

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 762 920**

51 Int. Cl.:

**C22B 1/04** (2006.01)

**C22B 15/00** (2006.01)

**C22B 9/05** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **03.05.2016 PCT/FI2016/050281**

87 Fecha y número de publicación internacional: **10.11.2016 WO16177936**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **03.05.2016 E 16722686 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **09.10.2019 EP 3292225**

54 Título: **Refinación a fuego de cobre blíster**

30 Prioridad:

**06.05.2015 FI 20155329**

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

**26.05.2020**

73 Titular/es:

**OUTOTEC (FINLAND) OY (100.0%)  
Rauhalanpuisto 9  
02230 Espoo, FI**

72 Inventor/es:

**JAATINEN, AKUSTI y  
TALVENSAARI, HARRI**

74 Agente/Representante:

**ISERN JARA, Jorge**

ES 2 762 920 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

Refinación a fuego de cobre blíster

5

Campo de la invención

La invención se refiere a la refinación a fuego de cobre blíster en tres fases.

10 Antecedentes de la invención

El cobre blíster producido en convertidores o directos para hornos blíster deben purificarse de azufre y oxígeno antes de poder fundirse en ánodos. Esto se hace en hornos anódicos (HA) en un proceso conocido como refinación a fuego.

15 Típicamente, la refinación a fuego de cobre blíster se realiza en dos fases, la fase de oxidación y la fase de reducción. En la fase de oxidación, se sopla aire al cobre blíster y el oxígeno comprimido en el aire oxida el azufre hasta convertirlo en dióxido de azufre gaseoso. Parte del oxígeno también se disuelve en el cobre blíster fundido en la fase de oxidación. El oxígeno disuelto se elimina en una fase de reducción en la que un reductor tal como gas natural se sopla en el cobre blíster oxidado.

20 Para conseguir cobre anódico de buena calidad para la fundición anódica, la concentración de azufre del cobre blíster debe reducirse por debajo de 50 ppm. Sin embargo, para lograr la concentración de azufre requerida, al final de la fase de oxidación se induce un rápido aumento de oxígeno disuelto en el cobre blíster. Esto conduce a pérdidas de cobre, a escoria y a una fase de reducción prolongada, lo que causa un alto consumo de reductor.

25 El documento CN101314819B propone un proceso de refinación a fuego de una fase, en donde argón, nitrógeno industrial, vapor saturado o una mezcla de estos se sopla en el cobre y se omiten las fases de oxidación y de reducción.

30 Importantes procesos de refinación de varios pasos se conocen de la publicación internacional WO 99/46414 A2, la publicación internacional WO 2011/103132 A1, el documento DE 38 09 477 A1 y GOYAL PRADEEP ET AL.: "Gaseous Refining of Anode Copper", JOURNAL OF METALS, SPRINGER-VERLAG, Nueva York, vol. 34, N.º 12, 20 de diciembre de 2013 (2013-12-20), páginas 22-28, ISSN: 0148-6608, DOI: 10.1007/BF03338157.

Breve descripción de la invención

35

Un objetivo de la presente invención es proporcionar un proceso para la refinación a fuego de cobre blíster con el fin de solventar los problemas anteriores relacionados con la sobreoxidación del cobre blíster durante la refinación a fuego. Los objetivos de la invención se logran por medio de un proceso que se caracteriza por lo que se dice en las reivindicaciones independientes. Los modos de realización preferidos de la invención se divulgan en las reivindicaciones dependientes.

40

La invención se basa en el descubrimiento de que el soplado de gas inerte, tal como nitrógeno, evita la sobreoxidación del cobre blíster y minimiza el uso de reductor cuando se refina cobre blíster que tiene una concentración de azufre reducida. El presente proceso mejora la eficiencia energética de la refinación a fuego de cobre blíster y reduce desde las pérdidas de azufre hasta la escoria del horno anódico, que conduce a una menor circulación interna de cobre dentro del fundidor. También se reduce toda la contaminación asociada con la fase de reducción.

45

Breve descripción de los dibujos

50 A continuación, la invención se describirá en más detalle mediante los modos de realización preferidos con referencia a los dibujos adjuntos, en los que

La figura 1 es un diagrama de flujo de un primer ejemplo del presente proceso;

55 La figura 2 es un diagrama de flujo de un segundo ejemplo del presente proceso; y

La figura 3 es un diagrama de flujo de un tercer ejemplo del presente proceso.

Descripción detallada de la invención

60

La presente invención proporciona un proceso de refinación a fuego de cobre blíster según la reivindicación 1.

65 Con referencia a las figuras 1, 2 y 3 que ilustran flujos de proceso ejemplares alternativos de procesos de acuerdo con la presente invención, cobre blíster 1 fundido se proporciona a un horno anódico (100), en donde se somete a refinación a fuego. La figura 1 ilustra, como un primer ejemplo, un proceso completo de tres fases que consta de fase de oxidación 30 de paso (b), fase inerte 40 de paso (c) y fase de reducción 40 de paso (d). De acuerdo con el presente

5 proceso, puede no ser necesario y/u óptimo pasar por las tres fases de pasos (b), (c) y (d) del proceso. En casos particulares, basta con la ejecución de solo dos fases y puede que solo se ejecuten dos de los pasos (b), (c) y (d). Sin embargo, de acuerdo con el presente proceso, el paso (c) se ejecuta siempre. La figura 2 ilustra, como un segundo ejemplo, un proceso ejemplar en donde se omite la fase de reducción 40 de paso (d) y la figura 3 ilustra, como un tercer ejemplo, un proceso ejemplar alternativo en donde se omite la fase de oxidación 20 de paso (b). Todas las fases de paso (b), (c) y (d) incluidas en los procesos respectivos se ejecutan dentro del mismo horno anódico alternando las condiciones de proceso.

10 En el paso (b) 20 del presente proceso, gas que contiene oxígeno 21 tal como oxígeno, aire enriquecido con oxígeno o aire se inyecta en el metal líquido impuro, el cobre blíster fundido. Las impurezas, en particular, azufre, se oxidan antes que el metal y se eliminan como una escoria de óxido o un gas de óxido volátil.

15 En esta primera fase, paso (b) -fase de oxidación 20-, se elimina la mayoría del azufre contenido en el cobre blíster fundido. Como resultado del proceso de conversión flash o de blíster directo, el cobre blíster contiene normalmente de 1000 a 5000 ppm de azufre. La fase de oxidación se continúa durante un periodo de tiempo prescrito, lo que hace que la concentración de azufre en el cobre blíster se aproxime a un primer valor objetivo prescrito. Como resultado de la fase de oxidación de paso (b) 20, el cobre blíster 2a contiene normalmente, al inicio de la fase inerte, de 2000 a 5000 ppm, en particular, de 2100 a 3100 ppm, de oxígeno disuelto.

20 Tras la fase de oxidación, la concentración de azufre del cobre blíster 2a se reduce deseablemente hasta un nivel objetivo de 200 ppm a 2000 ppm, preferiblemente, de 400 a 1000 ppm, de azufre.

25 Cuando se ha alcanzado el primer valor objetivo prescrito del cobre blíster 2a, se inicia el paso (c) del presente proceso. Al iniciarse el paso (c), se inicia el soplado de un gas inerte 31 tal como argón, vapor, nitrógeno o helio y se interrumpe el soplado del gas que contiene oxígeno. Preferiblemente, el gas inerte 31 es nitrógeno. El gas inerte 31 se puede soplar en el cobre blíster usando el mismo equipo que para el gas que contiene oxígeno.

30 En esta segunda fase, el paso (c) -fase inerte 30-, se eliminan el azufre y el oxígeno contenidos en el cobre blíster fundido. La fase inerte 30 se continúa durante un periodo de tiempo prescrito, lo que hace que la concentración de azufre y de oxígeno en el cobre blíster se aproxime a un segundo valor objetivo prescrito. Tras la fase inerte, la concentración de oxígeno del cobre blíster 2b se reduce deseablemente hasta un nivel objetivo por debajo de 4000 ppm, típicamente, de 1500 a 2500 ppm, preferiblemente, de 2000 a 2300 ppm, de oxígeno. Tras la fase inerte, la concentración de azufre del cobre blíster 2b se reduce deseablemente hasta un nivel por debajo de 500 ppm, típicamente, por debajo de 200 ppm, preferiblemente, de 75 a 150 ppm, de azufre.

35 Durante las fases de oxidación e inerte se forma algo de escoria y la eliminación de escoria 50 se realiza típicamente al final de la fase de oxidación (b) y/o fase inerte (c), preferiblemente, tras la fase inerte (c). En la eliminación de escoria, el horno anódico 100 se gira típicamente sobre su eje longitudinal para que la escoria 51 se pueda eliminar por la boca del horno, mientras que el cobre blíster 2c queda retenido en el horno anódico 100.

40 Para obtener cobre blíster con una pureza de ánodos 3, se inicia el paso (d) mediante la introducción de un agente reductor 41 y la interrupción del soplado del aire inerte 31 cuando se haya alcanzado el segundo valor objetivo prescrito. El agente reductor 41 puede ser cualquier agente reductor convencional utilizado en la fase de reducción de procesos de refinación a fuego convencionales que incluyan un gas reductor tal como hidrógeno, gas natural, un hidrocarburo, gas licuado de petróleo, petróleo pesado, gasóleo, carbón pulverizado, monóxido de carbono y amoníaco o cualquier mezcla de estos. El agente reductor 41 también puede ser una mezcla que conste de hidrocarburo y aire. Como resultado, el cobre blíster se desoxigena.

45 En la tercera fase, paso (d) -fase de reducción 40-, el nivel de oxígeno del cobre blíster se ajusta a un nivel óptimo para la refinación electrolítica y, así, se obtiene cobre anódico 3. La fase de reducción se continúa durante un periodo de tiempo prescrito, lo que hace que la concentración de oxígeno en el cobre blíster se aproxime a un tercer valor objetivo prescrito. Tras la reducción, el nivel de oxígeno objetivo del cobre anódico 3 está por debajo de 3000 ppm, típicamente, por debajo de 2300 ppm, preferiblemente, de 500 a 1500 ppm. Durante la reducción, la concentración de azufre del cobre anódico 3 también se reduce hasta un nivel objetivo por debajo de 50 ppm.

50 Como se ejemplifica en la figura 2, cuando la concentración de azufre y/u oxígeno, en particular, de oxígeno, del cobre blíster 2b fundido obtenido en el paso (c) está por debajo del tercer valor objetivo prescrito, preferiblemente, por debajo de 3500 ppm, más preferiblemente, por debajo de 3000 ppm, la fase de reducción 40 de paso (d) se puede omitir y solo se realizan la fase de oxidación 20 de paso (b) y la fase inerte 30 de paso (c).

55 Alternativamente, cuando la concentración de azufre del cobre blíster 1 fundido proporcionado en el paso (a) está por debajo del primer valor objetivo prescrito, preferiblemente, por debajo de 2000 ppm, más preferiblemente, por debajo de 1000 ppm, la fase de oxidación 20 de paso (b) se puede omitir y solo se realizan la fase inerte 30 de paso (c) y la fase de reducción 40 de paso (d). La realización de las fases de reducción e inerte, 20 y 30, consecutivas separadas permite una separación más fácil de la escoria. Además, la eliminación de azufre se puede controlar mejor cuando el nivel de oxígeno del cobre blíster no se reduce demasiado pronto. También, cuando se usa agente reductor líquido,

la realización de las fases de reducción e inerte consecutivas separadas es beneficiosa. Además, la omisión de la fase de oxidación 20 de paso (b) acorta el tiempo requerido para la fase de reducción 40 de paso (d).

5 En consecuencia, en la presente memoria se proporciona un proceso tal como se describe en la presente memoria, que consta de los pasos: (a) proporcionar cobre blíster fundido dentro de un horno anódico; (b) oxidar azufre en el cobre blíster fundido soplando gas que contenga oxígeno en el cobre blíster fundido hasta haberse alcanzado un primer valor objetivo prescrito; (c) posteriormente, bajar el contenido de azufre y oxígeno en el cobre blíster soplando gas inerte en el cobre blíster fundido hasta haberse alcanzado un segundo valor objetivo prescrito y haberse objetivo  
10 cobre anódico; y (e) directamente después del paso (c), opcionalmente, fundir el cobre anódico obtenido.

10 En la presente memoria también se proporciona un proceso tal como se define en la presente memoria, que consta de los pasos: (a) proporcionar cobre blíster fundido dentro de un horno anódico; (c) directamente después del paso (a), bajar el contenido de azufre y oxígeno en el cobre blíster soplando gas inerte en el cobre blíster fundido hasta haberse alcanzado un segundo valor objetivo prescrito; (d) posteriormente, reducir el oxígeno en el cobre blíster  
15 suministrando un agente reductor dentro del cobre blíster fundido hasta haberse alcanzado un tercer valor objetivo prescrito y haberse obtenido cobre anódico; y (e) opcionalmente, fundir el cobre anódico obtenido.

20 En particular, en la presente memoria se proporciona un tal como se define en la presente memoria, que consta de los pasos: (a) proporcionar cobre blíster fundido dentro de un horno anódico; (b) oxidar el azufre en el cobre blíster fundido soplando gas que contenga oxígeno en el cobre blíster fundido hasta haberse alcanzado un primer valor objetivo prescrito; (c) posteriormente, bajar el contenido de azufre y oxígeno en el cobre blíster soplando gas inerte en el cobre blíster fundido hasta haberse alcanzado un segundo valor objetivo prescrito; (d) posteriormente, reducir el oxígeno en el cobre blíster suministrando un agente reductor dentro del cobre blíster fundido hasta haberse alcanzado un tercer valor objetivo prescrito y haberse obtenido cobre anódico; y (e) opcionalmente, fundir el cobre anódico  
25 obtenido.

30 Con referencia a las figuras 1 a 3, como resultado del presente proceso de la presente invención, el cobre blíster 1 obtenido de un horno de conversión se refina en cobre de mayor pureza en el horno anódico, esto es, cobre anódico 3. El cobre anódico 3 fundido se descarga entonces del horno anódico 100 y se transfiere a través de un canalizo anódico a un molde de fundición anódico y se funde 60.

35 La composición de cobre blíster y anódico, 1, 2a a 2c, y/o 3, se puede monitorear durante la refinación a fuego con métodos conocidos para el experto y los puntos de maniobra entre las fases se pueden determinar: midiendo uno o más de los parámetros seleccionados del grupo que consta de concentración de azufre y/u oxígeno del cobre blíster; concentración de SO<sub>2</sub> de la línea de descarga gaseosa, y monitoreando visualmente la composición de descarga gaseosa, preferiblemente, la concentración de oxígeno; comparando el/los valor(es) medido(s) del/de los parámetro(s) con un valor de referencia predeterminado para el parámetro correspondiente; y, cuando se haya alcanzado el valor de referencia predeterminado, indicando que se puede iniciar la siguiente fase y/o iniciando la siguiente fase.

40 Será obvio para el experto en la técnica que, a medida que avanza la tecnología, el concepto inventivo se puede implementar de varias maneras. La invención y sus modos de realización no se limitan a los ejemplos descritos anteriormente, sino que pueden variar dentro del alcance de las reivindicaciones.

45

**REIVINDICACIONES**

1. Un proceso de refinación a fuego de cobre blíster, que consta de los pasos:

- 5 (a) proporcionar cobre blíster fundido dentro de un horno anódico;
- (b) oxidar el azufre en el cobre blíster fundido soplando gas que contenga oxígeno en el cobre blíster fundido hasta haberse alcanzado un primer valor objetivo prescrito;
- 10 (c) posteriormente, interrumpir el soplado del gas que contiene oxígeno y bajar el contenido de azufre y oxígeno en el cobre blíster soplando gas inerte en el cobre blíster fundido hasta haberse alcanzado un segundo valor objetivo prescrito, en donde la fase inerte (c) se continúa hasta que el segundo valor objetivo prescrito de la concentración de oxígeno esté por debajo de 4000 ppm, y el segundo valor objetivo prescrito de la concentración de azufre esté por debajo de 500 ppm;
- 15 (d) posteriormente, interrumpir el soplado del gas inerte y reducir el oxígeno en el cobre blíster suministrando un agente reductor dentro del cobre blíster fundido hasta haberse alcanzado un tercer valor objetivo prescrito y haberse obtenido cobre anódico; y
- 20 (e) opcionalmente, fundir el cobre anódico obtenido.

2. Un proceso tal como se reivindica en la reivindicación 1, en donde la fase de oxidación (b) se continúa hasta que el primer valor objetivo prescrito de la concentración de azufre en el cobre blíster sea de 400 a 1000 ppm.

25 3. Un proceso tal como se reivindica en las reivindicaciones 1 y 2, en donde la fase de oxidación (b) se continúa hasta que el primer valor objetivo prescrito de la concentración de oxígeno en el cobre blíster fundido sea de 2000 a 5000 ppm, preferiblemente, de 2100 a 3100 ppm.

30 4. Un proceso tal como se reivindica en cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en donde el gas inerte es nitrógeno.

5. Un proceso tal como se reivindica en cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en donde la fase inerte (c) se continúa hasta que el segundo valor objetivo prescrito de la concentración de oxígeno sea de 1500 a 2500 ppm, preferiblemente, de 2000 a 2300 ppm.

35 6. Un proceso tal como se reivindica en cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en donde la fase inerte (c) se continúa hasta que el segundo valor objetivo prescrito de la concentración de azufre esté por debajo de 200 ppm, preferiblemente, de 75 a 150 ppm.

40 7. Un proceso tal como se reivindica en cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en donde la eliminación de escoria se realiza al final de la fase de oxidación (b) y/o fase inerte (c), preferiblemente, después de la fase inerte (c).

45 8. Un proceso tal como se reivindica en cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, en donde la fase de reducción (d) se continúa hasta que el tercer valor objetivo prescrito de la concentración de oxígeno esté por debajo de 3000 ppm, típicamente, por debajo de 2300 ppm, preferiblemente, de 500 a 1500 ppm.

9. Un proceso tal como se reivindica en cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, en donde la fase de reducción (d) se continúa hasta que el tercer valor objetivo prescrito de la concentración de azufre esté por debajo de 50 ppm.

50 10. Un proceso tal como se reivindica en cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, en donde la composición de cobre blíster se monitorea durante la refinación a fuego y los puntos de maniobra entre las fases se determina: midiendo uno o más de los parámetros seleccionados del grupo que consta de concentración de azufre y oxígeno del cobre blíster; concentración de SO<sub>2</sub> de la línea de descarga gaseosa, y monitoreando visualmente la composición de descarga gaseosa; comparando el/los valor(es) medido(s) del/de los parámetro(s) con un valor de referencia predeterminado para el parámetro correspondiente; y, cuando se haya alcanzado el valor de referencia predeterminado, indicando que se puede iniciar la siguiente fase y/o iniciando la siguiente fase.

55

Figura 1

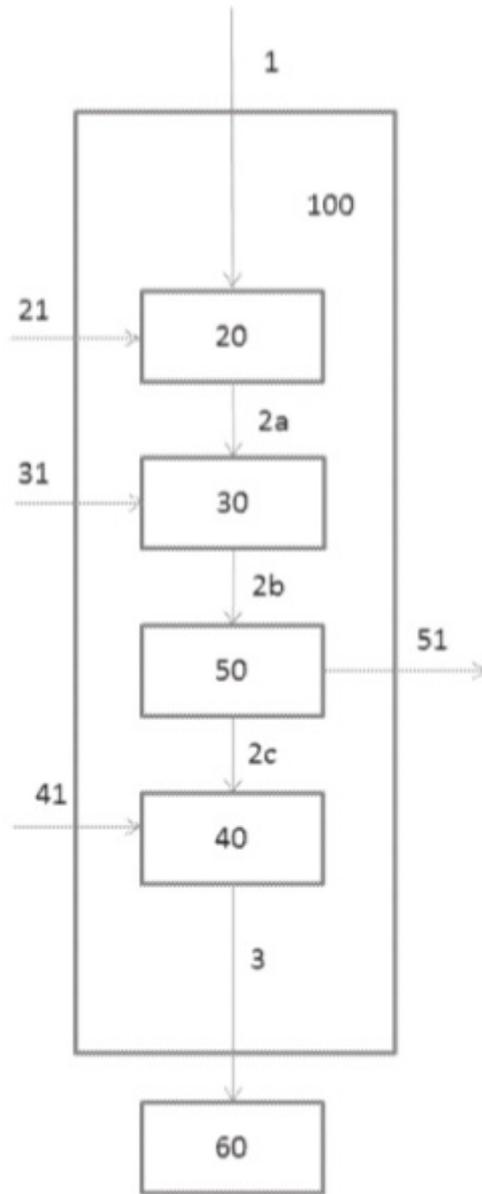


Figura 2

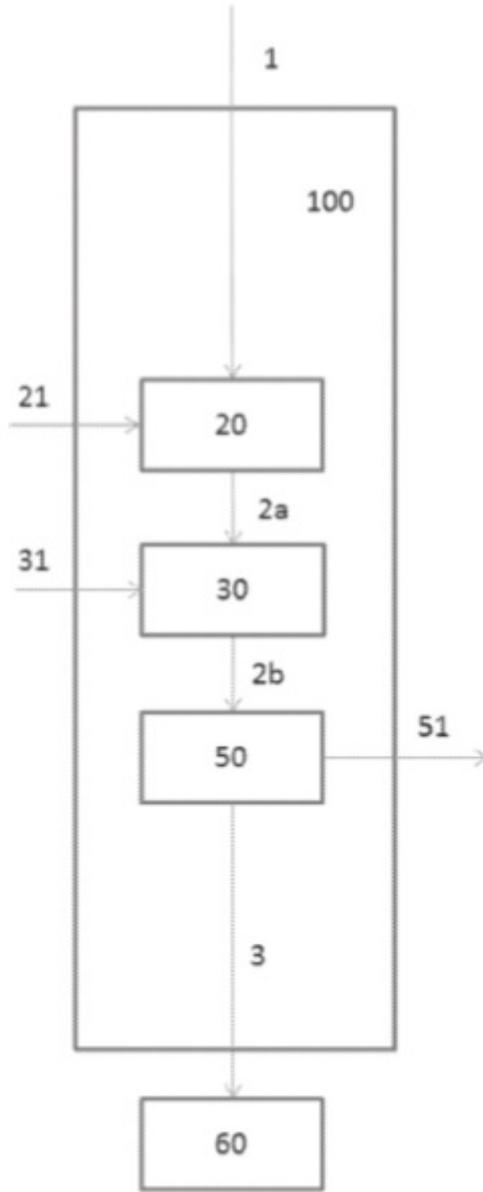


Figura 3

