material conductor y la trama puede estar hecha de hilos de material no conductor.
- La pantalla textil puede montarse en una celda vertical con elementos conductores unidireccionales orientados en cualquier dirección, preferentemente una horizontal.

Los alambres de material conductor pueden estar hechos de metal válvula, metales nobles, hierro, níquel, cromo, y sus aleaciones y combinaciones, carbones conductores o grafito. Por ejemplo, los cables pueden estar hechos de acero inoxidable o titanio y/o tener un diámetro de 0,02-0,20 mm, preferentemente 0,03-0,06 mm. Pueden estar ubicados paralelos entre sí o trenzados sobre sí mismos y/o en al menos un hilo de material no conductor.

5 Los hilos de material no conductor pueden estar hechos de material polímero termoplástico no conductor, por ejemplo, poliéster, polipropileno, nylon, polietileno, sulfuro de parafenileno o combinaciones de los mismos.

10 En una realización adicional de la invención, la pantalla textil tendrá un peso unitario de 60-600 g/m², preferentemente 100-300 g/m² y/o una cantidad de hilos por centímetro de 8-200, preferentemente 10-100.

15 Las realizaciones de la pantalla textil descritas anteriormente tienen la ventaja de ofrecer bajos costes de producción, materias primas y transporte, y pueden permitir demorar el crecimiento de formaciones dendríticas en la dirección del electrodo opuesto por al menos 14 horas, normalmente al menos 18-24 horas, desde el contacto con la pantalla. La presencia de hilos de material no conductor tanto en la urdimbre como en la trama puede impartir una mayor resistencia mecánica y estructural a la pantalla. La malla de la tela puede favorecer el paso de iones desde la solución electrolítica a través de la pantalla y la posible circulación de burbujas de oxígeno generadas en el electrodo.

20 En una realización adicional, la pantalla textil se proporciona con un orillo que comprende alambres de material conductor de electricidad, ya sea en todo o en parte. Si los segmentos conductores se ubican en la dirección de la trama y se montan horizontalmente en una celda vertical, esta realización puede ofrecer la ventaja de proporcionar la pantalla con medios para la conexión eléctrica con los segmentos a los fines de medir y monitorizar los parámetros de corriente en la pantalla. Puede desearse enrollar o revestir el orillo conductor con un material aislante para evitar el contacto directo entre cualquier formación dendrítica y el orillo conductor, y de este modo evitar el crecimiento de toda dendrita sobre el orillo, en particular, en la situación donde esto es en los ángulos derechos de los segmentos.

30 En una realización adicional, al menos un extremo de la pantalla está cubierto con un material compuesto aislante. Este último puede comprender un cordón cobertor y una inserción de material poliacrílico, donde la inserción se coloca entre la pantalla y el cordón cobertor. Dado que el extremo de la pantalla constituye un elemento de discontinuidad eléctrica, el elemento compuesto puede ayudar a evitar el crecimiento de formaciones dendríticas secundarias sobre los laterales de la pantalla.

35 El aparato de electrodos de acuerdo con la invención puede subdividirse en al menos dos porciones que están aisladas eléctricamente entre sí.

40 El aparato de electrodos de acuerdo con la invención también puede estar provisto de un separador perforado de material de aislamiento eléctrico colocado entre el electrodo y la pantalla. El separador puede ayudar a evitar el contacto accidental entre la pantalla y el electrodo, y puede perfilarse de modo tal de favorecer el desprendimiento de oxígeno. Por ejemplo, el separador puede ser una rejilla de unos pocos milímetros de espesor, 2-5 mm, de material aislante resistente a la corrosión (por ejemplo, poliéster, polipropileno, nylon, polietileno, sulfuro de parafenileno o combinaciones de los mismos). Las aberturas en la rejilla pueden tener dimensiones de entre 0,5 cm x 0,5 cm y 2 cm x 2 cm y pueden tener forma cuadrada o rectangular con una inclinación de 20°-70° respecto a la vertical (por ejemplo, 45°) para favorecer el desprendimiento de oxígeno.

50 De acuerdo con un aspecto adicional, la invención se refiere a una celda electrolítica para la extracción electrolítica de metales no ferrosos que comprende una pluralidad de ánodos y cátodos intercalados, donde al menos uno de dichos ánodos es un aparato de electrodos de acuerdo con cualquiera de las realizaciones descritas anteriormente.

De acuerdo con un aspecto adicional, la presente invención se refiere a una pantalla protectora para el electrodo de una celda de electrólisis para la electrodeposición de metales no ferrosos, donde dicha pantalla es permeable a iones y está provista de al menos un elemento estructural de material de aislamiento eléctrico provisto de una pluralidad de segmentos conductores de electricidad ubicados a una distancia mutua entre sí.

55 Breve descripción de los dibujos

La figura 1 muestra una imagen de la pantalla permeable a iones de acuerdo con una realización de la invención (magnificación de x7) obtenida utilizando un microscopio electrónico de barrido (SEM).
60 La figura 2 es una imagen de la pantalla permeable a iones de la figura 1, con una magnificación de x35, adquirida utilizando un microscopio electrónico de barrido de emisión de campo (SEM-FEG).

Descripción detallada de los dibujos

65 La figura 1 muestra una imagen de SEM de una pantalla textil permeable a iones de acuerdo con una realización de la invención, en la que el material textil se fabrica utilizando una urdimbre que comprende fibra de poliéster.

La trama comprende la intercalación de 4 tramas de polipropileno con una trama de acero inoxidable AISI 316 que comprende un conjunto de 8 alambres de acero inoxidable de 0,035 mm sobre los cuales se trenza un alambre de 0,035 mm de acero inoxidable AISI 316. La imagen de la muestra se adquirió utilizando un microscopio electrónico de barrido con un sistema de detección Everhart-Thornley, magnificación x7 (distancia de trabajo 61,5 mm, tensión de aceleración 500,0 V).

La figura 2 muestra una imagen de SEM-FEG de la pantalla de material textil permeable a iones en la figura 1 con magnificación de x35 (distancia de trabajo 25,0 mm, tensión de aceleración 1,0 kV, sistema de detección Everhart-Thornley). Las fibras de poliéster de la urdimbre (100) y las fibras de polipropileno (110) intercaladas con el conjunto de alambres de acero inoxidable trenzados (120) que constituye la trama pueden verse en el plano xy. Los alambres (120) comprenden los segmentos conductores de electricidad de la pantalla de acuerdo con la invención. Esto imparte sobre el último una conductividad eléctrica macroscópica que está sustancialmente limitada a la dirección x, y, por lo tanto, caracterizada por una unidireccionalidad específica en el plano de la pantalla.

Los siguientes ejemplos se incluyen para demostrar realizaciones particulares de la invención, cuya capacidad de implementación ha sido verificada abundantemente en todo el intervalo de valores reivindicado. Las personas capacitadas en la técnica podrán apreciar que las composiciones y las técnicas descritas en el Ejemplo 1 representan composiciones y técnicas que los inventores han detectado que funcionan bien en realizaciones prácticas de la invención; sin embargo, a la luz de esta descripción, las personas expertas en la técnica podrán apreciar que pueden hacerse varios cambios a las realizaciones específicas divulgadas al tiempo que se obtiene un resultado similar o análogo sin excederse del alcance de la invención.

Ejemplos

En los ejemplos y ejemplos comparativos descritos posteriormente, se han realizado pruebas de laboratorio en una celda experimental para la extracción electrolítica de cobre que tenían una sección transversal total de 170 mm x 170 mm y una altura de 1500 mm, conteniendo dos cátodos separados por un ánodo. Los cátodos y el ánodo estaban ubicados paralelos entre sí y orientados uno frente al otro verticalmente a una distancia de 40 mm entre las superficies exteriores. Una lámina de acero inoxidable AISI 316 de 3 mm de espesor, 120 mm de ancho y 1000 mm de alto se utilizó para los cátodos; el ánodo comprendía una rejilla estirada de titanio de 1 mm de espesor, 120 mm de ancho y 1000 mm de alto, activada con un revestimiento de óxidos de iridio y tantalio mixtos.

La celda estaba provista de un sistema de control lógico programable que gobierna los parámetros del proceso (temperatura, rendimiento, voltaje y corriente eléctrica), con temperatura en exceso y alarmas de corriente en exceso. La celda también estaba provista de un sistema de adquisición y registro de datos para el análisis de parámetros de proceso medidos con el tiempo.

La celda operaba utilizando un electrolito que contenía aproximadamente 61 g/l de cobre como Cu_2SO_4 y 210 g/l de H_2SO_4 y fue alimentada con una diferencia de potencial constante de 1.800 V correspondiente a una densidad de corriente esperada de aproximadamente 455 A/m² (110 A). El oxígeno se desprendió en el ánodo y se depositó cobre en el cátodo.

Se produjo artificialmente una dendrita insertando un tornillo, como centro para la nucleación, en uno de los dos cátodos, perpendicularmente a los mismos y en la dirección del ánodo. La punta del tornillo se colocó a 10 mm del ánodo.

EJEMPLO 1

Una pantalla textil permeable a iones de acuerdo con una realización de la invención que comprende una urdimbre de fibras de polietersulfona (PES) y una trama que comprende una secuencia de fibras de 4 PES intercaladas con 8 alambres de acero inoxidable AISI 316 de 0,05 mm de diámetro se colocó en la celda descrita anteriormente a una distancia de 5 mm desde cada superficie del ánodo y paralela a las mismas. Los elementos conductores se montaron mediante trenzado de uno de los alambres de acero sobre los restantes 7 alambres dispuestos paralelos entre sí. La tela se caracterizó por un hilo por número de cm de 20 y un peso unitario de 220 g/m².

Un separador de polietileno de 4 mm de espesor, provisto de orificios cuadrados de 1,5 cm de tamaño, orientados a 45° respecto a la vertical, se colocó entre la pantalla y el ánodo.

La celda fue operada bajo las condiciones de electrolisis descritas anteriormente y en el curso de la operación fue posible establecer, mediante la observación del crecimiento de burbujas de gas, que la reacción del ánodo tenía lugar selectivamente en la superficie del ánodo y no en la pantalla frente al mismo.

Se observó también que el crecimiento de la dendrita en la dirección del ánodo tomó contacto con la pantalla después de aproximadamente 6 horas. Después de 21 horas desde este contacto primario, el sistema de adquisición de datos registró un pico de corriente de 250 A que duró unos pocos segundos, indicando un

cortocircuito secundario provocado por el contacto entre una dendrita secundaria y el ánodo. Un pico adicional de 500 A que duró unos pocos segundos se observó después de 10 minutos, seguido por una alternación de los picos de corriente de entre 170 y 190 A durante los siguientes 10 minutos. Este comportamiento de la corriente se repitió durante los siguientes 40 minutos, según lo registrado por el sistema de adquisición de datos.

5 Al final de la prueba, los cátodos fueron extraídos de la celda experimental y la dendrita primaria se separó de la pantalla protectora sin dañarla.

10 La celda experimental luego fue retirada y a partir de una inspección visual pudo observarse que: 1) la pantalla estaba estructuralmente intacta, 2) la difusión de cobre sobre la pantalla estaba limitada a un conjunto pequeño de alambres de metal adyacentes. El crecimiento globular de cobre de tamaño limitado, con excepción de dos puntos dendríticos secundarios de 2 y 3 mm de diámetro, respectivamente, que tocaban el ánodo en 2 puntos, también fue observado en el lado del ánodo de la pantalla, correspondiente a alambres conductores en contacto con la dendrita primaria (y las inmediatamente adyacentes a la misma). En los puntos de contacto, el ánodo mostró un daño extremadamente localizado (menos de 1 y 1,5 cm²) que no era perjudicial para su posterior funcionamiento.

20 Al completar la inspección visual, los cátodos fueron reinsertados en sus asientos y la celda se volvió a colocar en funcionamiento durante un periodo de 4 horas. Durante este periodo de tiempo, se observó que el cobre se disolvió desde la pantalla protectora principalmente en la orientación lateral del cátodo. El cobre depositado en la pantalla en la dirección del ánodo se disolvió parcialmente. El cobre residual se desprendió, y se depositó en la base de la celda en fragmentos de menor tamaño.

EJEMPLO COMPARATIVO 1

25 En la celda descrita anteriormente, una pantalla textil permeable a iones hecha utilizando una urdimbre y una trama de fibra de poliéster se colocó en la celda descrita anteriormente a una distancia de 5 mm desde cada superficie del ánodo y paralela al mismo. La tela se caracterizó por una cantidad de hilos por cm de 18 y un peso unitario de 150 g/m².

30 Un separador de polietileno de 4 mm de espesor provisto de aberturas cuadradas de 1,5 cm de tamaño orientadas a 45° respecto de la vertical se colocó entre la pantalla y el ánodo.

35 La celda se puso en funcionamiento bajo las condiciones de electrólisis descritas anteriormente y durante el funcionamiento fue posible verificar mediante observación el crecimiento de burbujas de gas que la reacción del ánodo tenía lugar selectivamente en la superficie del ánodo y no en la pantalla frente al mismo.

40 También se observó que la dendrita creció en la dirección del ánodo y tomó contacto con la pantalla después de aproximadamente 6 horas. Después de aproximadamente una hora, el sistema de adquisición de datos registró un pico de corriente de más de 500 A, lo cual fue repetido a intervalos de unos pocos segundos durante los siguientes 10 minutos.

Al final de la prueba, los cátodos fueron extraídos de la celda experimental y la dendrita primaria se desprendió de la pantalla protectora sin dañarla.

45 La celda experimental fue luego desmantelada y a partir de una inspección visual fue posible observar que 1) la pantalla estaba estructuralmente intacta, 2) la difusión de cobre en la pantalla estaba limitada a un área pequeña correspondiente al contacto, 3) solo una formación dendrítica secundaria de aproximadamente 10 mm de diámetro había crecido en el punto de contacto entre la dendrita primaria y la pantalla y había alcanzado al ánodo provocando un gran daño al mismo. El daño a la superficie del ánodo afectó un área de aproximadamente 4 cm x 6 cm, perjudicando el uso posterior del electrodo.

EJEMPLO COMPARATIVO 2

55 Una pantalla que comprendía una rejilla de titanio que comprendía alambres de 1 mm de diámetro se colocó en la celda descrita anteriormente a una distancia de 5 mm de cada superficie del ánodo y paralela al mismo.

Un separador de polietileno de 4 mm de espesor provisto de aberturas cuadradas laterales de 1,5 cm orientadas a 45° respecto de la vertical fue colocado entre la pantalla y el ánodo.

60 La celda se puso en funcionamiento bajo las condiciones de electrólisis descritas anteriormente y durante el funcionamiento fue posible verificar mediante observación de las burbujas de gas que la reacción anódica tenía lugar selectivamente en la superficie del ánodo y no en la pantalla frente al mismo.

65 También se observó que la dendrita creció en la dirección del ánodo y tomó contacto con la pantalla después de aproximadamente 6 horas. 10 horas después de este contacto primario, el sistema de adquisición de datos registró un pico de corriente de 300 A, seguido por un pico de 500 A que fue registrado a intervalos con unos pocos

segundos de diferencia durante los siguientes 5 minutos.

Al final de la prueba, los cátodos fueron extraídos de la celda experimental y la dendrita primaria fue extraída de la pantalla protectora sin dañarla.

5 La celda experimental fue luego desmantelada y a partir de una inspección visual fue posible observar que 1) la pantalla estaba estructuralmente intacta y completamente cubierta con cobre, tanto del lado del cátodo como del lado del ánodo. El crecimiento de un punto dendrítico de diámetro medio de 12 mm que tocaba el ánodo en 1 punto también se observó del lado del ánodo de la pantalla, en el contacto con la dendrita primaria. En el punto de
10 contacto, el ánodo sufrió daños de área de 6 cm x 8 cm que perjudicó su posterior funcionamiento.

Al final de la inspección visual, los cátodos fueron reinsertados en sus asientos y la celda se volvió a poner en funcionamiento durante un periodo de 4 horas, luego de reemplazar al ánodo dañado. Durante este periodo de tiempo, se observó que el cobre se disolvió desde la pantalla protectora primero en la orientación lateral del cátodo.
15 El cobre depositado en la pantalla en la dirección del ánodo se disolvió parcialmente y se desprendió parcialmente en fragmentos de diferente tamaño, algunos de más de 1 cm². Algunos fragmentos permanecieron incrustados entre la pantalla y el ánodo, creando un contacto eléctrico directo entre los mismos y comprometiendo la función protectora de la pantalla en caso de un contacto posterior con formaciones dendríticas originadas desde el cátodo.

20 La descripción anterior no pretende limitar la invención, la cual puede utilizarse en varias realizaciones sin por ello apartarse de sus objetivos y su alcance se define inequívocamente mediante las reivindicaciones adjuntas.

En la descripción y reivindicaciones de la presente solicitud, la palabra "comprende" y sus variantes tales como "comprendiendo" y "comprenden" no descartan la presencia de otros elementos, componentes o etapas adicionales
25 del proceso.

La descripción de documentos, acciones, materiales, aparatos, artículos y lo similar se incluye en el texto exclusivamente para la finalidad de proporcionar un contexto para la presente invención; sin embargo, no debe entenderse que este material o parte del mismo constituye el conocimiento general en el campo relativo a la
30 invención antes de la fecha de prioridad de cada una de las reivindicaciones adjuntas a la presente solicitud.

REIVINDICACIONES

1. Aparato de electrodos para electrodeposición de metales no ferrosos, que comprende:

- 5 - un electrodo adecuado para el desprendimiento de oxígeno;
- al menos una pantalla permeable a iones dispuesta paralela a dicho electrodo;

10 en el que dicha pantalla comprende al menos una estructura de material no conductor de electricidad provista de una multiplicidad de segmentos conductores de electricidad separados y capaces de conducir corriente eléctrica a lo largo de una dirección predefinida.

2. Aparato de electrodos de acuerdo con la reivindicación 1, en el que dicha estructura es porosa o foraminada.

15 3. Aparato de electrodos de acuerdo con la reivindicación 2, en el que dicha estructura es una tela o una tela no tejida, opcionalmente hecha de material de polímero no conductor.

20 4. Aparato de electrodos de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que dichos segmentos conductores de electricidad comprenden un material seleccionado del grupo que consiste en metales de válvula, metales nobles, hierro, níquel, cromo y aleaciones y combinaciones de los mismos, carbones conductores y grafito.

25 5. Aparato de electrodos de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que dichos segmentos conductores de electricidad comprenden al menos un elemento seleccionado del grupo que consiste en hilos, alambres, cuerdas, tiras, bandas, cintas y cordones, aplicados a dicha estructura.

6. Aparato de electrodos de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, en el que dicha al menos una pantalla es una tela que comprende:

- 30 - una urdimbre de hilos de material no conductor opcionalmente polimérico;
- una trama que comprende una primera cantidad predefinida de hilos no conductores opcionalmente poliméricos intercalados con una segunda cantidad predefinida de hilos conductores.

35 7. Aparato de electrodos de acuerdo con la reivindicación 6, en el que dichos hilos de material conductor tienen un diámetro de 0,02-0,20 mm, dicha primera y dicha segunda cantidad predefinida se seleccionan independientemente en el intervalo de 1-20.

40 8. Aparato de electrodos de acuerdo con las reivindicaciones 6 o 7, en el que dichos hilos de material conductor están dispuestos paralelos entre sí o trenzados, ya sea sobre sí mismos o alrededor de al menos un hilo de material no conductor.

9. Aparato de electrodos de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 6 a 8, en el que dicha tela tiene un peso unitario de 50-600 g/m².

45 10. Aparato de electrodos de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 6 a 9, en el que dichos hilos equivalen a 8-200 hilos por centímetro.

11. Aparato de electrodos de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 6 a 10, en el que dicha tela está equipada con un orillo que consiste total o parcialmente en hilos de material conductor de electricidad.

50 12. Aparato de electrodos de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que al menos un borde de dicha pantalla está cubierto de un elemento aislante compuesto, que comprende opcionalmente un cordón cobertor y una inserción de material poliacrílico, estando dicha inserción interpuesta entre dicha pantalla y dicho cordón cobertor.

55 13. Aparato de electrodos de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que dicha pantalla está subdividida en al menos dos porciones aisladas eléctricamente entre sí.

60 14. Aparato de electrodos de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende además un separador foraminado de material de aislamiento eléctrico interpuesto entre dicho electrodo y dicha al menos una pantalla.

15. Electrolizador para extracción electrolítica de metales no ferrosos que comprende una multiplicidad de ánodos y cátodos entrelazados, en el que al menos uno de dichos ánodos es un aparato de electrodos de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores.

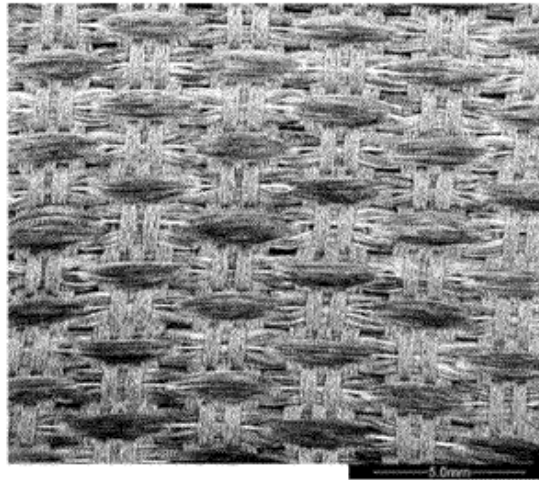


Fig. 1

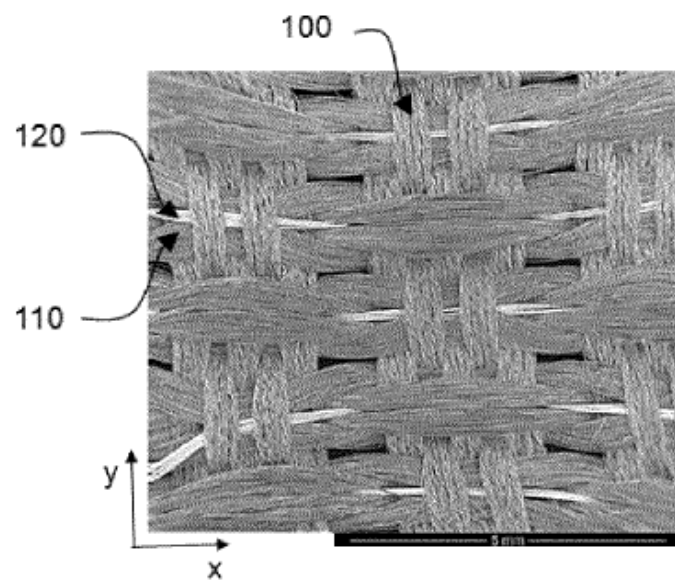


Fig. 2