

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 769 351**

51 Int. Cl.:

C04B 5/00	(2006.01) F27B 3/06	(2006.01)
C04B 5/06	(2006.01) F27B 3/10	(2006.01)
C21B 3/04	(2006.01) C22B 5/10	(2006.01)
C21B 3/06	(2006.01)	
C21C 1/02	(2006.01)	
C21C 5/36	(2006.01)	
C22B 5/04	(2006.01)	
C22B 5/06	(2006.01)	
C22B 5/12	(2006.01)	
F27B 3/00	(2006.01)	

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **13.03.2018** **E 18161476 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **08.01.2020** **EP 3375764**

54 Título: **Procedimiento para el tratamiento de escorias metalúrgicas**

30 Prioridad:

15.03.2017 DE 102017105551

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
25.06.2020

73 Titular/es:

SCHOLZ AUSTRIA GMBH (100.0%)
Zinnergasse 6a
1110 Wien, AT

72 Inventor/es:

SCHMID, HERBERT;
PANHOFER, HARALD y
MARTINELLI, WALTER

74 Agente/Representante:

SÁEZ MAESO, Ana

ES 2 769 351 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

Procedimiento para el tratamiento de escorias metalúrgicas

[0001] La invención se refiere a un procedimiento para el tratamiento de escorias metalúrgicas y, en particular, de escorias procedentes de la producción de acero.

5 [0002] En la producción de acero en el convertidor y, en particular, en el convertidor LD, se utiliza escoria para cubrir la masa fundida de acero o en parte se produce escoria a consecuencia del tratamiento oxidante. En este sentido, habitualmente se trata de escorias básicas a base de cal.

10 [0003] Durante la sangría del convertidor, la sangría se realiza de tal modo que, por un lado, habitualmente se cuela el acero desde el convertidor en una cuchara, mientras que la escoria se cuela en un contenedor de escoria. En este sentido, además de la escoria en el contenedor de escoria también se introducen determinadas cantidades de masa fundida de acero, además la propia escoria todavía contiene hierro en forma de óxido de hierro.

15 [0004] Por el estado de la técnica se conoce preparar la escoria mediante procedimientos de tratamiento de la escoria, porque la escoria constituye una materia prima de valor para la producción de cemento. Para ello se reduce el óxido de hierro contenido en la escoria LD en la primera etapa para obtener un baño de metal y a continuación se desfosfora este baño de metal mediante tratamiento oxidante. En este sentido, de manera alterna, pueden realizarse un tratamiento oxidante y uno reductor en el mismo recipiente o el metal, procedente del tratamiento reductor, se sangra en una cuchara de tratamiento y en ésta se transporta hasta el lugar de tratamiento oxidante, en el que se realiza la desfosforación.

20 [0005] Por el documento EP 2383352 A1 se conoce un procedimiento para el tratamiento de escoria procedente de convertidores, en el que en un recipiente se reduce la escoria LD y se añaden componentes minerales, tales como carbono, silicio y aluminio. En este sentido esencialmente se trata de recuperar el hierro todavía contenido en la escoria, presente en la misma como óxido de hierro, y retirarlo de la escoria.

25 [0006] Por el documento WO 2004/101828 A1 se conoce un procedimiento para la reutilización de escorias procedentes de la industria siderúrgica, que contienen partículas de hierro oxídicas, añadiéndose un agente reductor y realizándose una reducción de las partículas de hierro oxídicas en la escoria, cargándose para ello la escoria en un recipiente de reactor y calentándose a continuación de manera eléctrica. Por un periodo más largo se debe inyectar un agente reductor con contenido en carbono. Tras la reducción completa se realiza una sangría de la escoria y también del posible hierro líquido existente hasta quedar una masa fundida de hierro residual que contiene carbono.

30 [0007] Por el documento EP 2767597 A1 se conoce un procedimiento para la reducción de escoria de acero, en el que se carga la escoria de convertidor en un recipiente correspondiente de manera continua o intermitente, existiendo en el recipiente de tratamiento una capa de escoria fundida sobre una capa de hierro fundida y calentándose la mezcla de manera eléctrica y tratándose en una atmósfera no oxidante, produciéndose la sangría del hierro producido en el recipiente de tratamiento y de la escoria contenida en el mismo de manera discontinua.

35 [0008] Por el documento EP 2759606 A1 se conoce un procedimiento comparable, que es una variante del procedimiento mencionado anteriormente. Este propone añadir aún más materias primas al baño de escoria. A este respecto, se muestra un dispositivo para el tratamiento reductor de escorias metalúrgicas, en el que la escoria se conduce desde un recipiente de alimentación que puede volcarse a un recipiente de reducción calentado mediante arco eléctrico. También en este sentido se trata de un horno de arco eléctrico fijo, en el que, para la reducción, se inyecta material con contenido en carbono.

40 [0009] Por el documento AT 412 723 B se conoce un procedimiento para el acondicionamiento de escorias y polvo procedentes de la producción de acero inoxidable. Normalmente, las escorias de acero inoxidable, debido a la adición de fluorita como formador de escoria, están cargadas de fluoruro. El material a fundir se alimenta en un ciclón de fundición, y la escoria fundida llega a una cuchara a través de una salida del fondo. Allí se retiran los fluoruros de la escoria. Para ello se produce un tratamiento con vapor de agua para la conversión de haluros en óxidos y haluros de hidrógeno. A continuación, a través de un conducto o canal, se alimenta la escoria así tratada a un reactor de baño de hierro por inducción, en el que se reduce sobre un baño de hierro existente en el mismo, con contenido en carbono. A continuación se quema posteriormente el CO resultante de la reducción mediante lanzas de oxígeno. Por tanto, la reducción y oxidación se producen consecutivamente en el mismo recipiente.

50 [0010] Por el documento AT 412 283 B se conoce un procedimiento de reutilización de escoria, en el que en el mismo recipiente de reactor tienen lugar una reducción por medio de carbono, seguida de una oxidación por medio de oxígeno. También en este caso, la reducción y oxidación se producen consecutivamente en el mismo recipiente.

- 5 [0011] Por el documento DE 26 48 220 A1 se conoce un procedimiento para el tratamiento de escorias metalúrgicas con contenido en hierro y un dispositivo para la realización del mismo. A este respecto, se carga una cuchara de escoria de fundición con escoria de altos hornos y escoria de convertidor, se transporta hacia una fábrica de procesamiento de escoria y se cuela la escoria en un foso de colada de escoria. Sigue un tratamiento con oxígeno, tras el cual, dado el caso, se granula la escoria.
- 10 [0012] Por el documento DE 102 15 594 A1 se conoce un procedimiento para el acondicionamiento de escoria líquida de altos hornos, que se produce en una instalación con un recipiente de tratamiento, al que se dirige una lanza, y en la que desemboca una salida de un recipiente de almacenamiento, desde el que puede añadirse un aditivo. Otra lanza se dirige a la zona de reacción del recipiente de tratamiento. La escoria tratada se pasa a o granula en una cuchara.
- 15 [0013] Por el documento DE 41 38 118 A1 se conoce una unidad de fundición con dos recipientes de horno dispuestos uno al lado de otro, que presentan en cada caso una unidad de tapa. Se produce un funcionamiento simultáneo de los recipientes de horno, produciéndose en un recipiente de horno la operación de fundición, mientras que en el otro recipiente de horno se refina y sobrecalienta la masa fundida. En una forma de realización del dispositivo, los recipientes de horno están dispuestos sobre un plato giratorio y en cada caso, tras finalizar la operación de fundición, cambian su posición con respecto a las unidades de tapa de instalación fija, configuradas al menos en parte para recibir material de alimentación. En otra forma de realización, los recipientes de horno están instalados de manera fija y las unidades de tapa están dispuestas de manera que pueden pivotar con respecto a los mismos.
- 20 [0014] Por el documento US 4.887.798 A se conoce un dispositivo para detectar la escoria que también fluye en un flujo de una masa fundida de metal, empleándose un sensor que rodea sin contacto la sección transversal de flujo de la masa fundida de metal. El sensor está compuesto por una bobina de emisión y una de recepción, a las que está asociada una bobina de referencia. Las bobinas están alojadas en un casete anular antimagnético. Este rodea las bobinas con una camisa de protección, que modifica los campos electromagnéticos y es resistente frente a las sollicitaciones mecánicas. De este modo, solo se influye ligeramente en la señal de medición por variaciones en la permeabilidad de la placa del fondo.
- 25 [0015] Para un uso rentable de las escorias y los residuos producidos en una planta siderúrgica, en un procedimiento para el acondicionamiento de escoria y para el reciclaje de residuos siderúrgicos en la industria siderúrgica según el documento WO 00/75385 A1 se procede de la siguiente manera: la escoria de al menos una sangría de un alto horno en estado líquido y de otras escorias siderúrgicas procedentes de una fábrica de acero se juntan y tratan en un recipiente de acondicionamiento de escoria; los residuos siderúrgicos, preferiblemente todos los residuos siderúrgicos, así como la escoria procedente de un tratamiento previo de arrabio, se introducen en el recipiente de acondicionamiento de escoria; se inyecta un agente reductor en el recipiente de acondicionamiento de escoria para la reacción de las sustancias introducidas; se introduce carbono para alear el hierro reducido a partir de los residuos con contenido en hierro; se mezclan las masas fundidas contenidas en el recipiente de acondicionamiento de escoria mediante la inyección de gas de lavado; se calientan las masas fundidas contenidas en el recipiente de acondicionamiento de escoria hasta una temperatura deseada o se mantienen a una temperatura determinada; se ajusta una composición deseada de la masa fundida de escoria contenida en el recipiente de acondicionamiento de escoria mediante la adición de aditivos; se realiza una sangría de la masa fundida de escoria acondicionada y una sangría sin escoria de la masa fundida con contenido en hierro.
- 30 [0016] Por tanto, por el estado de la técnica mencionado se conoce reducir el óxido de hierro contenido en la escoria LD en una primera etapa para obtener hierro líquido. A continuación se somete este baño de metal a una desfosforación. En este sentido existen dos variantes, realizándose en una primera variante un tratamiento alterno con reducción y, a continuación, con oxidación en el mismo recipiente, como es habitual también en la producción de
- 35 acero inoxidable en un horno de arco eléctrico.
- 40 [0017] La segunda variante prevé realizar una sangría del metal procedente del tratamiento reductor en una cuchara de tratamiento y transportarla a un lugar de tratamiento oxidante, en el que se realiza la desfosforación.
- 45 [0018] En el caso del procedimiento según el estado de la técnica resulta desventajoso que, en el tratamiento, tenga que alcanzarse un grado de reducción continuo muy elevado en un único recipiente de tratamiento. Resulta desfavorable un cambio continuo de la atmósfera de reducción a oxidación porque, por un lado, lleva a una reducción en la producción y a un aumento en el consumo de los recursos operativos.
- 50 [0019] En la variante, en la que a continuación se desfosfora el hierro líquido obtenido, existe un aumento en el coste de transporte y logístico por la existencia de dos instalaciones de tratamiento localmente separadas. La posibilidad de utilizar el gas de escape de alto valor calorífico a partir de la fase de reducción como gas de calentamiento oxidante en la segunda fase, según la distancia, puede ser de muy complicado hasta imposible. Una consecuencia de estas circunstancias son unos elevados costes de inversión y funcionamiento.
- 55

- [0020] La tarea de la invención es proporcionar un procedimiento para el tratamiento de escorias metalúrgicas con un menor gasto de inversión y menores costes de funcionamiento.
- [0021] La tarea se alcanza con un procedimiento con las características de la reivindicación 1.
- [0022] En las reivindicaciones dependientes de la misma se indican perfeccionamientos ventajosos.
- 5 [0023] Otra tarea es proporcionar un dispositivo para realizar el procedimiento.
- [0024] La tarea se alcanza con un dispositivo con las características de la reivindicación 12.
- [0025] En las reivindicaciones dependientes de la misma se indican perfeccionamientos ventajosos.
- [0026] La invención prevé proporcionar un recipiente común dividido por dos paredes separadoras en tres cámaras. Las tres cámaras son un antecrisol neutro, una primera cámara reductora y una segunda cámara oxidante.
- 10 [0027] En particular, la realización de la unión entre las cámaras individuales puede bloquearse o regularse, no siendo preferible un recipiente de comunicación total o cámaras de comunicación total.
- [0028] Se prefiere que pueda realizarse un ajuste de la transferencia de material independiente de los niveles de líquido entre las cámaras individuales.
- 15 [0029] Preferiblemente el antecrisol tiene quemadores con una potencia suficiente, de modo que la escoria introducida en el antecrisol y, dado el caso, el acero residual que también fluye así como los lobos o costras producidos puedan alimentarse al proceso y pasarse al estado líquido.
- [0030] En una forma de realización preferida, en la subetapa oxidante se alimenta escoria LD sólida como agente de desfosforación así como mineral o cascarilla como proveedor de oxígeno, procediendo el aporte de oxígeno principal de la combustión realizada por encima de la estequiometría de los gases de escape producidos en la fase de reducción.
- 20 [0031] En este sentido resulta ventajoso que el concepto del sistema produzca costes de inversión y funcionamiento mínimos, así como un rendimiento optimizado con un mínimo coste logístico.
- [0032] Además es posible un funcionamiento continuo de la instalación de preparación, porque se desacopla la producción por lotes de la escoria LD del resto del proceso de preparación. Además es posible utilizar los gases de escape de alto valor calorífico de la parte de reducción de manera ideal y con trayectos cortos como gas de calentamiento en la fase del proceso oxidante y/o en el antecrisol.
- 25 [0033] En principio está previsto volcar en el antecrisol escoria líquida así como posibles lobos y costras producidos, siendo el objetivo vaciar por completo la cuba de escoria. El posible acero residual arrastrado también llega al antecrisol, produciéndose una separación entre escoria y acero por el peso o la densidad. Como es habitual en el horno de arco eléctrico, adicionalmente se utilizan los denominados VLB (*Virtual Lance Burner*, quemadores de lanza virtuales) para fundir las partes sólidas. En este sentido, en particular, también se tiene en cuenta mantener el acero residual arrastrado en el estado líquido. En este sentido, el antecrisol sirve, por un lado, para fundir todo el material existente en el antecrisol y para convertir la carga de escoria discontinua en un proceso continuo. Para ello, la escoria y el acero residual se pasan a la segunda fase del proceso por medio de unidades de bloqueo regulables.
- 30 [0034] En la segunda cámara se produce la adición de modificadores de escoria así como la introducción de un agente reductor con contenido en carbono mediante inyección. Si se requiere energía adicional, ésta se introducirá mediante electrodos de manera análoga al horno de arco eléctrico.
- [0035] Tras un tratamiento suficiente se pasa el producto de metal de la segunda cámara a la tercera cámara, en la que se produce la oxidación, añadiéndose portadores de oxígeno sólidos así como escoria LD, para conseguir una desfosforación.
- 40 [0036] La invención se explicará a modo de ejemplo mediante un dibujo, mostrando la única figura de manera muy esquemática el dispositivo según la invención con los flujos de material y masa.
- [0037] El dispositivo 1 según la invención para el tratamiento de escorias metalúrgicas tiene un antecrisol 2, una cámara de reducción 3 y una cámara de oxidación 4. El antecrisol 2, la cámara de reducción 3 y la cámara de oxidación 4 forman una unidad constructiva, estando las cámaras separadas entre sí.
- 45

- [0038] Entre las cámaras están dispuestos dispositivos de bloqueo 5, 6, 7 regulables, existiendo un primer dispositivo de bloqueo 5 regulable entre el antecrisol y la cámara de reducción, y entre esta y la cámara de oxidación un segundo dispositivo de bloqueo 6. La cámara de oxidación 4 también tiene un dispositivo de bloqueo 7 regulable.
- 5 [0039] Preferiblemente, la solera para masa fundida 8 del antecrisol y/o la solera para masa fundida 9 de la cámara de reducción y/o la solera para masa fundida 10 de la cámara de oxidación 4 están configuradas de manera inclinada. En particular, tienen una inclinación de 2-5° o más.
- [0040] A este respecto, las soleras para masa fundida 8, 9 y 10 están dispuestas preferiblemente de tal modo que existe una diferencia de altura entre el antecrisol 2 y la cámara 3 y la cámara 4.
- 10 [0041] Preferiblemente el antecrisol 2, la cámara de reducción reductora 3 y la cámara de oxidación 4 tienen elementos de bloqueo 5, 6 y 7 de tal modo que se disponen por fuera del espacio de cámara, disponiendo preferiblemente todas las cámaras, pero al menos una cámara, de una detección de escoria inductiva.
- [0042] Los elementos de bloqueo y las separaciones entre las cámaras están configurados de tal modo que se garantiza una separación atmosférica.
- 15 [0043] El antecrisol puede tener quemadores de calor para quemar el gas de alto valor calorífico procedente de la segunda fase del proceso, adicionalmente pueden estar presentes quemadores de gas natural y los denominados VLB. La temperatura en el antecrisol se ajusta preferiblemente mediante los quemadores de tal modo que ascienda a entre 1450 y 1550 °C, siendo sin embargo en cualquier caso mayor de 1450 °C. En la cámara de reducción las temperaturas se ajustan preferiblemente para ser mayores de 1500 °C, más preferiblemente mayores de 1600 °C, alcanzándose la temperatura mediante inyección de un agente reductor con contenido en C e introduciéndose la energía adicional mediante electrodos.
- 20 [0044] En la cámara de oxidación 4 la temperatura se ajusta preferiblemente a por encima de 1450 °C y, en particular, de 1450 °C a 1550 °C. Para garantizar las temperaturas, pueden utilizarse quemadores de gas de combustión-oxígeno que funcionan por encima de la estequiometría, guiándose preferiblemente como gas de combustión el gas del proceso de alto valor calorífico procedente de la fase de reducción como gas de combustión hacia los quemadores.
- 25 [0045] Evidentemente el antecrisol 2 y la cámara de oxidación 4 también pueden calentarse con gas natural.
- [0046] En particular el antecrisol 2, la cámara de reducción 3 y la cámara de oxidación 4 pueden tener tamaños diferentes, así, en particular el antecrisol puede ser claramente mayor, en particular de tres a diez veces mayor que la cámara de reducción 3, y la cámara de reducción 3 también puede ser mayor que la cámara de oxidación 4.
- 30 [0047] En la etapa del proceso de la reducción se produce un gas combustible con contenido en carbono, de modo que desde la cámara 3 se guían conductos de gas de calentamiento 11, 12 hacia el antecrisol 2 y hacia la cámara de oxidación 4 y se unen con quemadores allí presentes, dado el caso con interposición de convertidores de presión y, dado el caso, de válvulas mezcladoras.
- 35 [0048] La cámara de reducción 3 contiene, además del dispositivo de bloqueo 5 regulable desde el antecrisol y 6 hacia la cámara de oxidación 4, una unidad de sangría adicional (no mostrada) con la que puede realizarse una sangría de la escoria tras efectuarse la reducción de modo que, mediante el dispositivo de bloqueo regulable tras efectuarse la reducción, la fase de metal existente puede pasarse a la cámara de oxidación y la escoria reducida puede extraerse de manera separada.
- 40 [0049] Además, la cámara 3 comprende al menos aberturas de acceso o conductos de alimentación (no mostrados) para agentes reductores y, dado el caso, aditivos de escoria. Además, existen electrodos 13 con los que a modo de horno de arco eléctrico es posible introducir energía.
- [0050] A continuación se explicará el procedimiento según la invención.
- 45 [0051] En primer lugar se vierte una cuba de escoria con escoria líquida así como posibles aglomeraciones sólidas producidas (lobos y costras) con una velocidad de vuelco habitual, en particular velocidades de vuelco menores de 1 minuto en el antecrisol 2. En este sentido, el objetivo es vaciar completamente la cuba de escoria y, dado el caso, alimentar al proceso los lobos procedentes de la cuba.
- [0052] Preferiblemente las aberturas o la abertura para recibir la escoria del antecrisol 2 están dotadas de tapas, para mantener las pérdidas térmicas lo más reducidas posible. En el antecrisol 2, en primer lugar, se produce una separación por peso o densidad entre la escoria y posible acero residual arrastrado desde la cuba de escoria.

- 5 [0053] A este respecto, la fase de metal líquida, más pesada, se acumula en el fondo del recipiente y, en particular, en el fondo del recipiente biselado. El antecrisol se calienta preferiblemente de manera permanente con gas de alto valor calorífico procedente de la segunda fase del proceso, siendo posible adicionalmente y cuando sea necesario un aporte de energía mediante los denominados VLB (*Virtual Lance Burner*), para fundir de manera segura partes sólidas introducidas.
- [0054] A este respecto, los VLB están presentes de manera análoga a su uso en hornos de arco eléctrico. Mediante la combustión del gas de alto valor calorífico y, dado el caso, la activación de los VLB se ajusta una temperatura de proceso mayor de 1550 °C, para garantizar que el acero residual arrastrado permanezca en el estado líquido.
- 10 [0055] La escoria y, dado el caso, el acero residual permanecen en el antecrisol 2 hasta que la segunda fase está lista para la recepción de ambos, en particular tras finalizar un proceso de reducción realizado anteriormente.
- [0056] En lugar de una alimentación discontinua, también puede realizarse una alimentación continua con la unidad de bloqueo 5 regulable, pudiendo alimentar el acero residual situado en el fondo y la escoria situada por encima también por separado a través de una pluralidad de unidades de bloqueo 5 regulables a la siguiente cámara 3. En particular, de este modo, se controla la velocidad de reacción.
- 15 [0057] La solera para masa fundida 8 del antecrisol, es decir, el fondo del antecrisol 2, está dispuesta a una altura adecuada sobre la solera para masa fundida 9 de la segunda cámara 3. Esto permite que el acero residual se desplace de un nivel más alto a un nivel más bajo, además, así es posible introducir directamente la escoria LD procedente del antecrisol siempre en el producto mineral reducido en la cámara de reducción 3 para evitar reacciones entre la escoria rica en óxido de hierro y el baño de metal rico en carbono en la cámara de reducción 3.
- 20 Preferiblemente la escoria se calienta en el antecrisol hasta temperaturas lo más elevadas posible, para introducir una parte de la energía necesaria para la reducción, porque se produce de manera endotérmica en forma de calor sensible (entalpía).
- [0058] Siempre que la cámara de reducción 3 esté lista para recibir escoria y, dado el caso, acero residual, se abren las unidades de bloqueo 5 que pueden bloquearse, de modo que la escoria va hacia la cámara de reducción 3, realizándose una sangría de la escoria en la cámara de reducción 3 de tal modo que no tenga contacto con la masa fundida de metal residual allí presente, sino que un baño de escoria residual se encuentre entre la masa fundida de acero residual allí presente y la escoria recién introducida. Además se abre una unidad de bloqueo 5 regulable cerca de la solera del baño 8 del antecrisol de modo que el acero residual allí existente pueda introducirse en la masa fundida de metal todavía existente en la cámara de reducción 3. Después de que la cámara de reducción 3 se haya
- 25 llenado hasta una medida deseada predeterminada, pueden añadirse modificadores de la escoria, como arenas silíceas, óxido de aluminio y otros residuos adecuados procedentes de la industria metalúrgica, como escorias de aluminio.
- 30 [0059] Estos modificadores de la escoria mantienen la fluidez de la escoria también después del proceso de reducción, que lleva a que la escoria quede limpia del hierro existente y, dado el caso, del óxido de manganeso.
- 35 [0060] Por otro lado, se ajusta la composición química del producto mineral producido, es decir, de la escoria convertida. En particular se ajusta la composición química de tal modo que pueda alimentarse la escoria solidificada tras la sangría para su procesamiento adicional, en particular en la industria del cemento. Para ello es necesario ajustar los contenidos en calcio, aluminio y silicio de tal modo que se formen aluminatos de calcio, silicatos de calcio y silicatos de aluminio de calcio hidráulicos. De manera correspondiente se convierte la escoria solidificada tras la sangría en los denominados cementos de escoria o de altos hornos, en particular mediante molienda fina.
- 40 [0061] Después de haber añadido los modificadores de la escoria, a continuación se introduce un agente reductor con contenido en carbono. Como agente reductor con contenido en carbono son adecuados portadores de carbono en forma de polvo o gas y también mezclas de los mismos. Éstos se inyectan en un grado superior al estequiométrico, y en particular directamente en la escoria. Un grado superior al estequiométrico es ventajoso para
- 45 mantener el valor calorífico así como la cantidad producida del gas de proceso formado, utilizado para calentar el antecrisol y la fase de oxidación, lo más elevados posible. En caso de que la energía no sea suficiente para mantener la temperatura predeterminada de manera correspondiente, es posible introducir la energía residual a través de electrodos de manera análoga al horno de arco eléctrico mediante arco eléctrico.
- 50 [0062] A continuación se realiza el tratamiento de reducción durante un tiempo predeterminado, detectándose la altura del baño de metal y del baño de escoria en la cámara de reducción 3 mediante sistemas de medición habituales en el mercado para garantizar un desarrollo óptimo del proceso. Esto incluye en particular la interrupción de la alimentación de escoria a la cámara 3 procedente del antecrisol y/o la apertura de la apertura de sangría para la escoria reducida de manera suficiente, una vez haya alcanzado un pico definido.

5 [0063] El producto mineral, es decir, la escoria reducida, se somete a sangría a través de una abertura de sangría (no mostrada) que puede cerrarse, dispuesta a una altura adecuada por debajo de la solera del baño 8 del antecrisol 2 y por encima del nivel de baño máximo del baño de metal en la cámara de reducción 3 y dispuesta en las paredes laterales. En este sentido, los sistemas de medición detectan las variaciones del nivel del baño, de modo que se interrumpe la sangría del producto mineral antes de que pueda entrar aire atmosférico en el recipiente del horno. Además, como ya se ha mencionado, resulta útil la presencia de producto mineral residual para proteger el baño de metal residual existente de la escoria procedente del antecrisol.

10 [0064] Además, con el sistema de medición se garantiza que se interrumpa la alimentación de escoria a la cámara 3 y que el producto de metal procedente de la reducción se pase a través de la unidad de bloqueo regulable a la cámara 4, una vez que el nivel del baño de la masa fundida de metal en la cámara de reducción 3 haya alcanzado una altura adecuada. Debido al uso de sensores habituales en el mercado se evita el arrastre de producto mineral procedente de la cámara 3 a la cámara 4 así como la entrada de atmósfera oxidante desde la cámara de oxidación 4 a la cámara de reducción 3.

15 [0065] Ventajosamente la solera del baño 9 del recipiente de reducción 3 está dispuesta por encima del nivel de baño máximo del recipiente de oxidación 4, de modo que así se produce un vertido libre.

20 [0066] Después de que se haya determinado la reducción suficiente y, en particular en función de la masa de la escoria introducida desde el antecrisol a la cámara de reducción 3, haya transcurrido un tiempo de proceso suficiente, como ya se ha mencionado, se produce una sangría lateral del producto mineral, mientras que se produce una sangría del producto de metal resultante en forma fundida en la cámara de oxidación 4. En este caso, al producto de metal fundido se le añaden portadores de oxígeno sólidos. Portadores de oxígeno sólidos adecuados son por ejemplo óxidos de hierro procedentes de residuos siderúrgicos o minerales para el control de temperatura, siendo la combustión de silicio, manganeso, fósforo y cromo exotérmicos.

25 [0067] Además se añade escoria LD sólida, en la que no se ha aprovechado la capacidad de absorción de fósforo, fundiéndose más fácilmente el material previamente fundido a diferencia de los formadores de escoria normales. Como calentamiento se utiliza en primer lugar y preferiblemente el gas de proceso de alto valor calorífico procedente de la fase de reducción en la cámara de reducción 3. Los residuos necesarios pueden proporcionarse en la combustión de este gas de combustión quemando el gas de combustión con oxígeno con un grado superior al estequiométrico. El espacio de gas y la disposición de los quemadores en la fase de oxidación se dimensionan de tal modo que la energía introducida a través de la combustión de los gases de proceso procedentes del proceso de reducción se transfiera a ser posible de manera completa a la escoria en la fase de oxidación. Tras la oxidación suficiente y, en particular, la desfosforación del producto de metal fundido en la cámara de oxidación 4 se realiza una sangría del producto de metal y la escoria desde el recipiente a través de un, o en cada caso un, dispositivo de bloqueo regulable y la separación de ambas fracciones en un dispositivo de vertido de escoria conectado directamente al recipiente.

35 [0068] En este sentido resulta ventajoso que mediante la disposición espacialmente estrecha y, en particular, la unidad constructiva de las tres cámaras se implemente un control del proceso compacto y seguro con trayectos cortos también para el gas de calentamiento a utilizar y que también se alcance una combinación térmica que lleve a resultados óptimos. Además, es posible convertir un proceso en sí discontinuo en un proceso en su mayor parte continuo. Para ello, los tamaños de cámara están adaptados de manera correspondiente y, en particular, el tamaño del antecrisol está claramente por encima del tamaño de las demás cámaras.

Números de referencia

[0069]

- 1 dispositivo
- 2 antecrisol
- 45 3 cámara de reducción
- 4 cámara de oxidación
- 5 dispositivo de bloqueo
- 6 dispositivo de bloqueo
- 7 dispositivo de bloqueo
- 50 8 solera para masa fundida
- 9 solera para masa fundida
- 10 solera para masa fundida
- 11 conducto de gas de calentamiento
- 12 conducto de gas de calentamiento
- 55 13 electrodo

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para el tratamiento de escorias metalúrgicas, utilizándose un dispositivo (1) dividido en un antecrisol (2), una cámara de reducción (3) y una cámara de oxidación (4), introduciéndose escoria líquida así como posibles aglomerados sólidos y acero residual en el antecrisol (2), y manteniéndose allí a una temperatura predeterminada o llevándose a esta y manteniéndose, y dejando la escoria y el acero residual en el antecrisol (2) hasta que la cámara de reducción (3) esté lista para recibir material, y pasándose a continuación escoria y, dado el caso, acero residual a la cámara de reducción (3), y realizándose en la cámara de reducción (3) una reducción tratándose la escoria con un agente reductor de modo que se reducen los óxidos de metal y se acumulan en el fondo de una solera para masa fundida (9) como masa fundida de metal, y se realiza una sangría de la escoria reducida tras finalizar la reducción, y se alimenta para su procesamiento adicional como aglutinante hidráulico, y la masa fundida de metal producida se alimenta a la cámara de oxidación (4), y en la cámara de oxidación (4) se mezcla con agentes oxidantes y se oxida para retirar los metales accesorios de la masa fundida de metal y aglutinarlos en una escoria existente en la cámara de oxidación (4), ajustándose la temperatura en el antecrisol (2) a mayor de 1.450 °C, ajustándose y manteniéndose en la cámara de reducción (3) una temperatura de proceso a >1.500 °C para garantizar que el acero residual arrastrado permanezca en el estado líquido y se fundan las aglomeraciones sólidas, y ajustándose en la cámara de oxidación (4) la temperatura por encima de 1.450 °C, permaneciendo en la cámara de reducción (3) un baño de escoria residual de la escoria reducida que queda sobre una masa fundida de metal residual allí existente, y no produciéndose una sangría del mismo, e introduciéndose la escoria LD procedente del antecrisol (2) en la escoria reducida en la cámara de reducción (3) para evitar reacciones entre la escoria rica en óxido de hierro y el baño de metal rico en carbono en la cámara de reducción.
2. Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado por que el antecrisol (2) se calienta con gas de alto valor calorífico procedente de la fase de reducción, produciéndose, en caso necesario, un aporte de energía a través de los denominados VLB para fundir las partes sólidas introducidas de manera segura.
3. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que en la cámara de reducción (3) se alimentan modificadores de la escoria, como por ejemplo arena silíceo, óxido de aluminio y residuos adecuados procedentes de la industria metalúrgica, como por ejemplo escorias de aluminio.
4. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que la composición química de la escoria reducida se ajusta mediante la adición de modificadores de escoria en la cámara de reducción (3) de tal modo que la escoria solidificada tras la sangría puede alimentarse para su procesamiento adicional como aglutinante hidráulico, ajustándose los contenidos en calcio, aluminio y silicio de tal modo que se formen aluminatos de calcio, silicatos de calcio y silicatos de aluminio de calcio hidráulicos.
5. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que en la cámara de reducción (3) se introduce un agente de reacción con contenido en carbono, pudiendo ser el agente reductor con contenido en carbono en forma de polvo o de gas, o siendo una mezcla de agentes reductores en forma de polvo y de gas.
6. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que el agente reductor con contenido en carbono se inyecta en un grado superior al estequiométrico.
7. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que, en caso necesario, se introduce energía a través de electrodos mediante arco eléctrico en la cámara de reducción (3).
8. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que tras finalizar la reducción del producto de escoria mineral se realiza una sangría lateral, mientras que el producto de metal resultante en forma fundida se somete a una sangría en la cámara de oxidación (4), añadiéndose al producto de metal fundido en la cámara de oxidación (4) portadores de oxígeno sólidos, como óxidos de hierro procedentes de residuos siderúrgicos o minerales para el control de temperatura, añadiéndose preferiblemente además escoria LD sólida en la que todavía no se ha aprovechado la capacidad de absorción de fósforo.
9. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que la temperatura en el antecrisol (2) se ajusta a un intervalo entre 1.450 °C y 1.550 °C, y las temperaturas en la cámara de reducción (3) se ajustan a >1.600 °C, y en la cámara de oxidación (4) la temperatura se ajusta de 1.450 °C a 1.550 °C.
10. Dispositivo para el tratamiento de escorias metalúrgicas, caracterizado por que el dispositivo (1) para el tratamiento de escorias metalúrgicas tiene un antecrisol (2), una cámara de reducción (3) y una cámara de oxidación (4), formando el antecrisol (2), la cámara de reducción (3) y la cámara de oxidación (4) una unidad constructiva y estando las cámaras separadas entre sí, estando dispuestos entre las cámaras dispositivos de bloqueo (5, 6, 7) regulables, existiendo unos primeros dispositivos de bloqueo (5) regulables entre la cámara de reducción (3) y la cámara de oxidación (4), y segundos dispositivos de bloqueo (6) entre la cámara de reducción (3) y la cámara de

oxidación (4), teniendo el antecrisol (2), la cámara de reducción (3) y la cámara de oxidación (4) los elementos de bloqueo (5, 6, 7) de tal modo que se disponen por fuera del espacio de la cámara.

11. Dispositivo según la reivindicación 10, caracterizado por que al menos una cámara, preferiblemente todas las cámaras (2, 3, 4) disponen de una detección de escoria inductiva.

5 12. Dispositivo según la reivindicación 10 u 11, caracterizado por que el antecrisol (2) y la cámara de oxidación (4) tienen quemadores de calor para quemar el gas de alto valor calorífico procedente de la fase de reducción, pudiendo estar presentes adicionalmente quemadores de gas natural y/o los denominados quemadores de lanza virtuales.

10 13. Dispositivo según una de las reivindicaciones 10 a 12, caracterizado por que el antecrisol (2), la cámara de reducción (3) y la cámara de oxidación (4) tienen tamaños diferentes, siendo el antecrisol (2) mayor, preferiblemente de 3 a 10 veces mayor, que la cámara de reducción (3), y siendo la cámara de reducción (3) mayor que la cámara de oxidación (4).

15 14. Dispositivo según una de las reivindicaciones 10 a 13, caracterizado por que la solera para masa fundida (8) del antecrisol (2) y/o la solera para masa fundida (9) de la cámara de reducción (3) y/o la solera para masa fundida (10) de la cámara de oxidación (4) están configuradas de manera inclinada, cayendo la inclinación hacia un extremo en el lado de salida o de sangría, en particular con 2-5° o más, existiendo una diferencia de altura entre el antecrisol (2) y la cámara de reducción (3) y la cámara de oxidación (4) de tal modo que la solera para masa fundida (8) del antecrisol (2) está dispuesta más alta que la solera para masa fundida (9) de la cámara de reducción (3), y la solera para masa fundida (9) de la cámara de reducción (3) está dispuesta más alta que la solera para masa fundida (10) de la cámara de oxidación (4).

20 15. Dispositivo según una de las reivindicaciones 10 a 14, caracterizado por que desde la cámara de reducción (3) se guían unos conductos de gas de calentamiento (11, 12) hacia el antecrisol (2) y hacia la cámara de oxidación (4) y se unen con quemadores allí presentes, dado el caso con interposición de convertidores de presión y/o válvulas mezcladoras.

25 16. Dispositivo según una de las reivindicaciones 10 a 15, caracterizado por que la cámara de reducción (3) además del dispositivo de bloqueo (5) regulable desde el antecrisol (2) y el dispositivo de bloqueo (6) regulable hacia la cámara de oxidación (4) tiene una unidad de sangría adicional, con la que puede realizarse una sangría lateral de la escoria reducida.

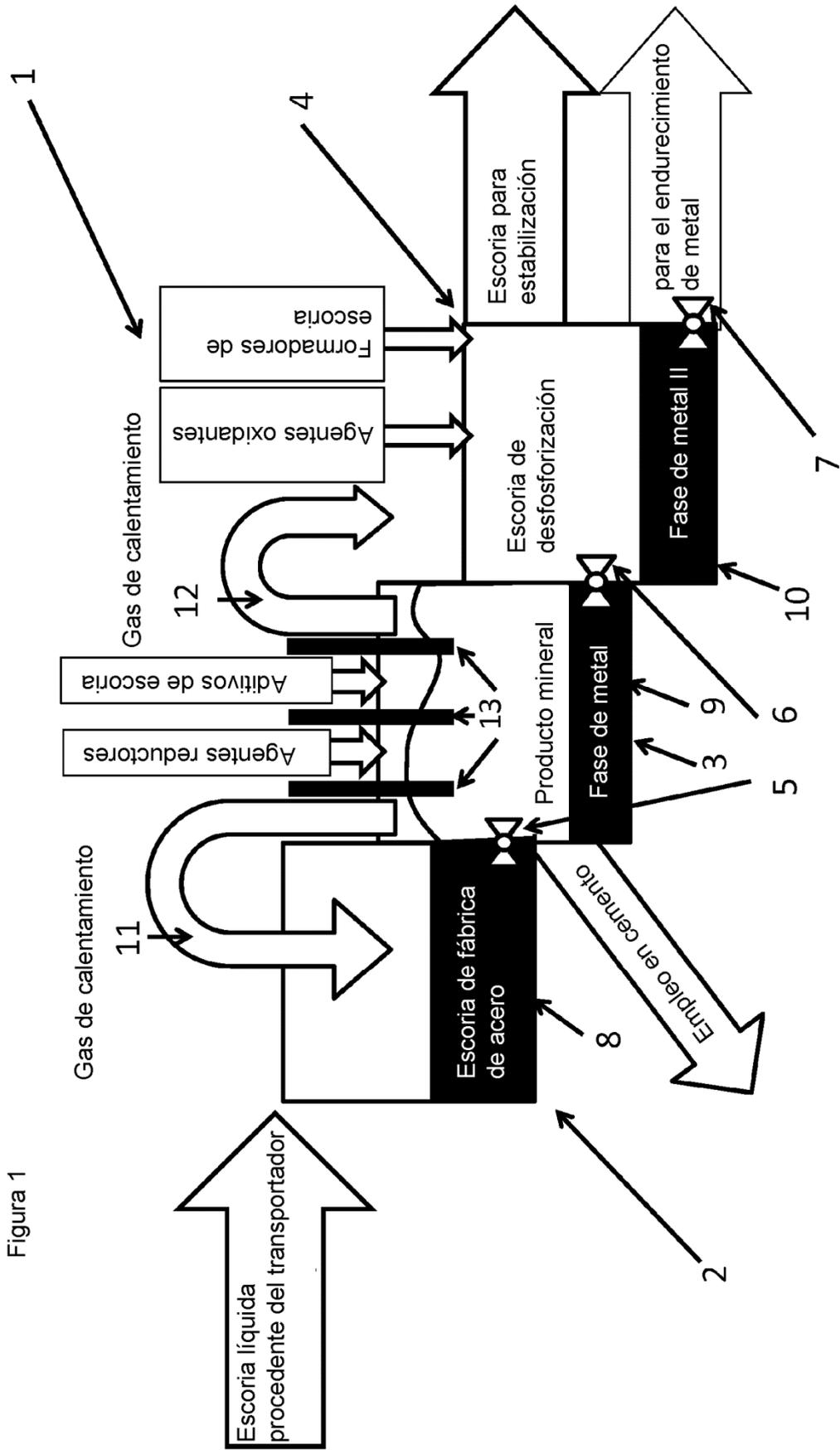


Figura 1