

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 626 828**

51 Int. Cl.:

**C21C 5/46** (2006.01)

**F27B 3/22** (2006.01)

**F27D 3/16** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **13.10.2014 PCT/IB2014/065249**

87 Fecha y número de publicación internacional: **23.04.2015 WO15056143**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **13.10.2014 E 14795672 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **22.03.2017 EP 3058109**

54 Título: **Lanza de inyección con la parte superior sumergida para combustión sumergida mejorada**

30 Prioridad:

**16.10.2013 AU 2013903979**

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

**26.07.2017**

73 Titular/es:

**OUTOTEC (FINLAND) OY (100.0%)  
Rauhalanpuisto 9  
02230 Espoo, FI**

72 Inventor/es:

**REUTER, MARKUS;  
MATUSEWICZ, ROBERT, WALTER;  
XIA, JILIANG y  
JACOBSON, NEIL**

74 Agente/Representante:

**ELZABURU SLP, .**

ES 2 626 828 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

Lanza de inyección con la parte superior sumergida para combustión sumergida mejorada

**Campo técnico**

5 La invención se refiere a lanzas de inyección con la parte superior sumergida para utilizar en operaciones pirometalúrgicas de baño fundido.

**Antecedentes de la invención**

10 La siguiente descripción de los antecedentes de la invención pretende facilitar una comprensión de la invención. Sin embargo, debería apreciarse que la descripción no es un reconocimiento o admisión de que se haya publicado, alguno de los materiales mencionados, se haya conocido o forma parte del conocimiento general común en la fecha de prioridad de la solicitud.

15 Las operaciones de fundición de baño fundido, u otras operaciones piro-metalúrgicas que requieren interacción entre el baño y una fuente de gas que contiene oxígeno, utilizan varias disposiciones diferentes para el suministro del gas. En general, estas operaciones implican inyección directa en mata/metal fundido. Esto puede ser por medio de toberas de soplado de fondo como en un tipo de horno Bessemer o toberas de soplado lateral como en un convertidor de tipo Peirce-Smith. Alternativamente, la inyección de gas puede ser por medio de una lanza para proporcionar bien el soplado superior o bien la inyección sumergida. Ejemplos de inyección de lanza de soplado superior son plantas de producción de acero KALDO y BOP en las cuales el oxígeno puro es soplado desde encima del baño para producir acero a partir de hierro fundido. Otro ejemplo es el proceso de cobre Mitsubishi, en el cual las lanzas de inyección provocan chorros de gas, tales como aire o aire enriquecido con oxígeno, para incidir en y penetrar la superficie superior del baño, respectivamente para producir y convertir mata de cobre. En el caso de inyección de lanza sumergida, la extremidad inferior de la lanza está sumergida de manera que la inyección ocurre dentro y no desde arriba de una capa de escoria del baño, para proporcionar la inyección de lanza con la parte superior sumergida (TSL), un ejemplo bien conocido de la cual es la tecnología Outotec Ausmelt TSL que es aplicada a un amplio rango de tratamiento de metales.

25 Con ambas formas de inyección desde arriba, es decir, tanto con el soplado superior como con la inyección TSL, la lanza es sometida a temperaturas intensas predominantes en los baños. El soplado superior en el proceso de cobre Mitsubishi utiliza un número de lanzas de acero relativamente pequeñas que tiene una tubería interior de aproximadamente 50 mm de diámetro y una tubería exterior de aproximadamente 100 mm de diámetro. La tubería interior termina aproximadamente al nivel del techo del horno, muy por encima de la zona de reacción. La tubería exterior, que es giratoria para impedir que se pegue a un collar refrigerado por agua en el techo del horno, se extiende hacia abajo al espacio del gas del horno para colocar su extremidad inferior aproximadamente 500-800 mm por encima de la superficie superior del baño fundido. La alimentación de partículas arrastrada por el aire es soplada a través de la tubería interior, mientras el aire enriquecido con oxígeno es soplado a través del anillo entre las tuberías. A pesar del espaciamiento de la extremidad inferior de la tubería exterior por encima de la superficie del baño, y cualquier enfriamiento de la lanza por los gases que pasan a su través, la tubería exterior se quema de nuevo unos 400 mm por día. La tubería exterior es por tanto bajada lentamente durante una operación para compensar esta nueva combustión y, cuando se requiere, se unen nuevas secciones a la parte superior de la tubería exterior, consumible.

40 Las lanzas para la inyección TSL son mucho más grandes que las utilizadas para el soplado superior, tal como en el proceso Mitsubishi descrito anteriormente. Una lanza TSL tiene normalmente al menos una tubería interior y una exterior, como se asume a continuación, pero puede tener al menos otra tubería concéntrica con las tuberías interior y exterior. Las lanzas TSL típicas de gran escala tienen un diámetro de tubería exterior de 200 a 500 mm, o mayor. También, la lanza es mucho más larga y se extiende hacia abajo a través del techo de un reactor TSL, que puede ser de aproximadamente 10 a 15 m de alto, de manera que la extremidad inferior de la tubería exterior es sumergida a una profundidad de aproximadamente 300 mm o más en una fase de escoria fundida del baño, pero es protegida por un revestimiento de escoria solidificada formada y mantenida sobre la superficie exterior de la tubería exterior por la acción de refrigeración del flujo de gas inyectado dentro. La tubería interior puede terminar a aproximadamente el mismo nivel que la tubería exterior, o a un nivel más elevado de hasta aproximadamente 1000 mm por encima de la extremidad inferior de la tubería exterior. Así, puede suceder que solamente se sumerja la extremidad inferior de la tubería exterior. En cualquier caso, un álabe helicoidal u otro dispositivo de formación de flujo puede ser montado sobre la superficie exterior de la tubería interior para abarcar el espacio anular entre las tuberías interior y exterior. Los álabes imparten una fuerte acción de remolino a un chorro de aire o de aire enriquecido con oxígeno a lo largo de dicho anillo y sirve para mejorar el efecto de refrigeración así como asegurar que el gas es mezclado bien con combustible y material de alimentación suministrado a través de la tubería interior con la mezcla que ocurre sustancialmente en una cámara de mezclado definida por la tubería exterior, por debajo de la extremidad inferior de la tubería interior donde la tubería interior termina a una distancia suficiente por encima de la extremidad inferior de la tubería exterior.

La tubería exterior de la lanza TSL se desgasta y se quema de nuevo en su extremidad inferior, pero a una tasa que

es considerablemente reducida por el revestimiento de escoria congelada protector de lo que sucedería sin el revestimiento. Sin embargo, esto es controlado en un grado sustancial por el modo de operación con la tecnología TSL. El modo de operación hace la tecnología viable a pesar de que la extremidad inferior de la lanza que es sumergida en el entorno altamente reactivo y corrosivo del baño de escoria fundida. La tubería interior de una lanza TSL puede ser utilizada para suministrar materiales de alimentación, tales como concentrados, fundentes y reductores que han de ser inyectados en una capa de escoria del baño, o pueden ser utilizados para combustible. Un gas que contiene oxígeno, tal como aire o aire enriquecido con oxígeno, es suministrado a través del anillo entre las tuberías. Antes de comenzar la inyección sumergida dentro de la capa de escoria del baño, la lanza es colocada con su extremidad inferior, es decir, la extremidad inferior de la tubería exterior, espaciada a una distancia adecuada por encima de la superficie de escoria. El gas que contiene oxígeno y el combustible, tal como gasolina, finos de carbón o gas de hidrocarburos, son suministrados a la lanza y una mezcla de oxígeno/combustible resultante es quemada para generar un chorro de llama que choca contra la escoria. Esto provoca que la escoria salpique para formar, sobre la tubería de lanza exterior, un revestimiento de escoria líquida que es solidificada por la corriente de gas que pasa a través de la lanzada para proporcionar el revestimiento de escoria sólida mencionado anteriormente. Cuando la lanza es a continuación bajada para conseguir la inyección dentro de la escoria, el paso en curso de gas que contiene oxígeno a través de la lanza mantiene la extensión inferior de la lanza a una temperatura a la cual se mantiene el revestimiento de escoria solidificada y protege la tubería exterior.

Con una nueva lanza TSL, las posiciones relativas de las extremidades inferiores de las tuberías exterior e interior, es decir, la distancia de la extremidad inferior de la tubería interior es ajustada de nuevo, si acaso, desde la extremidad inferior de la tubería exterior, es una longitud óptima para una ventana de operación piro-metalúrgica particular determinada durante el diseño. La longitud óptima puede ser diferente para diferentes usos de la tecnología TSL. Así, en una operación por lotes en dos etapas para convertir mata de cobre a cobre blíster o sin refinar con transferencia de oxígeno a través de la escoria a la mata, una operación de una sola etapa continua para convertir mata de cobre a cobre blíster, un proceso para la reducción de una escoria que contiene plomo, o un proceso para la fundición de un material de alimentación de óxido de hierro para la producción de fundición bruta, todos tienen diferentes longitudes de cámara de mezclado óptimo respectivas. Sin embargo, en cada caso, la longitud de la cámara de mezclado cae progresivamente por debajo del óptimo para la operación piro-metalúrgica cuando la extremidad inferior de la tubería exterior se desgasta lentamente y se quema de nuevo. De manera similar, si hay desplazamiento cero entre las extremidades de las tuberías exterior e interior, la extremidad inferior de la tubería interior puede resultar expuesta a la escoria, siendo también desgastada y sometida a una nueva combustión. Así, a intervalos, la extremidad inferior de al menos la tubería exterior necesita ser cortada para proporcionar un borde limpio al cual se suelda una longitud de la tubería del diámetro apropiado, para restablecer las posiciones relativas óptimas de las extremidades inferiores de la tubería para optimizar las condiciones de fundición.

La tasa a la cual se desgasta y se quema de nuevo la extremidad inferior de la tubería exterior varía con la operación piro-metalúrgica de baño fundido que es llevada a cabo. Los factores que determinan la tasa incluyen tasa de tratamiento de alimentación, temperatura de operación, fluidez y química del baño, caudales de lanza, etc. En algunos casos la tasa de desgaste de corrosión y de nueva combustión es relativamente elevada y puede ser tal que en el peor de los casos pueden perderse varias horas de funcionamiento al día debido a la necesidad de interrumpir el tratamiento para eliminar una lanza desgastada de la operación y reemplazarla con otra, mientras la lanza desgastada tomada del servicio es reparada. Tales paradas pueden ocurrir varias veces en un día añadiéndose cada parada al tiempo sin tratamiento. Mientras la tecnología TSL ofrece beneficios significativos, incluyendo ahorro de costes, sobre otras tecnologías, cualquier pérdida de tiempo operativo para el reemplazamiento de lanzas supone una penalización de costes significativa.

Ha habido propuestas para refrigeración por fluido de lanzas de soplado superior y TSL para protegerlas de las altas temperaturas encontradas en procesos piro-metalúrgicos. Ejemplos de lanzas refrigeradas por fluido para soplado superior son descritos en las patentes norteamericanas:

3.223.398 de Bertam y col.,

3.269.829 de Belkin,

3.321.139 de De Saint Martin,

3.338.570 de Zimmer,

3.411.716 de Stephan y col.,

3.488.044 de Shepherd,

3.730.505 de Ramacciotti y col.,

3.802.681 de Pfeifer,

3.828.850 de McMinn y col.,

3.876.190 de Johnstone y col.,

3.889.933 de Jaquay,

4.097.030 de Desaar,

4.396.182 de Schaffar y col.,

5 4.541.617 de Okane y col.; y

6.565.800 de Dunne.

Todas estas referencias, con la excepción de la 3.223.398 de Bertram y col., y de la 3.269.829 de Belkin, utilizan tuberías más exteriores concéntricas dispuestas para permitir el flujo de fluido a la punta de salida de la lanza a lo largo de un paso de suministro y de nuevo desde la punta a lo largo de un paso de retorno, aunque Bertram y col., utiliza una variante en la cual tal flujo está limitado a una porción de boquilla de la lanza. Mientras Belkin proporciona agua de refrigeración, ésta pasa a través de las salidas a lo largo de la longitud de una tubería interior para mezclar con oxígeno suministrado a lo largo de un paso anular entre la tubería interior y la tubería exterior, de modo que sea inyectado como vapor con el oxígeno. El calentamiento y la evaporación del agua proporcionan refrigeración de la lanza de Belkin, mientras la corriente generada e inyectada se dice que devuelve calor al baño.

15 Las patentes de los EE.UU 3.521.872 de Themelis, 4.023.676 de Bennet y col. y 4.326.701 de Hayden Jr. y col. pretenden describir lanzas para inyección sumergida. La propuesta de Themelis es similar a la del documento US 3.269.829 de Belkin. Cada uno utiliza una lanza refrigerada añadiendo agua al flujo de gas y basándose en la evaporación en la corriente inyectada, una disposición que no es la misma que refrigerar la lanza con agua a través de transferencia de calor en un sistema cerrado. Sin embargo, la disposición de Themelis no tiene una tubería interior y el gas y el agua son suministrados a lo largo de una sola tubería en la cual se evapora el agua. La propuesta de Bennet y col., aunque es denominada como una lanza, es más semejante a una tobera porque inyecta, por debajo de la superficie del metal ferroso fundido, a través de la pared periférica de un horno en el cual está contenido el metal fundido. En la propuesta de Bennet y col., Las tuberías concéntricas para inyección se extienden dentro de un manguito cerámico mientras el agua de refrigeración es hecha circular a través de tuberías contenidas en la cerámica. En el caso de Hayden Jr. y col., se provee un fluido refrigerante solamente en una extensión superior de la lanza, mientras la extensión inferior para la extremidad de salida sumergible comprende una única tubería contenida en cemento refractario.

Las limitaciones de las propuestas de la técnica anterior son resaltadas por Themelis. La descripción es en relación con el refinamiento de cobre por inyección de oxígeno. Mientras el cobre tiene un punto de fusión de aproximadamente 1085 °C, es mostrado por Themelis que el refinamiento es conducido a una temperatura sobrecalentada de aproximadamente 1140 °C a 1195 °C. A tales temperaturas las lanzas del mejor acero inoxidable o aleaciones de acero tienen muy poca resistencia mecánica. Así, incluso las lanzas de soplado superior utilizan típicamente refrigeración de fluido en circulación o, en el caso de las lanzas sumergidas de Bennett y Hayden Jr. y col., un revestimiento refractario o cerámico. El avance del documento US 3.269.829 de Belkin, y la mejora sobre Belkin proporcionada por Themelis, es utilizar la potente refrigeración capaz de ser conseguida por evaporación de agua mezclada dentro del gas inyectado. En cada caso, la evaporación debe alcanzarse dentro, y enfriar la lanza. La mejora de Themelis sobre Belkin está en la atomización del agua refrigerante anterior a su suministro a la lanza, evitando los riesgos de fallo estructural de la lanza y de una explosión provocada por la inyección de agua líquida dentro del metal fundido.

40 La patente de los EE.UU 6.565.800 de Dunne describe una lanza de inyección de sólidos para inyectar material en partículas sólidas al material fundido, utilizando un portador no reactivo. Es decir, la lanza es simplemente para utilizar en el transporte del material en partículas a la masa fundida, en vez de como un dispositivo que permite mezclar materiales y combustión. La lanza tiene un tubo de núcleo central a través del cual es soplado el material en partículas y, en contacto directo térmico con la superficie exterior del tubo de núcleo, una camisa de doble pared a través de la cual puede circular refrigerante tal como agua. La camisa se extiende a lo largo de una parte de la longitud del tubo de núcleo para dejar una longitud sobresaliente del tubo de núcleo en la extremidad de salida de la lanza. La lanza tiene una longitud de al menos 1.5 metros y desde los dibujos realísticos, es evidente que el diámetro exterior de la camisa es del orden de aproximadamente 12 cm, con el diámetro interno del tubo de núcleo del orden de aproximadamente 4 cm. La camisa comprende longitudes sucesivas soldadas juntas, siendo las longitudes principales de acero y la sección de extremidad más cercana a la extremidad de salida de la lanza de cobre o de una aleación de cobre. La extremidad de salida sobresaliente de la tubería interior es de acero inoxidable que, para facilitar el reemplazamiento, es conectada a la longitud principal de la tubería interior por un acoplamiento roscado.

55 La lanza de documento US 6.565.800 de Dunne se dice que es adecuada para utilizar en el proceso HiSmelt para producción de metal ferroso fundido, permitiendo la lanza la inyección de material de alimentación de óxido de hierro y reductor carbonoso. En este contexto, la lanza es expuesta a condiciones hostiles, incluyendo temperaturas de funcionamiento del orden de 1400 °C. Sin embargo, como se ha indicado antes con referencia a Themelis, el cobre tiene un punto de fusión de aproximadamente 1085 °C e incluso a temperaturas de aproximadamente 1140 °C a

1195 °C, los aceros inoxidables tienen muy poca resistencia mecánica. Quizás la propuesta de Dunne es adecuada para utilizar en el contexto del proceso HiSmelt, dada la elevada relación de aproximadamente 8:1 en la sección transversal de la camisa de refrigeración a la sección transversal del tubo de núcleo, y las pequeñas secciones transversales totales implicadas. La lanza de Dunne no es una lanza TSL, ni es adecuada para utilizar en la tecnología TSL.

Se proporcionan ejemplos de lanzas para utilizar en los procesos pirometalúrgicos basándose en la tecnología TSL mediante las patentes de los EE.UU. 4.251.271 y 5.251.879, ambas de Floyd y la patente de los EE.UU. 5.308.043 de Floyd y col. Como se ha detallado anteriormente, la escoria inicialmente es salpicada utilizando la lanza para el soplado superior sobre una capa de escoria fundida, para alcanzar un revestimiento protector de escoria sobre la lanza que es solidificado por el gas soplado superior a alta velocidad que genera la salpicadura. El revestimiento de escoria sólida es mantenido a pesar de que la lanza es a continuación bajada para sumergir la extremidad de salida inferior en la capa de escoria para permitir la inyección de la lanza con la parte superior sumergida requerida dentro de la escoria. Las lanzas de las patentes de los EE.UU. 4.251.271 y 5.251.879, ambas de Floyd, operan de esta manera con el refrigerante para mantener la capa de escoria sólida sea únicamente mediante gas inyectado en el caso de la patente de los EE.UU. 4.251.271 y por dicho gas más gas soplado a través de una tubería de cubierta en el caso de la patente de los EE.UU. 5.251.879. Sin embargo, con la patente de los EE.UU. 5.308.043 de Floyd y col., la refrigeración, adicional a la proporcionada por gas inyectado y gas soplado a través de una tubería de cubierta, es proporcionada mediante fluido refrigerante hecho circular a través de pasos anulares definidos por las tres tuberías exteriores de la lanza. Esto es hecho posible mediante la provisión de una punta anular de aleación de acero sólida que, en la extremidad de la salida de la lanza, une las partes más exterior y más interior de esas tres tuberías alrededor de la circunferencia de la lanza. La punta anular es enfriada por el gas inyectado y también por el fluido refrigerante que fluye a través de una cara de extremidad superior de la punta. La forma sólida de la punta anular, y su fabricación a partir de una aleación de acero adecuada, da como resultado que la punta tiene un buen nivel de resistencia al desgaste y a una nueva combustión. La disposición es tal que una vida útil práctica puede conseguirse con la lanza antes de que sea necesario reemplazar la punta con el fin de salvaguardarse contra un riesgo de fallo de la lanza que permite descargar el fluido refrigerante dentro del baño fundido.

Se ha aplicado la inyección de lanza con la parte superior sumergida (TSL) ampliamente en los procesos pirometalúrgicos debido a sus ventajas sobre la lanza de soplado superior. En procesos pirometalúrgicos tales como horno de fundición TSL, uno de los problemas importantes es el diseño de la lanza. Debido a la naturaleza agresiva de la fase de escoria a alta temperatura en la cual se lleva a cabo la inyección sumergida, así como la presencia normal de una llama de combustión generada por la combustión de combustible en o dentro de la extremidad sumergida de la lanza, el periodo operacional de la lanza con la parte superior sumergida entre las reparaciones de la punta puede ser menor. Esas condiciones provocan el desgaste y una nueva combustión en la extremidad de salida de la lanza, mientras el desgaste puede ser además exacerbado por la inyección de concentrado mineral en alguna de las operaciones piro-metalúrgicas TSL. Se han propuesto algunas lanzas típicas para inyección con la parte superior sumergida en las patentes de los EE.UU. antes mencionadas 4.251.271 y 5.251.879 de Floyd así como en nuestras solicitudes pendientes WO2013/000017 y WO2013/029092. Típicamente estas lanzas incluyen generadores de remolinos helicoidales que son utilizados para restringir el gas a un trayecto de flujo helicoidal en una parte superior de la longitud de la lanza, con el fin de facilitar la mezcla de gas inyectado y combustible en una zona de combustión dentro de una sección de extremidad de salida de la lanza o al menos parcialmente más allá de su extremidad.

La presente invención se refiere a una lanza de inyección con la parte superior sumergida mejorada para utilizar en operaciones piro-metalúrgicas TSL. La lanza de la presente invención proporciona una elección alternativa a la lanza de la patente de los EE.UU. 5.308.043 de Floyd y col. que, al menos en las formas preferidas, puede proporcionar beneficios sobre la lanza de esa patente.

### Compendio de la invención

La presente invención proporciona una lanza para inyección de lanza con la parte superior sumergida (TSL) en una operación piro-metalúrgica. La lanza tiene al menos dos tuberías sustancialmente concéntricas, con un paso anular para gas que contiene oxígeno definido entre una de las tuberías más exterior y una siguiente tubería adyacente y un paso adicional para el combustible definido dentro de una de las tuberías más interiores. La tubería más exterior tiene una parte inferior de su longitud, desde una extremidad de salida inferior sumergible de la lanza, por la cual la tubería más exterior se extiende más allá de una extremidad de salida de la o de cada otra tubería para definir entre la extremidad de salida de la tubería más exterior y la extremidad de salida de la o de cada otra tubería una cámara con la cual comunica el paso para gas que contiene oxígeno. La lanza incluye además un dispositivo de modificación de flujo de gas que está dispuesto en una sección de extremidad inferior del paso para gas que contiene oxígeno, adyacente a la cámara, y que puede operar para impartir un componente de flujo hacia dentro, lejos de la superficie interior de la tubería más exterior, al gas que contiene oxígeno que pasa hacia y longitudinalmente dentro de la cámara hacia la extremidad de salida de la lanza y mejora por tanto la mezcla del gas que contiene oxígeno con combustible que pasa a la cámara desde el paso para combustible. El dispositivo de modificación de flujo tiene al menos un componente interior de forma helicoidal, y un componente exterior que se extiende alrededor de al menos un componente interior, de tal manera que el dispositivo de modificación de flujo restringe el gas que fluye a través de la sección de extremidad inferior del paso anular a un trayecto de flujo

helicoidal, de sección transversal decreciente, alrededor de la superficie exterior de la siguiente tubería adyacente.

En el uso de la lanza TSL de la invención, el gas que contiene oxígeno es suministrado bajo presión a un primer conector en la extremidad superior de la lanza, para fluir longitudinalmente hacia abajo por la longitud del paso anular para el gas que contiene oxígeno que está definido entre la tubería más exterior y la siguiente tubería adyacente. El gas puede ser oxígeno, aire o aire enriquecido con oxígeno. También un combustible que puede ser petróleo, LPG, gas de petróleo o combustible en partículas finas en un gas portador, tal como carbón u otro combustible carbonoso sólido arrastrado en el aire o nitrógeno, es suministrado bajo presión a un segundo conector en la extremidad superior de la lanza, para fluir longitudinalmente hacia abajo por el paso para combustible que es definido dentro de la tubería más interior o un paso definido entre la tubería más interior y una siguiente tubería adyacente que no es la tubería más exterior. La disposición es tal que el gas que contiene oxígeno y el combustible son capaces de mezclarse en la cámara definida entre la extremidad de salida de la tubería más exterior y la extremidad de salida de la o de cada otra tubería, para proporcionar una mezcla combustible capaz de ser quemada o encendida para generar una fuerte llama de combustión que se extiende más allá de la extremidad de salida de la lanza.

Como se apreciará a partir de la descripción anterior en los antecedentes de la invención, la lanza es inicialmente suspendida sobre un baño de escoria de modo que la llama generada a partir de la mezcla de combustible choca contra la superficie de escoria para provocar que una sección de extremidad inferior externa de la lanza sea revestida por gotitas de escoria salpicadas. La escoria solidificada por el efecto refrigerante del flujo de gas que contiene oxígeno a lo largo y más allá del paso anular para gas que contiene oxígeno, para formar un revestimiento de escoria solidificada que es capaz de ser mantenido incluso después de que la lanza sea bajada para sumergir la extremidad inferior de la lanza dentro de la escoria para permitir a la llama generar una zona de combustión dentro de la escoria. Este procedimiento ha sido ampliamente utilizado en numerosos procesos piro-metalúrgicos diferentes, aunque se encuentran dificultades en algunas operaciones. Por ejemplo, la mezcla del gas que contiene oxígeno y el combustible puede no ser suficiente para alcanzar la combustión eficiente del combustible, dando como resultado la dificultad de mantener la temperatura del baño por la combustión sumergida y la dispersión de combustible dentro del baño en el cual actúa el combustible, contrario a las intenciones, como un agente de reducción. También, particularmente a temperaturas de baño próximas a la extremidad superior del intervalo de temperatura para utilizar en la tecnología TSL, el revestimiento de escoria sólida requerido puede ser difícil de mantener y, donde dicho revestimiento se pierde, ocurre una rápida erosión de la tubería más exterior. A tales temperaturas más elevadas, el efecto refrigerante proporcionado por el gas que contiene oxígeno puede ser inadecuado para enfriar la tubería más exterior, mientras la llama de combustión puede pasar demasiado cerca de la superficie interior de la tubería más exterior y exacerbar además la dificultad de enfriar adecuadamente la tubería más exterior. El dispositivo de modificación de flujo de la lanza según la presente invención permite la operación mejorada facilitando la mezcla del gas que contiene oxígeno y mejorando por ello la eficiencia de la combustión de combustible, así como actuando para concentrar la llama de combustión y por tanto incrementar el espaciamiento de la llama a partir de la superficie interior de la tubería más exterior y ayudando así a mantener el revestimiento de escoria solidificada.

La lanza de la invención incluye preferiblemente al menos un generador de remolino de álabes helicoidales de un inicio o múltiples inicios en el paso anular para el gas que contiene oxígeno. La patente de los EE.UU. 4.251.271 de Floyd propone el uso de una lanza con solamente un generador de remolinos para gas que contiene oxígeno que se extiende sobre la mayor parte de la longitud del paso anular. Sin embargo, la lanza de la presente invención incluye preferiblemente al menos un generador de remolinos relativamente corto, habiendo preferiblemente dos o más de tales generadores de remolinos más cortos que, en su forma de múltiple inicio preferida, se denominan también como conjuntos. Esto que está en línea con las prácticas actuales como el uso de generadores de remolinos o conjuntos cortos, en vez de generadores de remolinos más largos como en el documento US 4.251.271, da como resultado una caída de presión de gas inferior entre las extremidades superior e inferior de la lanza, permitiendo así el uso de una presión de suministro de gas inferior.

Los generadores de remolinos hacen girar el gas que contiene oxígeno inyectado a lo largo del paso anular. Como resultado el gas es forzado centrífugamente contra la superficie interior de la tubería más exterior, mejorando el efecto refrigerante proporcionado por el gas con relación al enfriamiento que se puede alcanzar sin generadores de remolinos. Sin embargo, esta acción de los generadores de remolinos es la opuesta de la requerida para la buena mezcla del gas con el combustible en la cámara. Es decir, se requiere que el gas se mueva hacia dentro, en vez de hacia fuera, con el fin de obtener una mezcla eficiente en la cámara, y el dispositivo de modificación de flujo de la invención está para compensar cualquier desventaja resultante de la acción de los generadores de remolinos.

El dispositivo de modificación de flujo puede tener una variedad de formas. Sin embargo, en cada forma, el dispositivo funciona impartiendo al gas que fluye longitudinalmente hacia la cámara a través de la sección de extremidad inferior del paso anular para el gas que contiene oxígeno, un componente de flujo lejos de la superficie interior de la tubería más exterior. El componente puede en efecto ser de alguna manera radial o radial y longitudinal pero, en cualquier caso, preferiblemente genera turbulencia sustancial o corrientes parásitas en el gas que contiene oxígeno que fluye hacia y dentro de la cámara de manera que la mezcla del gas y el combustible es además mejorada.

El dispositivo de modificación de flujo tiene al menos un componente interior de forma helicoidal, y un componente exterior que se extiende alrededor de al menos un componente interior. La disposición es tal que el dispositivo de modificación de flujo restringe al gas que fluye a través de la sección de extremidad inferior del paso anular a un trayecto de flujo helicoidal, de sección transversal decreciente, alrededor de la superficie exterior de la siguiente tubería más interior. El o cada componente interior es preferiblemente un álabe helicoidal, de tal manera que el dispositivo de modificación de flujo es una disposición helicoidal de una solo inicio o de múltiples inicios. Al menos un álabe del componente interior puede ser asegurado a intervalos, o continuamente, a lo largo de un borde helicoidal interior, a la superficie exterior de la siguiente tubería más interior. Preferiblemente, al menos un álabe disminuye en anchura, radialmente con relación a la siguiente tubería más interior, desde una anchura máxima a o cerca de una extremidad superior del álabe. El componente exterior cierra la periferia exterior del trayecto de flujo helicoidal hacia fuera desde y alrededor de la siguiente tubería más interior. Donde solamente existe un único componente interior, el componente exterior puede ser de una forma helicoidal que tiene una superficie radialmente interior que puentea alrededor y entre vuelos sucesivos de un sólo álabe. Sin embargo, el componente exterior puentea preferiblemente alrededor y a través de vuelos sucesivos de la o de cada álabe. Donde se requiere puentear a través de vuelos sucesivos, el componente exterior puede tener una superficie radialmente interior escalonada o cónica. En una forma preferida, el componente exterior tiene una superficie interior troncocónica, mientras su superficie exterior puede ser también troncocónica o puede ser de cualquier otra forma tal como cilíndrica o un cono estrechado.

La o cada álabe que comprende al menos un componente interior tiene una superficie helicoidal superior que mira preferiblemente hacia una extremidad superior, de entrada de la lanza y que, en secciones radiales, es sustancialmente perpendicular al eje longitudinal de la lanza. Sin embargo, son posibles otras disposiciones en las que la superficie superior puede estar inclinada, o curvarse, hacia ese eje.

Más preferiblemente el o cada álabe del dispositivo de modificación de flujo es asegurada sobre, tal como a, la superficie exterior de la siguiente tubería adyacente. La fijación puede ser por soldadura, bien continua o intermitentemente a lo largo de la longitud de cada álabe. Alternativamente, el componente exterior del dispositivo de modificación de flujo puede comprender un manguito o alojamiento anular, mientras la o cada álabe puede ser asegurado a la superficie interior del manguito o alojamiento, de nuevo por soldadura continua o intermitente. Los componentes del dispositivo de modificación de flujo pueden ser de acero, preferiblemente de uno que tiene características de expansión térmica similares al acero del cual están hechas las tuberías de la lanza, y preferiblemente de tal manera que los aceros son de la misma composición, o son de composiciones parecidas.

En la medida en que el dispositivo de modificación de flujo de la lanza de la invención incluye al menos un álabe helicoidal, existe cierta similitud entre el dispositivo y los generadores de remolinos. Los generadores de remolinos son helicoidales y pueden ser de forma helicoidal de un solo inicio o de múltiples inicios. Sin embargo, la forma helicoidal es la magnitud de la similitud, ya que los generadores de remolinos y los álabes del dispositivo de modificación de flujo difieren significativamente en la forma total y en su función. Como una cuestión práctica los generadores de remolinos son fijados o montados sobre y a lo largo de la superficie exterior de la siguiente tubería adyacente a la tubería más exterior. También, a lo largo de su longitud, tienen una anchura sustancialmente uniforme de tal manera que abarcan sustancialmente la anchura radial del paso anular para el gas que contiene oxígeno, de manera que el dispositivo de generación de remolinos restringe sustancialmente que todo ese gas fluya helicoidalmente. Sin embargo, mientras los álabes del dispositivo de modificación de flujo pueden también ser asegurados o montados sobre y a lo largo de la superficie exterior de la siguiente tubería adyacente, solamente necesitan tener una anchura que abarque sustancialmente la anchura radial del paso anular en o hacia sus extremidades superiores, disminuyendo los álabes a continuación en anchura. También, los álabes están para cooperar con el componente exterior del dispositivo de modificación de flujo para definir un trayecto de flujo de sección transversal decreciente. Por supuesto, existe la mayor diferencia en que los generadores de remolinos imparten un componente de flujo hacia fuera al gas, en vez de un componente de flujo hacia dentro conseguido por la combinación de los álabes y el componente exterior del dispositivo de modificación de flujo.

La presente invención proporciona una lanza para inyección con la parte superior sumergida que, debido a la mejora del flujo de gas hacia y a través de la cámara de mezclado definida en la parte inferior de la longitud de la tubería exterior, proporciona una mezcla mejorada del gas con combustible que es inyectado, una combustión mejorada de la mezcla, y una llama de combustión más fuerte que se concentra lejos de la superficie interior de la tubería exterior. También, las mejoras permiten que la capa protectora de escoria solidificada sea mantenida mejor, incluso a temperaturas de funcionamiento más elevadas, o sea mantenida a lo largo de un periodo de funcionamiento más largo a una temperatura dada, proporcionando una reducción en el coste operativo para la operación pirometalúrgica en la cual es utilizada la lanza aumentando el tiempo operativo entre apagados sucesivos para el reemplazamiento de la lanza.

#### Breve descripción de los dibujos

La presente invención será ahora descrita con referencia a las figuras de los dibujos adjuntos, que ilustra realizaciones preferidas particulares de la presente invención, en donde:

La fig. 1 es una vista en perspectiva esquemática, parcialmente rota, que representa un reactor de inyección de

lanza con la parte superior sumergida (TSL);

La fig. 2 ilustra una forma de lanza TSL según la invención, adecuada para utilizar en un reactor TSL tal como se ha representado en la fig. 1;

La fig. 3 es una vista en sección ampliada de componentes similares a los de la fig. 2; y

5 La fig. 4 es una vista en planta superior de una forma modificada de los componentes mostrados en la fig. 3, tomada sobre una línea correspondiente a la línea A-A de la fig. 3.

### Descripción detallada

Antes de abordar directamente los dibujos, es pertinente observar que una lanza TSL según la invención, como las lanzas TSL en general, es necesariamente de grandes dimensiones. En una ubicación remota desde la extremidad de salida, tal como junto a una extremidad superior o de entrada, la lanza tiene una estructura por la cual puede ser suspendida de modo que cuelgue verticalmente hacia abajo dentro un reactor TSL. La lanza puede tener una longitud tan corta como de aproximadamente 7,5 m, tal como para un pequeño reactor TSL de propósito especial. La lanza puede ser de hasta aproximadamente 25 metros de longitud, o incluso mayor, para un reactor TSL grande de propósito general. Más habitualmente, los rangos de lanza van desde aproximadamente 10 a 20 metros en longitud. Estas dimensiones se refieren a la longitud total de la lanza y a la tubería más exterior a través de la extremidad de salida. La siguiente tubería adyacente, y la tubería más interior y cualquier otra tubería para una lanza con al menos tres tuberías sustancialmente concéntricas, pueden extenderse a la extremidad de salida y por tanto ser de la misma longitud total sustancialmente que la de la tubería más exterior. Sin embargo, cada tubería distinta de la tubería más exterior puede terminar a una distancia corta desde la extremidad de salida de la tubería más exterior, por ejemplo, de hasta aproximadamente 1000 mm. La lanza tiene típicamente un diámetro grande, tal como ajustado por un diámetro interno para la tubería más exterior de desde aproximadamente 100 a 650 mm, preferiblemente aproximadamente de 200 a 650 mm, y un diámetro total de desde 150 hasta 700 mm, preferiblemente aproximadamente de 250 a 550 mm.

Volviendo ahora a la fig. 1, se ha mostrado un reactor u horno 10 TSL adecuado para utilizar en la realización de una operación pirometalúrgica, utilizando la inyección de lanza con la parte superior sumergida (TSL) con una lanza TSL según la presente invención. El horno 10 es mostrado parcialmente cortado para revelar su interior, como si estuviera en el curso de la realización de una operación pirometalúrgica. El horno 10 tiene una sección 12 de base cilíndrica alta para contener un baño fundido 14 que comprende, o que tiene una capa superior, de escoria. Extendiéndose desde la extensión superior de la sección 12 de base, el horno 10 tiene un techo 16 troncocónico, asimétrico y, por encima del techo 16, una chimenea 18 de extracción. La sección 12 y el techo 16 del horno 10 tienen típicamente una carcasa exterior 20 de acero que está revestida con un refractario 22 adecuado. Una lanza 24 verticalmente suspendida, mostrada en más detalle en la fig. 2, se extiende hacia abajo a la sección 12 de base del horno 10, a través del techo 16 y próxima al eje de sección 12. La lanza 24 pasa a través de la porción de techo 16 y es capaz de ser subida o bajada por un carro (no mostrado) al que se adapta la extremidad superior de la lanza 24 para ser conectada. El carro es móvil verticalmente sobre una estructura de guía (no mostrada). Por medio de la lanza 24, un gas que contiene oxígeno y un combustible adecuado pueden ser inyectados al baño 14. El combustible puede ser arrastrado en un gas portador, y típicamente es así arrastrado si es un sólido tal como carbón en partículas finas. Sin embargo, el combustible puede ser también un gas o líquido de hidrocarburo adecuado. También, al menos parte del material de alimentación que ha de ser fundido puede ser cargado al horno 10, para caer en el baño 14, a través del puerto de entrada 26. Adicional o alternativamente, tal material de alimentación, si son partículas finas, puede ser inyectado al baño mediante un paso apropiado de la lanza 24. El sellado (no mostrado) es proporcionado para cerrar herméticamente de manera sustancial alrededor de la abertura en la porción del horno 16 a través de la cual pasa la lanza 24, y en el puerto 26. También, el horno 10 es mantenido por debajo de la presión atmosférica para impedir que los gases salgan del horno 10 de otra manera distinta que mediante la chimenea 18.

La lanza 24 mostrada en la vista axial, en sección de la fig. 2 tiene una disposición concéntrica de una tubería exterior 28 y una tubería interior 30. La lanza 24 se extiende concéntricamente a través de un tubo de cubierta 32 que termina a una distancia sustancial por encima de la extremidad de punta inferior de la lanza 24 de manera que, en el uso de la lanza, el tubo 32 también termina a un nivel suficiente por encima del baño 14. Para algunas operaciones pirometalúrgicas, las tuberías 28 y 30 pueden ser sustancialmente de la misma longitud. Sin embargo, para muchas operaciones pirometalúrgicas, la tubería interior 30 termina por encima de la extremidad de la punta de la lanza, como puede verse en la fig. 2, para proporcionar una cámara de mezcla y combustión 34 dentro de la tubería 28, por debajo de la extremidad de la tubería 30, como se requiere en lanza según la presente invención. Como se ha mostrado por la rotura de la región media de las tuberías 28 y 30, su longitud puede variar según los requisitos para un proceso en el cual es utilizado. El gas de proceso que proporciona la refrigeración externa para la tubería exterior 28 es suministrado mediante un conducto 36 a un espacio anular 38 entre el dispositivo de cubierta 32 y la lanza 24. También, la refrigeración interna de la tubería 28 es conseguida mediante un gas que contiene oxígeno que es suministrado mediante un conducto 40 para el flujo del gas que contiene oxígeno hacia bajo a un paso anular 42 definido entre las tuberías 28 y 30 y que comunica con la cámara 34. El combustible puede ser suministrado mediante un conducto 44 para fluir hacia dentro y hacia bajo a un paso 46 que comprende el ánima de

la tubería 30.

Unos generadores de remolinos 48 axialmente espaciados están previstos en el paso entre las tuberías 28 y 30, por encima de la extremidad inferior de la tubería 30 de la lanza 24. Cada remolino 48 puede tener la forma de una única cinta helicoidal, como es mostrado, o un sistema de cintas helicoidales de múltiples inicios. El flujo helicoidal de remolino es impartido por los generadores de remolinos 48 al gas que contiene oxígeno que pasa bajo el paso 42, y esto fuerza al gas hacia afuera contra la superficie interior de la tubería 28 y mejora la refrigeración de la tubería 28. La generación de remolinos consigue también un grado de mezclado de dicho gas y del combustible en la cámara de mezcla y combustión 34. Los generadores de remolinos 48 son montados sobre la superficie exterior de la tubería 30, tal como por soldadura, después de lo cual la tubería 28 es recibida como un manguito a lo largo de la tubería 30 y a lo largo de los generadores de remolinos 48 previstos sobre la tubería 30. Los generadores de remolinos 48 tienen una anchura tal que cada uno tiene un borde helicoidal exterior estrechamente adyacente a la superficie interior de la tubería exterior 28. Así, sustancialmente todo el gas que pasa bajo el paso 42 está restringido a un trayecto de flujo helicoidal en el paso 42 antes de entrar en la cámara 34, y este es capaz de alcanzar un grado de mezclado, en la cámara 34, del gas procedente del paso 42 y el combustible que pasa a la cámara 34 procedente del paso 46. Una mezcla de gas/combustible resultante es quemada para generar una llama de combustión que sale desde la cámara 34 que es suficiente para el propósito de algunas operaciones pirometalúrgicas TSL. No todo el material que comprende combustible necesita ser quemado, ya que puede requerirse la inyección de algo del material en el baño fundido para proporcionar un agente de reducción o reductor. Donde se requiere el agente de reducción en el baño fundido, es normal designar el material como "combustible/reductor", siendo inyectada esa parte no quemada, como combustible dentro el baño y capaz de funcionar como reductor.

Mientras la lanza 24 tiene solamente dos tuberías 28 y 30, puede haber más de dos tuberías. Así, en una disposición, el paso 42 y el dispositivo generador de remolinos 48 pueden estar previstos entre la tubería 28 y una tubería intermedia que está ubicada entre las tuberías 28 y 30. En esa disposición, otro paso anular para material de alimentación en partículas será definido entre la tubería intermedia y la tubería 30.

En la puesta en marcha con el horno 10, la lanza 24 es bajada a una posición en la cual su extremidad de punta inferior está por encima del baño 14 inicialmente inactivo. Cuando el gas que contiene oxígeno a través del conducto 40 y el combustible a través del conducto 44 son inyectados a través de la lanza 24, el combustible es quemado mediante ignición de la mezcla resultante del gas que contiene oxígeno y del combustible formada en la cámara 34 antes de salir desde la extremidad de punta inferior de la lanza 24. Los materiales suministrados a través de la lanza para esta combustión del combustible son suministrados a una velocidad elevada que resulta en la generación de un chorro o llama de combustión muy fuerte que choca contra la superficie de la escoria del baño 14, causando por ello fuertes salpicaduras de la escoria. La superficie externa de la tubería 28 por debajo de la extremidad inferior del tubo de cubierta 32 resulta cubierta con gotitas de escoria fundida que son solidificadas por el efecto refrigerante de los gases que pasan hacia abajo por la tubería 28, a lo largo y más allá del paso 42. La escoria acumulada forma una capa 50 de revestimiento protector (véase la inserción ampliada A) sobre la superficie exterior de la tubería 28. Si no ha comenzado previamente, se inicia un flujo de gas refrigerante a través del conducto 38, saliendo el gas desde la extremidad inferior del tubo de cubierta 32 para enfriar más la tubería 28. La lanza 24 es a continuación bajada de manera que la extremidad de la punta inferior es sumergida en la escoria, para proporcionar inyección sumergida y formar una zona de combustión dentro de la escoria por la combustión del combustible en la llama de combustión sumergida. La inyección con la parte superior sumergida genera tal turbulencia sustancial en la escoria que la salpicadura de la escoria continúa, y se puede conseguir un mezclado íntimo del material de alimentación con la escoria. El horno 10 está entonces en una condición que permite que un proceso pirometalúrgico requerido sea realizado. En el curso de ese proceso, un gas refrigerante puede ser suministrado a través del conducto 36 al paso 38 entre el tubo de cubierta 32 y la tubería exterior 28 de la lanza 24 de modo que salga a un espacio de gas 52 por encima del baño 14. El gas refrigerante ayuda además en la refrigeración de la superficie exterior de la tubería 28 de la lanza 24 y en el mantenimiento de la capa de revestimiento 34 de la escoria solidificada. El gas refrigerante puede ser un gas que contiene oxígeno tal como aire o aire enriquecido con oxígeno para permitir la recuperación de energía térmica al baño 14 por la postcombustión de gases, tales como monóxido de carbono e hidrógeno, evolucionados desde el baño 14 durante la operación pirometalúrgica. Alternativamente, el gas refrigerante puede ser un gas no oxidante tal como nitrógeno o un gas de proceso refrigerado que esencialmente no es oxidante recuperado de los gases de chimenea.

Con la lanza 24 de las figs. 1 y 2, la parte inferior de la longitud del paso 42 está prevista con un dispositivo 60 de modificación de flujo de gas. Como puede verse, el dispositivo 60 está dispuesto por encima de la cámara 34, entre la tubería exterior 28 y la tubería interior 30. El dispositivo 60 se puede utilizar para impartir un componente de flujo hacia dentro, lejos de la superficie interior de la tubería 28, al gas que contiene oxígeno que fluye hacia abajo al paso 42, antes de que el gas pase longitudinalmente a la cámara 34 y hacia la extremidad de salida, inferior de la lanza 24. Impartiendo tal componente de flujo al gas, el dispositivo es capaz de mejorar la mezcla del gas con el combustible que pasa a la cámara 34 desde el paso 46 de la tubería 30, con relación a la mezcla capaz de ser conseguida únicamente por los generadores de remolinos 48 (es decir sin el dispositivo 60).

En la fig. 2, el dispositivo 60 comprende una disposición de tres inicios de álabes 62 helicoidales circunferencialmente espaciados, y un manguito troncocónico o anillo de cono 64 que se extiende alrededor y cierra

herméticamente contra la periferia exterior de cada álabe 62. Los tres álabes 62 se extienden longitudinalmente a la unión entre el paso 42 y la extremidad superior de la cámara 34. Los álabes 62, además de extenderse longitudinalmente, también se extienden circunferencialmente alrededor de la superficie exterior de la tubería 30, de modo que sean de forma helicoidal. Cada álabe 62 tiene forma de tira estrecha, y fijado, tal como por soldadura, a lo largo de uno de sus bordes laterales a la superficie exterior de la tubería 34, de manera que su anchura sobresale de dicha superficie. Aunque se ha ilustrado sólo de manera esquemática, cada uno de los álabes 62 se estrecha en anchura lo largo de su longitud desde una anchura máxima en o más cerca de su extremidad superior. Adicionalmente, aunque los álabes 62 mostrados son sustancialmente planos en secciones transversales y perpendiculares al eje longitudinal de la lanza 24, como es preferido, pueden ser inclinados o curvados en tales secciones transversales y así su superficie superior mira hacia dicho eje. Sin embargo, en cada disposición para la lanza 24 los álabes 62, en combinación con el manguito o anillo de cono 64 están para ayudar a impartir un componente de flujo hacia dentro, lejos de la tubería 28, al gas que fluye a través de la parte inferior de la longitud del paso 42, mejorando por tanto la mezcla del gas con combustible recibida en la cámara 34 procedente del paso 46, mejorando la combustión de combustible y fortaleciendo la intensidad de la llama. Estos factores dan como resultado también el espaciamiento de la llama desde la superficie interior de la tubería 28 y minimizan por tanto el calentamiento de la tubería 28 por la llama.

En la disposición de la fig. 2, el dispositivo 60 tiene un anillo de cono 64 anular macizo que tiene una superficie interior 66 troncocónica. Con la tubería interior 30, la superficie 66 define un paso 68 anular que disminuye en anchura radial desde un máximo en la extremidad superior 68a a un mínimo en la extremidad inferior 68b. La disposición es tal que el anillo 64, los álabes 62 y la tubería 30 juntos definen un trayecto de flujo helicoidal respectivo de sección transversal disminuida entre cada par de álabes 62 sucesivos, con cada trayecto de flujo no solamente restringiendo el gas a los trayectos de flujo helicoidal que imparten un componente de flujo lejos de la tubería exterior 28, sino incrementando también la velocidad de flujo del gas a un máximo en la extremidad inferior 68b.

En la disposición de la fig. 2, el anillo 64 cónico macizo tiene una superficie exterior 70 sustancialmente cilíndrica que puede contactar o ser muy adyacente a la superficie interior de la tubería exterior 28. Sin embargo, como se ha mostrado en la inserción ampliada B en la fig. 2, la superficie exterior 70 del anillo 64 puede ser espaciada lo suficiente desde la superficie interior de la tubería 28 para definir un hueco anular 72 estrecho entre ellos. El hueco 72 es suficiente preferiblemente para permitir una proporción menor del gas que pasa hacia abajo al paso 42 para pasar entre el dispositivo 60 y la tubería 28, refrigerando por ello esta última. Para una uniformidad sustancial de refrigeración de la tubería 28, el hueco 72 permite más preferiblemente el paso de una cortina anular de gas. La contrapresión resultante de la sección transversal decreciente de trayectos de flujo de gas a través del dispositivo 60 actúa para incrementar la velocidad de flujo del gas que pasa a través de hueco 72, ayudando además con la refrigeración de la tubería 28.

Como se ha indicado, los álabes 62 del dispositivo 60 son fijados en sus bordes interiores a la tubería 30. También, el anillo 64 cónico puede ser fijado en su superficie interior 66 a los bordes radialmente exteriores de los álabes 62, tal como por soldadura. Alternativa, o adicionalmente, el anillo 64 puede ser fijado a intervalos alrededor de su superficie exterior 70 a la tubería exterior 28, tal como por sujetadores, o por correas de sujeción que puentean a través del paso 42 a ubicaciones sobre la tubería interior 30 por encima del dispositivo 60.

En las disposiciones similares de las figs. 3 y 4, partes correspondientes a las de la fig. 2 tienen los mismos números de referencia, más 100 y 200, respectivamente. En la fig. 3, el dispositivo de modificación de flujo 160 tiene dos álabes 162 en una disposición de dos inicios, mientras el dispositivo 260 de la fig. 4 tiene ocho álabes 262. También, en vez de un anillo 64 cónico macizo como en el dispositivo 60 de la fig. 2, los dispositivos 160 y 260 tienen un manguito troncocónico 164, 264. Mientras cada uno de los manguitos 164, 264 tiene una superficie interior 166, 266 troncocónica, los manguitos están formados de chapa de metal y tienen una superficie exterior 170 respectiva en el caso del dispositivo 160, pero no mostrada para el dispositivo 260, que tiene la misma forma que la superficie 166, 266.

En el dispositivo 160 de la fig. 3, la disposición se ha mostrado como teniendo el dispositivo 160 instalado en el paso 142 entre una tubería exterior 128 que tiene un diámetro interior  $P_1$  y una tubería interior 130 que tiene un diámetro exterior  $P_2$ . El dispositivo 160 tiene una altura total  $H_1$ , teniendo el manguito 164 una altura  $H_2$ , con un diámetro superior  $D_1$  y un diámetro inferior  $D_2$ . El diámetro superior  $D_1$  del manguito 164 es menor que el diámetro interior  $P_1$  de la tubería exterior 128 para dejar un pequeño hueco anular  $G_1$  en la parte superior del manguito 164, y un espaciamiento anular  $W_1$  relativamente grande entre la extremidad superior del manguito 164 y la tubería 130. La forma troncocónica del manguito 164 da como resultado un hueco anular  $G_2$  mucho más grande entre la extremidad inferior del manguito 164 y la superficie interior de la tubería exterior 128 y un espaciamiento  $W_2$  correspondientemente menor entre la extremidad inferior del manguito 164 y la superficie exterior de la tubería 130. La anchura radial del hueco  $G_1$  permite que una proporción menor de gas pase hacia abajo al paso 142 para fluir hacia abajo, y enfriar, la superficie interior de la tubería 128. La mayor parte del gas pasa hacia abajo a través del dispositivo 160, a lo largo de los trayectos de flujo entre cada par de álabes 162 sucesivos. Sin embargo, el estrechamiento hacia abajo de los componentes del dispositivo 160 da como resultado aquellos trayectos de flujo que disminuyen en la sección transversal a la extremidad de salida, inferior del dispositivo 160, y así el gas que fluye a la cámara 134 sale a una velocidad de flujo aumentada y dirigido hacia el eje de la lanza 124, por debajo de la

- extremidad de salida, inferior de la tubería interior 130. Como resultado, se consigue un mezclado eficiente, sustancialmente completo, entre el gas que entra en la cámara 134 desde el paso 142 y el dispositivo 160 y el combustible que entra en la cámara 134 desde la tubería 130. Este mezclado mejorado permite una combustión más eficiente, sustancialmente completa del combustible cuando la mezcla es quemada, generando una llama de combustión fuerte que está localizada por debajo de la tubería 130 y espaciada de manera lateral desde la superficie de la tubería 128.
- 5
- Aunque los dispositivos 60 de la fig. 2 y el dispositivo 160 de la fig. 3 tienen agrupaciones de álabes 62, 162, de múltiples inicios, la muestra de tres y dos álabes, respectivamente, es por simplicidad de la ilustración. Hay preferiblemente al menos cuatro álabes, tales como de siete a doce.
- 10
- Los expertos en la técnica apreciarán que la invención descrita aquí es susceptible de variaciones y modificaciones distintas de las descritas específicamente. Se entiende que la invención incluye la totalidad de tales variaciones y modificaciones que caen dentro del espíritu y del alcance.
- A lo largo de toda la descripción y las reivindicaciones de la memoria la palabra "comprender" y variaciones de la palabra, tales como "comprendiendo" y "comprende", no pretenden excluir otros aditivos, componentes, enteros, u
- 15
- operaciones.

**REIVINDICACIONES**

- 1.- Una lanza para inyección con la parte superior sumergida (TSL) en una operación pirometalúrgica, en donde la lanza tiene al menos dos tuberías sustancialmente concéntricas, con un paso anular para gas que contiene oxígeno definido entre una de las tuberías más exterior y una siguiente tubería adyacente y un paso adicional para combustible definido dentro de una de las tuberías más interior; la tubería más exterior tiene una parte inferior de su longitud, a partir de una extremidad de salida inferior sumergible de la lanza, por la cual se extiende la tubería más exterior más allá de una extremidad de salida de la o de cada otra tubería para definir entre la extremidad de salida de la tubería más exterior y la extremidad de salida de la o de cada otra tubería una cámara con la cual comunica el paso para gas que contiene oxígeno; y
- 5
- 10 la lanza incluye además un dispositivo de modificación de flujo de gas que está dispuesto en una sección de extremidad inferior del paso para gas que contiene oxígeno, adyacente a la cámara, y que se puede utilizar para impartir un componente de flujo hacia dentro, lejos de la superficie interior de la tubería más exterior, para hacer pasar el gas que contiene oxígeno hacia y longitudinalmente dentro de la cámara hacia la extremidad de salida de la lanza y mejorar por ello la mezcla del gas que contiene oxígeno con el combustible que pasa a la cámara desde el
- 15 paso para combustible, teniendo el dispositivo de modificación de flujo al menos un componente interior de forma helicoidal, y un componente exterior que se extiende alrededor de al menos un componente interior, de tal manera que el dispositivo de modificación de flujo restringe que el gas fluya a través de la sección de extremidad inferior del paso anular a un trayecto de flujo helicoidal, de sección transversal decreciente, alrededor de la superficie exterior de la siguiente tubería adyacente.
- 20 2.- La lanza de la reivindicación 1, en donde el dispositivo de modificación de flujo funciona impartiendo al gas que fluye longitudinalmente hacia la cámara a través de la sección de extremidad inferior del paso anular gas que contiene oxígeno, un componente de flujo lejos de la superficie interior de la tubería más exterior que en efecto es algo radial o radial y longitudinal.
- 25 3.- La lanza de la reivindicación 1 o 2, en donde el o cada componente interior es un álabe helicoidal, de tal manera que el dispositivo de modificación de flujo es una disposición helicoidal de uno o múltiples inicios.
- 4.- La lanza de la reivindicación 1 o 2, en donde al menos un álabe del componente interior está fijado a intervalos, o continuamente, a lo largo de un borde helicoidal interior, a la superficie exterior de la siguiente tubería más interior.
- 5.- La lanza de la reivindicación 1, 2, 3 o 4, en donde al menos un álabe disminuye en anchura, radialmente con relación a la siguiente tubería más interior, desde una anchura máxima en o más cerca de una extremidad superior
- 30 del álabe.
- 6.- La lanza de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en donde el componente más exterior cierra la periferia exterior del trayecto de flujo helicoidal hacia afuera desde y alrededor de la siguiente tubería más interior.
- 7.- La lanza de la reivindicación 6, en donde el componente exterior puentea alrededor y a través de vuelos sucesivos del o de cada álabe.
- 35 8.- La lanza de la reivindicación 7, en donde el componente exterior tiene una superficie interior troncocónica, mientras su superficie exterior es también troncocónica o de otra forma tal como cilíndrica.
- 9.- La lanza de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, en donde el o cada álabe del dispositivo de modificación de flujo es fijado sobre, tal como, la superficie exterior de la siguiente tubería adyacente, tal como por soldadura, ya sea continua o intermitentemente, a lo largo de la longitud de cada álabe.
- 40 10.- La lanza de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, en donde el componente exterior del dispositivo de modificación de flujo puede comprender un manguito o alojamiento anular, y el o cada álabe es fijado a la superficie interior del manguito o alojamiento tal como mediante soldadura continua o intermitente.
- 11.- La lanza de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10, en donde el dispositivo de modificación de flujo incluye al menos cuatro álabes, tal como de siete a doce álabes.
- 45 12.- La lanza de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11, en donde el dispositivo de modificación de flujo está adaptado para impartir un componente de flujo hacia dentro a una proporción mayor de gas que fluye hacia abajo al paso anular para el gas que contiene oxígeno, pero define con la tubería más exterior un hueco anular a través del cual una proporción menor del gas es capaz de pasar para fluir sobre la superficie interior de la tubería más exterior.

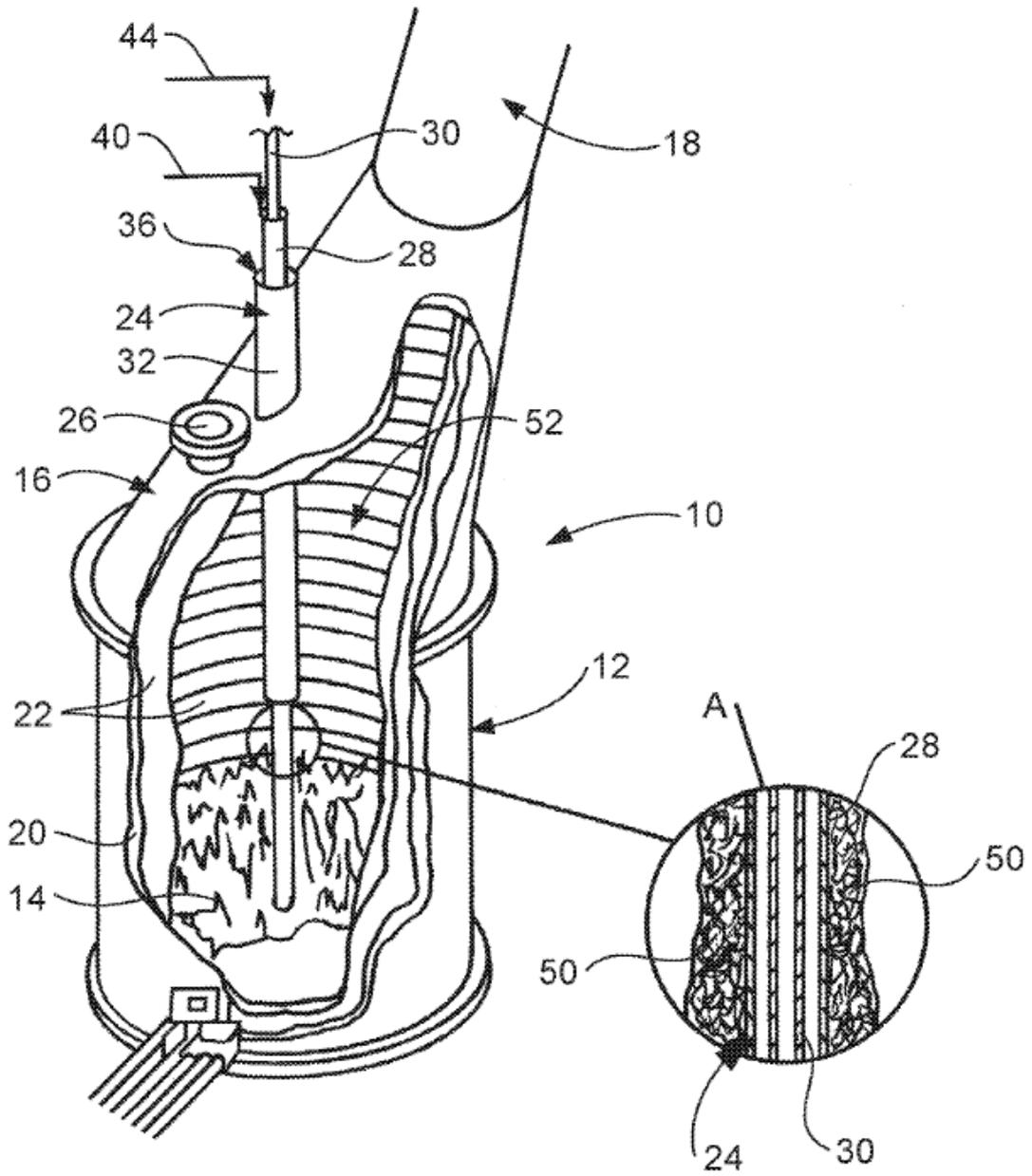


FIG 1

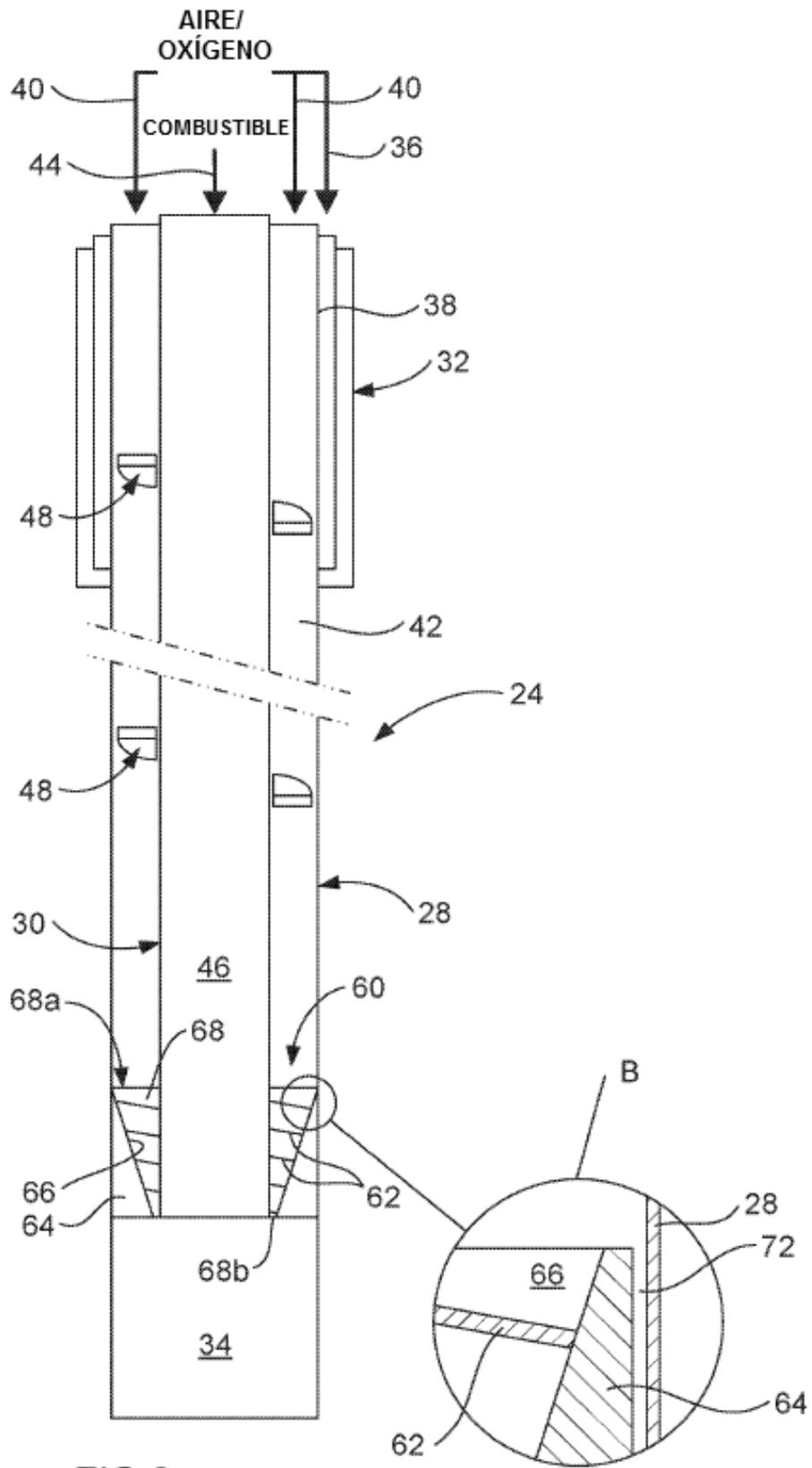


FIG 2

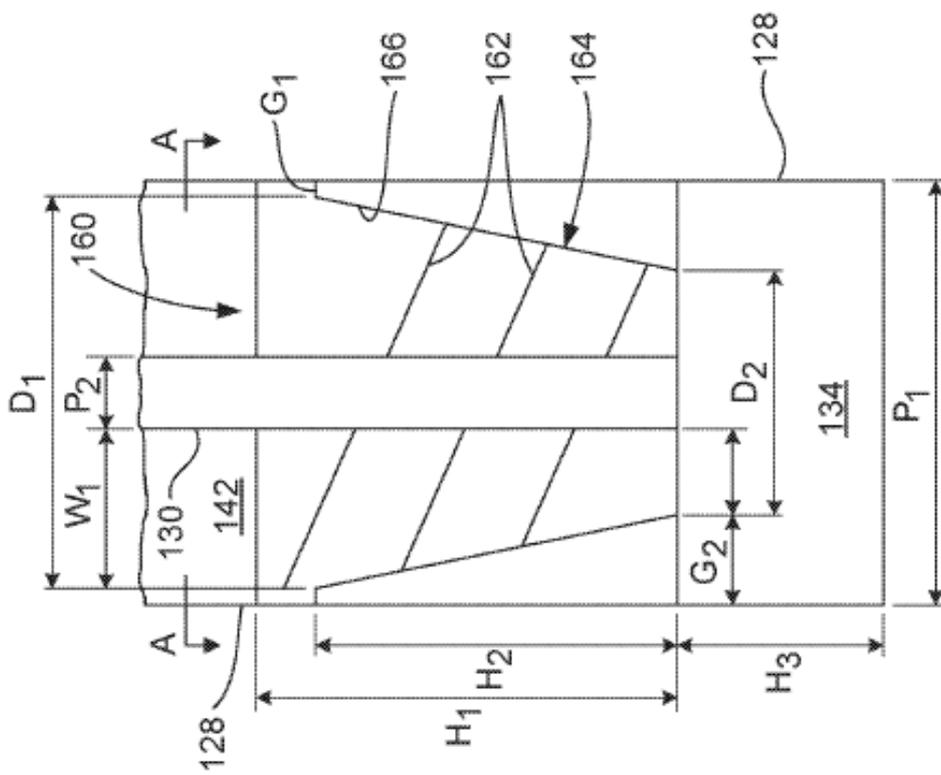


FIG 3

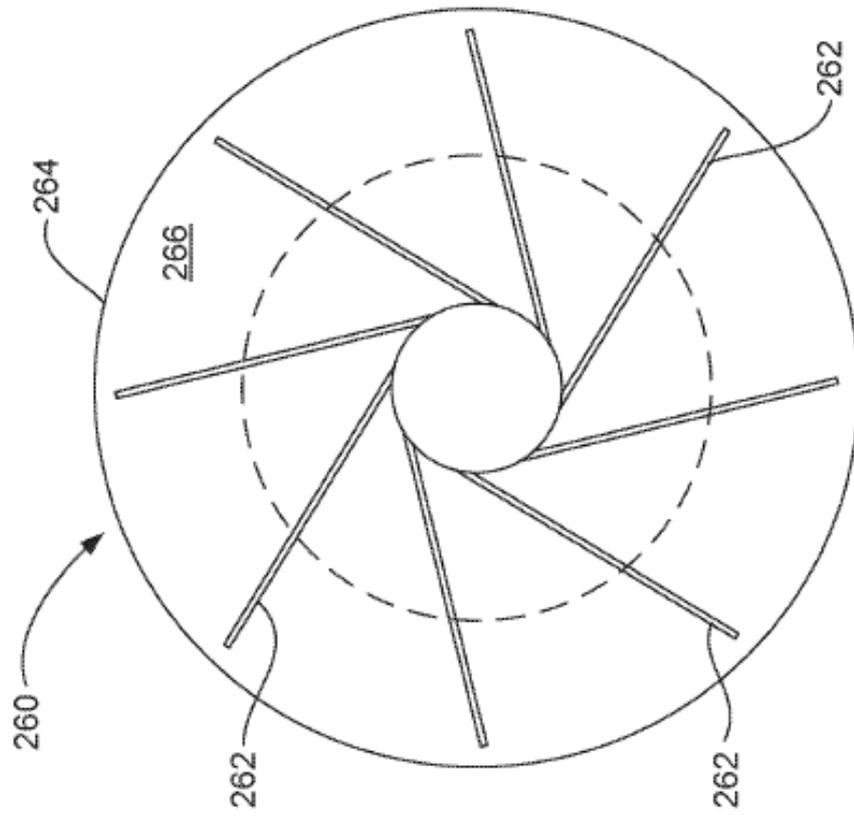


FIG 4