

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 562 015**

51 Int. Cl.:

**C21C 5/52** (2006.01)

**C21C 5/46** (2006.01)

**F27B 3/22** (2006.01)

**F27D 3/00** (2006.01)

**C21C 5/54** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **21.12.2012 E 12813692 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **16.12.2015 EP 2794934**

54 Título: **Inyección de sólidos controlable**

30 Prioridad:

**21.12.2011 US 201161578569 P**

**18.12.2012 US 201213718685**

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

**02.03.2016**

73 Titular/es:

**PRAXAIR TECHNOLOGY, INC. (100.0%)**

**39 Old Ridgebury Road**

**Danbury, CT 06810, US**

72 Inventor/es:

**HALDER, SABUJ;**

**MAHONEY, WILLIAM J.;**

**BIELEC, BRYAN y**

**CHURPITA, ROBERT**

74 Agente/Representante:

**DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto**

**ES 2 562 015 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**

Inyección de sólidos controlable

**Campo de la invención**

5 La presente invención se refiere a la formación de una corriente neumática, de alta velocidad, controlable de partículas sólidas que pueden ser inyectadas en, por ejemplo, un líquido tal como un baño de metal fundido.

**Antecedentes de la invención**

10 Muchos procesos industriales, particularmente el refinado de metales, implican alimentar reactivos de partículas sólidas en los cuerpos del líquido. Un ejemplo notable es la adición de un material carbonoso, y la adición de cal y/o otros agentes escoriantes en el material fundido en un horno de arco eléctrico (EAF), en el que usualmente hay una fase de escoria fundida encima de una fase de metal fundido. La presente invención proporciona un aparato ventajoso y una metodología útil para realizar este tipo de actividad.

15 En las operaciones del EAF el carbono se inyecta para reaccionar con la escoria fundida para disminuir los óxidos de hierro (mediante la reducción de los óxidos de hierro a hierro metálico) y para optimizar la práctica de la escoria espumosa. Esta práctica da como resultado un reducido consumo de electrodos, una reducción en el ruido del arco, una mayor vida útil del revestimiento refractario, y una economía de energía mejorada de forma general y una eficiencia térmica específica. El carbono inyectado a través de la capa de escoria puede intencionalmente elevar los niveles de carbono en el metal fundido cuando se desee.

20 En las operaciones del EAF, la cal puede ser inyectada a través de unos inyector en la pared lateral para mejorar las prácticas con escoria mediante un mejor control de la química de la escoria. Esta práctica puede dar lugar a un entorno más limpio en la instalación (menos pérdidas de polvo del horno) y unas pérdidas reducidas de cal en el sistema de evacuación del horno, que disminuye el consumo de cal, un coste de mantenimiento reducido en comparación con los sistemas mecánicos, una disolución más rápida de la cal en relación con el área de superficie aumentada, y un rendimiento general mejorado del procesamiento del acero. La inyección de cal también contribuye a la eliminación del azufre y del fósforo.

**Breve compendio de la invención**

25 Un aspecto de la presente invención es un método definido en la reivindicación 1.

30 Otro aspecto de la invención es un método de inyección de sólidos en un horno de arco eléctrico, en donde el horno de arco eléctrico contiene un baño de metal fundido y una capa de escoria en la parte superior del baño de metal fundido, y en donde hay una capa que comprende una mezcla de escoria y de metal fundido entre el baño de metal fundido y la capa de escoria, comprendiendo el método los pasos de realizar el método antes mencionado para producir una corriente de alta velocidad de dichos sólidos mezclados con dicho gas, e inyectar dicha corriente hacia el baño de metal fundido a una velocidad de modo que la corriente penetre en la capa de escoria, o a través de la capa de escoria en dicha mezcla de escoria y metal fundido, o a través de la capa de escoria y a través de dicha mezcla en la superficie del baño de metal fundido. La velocidad de la corriente de sólidos mezclados con gas es controlable para controlar la profundidad de penetración de dicha corriente. La inyección a alta velocidad minimiza el consumo de partículas reactivas (carbono con gases de llama) durante el tiempo de vuelo al baño.

35 En otros aspectos de la invención los sólidos pueden ser inyectados como se describe aquí en un baño de metal fundido que no tenga una capa de escoria, o en una estufa, horno o reactor químico.

**Breve descripción de los dibujos**

40 La Figura 1 es una vista del exterior del inyector de acuerdo con la invención.

La Figura 2 es una vista de la sección transversal del inyector de la Figura 1.

La Figura 3 es una vista de la sección transversal de otra realización de un inyector de acuerdo con la invención.

**Descripción detallada de la invención**

45 Las Figuras 1 y 2 muestran unas vistas exterior y de la sección transversal del inyector 1. El inyector visto en la Figura 2 ha sido rotado 90 grados alrededor de su eje longitudinal en comparación con la vista mostrada en la Figura 1.

50 Con referencia primero a la Figura 1, el inyector 1 incluye una cámara de combustión cerrada refrigerada por agua situada en 11. El conducto 12 se extiende desde un extremo de la cámara de combustión 11, y la tubería de alimentación 13 de oxidante y la tubería de alimentación 15 de combustible se extienden desde el otro extremo de la cámara de combustión 11. La tubería 13 de alimentación de oxidante incluye una entrada 14 de oxidante, que puede estar conectada a una fuente de oxidante. La tubería 15 de alimentación de combustible incluye una entrada 16 de

combustible, que puede estar conectada a una fuente de combustible. El tubo 17 se usa para alimentar sólidos al inyector 1, como se describe más completamente más adelante. El inyector 1 está preferiblemente refrigerado por el agua que circula a través de unos pasajes dentro de las paredes de la cámara de combustión 11 y del conducto 12. El agua de refrigeración es alimentada preferiblemente a través de una entrada tal como la entrada 18 del agua de refrigeración, y preferiblemente sale del inyector 1 a través de una salida tal como la salida 19 del agua de refrigeración.

Con referencia ahora a la Figura 2, se puede ver un detalle adicional del inyector 1. El quemador 23 está situado dentro de la cámara de combustión 11 en un extremo de la cámara de combustión 11. La tubería 13 de alimentación de oxidante y la tubería 15 de alimentación de combustible alimentan el oxidante y el combustible (respectivamente) al quemador 23. Preferiblemente, las tuberías 13 y 15 están dispuestas concéntricamente, con la tubería 15 de alimentación de combustible alineada coaxialmente dentro de la tubería 13 de alimentación del oxidante. Los extremos abiertos de las tuberías 13 y 15 dentro de la cámara de combustión 11 comprenden una forma preferida del quemador 23. Un dispositivo 24 de llama piloto activada por un encendedor de chispa está dispuesto para encender la mezcla combustible del combustible y el oxidante en la cámara de combustión 11. También está dispuesto un puerto de presión 25 que está conectado con la cámara de combustión.

En el extremo de la cámara de combustión 11, opuesto al extremo en el que está situado el quemador 23, se encuentra la tobera 26. Mientras que se muestra una configuración de la tobera convergente-divergente, la invención puede ser puesta en práctica con cualquier tobera de expansión, por ejemplo, convergente (en la dirección del flujo de gas a través de la tobera) más bien que convergente-divergente. La tobera 26 tiene una entrada 27 de la tobera que se abre al interior de la cámara de combustión 11. Los gases que entran por la entrada 27 pasan a través de la tobera 26, y después salen de la tobera 26 a través de la salida 28 de la tobera.

Las dimensiones óptimas de la tobera para cualquier realización dada del inyector 1 dependerán de la cantidad de empuje requerida para impulsar la cantidad de partículas sólidas que han de ser inyectadas por el inyector dado. Unas velocidades más altas de alimentación de sólidos en correspondencia requerirían una mayor cantidad de gas de propulsión para proporcionar una velocidad efectiva del polvo. El diseño de la tobera tiene en cuenta la amplia gama de presiones de suministro de combustible disponibles en la práctica. Añadir un compresor para aumentar la presión de suministro disponible es una opción y la justificación de su coste dependería de las ventajas. En circunstancias en las que la presión de suministro del combustible no sea lo suficientemente alta, la presión de la cámara de combustión está limitada por este parámetro. Las dimensiones de la tobera serán relativamente mayores para esas condiciones con el fin de generar la cantidad de gas requerida para una propulsión adecuada.

La salida 28 de la tobera 26 se abre en un extremo del conducto 12. El otro extremo 29 del conducto 12 se abre al medio ambiente circundante tal como el interior de un horno de arco eléctrico.

El tubo 17 antes mencionado termina en la abertura 30 que está dentro del conducto 12, preferiblemente cerca del extremo del conducto 12 que está en la salida 28 de la tobera 26. El eje del tubo 17 en la abertura 30 es oblicuo con respecto al eje del conducto 12 y al eje de la tobera 26 formando un ángulo preferiblemente de 10 a 80 grados. Preferiblemente, la cámara de combustión 11, la tobera 26 y el conducto 12 son coaxiales entre sí.

En la Figura 3 se muestra otra realización. Está dispuesta una entrada 31 adicional a través de la cual se añade un gas adicional, preferiblemente un fluido oxidante que tiene un contenido de oxígeno en volumen mayor del 21%, para mezclar con, o para rodear, la mezcla de sólidos y de productos de combustión que está formada en el conducto 12. El gas adicional puede estar a la temperatura ambiente o puede haber sido precalentado.

### Ejemplo 1

Este ejemplo proporciona un detalle más específico como una ilustración de una realización del inyector.

Las paredes de la cámara de combustión 11 están preferiblemente hechas de metal, tal como cobre en este ejemplo, para disipar el calor procedente de las reacciones de combustión más rápidamente e impedir daños al equipo. La cámara de combustión en este ejemplo tiene una longitud de aproximadamente 30,48 cm (12") de largo con un diámetro interior de 5,40 cm (2,125").

En el extremo del quemador de la cámara de combustión 11 hay una pieza extrema de latón que es refrigerada por el circuito de agua de refrigeración. Esta pieza final de latón está prevista para la instalación de un quemador 23 de gas natural con oxígeno. El conducto 15 de combustible es un tubo SS316 de 1,91 cm (3/4") en tanto que la tubería de oxígeno anular 13 es un manguito de acero inoxidable SCH 40 de 3,81 cm (1,5"). La concetricidad de los dos tubos 13 y 15 está mantenida por medio de un conjunto de piezas de centrado. Este conjunto del quemador está roscado en la pieza extrema de latón en un extremo de la cámara de combustión 11. La tobera de combustible en la pieza extrema de latón en un extremo de la cámara de combustión 11. La tobera de combustible en el extremo del quemador 23 es una tobera en forma de domo para estabilizar la combustión y está hecha de Inconel 601 para una mayor resistencia a la oxidación a alta temperatura. No obstante, otras realizaciones de este aparato de la presente invención no necesitan incluir la refrigeración por agua de la cámara de combustión 11.

En el otro extremo de la cámara de combustión 11 hay una aleta hecha de cobre que contiene la tobera 26 convergente divergente (C-D). Esta aleta tiene unos agujeros pasantes que van a través de su anchura dispuestos circunferencialmente alrededor de la tobera a través de los cuales fluye el agua de refrigeración e impide el sobrecalentamiento de la tobera. El diámetro de la garganta de la tobera en este ejemplo es 2,03 cm (0,8") y su diámetro de la salida es 2,54 cm (1,0"). El ángulo de divergencia de esta tobera 26 es 8,3 grados con respecto al eje de la tobera y la longitud de la garganta de la tobera es aproximadamente 2,01 cm (0,79").

Contiguo a la aleta de la tobera hay un miembro de latón que aloja la tubería 17 de entrada de sólidos y el conducto 12. Este miembro de latón tiene unos agujeros pasantes que van a través de su espesor para que fluya el agua de refrigeración. La tubería 17 de entrada de sólidos viene con un ángulo de 50 grados con respecto al eje del inyector. El conducto 12 que transporta los sólidos con los productos de combustión calientes desde la cámara de combustión está hecho de una tubería de latón SCH 80 de 3,81 cm (1,5"). El conducto está preferiblemente unido al resto del inyector 11 pero no está físicamente soldado a cualquier otro miembro, lo que hace de él un componente sustituible. El motivo de hacer de este miembro un componente perecedero es el desgaste y la rotura gradual debidos a la acción abrasiva de las partículas sólidas contra las paredes de la tubería. El agua de refrigeración fluye dentro de unos pasajes a lo largo de la longitud de esta tubería y hace un giro en U en la cara frontal del conducto antes de fluir hacia atrás hacia la salida del agua de refrigeración. La cara frontal del conducto que marca la salida del conducto está hecha de cobre y está diseñada de modo que el agua de refrigeración que fluye en íntimo contacto con ella la proteja del sobrecalentamiento.

Operación: La operación del inyector 1 incluye el combustible de combustión y el oxidante que se alimentan a la cámara de combustión 11, que fluye y expande una corriente de productos de combustión gaseosos formados en esa combustión a través de la tobera 26 convergente/divergente, que alimenta los sólidos a través del tubo 17 al conducto 12 y que arrastra los sólidos en la corriente de los productos de la combustión, y haciendo fluir la corriente combinada resultante de sólidos y gases fuera del conducto 12 a una aplicación deseada.

Haciendo referencia primero a la combustión, el combustible y el oxidante se alimentan a la cámara de combustión 11. El combustible preferido es cualquier composición gaseosa combustible tal como el gas natural, cualesquiera otros hidrocarburos que son gaseosos en condiciones atmosféricas ambientales tales como el propano, el gas de horno de coque, el gas de escape de horno alto, el gas de escape de otras operaciones químicas o petroquímicas, y mezclas de cualesquiera de éstos. La invención puede también ser puesta en práctica usando como combustible un hidrocarburo líquido atomizado tal como el keroseno, el gasóleo, u otros compuestos combustibles que sean líquidos en condiciones atmosféricas ambientales.

El oxidante debe por supuesto contener oxígeno. Mientras que el aire y el aire enriquecido con oxígeno son útiles, el oxidante preferiblemente tiene un alto contenido de oxígeno tal como al menos un 50% en volumen y más preferiblemente al menos un 90% en volumen.

La relación del combustible con respecto al oxidante alimentado a la cámara de combustión es preferiblemente suficiente para proporcionar una combustión estequiométricamente completa del combustible.

La composición de los gases de propulsión de los cohetes puede ser controlable, desde oxidante a reductora. Por ejemplo, puede ser útil utilizar gases de propulsión ricos en combustible para minimizar la reactividad con las partículas de carbono o para aumentar una reducción de prerreducción para la inyección de óxido de hierro que contenga polvo del horno.

La combustión del combustible y del oxidante en la cámara de combustión 11 produce unos productos de combustión gaseosos que generalmente incluirían radicales de combustión, hidrógeno, monóxido de carbono, dióxido de carbono, vapor de agua, y oxígeno, tanto como sea posible unos componentes inertes posibles que no participan en la combustión, tal como nitrógeno.

El combustible y el oxidante son alimentados a la cámara de combustión en unas cantidades suficientes de modo que la presión de todos los componentes gaseosos dentro de la cámara de combustión 11 va de 239,2 a 1.135,5 kPa (20 a 150 psig). Los productos de combustión gaseosos pasan al interior y a través de la tobera convergente/divergente y emergen de esa boquilla a una velocidad del orden de 152,4 a 1.524 m/s (500 a 5.000 pies por segundo (fps)) y preferiblemente a una velocidad de 609,6 a 1.219,2 m/s (2.000 a 4.000 fps). La temperatura de esta corriente es típicamente de 1.926,7 a 2.760°C (3.500°F a 5.000°F). Los sólidos alimentados a través del tubo 17 al conducto 12 pueden ser cualesquiera que sean capaces de participar en cualquier reacción química o efecto físico después de alcanzar y hacer contacto con el material objetivo deseado (es decir, la capa de escoria y/o la mezcla de escoria y metal fundido y/o el baño de metal fundido). Ejemplos de sólidos incluyen los materiales que proporcionan carbono en una forma elemental y/o altamente reducida, tal como el carbón vegetal y el coque; otros reactivos sólidos, tales como la cal; materiales que son reactivos o inertes, tales como el sílice, el carbonato sódico calcinado o compuestos de metales alcalinotérreos que incluyen el silicato sódico, el cloruro sódico, el silicato potásico, el cloruro potásico, el óxido sódico, el óxido potásico, el óxido magnésico, el cloruro magnésico u otros haluros, y similares. Los sólidos preferidos incluyen los materiales que contienen carbono (tales como el carbón, coque de petróleo, y similares), cal, y polvo de horno EAF.

- Los sólidos están preferiblemente en forma de partículas, variando en el tamaño de las partículas hasta 2 mm. Los sólidos son transportados al interior y a través del tubo 17 al conducto mediante el uso de un mecanismo adecuado tal como un mecanismo alimentador rotatorio. Los expertos en este campo reconocerán los muy conocidos y comercialmente disponibles mecanismos que pueden alimentar tales materiales a través de un tubo de alimentación tal como el tubo 17 a un dispositivo tal como el inyector 1. Los sólidos pueden ser alimentados en combinación con un gas de transporte tal como aire o nitrógeno. Los sólidos son alimentados a una velocidad que está típicamente en el intervalo de 22,7 kg/min (50 lbs/min) a 136,1 kg/min (300 lbs/min) por inyector, teniendo en cuenta que en un EAF se pueden instalar varios inyectores, dependiendo del material que se requiera para inyección así como del tamaño del proceso por lotes que hace uso de los sólidos, en el que tiene que ser procesada una cierta cantidad de material.
- Los sólidos procedentes del tubo 17 y la corriente gaseosa procedente de la boquilla 26 se combinan y fluyen como una corriente combinada a través del conducto 12 y salen por el extremo 29 del conducto 12.
- El inyector 1 es refrigerado a lo largo de toda su longitud para mantener la integridad no sólo de los diferentes miembros sino también de las empaquetaduras metálicas de estanquidad en las juntas. El circuito del agua de refrigeración, si se emplea uno, tiene preferiblemente una bomba centrífuga en él para aumentar la presión. Típicamente, la velocidad de flujo del agua a través del inyector 1 es aproximadamente de 151,4 a 189,3 litros (40-45 galones) por minuto.
- El diseño de la tobera convergente-divergente permite también la realización de unas condiciones de presión negativa estancada en la entrada 30 de sólidos en el conducto en operaciones de chorro de llama normales. El alcance de la presión negativa en este lugar depende de la velocidad de disparo del quemador para un diseño de tobera específico. Las condiciones de presión negativa son esenciales ya que tienen una influencia positiva sobre el flujo de los sólidos procedentes del alimentador de sólidos al inyector así como una medida de seguridad de protección que impide el flujo hacia atrás de los gases calientes procedentes del inyector al alimentador de sólidos a través de la manguera que transporta los sólidos.
- El dispositivo puede ser operado a diferentes velocidades de disparo del quemador para un diseño de tobera específico, cada una correspondiendo a una presión de la cámara de combustión asociada. A medida que aumenta la velocidad de disparo, también lo hace la presión de la cámara de combustión y el empuje resultante generado por el chorro de llama. El rendimiento del dispositivo en respecto a la aceleración de las partículas fue considerado como fuertemente dependiente de la longitud del conducto, resaltando de este modo el tiempo de estancia de las partículas en contacto con el gas de propulsión dentro del conducto. Unos tiempos de estancia mayores debido a conductos más largos favorecen un mayor grado de intercambio del impulso entre la fase gaseosa y las partículas. No obstante, una vez que las partículas alcanzan sus velocidades terminales en estas condiciones, un contacto posterior con la fase gaseosa no garantiza cualquier aumento significativo de la velocidad. Por lo tanto, continuando el aumento de la longitud del conducto se alcanza un punto más allá del cual no hay más ventajas en lo relativo a la velocidad de la corriente combinada.
- La presión de la cámara de combustión del diseño actual puede ser operada con flexibilidad entre 239,2 y 790,8 kPa (20-100 psig) para un diseño de tobera convergente-divergente que depende del nivel de empuje requerido. La operación a presiones de la cámara mayores mediante el uso de un combustible gaseoso como el gas natural está usualmente limitada por su presión de suministro. Por lo tanto, en lugares en los que la presión de suministro de gas natural no es suficiente se deberían adoptar otras medidas tales como alterar el diseño de la tobera proporcionalmente para mantener la cantidad de empuje requerida, o añadir una compresión por medio de un compresor.
- La presente invención es particularmente útil para inyectar sólidos en baños líquidos tales como baños de metal fundido tal como están presentes en hornos de acero incluyendo los hornos de arco eléctrico. El material carbonado tal como el carbón vegetal y/o el coque pueden ser impulsados al interior del metal fundido, incluso a través de una capa de escoria que está convencionalmente presente en la superficie del metal fundido.
- La presente invención proporciona muchas ventajas, incluyendo éstas:
- Aceleración de las partículas reactivas sólidas a velocidades de alimentación en el exceso de 22,7 kg/min (50 lbs/min) en regímenes de transporte de fase densa a unas velocidades suficientemente altas para ayudar al transporte a objetivos en unas distancias mayores de 1,52 m (5 pies) empleando un chorro de llama supersónico de oxígeno y combustible.
  - Control del impulso de las partículas debido al control del empuje impartido por el chorro de llama o la cantidad de la combustión de oxígeno y combustible.
  - Control de la carga de la masa de partículas en el flujo de dos fases regulando la cantidad del gas de propulsión caliente generado para acelerar una cierta velocidad de inyección del reactivo de partículas.
- Se puede utilizar como un dispositivo de fusión/corte de chatarra en el campo cercano del chorro alterando la química del chorro de llama.

Se puede emplear como un quemador de combustible de oxígeno y sólidos que utiliza las reacciones de combustión de una corriente de oxígeno (a temperatura ambiente) con una corriente de combustible sólido que experimenta una activación térmica y química in situ.

- 5 Se puede emplear para transportar reactivos sólidos para reacción en una zona de reacción de largo alcance utilizando la capacidad de generación de empuje variable del dispositivo tal como un dispositivo lanzador de carbón en las estufas de esponja de hierro.

Mejora las velocidades de las partículas para unas capacidades de penetración mayores a fin de minimizar el efecto de las fuerzas aerodinámicas dispersas. El mantenimiento de la trayectoria y del tiempo mínimo de vuelo dentro de la atmósfera del horno son ventajas clave en este aspecto.

- 10 Las capacidades de reacción mejoradas del reactivo químico precalentado con su transporte a las zonas de reacción que pueden estar en una cercana proximidad o a varios diámetros aguas abajo del dispositivo.

La química de la llama del quemador puede ser alterada para generar un chorro de oxígeno a alta temperatura si se quiere que pueda ser posteriormente utilizado para otros fines que requieran unas capacidades de reacción química con el oxígeno.

- 15 Se puede controlar la combustión del quemador y por lo tanto, la generación de empuje y el impulso de las partículas.

Un empuje específico mayor del medio de propulsión. En otras palabras, el empuje generado por unidad de masa del gas de propulsión es mucho mayor usando el presente método de combustión de oxígeno y combustible en comparación con un medio de propulsión frío.

- 20 Es posible un grado similar o superior de aceleración de partículas mediante el uso de una cantidad inferior de gas de propulsión caliente (carga de la masa de partículas mayor en una corriente en dos fases) en comparación con los métodos neumáticos usuales que usan un medio de propulsión frío.

- 25 Esta invención evita las desventajas de otros medios neumáticos que emplean aire como el medio de propulsión, que tienen que pagar un precio por los compresores de aire así como los costes que tienen en cuenta las necesidades de energía para calentar el aire de propulsión frío de la temperatura ambiente a la temperatura del horno. También, el nitrógeno del aire podría causar problemas de limpieza del acero.

- 30 La capacidad de controlar la combustión de las partículas reactivas del reactivo sólido, si son combustibles, alterando la cantidad de gas reactivo caliente disponible por unidad de masa del reactivo sólido. Por lo tanto, esta invención puede ser usada para inyectar reactivos de partículas sólidas reduciendo la cantidad del oxígeno libre presente en la corriente del gas de propulsión. Alternativamente, la invención puede ser usada para quemar el reactivo sólido como un combustible si se requiere un calor adicional en el horno.

La corriente combinada precalentada de sólidos con gas es menos probable que arrastre gases de horno calientes debido a las menores diferencias de densidad, lo que de este modo mejora la compacidad/coherencia de la corriente de dos fases. Por otra parte, el uso de un medio de propulsión frío es una desventaja desde este punto de vista.

- 35 La minimización de los problemas de las conexiones de la salida del cilindro del inyector existentes por el salpicado de la escoria / metal líquido debido a la presencia de un chorro supersónico de llama de combustible con oxígeno a alta temperatura con un alto impulso.

- 40 La inyección mejorada y las capacidades reactivas de la corriente combinada que contiene sólidos con el baño líquido provoca una iniciación más temprana de la espumación de la escoria estable. Esto podría tener un efecto potencial sobre el rendimiento del proceso y un consumo eléctrico menor.

La capacidad de usar sólidos que podrían ser una corriente de residuos del proceso (polvo del EAF reciclado) o una corriente de reactivo químico que podría participar en una reacción química con un reactivo objetivo (una masa fundida o una corriente gaseosa) con el consiguiente beneficio del proceso.

- 45 Una inyección a alta velocidad también ayuda a mejorar la eficiencia de la inyección de las partículas, lo que da lugar a un menor transporte hacia afuera de sólidos con los gases de escape.

Otras ventajas de la invención incluyen:

Un efecto reducido de fenómenos de turbulencia en la rotura de la corriente de sólidos que en los métodos de inyección de polvo tradicionales.

- 50 Las partículas de carbono precalentadas podrían mejorar la cinética de la reacción con el FeO de la escoria si se controla la reacción química.

Podría llevar a una pérdida de rendimiento reducida en cuanto al FeO final de la escoria.

## ES 2 562 015 T3

Podría disminuir la pérdida de carbono sin reaccionar a través de la escoria (sobrante).

El chorro de llama supersónico puede precalentar y fundir chatarra en la cercana vecindad del dispositivo.

El restablecimiento de una capa de escoria espumosa después de la interrupción del proceso.

Una mayor eficiencia en la inyección del carbono, una menor pérdida de carbono a través del cuarto agujero.

- 5 Una reducción en el consumo de energía eléctrica y un desgaste reducido del refractario debido a una mejor espumación de la escoria.

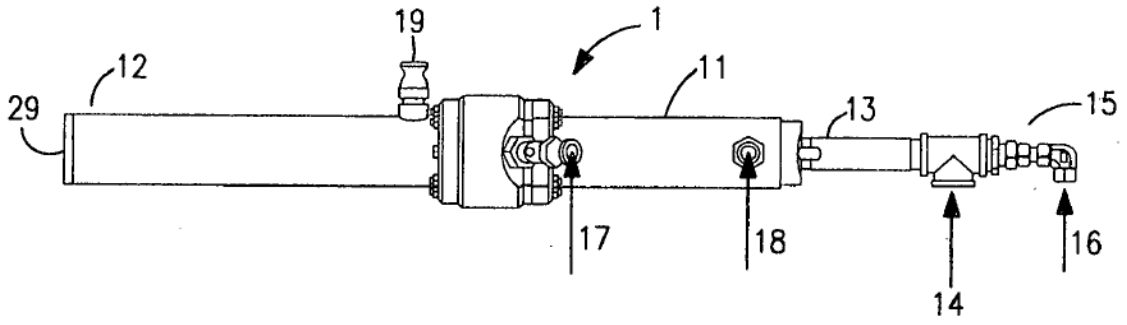
Una útil recarburación del baño de metal fundido, si es necesario.

**REIVINDICACIONES**

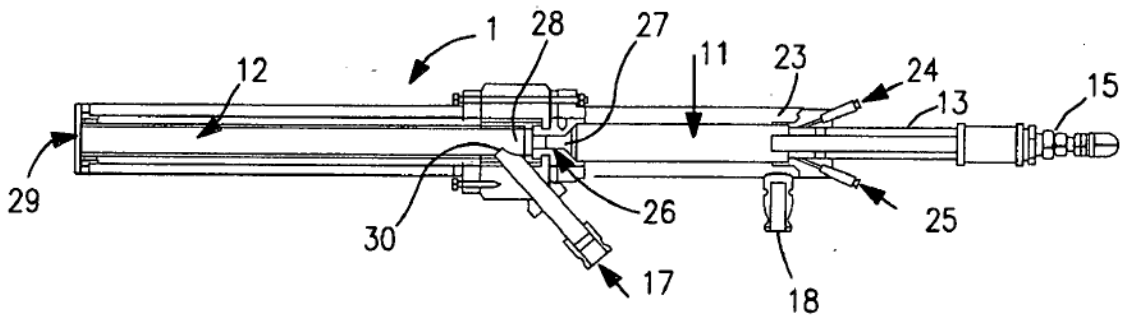
1. Un método que comprende:
- (A) alimentar combustible y oxidante a la cámara de combustión de un aparato que comprende:
- 5 (a) una cámara de combustión que tiene unos extremos opuestos primero y segundo;
- (b) un quemador dentro de dicha cámara de combustión en uno de dichos extremos opuestos, y unas entradas para combustible y para oxidante a dicho quemador desde fuera de dicho aparato;
- (c) una tobera que tiene una entrada y una salida, en donde la entrada está en el otro de dichos extremos opuestos de dicha cámara de combustión;
- 10 (d) un conducto que tiene un extremo aguas arriba cerrado alrededor de la salida de dicha tobera y un extremo aguas abajo abierto, y
- (e) un tubo alimentador que tiene una entrada fuera de dicho aparato y una salida en dicho conducto entre los extremos cerrado y abierto de dicho conducto;
- en donde dicha cámara de combustión, dicha tobera, y dicho conducto son coaxiales;
- 15 en donde dichos combustible y oxidante son alimentados a través de las respectivas entradas de los mismos;
- (B) la combustión de dichos combustible y oxidante en dicha cámara de combustión para producir una corriente de gas caliente que comprende productos de dicha combustión cuya corriente pasa a través de dicha tobera a dicho conducto; y
- (C) alimentar sólidos en partículas a través de dicho tubo alimentador a dicho conducto y arrastrar dichos sólidos a través de dicho tubo alimentador a dicho conducto y arrastrar dichos sólidos en dicha corriente de los productos de combustión para formar una corriente mixta que sale del extremo abierto de dicho conducto.
- 20
2. Un método de inyección de sólidos en un horno de arco eléctrico, en donde el horno de arco eléctrico contiene un baño de metal fundido y una capa de escoria en la parte superior del baño de metal fundido, y en donde hay una capa que comprende una mezcla de escoria y de metal fundido entre el baño de metal fundido y la capa de escoria, comprendiendo el método los pasos de realizar el método de la reivindicación 1 para producir una corriente de alta velocidad de dichos sólidos mezclados con dicho gas, e inyectar dicha corriente hacia el baño de metal fundido a una velocidad tal que la corriente penetre en la capa de escoria, o a través de la capa de escoria en dicha mezcla de escoria y de metal fundido, o a través de la capa de escoria y a través de dicha mezcla en la superficie del baño de metal fundido.
- 25
3. Un método de inyección de sólidos en un horno, comprendiendo el método los pasos de realizar el método de la reivindicación 1 para producir una corriente de alta velocidad de dichos sólidos mezclados con dicho gas, e inyectar dicha corriente en dicho horno.
- 30
4. Un método de acuerdo con la reivindicación 3, en donde dicho horno contiene metal fundido y dicha corriente penetra en la superficie de dicho metal fundido.

35

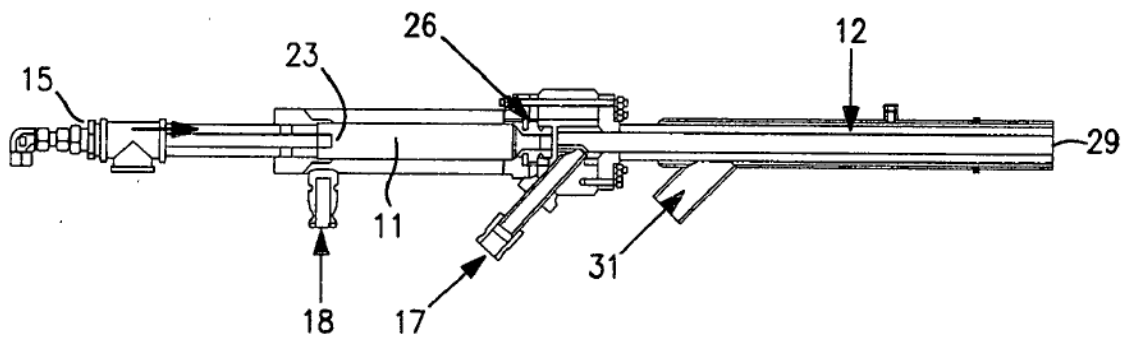




**FIG. 1**



**FIG. 2**



**FIG. 3**