

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 991 440**

51 Int. Cl.:

**F27B 3/08** (2006.01)

**C21C 5/52** (2006.01)

**F27B 3/22** (2006.01)

**C21C 5/28** (2006.01)

**C21C 5/32** (2006.01)

12

## TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **05.03.2019** **PCT/EP2019/055408**

87 Fecha y número de publicación internacional: **12.09.2019** **WO19170650**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **05.03.2019** **E 19709450 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **14.08.2024** **EP 3762514**

54 Título: **Unidad de fusión para la producción de acero**

30 Prioridad:

**06.03.2018 DE 102018203279**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**03.12.2024**

73 Titular/es:

**SMS GROUP GMBH (100.0%)**  
**Am SMS Campus 1**  
**41069 Mönchengladbach, DE**

72 Inventor/es:

**STARKE, PETER;**  
**SCHÜRING, ANDREAS;**  
**HENKEL, THOMAS y**  
**ODENTHAL, HANS-JÜRGEN**

74 Agente/Representante:

**CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel**

ES 2 991 440 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

Unidad de fusión para la producción de acero

- La presente invención hace referencia a una unidad de fusión para la producción de acero con una parte de crisol, un horno superior cilíndrico, anular, refrigerado con agua, revestido de forma refractaria, sobre el que puede colocarse una caperuza cónica que puede cerrarse hacia arriba, con aberturas para la conducción de gas de escape.
- Los fabricantes de acero que utilizan rutas de convertidor de altos hornos BOF (hornos básicos de oxígeno) se enfrentan a exigencias cada vez más estrictas en cuanto a una producción de acero con pocas emisiones. Mediante depuraciones de gas de escape complejas y la selección cuidadosa de materiales de utilización primarios se ha intentado reaccionar frente a las crecientes exigencias con respecto al medio ambiente. Sin embargo, cada vez hay una menor demanda de materiales de utilización primarios, de modo que las rutas de convertidor especializadas en parte no están utilizadas a plena capacidad, lo que afecta negativamente los costes de producción.
- La chatarra es un material de reutilización, que puede utilizarse una y otra vez para la producción de acero. Los precios para la chatarra están sujetos a fuertes fluctuaciones. De este modo, junto con la pureza química y el grado de tratamiento, para el respectivo precio también es determinante la disponibilidad local.
- La producción de acero (acero soplado y acero eléctrico) es responsable del 7 % de la contaminación antropogénica del aire. Si se considera también la explotación minera y el transporte de minerales, puede partirse del 10 %.
- Los precios de certificados sobre emisiones de CO<sub>2</sub> se encarecen continuamente en los países industriales. Pero también en los países de economía emergente y en los países en desarrollo se agudizan enormemente los requerimientos exigidos en cuanto a las emisiones. Se exige a los fabricantes de acero reducir drásticamente sus emisiones de CO<sub>2</sub>.
- En el mediano plazo, es necesario reducir tanto la explotación, como la fundición del mineral de hierro. La fabricación de acero, en el futuro, debería tener lugar mayormente mediante reciclaje (EAF, horno de arco eléctrico). En comparación con el BOF, las emisiones en el EAF son aproximadamente 75 % más reducidas.
- A largo plazo se reducirán la explotación de mineral de hierro y la producción de arrabio, y aumentará la proporción de reciclaje en la fabricación de acero. Además, en la agenda de los productores de hierro figura el cambio de portadores de carbono por agentes reductores menos perjudiciales para el medio ambiente.
- Por la solicitud WO 2017/000935 A1 se conoce un sistema de conversión para un horno EAF, para transformarlo en un convertidor BOF. Aunque esos sistemas de conversión han dado buenos resultados, presentan la desventaja de que están limitados a materiales de utilización líquidos, ya que un horno convertido de ese modo funciona como convertidor y un reequipamiento es costoso e insume mucho tiempo.
- Por la solicitud EP 0717115 A se conoce un sistema en el que respectivamente una cuba de horno se desplaza con una lanza de oxígeno superior o con electrodos.
- El objeto de la presente invención consiste en proporcionar una unidad de fusión que posibilite el procesamiento flexible de los más diversos materiales de utilización también en el estado de agregación sólido y/o líquido, y que disminuya los tiempos tap-to-tap (tiempos totales del proceso) considerando diferentes calidades de acero mediante la utilización de diferentes materiales de utilización, con una reducción de CO<sub>2</sub> simultánea.
- Dicho objeto se soluciona mediante las características indicadas en la reivindicación 1, en particular de manera que la unidad de fusión está diseñada tanto para el modo operativo sin corriente de fusión (es decir, entrada de energía eléctrica) como también para el modo operativo con corriente de fusión, y que mediante el cambio de la tapa del horno pueda modificarse el modo operativo de la unidad de fusión, donde la tapa de horno cónica, para el modo de operación sin corriente de fusión, presenta al menos una abertura, a través de la que al menos una lanza superior puede introducirse en el horno superior para la inyección de un gas del proceso, y la tapa de horno cónica, para el modo de operación con corriente de fusión, presenta al menos una abertura a través de la que al menos un electrodo de grafito puede introducirse en el horno superior, y en el horno superior cilíndrico, de forma radialmente circunferencial, está dispuesta una pluralidad de inyectores de pared lateral, de manera que la lanza superior y los inyectores de pared lateral, en posición de trabajo, pueden orientarse hacia una superficie de fusión de una masa fundida que se encuentra en el horno inferior / parte de crisol para el refinado.

- La unidad de fusión según la invención permite interrumpir por un cierto periodo el proceso, perjudicial para el medio ambiente, con metal caliente como material de utilización, gradualmente reducirlo a cero y finalmente posibilitar la retirada del alto horno con la misma instalación de fusión. Mediante la utilización de chatarra y material inicial sólido en lugar de arrabio pueden fijarse exigencias elevadas en cuanto a la calidad del acero y a la pureza del acero. En la unidad de fusión según la invención se combinan unas con otras tecnologías probadas del convertidor BOF y del horno de arco eléctrico, para aprovechar las posibilidades de utilización más eficientes y más flexibles de diferentes formas de energía. Al mismo tiempo, la unidad de fusión según la invención posibilita una variación de material flexible con un tiempo de preparación reducido para la instalación de horno.
- Según una forma de ejecución ventajosa de la unidad de fusión según la invención, para suprimir una gran cantidad de salpicaduras de masa fundida - escoria y, con ello, para evitar incrustaciones en la unidad de fusión y en particular del horno superior, la lanza superior y los inyectores de pared lateral pueden operarse al mismo tiempo y de forma coordinada con flujos de volumen adaptados unos a otros.
- Para el modo de operación con corriente de fusión, en donde se encuentran presentes distintas mezclas de materiales de utilización metálicos en la unidad de fusión, la tapa de horno puede cambiarse, de manera que al menos un electrodo de grafito puede introducirse en la parte de crisol de la unidad de fusión.
- En una forma de ejecución especial de la unidad de fusión según la invención, a través de las aberturas de la tapa de horno de la unidad de fusión, para el modo operativo con corriente de fusión, pueden introducirse al menos un electrodo de grafito y como máximo tres electrodos de grafito.
- Además, se prevé que en el caso de una utilización óptima de inyectores de pared lateral y lanza superior, mediante los inyectores de pared lateral, entre 10% y 50%, y mediante la lanza superior, de 90 % a 50 % del gas necesario para el refinado, pueda inyectarse al mismo tiempo y de forma adaptada uno con respecto otro en la masa fundida que se encuentra en la unidad de fusión. Mediante la proporción de mezcla óptima entre la lanza superior y los inyectores de pared lateral, las salpicaduras de masa fundida y de escoria pueden reducirse de manera que, a su vez, se previenen incrustaciones en la cuba.
- Los materiales de utilización metálicos, para la producción de carbono - acero en la unidad de fusión según la invención, pueden clasificarse en los siguientes grupos:
- I. Arrabio líquido (también denominado pig iron o hot metal), arrabio sólido en forma de lingotes de hierro de primera fusión o RE granulado (GPI)
  - II. Esponja de hierro (DRI (direct reduced iron, hierro reducido directamente)), cargado frío o caliente
  - III. HBI (hierro briqueteado en caliente), CBI (hierro briqueteado en frío)
  - IV. Chatarras altamente tratadas (chatarra triturada, doblemente cortada, prensada en paquetes)
  - V. Chatarras con un grado de tratamiento reducido (HMS 1, HMS 2) contaminadas
  - VI. Chatarras (chatarra de incineradores de residuos, virutas)
  - VII. Materiales especiales que se utilizan en el proceso de producción de acero como portadores de hierro o refrigerantes (Synthicon, carburo de hierro)
- Los grupos I - IV representan los así llamados materiales de utilización vírgenes, que no contienen impurezas no deseadas (por ejemplo Cu, Cr y Ni). Para una serie de aceros es necesario utilizar una cierta proporción de esos materiales de utilización vírgenes, para asegurar la calidad del producto final. La producción de esos materiales de utilización implica mucha energía y, con ello, significa una alta carga para el medio ambiente.
- Los grupos V - VII representan chatarras de carbono - acero de diferente calidad y diferente grado de tratamiento. Las chatarras son materiales de reciclaje. Un grado de tratamiento más elevado y menos impurezas químicas conducen a precios más altos para esas chatarras.
- El grupo VIII representa todos los materiales especiales que pueden utilizarse como materiales de utilización para la producción de acero.
- Los precios para los materiales de utilización metálicos difieren considerablemente en función del procedimiento de producción o de tratamiento.

En los materiales de utilización de los grupos I y II, los precios de los minerales de hierro (materiales aglomerados) y coque son determinantes para los costes de la producción de arrabio. El mercado para mineral de hierro es dominado por pocos productores. Las plantas de fundición que no tienen minas propias quedan sujetas a los dictados de precios del mercado.

- 5 En los materiales de utilización de los grupos III y IV, las exigencias en cuanto a la calidad del mineral de hierro (mayormente material aglomerado de minerales) son aún mayores que para el proceso de los altos hornos. La disponibilidad de los materiales aglomerados de esa clase es limitada. Esto repercute en el precio del material aglomerado. Para la reducción seca del mineral se utiliza un gas de reducción. Por último, la disponibilidad determina el precio local. El DRI contiene 5 - 10 % de minerales de ganga, una parte de FeO y, en cuanto al contenido de carbono (energía), es inferior al arrabio. Para fundir esos materiales de utilización se requiere más energía que para fundir arrabio. Los materiales de utilización aquí mencionados son menos costosos en comparación con el grupo I y II.

- 15 Con la unidad de fusión según la invención, todos los materiales de utilización pueden utilizarse de manera flexible, ya que puede operarse de forma similar a un BOF. De este modo, la proporción de chatarra (chatarra refrigerante) o de otro refrigerante puede reducirse en aproximadamente 15 %. El oxígeno se introduce mediante lanzas laterales y una lanza superior. El problema de las incrustaciones en la cuba del horno al utilizar EAF normales en el funcionamiento solamente de inyector, es decir, sin la entrada de energía eléctrica, en la unidad de fusión según la invención se evita mediante una geometría del horno modificada y la combinación de inyectores de pared lateral y lanza superior.

- 20 Si durante el funcionamiento de la unidad de fusión, de manera transitoria o permanente, no se dispone de cantidades suficientemente grandes de arrabio líquido o se regula la producción de arrabio líquido, la unidad de fusión puede operarse como un EAF normal. La conversión al modo de operación EAF no es compleja y puede tener lugar entre dos operaciones.

- 25 Debido a ello, la unidad de fusión para el modo de operación sin corriente de fusión, es decir, sin entrada de energía eléctrica, y el modo de operación con corriente de fusión, pueden diseñarse diferentes.

En la operación de la unidad de fusión según la invención sin la utilización de corriente de fusión, la secuencia es la siguiente:

- a. Llenar la sangría. Controlar el horno.
- b. Enderezar el horno, abrir la tapa, extender el bloqueo del portal, girar hacia fuera el portal, cargar la chatarra, girar hacia dentro el portal, bloquear el portal, bajar la tapa, bloquear la plataforma basculante (como secuencia)
- c. Iniciar la carga de arrabio líquido
- d. Girar hacia el interior, bajar y encender la lanza superior de oxígeno
- e. Conectar de forma consecutiva los inyectores de pared lateral
- f. Cuando todo el arrabio esté cargado, realizar el soplado final del lote
- g. Control de temperatura
- h. Levantar la lanza superior, desbloquear el horno
- i. Sangría

- 40 Si la unidad de fusión según la invención sólo es operada en parte con arrabio líquido, la secuencia es la siguiente:

- a. Llenar la sangría. Controlar el horno.
- b. Enderezar el horno, abrir la tapa, extender el bloqueo del portal, girar hacia fuera el portal, cargar la chatarra/portadores de hierro, girar hacia dentro el portal, bloquear el portal, bajar la tapa, bloquear la plataforma basculante. Girar hacia el interior, bajar la estructura soporte de los electrodos y encender (como secuencia)

- c. Conectar los inyectores de pared lateral como quemadores
- d. Iniciar la carga de arrabio líquido
- e. Cambiar los inyectores de quemador a funcionamiento de lanza
- f. Cuando todo el arrabio esté cargado, realizar el soplado final del lote
- 5 g. Control de temperatura
- h. Levantar los electrodos, desbloquear el horno
- i. Sangría

Si no se carga arrabio líquido se suprimen los puntos d. y f. En el caso de cargas de dos cestas se repiten los puntos b., c. y f.

10 De este modo, es evidente que la unidad de fusión según la invención puede utilizarse de forma universal. Si se la utiliza para la producción de acero sin corriente de fusión, reúne muchas ventajas del BOF con aquellas de un EAF. Si bien la tasa de soplado es menor que en el BOF, puede alcanzarse una productividad muy elevada, ya que los periodos no productivos de uso, en la unidad de fusión según la invención son más reducidos que en el BOF.

15 Adicionalmente, al utilizar arrabio líquido con un alto contenido de P puede lograrse una muy buena desfosforación. La escoria que contiene fósforo puede verse de forma continua, a diferencia de en el BOF.

Mediante el funcionamiento simultáneo de la lanza superior y los inyectores de pared lateral (balanced blowing, soplado equilibrado) se suprime una gran cantidad de salpicaduras y, con ello, se evitan incrustaciones en la cuba. Esto es favorecido por el diseño del área de la tapa, de modo que también se evitan incrustaciones en el área del codo. Mediante los inyectores de pared lateral, en la masa fundida que se encuentra en la unidad de fusión se deben inyectar entre 10% y 50%, y mediante la lanza superior de 90% a 50%, del gas requerido para el refinado (oxígeno o sustitutos adecuados).

20

Si la unidad de fusión según la invención es operada con corriente de fusión (por tanto, con distintas mezclas de materiales de utilización metálicos), se cambia la cuba con una tapa y el horno ahora puede operarse con electrodos. Además, gracias a los inyectores de pared lateral, el horno tiene una efectividad elevada.

25

Si ya no se dispone de arrabio, mediante la utilización correspondiente de energía eléctrica se asegura una alta productividad. Para la producción de aceros de alta calidad, a diferencia de en el BOF, tan sólo debe utilizarse la proporción de material de utilización virgen que sea necesaria. Con ello puede reducirse la utilización de esos portadores de hierro, para cuya producción se afecta el medio ambiente de forma considerable.

30

A continuación, la presente invención se explica con mayor detalle mediante una forma de ejecución a modo de ejemplo. Muestran:

Figura 1: la representación esquemática de la unidad de fusión según la invención, parcialmente en sección, que puede observarse en el modo de construcción híbrido con componentes BOF y EAF;

35 Figura 2: la representación según la Figura 1, con la diferencia de que mediante al menos un brazo soporte de electrodo, en lugar electrodos de grafito, en la unidad de fusión está introducida una lanza superior.

Como está representado en la Figura 1 y en la Figura 2, la presente unidad de fusión 11 se compone de una cuba inferior 5 (parte de crisol) y de una cuba superior 3 que están unidas una con otra por una unión positiva. La cuba inferior 5 está revestida con material refractario y se utiliza para recibir una masa fundida. Una refrigeración por agua 3a está asociada a la cuba superior 3. La cuba superior 3 puede estar cubierta con una caperuza / tapa 2. A la caperuza / tapa 2 está asociada al menos una abertura 12, a través de la cual pueden introducirse electrodos de fusión, en particular electrodos de grafito 10 (en esta forma de ejecución son tres electrodos de grafito) o al menos una lanza superior 1, en la unidad de fusión 11. La caperuza / tapa 2, al igual que la cuba superior 3, está refrigerada con agua.

40

45

Los electrodos de grafito 10 y la lanza superior 1 son controlados mediante columnas soporte de electrodos 7 y brazos de electrodo 6 conectados a las mismas, para poder desplazarlos, según se requiera, hacia la unidad de fusión 11 y desde la misma.

- 5 El horno superior 3 presenta una pared lateral 3a esencialmente circular / cilíndrica. A la pared lateral 3a están asociadas aberturas, de forma circunferencial, radialmente externa. A través de las aberturas en la pared lateral 3a pueden introducirse inyectores de pared lateral 4 que, a continuación, pueden orientarse hacia una masa fundida 14 que debe tratarse en el horno inferior 5. La lanza superior 1 y los inyectores de pared lateral 4, en posición de trabajo, están orientados hacia una superficie de fusión 13 de una masa fundida 14 que se encuentra en el horno inferior / parte de crisol 5 para el refinado.
- 10 Como se representa en la Figura 2, la lanza superior 1 puede ser abastecida de oxígeno mediante una estación de válvula (estación de válvula de oxígeno) 8. De este modo, la lanza superior 1 es controlada por la estación de válvula de oxígeno 8 y conducida según especificaciones correspondientes.

Para el funcionamiento de fusión a modo de un EAF, los electrodos de grafito 10, mediante un transformador 9, son abastecidos de energía eléctrica correspondiente, como está representado en la Figura 1.

- 15 Se prevé que los inyectores de pared lateral 4 (lanzas laterales) y las lanzas superiores 1 (puede proporcionarse más de una lanza superior), se desplacen juntas, así como que pueda inyectarse un gas al mismo tiempo (en general oxígeno). En esta configuración siempre deben desplazarse juntos inyectores de pared lateral 4 en la cuba superior 3 (así como en la pared lateral cilíndrica 3a) y una o varias lanzas superiores 1. Ese modo operativo debe tener lugar en una proporción de mezcla optimizada, de entre 10 % y 50 %, mediante los inyectores laterales, y de 90 % a 50 %, mediante la lanza superior 1 (así como lanzas superiores). Mediante ese modo operativo, en una unidad de fusión 11 reducida puede inyectarse esencialmente más gas (oxígeno) por unidad de tiempo en la masa fundida 14, sin que se produzcan considerablemente más salpicaduras.
- 20

Símbolos de referencia

- 25 1 Lanza superior (oxígeno)
- 2 Tapa del horno / caperuza (cubierta) refrigerada con agua
- 3 Cuba superior / Horno superior refrigerado con agua
- 3a Pared lateral cuba superior
- 4 Inyectores de pared lateral
- 30 5 Horno inferior con revestimiento refractario (parte de crisol)
- 6 Brazo de electrodo
- 7 Columna soporte de electrodos
- 8 Estación de válvula (estación de válvula de oxígeno)
- 9 Transformador
- 35 10 Electrodos de fusión / electrodos de grafito
- 11 Unidad de fusión
- 12 Abertura(s) de la tapa
- 13 Superficie de fusión
- 14 Masa fundida

# REIVINDICACIONES

1. Unidad de fusión (11) para la producción de acero con un horno inferior /parte de crisol (5) revestido de forma refractaria con sangría en la base, con un horno superior (3) esencialmente cilíndrico, refrigerado con agua, sobre el que puede apoyarse una tapa de horno cónica (2), que puede cerrarse hacia arriba, con un conducto de gas de escape especialmente conformado, caracterizada porque la unidad de fusión (11) está diseñada tanto para el modo de operación sin corriente de fusión (es decir, sin entrada de energía eléctrica), como también para el modo de operación con corriente de fusión, y mediante el cambio de la tapa del horno (2) puede cambiarse el modo de operación de la unidad de fusión (11), donde la tapa de horno cónica (2), para el modo de operación sin corriente de fusión, presenta al menos una abertura (12), a través de la que al menos una lanza superior (1) puede introducirse en el horno superior (3) para la inyección de un gas del proceso, y la tapa de horno cónica (2), para el modo de operación con corriente de fusión, presenta al menos una abertura (12) a través de la que al menos un electrodo de grafito (10) puede introducirse en el horno superior (3), y en el horno superior cilíndrico (3), de forma radialmente circunferencial, está dispuesta una pluralidad de inyectores de pared lateral (4), de manera que la lanza superior (1) y los inyectores de pared lateral (4), en posición de trabajo, pueden orientarse hacia una superficie de fusión (13) de una masa fundida (14) que se encuentra en el horno inferior / parte de crisol (5) para el refinado.
2. Unidad de fusión para la producción de acero según la reivindicación 1, caracterizada porque para suprimir una gran cantidad de salpicaduras de masa fundida - escoria y, con ello, para evitar incrustaciones en la unidad de fusión (11) y en particular del horno superior (3), la lanza superior (1) y los inyectores de pared lateral (4) pueden operarse al mismo tiempo y de forma coordinada con flujos de volumen adaptados unos a otros.
3. Unidad de fusión para la producción de acero según la reivindicación 1, caracterizada porque para el modo de operación con corriente de fusión, en el que en la unidad de fusión (11) se encuentran presentes distintas mezclas de materiales de utilización metálicas, la tapa de horno (2) puede cambiarse, de manera que al menos un electrodo de grafito (10) puede introducirse en la parte de crisol (5).
4. Unidad de fusión para la producción de acero según la reivindicación 3, caracterizada porque a través de las aberturas (12) de la tapa de horno (2), para el modo de operación con corriente de fusión, puede introducirse al menos un electrodo de grafito (10) y como máximo pueden introducirse tres electrodos de grafito (10).
5. Unidad de fusión para la producción de acero según la reivindicación 1 o la reivindicación 2, caracterizada porque en el caso de una utilización óptima de inyectores de pared lateral (4) y lanza superior (1), mediante los inyectores de pared lateral (4), entre 10% y 50%, y mediante la lanza superior (1), de 90 % a 50 % del gas necesario para el refinado, puede inyectarse al mismo tiempo y de forma adaptada uno con respecto otro en la masa fundida (14) que se encuentra en la unidad de fusión (11).
6. Unidad de fusión para la producción de acero según la reivindicación 5, caracterizada porque mediante la proporción de mezcla óptima entre la lanza superior (1) y los inyectores de pared lateral (4) pueden reducirse salpicaduras de masa fundida y de escoria y, debido a ello, puede reducirse una incrustación en la cuba superior (3).
7. Unidad de fusión para la producción de acero según una o varias de las reivindicaciones 1 y 6 antes mencionadas, caracterizada porque a la tapa de horno (2) está asociado un codo de horno conformado especialmente y diseñado de forma adecuada, cuya sección transversal está adaptada a las condiciones del proceso, de manera que no puede superarse una velocidad de flujo máxima del gas de escape que se produce durante el refinado, de 50 m/s.

DIBUJOS

