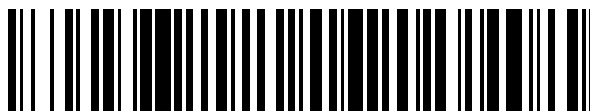


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 432 172**

51 Int. Cl.:

C25C 3/08

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **17.12.2007** **E 07845955 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **07.08.2013** **EP 2133446**

54 Título: **Celdas electrolíticas para aluminio con bloques catódicos de carbono con estructura heterotípica**

30 Prioridad:

02.03.2007 CN 200710010523

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

02.12.2013

73 Titular/es:

**SHENYANG BEIYE METALLURGICAL
TECHNOLOGY CO., LTD. (33.3%)**

**No. 63, Wanliutang Road Dongling District
Shenyang**

Liaoning 110015, CN;

**NORTHEASTERN UNIVERSITY ENGINEERING &
RESEARCH INSTITUTE CO., LTD. (33.3%) y
NORTHEASTERN UNIVERSITY (33.3%)**

72 Inventor/es:

FENG, NAIXIANG

74 Agente/Representante:

LAZCANO GAINZA, Jesús

ES 2 432 172 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

Celdas electrolíticas para aluminio con bloques catódicos de carbono con estructura heterotípica

Campo de la invención

5 La presente invención se refiere al campo técnico de la electrólisis de aluminio, más en particular, a una celda electrolítica de aluminio para producir aluminio a través de un proceso de electrólisis de sal fundida.

Antecedentes de la invención

10 Actualmente, el aluminio puro industrial se produce principalmente por un proceso de electrólisis en sal fundida de criolita y alúmina. Un dispositivo dedicado usualmente empleado en el proceso anterior incluye una celda electrolítica cuyo interior está forrado con materiales de carbono. Los materiales refractarios y ladrillos aislantes térmicos se proporcionan entre una
 15 caja de acero y un revestimiento de carbono de la celda electrolítica. El revestimiento de carbono dentro de la celda electrolítica se estructura generalmente mediante la colocación de ladrillos de carbono (o bloques) hechos de antracitas o materiales de grafito o el compuesto de estos, que tiene una mejor corrosividad anti-sodio o anti-electrolítica. Las pastas de carbono fabricadas de los materiales de carbono anteriores se compactan en una junta entre los ladrillos o bloques. Una
 20 barra de acero se dispone en el fondo de los bloques de carbono en el fondo de la celda electrolítica y se extiende fuera de la caja de la celda de electrólisis. Tal barra de acero se refiere usualmente a una barra del cátodo de acero de la celda de electrólisis. Un ánodo de carbono fabricado de coque de petróleo se suspende por encima de la celda de electrólisis. Una barra guía del ánodo fabricada de metal se dispone encima del ánodo de la celda de electrólisis, a través de la cual se conduce la corriente. El aluminio fundido y la fusión del electrolito de criolita y alúmina que tiene una temperatura entre 940-
 25 970 °C se proporcionan entre el cátodo de carbono y el ánodo de carbono de la celda de electrólisis. El aluminio fundido y el electrolito se funden el uno con el otro, y la densidad del aluminio es más grande que la del electrolito que se funde, por lo tanto, el aluminio se pone en contacto con el cátodo de carbono por debajo del electrolito que se funde. Cuando se conduce una corriente directa desde el ánodo de carbono de la celda electrolítica y se conduce fuera del cátodo de carbono de esta; ya que el electrolito se funde es un conductor iónico, la criolita fundida con alúmina se hace reaccionar electroquímicamente en el cátodo y el ánodo. En consecuencia, se lleva a cabo una reacción en la que el oxígeno producido por el ion de
 30 transporte de oxígeno se descarga en el ánodo y reacciona con el carbono del ánodo de carbono, y el electrolito resultante de la reacción en forma de CO₂ se escapa de la superficie del ánodo. El ión portador de aluminio se descarga en el cátodo con el fin de obtener tres electrones para generar aluminio metálico. Esta reacción del cátodo se lleva a cabo en la superficie del aluminio fundido dentro de la celda electrolítica. La distancia entre los electrodos se refiere a la distancia entre la superficie del cátodo y la superficie inferior del ánodo de carbono dentro de la celda electrolítica. Típicamente, en la celda electrolítica de aluminio industrial, la distancia entre los electrodos dentro de la celda electrolítica es de 4-5 cm. La distancia entre los electrodos generalmente es un parámetro técnico crucial en la producción electrolítica industrial de aluminio, la distancia entre los electrodos con un valor demasiado alto o demasiado bajo impondrá gran influencia a la producción electrolítica de aluminio.

35 Más específicamente, la distancia entre los electrodos con valor demasiado bajo puede aumentar una reacción secundaria entre el aluminio metálico fundido desde la superficie del cátodo hacia el electrolítico que se funde y el gas del ánodo, por lo que la eficiencia de la corriente se reduce.

40 La distancia entre los electrodos con valor demasiado alto puede aumentar el voltaje de la celda dentro de la celda electrolítica, por lo que se incrementa el consumo de energía de la corriente directa de la producción de aluminio por electrólisis.

45 Para la producción de aluminio por electrólisis, se desea que la celda electrolítica tenga la eficiencia de corriente más alta y el consumo de energía más bajo, durante la electrólisis de aluminio, el consumo de energía para la corriente directa puede ser presentado por la siguiente fórmula:

$$W(\text{kilowatt-hora/ton de aluminio}) = 2980 * Va/CE$$

En donde el V_a es un voltaje promedio de celda (V) dentro de la celda electrolítica, CE es la eficiencia de corriente de la celda electrolítica (%).

Se puede observar de la fórmula anterior, que el objetivo de reducir el consumo de energía para la producción de aluminio por electrólisis se puede materializar mediante el aumento de la eficiencia de la corriente de la celda electrolítica y la reducción del voltaje de celda promedio dentro de la celda electrolítica.

La distancia entre los electrodos de la celda electrolítica es un proceso importante y un parámetro técnico para determinar la magnitud del voltaje de la celda. Para la celda electrolítica industrial convencional existente, el voltaje de la celda se reduce a aproximadamente 35-40 mV mediante la reducción de 1 mm de distancia entre los electrodos, por lo tanto, se puede observar a partir de la fórmula (1), que mientras que la eficiencia de la corriente de la celda electrolítica no se reduce, el consumo de energía de corriente continua para la producción de aluminio por electrólisis puede disminuir más de 100 kilovatio-hora por tonelada de aluminio. Por lo tanto, se puede observar que reduciendo la distancia entre los electrodos se beneficia ventajosamente el consumo de energía para la producción de aluminio por electrólisis bajo la circunstancia de que la eficiencia de la corriente no se afecte. Típicamente, la distancia entre los electrodos de las celdas electrolíticas del aluminio industrial es aproximadamente 4.0-5.0cm, que se mide llevando el cable de arrastre de acero frío desde la celda electrolítica después que el cable de arrastre de acero frío que tiene un gancho de aproximadamente 15 mm verticalmente extendido hacia el electrolito fundido de la celda electrolítica y se engancha hacia arriba en la elevación superior del fondo del ánodo en aproximadamente 1 min. Es decir, la distancia es la que existe entre la superficie de aluminio fundido y la elevación superior del fondo del ánodo que se obtiene por el uso de la interfase entre el aluminio y el electrolito. Obviamente, tal distancia no es la distancia real entre los electrodos de la celda electrolítica debido a que la superficie de aluminio fundido es ondulada o fluctúa cuando la superficie de aluminio fundido dentro de la celda electrolítica se somete a la fuerza electromagnética dentro de la celda electrolítica o el gas del ánodo se escapa del ánodo.

Se puede encontrar en la literatura que la altura de la cresta de la onda de la superficie del aluminio fundido en el cátodo de la celda electrolítica es de aproximadamente 2.0 cm. Si el aluminio fundido en la celda electrolítica no es ondulado, la celda electrolítica puede realizar la producción por electrólisis cuando la distancia entre electrodos es de 2.0 a 3.0 cm. Por lo tanto, el voltaje de la celda puede reducirse a 0.7-1.0 V, por lo que se puede lograr el objetivo de ahorrar el consumo de energía de la celda electrolítica de 2000 a 3000 kilovatio-hora/ton de aluminio. En base a estos fundamentos, varios tipos de celdas electrolíticas catódicas de drenaje aéreo tipo TiB_2/C sin aluminio fundido ondulado en el cátodo se han desarrollado y puesto en los experimentos industriales, la intensidad de la corriente más alta de celdas electrolíticas catódicas de drenaje aéreo tipo TiB_2/C se alcanza a 70 KA, la densidad de corriente catódica se alcanza a $0.99A.cm^{-2}$, y el consumo de energía es de 1280 kilovatio-hora/ton de aluminio. Sin embargo, de acuerdo con la información obtenida de la Sexta Conferencia Internacional técnica de Electrólisis de Aluminio en Australia, tal experimento sólo se pone a prueba durante 70 días. No hay más información acerca tales experimentos y aplicaciones desde el experimento mencionado anteriormente hace 8 años.

De acuerdo con el resultado experimental para la celda electrolítica catódica de drenaje aéreo tipo TiB_2/C auto-calentada 1350-2000 soportada por Fondo de China de Ciencias Naturales, tal celda electrolítica tiene un defecto inesperado. Es decir, el sobre voltaje del cátodo de la celda electrolítica catódica de drenaje aéreo de tipo TiB_2/C es demasiado alto, es decir, más alto que lo normal de aproximadamente 0.5 v. Aunque los fundamentos y mecanismos de los fenómenos mencionados anteriormente no son muy claros, una de las razones puede ser considerada. Específicamente, como resultado de la polarización del cátodo, una macromolécula de criolita se forma sobre la superficie del cátodo, y la macromolécula de criolita es lenta en la difusión y el transporte de masa, de modo que se genera polarización de la concentración sobre voltaje en la superficie del cátodo. Hasta ahora, no hay una solución para resolver el problema anterior, por lo que el desarrollo y la investigación de tal celda electrolítica catódica de drenaje aéreo de tipo TiB_2/C está impedida. Otra desventaja grave de la celda electrolítica catódica de drenaje aéreo tipo TiB_2/C es: no hay suficiente cantidad de aluminio fundido en el cátodo, de modo que la estabilidad térmica de la celda electrolítica es pobre, en particular, la enorme cantidad de calor producido momentáneamente en la celda electrolítica bajo el efecto del ánodo es incapaz de ser disipada a través del aluminio fundido que tiene una buena conductividad de calor o se almacena por el aluminio fundido.

Por otra parte, la celda electrolítica de aluminio existente no es buena en tiempo de vida, el tiempo de vida más largo para el cátodo tiene sólo 2500-3000 días. En esas celdas electrolíticas deterioradas, la mayoría de ellas se dañan en el período inicial, es decir, que es causado por, en el período inicial de la producción dentro de la celda electrolítica, el cátodo de aluminio fundido dentro de la celda se filtra hasta el fondo de la celda para fundir y corroer la barra de acero del cátodo a través de grietas formadas en la porción de unión entre los bloques catódicos de carbono recubiertos internamente en el fondo de la celda y las pastas de carbono durante la combustión y la producción de, o a través de la grieta producida en el cuerpo de bloques de carbono durante la combustión.

US5683559 divulga una celda que tiene bloques catódicos de carbono con porciones protuberantes.

Resumen de la invención

En vista de lo anterior, se lleva a cabo la presente invención para resolver o aliviar al menos un aspecto de las desventajas en asociación con la celda electrolítica catódica de drenaje aéreo tipo TiB_2/C . Además, la presente invención tiene como objetivo resolver los problemas de la gran fluctuación del nivel de la superficie de cátodo de aluminio fundido dentro de la celda electrolítica de corriente de aluminio industrial, la distancia entre los electrodos es limitada, el voltaje de la celda dentro de la celda electrolítica no se puede disminuir aún más, así como la pobre vida útil de la celda electrolítica.

Por consiguiente, un objeto de la presente invención es proporcionar una celda electrolítica de aluminio que tiene bloques catódicos de carbono perfilados en la que se forman una pluralidad de paredes protuberantes en una superficie del cátodo de la celda electrolítica.

De acuerdo con una modalidad de la invención, se proporciona una celda electrolítica de aluminio que tiene bloques catódicos de carbono perfilados, que comprende: una caja de celda, un ánodo de carbono, un revestimiento interno de carbono del fondo, y materiales refractarios y aislantes térmicos proporcionados entre el revestimiento interno de carbono del fondo y la caja de celda, el revestimiento interno de carbono del fondo se compone de una pluralidad de bloques catódicos de carbono, en donde cada bloque catódico de carbono comprende una parte conectora en el extremo inferior y una parte protuberante en el extremo superior, la parte conectora se forma integralmente con la parte protuberante, las partes conectoras del bloque catódico de carbono adyacente están conectadas por compactación de pastas de carbono, y se forman surcos en una dirección longitudinal del bloque catódico de carbono entre las partes protuberantes adyacentes de los bloques catódicos de carbono adyacentes, y cada parte protuberante del bloque catódico de carbono comprende 2-8 porciones protuberantes que se organizan en un intervalo predeterminado en la dirección longitudinal del bloque catódico de carbono, las migas de grafito o el compuesto de estas tienen proyecciones en una superficie superior de este, además, tales bloques catódicos de carbono pueden fabricarse de bloques de carbono grafitado o semi-grafitado que tienen proyecciones en una superficie superior de estos.

La celda electrolítica construida por tales bloques catódicos de carbono perfilados que tienen porciones protuberantes en las superficies superiores de esta proporciona una pluralidad de porciones protuberantes que son paralelas a la dirección de una corriente en serie y se disponen en posición vertical desde la superficie inferior de la celda electrolítica. Las porciones protuberantes se forman como componentes de bloques catódicos de la celda electrolítica. Cada parte protuberante del bloque de carbono puede tener 2 a 8 de tales porciones protuberantes. Cada porción protuberante tiene una longitud que es idéntica con la longitud del ánodo provisto en el mismo y perpendicular a la dirección longitudinal de la celda electrolítica, el ancho de esta es más pequeño que el ancho de los bloques catódicos de carbono de base en el fondo de esta, y la altura de esta es 6-25cm.

En un ejemplo alternativo, cada bloque catódico de carbono tiene una porción protuberante en la superficie superior de la misma, la longitud de la porción protuberante es idéntica a la de los bloques catódicos de carbono del fondo.

El método para producir aluminio mediante el uso de la celda electrolítica que tiene bloques catódicos de carbono perfilados de la presente invención es sustancialmente el mismo que el método que usa la celda electrolítica de aluminio convencional.

El nivel de aluminio fundido dentro de la celda electrolítica calculado a partir de las superficies superiores de las paredes protuberantes de la superficie de la celda es de aproximadamente 15-25cm, la distancia entre los electrodos de la celda electrolítica es de aproximadamente 2.5-5.0 cm, la temperatura del electrolito es de aproximadamente 935-975 °C, la relación molecular del electrolito es de aproximadamente 2.0-28, la concentración de alúmina es de aproximadamente 1.5-5%. Bajo las condiciones de proceso anteriores, la reacción electrolítica ocurrida en el cátodo de la reacción electrolítica es: $Al^{3+}-(\text{complejo}) + 3e = Al$.

La celda electrolítica de aluminio que tiene bloques catódicos de carbono perfilados de acuerdo con la presente invención puede reducir la velocidad del flujo y la fluctuación del nivel de aluminio fundido catódico dentro de la celda electrolítica, a fin de aumentar la estabilidad de la superficie de aluminio fundido, reducir la pérdida del aluminio fundido, aumentar la eficiencia de la corriente, reducir la distancia entre los electrodos, y reducir el consumo de energía de la producción de aluminio por electrólisis. Además, los compuestos o precipitados de alúmina fundida de criolita viscosa se pueden formar en la porción inferior entre las paredes protuberantes en la superficie superior del cátodo, lo cual puede impedir que el aluminio fundido fluya dentro del fondo de la celda a través de las grietas y las aberturas en los cátodos, de modo que la vida de la celda electrolítica se puede extender.

Breve descripción de los dibujos

La Fig. 1 muestra una vista estructural para una celda electrolítica de aluminio que tiene dos porciones protuberantes en una superficie superior de cada bloque catódico de carbono de acuerdo con una modalidad de la presente invención, en donde la sección transversal de la porción protuberante vertical a la dirección longitudinal del bloque catódico de carbono tiene la forma de rectángulo;

La Fig. 2 es una vista lateral de la Fig. 1;

La Fig. 3 muestra una vista estructural de una celda electrolítica de aluminio que tiene una porción protuberante en una superficie superior de cada bloque catódico de carbono de acuerdo con una modalidad de la presente invención, en donde la sección transversal de la porción protuberante vertical a la dirección longitudinal del bloque catódico de carbono tiene la forma de rectángulo;

La Fig. 4 es una vista lateral de la Fig. 3;

La Fig. 5 muestra una vista estructural para una celda electrolítica de aluminio que tiene seis porciones protuberantes en una superficie superior de cada bloque catódico de carbono de acuerdo con una modalidad de la presente invención, en donde la sección transversal de la porción protuberante vertical a la dirección longitudinal del bloque catódico de carbono tiene la forma de rectángulo;

La Fig. 6 es una vista lateral de la Fig. 5;

La Fig. 7 muestra una vista estructural de una celda electrolítica de aluminio que tiene dos porciones protuberantes en una superficie superior de cada bloque catódico de carbono de acuerdo con una modalidad de la presente invención, en donde la sección transversal de la porción protuberante vertical a la dirección longitudinal del bloque catódico de carbono tiene la forma de pasos de escalera;

La Fig. 8 es una vista lateral de la Fig. 7;

La Fig. 9 es una vista parcialmente aumentada de la Fig. 7

La Fig. 10 se muestra una vista estructural de los bloques catódicos de carbono que tienen otra porción protuberante configurada de acuerdo con la presente invención;

La Fig. 11 es una vista lateral de la Fig. 10; y

La Fig. 12 es una vista parcialmente aumentada de la Fig. 10

En donde las notas explicativas de los números de referencia son las siguientes:

1. Caja de la celda de acero fuera de la celda electrolítica;
2. Tablero de asbesto que recubre internamente en la celda electrolítica;
3. Materiales refractarios y materiales aislantes térmicos en el fondo de la celda electrolítica;
4. Bloques de cátodo que tiene porciones protuberantes en la superficie superior del mismo en el fondo de la celda electrolítica;
5. Bloques de carbono secundarios que recubren internamente en la porción lateral de la celda electrolítica;
6. Pastas de carbono entre los bloques laterales de carbono y los bloques de carbono del fondo que tienen porciones protuberantes en la superficie superior de la misma, así como entre los bloques de carbono del fondo que tienen partes protuberantes en la superficie superior de la misma;
7. Hormigones refractarios por debajo de los bloques de carbono en el lado;
8. Barra de acero del cátodo.

Descripción detallada de las modalidades preferidas

Como se muestra en la Figura 1, una celda electrolítica de aluminio que tiene bloques catódicos de carbono perfilados tiene una estructura de caja rectangular sin cubierta. El exterior de la misma comprende una caja de la celda de acero 1, y la caja de la celda de acero 1 está revestida con un tablero de asbesto 2. Los materiales refractarios y materiales aislantes térmicos 3 se proporcionan en el tablero de asbesto 2 que reviste dentro de la caja de la celda 1, y los bloques catódicos de carbono en el fondo de la celda 4, cada uno de los cuales la superficie superior incluye porciones protuberantes, se proporcionan en los materiales refractarios y materiales aislantes térmicos 3, en donde los bloques catódicos de carbono perfilados 4 con la superficie superior de la misma que tienen partes protuberantes se fabrican de antracitas o migas de grafito artificial, o el compuesto de los mismos. Alternativamente, dichos bloques catódicos de carbono 4 con la superficie superior de la misma con porciones protuberantes se pueden fabricar de bloques de carbono grafitado o semi-grafitado. Las porciones protuberantes de los bloques catódicos de carbono perfilados 4 tienen cada una un ancho menor que el ancho de una base en la parte inferior del bloque catódico, y la altura de la porción protuberante puede tener un intervalo de 50 a 200 mm. Los bloques de carbono 5 revestidos dentro del lado de la celda electrolítica también se hacen de antracitas o migas de grafito artificial, o el compuesto de estos, o bloques de carbono grafitado o semi-grafitado. Del mismo modo, puede estar hecho de

materiales de carborundo. El revestimiento interno del cátodo de fondo de la celda dentro de la celda electrolítica se estructura por una pluralidad de bloques de carbono perfilados 4 que tienen barras de cátodo de acero 8 proporcionadas en el fondo del mismo y las porciones protuberantes se proporcionan en la superficie superior de la misma. Cada bloque de carbono perfilado 4 con porciones protuberantes proporcionadas en la superficie superior de la misma se dispone transversalmente en la celda electrolítica, y la dirección de la longitud de los bloques de carbono perfilados 4 con porciones protuberantes proporcionadas en la superficie superior de la misma es perpendicular a la dirección longitudinal de la celda electrolítica. Una interrupción de tamaño de alrededor de 20-40 mm se proporciona entre las porciones no protuberantes de dos bloques de carbono perfilados adyacentes 4, y se compacta con pasta de carbono 6 entre los mismos. Los hormigones refractarios 7 se compactan por debajo de los bloques de carbono 5 internos laterales y por encima de los ladrillos refractarios del fondo 3, también las pastas de carbono 6 se compactan entre los bloques de carbono 5 laterales y la porción no protuberante de los bloques catódicos de carbono perfilados 4 del fondo. Los bloques catódicos de carbono perfilados 4 del fondo con porciones protuberantes en las superficies superiores se abren con surcos en las superficies inferiores de los mismos para el montaje de las barras de acero del cátodo 8, cuyos dos extremos se extienden hacia fuera de la caja de la celda 1 de la celda electrolítica y sirven como un cátodo de la celda electrolítica. Como se muestra en los dibujos, la celda electrolítica de aluminio que tiene un cátodo perfilado es algo similar a la celda electrolítica de aluminio existente en el cuerpo de la celda, la caja de la celda, la estructura de revestimiento interior de los materiales refractarios y aislantes térmicos, la estructura de bloques de carbono revestida internamente dentro de la porción lateral y la estructura de barra de acero del cátodo, así como la estructura de pastas de carbono entre los bloques de carbono. Sin embargo, la forma y la estructura del bloque catódico de carbono del fondo de la celda electrolítica es significativamente diferente de los de las técnicas anteriores.

Ya que la celda electrolítica de acuerdo con la presente invención emplea bloques catódicos de carbono perfilados que tienen partes protuberantes en las superficies de los mismos en el revestimiento del fondo de la celda, los bloques catódicos de carbono perfilados 4 tiene cada uno una porción no protuberante en la porción inferior de la misma que tiene un ancho mayor que la de la porción protuberante, y las pastas de carbono 6 sólo se pueden compactar entre las porciones no protuberantes de los bloques catódicos de carbono perfilados 4, por lo tanto, las filas de paredes protuberantes están formadas por las porciones protuberantes de bloques catódicos de carbono perfilados 4 en el fondo de la celda electrolítica. Tales paredes se forman en componentes de bloques catódicos de la celda electrolítica. Cada bloque catódico puede tener de 1 a 8 paredes protuberantes en la superficie superior de la misma. Si cada bloque catódico tiene 2 paredes protuberantes, cada pared protuberante tiene una longitud idéntica a la longitud del ánodo dispuesto en la misma y perpendicular a la dirección longitudinal de la celda electrolítica, y el ancho de la misma es menor que el ancho de los bloques catódicos de carbono de base en el fondo de la misma.

Si cada bloque catódico del fondo tiene una pared protuberante en la superficie superior de la misma, la longitud de la pared protuberante es idéntica a la de los bloques catódicos de carbono del fondo, si el bloque catódico de fondo tiene dos o más paredes protuberantes sobre la superficie superior de los mismos, la longitud de estas son más pequeñas que la de los bloques catódicos de carbono del fondo.

La sección transversal de las porciones protuberantes del bloque catódico de carbono puede tener una forma en rectángulo, o cualquier otra forma protuberante. Si se forma en rectángulo, la altura de las porciones protuberantes sobre la superficie superior de los bloques catódico de carbono es de aproximadamente 50-200 mm y el ancho de estas es de aproximadamente 200-350 mm. Si la sección transversal de la porción protuberante se configura en una forma protuberante o en forma de paso, la porción inferior de la forma protuberante es de aproximadamente 30-100 mm y la porción superior de la forma protuberante es de aproximadamente 30-150 mm.

Un método para producir aluminio metálico mediante el uso de la celda electrolítica de aluminio que tiene bloques catódicos de carbono perfilados en la presente invención, que comprende:

1. Constituir y construir una celda electrolítica de acuerdo con la celda electrolítica de aluminio con bloques catódicos de carbono perfilados proporcionados en la presente invención.

2. De acuerdo con el mismo método de arranque y combustión como los usados en la celda electrolítica de aluminio existente, se ejecuta la combustión y arranque de la celda electrolítica de aluminio que tiene bloques catódicos de carbono perfilados de la presente invención. Sin embargo, se requiere de polvo de carbono para rellenar las interrupciones entre las paredes enteras protuberantes en el fondo de la celda antes del quemado, cuando se usa el método de quemado de partículas calcinadas.

3. Durante la gestión técnica de la fabricación normal después del arranque de la celda electrolítica, el nivel de aluminio fundido dentro de la celda electrolítica se calcula a partir de las superficies superiores de las paredes protuberantes de la superficie del fondo de la celda, la altura de estas es aproximadamente 30-200 mm después que se genera el aluminio. En la fabricación normal, la distancia entre los electrodos de la celda electrolítica es de aproximadamente 25-50 mm, y el voltaje de la celda es de aproximadamente 3.0-4.5 v

4. Los bultos o polvos peletizados elaborados a partir de más de 30-70% de alúmina en polvo y 70% -30% de criolita en polvo se rellenan entre la porción inferior de las paredes protuberantes desde la superficie inferior de la celda electrolítica de aluminio que tiene bloques catódicos de carbono perfilados, dichos polvos o bultos peletizados están bajo la temperatura electrolítica, cuando la criolita se funde en ella, la criolita fundida se forma en una especie de precipitado en el fondo de la celda para sellar las grietas e interrupciones a fin de evitar que el aluminio fundido entre en el fondo de la celda para fundir la barra del cátodo de acero y dañar la celda electrolítica. Excepto por las dos etapas anteriores, cuando se usa en la fabricación normal, otro proceso y condiciones técnicas de la celda electrolítica de aluminio con bloques catódicos de carbono perfilados con porciones protuberantes proporcionados en la superficie superior de acuerdo con la presente invención son los mismos que los de la celda electrolítica de aluminio que tiene estructuras catódicas de la técnica anterior, esas condiciones técnicas pueden incluir: el nivel de electrolito es de aproximadamente 15-25 cm, la relación molecular del electrolito es de aproximadamente 2.0-2.8, la concentración de alúmina es de aproximadamente 1.5-5%, la temperatura del electrolito es de aproximadamente 935-975 °C.

Bajo las condiciones del proceso anteriores, la reacción electrolítica que ocurre en el cátodo de la reacción electrolítica es:
 $\text{Al}^{3+}(\text{complejo}) + 3\text{e} = \text{Al}$.

REIVINDICACIONES

1. Una celda electrolítica de aluminio con bloques catódicos de carbono perfilados, que comprende: una caja para la celda (1), un ánodo de carbono, un revestimiento interno de carbono en el fondo, y materiales refractarios y aislantes térmicos (3) proporcionados entre el revestimiento interno de carbono en el fondo y la caja de la celda, el revestimiento interno de carbono en el fondo está compuesto de una pluralidad de bloques catódicos de carbono (4), en donde la dirección longitudinal del bloque catódico de carbono es perpendicular a la dirección longitudinal de la caja de la celda,
cada bloque catódico de carbono comprende una parte conectora en el extremo inferior del bloque catódico de carbono y la parte protuberante en el extremo superior del bloque catódico de carbono, la parte conectora está formada integralmente con la parte protuberante, las partes conectoras de los bloques catódicos de carbono adyacentes están conectados por compactación de las pastas de carbono, y se forman surcos que se extienden en la dirección longitudinal del bloque catódico de carbono entre las partes protuberantes adyacentes de los bloques catódicos de carbono, **caracterizado porque**
cada parte protuberante del bloque catódico de carbono comprende 2-8 porciones protuberantes las cuales están colocadas a intervalos predeterminados en la dirección longitudinal del bloque catódico de carbono para formar entre las porciones protuberantes adyacentes una ranura que se extiende en la dirección longitudinal de la caja de la celda, y
la altura del aluminio fundido en la celda electrolítica desde la superficie superior de las porciones protuberantes es aproximadamente de 30-200mm después que se genera el aluminio.
2. La celda electrolítica de aluminio que tiene bloques catódicos de carbono perfilados de la reivindicación 1 en donde la porción protuberante comprende una porción superior y una porción inferior, y en la sección transversal perpendicular a la dirección longitudinal del bloque catódico de carbono, la anchura de la porción inferior es mayor que la anchura de la porción superior,
polvos o bultos peletizados fabricados de 30-70% de alúmina en polvo y 70%-30% de criolita en polvo se rellenan entre los huecos formados entre las porciones inferiores de las partes adyacentes protuberantes de los bloques catódicos adyacentes de carbón
3. La celda electrolítica de aluminio que tiene bloques catódicos de carbono perfilados de la reivindicación 1 en donde los polvos o bultos peletizados fabricados de 30-70% de alúmina en polvo y 70%-30% de criolita en polvo se rellenan entre los huecos formados entre las secciones inferiores de las partes adyacentes protuberantes de los bloques catódicos adyacentes de carbono.

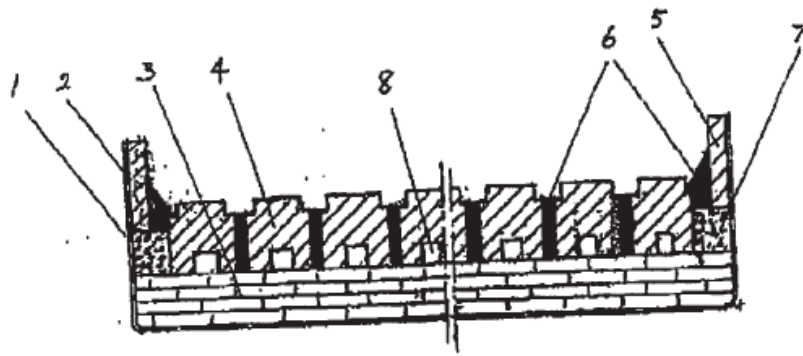


Fig. 1

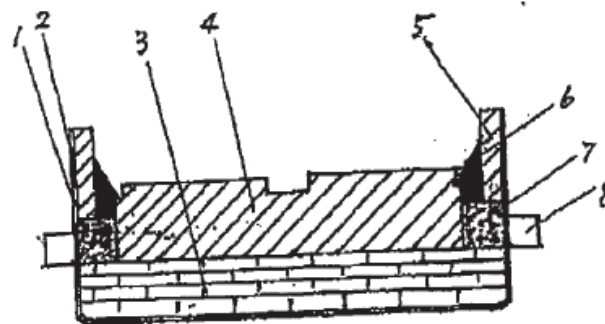


Fig. 2

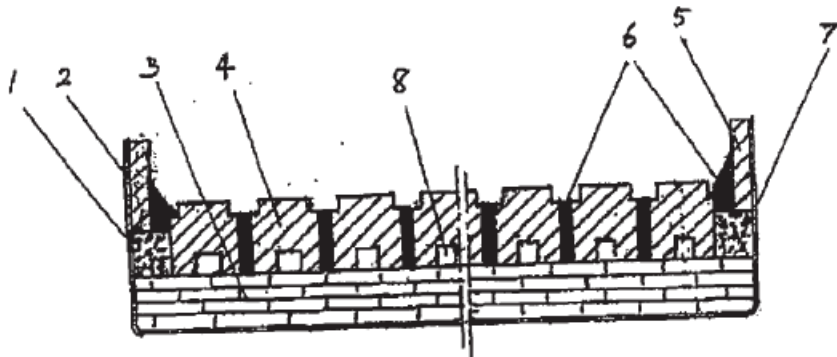


Fig. 3

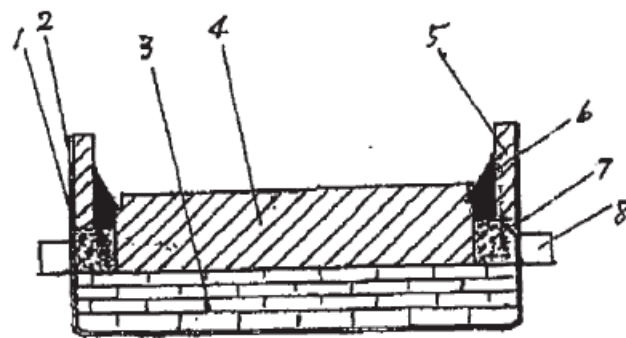


Fig. 4

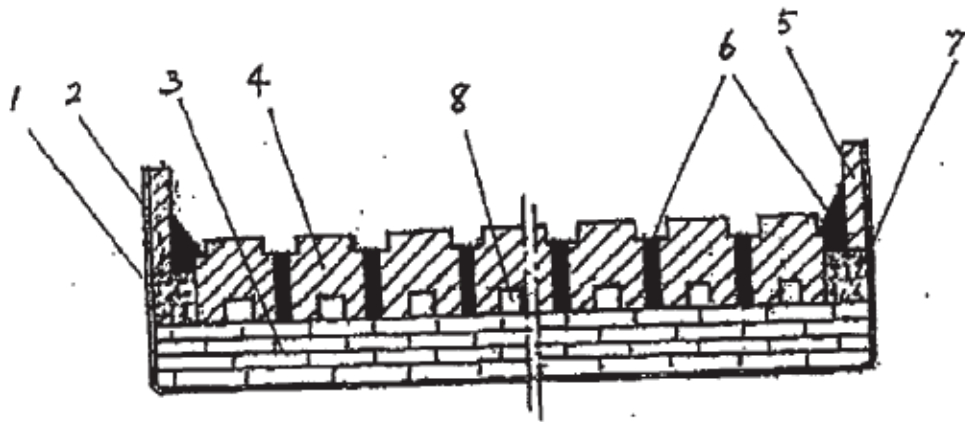


Fig. 5

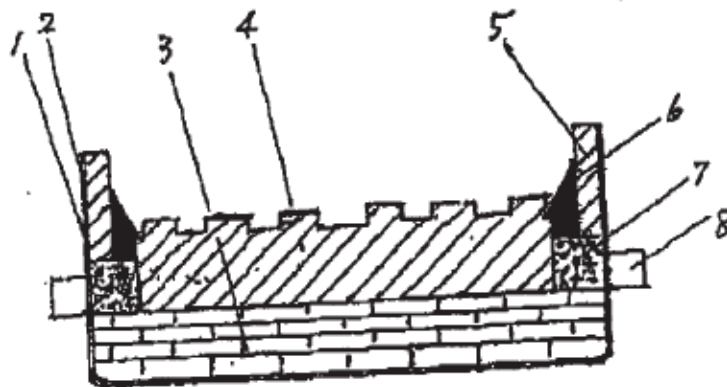


Fig. 6

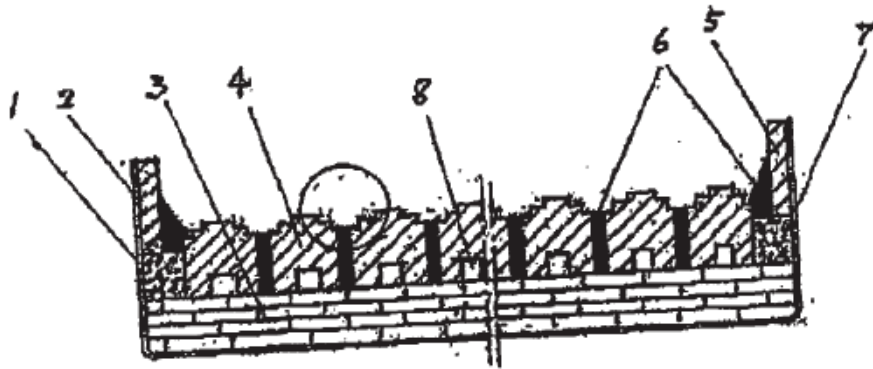


Fig. 7

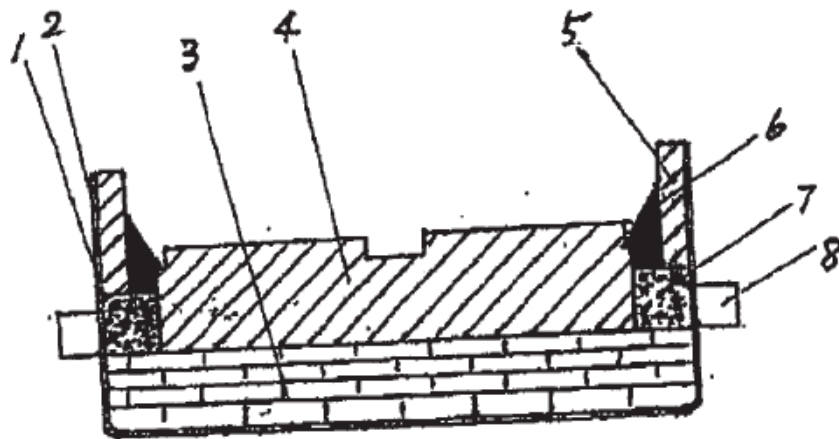


Fig. 8

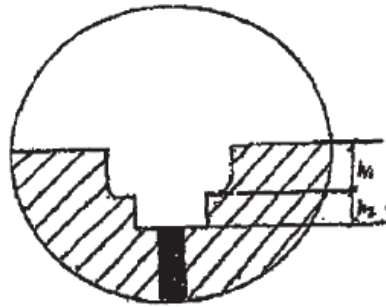


Fig. 9

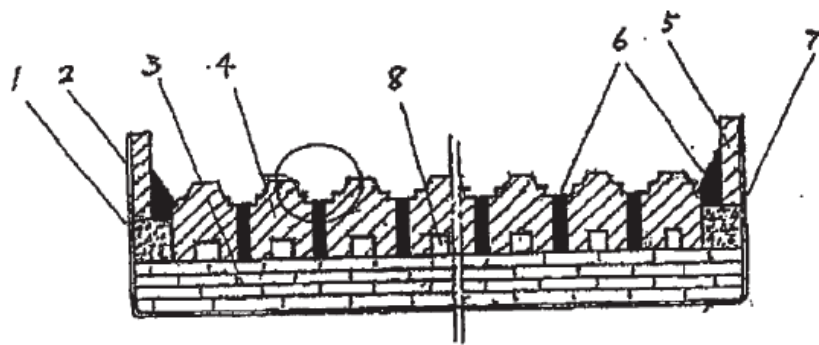


Fig. 10

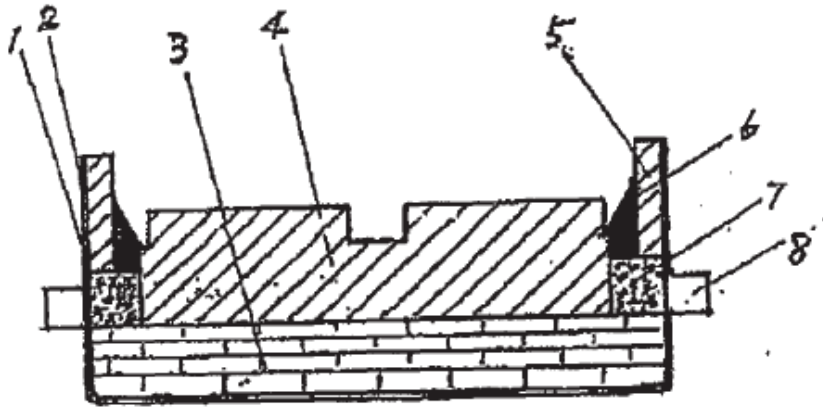


Fig. 11

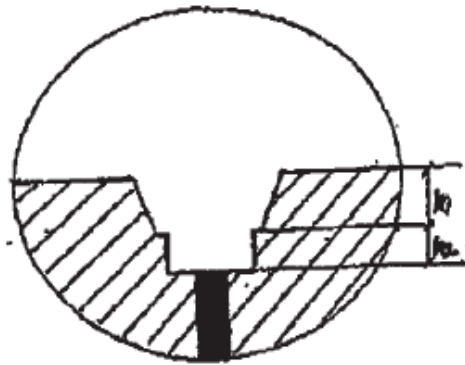


Fig. 12