

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 808 917**

51 Int. Cl.:

B22D 41/14 (2006.01)

B22D 41/18 (2006.01)

C21B 7/12 (2006.01)

F27B 13/06 (2006.01)

F27D 3/15 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **14.12.2015 PCT/AU2015/050790**

87 Fecha y número de publicación internacional: **30.06.2016 WO16101020**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **14.12.2015 E 15871343 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **29.04.2020 EP 3237131**

54 Título: **Procedimiento de sellado y reparación de un orificio de extracción refractario**

30 Prioridad:

23.12.2014 AU 2014905218

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

02.03.2021

73 Titular/es:

**TATA STEEL LIMITED (100.0%)
Bombay House, 24 Homi Mody Street, Fort
Mumbai 400 001, IN**

72 Inventor/es:

**PILOTE, JACQUES y
DRY, RODNEY JAMES**

74 Agente/Representante:

DURAN-CORRETJER, S.L.P

ES 2 808 917 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 de sellado y reparación de un orificio de extracción refractario

5 CAMPO TÉCNICO

Esta invención se refiere a cubas metalúrgicas que contienen un baño fundido de escorias y metal fundido. Más particularmente, se refiere a cubas que se drenan periódicamente de escorias, habitualmente para facilitar el mantenimiento de la cuba.

10 La invención se refiere a un procedimiento de mantenimiento del drenaje de escorias en las circunstancias en que la química de las escorias daña el refractario que forma un canal de drenaje de escorias. La invención tiene aplicación particular, aunque no aplicación exclusiva, en las cubas metalúrgicas para la fundición directa de material metalífero en metal fundido.

15 ESTADO DE LA TÉCNICA ANTERIOR

Un conocido proceso de fundición basado en baño fundido se denomina generalmente el proceso "Hismelt" y se describe en un número considerable de patentes y solicitudes de patente a nombre del solicitante.

20 El proceso Hismelt es aplicable a la fundición de material metalífero generalmente, pero está particularmente asociado con la producción de hierro fundido a partir de mineral de hierro u otro material que contenga hierro.

En el contexto de la producción de hierro fundido, el proceso Hismelt incluye las etapas de:

- 25 (a) formar un baño de hierro fundido y escorias en una cámara principal de una cuba de fundición directa;
- (b) inyectar en el baño fundido: (i) mineral de hierro, habitualmente en forma de finos; y (ii) un material carbonoso sólido, habitualmente carbón, que actúa como un reductor del material de alimentación de mineral de hierro y como una fuente de energía; y
- 30 (c) fundir el mineral de hierro formando hierro en el baño.

35 Se entiende que el término "fundir" significa en la presente memoria un proceso térmico en el que tienen lugar reacciones químicas que reducen los óxidos metálicos para producir metal fundido.

En el proceso Hismelt se inyectan materiales de suministro sólidos en forma de material metalífero (que puede ser precalentado) y material carbonoso, y opcionalmente material fundente, con un gas portador en el baño fundido a través de una serie de lanzas de inyección de sólidos refrigeradas con agua, que están inclinadas con respecto a la vertical para extenderse hacia abajo y hacia dentro a través de la pared lateral de la cámara principal de la cuba de fundición y hasta una zona inferior de la cuba para suministrar, por lo menos, parte de los materiales de alimentación sólidos en la capa metálica en la parte inferior de la cámara principal. Los materiales de suministro sólidos y el gas portador penetran en el baño fundido y hacen que el metal fundido y/o las escorias se proyecten al espacio sobre la superficie del baño y formen una zona de transición. Un chorro de gas que contiene oxígeno, habitualmente aire enriquecido con oxígeno u oxígeno puro, se inyecta en una zona superior de la cámara principal de la cuba a través de una lanza que se extiende hacia abajo, para provocar la postcombustión de gases de reacción liberados del baño fundido en la zona superior de la cuba. En la zona de transición existe una masa favorable de gotitas o salpicaduras o flujos ascendentes, y a continuación descendentes, de metal fundido y/o escorias, que proporcionan un medio eficaz para transferir al baño la energía térmica generada por los gases de reacción de postcombustión sobre el baño.

Habitualmente, en el caso de producción de hierro fundido, cuando se utiliza aire enriquecido con oxígeno, el aire enriquecido con oxígeno se genera en estufas de chorros calientes y se alimenta a una temperatura del orden de 1200 °C a la zona superior de la cámara principal de la cuba. Si se utiliza oxígeno frío de calidad técnica, el oxígeno frío de calidad técnica se alimenta habitualmente a la zona superior de la cámara principal a, o cerca de la temperatura ambiente.

Los gases de salida que resultan de la postcombustión de gases de reacción en la cuba de fundición se retiran de la zona superior de la cuba de fundición a través de un conducto de gases de salida.

60 La cuba de fundición incluye una cámara principal para fundir material metalífero y un antecrisol conectado a la cámara principal a través de una conexión del antecrisol, que permite un flujo de salida continuo de producto metálico desde la cuba. La cámara principal incluye secciones revestidas con refractario en un crisol inferior y paneles refrigerados por agua en paredes laterales y un techo de la cámara principal. El agua se hace circular continuamente a través de los paneles en un circuito continuo. El antecrisol funciona como un cierre estanco de sifón lleno de metal fundido, "vertiendo" de forma natural el metal fundido sobrante desde la cuba de fundición a medida

que se produce. Esto permite que el nivel de metal fundido en la cámara principal de la cuba de fundición sea conocido y controlado dentro de una tolerancia pequeña —esto es esencial para la seguridad de la planta—.

Otro proceso para fundir un material metalífero se denomina en lo que sigue el proceso "Hlsarna". El proceso se lleva a cabo en un aparato de fundición que incluye (a) una cuba de fundición que incluye lanzas de inyección de sólidos y lanzas de inyección de gases que contienen oxígeno, y está adaptada para contener un baño de metal fundido y (b) un ciclón de fundición para el tratamiento previo de un material de alimentación metalífero que está posicionado sobre, y comunica con la cuba de fundición. El proceso y el aparato Hlsarna se describen en la solicitud internacional de Patente PCT/AU99/00884 (WO 00/022176) a nombre del solicitante.

Se entiende que la expresión "ciclón de fundición" significa, en la presente memoria, una cuba que define habitualmente una cámara cilíndrica y está construida de tal modo que los materiales de alimentación suministrados a la cámara se desplazan en una trayectoria en torno a un eje central vertical de la cámara y pueden resistir altas temperaturas de trabajo, suficientes para fundir, al menos parcialmente, materiales de alimentación metalíferos.

En una forma del proceso Hlsarna, se inyecta material de alimentación carbonoso (habitualmente carbón) y fundente (habitualmente, caliza) en un baño fundido en la cuba de fundición. El material de alimentación metalífero, tal como mineral de hierro, se inyecta al ciclón de fundición, y se calienta y parcialmente se funde y reduce en el mismo. Este material metalífero fundido, parcialmente reducido, fluye hacia abajo desde el ciclón de fundición al baño fundido en la cuba de fundición y se funde formando metal fundido en el baño. Los gases de reacción, calientes (habitualmente CO, CO₂, H₂ y H₂O) producidos en el baño fundido son quemados parcialmente mediante gas que contiene oxígeno (habitualmente, oxígeno de calidad técnica) en una parte superior de la cuba de fundición. El calor generado por la postcombustión es transferido al material fundido en la sección superior, que vuelve a caer al baño fundido para mantener la temperatura del baño. Los gases de reacción calientes, quemados parcialmente, fluyen hacia arriba desde la cuba de fundición y entran a la parte inferior del ciclón de fundición. Gas que contiene oxígeno (habitualmente, oxígeno de calidad técnica) es inyectado en el ciclón de fundición por medio de toberas que están dispuestas de manera que generan un patrón en espiral ciclónico en un plano horizontal, es decir, en torno a un eje central vertical de la cámara del ciclón de fundición. Esta inyección de gas que contiene oxígeno conduce a una combustión adicional de los gases de la cuba de fundición, con el resultado de llamas muy calientes (ciclónicas). Material de alimentación metalífero entrante, dividido finamente, se inyecta neumáticamente a estas llamas por medio de toberas en el ciclón de fundición, con el resultado de un calentamiento rápido y una fundición parcial acompañada por reducción parcial (aproximadamente, del 10 al 20 % de reducción). La reducción se debe al CO y el H₂ en los gases de reacción procedentes de la cuba de fundición. El material de alimentación metalífero caliente, parcialmente fundido, es lanzado hacia el exterior sobre las paredes del ciclón de fundición mediante una acción espiral ciclónica y, tal como se ha descrito anteriormente, fluye hacia abajo a la cuba de fundición por debajo para su fundición en dicha cuba.

El efecto neto de la clase de proceso Hlsarna que se ha descrito anteriormente es un proceso contracorriente de dos etapas. El material de alimentación metalífero es calentado y reducido parcialmente mediante gases de reacción salientes de la cuba de fundición (con la adición de gases que contienen oxígeno) y fluye hacia abajo a la cuba de fundición y se funde formando hierro fundido en la cuba de fundición. En un sentido general, esta disposición contracorriente aumenta la productividad y la eficiencia energética.

Tanto en el proceso Hlsmelt como en el proceso Hlsarna, la cantidad de escorias en la cuba de fundición se reduce mediante su extracción desde un orificio de extracción de escorias, para mantener una cantidad que es adecuada para hacer funcionar el proceso. Sin embargo, las lanzas de inyección de sólidos requieren asimismo un mantenimiento periódico, por ejemplo, para sustituir un revestimiento resistente al desgaste. Esto involucra reducir el nivel del baño fundido drenando escorias por medio del drenaje de escorias a través de la pared refractaria del crisol revestido con refractario, hasta que los extremos de salida de las lanzas de inyección de sólidos están separados del baño fundido, sobre el mismo. Sin embargo, el contenido de FeO relativamente alto en las escorias es muy agresivo con el revestimiento refractario. Por esta razón, las secciones de la cuba expuestas a las salpicaduras de escorias se refrigeran con agua para formar una capa congelada de escorias sobre el revestimiento refractario. Las escorias congeladas protegen el revestimiento refractario de una mayor corrosión.

En el caso del drenaje de escorias, es particularmente difícil formar una capa congelada de escorias debido a que el refractario circundante no está refrigerado con agua dado que está situado muy cerca de la interfaz metal-escorias. Adicionalmente, el drenaje de escorias es taponado extrudiendo una masa de taponamiento (habitualmente, fabricada de refractario mezclado con alquitrán o resina fenólica). En las condiciones de escorias de oxidación Hlsmelt, y por su naturaleza turbulenta, la masa de taponamiento normal se degrada rápidamente y sale del canal de drenaje de escorias revestido con refractario, para desgastarse de tal modo que se forma un patrón de corrosión en forma de embudo (ver la figura 3).

La corrosión alcanza finalmente un punto en el que el refractario que forma el drenaje de escorias tiene que ser sustituido. Esto se lleva a cabo deteniendo el funcionamiento, es decir, interrumpiendo la producción y drenando la cuba de metal fundido y las escorias, y permitiendo que la cuba se enfríe. Por consiguiente, sustituir el refractario del

drenaje de escorias puede tener como resultado un mes o más de tiempo de parada de la cuba y, por lo tanto, una significativa pérdida de productividad.

5 Además, volver a poner en funcionamiento la cuba requiere habitualmente el suministro de metal fundido (de 100 a 200 toneladas en función del tamaño de la cuba) desde una fuente externa. Esto añade un nivel de complejidad y coste a las operaciones de mantenimiento.

10 Las Patentes WO 94/25630 A1, JPH08150449, US4637590 y US2011203415 dan a conocer un procedimiento de formación de un canal de flujo de orificio de extracción.

15 La Patente EP0046473 da a conocer un material de sellado basado en alúmina utilizado para sellar un drenaje de escorias de un horno de fundición.

La descripción anterior no se debe tomar como una admisión del conocimiento general común en Australia o en cualquier otro lugar.

CARACTERÍSTICAS DE LA INVENCION

20 La presente invención se basa en la constatación de que la corrosión del refractario alrededor del extremo de entrada del drenaje de escorias se puede reducir situando un tapón de refractario preformado, que es resistente a la corrosión similarmente al revestimiento refractario circundante, en el extremo de entrada. El solicitante cree que el refractario que forra el canal de drenaje de escorias y que rodea el extremo de entrada estará sometido a menos lavado de escorias que la masa de taponamiento utilizada para sellar el drenaje de escorias, debido a que el tapón refractario preformado está formado de un material que es mucho más estable en el estado de funcionamiento Hlsmelt normal.

25 Se espera que tener el tapón refractario preformado formado de un material que es resistente a la corrosión a las escorias de manera similar al revestimiento refractario circundante tenga como resultado una corrosión del refractario que es más uniforme con la corrosión del refractario en cualquier otro lugar en la cuba. En otras palabras, se espera que el patrón de corrosión en forma de embudo se reduzca sustancialmente, y posiblemente se elimine. Esto significa que la frecuencia de mantenimiento del refractario se reducirá debido a que la velocidad de corrosión del drenaje de escorias será menor. Esto significa, asimismo, que se puede llevar a cabo un drenaje de escorias perforando (de la manera usual, con equipamiento existente) a través del tapón refractario preformado, drenando las escorias y taponando a continuación el drenaje de escorias con otro tapón refractario preformado.

30 Por consiguiente, la invención da a conocer en un aspecto un procedimiento de sellado de un drenaje de escorias en una cuba de fundición directa para contener un baño fundido de escorias y metal fundido, comprendiendo la cuba de fundición directa por lo menos una lanza de inyección de sólidos que se extiende hacia abajo y hacia dentro a través de una pared lateral de la cuba, revestida con refractario, para inyectar material metalífero y/o material carbonoso, comprendiendo el drenaje de escorias un canal de drenaje de escorias que se extiende desde un extremo de entrada en una superficie interior de la pared lateral revestida con refractario en la cuba de fundición directa, estando el extremo de entrada expuesto al baño fundido, hasta una posición en, o cerca del exterior de la cuba de fundición directa, comprendiendo el procedimiento situar un material refractario preformado en el extremo de entrada del canal, de tal modo que está expuesto al baño fundido, y sellar el canal con material de sellado aguas abajo del material refractario preformado, donde el material de sellado introducido aguas abajo del material refractario preformado incluye un material de taponamiento basado en alúmina, y en el que el material refractario preformado es un material refractario sólido basado en cromo.

35 El material refractario preformado se puede posicionar enrasado con la superficie interior de la pared lateral revestida con refractario. De este modo, el material refractario preformado y el revestimiento refractario circundante forman una superficie generalmente continua, de tal modo que el lavado de escorias sobre la superficie no concentra corrosión en la entrada o en el interior del canal de escorias junto a la entrada.

40 Una cara extrema del material refractario preformado se puede posicionar a menos de 5 centímetros del extremo de entrada del canal. Se espera que cuando el material refractario preformado sobresalga en la cuba más allá del extremo de entrada del canal, estará sometido a una corrosión acelerada debido a la exposición al lavado de escorias de la cuba. La corrosión reducirá finalmente la exposición, de tal modo que el material refractario preformado formará una superficie continua en general con el refractario circundante. Lo mismo aplica en las circunstancias en las que el extremo expuesto del material refractario preformado está rebajado respecto de la entrada, en cuyo caso el refractario que rodea la entrada experimentará corrosión acelerada hasta que se forme una superficie sustancialmente continua.

45 El material refractario preformado puede tener propiedades resistentes a la corrosión similares al revestimiento refractario circundante.

65

El término "similar" en el contexto de comparar las propiedades resistentes a la corrosión de dos materiales refractarios es una referencia a que la cantidad de material retirado (en referencia a un cambio de dimensión) de un material refractario durante un periodo de tiempo cuando está expuesto a determinadas condiciones dentro de la cuba de fundición directa está dentro del 20 % de la cantidad de material retirado de otro material refractario cuando está expuesto a las mismas condiciones durante el mismo periodo de tiempo. Por ejemplo, dos refractarios diferentes situados en yuxtaposición en una cuba de fundición directa y expuestos a la misma situación de lavado de escorias tienen similares propiedades resistentes a la corrosión si la superficie expuesta de un material refractario retrocede durante un periodo de tiempo en una distancia que es el 80 % al 120 % de la distancia que retrocede la superficie expuesta del otro material refractario. En otras palabras, cualquier desajuste entre las magnitudes del retroceso de las superficies está dentro del 20 % de la distancia de retroceso total.

El material de sellado introducido aguas abajo del material refractario preformado puede incluir alquitrán o masa de taponamiento de base fenólica, aguas abajo del material de taponamiento basado en alúmina.

El material refractario preformado puede extenderse u ocupar del 5 al 20 % de la longitud total del canal de drenaje de escorias.

El material refractario preformado puede ser un ladrillo refractario.

Otro aspecto de la invención se basa en la constatación de que el trabajo de reparación para sustituir el revestimiento refractario corroído se puede llevar a cabo mientras el metal fundido y las escorias permanecen en la cuba. En particular, el solicitante ha descubierto que aumentando momentáneamente la presión en la cuba y extrayendo metal fundido a través de un orificio de extracción dedicado en la pared del antecrisol es posible desplazar la interfaz metálica lo suficientemente hacia abajo para mantener con seguridad los orificios de extracción revestidos con refractario (drenaje de escorias y drenaje de metales del antecrisol dedicado). Si se extrajeran escorias y metal fundido solamente hasta el nivel del drenaje de escorias, la excavación del refractario que rodea el drenaje de escorias y por debajo del nivel del drenaje de escorias tendría como resultado que salpicarían escorias o metal fundido fuera de la cuba a través de la sección de refractario excavado. Por lo tanto, no se podría retirar y sustituir el patrón de corrosión alrededor del lado inferior del drenaje de escorias. Excavando el refractario que forma el patrón de corrosión en forma de trompeta, se puede instalar refractario nuevo, de tal modo que la pared de refractario que rodea el drenaje de escorias está en general enrasada con la superficie interior del revestimiento refractario.

Este es un descubrimiento importante dado que evita tener que interrumpir específicamente las operaciones, drenar la cuba y dejar que se enfríe. En cambio, el proceso metalúrgico se detiene durante la duración del trabajo de reparación del refractario, que se realiza simultáneamente con otras actividades periódicas de mantenimiento de la planta. Sin embargo, el impacto de la pérdida de productividad se reduce muy significativamente comparado con la pérdida de productividad que está asociada con el típico procedimiento de mantenimiento, que involucra la parada de una cuba. Existe asimismo un sustancial beneficio asociado para el refractario al evitar la extracción del extremo y enfriar la cuba.

El logro de que el trabajo de reparación del refractario se puede llevar a cabo mientras el metal fundido y las escorias permanecen en la cuba es un logro importante, asimismo debido a que permite que el proceso metalúrgico se vuelva a poner en marcha de manera relativamente rápida, como resultado de que la cuba permanece caliente y como resultado de la retención de escorias y metal fundido suficientes para evitar la necesidad de una recarga de metal fundido desde una fuente externa.

De acuerdo con este aspecto de la presente invención, se da a conocer un procedimiento de mantenimiento de un canal de drenaje de escorias formado en el revestimiento refractario de una cuba de fundición directa que contiene un baño fundido de escorias y metal fundido, y que tiene un antecrisol con un dique de desbordamiento para descargar metal fundido, incluyendo el procedimiento:

(a) reducir la capa de escorias y metal de la cuba de fundición directa en condiciones de funcionamiento normales,

(b) taponar el orificio de drenaje de escorias para detener el flujo de escorias cuando se considera que el nivel es lo suficientemente bajo como para permitir otras actividades de mantenimiento;

(c) abrir un orificio de extracción situado en el antecrisol, por debajo del dique de desbordamiento, para extraer más metal,

(d) aumentar la presión de gas en la cuba de fundición directa para hacer que el metal fundido fluya desde la cuba de fundición directa al antecrisol para disminuir más el nivel de metal en la cuba hasta que esté por debajo del drenaje de escorias y del orificio de extracción del antecrisol cuando la presión de gas en la cuba se reduce a la presión atmosférica.

ES 2 808 917 T3

(e) ajustar la presión en la cuba a la presión atmosférica y eliminar una sección del revestimiento refractario que rodea el canal de drenaje de escorias para formar un canal alargado e instalar una pieza tubular refractaria en el canal alargado,

5 incluyendo la pieza tubular un canal para drenar escorias.

Se pueden aplicar asimismo técnicas de reparación similares al orificio de extracción de metal en la pared del antecrisol.

10 El procedimiento puede incluir una etapa adicional (f) que incluya taponar finalmente tanto el orificio de drenaje de escorias como el orificio de extracción del antecrisol.

15 El solicitante cree que el procedimiento reducirá la frecuencia de paradas de la cuba, aumentando de ese modo la duración de las campañas de fundición, dado que la reparación del refractario se puede llevar a cabo mientras la cuba permanece caliente. El solicitante espera asimismo que se extienda la vida útil global del refractario, y que esto reduzca asimismo la incidencia de periodos de parada mayores.

20 El procedimiento puede incluir situar un ladrillo refractario en un extremo de entrada del canal de drenaje de escorias en la pieza tubular del refractario y rellenar el canal con un relleno para cerrar el canal de drenaje de escorias.

Rellenar el canal de drenaje de escorias puede incluir suministrar un material de taponamiento basado en alúmina al canal de drenaje de escorias aguas abajo del ladrillo refractario.

25 Rellenar puede incluir, además, suministrar alquitrán o masa de taponamiento de base fenólica al canal de drenaje de escorias aguas abajo del material de taponamiento basado en alúmina.

El ladrillo refractario puede ser un ladrillo refractario basado en cromo.

30 Aumentar la presión en la cuba puede incluir aumentar la presión en 5 a 50 kPa. La presión se puede aumentar en 10 a 20 kPa.

El procedimiento puede incluir completar el mantenimiento en 18 horas.

35 Opcionalmente, el procedimiento se puede completar en 12 horas.

El procedimiento puede incluir, además, mantener escorias y metal fundido suficientes en la cuba para permitir el comienzo de un proceso de fundición directa sin la introducción adicional de metal fundido en la cuba desde una fuente externa.

40 El proceso de fundición directa puede comenzar suministrando materiales de alimentación de sólidos al baño fundido después de que se complete la etapa (f).

45 El procedimiento puede incluir provocar el aumento temporal de la presión controlando el flujo de gases de salida de la cuba por medio de operaciones de procesamiento de los gases de salida aguas abajo.

50 De acuerdo con otro aspecto de la presente invención, se da a conocer una cuba de fundición directa revestida con secciones revestidas de refractario, para contener un baño fundido de escorias y metal fundido, incluyendo la cuba de fundición directa un drenaje de escorias que incluye una pieza tubular de material refractario instalada en el revestimiento refractario e incluye un canal de drenaje de escorias a través de la pieza tubular, y donde un extremo de entrada del drenaje de escorias es taponado con un ladrillo refractario preformado, donde el material de sellado 82 introducido aguas abajo del material refractario preformado 80 incluye un material de taponamiento basado en alúmina, y donde el material refractario preformado 80 es un material refractario sólido basado en cromo 80.

55 La pieza tubular se puede instalar de acuerdo con el procedimiento descrito anteriormente para mantener un drenaje de escorias.

60 La cuba de fundición directa puede incluir una o varias lanzas de inyección de sólidos que se extienden hacia abajo y hacia dentro a través de una pared lateral de la cuba de fundición directa para inyectar material metalífero y/o material carbonoso al baño fundido.

La cuba de fundición directa puede incluir una o varias lanzas para inyectar gas que contiene oxígeno en un espacio de gas en la cuba de fundición directa sobre el baño fundido.

65 La cuba de fundición directa puede incluir un antecrisol que, durante la producción normal, extrae continuamente metal fundido de la cuba por medio de un dique de desbordamiento, y que incluye un orificio de extracción bajo el

dique de desbordamiento para reducir el metal en la cuba de fundición directa por debajo del nivel del drenaje de escorias.

La cuba de fundición directa puede ser una cuba Hlsmelt o una Hlsarna.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

La invención se describe adicionalmente, solamente a modo de ejemplo, haciendo referencia a los dibujos adjuntos, de los cuales:

la figura 1 es una vista vertical, en sección transversal, a través de una cuba de fundición directa de Hlsmelt;

la figura 2 es una sección transversal vertical a través del drenaje de escorias y la pared lateral de una sección de la cuba de fundición directa de la figura 1;

la figura 3 es una sección transversal horizontal esquemática a través de la cuba de la figura 1 en el plano indicado por las flechas III - III que muestra el nivel de metal fundido y escorias durante un drenaje de escorias antes del mantenimiento, de acuerdo con una realización de la invención.

DESCRIPCIÓN DE REALIZACIÓN

Aunque la siguiente descripción es en el contexto de una cuba Hlsmelt, se apreciará que la invención es aplicable a otras cubas de fundición directa que contengan un baño fundido de escorias y metal fundido, incluyendo cubas Hlsarna.

La figura 1 muestra una cuba de fundición directa 11 que es particularmente adecuada para llevar a cabo el proceso Hlsmelt.

La siguiente descripción es en el contexto de fundición de finos de mineral de hierro para producir hierro fundido, de acuerdo con el proceso Hlsmelt.

Se apreciará que la presente invención es aplicable a la fundición de cualquier material metalífero, incluyendo minerales, minerales parcialmente reducidos y flujos de desecho que contienen metal, por medio de cualquier proceso adecuado de fundición directa basado en baño fundido, y no se reduce al proceso Hlsmelt. Se apreciará asimismo que los minerales pueden ser en forma de finos de mineral de hierro.

La cuba 11 tiene un crisol que incluye una base 12 y lados 13 formados de ladrillos refractarios, paredes laterales 14, que forman un barril generalmente cilíndrico que se extiende hacia arriba desde los lados 13 del crisol, y un techo 17. Están dispuestos paneles (no mostrados) refrigerados por agua para transferir calor de las paredes laterales 14 y del techo 17. La cuba 11 está dotada, además, de un antecrisol 19, a cuyo través se descarga continuamente metal fundido durante la fundición, y de un orificio de extracción 21, a cuyo través se descargan periódicamente escorias fundidas durante la fundición. El techo 17 está dotado de una salida 18 a cuyo través se descargan gases de salida del proceso.

En uso de la cuba 11 para fundir finos de mineral de hierro para producir hierro fundido de acuerdo con el proceso Hlsmelt, la cuba 11 contiene un baño fundido de hierro y escorias, que incluye una capa 22 de metal fundido y una capa 23 de escorias fundidas sobre la capa de metal 22. La posición de la superficie quiescente nominal de la capa de metal 22 se indica mediante la flecha 24. La posición de la superficie quiescente nominal de la capa de escorias 23 se indica mediante la flecha 25. Se entiende que el término "superficie quiescente" significa la superficie cuando no exista inyección de gas y sólidos en la cuba 11.

La cuba 11 está dotada de lanzas de inyección de sólidos 27 que se extienden hacia abajo y hacia dentro a través de aberturas (no mostradas) en las paredes laterales 14 de la cuba y en la capa de escorias 23. Las lanzas de inyección de sólidos 27 se describen en mayor detalle en relación con las figuras 3 y 4. Se muestran dos lanzas de inyección de sólidos 27 en la figura 1. Sin embargo, se apreciará que la cuba 11 puede tener cualquier número adecuado de dichas lanzas 27. En uso, finos de mineral de hierro calientes y carbón a temperatura ambiente (y materiales fundentes, habitualmente cal) son arrastrados en un gas portador adecuado (tal como un gas portador deficiente en oxígeno libre, habitualmente nitrógeno) y son suministrados por separado a las lanzas 27 e inyectados conjuntamente a través de extremos de salida 28 de las lanzas 27 al baño fundido y preferentemente a la capa de metal 22. La siguiente descripción es en el contexto de que el gas portador para los finos de mineral de hierro y el carbón es nitrógeno.

Los extremos de salida 28 de las lanzas de inyección de sólidos 27 están por encima de la superficie de la capa de metal 22 durante el funcionamiento del proceso. Esta posición de las lanzas 27 reduce el riesgo de daños a través del contacto con el metal fundido, y posibilita asimismo enfriar las lanzas mediante refrigeración de agua interna

forzada, tal como se describe en mayor detalle a continuación, sin un riesgo significativo de que el agua entre en contacto con el metal fundido en la cuba 11.

5 La cuba 11 tiene asimismo una lanza de inyección de gas 26 para suministrar un chorro de aire caliente a la zona superior de la cuba 11. La lanza 26 se extiende hacia abajo a través del techo 17 de la cuba 11 a la zona superior de la cuba 11. En uso, la lanza 26 recibe un flujo de aire caliente enriquecido con oxígeno a través de un conducto de suministro de gas caliente (no mostrado), que se extiende desde una estación de suministro de gas caliente (tampoco mostrado).

10 La cuba 11 incluye, además, un orificio de drenaje 60 de escorias en el lado 13 de la base 12 (figura 2) que está, en condiciones quiescentes, a un nivel de la interfaz entre la capa de metal 22 y la capa de escorias 23. Las escorias se drenan perforando un canal 70 (figura 3) a través de un bloque refractario monolítico 68 que forma parte del revestimiento refractario 66. El canal 70 permite que las escorias fluyan desde la cuba 11, a lo largo de una canaleta (no mostrada) y a un pozo contenedor próximo (no mostrado).

15 La cuba 11 incluye, además, un orificio de drenaje 62 de metales de extracción del extremo en el lado 13 de la base 12 y junto al suelo de la cuba 11 (figura 2). En caso de necesidad de drenar completamente el metal, las escorias se drenan primero y a continuación se perfora un canal a través del revestimiento refractario 66, de tal modo que el metal fundido puede fluir de la cuba 11 por medio del orificio de drenaje 62 de metal de extracción del extremo. El metal se drena por medio de una canaleta independiente, a un pozo contenedor independiente (no mostrado).

20 El enfoque habitual para mantener el orificio de drenaje 60 de escorias involucra drenar escorias y metales de la cuba, y dejar que la cuba 11 se enfríe para que el mantenimiento se pueda llevar a cabo en una cuba fría. Más específicamente, esto involucra eliminar enladrillado refractario que rodea un bloque de drenaje de escorias monolítico 68 (figuras 3 y 4) y retirar el bloque 68. El bloque 68 y el enladrillado refractario pueden a continuación sustituirse. Este es un funcionamiento extensivo que requiere acceso al interior de la cuba 11 lo que, a su vez, requiere que la cuba 11 este fría. Cuando el bloque de drenaje de escorias 68 se sustituye, el canal de drenaje de escorias 70 se sella con masa de taponamiento u otro material apropiado, habitualmente alquitrán o masa de taponamiento de base fenólica, en preparación para volver a arrancar el proceso de fundición directa. Cuando el proceso de fundición directa está funcionando, las escorias se drenan de acuerdo con el procedimiento habitual descrito anteriormente, es decir, perforando un canal 70 (figura 4) a través de un bloque refractario monolítico 68, canal 70 que se vuelve a sellar mediante la inyección de masa de taponamiento en el canal 70.

25 El solicitante ha descubierto que esto se puede evitar extrayendo algunas escorias y metal y reteniendo algunas escorias y metal en la cuba 11 durante la duración del trabajo de mantenimiento. Esta es una ventaja significativa debido a que evita el tiempo de parada asociado con una desconexión de la cuba. Otra ventaja significativa es que el proceso de fundición directa se reinicia sin la introducción de metal fundido desde una fuente externa. Esto simplifica el funcionamiento en planta y reduce costes debido a que evita la necesidad de preparar una carga independiente de hierro fundido in situ y transferirla de manera segura a la cuba 11.

30 Existen dos aspectos en este procedimiento. El primer aspecto consiste en extraer el baño fundido desde la cantidad total hasta la magnitud requerida por el trabajo de mantenimiento. A este respecto, las escorias se extraen inicialmente por medio del orificio de extracción 21 y a continuación a través del orificio de drenaje 60 de escorias hasta que la punta de las lanzas 27 está por encima del nivel de las escorias 23. La presión hidrostática en el metal fundido subyacente se reduce de manera que el nivel de metal en el antecrisol 19 retrocede desde el nivel de un dique de desbordamiento 16. Sin embargo, la capa de escorias 23 seguirá por encima del nivel del orificio de drenaje 60 de escorias y el nivel de metal 24 al nivel 60 del drenaje de escorias.

35 La superficie 24 se hace descender más hasta un nivel por debajo del drenaje 60 de escorias sellando el orificio de drenaje 60 de escorias, abriendo el orificio de extracción de regulación 64, aumentando la presión en el espacio de gas 29 sobre el baño fundido y abriendo el orificio de extracción de regulación 64 en el antecrisol 19. La presión elevada en la cuba 11 fuerza el metal fundido a fluir desde la cuba 11, a través de la conexión 20 del antecrisol, al antecrisol 19 y saliendo a través del orificio de extracción de regulación. La presión aumenta en 5 a 40 kPa, y habitualmente en torno a 20 kPa. Se extrae suficiente metal fundido por medio del orificio de extracción de regulación 64 de manera que el nivel del baño fundido, una vez que la presión en el espacio de gas 29 se reduce a la presión atmosférica, estará suficientemente por debajo del nivel del orificio de drenaje 60 de escorias para exponer el revestimiento refractario que rodea el orificio de drenaje 60 de escorias que está corroído y que tiene que ser reemplazado. Adicionalmente, el nivel del metal fundido en el antecrisol disminuirá asimismo para proporcionar un acceso seguro para mantener el orificio de extracción 64 de regulación de metal.

40 Cuando es extraído el suficiente metal fundido y el revestimiento refractario afectado queda al descubierto, la presión en la cuba 11 se lleva a equilibrio con la presión del aire ambiente para permitir excavar un volumen 76 del revestimiento refractario 66 mediante perforación del núcleo. La excavación abre la cuba 11 al acceso directo desde el exterior de la cuba 11. El volumen 76 se selecciona para abarcar el revestimiento refractario corroído 66 a lo largo de la superficie de la pared caliente interior 90 del revestimiento refractario 66, tal como se muestra en la figura 4. Dado que el volumen se extiende a un nivel por debajo del canal de escorias, es importante que se extraiga el baño

ES 2 808 917 T3

fundido hasta un nivel que esté por debajo del nivel del punto más bajo del volumen 76, para contener escorias en la cuba 11 durante la excavación y sustitución del orificio de drenaje 60 de escorias del revestimiento refractario.

5 Con el volumen 76 excavado, se instala una pieza tubular refractaria de sustitución 88 en el volumen (figura 4). Se instalan baldosas refractarias de sustitución 72 detrás de la pieza tubular refractaria 88. Cada baldosa tiene una abertura central 71 (a cuyo través se pueden extraer las escorias) que está alineada con el canal 70 en la pieza tubular refractaria 88 para formar un canal continuo desde la superficie de pared interior 90 del revestimiento refractario 66 al exterior de la cuba. Las baldosas son retenidas en posición mediante cemento refractario 74.

10 Frente al procedimiento habitual de sellar las escorias 60 del orificio de drenaje de escorias con masa de taponamiento, el canal 70 de escorias es sellado colocando material refractario preformado, en forma de ladrillo refractario perforado centralmente 80, en el extremo del canal 70 de manera que queda expuesto al interior de la cuba 11. El ladrillo 80 está fabricado de un material refractario basado en cromo. Este se coloca manualmente en el extremo del canal 70 empujándolo a su posición con una barra o rodillo, de tal modo que el extremo expuesto del
15 ladrillo refractario 80 está sustancialmente enrasado con la superficie extrema expuesta de la pieza tubular 88 del refractario.

Un apisonado 82 con alto contenido en alúmina está situado en la pieza tubular 70 detrás del ladrillo refractario 80 para sellar mejor la pieza tubular 70 bajo las condiciones de alta temperatura experimentadas en el revestimiento refractario 66. Sin embargo, se apreciará que se pueden utilizar alternativamente otras formas de material que
20 pueden resistir altas temperaturas, en lugar del apisonado 82 con alto contenido en alúmina. La parte exterior de la pieza tubular 70 es sellada con compresión fuerte 84 en forma de lodo fenólico. Sin embargo, se pueden utilizar alternativamente otros materiales adecuados para sellar el extremo posterior de la pieza tubular 70.

25 En caso de que el ladrillo refractario 80 sobresalga ligeramente, o esté ligeramente rebajado desde la superficie de la pared interior, el lavado con escorias corroerá los bordes o esquinas que sobresalen de la superficie de la pared interior y la pieza tubular 88. Por lo demás, se prevé que la corrosión del ladrillo 80 y de la pieza tubular 88 será similar a la corrosión del revestimiento refractario 66 en la cuba 11.

30 Para drenar escorias a través del drenaje de escorias reconstruido 60, el ladrillo 80, el apisonado 82 y el sello de masa de taponamiento 84 son excavados perforando con un punzón (no mostrado) u otra broca adecuada. Una vez se ha completado el drenaje de escorias, se coloca un nuevo ladrillo al final del canal 70, y el canal 70 se sella de la manera descrita anteriormente. Este proceso se puede repetir según se requiera, hasta que se haga necesario
35 sustituir la pieza tubular 88. En este caso, se utiliza el proceso para sustituir la pieza tubular 88 que se ha descrito anteriormente. Se prevé que la perforación durante cada drenaje de escorias puede aumentar la sección transversal del canal 70. En algún momento, el ladrillo 80 no sellará adecuadamente el canal 70 en una posición cómoda en el canal 70. Es este el momento en que la pieza tubular será sustituida mediante el procedimiento descrito anteriormente.

40 El solicitante reconoce que sellar la pieza tubular 88 con el ladrillo refractario 80 reduce el efecto corrosivo de las escorias de alto contenido en FeO durante tiempos de producción normales. Específicamente, el ladrillo refractario 80 es resistente a la corrosión por las escorias de alto contenido en FeO de forma similar a la pieza tubular refractaria 88 y al resto del revestimiento refractario 66. Esto significa que, durante la producción normal, la pieza tubular 88 y el canal 70 son menos susceptibles a la corrosión que cuando el canal 70 se llena con lodo fenólico, que
45 se disuelve gradualmente para dejar expuesto el canal 70. Se espera que esta susceptibilidad reducida a la corrosión tenga como resultado que sea menos probable que el drenaje de escorias forme un patrón de corrosión en forma de embudo.

Se espera asimismo que la corrosión reducida durante los tiempos de producción reduzca la frecuencia de
50 mantenimiento del drenaje de escorias. Aunque la corrosión del drenaje de escorias seguirá ocurriendo como resultado de drenar escorias, el procedimiento descrito anteriormente para sustituir la pieza tubular 88 se puede utilizar siempre que sea necesario.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de sellado de un drenaje de escorias en una cuba de fundición directa (11) para contener un baño fundido (22) de escorias y metal fundido, comprendiendo la cuba de fundición directa (11) por lo menos una lanza de inyección de sólidos (27) que se extiende hacia abajo y hacia dentro a través de una pared lateral revestida con refractario (14) de la cuba (11) para inyectar material metalífero y/o material carbonoso, comprendiendo el drenaje de escorias un canal de drenaje (60) de escorias que se extiende desde un extremo de entrada en una superficie interior de la pared lateral revestida de refractario (14) en la cuba de fundición directa (11), estando expuesto el extremo de entrada al baño fundido (22), en una posición en, o cerca del exterior de la cuba de fundición directa (11), comprendiendo el procedimiento situar un material refractario preformado (80) en el extremo de entrada del canal (60) de tal modo que esté expuesto al baño fundido (22) y sellar el canal (60) con material de sellado (82) aguas abajo del material refractario preformado (80), donde el material de sellado (82) introducido aguas abajo del material refractario preformado (80) incluye un material de taponamiento basado en alúmina, y donde el material refractario preformado (80) es un material refractario sólido (80) basado en cromo.
2. Procedimiento, según se define en la reivindicación 1, en el que el material refractario preformado (80) está posicionado enrasado con la superficie interior de la pared lateral revestida con refractario.
3. Procedimiento, según se define en la reivindicación 1 o la reivindicación 2, en el que el material refractario preformado (80) tiene propiedades resistentes a la corrosión que son similares al revestimiento refractario circunstante.
4. Procedimiento, según se define en la reivindicación 1, en el que el material de sellado (82) introducido aguas abajo del material refractario preformado (80) incluye alquitrán o masa de taponamiento de base fenólica aguas abajo del material de taponamiento basado en alúmina.
5. Procedimiento, según se define en cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el material refractario preformado (80) puede ser un ladrillo refractario.
6. Procedimiento para mantener un canal de drenaje (60) de escorias formado en un revestimiento refractario de una cuba de fundición directa (11) que contiene un baño fundido (22) de escorias y metal fundido y tiene un antecrisol con un dique de desbordamiento para descargar metal fundido, incluyendo el procedimiento:
- (a) reducir la capa de escorias y metal de la cuba de fundición directa (11) en condiciones de funcionamiento normales;
- (b) taponar el canal de drenaje (60) de escorias para detener el flujo de escorias cuando se considera que el nivel está suficientemente bajo como para permitir actividades de mantenimiento adicionales;
- (c) abrir un orificio de extracción situado en el antecrisol, por debajo del dique de desbordamiento, para extraer más metal,
- (d) aumentar la presión de la cuba de gas en la cuba de fundición directa (11) para hacer que el metal fundido fluya desde la cuba de fundición directa (11) al antecrisol para reducir más el nivel de metal en la cuba (11) por debajo del drenaje de escorias y el orificio de extracción del antecrisol cuando la presión del gas se reduce a la presión atmosférica; y
- (e) ajustar la presión en la cuba (11) a la presión atmosférica y retirar una sección del revestimiento refractario que rodea el canal de drenaje (60) de escorias para formar un canal alargado, e instalar una pieza tubular refractaria en el canal alargado, incluyendo la pieza tubular un canal (60) para drenar escorias.
7. Procedimiento, según se define en la reivindicación 6, que incluye la etapa (f) como una etapa adicional que incluye sellar el canal de drenaje (60) de escorias de acuerdo con el procedimiento de sellado definido en cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, y taponar el orificio de extracción del antecrisol.
8. Procedimiento, según se define en la reivindicación 6 o la reivindicación 7, donde el procedimiento incluye mantener suficientes escorias y metal fundido en la cuba (11) para permitir el comienzo de un proceso de fundición directa sin introducción adicional de metal fundido en la cuba (11) desde un suministro externo.
9. Procedimiento, según se define en cualquiera de las reivindicaciones 6 a 8, en el que reducir la capa de escorias incluye extraer escorias desde un orificio de extracción sobre el canal de drenaje de escorias.
10. Procedimiento, según se define en cualquiera de las reivindicaciones 6 a 9, en el que reducir la capa de escorias incluye drenar escorias a través del canal de drenaje (60) de escorias durante el aumento de presión, de tal modo que, después del aumento de presión, el nivel del baño fundido (22) está por debajo del nivel del canal de drenaje (60) de escorias.

11. Procedimiento, según se define en cualquiera de las reivindicaciones 6 a 10, donde el procedimiento incluye hacer que la presión aumente controlando el flujo de gases de salida de la cuba por medio de operaciones de procesamiento de los gases de salida aguas abajo.

5
12. Cuba de fundición directa (11) con secciones revestidas con refractario para contener un baño fundido (22) de escorias y metal fundido, incluyendo la cuba de fundición directa (11) un drenaje de escorias que incluye una pieza tubular de material refractario (80) instalada en una sección revestida con refractario y que incluye un canal de drenaje (60) de escorias a través de la pieza tubular, y donde un extremo de entrada del drenaje de escorias es taponado con un ladrillo refractario preformado, donde el material de sellado (82) introducido aguas abajo del material refractario preformado (80) incluye un material de taponamiento basado en alúmina, y donde el material refractario preformado (80) es un refractario sólido basado en cromo.

10

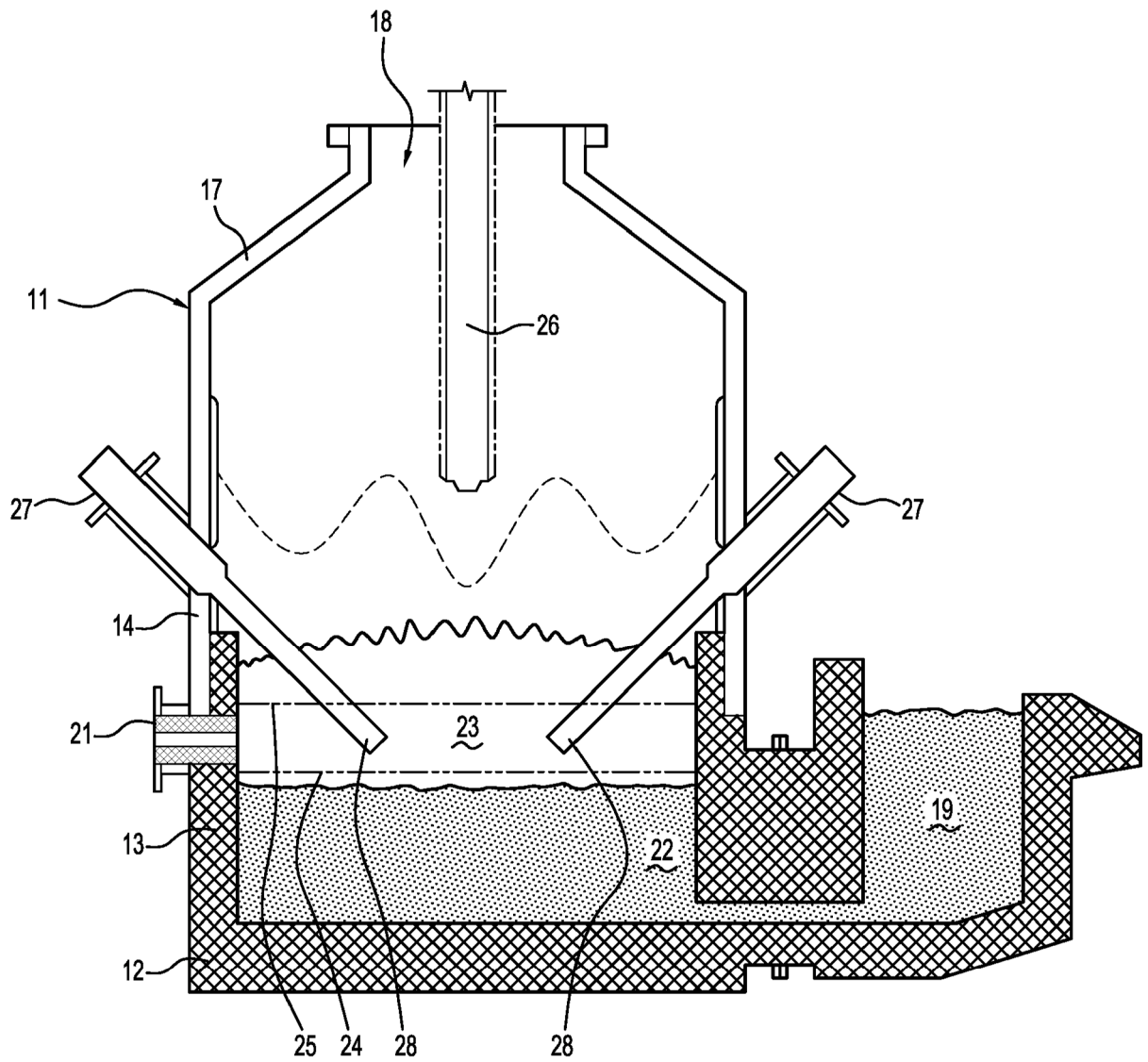


Figura 1

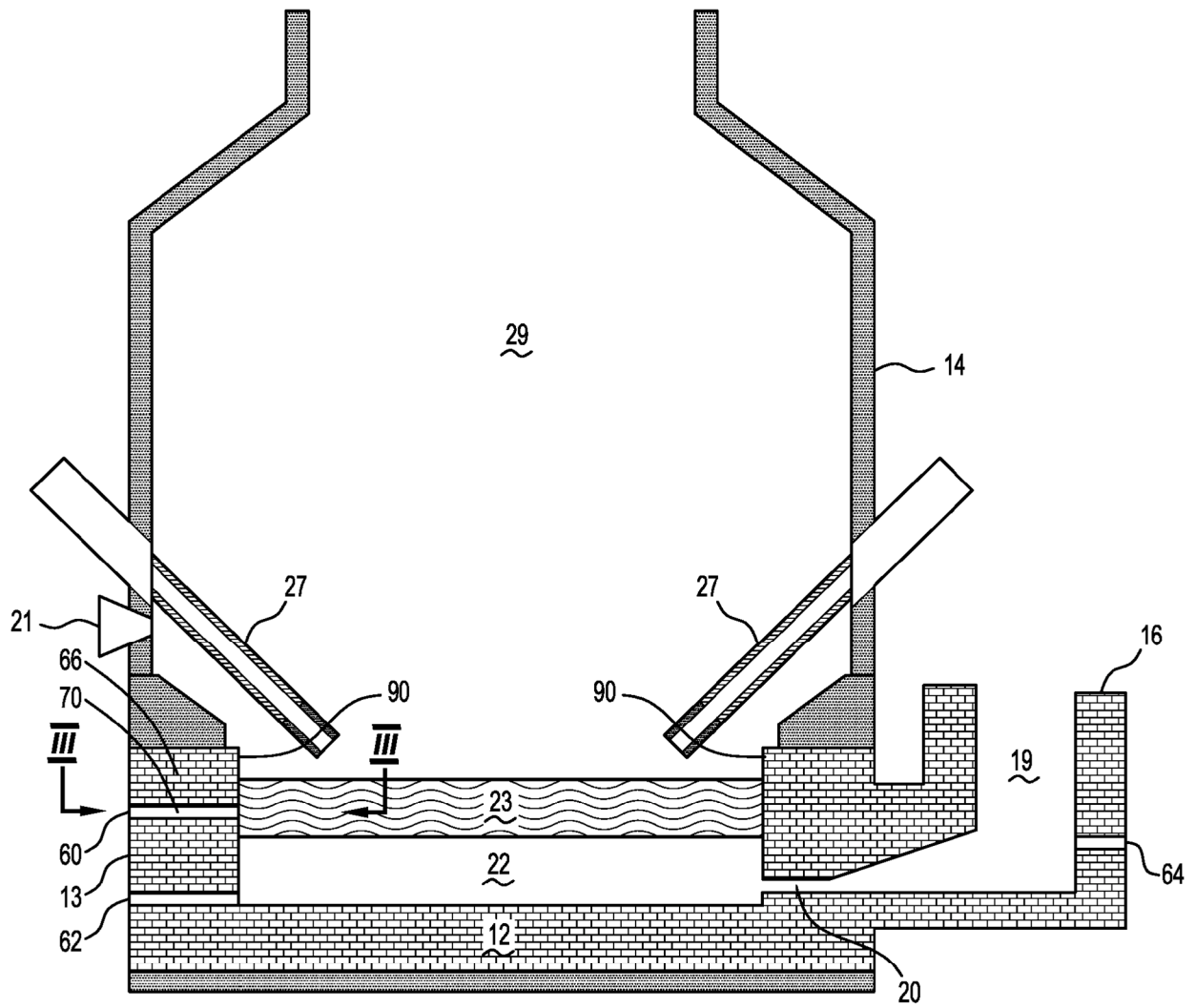


Figura 2

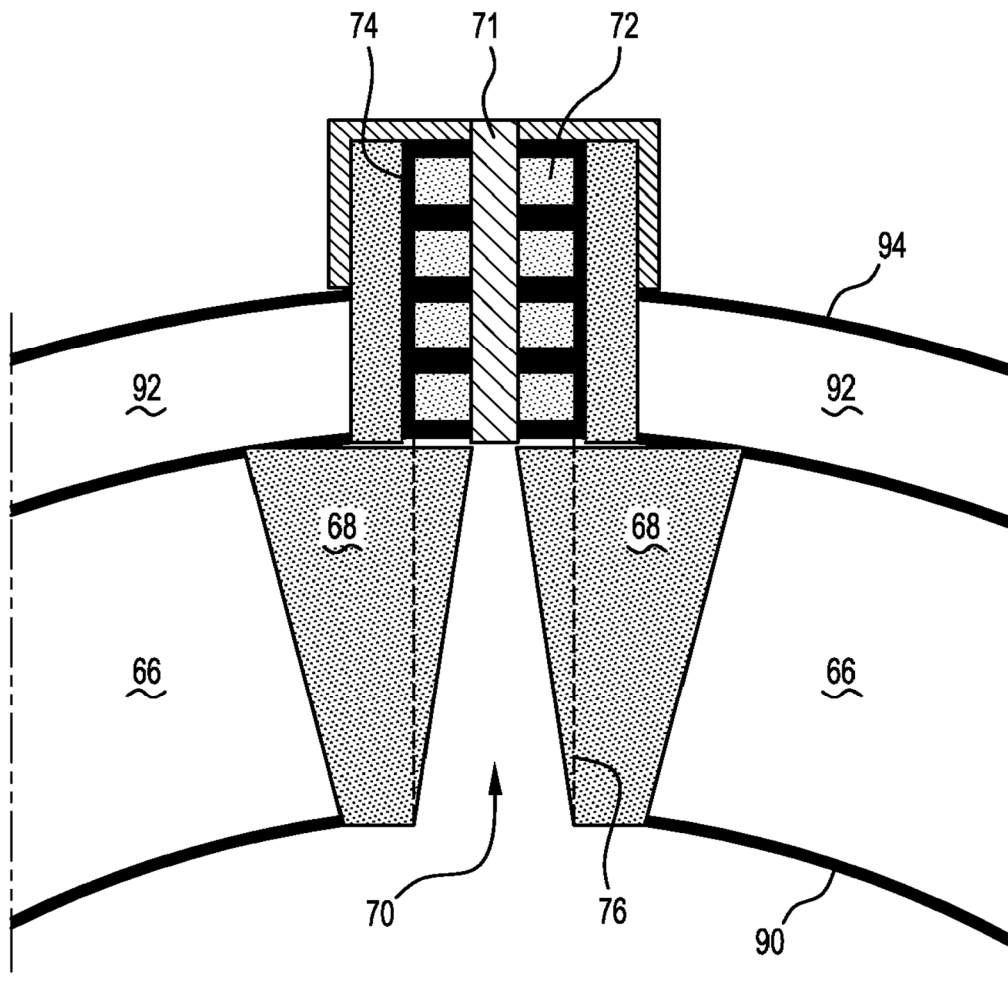


Figura 3

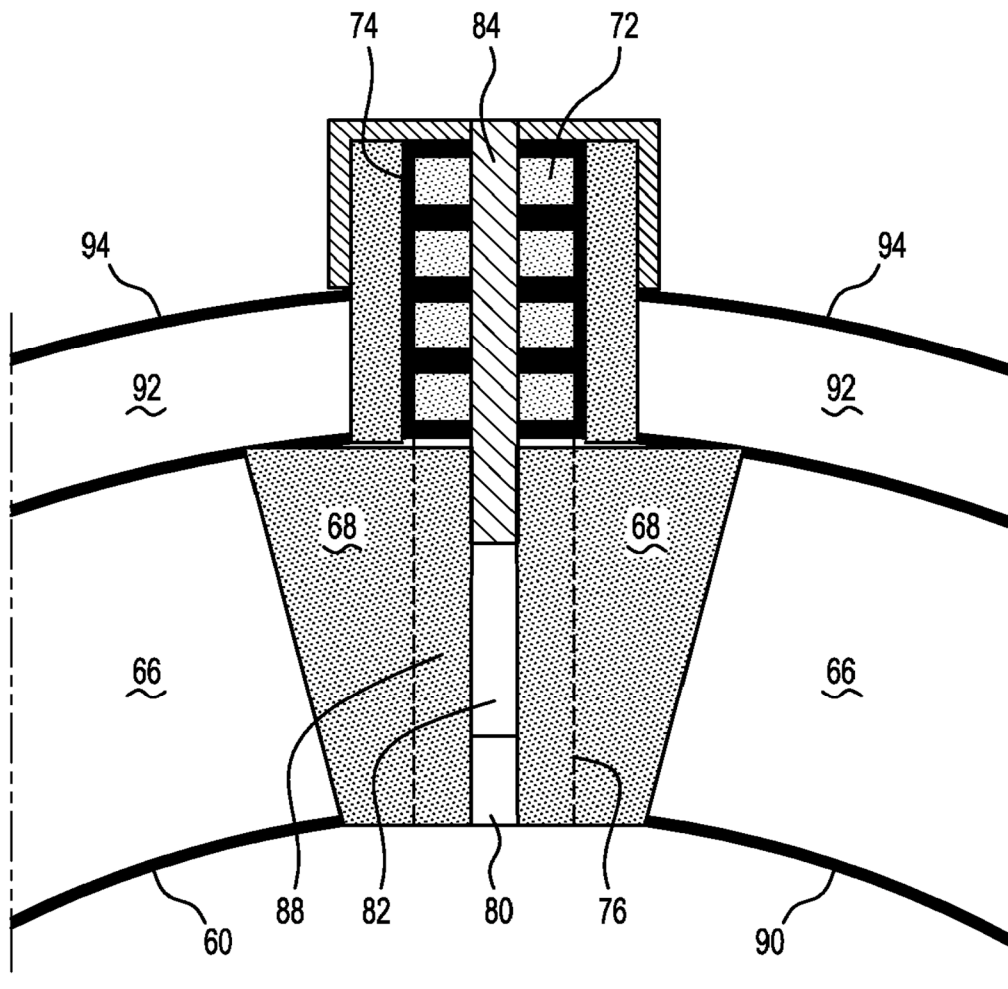


Figura 4

REFERENCIAS CITADAS EN LA DESCRIPCIÓN

5 *Esta lista de referencias citada por el solicitante es únicamente para mayor comodidad del lector. No forman parte del documento de la Patente Europea. Incluso teniendo en cuenta que la compilación de las referencias se ha efectuado con gran cuidado, los errores u omisiones no pueden descartarse; la EPO se exime de toda responsabilidad al respecto.*

Documentos de patentes citados en la descripción

- AU 9900884 W
- WO 00022176 A
- WO 9425630 A1
- JP H08150449 B
- US 4637590 A
- US 2011203415 A
- EP 0046473 A

10