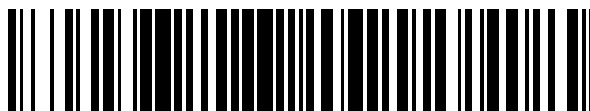


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 391 126**

51 Int. Cl.:

**C21C 7/00** (2006.01)

**C21C 5/52** (2006.01)

**C21C 5/54** (2006.01)

12

### TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **08701060 .9**

96 Fecha de presentación: **10.01.2008**

97 Número de publicación de la solicitud: **2129807**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **09.12.2009**

54 Título: **Procedimiento para la reducción de una escoria con alto contenido de cromo en un horno de arco voltaico**

30 Prioridad:  
**09.02.2007 DE 102007006529**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**21.11.2012**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**21.11.2012**

73 Titular/es:  
**SMS SIEMAG AG (100.0%)  
EDUARD-SCHLOEMANN-STRASSE 4  
40237 DÜSSELDORF, DE**

72 Inventor/es:  
**REICHEL, JOHANN y  
ROSE, LUTZ**

74 Agente/Representante:  
**CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel**

**ES 2 391 126 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 la reducción de una escoria con alto contenido de cromo en un horno de arco voltaico

5 La invención se refiere a un procedimiento para la reducción de una escoria con alto contenido de cromo que se encuentra durante la producción de acero inoxidable en un horno de arco voltaico sobre la colada de acero, en la que se cargan a la escoria aglomerados tales como pellas o briquetas, cuyos ingredientes reaccionan de forma reductora con los óxidos de metal de la escoria.

10 Durante el funcionamiento de hornos de arco voltaico se funden los materiales sólidos introducidos por llenado, sobre todo chatarra y aleaciones, con los arcos voltaicos de los electrodos que sobresalen desde arriba al interior del recipiente del horno. En este caso, la escoria cumple, además de su función primaria, la retirada de constituyentes indeseados de la colada, una función protectora, ya que rellena parcialmente el espacio entre los extremos de electrodo y la superficie de metal y protege el revestimiento refractario del horno de la energía de radiación del arco voltaico. Esta función protectora de la escoria se puede mejorar dándose lugar mediante procedimientos adecuados a una formación de la espuma en la escoria.

15 Para esto, el documento EP 0 829 545 B1 propone un procedimiento para la producción de una escoria espumosa sobre acero inoxidable fundido en un horno eléctrico, introduciéndose en la escoria un polvo con ayuda de un medio de inyección, por ejemplo, nitrógeno, que está compuesto de un óxido de metal, bien óxido de cinc o bien óxido de plomo, y carbono. El óxido contenido en el polvo se reduce reaccionando con el carbono. En este caso se forman burbujas en la escoria, que están compuestas esencialmente de monóxido de carbono y que hacen que la escoria forme espuma. Debido a la superficie relativamente grande asociada a la forma de polvo se produce una breve reacción intensa con la escoria, que además tiene lugar de forma localmente limitada en proximidad del dispositivo de inyección o de insuflación en el baño fundido.

20 Para evitar las desventajas de la inclusión de sustancias en forma de polvo se propone en el documento WO 2004/104232 A1 cargar los materiales usados para la formación de espuma en la escoria, una mezcla de óxido de metal y carbono, como piezas conformadas prensadas en el horno eléctrico. A este respecto, la densidad de estas piezas conformadas está ajustada de tal manera que flotan en la escoria y en este lugar preferentemente cerca de la interfase colada/escoria.

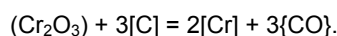
30 Durante la producción de acero inoxidable se configura durante la fundición del material sólido en el horno de arco voltaico una escoria, que contiene una gran parte de óxidos de metal, sobre todo de óxido de cromo. La concentración del óxido de cromo a este respecto alcanza con frecuencia valores superiores al 30%. Tales escorias hasta ahora no se podían reducir en la medida deseada debido a su composición.

Para minimizar la pérdida indeseada de material valioso debido al alto contenido de óxido de cromo en la escoria, el objetivo de la invención consiste en indicar un procedimiento para la reducción de escoria de una colada de acero inoxidable, en el que se integren las experiencias positivas de la formación de espuma en escoria con la adición de piezas conformadas prensadas al horno de arco voltaico.

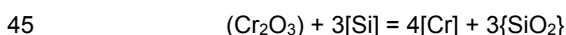
35 El objetivo planteado se resuelve con los rasgos caracterizantes de la reivindicación 1, estando compuestas las pellas o briquetas cargadas en el horno de arco voltaico de una mezcla definida de un soporte de hierro como material de lastre, de carbono o carbono y silicio como agente reductor así como un material aglutinante y reaccionado químicamente de forma reductora las pellas o briquetas debajo de la capa de escoria con los óxidos de metal de la escoria, particularmente con el óxido de cromo contenido, respaldando los gases de reacción producidos, principalmente monóxido de carbono, una formación de espuma de la escoria.

En las reivindicaciones dependientes están indicadas configuraciones ventajosas de la invención.

La reducción del óxido de cromo de la escoria a este respecto se desarrolla según la reacción



Sustituye en gran parte la reducción clásica con silicio, es decir,



y disminuye los costes de la reducción. Adicionalmente se mejora el balance energético, ya que se necesitan menores cantidades de cal con el fin de la compensación de la basicidad.

Para que las pellas o briquetas de acuerdo con la invención floten cerca de la interfase colada/escoria en la colada,

de tal manera que puedan reaccionar químicamente debajo de la capa de escoria con los óxidos de metal de la escoria, su densidad está ajustada a un valor de 3-4 t/m<sup>3</sup>. Esto se consigue mediante una proporción de mezcla ajustada correspondientemente de material de lastre y agente reductor. El material de lastre en este caso está compuesto sobre todo de los elementos formadores de aceros inoxidables hierro y cromo, pudiéndose usar de acuerdo con una configuración ventajosa de la invención como material de lastre chatarra fina de aleación pobre con una densidad de aproximadamente 7 t/m<sup>3</sup>, triturada finamente, como soporte de hierro. Como alternativa o incluso adicionalmente es posible usar como material de lastre una aleación con la composición FeCrHC (alto contenido de carbono) con un contenido de aproximadamente el 8% de C y el 3% de Si. El agente reductor añadido mediante mezcla a estos materiales de carga, carbono o carbono y silicio, es de acuerdo con la invención coque como soporte de carbono y FeSi o como alternativa SiC como soporte de silicio. La composición que se obtiene de las pellas o briquetas se determina, además de la densidad a conseguir, adicionalmente por la relación carbono - FeSi, por lo que la composición puede variar en los siguientes intervalos

coque > 60%

FeSi (70-75) > 20%

otro material de lastre > 20%

material aglutinante < 2%.

Para poder prensar tales mezclas hasta dar pellas o briquetas sólidas, se requiere un material aglutinante adecuado. En este caso han dado buen resultado melaza y cemento, sin embargo, como alternativa se pueden usar para el prensado también bitumen, pez de brea e hidratos de calcio.

Durante la producción de las pellas o briquetas es importante que la forma y el tamaño generados así como la compactación realizada estén adaptados a su uso posterior. En este caso se requiere que la duración de la disolución durante su reacción con los ingredientes de la escoria, sobre todo con el óxido de cromo, esté adaptada a una reducción óptima. Por tanto, deben ser térmicamente estables y no degradarse inmediatamente después de su introducción en el horno caliente de arco voltaico. Además, con respecto a su forma, tamaño y resistencia deben ser de tal naturaleza que sea posible un transporte neumático para posibilitar una carga sencilla en el horno de arco voltaico.

Las cantidades de pellas o briquetas cargadas en el horno de arco voltaico para la reducción del óxido de cromo de la escoria dependen considerablemente de la variedad producida de acero, cumpliéndose los siguientes intervalos de las cantidades de distribución específicas de pellas o briquetas, con respecto a 1 m<sup>2</sup> del baño de metal, en el horno de arco voltaico:

coladas de austenita: 1-4 kg/t/m<sup>2</sup> de acero líquido  
 coladas de ferrita: 1,5-3 kg/t/m<sup>2</sup> de acero líquido.

La velocidad de carga de la adición de pellas o briquetas a este respecto está ajustada a un valor continuo de más de 5 kg/t/min, cargándose las pellas o briquetas en el espacio anular entre la pared lateral del horno y el círculo de electrodos formado por los electrodos en el centro del horno.

A continuación se explican con más detalle otras particularidades y ventajas de la invención en figuras esquemáticas del dibujo de un ejemplo de realización.

Se muestra:

En la Figura 1, el corte transversal de un horno de arco voltaico con dispositivos de adición para pellas o briquetas,  
 En la Figura 2, una vista ampliada de la interfase formada por la colada de acero con la escoria que flota por encima.

El horno de arco voltaico 1 representado en la Figura 1 está compuesto de un recipiente de horno 2 con pared refractaria 3 así como una tapa de horno 4 y tres electrodos 5, que están conducidos desde arriba a través de la tapa del horno 4 al recipiente de horno 2. En la parte inferior del recipiente de horno 2 se encuentra, en el interior de la pared refractaria 3, una colada de acero 6 con escoria 7 fundida que se encuentra por encima. Para las pellas o briquetas 8 a cargar para la reducción de la escoria en el espacio anular entre la pared de horno 10 lateral y el círculo de electrodos formado por los electrodos 5 existen las siguientes posibilidades:

- las pellas o briquetas 8 se introducen mediante un sistema de traslación por gravitación a través de un orificio de tapa 9 en el interior del horno.
- las pellas o briquetas 8 se introducen a través de un sistema de traslación neumático mediante una conducción anular 14 que tiene un recorrido radial con respecto a la tapa del horno 4 con aberturas de carga 15 en el interior del horno.
- las pellas o briquetas 8 se introducen neumáticamente o mediante gravitación a través de dispositivos de

admisión 11 dispuestos en las paredes laterales 10 del horno.

En la Figura 2 está representada a una escala ampliada la zona de la interfase colada/escoria 13 formada por la escoria 7 y la colada de acero 6. Con la dirección de la flecha 17 está dibujado un posible camino de una briqueta 8 cargada en el horno de arco voltaico 1. Después de su paso a través de la capa de escoria 7 se encuentra dentro de la colada 6, sin embargo, todavía claramente por debajo de la interfase colada/escoria 13. Debido a la diferencia de densidad existente con respecto a la colada 6 llega después mediante su fuerza ascensional 18 en un posible movimiento ascensional 19, flotando todavía en la colada 6, a la posición final 20 pretendida directamente debajo de la interfase colada/escoria 13. En esta posición 20 que se encuentra debajo de la capa de escoria 7 tiene lugar la reducción deseada con los óxidos de metal contenidos en la escoria y particularmente con el óxido de cromo presente en la misma. A este respecto se liberan gases de reacción 16, principalmente monóxido de carbono, que están dibujados como puntos claros en la capa de escoria 7. Los restos de briquetas 12 que permanecen después de las reacciones de reducción de las briquetas 8 con la escoria 7 están dibujados como puntos negros. Debido a su composición ahora modificada, estos restos de briquetas 12 también pueden flotar parcialmente en la escoria 7.

**Lista de referencias**

- 15 1 horno de arco voltaico
- 2 recipiente de horno
- 3 pared de horno refractaria
- 4 tapa de horno
- 5 electrodos
- 20 6 colada de acero
- 7 escoria
- 8 pellas o briquetas
- 9 orificio de tapa
- 10 paredes laterales del horno
- 25 11 conducción de insuflación
- 12 restos de pellas o briquetas
- 13 interfase colada/escoria
- 14 conducción anular
- 15 abertura de carga
- 30 16 gases de reacción
- 17 dirección de entrada de las pellas o briquetas en la colada de acero
- 18 fuerza ascensional de las pellas o briquetas en la colada de acero
- 19 posibles movimientos ascensionales de las pellas o briquetas en la colada de acero
- 20 posición final pretendida de las pellas o briquetas en la colada de acero

35

**REIVINDICACIONES**

1. Procedimiento para la reducción de una escoria (7) con alto contenido de cromo que se encuentra durante la producción de acero inoxidable en un horno de arco voltaico (1) sobre la colada de acero (6), en el que se cargan a la escoria (7) aglomerados tales como pellas o briquetas (8), cuyos ingredientes reaccionan de forma reductora con los óxidos de metal de la escoria (7), estando compuestas las pellas o briquetas (8) cargadas en el horno de arco voltaico (1) de una mezcla definida de un soporte de hierro como material de lastre, de carbono y silicio como agente reductor así como de un material aglutinante, y reaccionando químicamente de forma reductora las pellas o briquetas (8) debajo de la capa de escoria con los óxidos de metal de la escoria (7), particularmente con el óxido de cromo contenido, respaldando los gases de reacción (16) producidos una formación de espuma en la escoria, **caracterizado por que** el material de lastre está compuesto sobre todo de los elementos formadores de aceros inoxidables hierro y cromo y usándose como material de lastre una aleación con la composición FeCrHC (alto contenido de carbono) con un contenido de aproximadamente el 8% de C y el 3% de Si con una densidad de aproximadamente 7 t/m<sup>3</sup>, triturado finamente, como soporte de hierro.
2. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado por que** la densidad de las pellas o briquetas (8) con un valor de 3-4 t/m<sup>3</sup> está ajustada de tal manera que las pellas o briquetas (8) flotan cerca de la interfase colada/escoria (13) en la colada (6).
3. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, **caracterizado por que** en las pellas o briquetas (8) el carbono está presente en forma de coque y el silicio en forma de FeSi o, como alternativa, como SiC.
4. Procedimiento de acuerdo con una o varias de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizado por que** la composición de las pellas o briquetas (8) se determina por la proporción carbono (coque) - FeSi, pudiendo variar la composición en los siguientes intervalos:
- coque > 60%
  - FeSi (70 - 75) > 20%
  - otro material de lastre > 20%
  - material aglutinante > 2%.
5. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 4, **caracterizado por que** como material aglutinante se usan melaza y cemento y/o bitumen, pez de brea o hidratos de calcio.
6. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 3, 4 o 5, **caracterizado por que** se lleva a cabo la compactación de las pellas o briquetas (8) en el anterior procedimiento de prensado de tal manera que la duración de la disolución durante su reacción con los ingredientes de la escoria (7) está adaptada a una reducción óptima, sobre todo del óxido de cromo.
7. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 3, 4, 5 o 6, **caracterizado por que** las pellas o briquetas (8) están configuradas con respecto a su forma y tamaño de tal manera que es posible un transporte neumático.
8. Procedimiento de acuerdo con una o varias de las reivindicaciones 1 a 7, **caracterizado por que** dependiendo de la variedad producida de acero se cargan las siguientes cantidades de distribución específicas diferentes, con respecto a 1 m<sup>2</sup> del baño de metal, en el horno de arco voltaico (1):
- coladas de austenita: 1-4 kg/t/m<sup>2</sup> de acero líquido
  - coladas de ferrita: 1,5-3 kg/t/m<sup>2</sup> de acero líquido.
9. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 8, **caracterizado por que** la velocidad de carga de la adición de pellas o briquetas está ajustada a un valor continuo de más de 5 kg/t/min.
10. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 8 o 9, **caracterizado por que** la adición de pellas o briquetas se realiza en el espacio anular entre la pared de horno (10) lateral y el círculo de electrodos formado por los electrodos (5).

FIG. 1

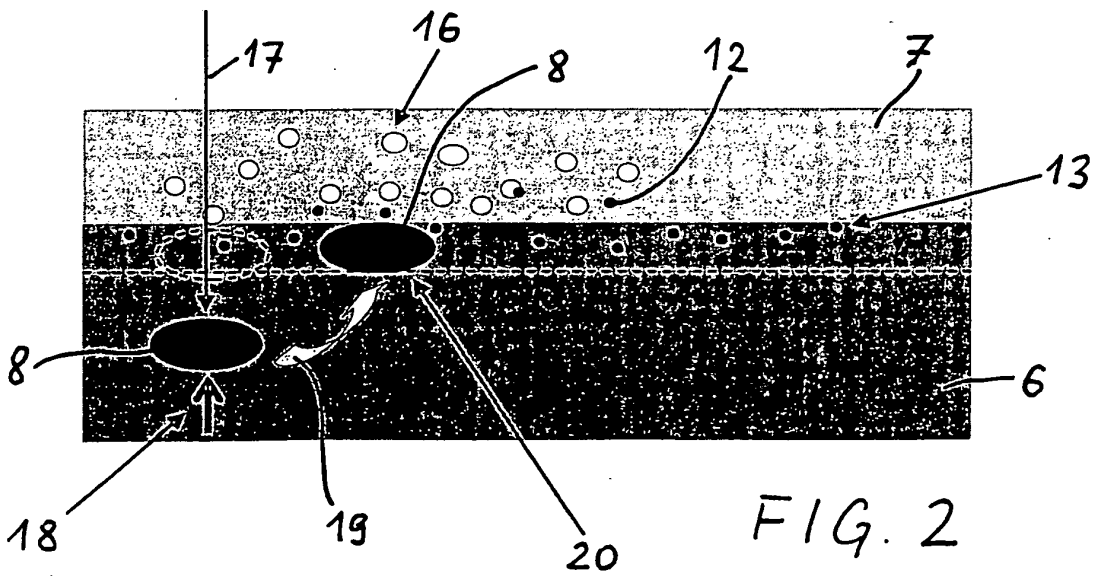
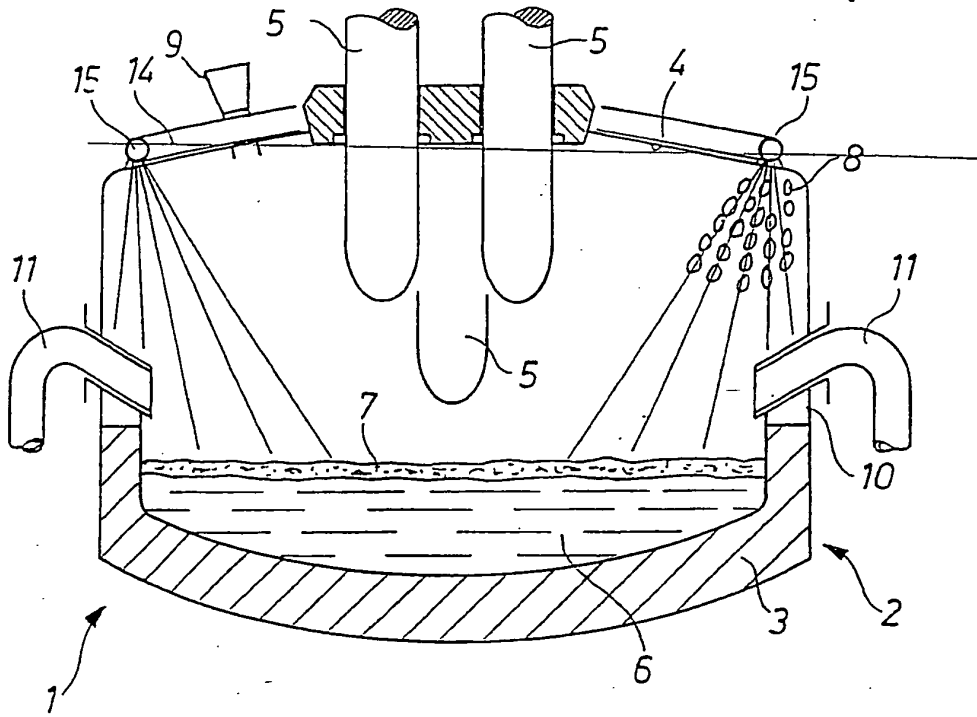


FIG. 2