

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 728 922**

51 Int. Cl.:

**C21C 5/00** (2006.01)  
**C21C 5/28** (2006.01)  
**C22B 3/00** (2006.01)  
**C22B 3/04** (2006.01)  
**C22B 3/20** (2006.01)  
**C22B 23/00** (2006.01)  
**C22C 1/00** (2006.01)  
**C22C 33/04** (2006.01)  
**C22C 38/40** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **12.06.2013 E 13171750 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **17.04.2019 EP 2679691**

54 Título: **Método para fabricar un acero inoxidable austenítico a partir de un mineral de laterita de níquel y un mineral de cromita**

30 Prioridad:

**28.06.2012 TW 101123242**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**29.10.2019**

73 Titular/es:

**YIEH UNITED STEEL CORP. (100.0%)  
600, Shing Loong Street, Jia Hsing Lii, Kangshan  
Jenn  
Kaohsiung Hsien, TW**

72 Inventor/es:

**HSU, WEN-CHIEN;  
HUANG, PEI-TE;  
WU, YI-CHENG y  
YANG, CHENG-TUNG**

74 Agente/Representante:

**VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro**

ES 2 728 922 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

Método para fabricar un acero inoxidable austenítico a partir de un mineral de laterita de níquel y un mineral de cromita

5 La invención se refiere a un método para fabricar un acero inoxidable austenítico, más particularmente a un método para fabricar un acero inoxidable austenítico a partir de un mineral de laterita de níquel y un mineral de cromita.

10 En un método convencional para fabricar un acero inoxidable austenítico, se utilizan chatarra y ferroaleaciones como materias primas principales y se funden en un metal fundido en un horno eléctrico. El metal fundido se transfiere después a un convertidor junto con la adición de un ferróníquel y/o un ferrocromo en el convertidor en una relación determinada de acuerdo con el acero específico que se vaya a fabricar (por ejemplo, acero inoxidable de la serie 200 o 300), obteniendo así un acero inoxidable austenítico. Dado que el coste para un metal noble como el níquel constituye aproximadamente un 40-50 % del coste total para el acero inoxidable, el beneficio para el fabricante de acero inoxidable se ve fácilmente afectado o incluso se pierde debido a la volatilidad del precio del metal noble.

15 Se ha desarrollado un proceso para producir una aleación maestra de acero inoxidable fundiendo directamente un mineral de laterita de níquel y un mineral de cromita como materias primas en un horno eléctrico o un alto horno, tal como se divulga en las publicaciones de patente chinas Nos. CN 102212691A y CN 101701312A, para ahorrar el coste para la fabricación de un acero inoxidable. Sin embargo, en el proceso divulgado en la técnica anterior mencionada, no se tratan previamente el mineral de laterita de níquel y el mineral de cromita para eliminar el agua libre y el agua de cristalización antes del procedimiento de fundición y se consume una cantidad relativamente grande de energía para eliminar el agua durante el procedimiento de fundición. El documento de la técnica anterior DE 102007050478 divulga la producción de acero inoxidable por aleación de elementos cromo y níquel, en donde la producción intermedia requerida de ferrocromo y ferróníquel tiene lugar en paralelo en dos procesos de reducción directos por separado sobre la base de mineral de níquel y mineral de cromo económicos.

20 Asimismo, existen otras desventajas en el proceso de la técnica anterior mencionada, como la dificultad en el control del contenido de níquel en el metal fundido, la cantidad relativamente grande de impurezas y la tasa de recuperación más baja. Además, los metales raros, como cobalto, generalmente contenidos en la laterita de níquel, no se pueden extraer ni recuperar en el proceso de la técnica anterior mencionada.

30 Por lo tanto, el objetivo de la presente invención es proporcionar un método rentable para la fabricación de un acero inoxidable austenítico a partir de un mineral de laterita de níquel y un mineral de cromita.

35 De acuerdo con un ejemplo no de acuerdo con la presente invención, se proporciona un método para fabricar un acero inoxidable austenítico a partir de un mineral de laterita de níquel y un mineral de cromita. El método incluye las etapas de:

40 a) triturar, tamizar y mezclar el mineral de laterita de níquel, seguido de la calcinación del mineral de laterita de níquel en un horno rotatorio para eliminar el agua libre y el agua de cristalización al mismo tiempo que se carga un agente reductor en el horno rotatorio para obtener una calcina y fundición de la calcina en un horno eléctrico para obtener un ferróníquel fundido;

45 b) sinterizar el mineral de cromita en un dispositivo de sinterización para obtener un mineral de cromita sinterizado, seguido de la fundición del mineral de cromita sinterizado junto con una partícula de coque en otro horno eléctrico para obtener un ferrocromo fundido;

50 c) cargar en caliente el ferróníquel fundido y el ferrocromo fundido en un convertidor para obtener un acero inoxidable fundido; y

d) cargar el acero inoxidable fundido en una máquina de colada continua para obtener una plancha de acero inoxidable.

55 De acuerdo con un segundo ejemplo no de acuerdo con la presente invención, se proporciona un método para fabricar un acero inoxidable austenítico a partir de un mineral de laterita de níquel y un mineral de cromita. El método incluye las etapas de:

60 a) triturar el mineral de laterita de níquel y producir pulpa del mineral de laterita de níquel con agua para formar un material de pulpa, seguido de agitación del material de pulpa con una solución de ácido sulfúrico bajo una atmósfera a alta presión para formar una mezcla, filtración de una solución de lixiviación que contiene níquel y cobalto desde la mezcla, separación de la solución de lixiviación por extracción con solvente en una solución de extracción que contiene níquel y una solución anti-extracción que contiene cobalto, y electrolización de la solución de extracción y la solución anti-extracción para obtener níquel puro y cobalto puro, respectivamente;

65 b) sinterizar el mineral de cromita en un dispositivo de sinterización para obtener un mineral de cromita

sinterizado, seguido de la fundición del mineral de cromita sinterizado en un horno eléctrico para obtener un ferrocromo fundido;

5 c) transferir el níquel puro a un convertidor y cargar en caliente el ferrocromo fundido en el convertidor para obtener un acero inoxidable fundido; y

d) cargar el acero inoxidable fundido en una máquina de colada continua para obtener una plancha de acero inoxidable.

10 De acuerdo con una realización de la presente invención, se proporciona un método para fabricar un acero inoxidable austenítico a partir de un mineral de laterita de níquel y un mineral de cromita de acuerdo con la reivindicación 1. El método incluye las etapas de:

15 a) determinar si el contenido de níquel del mineral de laterita de níquel es inferior al 1,5 % en peso sobre la base del peso total del mineral de laterita de níquel;

b) procesar el mineral de laterita de níquel para obtener un precursor que contiene níquel sobre la base de la determinación realizada en la etapa a);

20 c) sinterizar el mineral de cromita en un dispositivo de sinterización para obtener un mineral de cromita sinterizado, seguido de la fundición del mineral de cromita sinterizado junto con una partícula de coque en un horno eléctrico para obtener un ferrocromo fundido;

25 d) transferir el precursor que contiene níquel a un convertidor y cargar en caliente el ferrocromo fundido en el convertidor para obtener un acero inoxidable fundido;

y

30 e) cargar el acero inoxidable fundido en una máquina de colada continua para obtener una plancha de acero inoxidable.

Un método para fabricar un acero inoxidable austenítico a partir de un mineral de laterita de níquel y un mineral de cromita de acuerdo con el primer ejemplo no de acuerdo con la invención incluye las etapas de:

35 i) Obtención de un ferroníquel fundido:

Se seca el mineral de laterita de níquel en un horno de secado a una temperatura de secado comprendida entre 600 °C a 700 °C para eliminar el agua libre contenida en el mineral de laterita de níquel de 30-35 % a 10-20 %. A continuación, se tritura el mineral de laterita de níquel, se tamiza y se mezcla, seguido de calcinación en un horno rotatorio a una temperatura de calcinación comprendida entre 800 °C a 950 °C para eliminar el agua libre residual y el agua de cristalización del mineral de laterita de níquel. Cuando se calcina el mineral de laterita de níquel en el horno rotatorio, se introduce un agente reductor como carbón de antracita en el horno rotatorio para obtener una calcina pre-reducida.

45 La calcina se funde en un horno eléctrico para obtener el ferroníquel fundido. La temperatura de extracción de la escoria se controla en el intervalo de 1550 °C a 1650 °C y la temperatura de extracción del ferroníquel fundido se controla en el intervalo de 1400 °C a 1500 °C para obtener un mejor efecto para la separación de la escoria del ferroníquel fundido. El ferroníquel fundido incluye:

50 8-15 % en peso de Ni, menos de 4 % en peso de C, menos de 2 % en peso de Si y menos de 0,06 % en peso de P.

ii) Obtención de un ferrocromo fundido:

El mineral de cromita (contenido de Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>: menos del 62 % en peso) se mezcla con un polvo de coque y se prensa en una máquina de prensa de bolas para formar gránulos de cromita, seguido del secado de los gránulos de cromita para eliminar el agua. A continuación, se sinterizan los gránulos de cromita en un dispositivo de sinterización a una temperatura comprendida entre 1350 °C y 1450 °C para obtener un mineral de cromita sinterizado que tiene un tamaño de partícula inferior a 30 mm. A continuación, se funde el mineral de cromita sinterizado junto con una partícula de coque en otro horno eléctrico para obtener el ferrocromo fundido. La temperatura de extracción de la escoria se controla en un intervalo de 1600 °C a 1700 °C. El ferrocromo fundido incluye: menos del 60 % en peso de Cr, menos del 9 % en peso de C, menos del 5 % en peso de Si y menos del 0,03 % en peso de P.

60 iii) Obtención de un acero inoxidable fundido:

El ferroníquel fundido y el ferrocromo fundido se transfieren a un convertidor en forma de carga en caliente para obtener el acero inoxidable fundido.

65

iv) Obtención de una plancha de acero inoxidable:

Se carga el acero inoxidable fundido en una máquina de colada continua para obtener la plancha de acero inoxidable.

5 Las etapas iii) y iv) mencionadas pueden llevarse a cabo según un modo perfectamente conocido en la técnica, y por lo tanto no se describen en detalle en el presente documento.

10 El ferróníquel fundido y el ferrocromo fundido se pueden agregar al convertidor en una relación determinada de acuerdo con el acero inoxidable específico que se vaya a fabricar. Por ejemplo, el acero inoxidable serie 202 contiene 4-6 % en peso de Ni y 17-19 % en peso de Cr, y el acero inoxidable serie 304 contiene 8-10,5 % en peso de Ni y 17,5-19,5 % en peso de Cr. Cuando el ferróníquel fundido obtenido en la etapa i) contiene 8 % en peso de Ni, y el ferrocromo fundido obtenido en la etapa ii) contiene 50 % en peso de Cr, puede fabricarse el acero inoxidable de la serie 202 formulando el 65 % en peso del ferróníquel fundido con 35 % en peso del ferrocromo fundido. Cuando el ferróníquel fundido obtenido en la etapa i) contiene 15 % en peso de Ni, y el ferrocromo fundido obtenido en la etapa ii) contiene 40 % en peso de Cr, puede formularse el acero inoxidable de la serie 304 formulando el 55 % en peso del ferróníquel fundido con 45 % del ferrocromo fundido.

20 En el ejemplo mencionado no de acuerdo con la invención, el ferróníquel fundido y el ferrocromo fundido se obtienen respectivamente del mineral de laterita de níquel y el mineral de cromita, el acero inoxidable de varias series se puede fabricar formulando el ferróníquel fundido con el ferrocromo fundido en una relación específica entre el ferróníquel fundido y el ferrocromo fundido, que se puede ajustar y controlar fácilmente de acuerdo con el acero inoxidable específico que se vaya a fabricar. Por lo tanto, el consumo de combustible y electricidad se puede reducir debido a la reducción de los repetidos tiempos de fusión, y el coste de fabricación se puede controlar de manera eficaz para aumentar las ganancias para el fabricante.

25 Un método para fabricar un acero inoxidable austenítico a partir de un mineral de laterita de níquel y un mineral de cromita de acuerdo con un segundo ejemplo no de acuerdo con la invención incluye las etapas de:

I) Obtención de níquel puro y cobalto puro.

30 El mineral de laterita de níquel se tritura y se produce pulpa con agua para formar un material de pulpa, seguido de agitación del material de la pulpa con una solución de ácido sulfúrico bajo una atmósfera de alta presión para formar una mezcla. Una relación sólido-líquido entre el mineral de laterita de níquel y la solución de ácido sulfúrico es aproximadamente 1: 4 en la mezcla. Se agita el material de la pulpa con la solución de ácido sulfúrico a una presión comprendida entre 4 y 5 MPa y a una temperatura comprendida entre 250 °C y 300 °C. A continuación, se filtra de la mezcla una solución de lixiviación que contiene níquel y cobalto. La solución de lixiviación se separa por extracción con solvente para obtener una solución de extracción que contiene níquel y una solución anti-extracción que contiene cobalto. Se electrolizan la solución de extracción y la solución anti-extracción para obtener níquel puro y cobalto puro, respectivamente. La pureza del níquel puro es superior a 99 % y la tasa de recuperación del níquel puro y cobalto es superior a 90 % en el ejemplo no de acuerdo con la invención.

II) Obtención de un ferrocromo fundido:

Esta etapa puede llevarse a cabo de una manera idéntica a la etapa ii) mencionada en el primer ejemplo que no es de acuerdo con la invención.

45 III) Obtención de un acero inoxidable fundido:  
Se transfiere el níquel puro a un convertidor a través de una cinta transportadora y se carga en caliente el ferrocromo fundido en el convertidor para obtener el acero inoxidable fundido.

IV) Obtención de una plancha de acero inoxidable:

Esta etapa puede realizarse de una manera idéntica a la etapa iv) mencionada en el primer ejemplo no de acuerdo con la invención.

55 Cuando el níquel puro obtenido en la etapa I) tiene una pureza del 99 % en peso y el ferrocromo fundido obtenido en la etapa II) contiene 24 % en peso de Cr, se puede fabricar el acero inoxidable de la serie 202 mencionado formulando 5 % en peso níquel puro, 75 % en peso del ferrocromo fundido y 20 % en peso de chatarra de acero al carbono. El acero inoxidable de la serie 304 mencionado puede fabricarse formulando 9 % en peso del níquel puro, 76 % en peso del ferrocromo fundido y el 15 % en peso de una chatarra de acero al carbono.

60 Además del efecto mencionado que se puede conseguir en el primer ejemplo no de acuerdo con la invención, en el que se puede fabricar el acero inoxidable de varias series formulando el níquel puro, el ferrocromo fundido y la chatarra de acero al carbono en una relación específica de los mismos, se puede obtener un valioso cobalto puro en la etapa I) mencionada junto con el níquel puro para obtener un beneficio económico adicional.

65 Un método para fabricar un acero inoxidable austenítico a partir de un mineral de laterita de níquel y un mineral de cromita de acuerdo con una realización de la presente invención incluye las etapas de:

A) Determinación del contenido de níquel de un mineral de laterita de níquel:

5 Cuando se determina que el contenido de níquel del mineral de laterita de níquel no es inferior al 1,5 % en peso sobre la base del peso total del mineral de laterita de níquel, se llevan a cabo las siguientes etapas.

B) Obtención de un ferroníquel fundido:

Esta etapa puede llevarse a cabo de manera idéntica a la etapa i) mencionada en el primer ejemplo no de acuerdo con la invención.

10 C) Obtención de un ferrocromo fundido:

Esta etapa puede llevarse a cabo de una manera idéntica a la etapa ii) mencionada en el primer ejemplo no de acuerdo con la invención.

15 D) Obtención de un acero inoxidable fundido:

Esta etapa puede llevarse a cabo de una manera idéntica a la etapa iii) mencionada en el primer ejemplo no de acuerdo con la invención.

20 E) Obtención de una plancha de acero inoxidable:

Esta etapa puede llevarse a cabo de una manera idéntica a la etapa iv) mencionada en el primer ejemplo no de acuerdo con la invención.

25 Tal como se ha descrito, el ferroníquel fundido y el ferrocromo fundido se pueden agregar al convertidor en una relación determinada de acuerdo con el acero inoxidable específico que se vaya a fabricar.

30 Por otro lado, cuando se determina que el contenido de níquel del mineral de laterita de níquel es inferior al 1,5 % en peso sobre la base del peso total del mineral de laterita de níquel, se realizan las siguientes etapas.

B') Obtención de níquel puro y cobalto puro:

35 Esta etapa puede llevarse a cabo de una manera idéntica a la etapa I) mencionada en el segundo ejemplo no de acuerdo con la invención.

C') Obtención de un ferrocromo fundido:

40 Esta etapa puede llevarse a cabo de una manera idéntica a la etapa ii) mencionada en el primer ejemplo no de acuerdo con la invención.

D') Obtención de un acero inoxidable fundido:

45 Esta etapa puede llevarse a cabo de una manera idéntica a la etapa III mencionada en el segundo ejemplo no de acuerdo con la invención.

E') Obtención de una plancha de acero inoxidable:

50 Esta etapa puede llevarse a cabo de una manera idéntica a la etapa IV mencionada en el segundo ejemplo no de acuerdo con la invención.

55 Tal como se ha descrito, el acero inoxidable de varias series se puede fabricar formulando el níquel puro con el ferrocromo fundido junto con la chatarra de acero al carbono en una relación específica, que se puede ajustar y controlar fácilmente de acuerdo con el acero inoxidable específico que se vaya a fabricar. Además, se pueden obtener junto con el níquel puro otros metales nobles, como el cobalto puro, en la etapa electrolítica. Por lo tanto, el valor económico del método para la fabricación de un acero inoxidable austenítico de la presente invención puede aumentarse aún más.

60 Alternativamente, en la realización, tanto el ferroníquel fundido como el níquel puro pueden transferirse al convertidor y el ferrocromo fundido se carga en caliente en el convertidor para obtener el acero inoxidable fundido.

65 En el método para fabricar un acero inoxidable austenítico de la presente invención, puede tratarse eficazmente el mineral de laterita de níquel para obtener un ferroníquel fundido o un níquel puro. Por lo tanto, el método para fabricar un acero inoxidable austenítico de la presente invención es relativamente flexible y rentable en comparación con la técnica anterior.

**REIVINDICACIONES**

1. Un método para fabricar un acero inoxidable austenítico a partir de un mineral de laterita de níquel y un mineral de cromita, **caracterizándose** dicho método **por** las etapas de

- 5 a) determinar si el contenido de níquel del mineral de laterita de níquel es inferior al 1,5 % en peso sobre la base del peso total del mineral de laterita de níquel;
- 10 b) procesar el mineral de laterita de níquel para dar un precursor que contiene níquel sobre la base de la determinación realizada en la etapa a), en donde el precursor que contiene níquel comprende un ferroníquel fundido o un níquel puro o una combinación de los mismos, y **caracterizado por que**, cuando se determina que el contenido de níquel del mineral de laterita de níquel no es inferior al 1,5 % en peso, el precursor que contiene níquel es un ferroníquel fundido y la etapa b) se lleva a cabo por triturado, tamizado y mezclado del mineral de laterita de níquel, seguido de calcinación del mineral de laterita de níquel en un horno rotatorio para eliminar el agua libre y el agua de cristalización, al mismo tiempo que se carga un agente de reducción en el horno rotatorio para obtener una calcina, y fusión de la calcina en otro horno eléctrico para obtener el ferroníquel fundido;
- 15 cuando se determina que el contenido de níquel del mineral de laterita de níquel es inferior al 1,5 %, el precursor con contenido de níquel es níquel puro y la etapa b) se lleva a cabo por triturado del mineral de laterita de níquel y producción de pulpa del mineral de laterita de níquel con agua para formar un material de pulpa, seguido de agitación del material de pulpa con una solución de ácido sulfúrico bajo una atmosfera a alta presión para formar una mezcla, filtración de una solución de lixiviación que contiene níquel y cobalto desde la mezcla, separación de la solución de lixiviación mediante extracción con disolvente para dar una solución de extracción que contiene níquel y una solución anti-extracción que contiene cobalto y electrolización de la solución de extracción y la solución anti-extracción para obtener níquel puro y cobalto puro, respectivamente;
- 20 c) sinterizar el mineral de cromita en un dispositivo de sinterización para obtener un mineral de cromita sinterizado, seguido de la fundición del mineral de cromita sinterizado junto con una partícula de coque en un horno eléctrico para obtener un ferrocromo fundido;
- 25 d) transferir el precursor con contenido de níquel a un convertidor y cargar en caliente el ferrocromo fundido en el convertidor para obtener un acero inoxidable fundido, incluyendo el precursor con contenido de níquel transferido al convertidor el ferroníquel fundido y el níquel puro; y
- 30 e) cargar el acero inoxidable fundido en una máquina de colada continua para obtener una plancha de acero inoxidable.

35 2. El método para la fabricación de acero inoxidable austenítico según se reivindica en la reivindicación 1, **caracterizado por que** en la etapa b), una temperatura de calcinación del horno rotatorio está comprendida entre 800 °C y 950 °C y una temperatura de extracción del ferroníquel fundido está comprendida entre 1400 °C y 1500 °C.

40 3. El método para la fabricación de acero inoxidable austenítico según se reivindica en la reivindicación 1, **caracterizado** además **por** una etapa de secado del mineral de laterita de níquel en un horno de secado para eliminar una porción del agua libre antes de la etapa b).

45 4. El método para la fabricación de acero inoxidable austenítico según se reivindica en la reivindicación 1, **caracterizado por que** en la etapa b), una relación sólido-líquido entre el mineral de laterita de níquel y la solución de ácido sulfúrico es aproximadamente 1:4 y el material de pulpa se agita con la solución de ácido sulfúrico a una presión comprendida entre 4 y 5 MPa y a una temperatura comprendida entre 250 °C y 300 °C.

50 5. El método para la fabricación de acero inoxidable austenítico según se reivindica en la reivindicación 1, **caracterizado** además **por** etapas de prensado del mineral de cromita con un polvo de coque en una máquina de prensa de bolas para formar gránulos de cromita y secado de los gránulos de cromita para eliminar el agua antes de la etapa c).

6. El método para la fabricación de acero inoxidable austenítico según se reivindica en la reivindicación 1, **caracterizado por que** en la etapa c), la cromita sinterizada tiene un tamaño de partícula inferior a 3 mm.