

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 606 021**

21 Número de solicitud: 201630229

51 Int. Cl.:

**C25C 1/12** (2006.01)

**C25C 7/00** (2006.01)

12

SOLICITUD DE PATENTE

A1

22 Fecha de presentación:

**26.02.2016**

30 Prioridad:

**17.09.2015 CN 201510595361**

43 Fecha de publicación de la solicitud:

**17.03.2017**

71 Solicitantes:

**YANGGU XIANGGUANG COPPER CO., LTD**  
**(100.0%)**

**1 Xiangguang Road, Shifo Town, Yanggu County**  
**252327 Shandong CN**

72 Inventor/es:

**ZHOU, Songlin;**  
**NING, Wantao y**  
**GAO, Junjiang**

74 Agente/Representante:

**VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro**

54 Título: **PROCESO Y DISPOSITIVO ELECTROLÍTICOS DE INYECCIÓN EN PARALELO**

57 Resumen:

Proceso y dispositivo electrolíticos de inyección en paralelo.

La invención desvela un proceso electrolítico de inyección en paralelo, en el que un electrolito después de haber sido presurizado se inyecta en paralelo, desde una posición en la parte inferior y próxima a una superficie de un cátodo, a una velocidad de 0,5 a 2,5 m/s en un espacio entre el cátodo y un ánodo. Durante el proceso de producción, el electrolito presurizado se inyecta en paralelo a lo largo de la superficie del cátodo y el electrolito fluye desde la parte inferior a la superior en el lado del cátodo y se mueve simultáneamente desde la parte superior a la inferior en el lado del ánodo, lo que consigue de ese modo una función de cortina lateral sobre el cátodo y el ánodo, formando una circulación interior entre el cátodo y el ánodo, rellenando de  $\text{Cu}^{2+}$  el cátodo, acelerando la velocidad de difusión del  $\text{Cu}^{2+}$  en el ánodo, y eliminando la polarización de concentración; y, al mismo tiempo, el flujo de cortina lateral del electrolito desde la parte superior a la inferior en el ánodo es capaz de incrementar grandemente la velocidad de deposición del lodo del ánodo y evitar su adhesión al ánodo para formar una capa de lodo del ánodo, evitando de ese modo la pasivación del ánodo. La invención proporciona también un dispositivo electrolítico de inyección en paralelo.

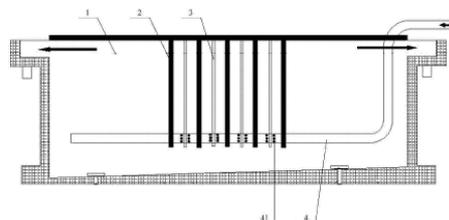


Figura 6

ES 2 606 021 A1

## DESCRIPCIÓN

**PROCESO Y DISPOSITIVO ELECTROLÍTICOS DE INYECCIÓN EN PARALELO****CAMPO DE LA INVENCION**

5 La invención se refiere al campo técnico de la metalurgia de metales no férreos, en particular a un proceso electrolítico de inyección en paralelo y a un dispositivo electrolítico de inyección en paralelo.

**ANTECEDENTES DE LA INVENCION**

10 El proceso de refinado electrolítico es adecuado principalmente para el refinado y la purificación electrolíticas de metales tales como el cobre, plomo, níquel y similares, en los que un metal en bruto sirve como un ánodo, un metal puro sirve como un cátodo, y una solución que contiene iones de este metal sirve como un electrolito; el metal se disuelve desde el ánodo y se precipita en el cátodo. Entre las impurezas en el metal en  
15 las inactivas no se disuelven sino que se convierten en lodo del ánodo; dado que el metal que tiene un potencial de electrodo más alto se precipita preferentemente en el cátodo, y el potencial de electrodo de cada metal se determina por el potencial de electrodo estándar y la concentración de los iones metálicos, así los activos no pueden precipitarse en el cátodo debido a una menor concentración de iones del mismo, aunque se disuelva en el ánodo.

20 El metal en un proceso electrolítico sigue las leyes de Faraday. Tomando el cobre como un ejemplo, su cantidad de precipitación electrolítica puede representarse por la siguiente ecuación:

$$m_{Cu} = n \times 1,1852 \times i \times A \times t \quad (1)$$

25 en la ecuación:  $m_{Cu}$  es la masa (g) del metal precipitado,  $i$  es la densidad de corriente ( $A/m^2$ ),  $t$  es el tiempo (s),  $A$  es el área ( $m^2$ ) de la placa del cátodo, y  $n$  es el número de los tanques electrolíticos (1).

30 Como puede verse por la ecuación (1), bajo la hipótesis de los equipos y tecnologías de procesos existentes, el único medio de mejorar la productividad es incrementar la densidad de corriente. Sin embargo, en la práctica de la producción, en caso de incrementar simplemente la densidad de la corriente, se acelera la precipitación metálica en el cátodo, lo que tiende a provocar una disminución en la concentración del ion metálico  $Cu^{2+}$  cerca del cátodo, concretamente, para generar la polarización de concentración, dando como resultado así una disminución del potencial de electrodo, haciendo al metal principal incapaz de precipitarse preferentemente  
35 sobre el cátodo, conduciendo a la precipitación de las impurezas del metal y afectando a la calidad de los productos. Un incremento en la densidad de corriente en el ánodo induce que el ánodo se disuelva demasiado rápido, hace al  $Cu^{2+}$  producido por la disolución del ánodo incapaz de salir de la interfaz entre el ánodo y la solución para difundirse rápidamente hacia la región del cátodo, conduciendo asimismo a una polarización de concentración. Si la concentración de  $Cu^{2+}$  en la región del ánodo alcanza la saturación o sobresaturación, el cobre se oxida o se producirán y depositarán sales insolubles sobre la superficie del ánodo, lo que retardará la  
40 reacción del ánodo, incrementará el potencial anódico, y dará como resultado la contaminación del electrolito debido a la disolución de una gran cantidad de iones de impureza dentro del electrolito, en casos más graves incluso dará como resultado la pasivación del ánodo, incrementando de ese modo el consumo de energía.

45 Además, en cuanto a la placa del ánodo con elevadas impurezas que comprenden una gran cantidad de impurezas tales como Pb, As, Sb, Bi, Ni y similares, se depositará una capa relativamente gruesa de lodo del ánodo sobre la superficie de la placa del ánodo durante el proceso electrolítico, y el fracaso en depositarse a tiempo afectará a la migración y difusión del  $Cu^{2+}$  y en casos graves dará como resultado la pasivación del ánodo. En consecuencia, la polarización de concentración y la pasivación del ánodo son factores principales que provocan la limitación en el incremento de la densidad de corriente en los procesos de refinado electrolítico.

50 En consecuencia, cómo proporcionar un proceso electrolítico que sea capaz de eliminar la polarización de concentración y evitar la aparición del fenómeno de pasivación del ánodo se convierte en un problema técnico fundamental que necesita resolverse urgentemente por los expertos en la materia.

**SUMARIO DE LA INVENCION**

55 A la vista de esto, la invención proporciona un proceso electrolítico de inyección en paralelo y un dispositivo electrolítico de inyección en paralelo para conseguir un objeto de eliminar la polarización de concentración y evitar el fenómeno de pasivación del ánodo.

60 Para llevar a cabo el objeto anterior, la invención proporciona una solución técnica como sigue.

Se proporciona un proceso electrolítico de inyección en paralelo, en el que un electrolito después de

## ES 2 606 021 A1

haber sido presurizado es inyectado en paralelo desde una posición en la parte inferior y próxima a la superficie de un cátodo a una velocidad de 0,5 a 2,5 m/s en un espacio entre el cátodo y un ánodo.

5 Preferiblemente, el electrolito se suministra a un dispositivo de presurización mediante una bomba de suministro y es presurizado, y el electrolito tiene una presión de 0,5 a 1 MPa.

10 Preferiblemente, el electrolito se inyecta en el espacio entre el cátodo y el ánodo como dos flujos, en el que el primer flujo se inyecta en una forma plana paralela a la superficie del cátodo, formando una pared de cortina de líquido con forma de abanico próxima a la superficie del cátodo; y el segundo flujo se inyecta desde el lateral del primer flujo que está más alejado del cátodo. El electrolito fluye desde la parte inferior a la superior a lo largo de la superficie del cátodo en el lado del cátodo, y se mueve simultáneamente desde la parte superior a la inferior a lo largo de una superficie del ánodo en el lado del ánodo, formando una circulación interior.

15 Preferiblemente, el electrolito se inyecta horizontalmente desde un lado en la parte inferior del cátodo. Alternativamente, el electrolito se inyecta horizontalmente desde ambos lados simultáneamente en la parte inferior del cátodo.

20 Preferiblemente, el electrolito se inyecta verticalmente hacia arriba en una forma plana paralela a la superficie del cátodo desde la parte inferior del cátodo, formando una pared de cortina líquida con forma de abanico próxima a la superficie del cátodo.

Preferiblemente, la densidad de corriente es de 400 a 600 A/m<sup>2</sup>.

25 Preferiblemente, se proporciona un intercambiador de calor entre la bomba de suministro y el dispositivo de presurización.

Se proporciona un dispositivo electrolítico de inyección en paralelo, que incluye:

30 un dispositivo de inyección en paralelo proporcionado dentro de un tanque electrolítico y que tiene múltiples grupos de toberas proporcionadas en él, en el que cada grupo de toberas están orientadas hacia un espacio entre un cátodo y un ánodo y cada grupo de toberas son paralelos entre sí y próximos al lateral del cátodo, para la inyección en paralelo de un electrolito desde la parte inferior próxima a la superficie del cátodo al interior del espacio entre el cátodo y el ánodo; y

35 un dispositivo de bombeo para el suministro del electrolito dentro de un tanque de circulación del dispositivo electrolítico al dispositivo de inyección en paralelo, incluyendo una bomba de suministro y un dispositivo de presurización que se conectan secuencialmente en la dirección desde el tanque de circulación al dispositivo de inyección en paralelo.

40 Preferiblemente, se proporcionan un primer paso de salida de líquido y un segundo paso de salida de líquido uno al lado del otro sobre las toberas, en el que el primer paso de salida de líquido de una forma plana es paralelo a la superficie del cátodo en su dirección longitudinal y más próximo al cátodo con relación al segundo paso de salida de líquido.

45 Preferiblemente, el dispositivo de inyección en paralelo se proporciona sobre un lateral o dos laterales de la pared lateral interior del tanque electrolítico, con las toberas orientadas horizontalmente hacia el espacio entre el cátodo y el ánodo.

50 Preferiblemente, los pasos de salida de líquido planos se proporcionan sobre las toberas.

Preferiblemente, el dispositivo de inyección en paralelo se proporciona en la parte inferior del tanque electrolítico, con las toberas orientadas hacia arriba hacia el espacio entre el cátodo y el ánodo.

55 Como puede verse por las soluciones técnicas anteriores, en el proceso electrolítico de inyección en paralelo proporcionado de acuerdo con la invención, después de que se presuriza el electrolito, se inyecta en paralelo desde una posición en la parte inferior y próxima a la superficie del cátodo con una velocidad de 0,5 a 2,5 m/s dentro del espacio entre el cátodo y el ánodo. La invención proporciona también un dispositivo electrolítico de inyección en paralelo que incluye un dispositivo de inyección en paralelo y un dispositivo de bombeo, en el que el dispositivo de inyección en paralelo se proporciona dentro de un tanque electrolítico y tiene múltiples grupos de toberas proporcionadas sobre el mismo, orientadas cada grupo de toberas hacia el espacio entre el cátodo y del ánodo, y siendo cada grupo de toberas paralelos entre sí y próximos al lateral del cátodo, para inyección de electrolito en paralelo desde la parte inferior próxima a la superficie del cátodo dentro del espacio entre el cátodo y el ánodo; y el dispositivo de bombeo se usa para el suministro del electrolito en el interior del tanque de circulación del dispositivo electrolítico al dispositivo de inyección en paralelo, incluyendo una bomba de suministro y un dispositivo de presurización que se conectan secuencialmente en la dirección

60

65

5 desde el tanque de circulación al dispositivo de inyección en paralelo. Con el proceso y el dispositivo  
 10 electrolíticos de inyección en paralelo descritos anteriormente, durante el proceso de producción, el electrolito  
 presurizado se inyecta en paralelo desde la posición en la parte inferior y próxima a la superficie del cátodo, por  
 15 ello el electrolito fluye a lo largo de la superficie del cátodo desde la parte inferior a la superior en el lateral del  
 cátodo; mientras tanto, en el lado del ánodo, dado que los iones metálicos tienen una concentración  
 relativamente alta y una gravedad específica relativamente grande, el electrolito antiguo tiene una tendencia a  
 moverse hacia abajo, y por ello bajo el impulso del nuevo electrolito relleno con una gravedad específica  
 relativamente más pequeña, el electrolito se mueve desde la parte superior a la inferior a lo largo de la superficie  
 del ánodo, lo que su vez consigue una función de corte lateral sobre el cátodo y el ánodo, formando una  
 circulación interior forzada entre el cátodo y el ánodo, relleno de  $\text{Cu}^{2+}$  en el cátodo, acelerando la velocidad  
 de difusión del  $\text{Cu}^{2+}$  generado, y eliminando la polarización de concentración; y al mismo tiempo, el flujo de corte  
 lateral del electrolito desde la parte superior a la inferior en el ánodo es capaz de incrementar grandemente la  
 velocidad de deposición del lodo en el ánodo y evitar su adhesión al ánodo para formar una capa de lodo del  
 ánodo, evitando de ese modo la pasivación del ánodo.

### **DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS**

20 Para ilustrar los ejemplos de la invención o las soluciones técnicas de la técnica anterior más claramente,  
 se introducen brevemente a continuación los dibujos que son necesarios para describir los ejemplos o la técnica  
 anterior; claramente, los dibujos descritos a continuación son solo ciertos ejemplos de la invención, y para los  
 expertos en la materia, se pueden obtener también otros dibujos de acuerdo con estos dibujos sobre la hipótesis  
 de ningún trabajo creativo.

25 La Figura 1 es un diagrama de flujo de un proceso electrolítico de inyección en paralelo proporcionado de  
 acuerdo con un ejemplo de la invención.

La Figura 2 es una representación estructural de un dispositivo electrolítico de inyección en paralelo  
 proporcionado de acuerdo con un ejemplo de la invención.

30 La Figura 3 es un diagrama de la trayectoria del movimiento de un electrolito entre un cátodo y un ánodo  
 de un dispositivo electrolítico de inyección en paralelo proporcionado de acuerdo con un ejemplo de la invención.

35 La Figura 4 es una representación estructural de una tobera de un dispositivo electrolítico de inyección en  
 paralelo proporcionado de acuerdo con un ejemplo de la invención.

La Figura 5 es una vista superior de un tanque electrolítico de un dispositivo electrolítico de inyección en  
 paralelo proporcionado de acuerdo con un ejemplo de la invención.

40 La Figura 6 es una vista frontal de un tanque electrolítico de un dispositivo electrolítico de inyección en  
 paralelo proporcionado de acuerdo con un ejemplo de la invención.

La Figura 7 es una vista lateral de un tanque electrolítico de un dispositivo electrolítico de inyección en  
 paralelo proporcionado de acuerdo con un ejemplo de la invención;

45 La Figura 8 es una representación estructural de una tobera de un dispositivo electrolítico de inyección en  
 paralelo proporcionado de acuerdo con otro ejemplo de la invención.

50 La Figura 9 es una vista frontal de un tanque electrolítico de un dispositivo electrolítico de inyección en  
 paralelo proporcionado de acuerdo con otro ejemplo de la invención.

La Figura 10 es una vista lateral del tanque electrolítico de un dispositivo electrolítico de inyección en  
 paralelo proporcionado de acuerdo con otro ejemplo de la invención.

### **DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION**

55 La invención proporciona un proceso electrolítico de inyección en paralelo y un dispositivo electrolítico de  
 inyección en paralelo para conseguir un objeto de eliminar la polarización de concentración y evitar el fenómeno  
 de la pasivación del ánodo.

60 Las soluciones técnicas de acuerdo con los ejemplos de la invención se describen clara y completamente  
 a continuación con referencia a los dibujos en los ejemplos de la invención. Claramente, los ejemplos descritos  
 son solo parte de los ejemplos de acuerdo con la invención, en lugar de todos los ejemplos. Todos los otros  
 ejemplos obtenidos por los expertos en la materia bajo la premisa de ningún trabajo creativo, basándose en los  
 ejemplos de acuerdo con la invención, caen dentro del alcance reivindicado por la invención.

65

Se hace referencia a la Figura 1 y la Figura 1 es un diagrama de flujo de un proceso electrolítico de inyección en paralelo proporcionado de acuerdo con un ejemplo de la invención.

5 La invención proporciona un proceso electrolítico de inyección en paralelo, en el que un electrolito después de haber sido presurizado se inyecta en paralelo desde una posición en la parte inferior y próxima a la superficie de un cátodo a una velocidad de 0,5 m/s a 2,5 m/s dentro de un espacio entre el cátodo y un ánodo.

10 Comparada con la técnica anterior, en el proceso electrolítico de inyección en paralelo proporcionado de acuerdo con la invención, dado que el electrolito presurizado se inyecta en paralelo desde la parte inferior a lo largo de la superficie de la placa del cátodo, el electrolito fluye a lo largo de la superficie del cátodo desde la parte inferior a la superior en el lado del cátodo; y al mismo tiempo, en el lado del ánodo, dado que los iones metálicos tienen una concentración relativamente alta y una gravedad específica relativamente grande, el electrolito antiguo tiene una tendencia moverse hacia abajo, y por ello bajo el impulso del nuevo electrolito relleno con un gravedad específica relativamente pequeña, el electrolito se mueve desde la parte superior a la inferior a lo largo de la superficie del ánodo, lo que a su vez consigue una función de corte lateral sobre el cátodo y ánodo, formando una circulación interior forzada entre el cátodo y el ánodo, relleno de  $\text{Cu}^{2+}$  el cátodo, acelerando la velocidad de difusión del  $\text{Cu}^{2+}$  en el ánodo, eliminando la polarización de concentración, siendo capaz de ese modo de mejorar la productividad incrementando la densidad de corriente; y al mismo tiempo, el flujo de corte lateral del electrolito desde la parte superior a la inferior en el ánodo es capaz de incrementar grandemente la velocidad de deposición del lodo del ánodo y evitar su adhesión al ánodo para formar una capa de lodo del ánodo, evitando de ese modo la pasivación del ánodo.

20 Adicionalmente, el electrolito se suministra desde un tanque de circulación al dispositivo de presurización mediante una bomba de suministro y se presuriza, y el electrolito tiene una presión de 0,5 a 1 MPa.

25 La bomba de suministro puede emplear varias configuraciones. De acuerdo con un ejemplo de la invención, la bomba de suministro es una bomba de frecuencia variable. Mediante el uso de la bomba de frecuencia variable, se pueden ajustar los parámetros de operación de la bomba de frecuencia variable de acuerdo con los requisitos de producción durante el proceso de producción para conseguir el objeto de controlar el caudal del electrolito y permitirle que cumpla con los requisitos de producción.

35 El lodo del ánodo flotando en el electrolito tiende a adherirse mecánicamente a la superficie del cátodo, lo que afecta a la calidad del cobre electrolítico. Para evitar la aparición de este fenómeno, de acuerdo con un ejemplo de la invención, el electrolito se inyecta en el espacio entre el cátodo y el ánodo como dos flujos, en el que el primer flujo se inyecta en una forma plana paralela a la superficie del cátodo, formando una pared de cortina líquida con forma de abanico próxima a la superficie del cátodo; y el segundo flujo se inyecta desde el lado del primer flujo que está alejado del cátodo. El electrolito fluye desde la parte inferior a la superior a lo largo de la superficie del cátodo en el lado del cátodo, y se mueve simultáneamente desde la superior a la inferior a lo largo de una superficie del ánodo en el lado del ánodo, formando una circulación interior. Como puede verse, al dividir el electrolito inyectado en dos flujos, el primer flujo protege al cátodo de la contaminación con el lodo del ánodo permitiendo que el nuevo electrolito forme una pared de cortina líquida con forma de abanico en la superficie del cátodo, y al mismo tiempo, el segundo flujo impulsa al electrolito entre el cátodo y el ánodo para formar una circulación interior, eliminando la polarización de concentración.

40 Cuando se emplea la forma de inyección descrita anteriormente, el electrolito se inyecta horizontalmente desde un lado en la parte inferior del cátodo. Alternativamente, el electrolito se inyecta horizontalmente desde ambos lados en la parte inferior del cátodo simultáneamente.

45 Naturalmente, el proceso electrolítico de inyección en paralelo puede emplear también otras formas de inyección. En otro ejemplo de acuerdo con la invención, el electrolito se inyecta en el espacio entre el cátodo y el ánodo como un flujo; y el electrolito se inyecta en una forma plana paralela a la superficie del cátodo, formando una pared de cortina líquida con forma de abanico próxima a la superficie del cátodo. Adicionalmente, cuando se emplea la forma de inyección descrita anteriormente, se necesita inyectar el electrolito verticalmente hacia arriba desde la parte inferior del cátodo.

50 La baja densidad de corriente es un factor principal que limita la productividad del proceso electrolítico en la técnica anterior, el proceso electrolítico de inyección en paralelo proporcionado de acuerdo con la invención es capaz de formar una circulación interior forzada entre el cátodo y el ánodo, facilitando el intercambio y el relleno de  $\text{Cu}^{2+}$  entre el cátodo y el ánodo. Por lo tanto, el proceso electrolítico de inyección en paralelo proporcionado de acuerdo con la invención puede incrementar la densidad de corriente a 400 a 600 A/m<sup>2</sup>, lo que supone un incremento del 200 % o más en comparación con la densidad de corriente de 280 A/m<sup>2</sup> en el proceso tradicional, por lo tanto la productividad puede mejorarse grandemente.

55 Adicionalmente, para ahorrar energía y reducir las emisiones, se proporciona un intercambio de calor entre la bomba de suministro y el dispositivo de presurización en un ejemplo de la invención.

El proceso electrolítico de inyección en paralelo proporcionado de acuerdo con la invención puede procesar placas de ánodo de alta impureza que tengan constituyentes químicos de  $\text{Cu} \geq 97\%$ ,  $\text{Pb} \leq 1\%$ ,  $\text{As} \leq 1\%$ ,  $\text{Bi} \leq 0,5\%$ , y  $\text{Ni} \leq 0,5\%$ . Comparado con el proceso tradicional, el contenido de impurezas del cobre del ánodo que puede procesarse es de 5-10 veces más alto, la eficiencia de la corriente es de hasta el 99,0 % o más, la tasa de residuos en el ánodo es tan baja como el 13 %, y el grado del cobre en el cátodo es del 99,9975 % o más.

Con referencia las Figuras 2 y 3, la Figura 2 es una representación estructural de un dispositivo electrolítico de inyección en paralelo proporcionado de acuerdo con un ejemplo de la invención, y la Figura 3 es un diagrama de la trayectoria del movimiento de un electrolito entre un cátodo y un ánodo de un dispositivo electrolítico de inyección en paralelo proporcionado de acuerdo con un ejemplo de la invención.

La invención proporciona también un dispositivo electrolítico de inyección en paralelo que incluye un dispositivo de inyección en paralelo 4 y un dispositivo de bombeo.

Entre otros, el dispositivo de inyección en paralelo 4 se proporciona dentro de un tanque electrolítico 1 y tiene múltiples grupos de toberas 41 proporcionadas sobre el mismo, en el que cada grupo de toberas 41 está orientado hacia un espacio entre el cátodo 3 y el ánodo 2 y cada grupo de toberas 41 son paralelos entre sí y próximos al lateral del cátodo 3, para la inyección en paralelo del electrolito desde la parte inferior próxima a la superficie de la placa del cátodo 3 dentro del espacio entre el cátodo 3 y el ánodo 2; y se usa el dispositivo de bombeo para el suministro del electrolito dentro de un tanque de circulación 7 del dispositivo electrolítico para el dispositivo de inyección en paralelo 4, e incluye una bomba de suministro 6 y un dispositivo de presurización 5 que se conectan secuencialmente en la dirección desde el tanque de circulación 7 al dispositivo de inyección en paralelo 4.

Comparado con la técnica anterior, en el proceso electrolítico de inyección en paralelo proporcionado de acuerdo con la invención, durante el proceso de producción, dado que el electrolito presurizado se inyecta en paralelo desde la parte inferior a lo largo de la superficie de la placa del cátodo 3 a través del dispositivo de inyección en paralelo 4 después de haber sido presurizado en el dispositivo de presurización 5, el electrolito fluye desde la parte inferior a la superior a lo largo de la superficie del cátodo 3 en el lado del cátodo 3; y al mismo tiempo, en el lado del ánodo 2, dado que los iones metálicos tienen una concentración relativamente alta y una gravedad específica relativamente grande, el antiguo electrolito tiene una tendencia a moverse hacia abajo, y por ello bajo el impulso del nuevo electrolito relleno con una gravedad específica relativamente pequeña, el electrolito se mueve desde la parte superior a la inferior a lo largo de la superficie del ánodo 2, lo que a su vez consigue una función de corte lateral sobre el cátodo y el ánodo, formando una circulación interior forzada entre el cátodo y el ánodo, relleno de  $\text{Cu}^{2+}$  el cátodo 3, acelerando la velocidad de difusión del  $\text{Cu}^{2+}$  en el ánodo 2, eliminando la polarización de concentración, siendo capaz de ese modo de mejorar la productividad mediante el incremento de la densidad de corriente; y al mismo tiempo, el flujo de corte lateral del electrolito desde la parte superior a la inferior en el ánodo 2 es capaz de incrementar grandemente la velocidad de deposición del lodo en el ánodo y limitar su adhesión al ánodo 2 para formar una capa de lodo del ánodo, evitando de ese modo la pasivación del ánodo 2.

En los últimos años, con la minería global de concentrados, el almacenamiento de concentrados ricos está disminuyendo gradualmente, el grado de los concentrados suministrados a las fundiciones de cada país disminuye, y el contenido de impurezas tales como Pb, As, Sb, Bi, Ni y similares en el ánodo 2 producido aumenta grandemente; entre otros, el lodo del ánodo formado por las impurezas tales como As, Sb, Bi y similares debido a su pequeña gravedad específica formará un lodo del ánodo flotante que está suspendido en el electrolito y es muy fácil que se adhiera mecánicamente a la superficie del cátodo 3, afectando a la calidad del cobre electrolizado. Por lo tanto, para evitar la adhesión del lodo del ánodo flotante en el cátodo 3, en un ejemplo de acuerdo con la invención, en referencia a la Figura 4 que es una representación estructural de la tobera del dispositivo electrolítico de inyección en paralelo proporcionado de acuerdo con un ejemplo de la invención, se proporcionan un primer paso de salida de líquido 41a y un segundo paso de salida del líquido 41b uno al lado del otro sobre la tobera 41, en el que el primer paso de salida de líquido 41a en una forma plana es paralelo a la superficie del cátodo 3 en su dirección longitudinal y más próximo al cátodo 3 con relación al segundo paso de salida de líquido 41b; y el electrolito formará una pared de cortina líquida con forma de abanico cuando se inyecta a través del primer paso de salida de líquido 41a plano dentro entre el cátodo y el ánodo, lo que tiene la capacidad de impedir efectivamente que el lodo del ánodo flotante alcance al cátodo 3, evitando la adhesión del lodo del ánodo flotante en el cátodo 3, y mejorando la calidad del cobre electrolítico. Además, el electrolito inyectado a través del segundo paso de salida de líquido 41b entre el cátodo y el ánodo puede impulsar al electrolito en el lado del cátodo 3 a fluir desde la parte inferior a la superior a lo largo de la superficie del cátodo 3 y a moverse simultáneamente desde la parte superior a la inferior a lo largo de la superficie del ánodo 2 en el lado del ánodo 2, formando una circulación interior. Como puede verse por lo anterior, el electrolito inyectado desde las toberas 41 anteriores es capaz no solo de impulsar la circulación interior entre el cátodo y el ánodo, lo que incrementa el volumen de circulación y elimina la polarización de concentración, sino que también forma una pared de cortina líquida, que impide que el lodo del ánodo flotante se adhiera al cátodo 3 y mejora la calidad del

cobre electrolítico.

Adicionalmente, en un ejemplo de la invención, el primer paso de salida de líquido 41a tiene una sección transversal rectangular o elíptica, y el segundo paso de salida de líquido 41b tiene una sección transversal circular o elíptica. Naturalmente, el primer paso de salida de líquido 41a puede emplear también otras formas, siempre que se pueda asegurar su forma plana para que forme una pared de cortina líquida con forma de abanico.

Con referencia las Figuras 5 a 7, la Figura 5 es una vista superior del tanque electrolítico del dispositivo electrolítico de inyección en paralelo proporcionado de acuerdo con un ejemplo de la invención; la Figura 6 es una vista frontal de un tanque electrolítico del dispositivo electrolítico de inyección en paralelo proporcionado de acuerdo con un ejemplo de la invención; y la Figura 7 es una vista lateral del tanque electrolítico del dispositivo electrolítico de inyección en paralelo proporcionado de acuerdo con un ejemplo de la invención. Cuando se emplea la tobera 41 tal como se ha descrito anteriormente, se emplea el dispositivo de inyección en paralelo 4 que emplea una forma de salida de introducción lateral y salida superior en un lado o dos lados de la pared lateral interior del tanque electrolítico 1, con la tobera 41 orientadas horizontalmente hacia el espacio entre el cátodo 3 y el ánodo 2. En esta forma, el electrolito se inyecta desde el lateral de la placa del cátodo 3 en la parte inferior en una dirección horizontal, se eleva entre la placa del cátodo y la placa del ánodo a lo largo del cátodo 3, y desciende a lo largo de la superficie de la placa del ánodo 2, formando una circulación interior. Al suministrar la solución desde ambos lados puede asegurarse un buen efecto de la circulación interior en caso de un cátodo y ánodo anchos. Preferiblemente, la distancia vertical de las toberas 41 y la parte inferior del cátodo 3 es no menor de 10 cm.

Naturalmente, la tobera 41 puede emplear también otras construcciones, por ejemplo, en otro ejemplo de acuerdo con la invención, en referencia a la Figura 8, que es una representación estructural de una tobera del dispositivo electrolítico de inyección en paralelo proporcionado de acuerdo con otro ejemplo de la invención, solo se proporciona un paso de salida de líquido plano 41c sobre la tobera 41.

Cuando se emplean las toberas 41 que tienen solo un paso de salida de líquido 41c descritas anteriormente, dado que solo se inyecta el electrolito en una forma de abanico, para permitir una circulación interior entre el cátodo y el ánodo, el dispositivo electrolítico de inyección en paralelo proporcionado de acuerdo con la invención no puede emplear la forma de circulación de entrada lateral y salida superior, sino que necesita en su lugar modificarse mediante el empleo de una forma de circulación de entrada inferior y salida superior, esto es, el dispositivo de inyección en paralelo 4 se proporciona en la parte inferior del tanque electrolítico 1. Con referencia a las Figuras 9 y 10, la Figura 9 es una vista frontal del tanque electrolítico del dispositivo electrolítico de inyección en paralelo proporcionado de acuerdo con otro ejemplo de la invención, y la Figura 10 es una vista lateral de un tanque electrolítico del dispositivo electrolítico de inyección en paralelo proporcionado de acuerdo con otro ejemplo de la invención; en esta forma de circulación, las toberas 41 están orientadas hacia arriba hacia el espacio entre el cátodo 3 y el ánodo 2, y el electrolito se inyecta través de las toberas 41 desde la parte inferior a la superior dentro del espacio entre el cátodo y el ánodo estando próximas a la superficie de placa de la placa del cátodo 3.

De acuerdo con un ejemplo de la invención, para simplificar la construcción para una fácil fabricación, el dispositivo de inyección en paralelo 4 incluye tuberías de alimentación de líquido y las toberas 41 se proporcionan sobre las tuberías de alimentación de líquido; y al mismo tiempo, para una fácil sustitución de las toberas 41, entre la tobera 41 y la tubería de alimentación de líquido hay una conexión roscada. Las toberas 41 pueden fabricarse de varios materiales, tal como un material de PVC, de acero inoxidable y similares.

Para asegurar la formación de la circulación interior y de la pared de cortina líquida, el electrolito ha de ser inyectado a una alta velocidad. Por lo tanto, en un ejemplo de la invención, el dispositivo de bombeo incluye el dispositivo de presurización 5, además de la bomba de suministro 6, para incrementar la presión del electrolito, para incrementar su caudal y para obtener inyecciones de alta velocidad. El dispositivo de presurización 5 puede emplear varias construcciones tales como una placa de orificios o una bomba de refuerzo, para llevar a cabo la presurización del electrolito.

Para permitir que el caudal del electrolito se ajuste en cualquier momento de acuerdo con los requisitos de producción, en un ejemplo de la invención, la bomba de suministro 6 es una bomba de frecuencia variable, y a través de la cooperación entre la bomba de frecuencia variable y el dispositivo de presurización 5, el electrolito puede fluir al interior del tanque electrolítico 1 a una velocidad de 0,5 a 2,5 m/s, lo que asegura la formación de la circulación interior y de la pared de cortina líquida.

Cada ejemplo en la presente especificación se describe en una forma progresiva; todo lo que cada ejemplo destaca son las diferencias a partir de los otros ejemplos, y las mismas partes o similares entre los respectivos ejemplos puede referenciarse entre ellas.

5 Las descripciones anteriores de los ejemplos desvelados pueden permitir a los expertos en la materia implementar o usar la invención. Varias modificaciones a estos ejemplos son evidentes para los expertos en la materia, y el principio general definido en el presente documento puede implementarse en otros ejemplos sin apartarse del espíritu o alcance de la invención. Por lo tanto, la invención no está limitada a estos ejemplos ilustrados en el presente documento, sino que corresponde al alcance más amplio consistente con los principios y características novedosas desvelados en el presente documento.

## REIVINDICACIONES

- 5 1. Un proceso electrolítico de inyección en paralelo, en el que un electrolito después de haber sido presurizado se inyecta en paralelo, desde una posición en la parte inferior y próxima a una superficie de un cátodo, a una velocidad de 0,5 a 2,5 m/s en un espacio entre el cátodo y un ánodo.
- 10 2. El proceso electrolítico de inyección en paralelo de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el electrolito se suministra a un dispositivo de presurización mediante una bomba de suministro y se presuriza, y el electrolito tiene una presión de 0,5 a 1 MPa.
- 15 3. El proceso electrolítico de inyección en paralelo de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el electrolito se inyecta dentro del espacio entre el cátodo y el ánodo como dos flujos, en el que el primer flujo se inyecta en una forma plana paralela a la superficie del cátodo, formando una pared de cortina líquida con forma de abanico próxima a la superficie del cátodo; el segundo flujo se inyecta desde el lado del primer flujo que está separado del cátodo; y el electrolito fluye desde la parte inferior a la superior a lo largo de la superficie del cátodo en el lado del cátodo, y se mueve simultáneamente desde la parte superior a la inferior a lo largo de una superficie del ánodo en el lado del ánodo, formando una circulación interior.
- 20 4. El proceso electrolítico de inyección en paralelo de acuerdo con la reivindicación 3, en el que el electrolito se inyecta horizontalmente desde un lateral en la parte inferior del cátodo; alternatively, el electrolito se inyecta horizontalmente desde ambos lados simultáneamente en la parte inferior del cátodo.
- 25 5. El proceso electrolítico de inyección en paralelo de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el electrolito se inyecta verticalmente hacia arriba en una forma plana paralela a la superficie del cátodo desde la parte inferior del cátodo, formando la pared de cortina líquida con forma de abanico próxima a la superficie del cátodo.
- 30 6. El proceso electrolítico de inyección en paralelo de acuerdo con la reivindicación 1, en el que una densidad de corriente es 400 a 600 A/m<sup>2</sup>.
- 35 7. El proceso electrolítico de inyección en paralelo de acuerdo con la reivindicación 1, en el que se proporciona un intercambiador de calor entre la bomba de suministro y el dispositivo de presurización.
- 40 8. Un dispositivo electrolítico de inyección en paralelo, que comprende:  
un dispositivo de inyección en paralelo (4) proporcionado dentro de un tanque electrolítico (1) y que tiene múltiples grupos de toberas (41) proporcionadas en el mismo, en el que cada grupo de toberas (41) está orientada hacia un espacio entre un cátodo (3) y un ánodo (2) y cada grupo de las toberas (41) son paralelos entre sí y próximos al lado del cátodo (3), para inyección de un electrolito en paralelo desde la parte inferior próxima a una superficie de la placa del cátodo (3) dentro del espacio entre el cátodo (3) y el ánodo (2); y  
un dispositivo de bombeo para el suministro del electrolito dentro de un tanque de circulación (7) del dispositivo electrolítico al dispositivo de inyección en paralelo (4), incluyendo una bomba de suministro (6) y un dispositivo de presurización (5) que están conectados secuencialmente en la dirección desde el tanque de circulación (7) al dispositivo de inyección en paralelo (4).
- 45 9. El dispositivo electrolítico de inyección en paralelo de acuerdo con la reivindicación 8, en el que se proporcionan un primer paso de salida de líquido (41a) y un segundo paso de salida de líquido (41b) uno al lado del otro sobre la tobera (41), en el que el primer paso de salida de líquido (41a) de una forma plana es paralelo a la superficie del cátodo (3) en su dirección longitudinal y más próximo al cátodo (3) con relación al segundo paso de salida de líquido (41b).
- 50 10. El dispositivo electrolítico de inyección en paralelo de acuerdo con la reivindicación 9, en el que el dispositivo de inyección en paralelo (4) se proporciona sobre un lado o dos lados de la pared lateral interior del tanque electrolítico (1), con las toberas (41) orientadas horizontalmente hacia el espacio entre el cátodo (3) y el ánodo (2).
- 55 11. El dispositivo electrolítico de inyección en paralelo de acuerdo con la reivindicación 8, en el que se proporciona un paso de salida de líquido plano (41c) sobre la tobera (41).
- 60 12. El dispositivo electrolítico de inyección en paralelo de acuerdo con la reivindicación 11, en el que el dispositivo de inyección en paralelo (4) se proporciona en la parte inferior del tanque electrolítico (1) y las toberas (41) están orientadas hacia arriba hacia el espacio entre el cátodo (3) y el ánodo (2).

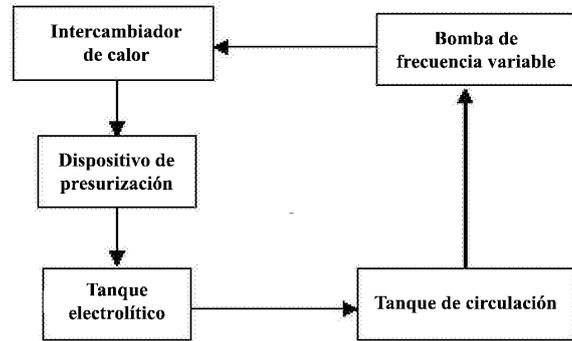


Figura 1

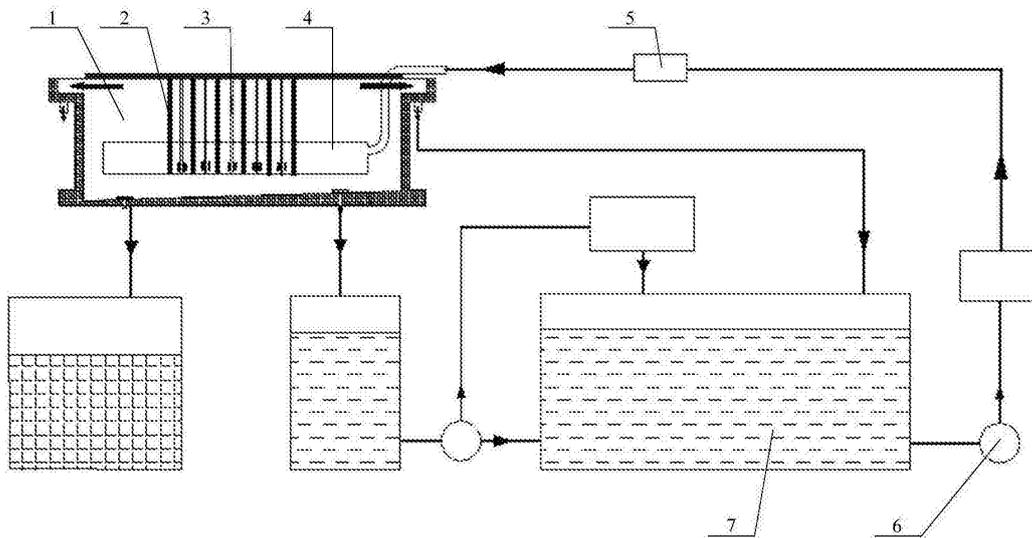


Figura 2

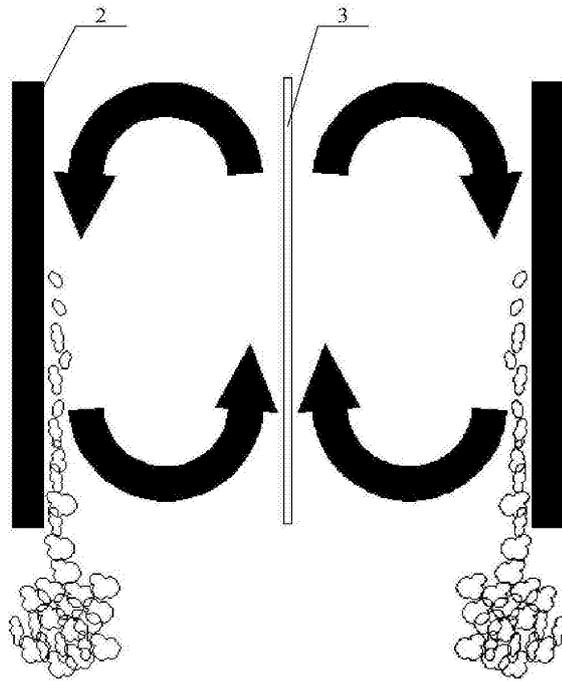


Figura 3

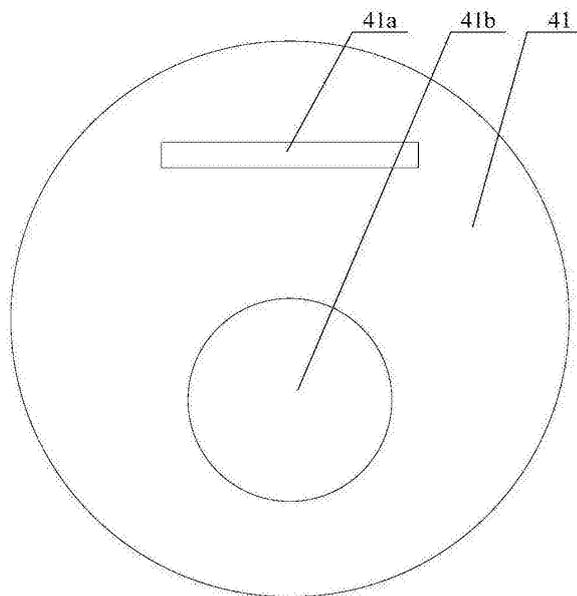


Figura 4

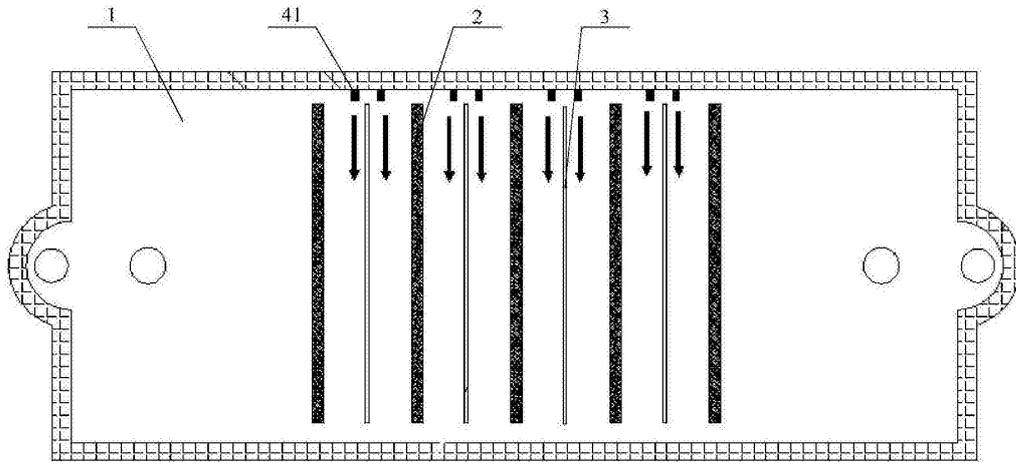


Figura 5

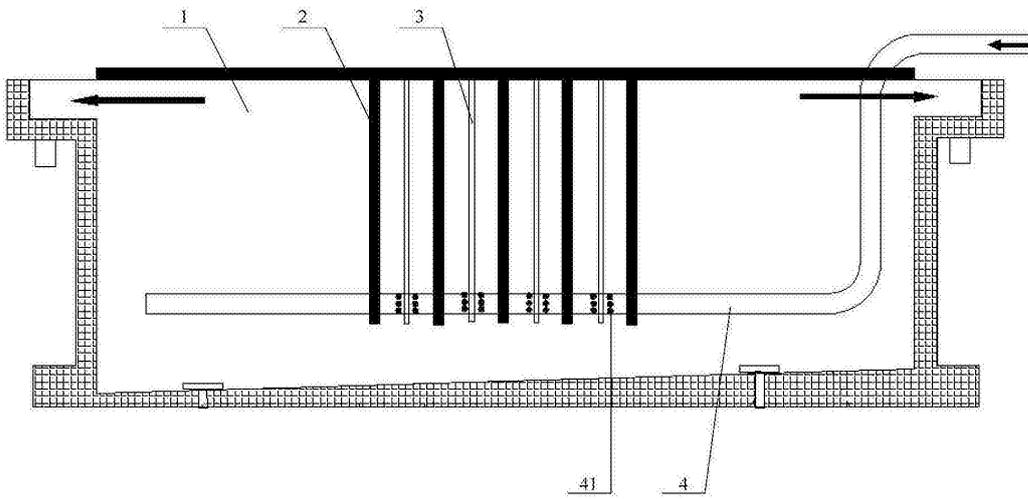


Figura 6

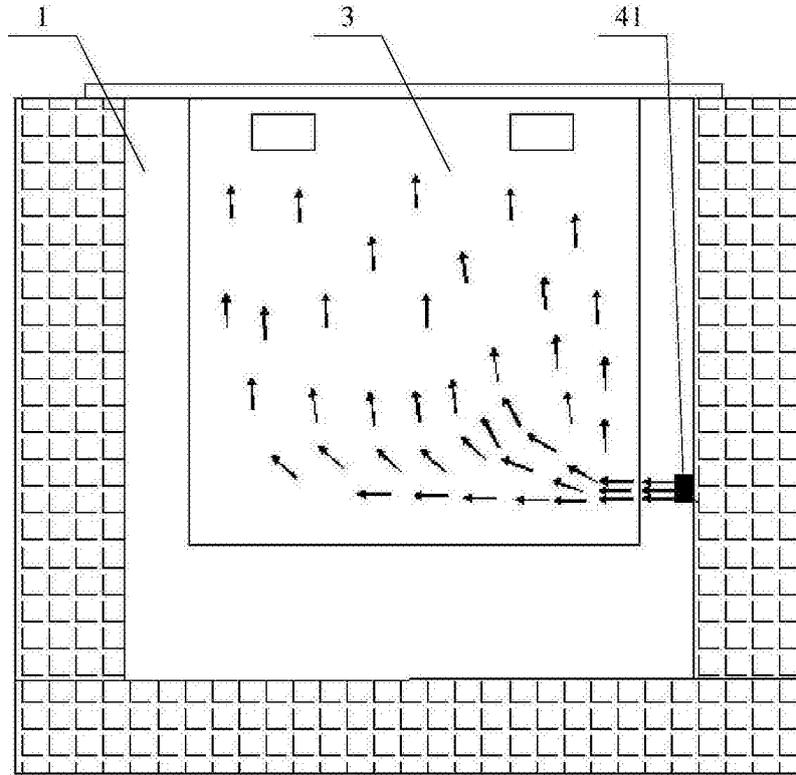


Figura 7

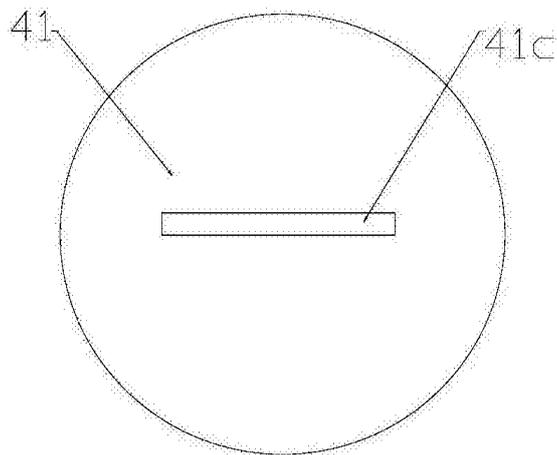


Figura 8

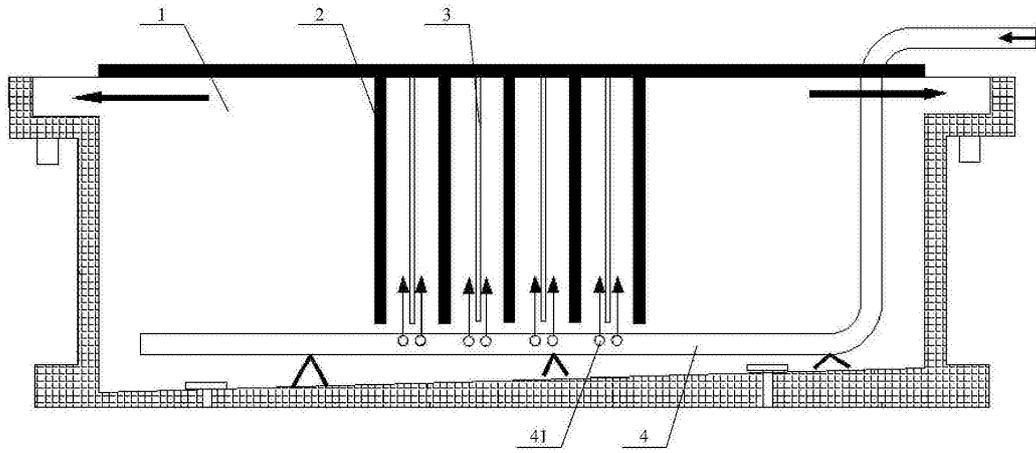


Figura 9

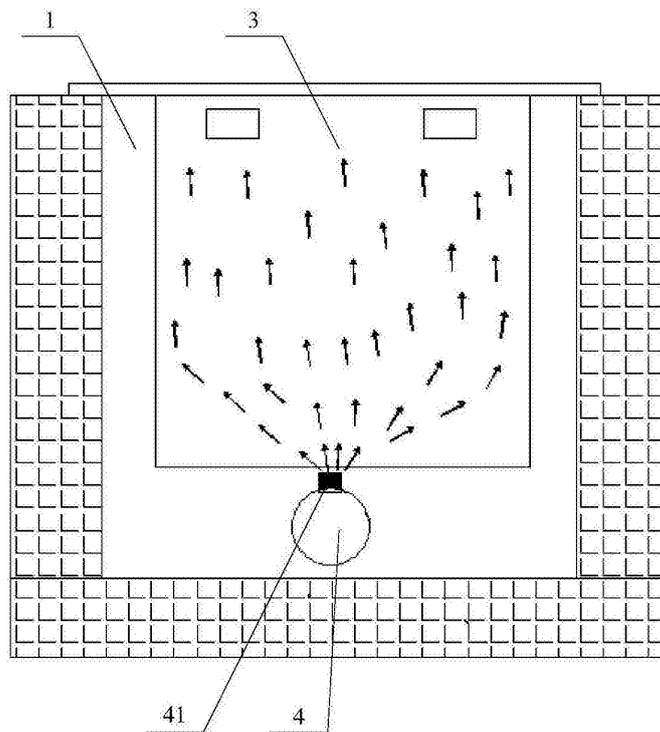


Figura 10



- ②① N.º solicitud: 201630229  
 ②② Fecha de presentación de la solicitud: 26.02.2016  
 ③② Fecha de prioridad: **17-09-2015**

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TECNICA

⑤① Int. Cl.: **C25C1/12** (2006.01)  
**C25C7/00** (2006.01)

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	⑤⑥ Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
X	CN 103255443 A (XIANGGUANG COPPER CO LTD et al.) 21/08/2013, resumen [en línea] recuperado de EPODOC/EPO y WPI/DERWENT, ejemplo 1, figuras 1,4 y 6.	1,2,5-8,11,12
X	CN 104032332 A (HANGZHOU SANNAL ENVIRONMENTAL TECHNOLOGY CO LTD) 10/09/2014, resumen [en línea] recuperado de EPODOC/EPO y WPI/DERWENT, figuras 1-4.	1,2,5-8,11,12
X	CN 103334123 A (YANGGU XIANGGUANG COPPER CO) 02/10/2013, resumen [en línea] recuperado de EPODOC/EPO y WPI/DERWENT, figura 1.	1,2,5-8,11,12
X	US 3966567 A (PACE GERALD F et al.) 29/06/1976, columna 2, línea 66 – columna 3, línea 41 y figura 1.	1,2,6-8
X	US 6589404 B1 (ANASTASIJEVIC NIKOLA et al.) 08/07/2003, columna 1, línea 44 – columna 2, línea 41, figura 1.	1,2,5,7,8,11,12

Categoría de los documentos citados

X: de particular relevancia  
 Y: de particular relevancia combinado con otro/s de la misma categoría  
 A: refleja el estado de la técnica

O: referido a divulgación no escrita  
 P: publicado entre la fecha de prioridad y la de presentación de la solicitud  
 E: documento anterior, pero publicado después de la fecha de presentación de la solicitud

**El presente informe ha sido realizado**

para todas las reivindicaciones

para las reivindicaciones nº:

Fecha de realización del informe  
30.12.2016

Examinador  
M. González Rodríguez

Página  
1/5

Documentación mínima buscada (sistema de clasificación seguido de los símbolos de clasificación)

C25C

Bases de datos electrónicas consultadas durante la búsqueda (nombre de la base de datos y, si es posible, términos de búsqueda utilizados)

INVENES, EPODOC, WPI, NPL, XPESP, INSPEC, COMPENDEX.

Fecha de Realización de la Opinión Escrita: 30.12.2016

**Declaración**

<b>Novedad (Art. 6.1 LP 11/1986)</b>	Reivindicaciones 1-7, 9, 10	<b>SI</b>
	Reivindicaciones 8,11,12	<b>NO</b>
<b>Actividad inventiva (Art. 8.1 LP11/1986)</b>	Reivindicaciones 3,4,9,10	<b>SI</b>
	Reivindicaciones 1,2,5-8,11,12	<b>NO</b>

Se considera que la solicitud cumple con el requisito de aplicación industrial. Este requisito fue evaluado durante la fase de examen formal y técnico de la solicitud (Artículo 31.2 Ley 11/1986).

**Base de la Opinión.-**

La presente opinión se ha realizado sobre la base de la solicitud de patente tal y como se publica.

**1. Documentos considerados.-**

A continuación se relacionan los documentos pertenecientes al estado de la técnica tomados en consideración para la realización de esta opinión.

Documento	Número Publicación o Identificación	Fecha Publicación
D01	CN 103255443 A (XIANGGUANG COPPER CO LTD et al.)	21.08.2013
D02	CN 104032332 A (HANGZHOU SANNAL ENVIRONMENTAL TECHNOLOGYCO LTD)	10.09.2014
D03	CN 103334123 A (YANGGU XIANGGUANG COPPER CO)	02.10.2013
D04	US 3966567 A (PACE GERALD F et al.)	29.06.1976
D05	US 6589404 B1 (ANASTASIJEVIC NIKOLA et al.)	08.07.2003

**2. Declaración motivada según los artículos 29.6 y 29.7 del Reglamento de ejecución de la Ley 11/1986, de 20 de marzo, de Patentes sobre la novedad y la actividad inventiva; citas y explicaciones en apoyo de esta declaración**

La solicitud se refiere a un proceso electrolítico en el que el electrolito se inyecta en paralelo desde la parte inferior del equipo, así como al dispositivo electrolítico donde se lleva a cabo dicho procedimiento.

El documento D01 se considera el más próximo del estado de la técnica a la solicitud y divulga un procedimiento electrolítico de obtención de cobre en el que el electrolito se inyecta en dirección paralela al cátodo desde el fondo o desde uno de los laterales de la celda o desde ambos, de modo que el electrolito fluye a lo largo de la superficie del cátodo desde su parte inferior a la superior y recorre el ánodo en sentido inverso, garantizando así la circulación continua en las proximidades del cátodo y la sedimentación de los lodos de ánodo. Las condiciones de operación del procedimiento recogido en D01 son las siguientes: densidad de corriente 420-580 A/m<sup>2</sup>, presión de la solución electrolítica 0.2-0.3 MPa, flujo de solución electrolítica 0.9-1.5 l/min. El documento D01 divulga además el dispositivo de electrodeposición para llevar a cabo el procedimiento, que dispone de un tanque electrolítico con múltiples grupos de toberas situadas en la parte inferior del equipo, próximas a las placas catódicas (Ver resúmenes WPI y EPODOC, ejemplo 1, figuras 1,4 y 6).

El documento D02 divulga un procedimiento y un dispositivo para el refinado de metales, en el que se dispone de un sistema de inyección del electrolito a través de un distribuidor (52) situado en la parte inferior de la cuba electrolítica y que consiste en dos conducciones (521) con toberas dirigidas a las placas catódicas (2), que permiten minimizar el fenómeno de polarización y trabajar a densidades de corriente altas (300-600 A/m<sup>2</sup>). La instalación dispone de un reactor electrolítico (1) con cátodos (2) y ánodos (3) dispuestos en paralelo, con un sistema de circulación de electrolito (5) que consta de un distribuidor (52) provisto de toberas de inyección (521) y una bomba de recirculación (53) (Ver resúmenes WPI y EPODOC, figuras 1-4).

El documento D03 divulga un procedimiento para la recuperación de cobre a valores altos de densidad de corriente así como el dispositivo para llevarlo a cabo, donde el electrolito se inyecta en el tanque electrolítico mediante toberas próximas a las placas catódicas, y la instalación dispone de una cuba electrolítica con un sistema de alimentación de electrolito, un tanque de almacenamiento, una bomba y un equipo de intercambio de calor (Ver resúmenes WPI y EPODOC, figuras 1).

Por su parte, los documentos D04 y D05 divulgan sendos procedimientos y dispositivos para la recuperación de metales, con sistemas para favorecer la circulación del electrolito entre ánodo y cátodo y así prevenir el fenómeno de polarización y asegurar un valor alto de eficiencia (Ver D04 columna 2, línea 66 - columna 3, línea 41 y figura 1; D05 columna 1, línea 44 - columna 2, línea 41, figura 1).

A la vista de lo anterior, son conocidos en el estado de la técnica procedimientos electrolíticos con sistemas de inyección en paralelo del electrolito desde una posición inferior del reactor y próxima a la superficie de las placas catódicas -tanto en dirección horizontal desde uno o los dos laterales inferiores del reactor como en dirección vertical desde el fondo-, de manera que se pueda trabajar a valores altos de densidad de corriente evitando los fenómenos de polarización de la concentración y la pasivación del ánodo que influyen de manera negativa en la eficiencia del proceso. Si bien el valor de velocidad de entrada del electrolito indicado en la reivindicación 1 no se recoge de manera explícita en los documentos anteriores, no se considera que implique actividad inventiva en ausencia de un efecto técnico inesperado (Art. 8.1 LP). Así, el procedimiento recogido en las reivindicaciones 1, 2 y 5-7 de la solicitud se considera que carece de actividad inventiva a la luz del estado de la técnica conocido (Art. 8.1 LP).

Sin embargo, ninguno de los documentos anteriores revela un procedimiento electrolítico en el que el electrolito se inyecte en dos flujos, uno en forma plana paralela a la superficie del cátodo que forma una pared de cortina líquida y otro desde una posición más alejada al cátodo que impulsa al electrolito en su movimiento desde la parte inferior a la parte superior, con la consiguiente mejora de la circulación. Así, el objeto de las reivindicaciones 3 y 4, cumple con los requisitos de novedad y actividad inventiva (Art. 6.1 y 8.1 LP).

Con respecto al dispositivo electrolítico, recogido en las reivindicaciones 8, 11, 12, se considera que los documentos D02-D04 divulgan todos los equipos detallados en dichas reivindicaciones y en consecuencia éstas no cumplen con el requisito de novedad a la luz del estado de la técnica conocido (Art. 6.1 LP). Los documentos D01 y D05, por su parte, se centran en la descripción del reactor electrolítico y no detallan la instalación completa, pero los equipos no descritos (sistema de bombeo y tanque de almacenamiento) son de uso habitual instalaciones electrolíticas de este tipo y no se considera que su inclusión implique el ejercicio de esfuerzo inventivo para un experto en la materia (Art. 8.1 LP).

Las reivindicaciones 9 y 10 relativas a la inyección del electrolito a través de un doble paso se consideran nuevas e inventivas, al no recogerse en el estado de la técnica indicio alguno de una geometría como la indicada, con la consiguiente mejora de la circulación del electrolito que ello supone (Art. 6.1 y 8.1 LP).