



(19)



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 291 674**

(51) Int. Cl.:
C25C 3/08 (2006.01)

(12)

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

(86) Número de solicitud europea: **03756086 .9**

(86) Fecha de presentación : **03.06.2003**

(87) Número de publicación de la solicitud: **1509640**

(87) Fecha de publicación de la solicitud: **02.03.2005**

(54) Título: **Diseño de celda de fabricación electrolítica de aluminio, con secciones de tapa móvil de aislamiento.**

(30) Prioridad: **04.06.2002 WO PCT/IB02/02018**

(45) Fecha de publicación de la mención BOPI:
01.03.2008

(45) Fecha de la publicación del folleto de la patente:
01.03.2008

(73) Titular/es: **MOLTECH Invent S.A.**
6, rue Adolphe Fisher
1520 Luxembourg, LU

(72) Inventor/es: **De Nora, Vittorio y**
Berclaz, Georges

(74) Agente: **Durán Moya, Luis Alfonso**

ES 2 291 674 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

Diseño de celda de fabricación electrolítica de aluminio, con secciones de tapa móvil de aislamiento.

5 **Campo de la invención**

La presente invención se refiere a una celda electrolítica para la fabricación (o producción) de aluminio, que tiene ánodos no carbonosos en un electrolito fundido que está cubierto con una tapa aislante térmica, que está compuesta por secciones móviles de la tapa haciendo referencia también a la producción de aluminio con dicha celda.

10 **Antecedentes de la invención**

La tecnología para la producción de aluminio mediante la electrólisis de alúmina, disuelta en criolita fundida que contiene sales, a temperaturas en torno a los 950°C tiene más de cien años de antigüedad.

15 Las celdas convencionales para la producción de aluminio están construidas de manera que, durante el funcionamiento, se forma una costra de electrolito fundido solidificado alrededor de la cara interior de las paredes laterales de la celda. En la parte superior de las paredes laterales de la celda, esta costra se extiende en un reborde de electrolito solidificado que sobresale hacia el interior sobre la parte superior del electrolito fundido. La costra sólida se extiende, de hecho, sobre la parte superior del electrolito fundido entre los ánodos de carbón. Para rellenar el electrolito fundido con alúmina a efectos de compensar su agotamiento durante la electrólisis, esta costra se fractura periódicamente en lugares seleccionados por medio de un dispositivo para la rotura de dicha costra, alimentándose alúmina nueva a través del orificio en la costra.

25 Esta costra/reborde de electrolito solidificado forma parte del sistema de disipación de calor de la celda, teniendo en cuenta la necesidad de mantener la celda en funcionamiento a temperatura constante a pesar de cambios en las condiciones de funcionamiento, tal como en el momento en que se sustituyen los ánodos, o debido a daños/desgaste en las paredes laterales o debido al sobrecalentamiento o enfriamiento como resultado de grandes fluctuaciones en las condiciones de funcionamiento. En celdas convencionales, la costra se utiliza como medio para mantener automáticamente un equilibrio térmico satisfactorio debido a que el grosor de la costra/reborde se autoajusta para compensar los desequilibrios térmicos. Si la celda se sobrecalienta, la costra se disuelve parcialmente, reduciendo de esta manera el aislamiento térmico, de manera que se disipa una mayor cantidad de calor a través de las paredes laterales provocando al enfriamiento del contenido de la celda. Por otra parte, si la celda se enfría, el grosor aumenta, lo cual incrementa el aislamiento térmico, de manera que se disipa menos calor, lo que da lugar a un calentamiento del contenido de la celda.

30 La presencia de una costra de electrolito solidificado se considera importante para conseguir un funcionamiento satisfactorio de las celdas comerciales para la producción de aluminio a gran escala. De hecho, el equilibrio térmico es una de las principales preocupaciones del diseño de las celdas y el consumo de energía, dado que únicamente el 25% aproximadamente de dicha energía se utiliza para la producción de aluminio. Es necesaria la optimización del equilibrio térmico para mantener la temperatura del baño adecuada y el flujo de calor para mantener una capa de electrolito solidificada (reborde lateral) con un grosor adecuado.

45 En celdas convencionales, las principales pérdidas de calor tienen lugar en las paredes laterales, las barras colectoras de corriente y la parte inferior del cátodo, representando aproximadamente el 35%, el 8% y el 7% del total de las pérdidas de calor respectivamente, y se presta considerable atención a conseguir un correcto equilibrio de estas pérdidas.

Pérdidas adicionales del 33% tienen lugar a través de los ánodos de carbón, el 10% a través de la costra y el 7% a través de la tapa sobre los laterales de la celda. Estas elevadas pérdidas a través de los ánodos se consideran inherentes al proporcionar el gradiente térmico necesario a través de los ánodos.

En la literatura de patentes se han sugerido celdas que funcionan sin una costra de electrolito solidificado.

55 La patente U.S.A. 5.368.702 (de Nora) da a conocer una celda de producción de aluminio multimonopolar que funciona con ánodos tubulares en un electrolito fundido sin costra que está aislado térmicamente mediante una tapa. La tapa se recubre por debajo con una capa de material térmicamente aislante. La patente U.S.A. 5.415.742 (La Camera/Tomaswick/Ray/Zeigler) da a conocer otra celda de producción de aluminio que funciona con un electrolito fundido sin costra que está térmicamente aislado mediante una tapa.

60 El documento WO02/06565 (D'Astolfo/Hornack), las publicaciones U.S.A. 2001/0035344 (D'Astolfo/Lazzaro) y 2001/0037946 (D'Astolfo/Moor) dan a conocer una celda de producción de aluminio que tiene unas secciones de tapa térmicamente aislantes sobre el electrolito de la celda y diversos bloques de ánodos inertes que están suspendidos de cada sección de la tapa, sirviendo también las secciones de la tapa para distribuir la corriente a los bloques de ánodos inertes conectados a las mismas.

65 La patente U.S.A. 6.402.928 (de Nora/Sekhar) da a conocer una celda de producción de aluminio que tiene una tapa aislante compuesta de secciones asociadas con ánodos individuales o grupos de ánodos, pudiendo desmontarse

la tapa aislante por secciones, de manera que los ánodos individuales o los grupos de ánodos se pueden sustituir o se puede realizar su mantenimiento separadamente, extrayendo únicamente las secciones desmontables asociadas a los mismos.

- 5 A pesar de los esfuerzos anteriores para desarrollar un diseño de la celda para que funcione con ánodos no carbonosos, todavía existe la necesidad de conseguir una celda de producción de aluminio con una tapa aislante de la celda que permita el funcionamiento simplificado de la celda.

Características de la invención

10

La invención se refiere a una celda electrolítica para la fabricación (o producción) de aluminio a partir de un compuesto de aluminio disuelto en un electrolito fundido, en particular mediante la electrólisis de la alúmina disuelta en un electrolito fundido basado en fluoruros. La celda comprende: (I) un conjunto de ánodos individuales no carbonosos o un conjunto de grupos de ánodos no carbonosos, estando suspendido cada ánodo individual o grupo de ánodos, durante el funcionamiento, en el electrolito fundido mediante un vástago del ánodo que conecta el ánodo individual o el grupo de ánodos a una fuente de corriente positiva; y (II) una tapa térmicamente aislante que cubre el electrolito y, a través de la cual, cada vástago del ánodo se extiende desde la fuente de corriente positiva a un ánodo individual o un grupo de ánodos. La tapa aislante comprende una serie de secciones móviles que, conjuntamente, cubren una parte sustancial del electrolito. Cada sección móvil cubre una parte correspondiente del electrolito que está situado debajo de la misma y que se puede destapar desplazando la sección móvil correspondiente.

20

Según la invención, el vástago del ánodo de cada ánodo individual o grupo de ánodos se extiende a través de la tapa aislante entre dos secciones móviles o entre una sección móvil y una sección fija de la tapa aislante cuando dichas secciones se encuentran yuxtapuestas en una posición de recubrimiento sobre el electrolito. Cada sección móvil se puede desplazar para destapar la parte de electrolito correspondiente sin interrumpir el funcionamiento de ningún ánodo individual o grupo de ánodos.

25

A diferencia de las secciones de la tapa desmontables de la técnica anterior, la sección de la tapa móvil de la presente invención puede ser retirada de su posición de recubrimiento sobre el electrolito fundido sin tener que interrumpir el funcionamiento de ningún ánodo, es decir, mientras se mantiene el suministro en el electrolito de una corriente de electrólisis desde cada ánodo (o cada grupo de ánodos) para electrolizar el compuesto de aluminio disuelto en el electrolito. En particular, no es necesario desconectar los ánodos o retirar los mismos de una posición de funcionamiento cuando se tapan o destapan partes del electrolito fundido.

30

De esto se deduce que la totalidad de la superficie del electrolito o, como mínimo, una parte significativa de la misma puede ser accesible durante el funcionamiento sin interferir significativamente en el proceso de electrólisis. En este contexto, una parte significativa corresponde normalmente a más de una tercera parte, típicamente como mínimo la mitad, preferentemente no menos de dos terceras partes e incluso más preferentemente, como mínimo, tres cuartas partes de la superficie del electrolito. No obstante, para minimizar la pérdida de calor durante el funcionamiento cuando se necesita acceder a una parte del electrolito, únicamente la sección o secciones móviles de la tapa, que están situadas normalmente, más o menos verticalmente, sobre esta parte del electrolito, se deben retirar de sus posiciones de recubrimiento.

35

40

La tapa aislante de la celda se puede fabricar con cualquier material, por ejemplo cerámica, resistente a ambientes corrosivos/oxidantes a elevada temperatura, en particular a una atmósfera que contiene oxígeno y fluoruro. Por ejemplo, la tapa se puede fabricar con un material compuesto dado a conocer en el documento WO02/070784 (de Nora/Berclaz).

45

Preferentemente, cada sección móvil se puede desplazar individualmente para destapar únicamente la parte de electrolito correspondiente a efectos de minimizar las pérdidas de calor tanto como sea posible.

50

Cada ánodo individual o grupo de ánodos se puede asociar, como mínimo, con una sección móvil de la tapa, normalmente una, dos, tres o cuatro secciones móviles, y se pueden sustituir o se puede realizar el mantenimiento desplazando únicamente la sección o secciones móviles asociadas con los mismos.

55

Por lo menos una sección móvil de la tapa se puede asociar con una serie de ánodos individuales o grupos de ánodos. Por ejemplo, una sección móvil de la tapa se asocia con una serie de ánodos que están situados adyacentes a un borde y/o adyacentes a los bordes vecinos y/o los bordes opuestos de la sección de la tapa móvil.

60

Normalmente, cada ánodo individual o grupo de ánodos se extiende bajo la tapa aislante lateralmente, desde un extremo de la parte inferior del vástago del ánodo, mediante el cual está suspendido. Ejemplos de dichos ánodos se dan a conocer en las patentes U.S.A. 6.358.393 (Berclaz/de Nora) y 6.540.887 (de Nora) y en los documentos WO99/02764 (de Nora/Duruz), WO00/40781 (de Nora), WO01/31086 (de Nora/Duruz), WO03/006716 y WO03/023092 (ambos de de Nora). Alternativamente, los ánodos se pueden confinar horizontalmente bajo los vástagos del ánodo, por ejemplo, tal como se da a conocer en la patente U.S.A. 5.368.702 (de Nora) y en el documento WO01/31088 (de Nora).

65

El ánodo puede ser una cerámica que desprende oxígeno, cermet o ánodo con base metálica. En particular, el ánodo puede ser fabricado con cualquiera de los materiales dados a conocer en los documentos WO00/06802, WO00/06803

(ambos de Duruz/de Nora/Crottaz), WO00/06804 (Crottaz/Duruz), WO01/42535 (Duruz/de Nora), WO01/42534 (de Nora/Duruz), WO01/42536 (Duruz/Nguyen/de Nora), WO02/083991 (Nguyen/de Nora), WO03/014420 (Nguyen/Duruz/de Nora) y PCT/IB03/00964 (Nguyen/de Nora). Otros materiales para el ánodo que desprenden oxígeno se dan a conocer en los documentos WO99/36593, WO99/36594, WO00/06801, WO00/06805, WO00/40783 (todos de de Nora/Duruz), WO00/06800 (Duruz/de Nora), WO99/36591, WO99/36592 (ambos de de Nora) y PCT/IB03/01479 (Nguyen/de Nora). Los ánodos que desprenden oxígeno se pueden recubrir con una capa protectora fabricada con uno o más compuestos de cerio, en particular oxifluoruro de cerio, tal como se da a conocer en los documentos WO02/070786 (Nguyen/de Nora), WO02/0083990 (de Nora/Nguyen) y en las patentes U.S.A. 4.614.569 (Duruz/Derivaz/Debely/Adorian), 4.680.094 (Duruz), 4.683.037 (Duruz) y 4.966.674 (Bannochie/Sheriff).

La tapa aislante puede estar compuesta por una serie de secciones móviles de la tapa situadas en yuxtaposición, en particular, yuxtapuestas a lo largo de la celda. Un vástago del ánodo se puede extender a través de la tapa de la celda entre dos secciones móviles de la tapa yuxtapuestas.

La tapa aislante puede comprender una serie de secciones móviles de la tapa situadas de extremo a extremo, en particular, de extremo a extremo a través de la celda. Un vástago del ánodo se puede extender a través de la tapa de la celda entre dos secciones móviles de la tapa de extremo a extremo.

La tapa aislante puede estar compuesta por una sección fija de la tapa y una sección móvil de la tapa adyacente a la misma sobre el electrolito. Por ejemplo, la tapa aislante comprende una sección central fija de la tapa, que se extiende a lo largo de la celda, y una o más secciones móviles de la tapa sobre cada lado de la sección central de la tapa y sobre el electrolito. Un vástago del ánodo se puede extender a través de la tapa de la celda entre la sección fija de la tapa y la sección móvil de la misma.

Una sección móvil de la tapa se puede montar con capacidad de giro a lo largo de un eje horizontal, en particular adyacente a una parte superior de una pared lateral de la celda y, generalmente, a lo largo de la misma, de manera que la sección móvil se puede girar desde su posición de recubrimiento y de vuelta a la misma. Para facilitar el giro de la sección móvil, dicha sección se puede asociar a un contrapeso situado más allá del eje de pivotamiento opuesto a dicha sección.

Una sección móvil de la tapa también puede ser separable de la celda durante el funcionamiento.

Una sección móvil de la tapa puede descansar sobre una pared lateral de la celda y/o sobre una sección fija de la tapa, o puede estar suspendida sobre el electrolito mediante unos medios de suspensión, tales como alambres o cadenas. Convenientemente, los medios de suspensión están conectados a unos medios de accionamiento, tales como un motor eléctrico, o a un contrapeso para desplazar o facilitar el movimiento de la sección móvil.

Preferentemente, una sección móvil de la tapa comprende unos medios de sujeción, tales como un asa o una argolla, para desplazar o facilitar el movimiento de la sección manualmente (a mano), en particular, utilizando una palanca o unos medios de fijación, tales como un gancho o una argolla, para desplazar o facilitar el movimiento de la sección con un dispositivo de elevación tal como una grúa.

Normalmente, la celda de la invención, en particular en una configuración drenada, tiene un dispositivo para acumular el aluminio producto, sobre el que se dispone una sección móvil de la tapa que será retirada intermitentemente de su posición de recubrimiento para permitir el acceso a este dispositivo de un dispositivo de extracción de colada de aluminio. Los dispositivos adecuados de acumulación de aluminio se dan a conocer en los documentos WO00/63463, WO02/097169 (de Nora) o WO02/097168 (todos de de Nora). Esta sección móvil de la tapa se puede asociar con uno o más ánodos o puede ser una sección móvil de la tapa separada.

Cuando la configuración del alimentador de alúmina lo requiere, la tapa aislante comprende, como mínimo, una abertura para alimentar un compuesto de aluminio al electrolito fundido. Dichos alimentadores de alúmina pueden ser alimentadores puntuales convencionales o alimentadores que están dispuestos para pulverizar/dispersar alúmina sobre el electrolito fundido, por ejemplo, tal como se da a conocer en los documentos WO00/63464 (de Nora/Berclaz) y WO03/006717 (Berclaz/Duruz). Si el alimentador de alúmina no se encuentra permanentemente en la abertura de extracción del aluminio, esta abertura se puede adaptar con un elemento de cierre móvil para reducir las pérdidas de calor cuando el alimentador no se encuentra en la abertura.

La invención también se refiere a un método de fabricación electrolítica de aluminio en una celda tal como se ha descrito anteriormente. El método comprende la electrolización de un compuesto de aluminio entre los ánodos individuales o los grupos de ánodos y un cátodo para generar gas anódicamente y generar aluminio catódicamente, maximizando el recubrimiento del electrolito para mantener el electrolito sustancialmente aislado térmicamente e inhibir la formación de una costra de electrolito sobre, por lo menos, parte del electrolito, y alimentar un compuesto de aluminio a esta parte del electrolito para rellenar el compuesto de aluminio consumido durante la electrolisis.

Típicamente, el recubrimiento del electrolito se maximiza retirándose (verticalmente) de su posición de recubrimiento únicamente la sección o secciones móviles de la tapa sobre una parte del electrolito a la que se necesita acceder y únicamente durante el tiempo necesario para el acceso.

El aluminio se puede acumular debajo de una sección móvil de la tapa y se puede extraer intermitentemente de la celda: desplazando de su posición de recubrimiento la sección móvil de la tapa que cubre el aluminio acumulado; introduciendo desde el exterior de la celda un dispositivo de extracción de colada en el aluminio acumulado; extrayendo el aluminio acumulado; retirando el dispositivo de extracción de colada de la celda; y desplazando la sección móvil de la tapa de nuevo a su posición de recubrimiento.

Tal como se ha mencionado anteriormente, una sección móvil de la tapa se puede montar de diferentes maneras. Durante el funcionamiento de la celda, la sección móvil se puede inclinar, en particular se puede girar, deslizar y/o elevar, para retirarla de su posición de recubrimiento.

Un compuesto de aluminio, en particular alúmina, se puede alimentar al electrolito a través de, como mínimo, una abertura en la tapa aislante.

La celda puede funcionar con una acumulación profunda de aluminio. Preferentemente la celda funciona con una capa superficial de aluminio o en una configuración drenada. Preferentemente, el cátodo, y posiblemente otras partes de la celda se cubren con un material humectable por aluminio, por ejemplo, tal como se da a conocer en los documentos WO01/42168 (de Nora/Duruz), WO01/42531 (Nguyen/Duruz/de Nora), WO02/070783, WO02/070785 (ambos de de Nora), WO02/09683 (Duruz/Nguyen/de Nora), WO02/09683 (Nguyen/de Nora), WO02/097168 y WO02/097169 (ambos de de Nora).

Breve descripción de los dibujos

A continuación se describirán las realizaciones de la invención por medio de un ejemplo, con referencia a los dibujos esquemáticos adjuntos, en los que:

las figuras 1 y 2 muestran respectivamente, de manera esquemática, una vista en planta y una vista en sección transversal de una celda electrolítica para la fabricación (o producción) de aluminio que tiene ánodos no carbonosos y una tapa aislante, según la invención; y

las figuras 3 y 4 muestran respectivamente, de manera esquemática, una vista en planta y una vista en sección transversal de otra celda electrolítica para la fabricación (o producción) de aluminio que tiene ánodos no carbonosos y una tapa aislante, según la invención.

Descripción detallada

Las figuras 1 y 2 muestran una celda electrolítica para la fabricación (o producción) de aluminio que tiene un conjunto de ánodos (10) (mostrados mediante líneas de puntos en la parte izquierda de la figura 1) conectados a una fuente de corriente positiva y suspendidos sobre una parte inferior de un cátodo (20) mediante los vástagos de ánodos (11). La parte inferior del cátodo (20) está fabricada con bloques de carbón en yuxtaposición, recubiertos con un revestimiento humectable por aluminio (21) y aluminio producto (55), y conectado a una barra colectora negativa a través de las barras de acero (25) que se extienden a lo largo de los bloques del cátodo.

El cátodo se puede cubrir con una acumulación superficial de aluminio fundido (no mostrado) o con una fina capa de aluminio (55), tal como se muestra en la figura 2, estando la parte inferior del cátodo (20) en una configuración drenada, en cuyo caso la parte inferior de la celda se debe disponer con un depósito de recogida de aluminio, por ejemplo tal como se da a conocer en las referencias mencionadas anteriormente.

Los ánodos (10) se sumergen en un electrolito fundido basado en fluoruros (50) cubierto por una tapa aislante que está compuesta por secciones móviles (60) dispuestas en yuxtaposición a lo largo de la celda y en pares de extremo a extremo a través de la celda. Las varillas (11) de ánodos se extienden a través de la tapa aislante entre las secciones (60) yuxtapuestas que presentan recortes (63) que ajustan alrededor de los vástagos de los ánodos (11). Los pasos verticales (64) para alimentar la alúmina están formados orientando los recortes entre pares de secciones móviles (60) a través de la celda.

Las secciones móviles (60) de la tapa descansan sobre las paredes laterales (22) de la celda, cuyas caras internas (22') se muestran mediante líneas de puntos en el lado izquierdo de la figura 1. Las secciones (60) de la tapa se encuentran suspendidas sobre el electrolito (50) mediante alambres (70) que se encuentran fijados en un extremo a los pasadores (71) de las secciones (60) y que conducen a los motores eléctricos (72) u otros medios de accionamiento fijados a los travesaños de soporte (73) horizontales que se extienden longitudinalmente sobre la celda. En el lado derecho de la figura 2, cada alambre (70) se extiende desde un borde adyacente de la sección (60) de la tapa a un motor (72) situado de forma sustancial verticalmente sobre dicho borde, mientras que en el lado izquierdo de la figura 2, cada alambre (70) se extiende desde un borde adyacente de la sección (60) de la tapa a un motor (72) situado de forma sustancial verticalmente sobre un borde opuesto de la sección (60) de la tapa, de manera que los alambres (70) se encuentran en una configuración X que facilita la inclinación de la sección (60) de la tapa utilizando el motor (72).

Además, las secciones móviles (60) de la tapa se adaptan con asas (61) para desplazarlas manualmente o, si se desplazan utilizando los motores (72), para facilitar manualmente el guiado de las secciones durante el movimiento.

Los ánodos (10) tienen una estructura activa, por ejemplo, una estructura en forma de rejilla o en forma de placa tal como se da a conocer en las referencias mencionadas anteriormente, que se extiende lateralmente bajo las secciones móviles (60) de la tapa. Alternativamente, los ánodos pueden ser tubulares sin extenderse lateralmente bajo las secciones móviles de la tapa, tal como se ha mencionado anteriormente.

Los ánodos no carbonosos (10), así como el vástago del ánodo (11), se pueden fabricar con cerámica conductora, cermet o un material con base metálica resistentes al electrolito fundido. De manera ventajosa, los ánodos (10) y los vástagos (11) se fabrican con una aleación con base de hierro que contiene, por ejemplo, níquel, tal como se ha mencionado anteriormente.

Durante el funcionamiento de la celda mostrada en las figuras 1 y 2, la alúmina disuelta en el electrolito fundido (50) se electroliza entre los ánodos no carbonosos (10) y la parte inferior del cátodo (20), para desprender gas anódicamente y aluminio (55) catódicamente. La alúmina nueva se alimenta de manera continua o intermitente a través los pasos (64) para rellenar el electrolito (50). La alúmina se puede alimentar utilizando alimentadores puntuales convencionales o pulverizadores de alúmina, tal como se ha mencionado anteriormente.

Se puede realizar el mantenimiento o sustituir un ánodo (10) individualmente desplazando las dos secciones móviles (60) de la tapa correspondientes situadas sobre el mismo. Las dos secciones móviles (60) que rodean el vástago (11) del ánodo (10) se inclinan generalmente alrededor de su borde más largo opuesto al vástago del ánodo (11) de recepción, utilizando preferentemente los motores eléctricos (72) y/o asas (61), y están situadas contra los vástagos de ánodos (11) vecinos adyacentes al ánodo (10) al que se necesita acceder. El ánodo (10) correspondiente se puede extraer posteriormente del electrolito (50).

A diferencia de las celdas dadas a conocer en la patente U.S.A. 6.402.928 mencionada anteriormente, un ánodo (10) de la celda, según la invención, se puede extraer de la celda y las secciones (60) de la tapa correspondientes del ánodo se pueden volver a colocar en sus posiciones de recubrimiento con un ánodo diferente insertado en la celda o, temporalmente, incluso sin ningún ánodo en absoluto, por ejemplo para evitar las pérdidas de calor mientras el ánodo extraído es sometido a un rápido examen y/o un procedimiento de mantenimiento y se vuelve a colocar, posteriormente, en la celda sin la sustitución del ánodo.

Para extraer el aluminio acumulado (55), se retira una sección móvil (60) de la tapa de su posición de recubrimiento, se introduce un dispositivo de extracción desde el exterior de la celda en el aluminio acumulado (55) y se extrae el aluminio acumulado (55). Posteriormente, se extrae el dispositivo de extracción de la celda y la sección móvil (60) de la tapa se vuelve a colocar en su posición de recubrimiento.

Las figuras 3 y 4 muestran, de manera esquemática, otra celda según la invención. La celda tiene un conjunto de ánodos (10) (mostrado mediante líneas de puntos en la parte superior y en la parte inferior de la figura 3) conectado a una fuente de corriente positiva y suspendido sobre una parte inferior del cátodo (20) mediante los vástagos de los ánodos (11).

Los ánodos (10) se sumergen en un electrolito fundido con base de fluoruros (50) cubierto mediante una tapa aislante (60), (60') compuesta por una sección de la tapa fija central (60') y secciones móviles (60) situadas en cada lado de la sección fija (60') y dispuestas en yuxtaposición a lo largo de la celda.

Cada vástago del ánodo (11) se extiende a través de la tapa aislante (60), (60') entre la sección fija (60') y una sección móvil (60), mostrada inclinada mediante líneas de puntos en el lado derecho de la figura 4, entendiéndose que la sección móvil (60) se puede girar alrededor de una posición vertical. Las secciones móviles (60) tienen recortes (63), (63') que ajustan en torno a los vástagos de los ánodos (11). Tal como se muestra en la parte superior de la figura 3, los recortes (63) se extienden hacia las secciones móviles (60) a efectos de alojar únicamente los vástagos de los ánodos (11), mientras que en la parte inferior de la figura 3, los recortes (63') se extienden en mayor medida hacia las secciones móviles (60) a efectos de alojar los vástagos de los ánodos (11), así como las protuberancias (65) de la sección fija (60'). En el último caso, los vástagos de los ánodos (11) tienen una mayor separación a través de la celda entre los mismos. Esto permite optimizar el uso de la superficie de la parte inferior del cátodo (20) y/o el uso de mayores ánodos y/o la utilización de un canal central (no mostrado) para recoger el aluminio producto (55), tal como se ha mencionado anteriormente.

En una variación, las secciones fijas de la tapa se adaptan con recortes que ajustan alrededor de los vástagos de los ánodos (no mostrados). De la misma manera, un recorte puede alojar únicamente un vástago del ánodo o un vástago del ánodo más una protuberancia de las secciones móviles de la tapa.

Las secciones móviles (60) de la tapa se montan, con capacidad de giro, a lo largo de un eje horizontal (66) adyacente a una parte superior de las paredes laterales longitudinales (22) de la celda o a lo largo de las mismas, estando indicadas las caras internas (22') de las paredes laterales mediante líneas de puntos en la parte superior y en la parte inferior de la figura 3, y se adaptan con asas (61), como las secciones móviles (60) de la tapa de las figuras 1 y 2. En la parte izquierda de las figuras 3 y 4, las secciones móviles (60) de la tapa están conectadas a un contrapeso (67), mostrado de forma esquemática, situado más allá del eje de giro (66), opuesto a las secciones móviles (60) para facilitar la elevación de las secciones (60).

ES 2 291 674 T3

Las secciones (60) de la tapa tienen protuberancias (62) que descansan sobre la sección fija (60') y están suspendidas sobre el electrolito (50) mediante alambres (70), a través de los pasadores (71).

Tal como se muestra en la parte derecha de la figura 4, los alambres están conectados a los motores eléctricos (72) u otros medios de accionamiento fijados a unos travesaños de soporte (73) horizontales que se extienden sobre la celda y a través de la misma. En la parte izquierda de la figura 4, los alambres (70) se extienden sobre poleas (74) montadas sobre el travesaño (73) y están conectados a otro contrapeso (75) para facilitar la elevación de la sección móvil (60) de la tapa. Cada sección móvil de la tapa se puede asociar con unos medios de accionamiento, así como con uno o más contrapesos.

Durante el funcionamiento de la celda mostrada en las figuras 3 y 4, la alúmina disuelta en el electrolito fundido (50) se electroliza entre los ánodos no carbonosos (10) y la parte inferior del cátodo (20) para desprender gas anódicamente y aluminio (55) catódicamente. Se alimenta alúmina nueva de manera continua o intermitente a través de los pasos (64) para rellenar el electrolito (50).

Se puede realizar el mantenimiento de un ánodo (10) o sustituirlo individualmente retirando la sección móvil (60) correspondiente de la tapa situada sobre el mismo. La sección móvil (60) que rodea el vástago de ánodo (11) del ánodo (10) se puede girar automáticamente utilizando el motor (72) o manualmente utilizando el asa (61). El ánodo correspondiente (10) se puede extraer, posteriormente, del electrolito (50).

Para extraer el aluminio acumulado (55), se retira una sección móvil (60) de la tapa de su posición de recubrimiento, se introduce un dispositivo de extracción desde el exterior de la celda en el aluminio acumulado, y se extrae el aluminio acumulado. Por lo tanto, el dispositivo de extracción se extrae de la celda y la sección móvil (60) de la tapa se coloca de nuevo en su posición de recubrimiento.

En una variación, la tapa aislante de la celda, en particular una sección de la tapa fija de la misma, se puede adaptar con una abertura adicional más pequeña, específicamente diseñada para permitir el paso de un dispositivo de extracción de aluminio. Esta abertura adicional se encuentra cubierta preferentemente con un cierre móvil correspondiente cuando no se extrae aluminio, para evitar pérdidas de calor.

REIVINDICACIONES

5 1. Celda electrolítica para la fabricación (o producción) de aluminio a partir de un compuesto de aluminio disuelto en un electrolito fundido, en particular mediante la electrólisis de alúmina disuelta en un electrolito fundido a base de fluoruros, que comprende:

10 - una serie de ánodos individuales no carbonosos o una serie de grupos de ánodos no carbonosos, estando suspendido cada ánodo individual o grupo de ánodos, en funcionamiento, en el electrolito fundido mediante un vástago del ánodo que conecta el ánodo individual o el grupo de ánodos a una fuente de corriente positiva; y

15 - una tapa aislante térmica que cubre el electrolito y a través de la cual cada vástago del ánodo se extiende desde la fuente de corriente positiva hasta un ánodo individual o un grupo de ánodos, comprendiendo la tapa aislante una serie de secciones móviles que, conjuntamente, cubren una parte sustancial del electrolito, cubriendo cada sección móvil una parte correspondiente del electrolito que está situado debajo de la misma y que puede ser destapada desplazando la sección móvil correspondiente,

20 **caracterizada** porque el vástago del ánodo de cada ánodo individual o grupo de ánodos se extiende a través de la tapa aislante entre dos secciones móviles o entre una sección móvil y una sección fija de la tapa aislante cuando dichas secciones se encuentran en una posición de recubrimiento sobre el electrolito, pudiendo desplazarse cada sección móvil para destapar la parte de electrolito correspondiente sin interrumpir el funcionamiento de cualquier ánodo individual o cualquier grupo de ánodos.

25 2. Celda, según la reivindicación 1, en la que cada sección móvil se puede desplazar individualmente para destapar únicamente la parte de electrolito correspondiente.

30 3. Celda, según la reivindicación 1 o 2, en la que cada ánodo individual o grupo de ánodos está asociado con, como mínimo, una sección móvil de la tapa, y se puede sustituir o se puede realizar el mantenimiento desplazando únicamente la sección o secciones móviles asociadas con los mismos, estando asociada, opcionalmente, como mínimo, una sección móvil de la tapa con una serie de ánodos individuales o grupos de ánodos.

35 4. Celda, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que cada ánodo individual o cada grupo de ánodos se extiende bajo la tapa aislante lateralmente desde un extremo inferior del vástago del ánodo por medio del cual se encuentra suspendido.

40 5. Celda, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que la tapa aislante está compuesta por una serie de secciones móviles de la tapa situadas en yuxtaposición, en particular situadas en yuxtaposición a lo largo de la celda.

6. Celda, según la reivindicación 5, en la que un vástago del ánodo se extiende a través de la tapa de la celda entre dos secciones móviles de la tapa yuxtapuestas.

45 7. Celda, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que la tapa aislante está compuesta por una serie de secciones móviles de la tapa situadas de extremo a extremo, en particular situadas de extremo a extremo a través de la celda.

8. Celda, según la reivindicación 7, en la que un vástago de ánodo se extiende a través de la tapa de la celda entre dos secciones móviles de la tapa de extremo a extremo.

50 9. Celda, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que la tapa aislante está compuesta por una sección fija de la tapa y una sección móvil de la tapa adyacente a la misma sobre el electrolito, opcionalmente la sección fija central de la tapa se extiende a lo largo de la celda y esta asociada, en cada lado, con una sección móvil de la tapa sobre el electrolito.

55 10. Celda, según la reivindicación 9, en la que un vástago de ánodo se extiende a través de la tapa de la celda entre la sección fija de la tapa y la sección móvil de la misma.

11. Celda, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que una sección móvil de la tapa se puede separar de la celda durante el funcionamiento.

60 12. Celda, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que una sección móvil de la tapa se dispone para poder ser deslizada y/o elevada para destapar una parte del electrolito.

65 13. Celda, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que una sección móvil de la tapa se dispone para ser inclinada, especialmente girada, para destapar una parte del electrolito, pudiendo ser opcionalmente montada con capacidad de giro dicha sección móvil de la tapa a lo largo de un eje horizontal.

ES 2 291 674 T3

14. Celda, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que una sección móvil de la tapa descansa sobre una pared lateral de la celda.

15. Celda, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende una sección fija de la tapa y una sección móvil de la tapa que descansa sobre la misma.

16. Celda, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende medios para suspender una sección móvil de la tapa sobre el electrolito, estando conectados opcionalmente dichos medios de suspensión a unos medios de accionamiento para desplazar o facilitar el movimiento de la sección móvil de la tapa.

17. Celda, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que una sección móvil de la tapa comprende medios de sujeción para desplazar o facilitar el movimiento de la sección manualmente.

18. Celda, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que una sección móvil de la tapa comprende medios de fijación para desplazar o facilitar el movimiento de la sección con un dispositivo de elevación fijable a la misma.

19. Celda, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende un dispositivo para acumular aluminio producto sobre el que se dispone una sección móvil de la tapa para ser separada intermitentemente de su posición de recubrimiento para permitir el acceso de un dispositivo de extracción de aluminio a dicho dispositivo.

20. Celda, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que la tapa aislante comprende, como mínimo, una abertura para alimentar un compuesto de aluminio al electrolito fundido.

21. Método para la fabricación electrolítica de aluminio en una celda, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende la electrolización de un compuesto de aluminio entre los ánodos individuales o los grupos de ánodos y un cátodo para generar gas anódicamente y aluminio catódicamente, maximizando el recubrimiento del electrolito para mantener sustancialmente el electrolito térmicamente aislado e inhibir la formación de una costra de electrolito sobre, como mínimo, una parte del electrolito, y alimentar un compuesto de aluminio a dicha parte del electrolito para rellenar el compuesto de aluminio consumido durante la electrólisis.

22. Método, según la reivindicación 21, en el que, para sustituir o realizar el mantenimiento de un ánodo individual o un grupo de ánodos suspendidos mediante un vástago de ánodo, únicamente se desplaza la sección o secciones móviles asociadas con el vástago del ánodo.

23. Método, según las reivindicaciones 21 ó 22, que comprende el descubrimiento de una parte de electrolito mediante el desplazamiento, únicamente, de la sección móvil correspondiente.

24. Método, según cualquiera de las reivindicaciones 21 a 23, que comprende la acumulación de aluminio por debajo de una sección móvil de la tapa y la extracción intermitente del aluminio acumulado de la celda: retirando la sección móvil de la tapa que cubre el aluminio acumulado de su posición de recubrimiento; introduciendo desde el exterior de la celda un dispositivo de extracción en el aluminio acumulado; extrayendo el aluminio acumulado; extrayendo el dispositivo de extracción de la celda; y colocando la sección móvil de la tapa de nuevo en su posición de recubrimiento.

25. Método, según cualquiera de las reivindicaciones 21 a 24, en el que se destapa una parte del electrolito inclinando, especialmente girando, una sección móvil de la tapa.

26. Método, según cualquiera de las reivindicaciones 21 a 25, en el que se destapa una parte del electrolito deslizando y/o elevando una sección móvil de la tapa.

27. Método, según cualquiera de las reivindicaciones 21 a 26, que comprende la extracción del compuesto de aluminio al electrolito a través de, como mínimo, una abertura en la tapa aislante.

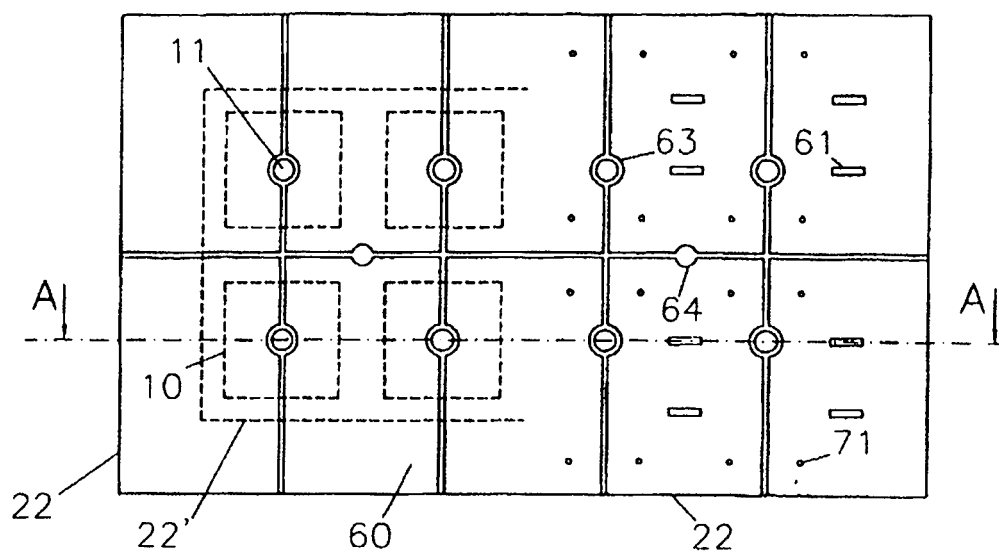


Fig. 1

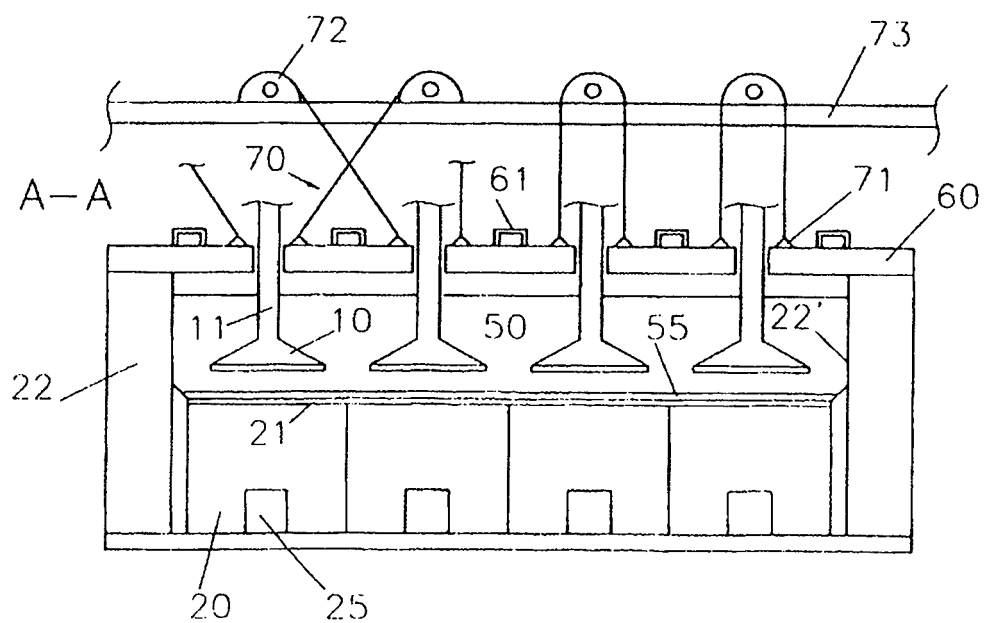


Fig. 2

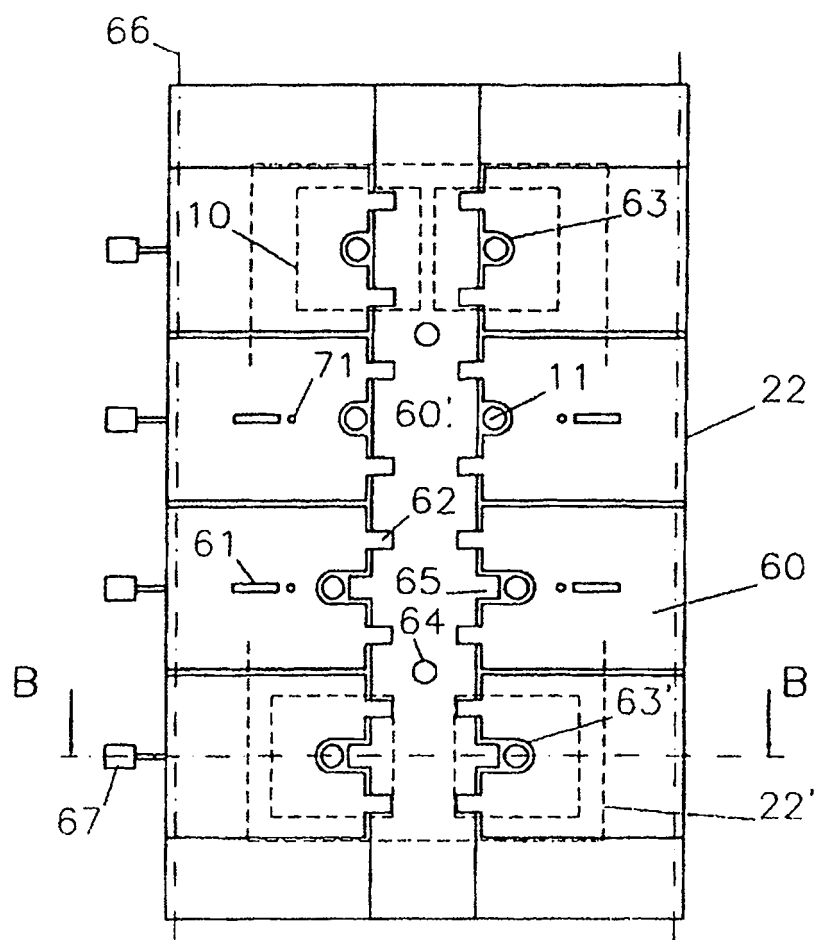


Fig. 3

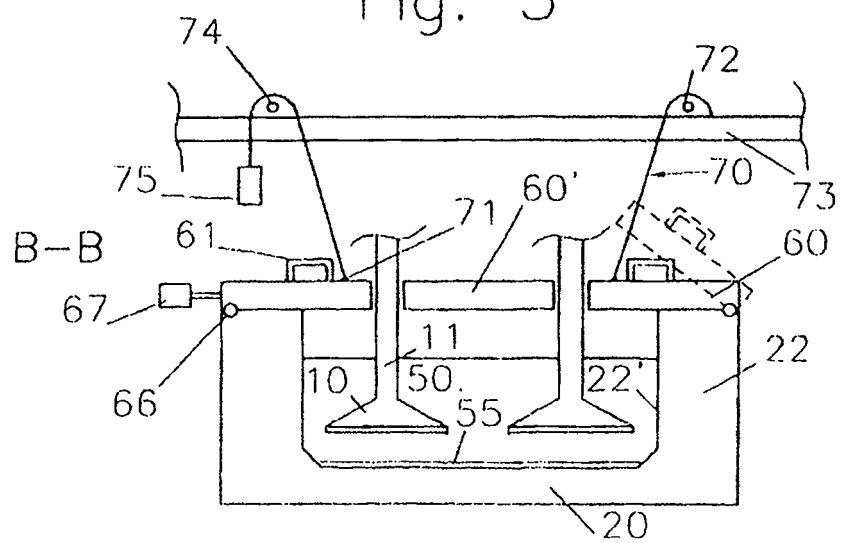


Fig. 4