

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11) Número de publicación: **2 892 298**

51) Int. Cl.:

| | |
|-------------------|-----------|
| F28D 21/00 | (2006.01) |
| C21B 7/12 | (2006.01) |
| C21B 7/10 | (2006.01) |
| C21C 5/46 | (2006.01) |
| F27B 3/24 | (2006.01) |
| F27B 14/00 | (2006.01) |
| F27B 14/08 | (2006.01) |
| F27B 14/10 | (2006.01) |
| F27D 1/12 | (2006.01) |
| F28D 15/02 | (2006.01) |

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86) Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **02.05.2017 PCT/AU2017/050400**
- 87) Fecha y número de publicación internacional: **09.11.2017 WO17190185**
- 96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **02.05.2017 E 17792284 (6)**
- 97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **04.08.2021 EP 3452770**

54) Título: **Proceso y aparatos de fundición**

30) Prioridad:

02.05.2016 AU 2016901601

45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
03.02.2022

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:

IZQUIERDO BLANCO, María Alicia

ES 2 892 298 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

Proceso y aparatos de fundición

5 **CAMPO TÉCNICO**

[0001] La presente invención se refiere a un procedimiento y un aparato para la fundición directa de un material metalífero, tal como un material que contiene hierro (tal como un mineral de hierro) o una escoria de óxido de titanio o un material que contiene cobre.

10 [0002] La presente invención se refiere particularmente a la fundición de un material metalífero en un recipiente de fusión directa que contiene un baño fundido que tiene un metal fundido y una capa de escoria fundida y tiene una solera revestida refractaria que requiere refrigeración para maximizar la vida útil de la solera. La presente invención se refiere particularmente al enfriamiento de la solera revestido con material refractario del recipiente de fundición
15 directa para maximizar la vida operativa de la solera.

ANTECEDENTES

20 [0003] Hay una serie de procesos de fundición basados en baño fundido conocidos.

[0004] Un proceso de fundición fundido basados en un baño que se denomina generalmente como el proceso "Hlsmelt" se describe en un número considerable de patentes y solicitudes de patente en nombre del solicitante.

25 [0005] Otro procedimiento de fusión basado en un baño fundido se denomina en lo sucesivo como el proceso "Hlsarna". El proceso y el aparato de Hlsarna se describen en la solicitud internacional PCT/AU99/00884 (WO 00/022176) a nombre del solicitante.

[0006] Otros procesos de fundición basados en un baño fundido conocidos incluyen a modo de ejemplo solamente, los procesos para la fundición de escoria de titania y para la fundición que contiene cobre de material.

30 [0007] La siguiente descripción de la invención se centra en la Hlsmelt y los procesos Hlsarna.

[0008] Los procesos de Hlsmelt y la Hlsarna están asociados particularmente con la producción de hierro fundido de hierro mineral o de otro material que contiene hierro.

35 [0009] En el contexto de la producción de hierro fundido, el proceso Hlsmelt incluye las etapas de:

- 40 (a) formar un baño de hierro fundido y escoria fundida en una cámara de fusión de un recipiente de fusión;
(b) inyectar en el baño: (i) mineral de hierro, típicamente en forma de finos; y (ii) un material carbonoso sólido, típicamente carbón, que actúa como reductor del material de alimentación del mineral de hierro y como fuente de energía; y
(c) fundir mineral de hierro en hierro en el baño.

45 [0010] El término "fundición" se entiende en el presente documento en el sentido de significar el proceso térmico en el que las reacciones químicas que reducen los óxidos metálicos tienen lugar para producir metal fundido.

[0011] El proceso de Hlsmelt permite que se produzcan grandes cantidades de hierro fundido, típicamente al menos 0,5 Mt/a, por fundición en un único recipiente compacto.

50 [0012] El proceso de Hlsarna se lleva a cabo en un aparato de fundición que incluye (a) un recipiente de fusión que incluye una cámara de fundición y lanzas para inyectar sólidos materiales de alimentación y el gas que contiene oxígeno en la cámara de fundición y está adaptado para contener un baño de metal fundido y escoria y (b) un ciclón fundido para pretratar un material de alimentación metalífero que se coloca encima y se comunica directamente con el recipiente de fundición.

55 [0013] El término "ciclón de fusión" se entiende en el presente documento para referirse a un recipiente que típicamente define una cámara cilíndrica vertical y está construido de manera que los materiales de alimentación suministrados a la cámara se mueven en un camino alrededor de un eje central vertical de la cámara y pueden soportar altas temperaturas de funcionamiento suficientes para fundir al menos parcialmente los materiales de alimentación metalíferos.

60 [0014] El proceso de Hlsarna es un proceso en contracorriente en dos etapas. El material de alimentación metalífero se calienta y se reduce parcialmente por los gases de reacción que salen del recipiente de fundición (con la adición de gas que contiene oxígeno) y fluye hacia abajo al recipiente de fundición y se funde a hierro fundido en la cámara de fundición del recipiente de fundición. En un sentido general, esta disposición en contracorriente aumenta la productividad y la eficiencia energética.

65

[0015] El término "antecrisol" se entiende en este documento para significar una cámara de un recipiente de fusión que está abierto a la atmósfera y está conectada a una cámara de fusión del recipiente de fusión a través de un paso (denominado en este documento como una "conexión antecrisol") y, en condiciones de funcionamiento estándar, contiene metal fundido en la cámara, estando la conexión de antemano completamente llena de metal fundido.

[0016] La publicación internacional WO 00/01854 en el nombre del solicitante describe un recipiente de fusión directa que es un ejemplo de un recipiente que se puede utilizar en los procesos de Hismelt y Hlsarna y comprende una solera formada de material refractario y las paredes laterales extendiéndose hacia arriba desde los lados de la solera, con las paredes laterales que incluyen paneles refrigerados por agua, y un frente conectado a la cámara de fundición a través de una conexión de frente que permite el flujo continuo de producto metálico desde los recipientes. La divulgación en la publicación internacional se incorpora aquí por referencia cruzada.

[0017] Los procesos de Hismelt y la Hlsarna están muy agitados y esto da lugar al desgaste refractario de la parte superior de la solera debido a los ataques químicos y desgaste físico por la escoria fundida y el lavado metal fundido y las salpicaduras contra el material refractario en la parte superior de la solera. Este desgaste es mayor que el que se experimenta típicamente en las soleras de los altos hornos en los que el metal caliente y la escoria están relativamente en reposo.

[0018] Con el fin de minimizar el desgaste refractario mencionado en el párrafo anterior, la publicación internacional WO 2015/081376 en nombre del solicitante describe el uso de tubos de calor posicionados en una solera revestida refractaria de un recipiente de fusión, tales como a modo de ejemplo, sólo un recipiente de fundición directo para los procesos Hismelt y Hlsarna, para reducir significativamente el desgaste refractario del material refractario de la solera debido al contacto con material fundido en forma de escoria fundida o metal fundido. Los tubos de calor permiten utilizar una gama más amplia de materiales refractarios en la solera que antes y obtener beneficios operativos como consecuencia de la selección de materiales más amplia.

[0019] El término "tubo de calor" se entiende en este documento para significar un tubo alargado sellado que las transferencias de calor sin conducción directa como mecanismo principal, utilizando un fluido, tal como agua, dentro del tubo que tiene una fase líquida que se vaporiza a un extremo caliente del tubo en las condiciones en las que se encuentra el extremo caliente y forma una fase de vapor que se condensa en un extremo más frío del tubo para formar una fase líquida y, por lo tanto, libera calor, con la fase líquida fluyendo desde el extremo más frío al extremo caliente del tubo.

[0020] La descripción anterior no debe ser tomada como una admisión del conocimiento general común en Australia o en cualquier otro documento

WO 2015/081376 A1 describe un recipiente de fusión (4) para producir metal fundido que incluye una solera revestida refractoria que en uso es en contacto con escoria fundida o metal fundido en el recipiente de fundición, y la solera incluye una pluralidad de tubos de calor (2.1) colocados en un revestimiento refractario de al menos una parte de la solera para enfriar el revestimiento refractario. El documento US 5379831 describe un intercambiador de calor de tubería de calor que utiliza un fluido de trabajo tal como agua que incorpora medios de calentamiento para evitar la congelación del fluido de trabajo cuando el intercambiador de calor no está operativo. Estos medios de calentamiento están ubicados en o cerca de la tubería de calor en la región inferior del intercambiador de calor para evitar la congelación del fluido de trabajo. Los gases atrapados dentro de la tubería de calor causados por la reacción del fluido de trabajo con la metalurgia de la tubería se liberan calentando el fluido de trabajo con los medios de calentamiento para aumentar la presión del gas dentro de la tubería de calor hasta que la presión sea mayor que la presión externa del tubo de calor. Se usa un medio de ventilación para ventilar los gases atrapados del tubo de calor debido a la fuerza de la presión dentro del tubo de calor. El documento US 2010/158794 A1 divulga una tubería de calor y se proporciona un método para operar una tubería de calor de dicho tipo, cuya tubería de calor permanece activa durante un período de tiempo relativamente largo, en particular cuando se usa en una atmósfera de gasificación presurizada, es decir, en un ambiente rico en hidrógeno.

Un tubo de calor que comprende un recinto tubular sellado alargado que define una cavidad de trabajo cerrada y que tiene agua dispuesta dentro de la cavidad de trabajo como fluido de trabajo se describe en el documento WO 90/04748 A1. El recinto está formado por un material que reacciona con el agua para generar gas hidrógeno.

En el documento US2004194311 se describen un método y un aparato para eliminar gas sin condensación dentro de una tubería de calor. Se llena una cantidad predeterminada de fluido de trabajo en el tubo de calor con una abertura formada en un extremo superior. El tubo de calor se calienta para obtener el fluido de trabajo con una temperatura saturada y luego se mantiene la temperatura saturada para que el fluido de trabajo se evapore y hierva, de modo que el gas sin condensación sea expulsado por el vapor del fluido de trabajo.

El documento US2006144230 describe un aparato y un método para eliminar gas sin condensación en una tubería de calor. En este método, una almohadilla elástica se apoya contra una abertura de un cuerpo de tubería del tubo de calor después de que se llena un fluido de trabajo en el tubo de calor. A continuación, se calienta el tubo de calor para eliminar el gas sin condensación por diferencia de presión.

RESUMEN DE LA DESCRIPCIÓN

[0021] La presente invención se refiere a mejorar el rendimiento de los tubos de calor del tipo descrito en la publicación

internacional WO 2015/081376, y tomando nota de que la presente invención no se limita a estas tuberías de calor. Más particularmente, la presente invención se ocupa de minimizar el riesgo de liberación incontrolada de fluido de transferencia de calor de los tubos de calor en un recipiente de fundición directo que podría presentar problemas operativos y de seguridad para el recipiente de fundición. Por ejemplo, en una situación en la que el fluido caloportador es agua, la presente invención se ocupa de minimizar el riesgo de liberación incontrolada de agua de los caloductos que podrían provocar la generación de grandes cantidades de vapor en un recipiente de fundición, lo que podría presentar cuestiones operacionales y de seguridad para el recipiente de fundición.

[0022] La invención se hizo en el curso del trabajo de desarrollo en el recipiente de fusión con tubos de calor descritos en la publicación internacional WO 2015/081376.

[0023] Durante el curso del trabajo de desarrollo, el solicitante se dio cuenta de que es importante para tubos de calor de diseño hacer frente a los tubos de calor de forma inesperada en su defecto, por ejemplo, cuando las tuberías de calor estallan cuando las presiones y/o la temperatura interna excede un límite de diseño y las tuberías de calor fallan como consecuencia. A modo de ejemplo, el solicitante descubrió que la falla de la tubería de calor es un problema potencial cerca del final de la vida útil del diseño operativo de una tubería de calor cuando la tubería ha estado bajo demasiada carga de calor durante un período de tiempo demasiado largo.

En términos generales, la presente invención proporciona un recipiente de fundición para producir metal fundido que incluye una solera revestida refractaria que, en uso, está en contacto con escoria fundida o metal fundido en el recipiente, incluyendo la solera una pluralidad de tubos de calor colocados en un revestimiento refractario de al menos una parte de la solera para enfriar al menos una parte del revestimiento refractario, estando al menos uno de los tubos de calor adaptado para contener:

una fase líquida de un fluido caloportador, típicamente agua, en una sección inferior del tubo de calor; una fase de vapor del fluido caloportador, típicamente vapor, en una sección superior del tubo de calor; y un orificio de ventilación incluye un tubo que se extiende dentro del tubo de calor, comprendiendo el tubo de calor: un extremo abierto, que está dentro del tubo de calor y adaptado para comunicarse con la fase de vapor, y un extremo cerrado, que está fuera del tubo de calor, en el que, el extremo cerrado del tubo está configurado para abrirse cuando la presión de vapor o la temperatura en el tubo de calor excede un umbral predeterminado de presión o temperatura, para permitir que la fase de vapor y no la fase líquida escape del tubo de calor a reduzca la presión o la temperatura dentro del tubo de calor.

[0024] La presión de vapor o la temperatura en el tubo de calor es superior a una presión de umbral predeterminado o la temperatura se selecciona sobre la base de ser una indicación de que el tubo de calor ya no está funcionando eficazmente y hay un riesgo de fallo no controlado del tubo de calor con posible liberación de agua de la tubería de calor al metal fundido o escoria fundida en el recipiente de fundición.

[0025] La presión de umbral o temperatura se selecciona para hacer que la ventilación se abra antes de que haya un fallo incontrolado de la tubería de calor. La presión o temperatura umbral predeterminada puede ser el límite de diseño de presión y temperatura para la tubería de calor en condiciones operativas estándar. La presión o temperatura umbral predeterminada puede ser el límite de diseño de presión o temperatura para la tubería de calor más un margen por encima del límite de diseño.

[0026] El orificio de ventilación está adaptado para permitir que la fase de vapor y no la fase líquida se escapen del tubo de calor y para retener la fase líquida en el tubo de calor. Esto es ventajoso porque la fase líquida es más volátil si entra en contacto con metal fundido y escoria fundida en el recipiente de fundición y la volatilidad puede tener un impacto en el rendimiento operativo y de seguridad del recipiente de fundición. Como se mencionó anteriormente, en una situación en la que el fluido de transferencia de calor es agua, la liberación incontrolada de agua de los tubos de calor podría causar la generación de grandes cantidades de vapor en el recipiente de fundición, lo que podría presentar problemas operativos y de seguridad para el recipiente de fundición. El orificio de ventilación puede estar adaptado para permitir que la fase de vapor y no la fase líquida escape del tubo de calor y retenga la fase líquida en el tubo de calor a modo de ejemplo debido a la ubicación del orificio de ventilación en el tubo de calor.

[0027] El orificio de ventilación puede ser cualquier abertura adecuada en el tubo de calor que está cerrado en condiciones normales de funcionamiento en las que el tubo de calor está funcionando correctamente, es decir, debajo de la presión umbral predeterminada o la temperatura, y se abre y permite que la fase de vapor se escape de la tubería de calor para reducir la presión o la temperatura dentro de la tubería de calor cuando la presión o la temperatura en la tubería de calor excede el umbral de presión o temperatura predeterminado.

[0028] El orificio de ventilación puede permitir que la fase de vapor se escape desde el tubo de calor en el revestimiento refractario de la solera del recipiente. El orificio de ventilación puede permitir que la fase de vapor escape hacia la escoria fundida o el metal fundido. El orificio de ventilación puede permitir que la fase de vapor se escape al exterior del recipiente.

[0029] La preferencia para que el orificio de ventilación permita que el vapor de fase y no en fase líquida se escape de los tubos de calor restringe la ubicación del orificio de ventilación en el calor de tubo que debe tenerse en cuenta

en el diseño del recipiente.

- 5 **[0030]** El orificio de ventilación incluye un tubo que se extiende en el tubo de calor y tiene un extremo abierto que está dentro del calor de tubo y se comunica sólo con la fase de vapor (bajo condiciones de explotación estándar) y un extremo cerrado que está fuera del tubo de calor, siendo el extremo cerrado formado de modo que, en uso, el extremo cerrado se abre y permite que la fase de vapor y no la fase líquida escape del tubo de calor para reducir la presión o la temperatura dentro del tubo de calor cuando la presión de vapor o la temperatura en el tubo de calor excede la presión o temperatura umbral predeterminada y, por lo tanto, minimiza el riesgo de falla incontrolada de la tubería de calor. En consecuencia, en esta condición, la fase líquida se retiene en el tubo de calor o se vaporiza progresivamente y se ventila desde el tubo de calor.
- 10
- 15 **[0031]** El extremo cerrado del tubo respirador puede estar en la forma de un tapón que se abre o un fusible que se funde cuando la presión de vapor o la temperatura en el tubo de calor excede la presión de umbral predeterminado o la temperatura. La invención no se limita a estas opciones para formar el extremo cerrado y se extiende a cualquier opción que se abra en respuesta a la temperatura o presión dentro del tubo de calor que exceda el umbral predeterminado. A modo de ejemplo, el extremo cerrado del tubo respirador puede formarse como un pellizco de soldadura fría del extremo del tubo respirador que se abre cuando la temperatura o la presión dentro del tubo de calor superan el umbral predeterminado.
- 20 **[0032]** El tubo de calor puede ser en forma de un tubo hueco alargado que contiene la fase líquida en una sección inferior del tubo y la fase de vapor en una sección superior del tubo.
- [0033]** El tubo de calor puede incluir una pared de extremo inferior.
- 25 **[0034]** El tubo de calor puede incluir una pared de extremo superior.
- [0035]** El tubo de calor puede incluir una pared lateral.
- 30 **[0036]** El orificio de ventilación puede estar en la pared lateral por encima del nivel de la fase líquida en el tubo de calor.
- [0037]** El orificio de ventilación puede estar en la pared superior del tubo de calor.
- 35 **[0038]** El tubo respirador puede extenderse a través del extremo inferior de la pared. El tubo puede extenderse a través de la pared lateral por debajo del nivel de la fase líquida en el tubo de calor. Con ambas disposiciones, como se describió anteriormente, el extremo abierto del tubo de calor está dentro del tubo de calor y se comunica solo con la fase de vapor (en condiciones operativas estándar) y el extremo cerrado está fuera del tubo de calor.
- 40 **[0039]** Los tubos de calor pueden estar posicionados de modo que no se extienden fuera del recipiente de fusión.
- [0040]** La solera revestida refractaria puede incluir una parte superior que en uso está en contacto con la escoria fundida en una escoria zona en el recipiente y una parte inferior que en uso está en contacto con metal fundido en una zona de metal en el recipiente.
- 45 **[0041]** Los tubos de calor se pueden colocar en el revestimiento refractario de la parte superior de la solera para enfriar el revestimiento refractario.
- [0042]** Los tubos de calor pueden ser cualquier forma adecuada.
- 50 **[0043]** Los tubos de calor pueden incluir secciones inferiores que están dispuestas para extenderse verticalmente en el revestimiento refractario.
- [0044]** Las secciones inferiores pueden ser secciones rectas.
- 55 **[0045]** Las secciones inferiores pueden estar conformadas, por ejemplo curvadas, teniendo en cuenta la geometría de la solera.
- [0046]** Las secciones inferiores de los tubos de calor pueden ser paralelas entre sí.
- 60 **[0047]** Las secciones inferiores de los tubos de calor pueden ser separadas una de otra.
- [0048]** La separación de las secciones inferiores de los tubos de calor puede ser la misma.
- [0049]** La separación de las secciones inferiores de los tubos de calor puede ser diferente.
- 65 **[0050]** La separación de las secciones inferiores de los tubos de calor puede ser la misma en una sección de la solera

y diferente en otra sección de la solera.

[0051] Por ejemplo, puede ser relativamente más tubos de calor en áreas que necesitan más de refrigeración. A modo de ejemplo, el área de un orificio de grifo de drenaje de escoria puede requerir enfriamiento adicional.

[0052] Hay una serie de factores que son relevantes a la selección de la distancia de los tubos de calor, incluyendo, a modo de ejemplo, las posiciones de los tubos de calor, la cantidad de calor que se extrae del material refractario, la conductividad térmica y otras características relevantes del material refractario, y la conductividad térmica de los tubos de calor.

[0053] Los tubos de calor pueden estar situados completamente alrededor de la solera.

[0054] Los tubos de calor pueden estar situados en un anillo completamente alrededor de la solera.

[0055] Los tubos de calor se pueden colocar en una pluralidad de anillos radialmente espaciados completamente alrededor de la solera.

[0056] Los tubos de calor de un anillo pueden estar escalonados circunferencialmente con respecto a los tubos de calor de un anillo radialmente hacia fuera o radialmente hacia dentro.

[0057] Los tubos de calor pueden ser de la misma longitud.

[0058] Los tubos de calor pueden ser de diferentes longitudes.

[0059] La longitud de los tubos de calor puede aumentar con el espaciamiento radial de los tubos de calor desde una superficie interior de la solera en el que se encuentran los tubos de calor.

[0060] El revestimiento refractario de la solera en el que están situados tubos de calor puede tener una superficie interior cilíndrica antes del comienzo de una campaña de fusión en el recipiente.

[0061] El recipiente puede incluir un enfriador de zona de escoria posicionado en el revestimiento refractario de la solera para la refrigeración del revestimiento refractario, estando las tuberías de calor colocadas por debajo del enfriador de zona de escoria, con secciones superiores de los tubos de calor que están en relación de transferencia de calor con el enfriador de la zona de escoria para transferir calor desde los tubos de calor al enfriador de la zona de escoria.

[0062] El enfriador de zona de escoria puede ser del tipo descrito en la publicación internacional WO 2007/134382 en nombre del solicitante.

[0063] El enfriador de zona de escoria puede estar formado como un anillo por una pluralidad de elementos de refrigeración.

[0064] Cada elemento enfriador puede estar conformado como un segmento del anillo, con las paredes laterales que se extienden radialmente de anillo.

[0065] Cada elemento enfriador puede comprender una estructura cáscara de parte trasera abierta colada que tiene una pared de base, un par de paredes laterales, una pared frontal y una pared superior formada integralmente en la estructura de carcasa de fundición y la incorporación de pasos de flujo de refrigerante para el flujo de refrigerante a su través.

[0066] Los tubos de calor pueden incluir secciones superiores que están dispuestas para extenderse radialmente en las proximidades del enfriador de zona de escoria para maximizar la transferencia de calor a la zona de escoria más fresca.

[0067] A modo de ejemplo, los tubos de calor pueden ser generalmente boca abajo en forma de L o en forma de palo de hockey con secciones inferiores que se extienden verticalmente y radialmente o secciones superiores que se extienden generalmente radialmente.

[0068] El recipiente puede incluir paredes laterales que se extienden hacia arriba desde la solera y una pluralidad de paneles de enfriamiento colocados alrededor de las paredes laterales a fin de formar un interior de revestimiento en las paredes laterales.

[0069] El recipiente puede incluir un dispositivo para la toma de metal fundido y un dispositivo para la toma de escoria del recipiente, una o más de una lanza para el suministro de materiales de alimentación sólidos incluyendo material metalífero sólido y/o material carbonoso en el recipiente, y una o más de una lanza para suministrar un gas que contiene oxígeno al recipiente para postcombustir los productos de reacción gaseosos generados en el proceso de

fundición directa.

[0070] El dispositivo para la toma de metal fundido puede ser un antecrisol.

5 **[0071]** El recipiente puede incluir un ciclón de fusión para reducir parcialmente y fundir parcialmente material metálico sólido para el recipiente situado por encima del recipiente.

10 **[0072]** El recipiente puede ser adaptado, a modo de ejemplo, para la producción de aleaciones que contienen hierro mediante un proceso de fusión directa fundido basado en baño. De acuerdo con la invención, se proporciona un conjunto de (a) un elemento enfriador de la zona de escoria para enfriar una parte de una solera revestida refractaria de un recipiente de fundición y (b) tubos de calor en relación de transferencia de calor con el enfriador de la zona de escoria para transferir calor de los tubos de calor al enfriador de la zona de escoria, con al menos uno de los tubos de calor adaptado para incluir (i) una fase líquida de un fluido caloportador, típicamente agua, en una sección inferior del tubo de calor y (ii) un fase de vapor del fluido de transferencia de calor, típicamente vapor, en una sección superior del tubo de calor, y (iii) un orificio de ventilación incluye un tubo que se extiende dentro del tubo de calor, comprendiendo el tubo: un extremo abierto, que está dentro del tubo de calor y adaptado para comunicarse con la fase de vapor, y un extremo cerrado, que está fuera del tubo de calor, en el que el extremo cerrado del tubo está configurado para abrirse cuando la presión de vapor o la temperatura en el tubo de calor excede un umbral de presión o temperatura predeterminada, para permitir que la fase de vapor y no la fase líquida se escape del tubo de calor para reducir la presión o la temperatura dentro del tubo de calor.

[0073] El orificio de ventilación puede ser como se describe anteriormente.

25 **[0074]** En uso, una pluralidad de los conjuntos puede ser formada como un anillo dentro de la solera del recipiente de fusión.

[0075] Cada elemento enfriador puede estar conformado como un segmento del anillo, con las paredes laterales que se extienden radialmente.

30 **[0076]** Cada elemento enfriador puede comprender una estructura de carcasa fundida de parte trasera abierta hueca que tiene una pared de base, un par de paredes laterales, una pared frontal y una pared superior formada integralmente en la estructura de carcasa fundida y la incorporación de refrigerante de pasajes de flujo para el flujo de refrigerante a su través.

35 **[0077]** Preferiblemente, el recipiente de fusión para la producción de metal fundido incluye una solera revestida refractaria que tiene una parte superior que en uso está en contacto con la escoria en una zona de escoria en el recipiente y una parte inferior que en uso está en contacto con el metal fundido en una zona de metal en el recipiente, incluyendo la solera (a) un enfriador de zona de escoria colocado en un revestimiento refractario de la parte superior de la solera para enfriar el revestimiento refractario y (b) una pluralidad de tubos de calor colocados en el revestimiento refractario de la parte superior de la solera debajo del enfriador de zona de escoria para enfriar el revestimiento refractario, con las secciones superiores de los tubos de calor en relación de transferencia de calor con el enfriador de la zona de escoria para transferir calor desde los tubos de calor al enfriador de la zona de escoria y las secciones inferiores se extienden hacia abajo dentro de la parte superior de la solera del enfriador de la zona de escoria.

45 **[0078]** El orificio de ventilación puede ser como se describe anteriormente.

[0079] El enfriador de zona de escoria y los tubos de calor pueden estar formados como un conjunto de estos dos componentes.

50 **[0080]** Según la invención, se proporciona un proceso para fundir un material metálico de carga incluyendo la fusión del material metálico de carga en un baño fundido en el recipiente de fusión descrito anteriormente.

55 **[0081]** El proceso puede incluir (a) al menos parcialmente la reducción y la fusión parcial del material de alimentación metálico en un ciclón de fusión y (b) fundir completamente el material al menos parcialmente reducido/fundido en el baño fundido del recipiente de fusión se ha descrito anteriormente.

[0082] El material metálico de carga puede ser cualquier material que contiene óxidos metálicos.

60 **[0083]** El material metálico de carga puede ser minerales, minerales parcialmente reducidos y corrientes de desechos que contienen metal.

65 **[0084]** El material metálico de carga puede ser un material de alimentación que contiene hierro, tal como un mineral de hierro. En ese caso, el proceso puede caracterizarse por mantener una temperatura de al menos 1100°C, típicamente al menos 1200°C en el ciclón fundido.

[0085] El material metalífero de carga puede ser un óxido de titanio de la escoria.

[0086] El material metalífero de carga puede ser un material de alimentación que contiene cobre.

5 [0087] El procedimiento puede incluir mantener el potencial de oxígeno en el ciclón de fusión que es suficiente para que el gas de escape desde el ciclón de fusión tenga un grado postcombustión de al menos 80%.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

10 [0088] La presente invención se describe adicionalmente por medio de ejemplos con referencia a los dibujos adjuntos, de los cuales:

La Figura 1 es una ampliación de una sección inferior de una parte de una realización de un recipiente de fusión directa de acuerdo con la invención antes del comienzo de un proceso de fundición directa en el recipiente, con la figura que incluye los niveles de metal fundido y escoria fundida que estarían en el recipiente bajo la operación de estado estacionario del proceso, con los niveles mostrados en reposo, es decir, condiciones de no funcionamiento en el recipiente;

15 La Figura 2 es una vista esquemática en perspectiva que ilustra un segmento de una parte superior de la solera del recipiente mostrado en la Figura 1 con el material refractario retirado para mostrar el enfriador de la zona de escoria y los tubos de calor de la realización;

20 La Figura 3 es una vista desde abajo de la disposición mostrada en la Figura 2;

La Figura 4 es una vista desde un extremo de la disposición mostrada en la Figura 2; y

25 La Figura 5 es una sección transversal esquemática a través de uno de los tubos de calor mostrados en las Figuras 1 a 4 que ilustra la ventilación del tubo de calor en detalle.

DESCRIPCIÓN DE LAS REALIZACIONES

[0089] La invención es relevante para los recipientes de fusión directa que se utilizan en los centros Hlsarna y Hlsmelt. La invención no se limita a los recipientes de fundición directa utilizados en estos centros y es relevante para cualquier recipiente de fundición directa adecuado que contenga un baño fundido que incluya una capa de metal fundido y una capa de escoria fundida y tenga una solera revestida refractaria que requiera enfriamiento para maximizar la vida operativa de la solera, más específicamente para reducir el desgaste refractario del material refractario de la solera debido al contacto con material fundido en forma de escoria fundida o metal fundido.

35 [0090] Las figuras muestran una parte de un recipiente de fusión directa 4 que está de acuerdo con una realización de la invención. El recipiente de fundición 4 es adecuado para centros Hlsarna y Hlsmelt y es del tipo descrito en la publicación internacional WO 2015/081376 mencionada anteriormente a nombre del solicitante. El recipiente de fundición 4 comprende una solera identificada generalmente por el número 9 en la Figura 1 que está formado de material refractario y paredes laterales 11 que se extienden hacia arriba desde los lados de la solera, incluyendo las paredes laterales 11 paneles refrigerados por agua. La divulgación en la publicación internacional se incorpora aquí por referencia cruzada.

45 [0091] La Figura 1 es una ampliación de una sección inferior de una parte del recipiente de fusión 4 antes del inicio de un procedimiento de fusión directa en el recipiente.

[0092] Con referencia a la Figura 1, la solera 9 tiene una parte superior 25 que en uso está en contacto con la escoria fundida en la zona de escoria 18 en el recipiente de fusión 4 y una menor parte 26 que en uso está en contacto con metal fundido en la zona de metal 19 en el recipiente de fundición 4. La zona de escoria 18 y la zona de metal 19 se muestran en condiciones de reposo, es decir, no operativas. Es bien sabido que las zonas de escoria y metal se agitarían mucho bajo la operación de estado estacionario de los procesos Hlsarna y Hlsmelt y agitarían en menor grado bajo la operación de estado estacionario de otros procesos de fundición directa basados en baños fundidos.

55 [0093] Con referencia adicional a la Figura 1, la solera 9 incluye una base 43 y lados 44 que incluyen un revestimiento refractario en forma de ladrillos refractarios, un antecrisol 27 para la descarga de metal fundido de forma continua y un orificio de colada 28 para descarga de escoria fundida. Una superficie anular superior 31 de la solera se estrecha hacia arriba y hacia fuera hasta la pared lateral 11 del recipiente de fundición 4. En el uso del recipiente, esta parte de la solera está expuesta a salpicaduras con metal fundido y escoria.

60 [0094] Con referencia adicional a la Figura 1, la solera 9 incluye:

(a) un enfriador de zona de escoria 20 posicionado en el revestimiento refractario de la parte superior de la solera 9 para enfriar el revestimiento refractario en la parte de la solera; y

65 (b) una pluralidad de tubos de calor 21 colocados en el revestimiento refractario de la parte superior de la solera debajo del enfriador 20 de la zona de escoria para enfriar el revestimiento refractario en esa parte de la solera.

[0095] El enfriador de zona de escoria 20 es como se describe en la publicación internacional WO 2007/134382 en nombre del solicitante y la descripción de la publicación internacional se incorpora en el presente documento mediante referencia cruzada. El enfriador 20 de la zona de escoria está formado como un anillo por una pluralidad de elementos enfriadores 35, uno de los cuales se muestra en las Figuras 2-4. Cada elemento enfriador 35 tiene la forma de un segmento del anillo, con las paredes laterales extendiéndose radialmente del anillo. Cada elemento enfriador 35 comprende una estructura 41 de carcasa fundida con respaldo abierto hueco que tiene una pared inferior 69, un par de paredes laterales 64, una pared frontal de dos partes 65a, 65b, una pared inferior 49 y una pared superior 63 formada integralmente en la estructura de carcasa fundida 41 e incorporando pasos de flujo de refrigerante en forma de tubos 48 (Figura 1 solamente), para el flujo de refrigerante a través de ellos. La estructura 41 de la carcasa fundida está hecha de un metal o una aleación de metal de alta conductividad térmica, como cobre o aleación de cobre. Los tubos de refrigerante están formados por cobre o níquel.

[0096] Cada elemento enfriador de zona de escoria 35 y los tubos de calor asociados 21 en relación de transferencia de calor con el elemento enfriador de zona de escoria 35 puede estar formado como un conjunto que puede ser instalado como un sitio en el montaje. Alternativamente, los elementos enfriadores de la zona de escoria 35 y los tubos de calor 21 pueden instalarse por separado en el sitio.

[0097] El revestimiento refractario de la parte superior 25 de la solera se enfría de manera eficiente y con el apoyo del enfriador de zona de escoria 20. El enfriador de zona de escoria 20 reduce significativamente la tasa de desgaste del material refractario en esta parte de la solera. En particular, el funcionamiento del enfriador 20 de la zona de escoria enfría el revestimiento refractario por debajo de la temperatura de solidus de la escoria fundida en la región del revestimiento y hace que la escoria se congele en su superficie, y la escoria congelada proporciona una barrera para un mayor desgaste del material refractario.

[0098] Como se describe en la publicación internacional WO 2015/081376 y en más detalle a continuación, en uso, los tubos de calor 21 reducen significativamente el desgaste refractario del material refractario de la solera 9 debido al contacto con fundida de material en forma de escoria fundida o metal fundido y permiten utilizar una gama más amplia de materiales refractarios en la solera 9 que antes y obtener beneficios operativos como consecuencia de la selección más amplia de materiales. Los tubos de calor 21 se colocan de modo que no se extiendan fuera del recipiente de fundición 4. Cada tubo de calor 21 incluye una sección que se extiende verticalmente. El resultado es una disposición de secciones de tubería rectas y paralelas que se extienden verticalmente en el revestimiento refractario.

[0099] Como se puede ver mejor en la Figura 5, cada tubo de calor 21 es un tubo hueco alargado que tiene una pared lateral 47, y la pared de extremo superior 49, y una pared de extremo inferior 51. El tubo contiene (a) principalmente agua 53 en una sección inferior del tubo y (b) principalmente vapor 55 en una sección superior del tubo.

[0100] Los tubos de calor 21 se extienden hacia abajo verticalmente y paralelas entre sí dentro de la parte superior de la solera 9 del enfriador de zona de escoria 20. En uso, los tubos de calor 21 enfrían el revestimiento refractario de la parte superior de la solera que es debajo del enfriador de la zona de escoria 20. Las secciones superiores de los tubos de calor 21 están en relación de transferencia de calor con el enfriador de la zona de escoria 20 y transfieren calor desde los tubos de calor 21 al enfriador de la zona de escoria 20. En uso, hay vaporización de la fase de agua y condensación de la fase de vapor en respuesta a la transferencia de calor del revestimiento refractario a los tubos de calor 21 y la transferencia de calor de los tubos de calor 21 al enfriador de la zona de escoria 20. Cada tubo de calor 21 transfiere calor sin conducción directa como mecanismo principal, con el agua vaporizándose en un extremo inferior caliente y condensándose y formando agua en un extremo superior más frío. La condensación del vapor libera calor que se transfiere al enfriador 20 de la zona de escoria. Con referencia a la Figura 5, el agua condensada fluye hacia abajo y regresa al extremo inferior caliente para cerrar el circuito de enfriamiento interno. Por ejemplo, el agua condensada puede formar una película, típicamente una película delgada, en la superficie interior de la pared lateral 47 que fluye hacia abajo hasta el extremo inferior caliente. La capa de película delgada se identifica con el número 67 en la Figura 5.

[0101] Típicamente, los tubos de calor 21 están posicionados completamente alrededor de la solera. Los tubos de calor 21 están dispuestos en cuatro anillos separados radialmente en la realización mostrada en las Figuras 1 a 4. Esta disposición se puede ver mejor en la Figura 2. Los tubos de calor 21 en cada anillo están escalonados circunferencialmente con respecto a los tubos de calor 21 en los anillos radialmente hacia dentro y radialmente hacia fuera de los tubos de calor 21. La longitud de los tubos de calor 21 aumenta con la separación radial de los tubos de calor 21 desde una superficie interior de la parte superior 25 de la solera en la que se encuentran los tubos de calor. Los tubos de calor 21 pueden estar en cualquier otra disposición y orientación adecuadas. A modo de ejemplo, la invención no se limita a disposiciones en las que los tubos de calor 21 son verticales. A modo de ejemplo adicional, la invención no se limita a disposiciones en las que los tubos de calor 21 son rectos; los tubos de calor 21 pueden incluir secciones curvas para adaptarse a las características estructurales de la solera. A modo de ejemplo adicional, la invención no se limita a disposiciones en las que la longitud de los tubos de calor 21 aumenta con la separación radial de los tubos de calor 21 desde la superficie interior de la parte superior 25 de la solera.

[0102] Los tubos de calor 21 pueden ser de cualquier construcción adecuada.

5 **[0103]** Típicamente, los tubos de calor 21 contienen agua. Puede usarse cualquier otro fluido caloportador adecuado a la temperatura operativa del proceso, tal como alcohol, acetona o incluso metal como sodio. Los tubos de calor 21 eliminan el calor del material refractario del revestimiento refractario y cualquier material solidificado protector (escoria o metal) que se forma en una superficie interior del revestimiento refractario. El objetivo de los tubos de calor 21 es mantener el mayor volumen posible del material refractario del revestimiento refractario en el que los tubos de calor 21 se colocan por debajo de la temperatura de solidus de la escoria en la región del revestimiento refractario para producir escoria (o metal) para congelar sobre la superficie de la solera y formar una capa de escoria (o metal) congelada que actúa como una barrera contra el desgaste.

10 **[0104]** Con referencia a la Figura 5, al menos uno de los tubos de calor 21 incluye un orificio de ventilación identificado en general por el numeral 63 que permite que el vapor y el agua no se escapen de la tubería de calor 21 cuando la presión o la temperatura en el tubo de calor supera un umbral predeterminado - que es una indicación de que la tubería de calor 21 ya no está funcionando de manera efectiva y existe el riesgo de falla incontrolada de la tubería de calor 21 con una posible liberación de agua desde la tubería de calor 21 al metal fundido o escoria fundida en el recipiente de fundición.

15 **[0105]** Con referencia adicional a la Figura 5, el orificio de ventilación incluye un tubo 57 en forma de un tubo alargado que se extiende en el tubo de calor 21 a través de la pared de extremo inferior 51 y tiene un extremo abierto 59 que está dentro del tubo de calor 21 y se comunica solo con el vapor 55 en el tubo de calor 21 y un extremo cerrado 61 que está fuera del tubo de calor 21 y está ubicado dentro del revestimiento refractario de la solera 9. El extremo cerrado 61 del tubo de calor 57 se forma a través de un tapón (fusible) 75 de material adecuado que bloquee el extremo. El extremo cerrado 61 está formado para abrirse cuando la presión de vapor o la temperatura en el tubo de calor 21 excede un umbral de presión o temperatura predeterminado. Cuando el tubo de calor 57 está abierto, el vapor puede escapar del tubo de calor 21 a través del tubo de calor 57 para reducir la presión y la temperatura dentro del tubo de calor 21 y así minimizar el riesgo de falla incontrolada del tubo de calor 21. En consecuencia, en esta condición, el agua líquida se retiene inicialmente en el tubo de calor 21 hasta que se evapora gradualmente por el flujo de calor entrante continuo. El vapor escapa a través del tubo 57 al revestimiento refractario de la solera 9.

20 **[0106]** Con referencia adicional a la Figura 5, se puede observar que el tubo de respiración 57 incluye una sección dentro del tubo de calor 21 y una sección que es externa a la tubería de calor 21. La selección de estas longitudes de tubo respirador 57 dentro y fuera del tubo de calor 21 y la selección del diámetro interior del tubo de calor 57 es una función de una serie de factores que incluyen el tamaño del tubo de calor 21 y la cantidad de fluido de transferencia de calor en el tubo de calor 21 y las condiciones operativas en las que el calor la tubería 21 está ubicado.

25 **[0107]** El orificio de ventilación ventajosamente da como resultado un riesgo reducido de agua líquida que escapa del tubo de calor 21 y la producción de volumen de vapor súbita. Esto es ventajoso en términos de reducir el riesgo de que el agua entre en contacto con el metal fundido y la escoria fundida en el recipiente de fundición, creando así un evento incontrolado en el recipiente de fundición 4, como una explosión problemática o una excursión de presión incontrolable. El tubo de respiración 57 permite que el vapor y no el líquido escapen directamente del tubo de calor 21 cuando se superan la presión y la temperatura umbral.

30 **[0108]** La presión de umbral y la temperatura puede ser cualquier valor adecuado que tenga relación con la construcción del tubo de calor 21 y las condiciones de funcionamiento (incluyendo cargas de calor requeridos) en los tubos de calor 21. La presión umbral predeterminada o la temperatura puede ser el límite de diseño de presión y temperatura para la tubería de calor en condiciones operativas estándar. La presión o temperatura umbral predeterminada puede ser el límite de diseño de presión o temperatura para la tubería de calor más un margen por encima del límite de diseño. A modo de ejemplo, en el caso de un proceso Hismelt o Hisarna con fundición de material metálico de carga en forma de hierro mineral, típicamente la construcción de la tubería de calor 21 es tal que el tubo de calor 21 va a estallar, es decir, fallan en una manera incontrolada, a temperaturas de ~ 270°C dentro del tubo de calor 21. En esta situación, la temperatura umbral se seleccionaría para ser inferior a 270°C para que el tubo 57 se abra y permita que el vapor salga del tubo antes de que el tubo de calor alcance la temperatura de falla.

35 **[0109]** Muchas modificaciones se pueden hacer a la realización del procedimiento de la presente invención descrita anteriormente sin apartarse del espíritu y alcance de la invención.

40 **[0110]** A modo de ejemplo, mientras que las formas de realización incluyen orificios de ventilación en la forma de tubos de respiración 57 que permite que el vapor y no el agua al escape de las tuberías de calor 21 cuando la presión o la temperatura en los tubos de calor supera un umbral predeterminado, la presente invención es no se limita a esnórquel y se extiende a cualquier construcción de ventilación adecuada.

45 **[0111]** A modo de ejemplo, mientras que las formas de realización incluyen tubos de respiración 57 que tienen extremos cerrados formados como un tapón (fusible) 75 de material adecuado que se hace con el fin, la presente invención no está tan limitada y se extiende a cualquier opción adecuada para cerrar los extremos de esnórqueles. El requisito es proporcionar un cierre que responda a la presión o temperatura umbral seleccionada en la tubería de calor. La presión o temperatura umbral se selecciona para hacer que el orificio de ventilación se abra antes de que haya una falla incontrolada de la falla del tubo de calor del tubo de calor.

[0112] A modo de ejemplo, mientras que las formas de realización incluyen arreglos de tubos de calor 21 en donde las longitudes de los tubos de calor 21 aumentan con el espaciado radial de los tubos de calor 21 desde una superficie interior de la parte superior de la solera en donde están ubicadas las tuberías de calor, la presente invención no se limita a ello y las tuberías de calor 21 pueden tener cualquier longitud adecuada.

5
[0113] A modo de ejemplo, mientras que las formas de realización incluyen un enfriador de zona de escoria 20, la presente invención no es tan limitada y se extiende a disposiciones en las que hay enfriadores de zona de escoria 20. Se observa que enfriadores de zona de escoria 20 del tipo mostrado en las realizaciones son una opción conveniente para facilitar la transferencia de calor desde los tubos de calor 21 al exterior del recipiente 4.

10
[0114] A modo de ejemplo, mientras que las realizaciones se centran en contacto de revestimientos refractarios con escoria fundida, la presente invención no está tan limitada y se extiende también a situaciones en las que los revestimientos refractarios son contactados por metal fundido.

15

REIVINDICACIONES

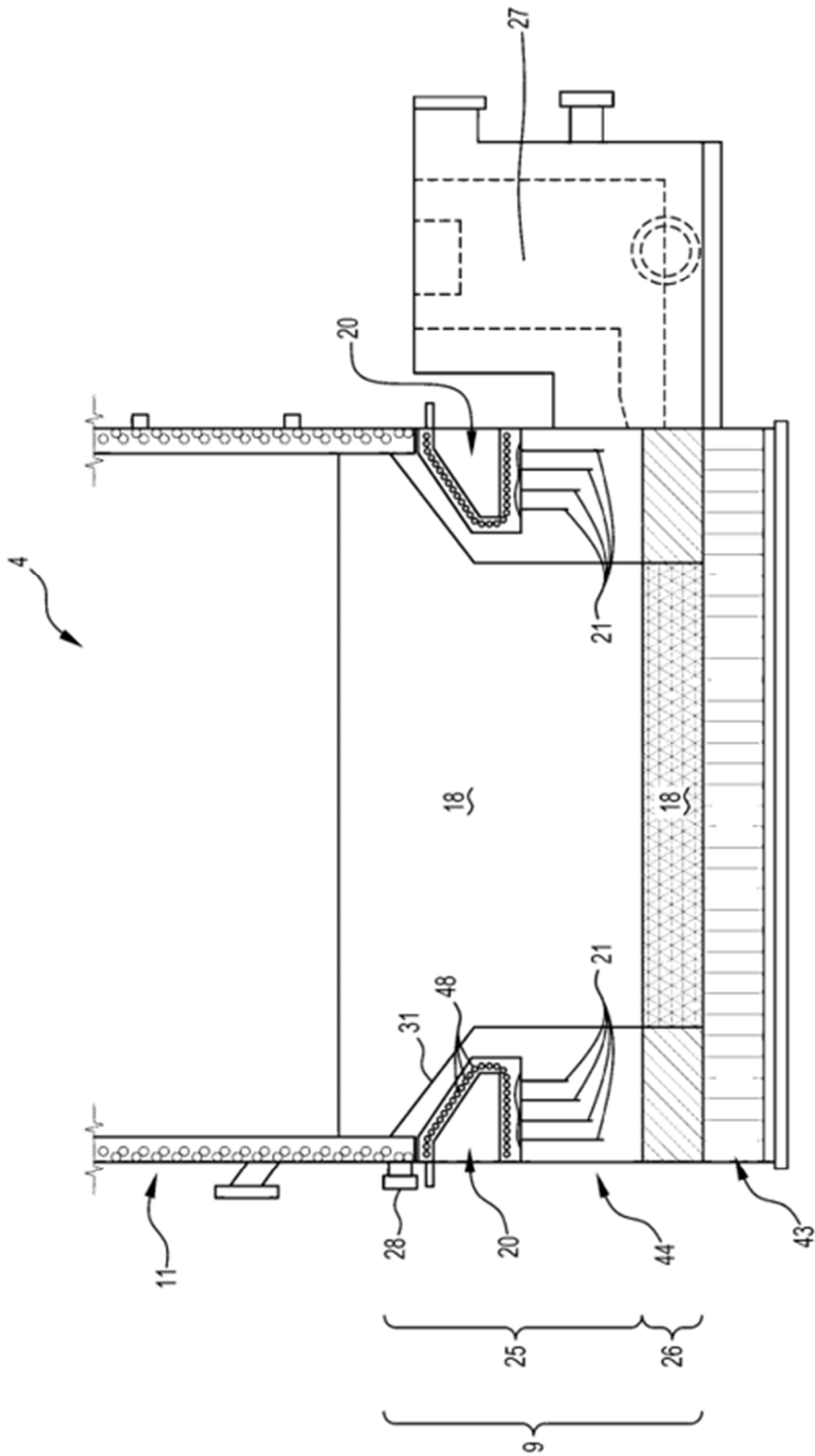
1. Un recipiente de fundición (4) para producir metal fundido que incluye una solera revestida refractaria (9) que, en uso, está en contacto con escoria fundida o metal fundido en el recipiente (4), con la solera (9) que incluye una pluralidad de tubos de calor (21) colocados en un revestimiento refractario de al menos una parte de la solera (9) para enfriar al menos una parte del revestimiento refractario, estando al menos uno de los tubos de calor (21) adaptado para contener:
- una fase de líquido de un fluido caloportador, típicamente agua, en una sección inferior de la tubería de calor (21);
una fase de vapor del fluido de transferencia de calor, típicamente vapor (55), en una sección superior del tubo de calor (21); y
un orificio de ventilación incluye, un tubo de calor (57) que se extiende dentro del tubo de calor (21), comprendiendo el tubo de tubo (57): un extremo abierto (59), que está dentro del tubo de calor (21) y adaptado para comunicarse con la fase de vapor, y un extremo cerrado (61), que está fuera del tubo de calor (21), en el que el extremo cerrado (61) del tubo de respiración (57) está configurado para abrirse cuando la presión de vapor o la temperatura en el tubo de calor (21) excede una presión o temperatura umbral predeterminada, para permitir que la fase de vapor y no la fase líquida escape del tubo de calor (21) para reducir la presión o la temperatura dentro del tubo de calor (21).
2. El recipiente (4) definida en la reivindicación 1, en la que el extremo cerrado (61) del esnórquel (57) tiene la forma de un tapón que se abre o un fusible que se derrite o un extremo rizado que está configurado para abrirse cuando la presión de vapor o la temperatura en el tubo de calor (21) excede el umbral de presión o temperatura predeterminado.
3. El recipiente (4) definido en cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la solera (9) incluye una parte superior (25) que en uso está en contacto con escoria fundida en una zona de escoria (18) en el recipiente (4) y una parte inferior (26) que en uso está en contacto con el metal fundido en una zona metálica (19) en el recipiente (4), estando los tubos de calor (21) colocados en el revestimiento refractario de la parte superior (25) de la solera (9) para enfriar el revestimiento refractario.
4. El recipiente (4) definido en cualquiera de las reivindicaciones anteriores en el que los tubos de calor (21) incluyen secciones inferiores que se extienden verticalmente en el revestimiento refractario.
5. El recipiente (4) definido en la reivindicación 4, en el que las secciones inferiores de los tubos de calor (21) son secciones rectas.
6. El recipiente (4) definido en la reivindicación 4, en el que las secciones inferiores de los tubos de calor (21) tienen forma, por ejemplo curva, teniendo en cuenta la geometría de la solera (9).
7. El recipiente (4) definido en cualquiera de las reivindicaciones anteriores incluye un enfriador de zona de escoria (20) colocado en el revestimiento refractario de la solera (9) para enfriar el revestimiento refractario, con los tubos de calor (21) colocados debajo del enfriador de zona de escoria (20), estando las secciones superiores de los tubos de calor (21) en relación de transferencia de calor con el enfriador de zona de escoria (20) para transferir calor desde los tubos de calor (21) al enfriador de zona de escoria (20).
8. El recipiente (4) definido en la reivindicación 1, en el que la solera revestida refractaria (9) tiene una parte superior (25) que en uso está en contacto con la escoria en una zona de escoria (18) en el recipiente (4) y una parte inferior parte (26) que en uso está en contacto con metal fundido en una zona de metal (19) en el recipiente (4), incluyendo la solera (9) (a) un enfriador de zona de escoria (20) colocado en un revestimiento refractario de la parte superior (25) de la solera (9) para enfriar el revestimiento refractario y (b) una pluralidad de tubos de calor (21) colocados en el revestimiento refractario de la parte superior (25) de la solera (9) debajo del enfriador de zona de escoria (20) para enfriar el revestimiento refractario, estando las secciones superiores de los tubos de calor (21) en relación de transferencia de calor con el enfriador de la zona de escoria (20) para transferir calor desde los tubos de calor (21) al enfriador de la zona de escoria (20) y secciones inferiores que se extienden hacia abajo dentro de la parte superior (25) de la solera (9) desde el enfriador de la zona de escoria (20).
9. El recipiente (4) definido en la reivindicación 8, en el que el extremo cerrado (61) del esnórquel (57) tiene la forma de un tapón que se abre o un fusible que se derrite o un extremo rizado que se abre cuando la presión de vapor o la temperatura en la tubería de calor (21) excede la presión o temperatura umbral predeterminada.
10. Un conjunto de (a) un elemento enfriador de zona de escoria (35) para enfriar una parte de una solera revestida refractaria (9) de un recipiente de fundición (4) y (b) tubos de calor (21) en relación de transferencia de calor con el enfriador de zona de escoria (20) para transferir calor desde los tubos de calor (21) al enfriador de zona de escoria (20), con al menos uno de los tubos de calor (21) adaptado para incluir (i) una fase líquida de un fluido de transferencia, típicamente agua, en una sección inferior de la tubería de calor (21) y (ii) una fase de vapor del fluido de transferencia de calor, típicamente vapor (55), en una sección superior de la tubería de calor (21) y (iii) un orificio de

ventilación incluye un tubo de calor (57) que se extiende dentro del tubo de calor (21), comprendiendo el tubo de calor (57):

5 un extremo abierto (59), que está dentro del tubo de calor (21) y adaptado para comunicarse con la fase de vapor, y un extremo cerrado (61), que está fuera de la tubería de calor (21), en donde, el extremo cerrado (61) del esnórquel (57) está configurado para abrirse cuando la presión de vapor o la temperatura en el tubo de calor (21) excede una presión o temperatura umbral predeterminada, para permitir que la fase de vapor y no la fase líquida escape del tubo de calor (21) para reducir la presión o la temperatura dentro del tubo de calor (21).

10 11. Un proceso para fundir un material de alimentación metálico que comprende fundir el material de alimentación metálico en un baño fundido en el recipiente de fundición (4) definido en cualquiera de las reivindicaciones anteriores.

15 12. El proceso definido en la reivindicación 11 incluye (a) reducir al menos parcialmente y fundir parcialmente el material de alimentación metálico en un ciclón fundido y (b) fundir completamente el material al menos parcialmente reducido/fundido en el baño fundido del recipiente de fundición descrito anteriormente (4).



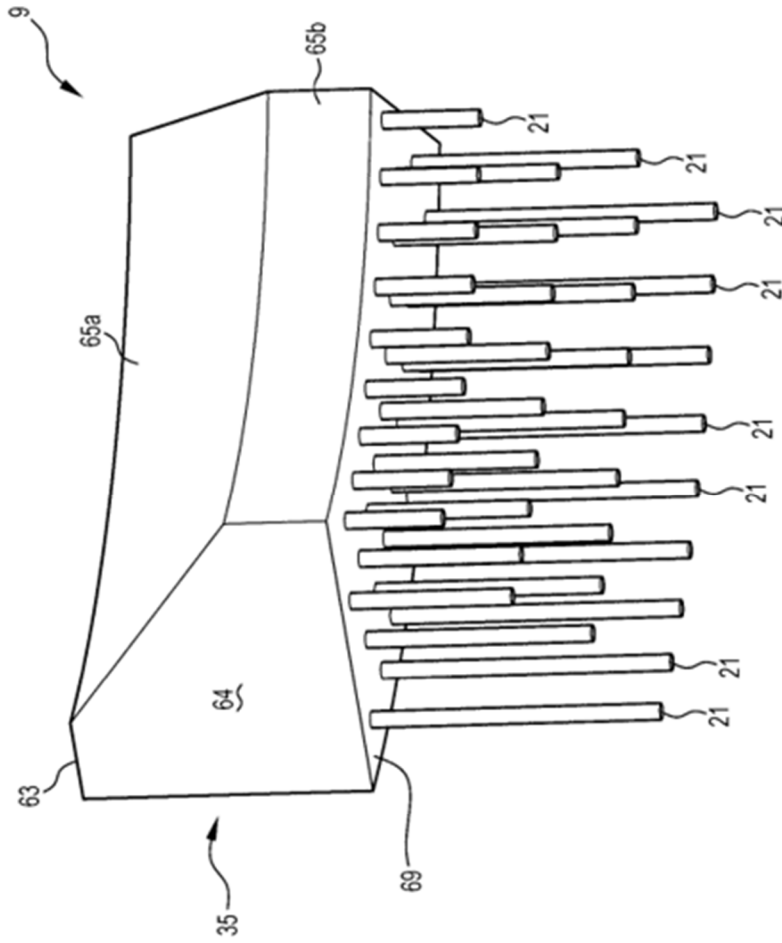


Figura 2

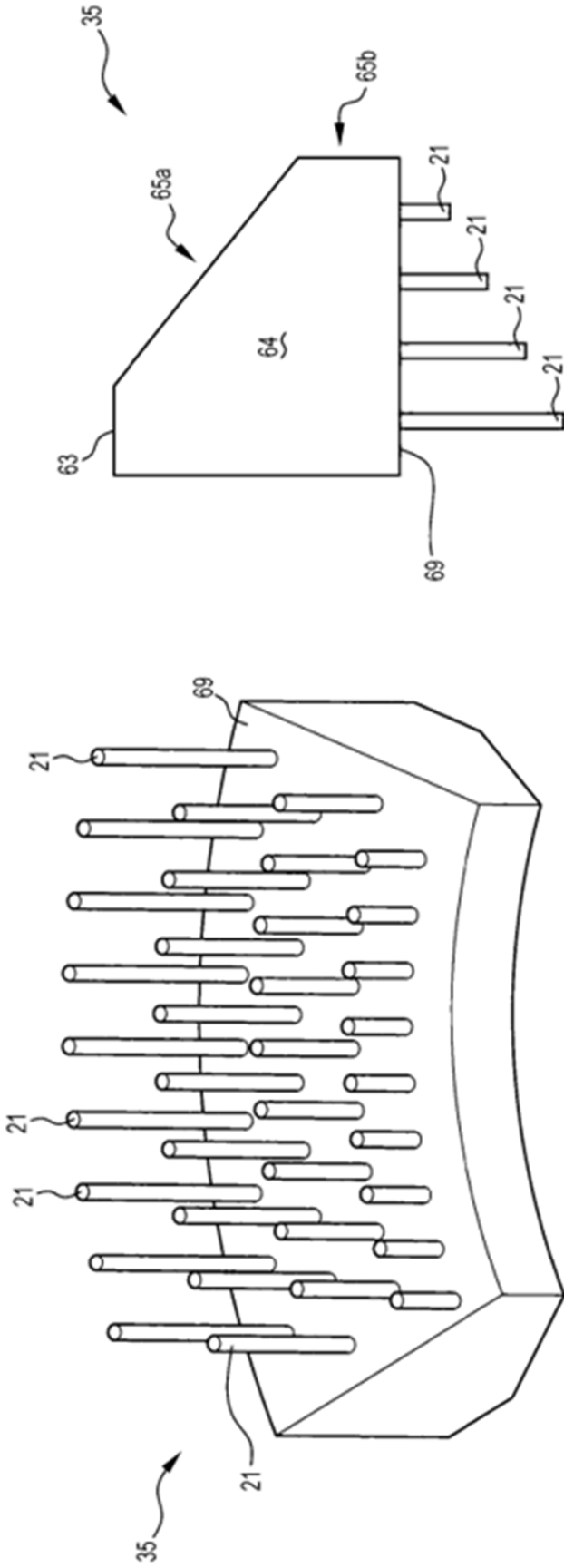


Figura 4

Figura 3

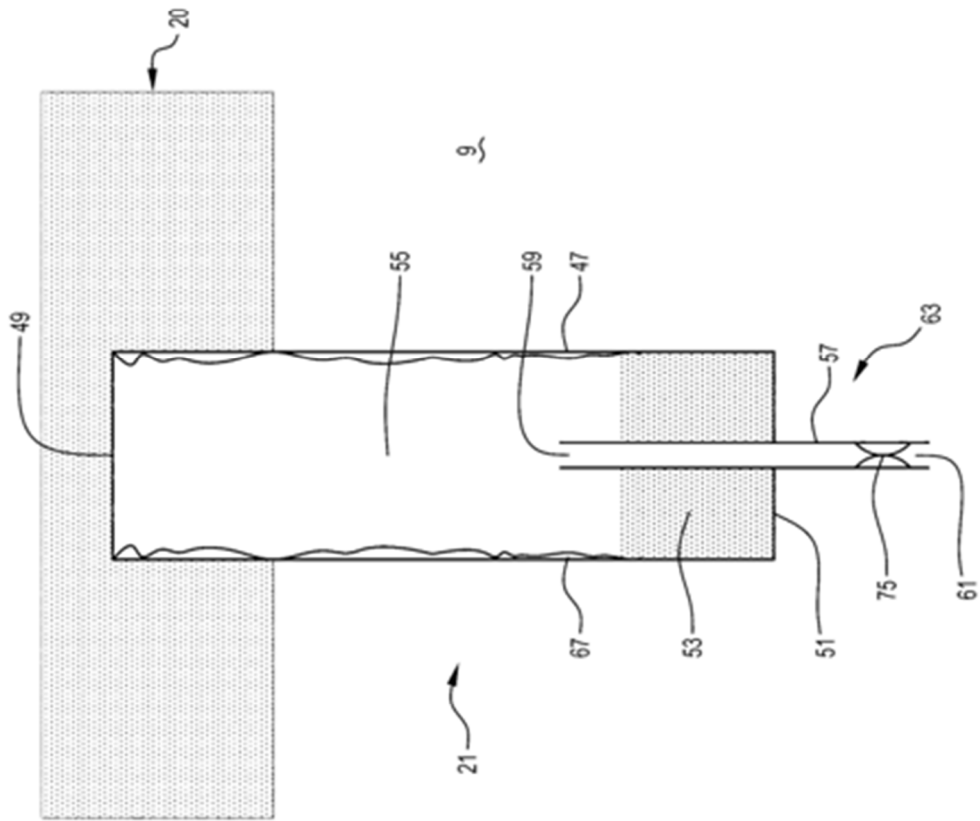


Figure 5