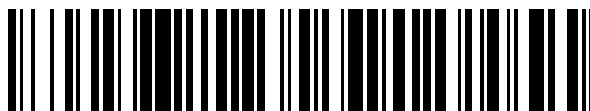


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 378 541**

51 Int. Cl.:
C21B 13/10 (2006.01)
C22B 1/16 (2006.01)
F27D 7/06 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **04719633 .2**
96 Fecha de presentación: **11.03.2004**
97 Número de publicación de la solicitud: **1634968**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **15.03.2006**

54 Título: **Método y aparato para producir un metal reducido**

30 Prioridad:
17.04.2003 JP 2003112835

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
13.04.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
13.04.2012

73 Titular/es:
KABUSHIKI KAISHA KOBE SEIKO SHO
10-26, WAKINOHAMACHO 2-CHOME, CHUO-KU
KOBE-SHI, HYOGO 651-8585, JP

72 Inventor/es:
TOKUDA, Koji;
KIKUCHI, Shoichi y
TSUGE, Osamu

74 Agente/Representante:
Ungría López, Javier

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).

ES 2 378 541 T3

DESCRIPCIÓN

Método y aparato para producir un metal reducido

- 5 La presente invención se refiere a mejoras en métodos para producir hierro reducido, reduciendo directamente fuentes de óxido de hierro, tales como mena de hierro y óxido de hierro, usando reductores carbonosos y/o un gas reductor. La presente invención particularmente se refiere a una técnica para controlar apropiadamente el flujo de gas en un horno de núcleo rotatorio.
- 10 En los procesos directos de fabricación de hierro, las fuentes de óxido de hierro, tales como mena de hierro y óxido de hierro, se reducen directamente a hierro reducido con reductores carbonosos (en lo sucesivo en este documento denominados materiales carbonosos en algunos casos) o gas reductor. En los procesos directos de fabricación de hierro conocidos, una materia prima que contiene óxido de hierro, tal como mena de hierro y material carbonoso, tal como carbón vegetal, se alimenta sobre un lecho móvil incluido en un horno de núcleo rotatorio; el óxido de hierro se reduce a hierro, calentando el material carbonoso la materia prima con quemadores y calor radiante; el hierro reducido se carburiza, funde y después se deja que alcance la coalescencia; el hierro reducido resultante se separa de la escoria fundida; y el hierro reducido resultante se solidifica en gránulos por enfriamiento.
- 15 Para producir eficazmente hierro reducido con un alto grado de reducción, los inventores han propuesto una técnica para controlar por separado el flujo de gas atmosférico y la temperatura en dicho horno de núcleo rotatorio, incluyendo una zona de calentamiento/reducción previa y una zona de carburización/fusión/coalescencia posterior, proporcionando al menos una división entre estas zonas.
- 20 Para conseguir mejoras adicionales, los inventores han continuado realizando investigaciones. En particular, los inventores han estudiado resolver el problema de que el grado de reducción no puede aumentarse suficientemente debido al gas oxidante. El documento US 6.413.471 describe un aparato y un proceso en el que el la mena de hierro se carga en un horno, se reduce y descarga, estando controlado el flujo en el horno por un número de divisiones móviles, con el objetivo de aislar el horno del exterior, para evitar la reoxidación y reducción directa.
- 25 En los procesos conocidos, los hornos tienen salidas de gas del horno, situadas en secciones apropiadas de los hornos, para descargar el gas de combustión, porque un aumento en el contenido de gases oxidantes, tales como dióxido de carbono y agua, evita un aumento del grado de reducción, generándose los gases oxidantes a partir de los quemadores durante la combustión para el calentamiento. Puesto que el gas de combustión se descarga, el aire se introduce en los hornos a través de espacios alrededor de las unidades de alimentación de materia prima y/o unidades de descarga de hierro reducido en algunos casos. Los inventores han descubierto que el aire inhibe la reducción del óxido de hierro.
- 30 La presente invención se ha realizado para resolver el problema. Un objeto de la presente invención es proporcionar un método para controlar apropiadamente el flujo de gas en un horno y también proporcionar un aparato para controlar apropiadamente el flujo de gas. El método y el aparato son útiles para evitar que la reducción sea inhibida por el gas oxidante.
- 35 La presente invención proporciona un método, capaz de resolver el problema anterior, para controlar el flujo de gas, es decir, un método para producir hierro reducido. El método incluye una etapa de alimentación de una materia prima, que contiene un reductor carbonoso, y un material, que contiene óxido de hierro, en un horno de núcleo rotatorio, una etapa de calentamiento para reducir el calentamiento de la materia prima, para reducir el óxido de hierro contenido en la materia prima a hierro reducido, una etapa de fusión para fundir el hierro reducido, una etapa de enfriamiento para enfriar el hierro reducido fundido y una etapa de descarga para descargar el hierro reducido enfriado, realizándose estas etapas en ese orden en la dirección en la que se mueve el núcleo. El horno incluye divisiones para controlar el caudal, dispuestas en su interior, para controlar el flujo del gas del horno, y se permite que el gas del horno en la etapa de enfriamiento fluya en la dirección del movimiento del núcleo, usando las divisiones para controlar el caudal.
- 40 La presente invención proporciona un método adicional para producir hierro reducido. Este método incluye una etapa de alimentación de una materia prima, para alimentar una materia prima que contiene un reductor carbonoso, y un material que contiene óxido de hierro en un horno de núcleo rotatorio, una etapa de calentamiento/reducción para calentar la materia prima, para reducir el óxido de hierro contenido en la materia prima a hierro reducido, una etapa de fusión, para fundir el hierro reducido, una etapa de enfriamiento para enfriar el hierro reducido fundido, y una etapa de descarga, para descargar el hierro reducido enfriado, realizándose estas etapas en ese orden en la dirección en la que se mueve el núcleo. El horno incluye divisiones para controlar el caudal, dispuestas en su interior, para controlar el flujo del gas del horno y la presión del gas del horno en la etapa de fusión se mantiene mayor que la del gas del horno en otras etapas, usando las divisiones para controlar el caudal.
- 45 En la presente invención, es preferible que la etapa de calentamiento/reducción se divida en al menos dos zonas con una de las divisiones de control de caudal, una de las zonas que está localizada aguas arriba de la otra en la dirección del movimiento del núcleo tiene una salida para el gas del horno, y el flujo del gas del horno se controla
- 50
- 55
- 60
- 65

descargando el gas del horno desde la salida de gas del horno.

Adicionalmente, el flujo del gas del horno preferentemente está controlado de tal manera que la etapa de calentamiento/reducción está dividida en al menos tres zonas, proporcionando una de las divisiones de control de caudal en una posición que está localizada aguas arriba de la salida del gas del horno en la dirección del movimiento del núcleo.

Al menos una de las divisiones, preferentemente, tiene una o más perforaciones y/o puede moverse verticalmente.

En la presente invención, el flujo del gas del horno preferentemente se controla variando la abertura de la una o más perforaciones.

La presente invención proporciona un aparato para producir hierro reducido como se define en la reivindicación 11. El aparato incluye un horno de núcleo rotatorio, en el que se alimenta una materia prima que contiene un reductor carbonoso y un material que contiene óxido de hierro, una zona de calentamiento/reducción para calentar la materia prima para reducir el óxido de hierro contenido en la materia prima a hierro reducido, una zona de fusión para fundir el hierro reducido, una zona de enfriamiento para enfriar el hierro reducido fundido, y una zona de descarga para descargar el hierro reducido enfriado, estando dispuestas estas zonas en ese orden en la dirección en la que se mueve el núcleo. El horno de núcleo rotatorio incluye una división para controlar el caudal, que puede moverse verticalmente, para controlar el flujo del gas del horno, y/o una división para controlar el caudal, que tiene una o más perforaciones para controlar el caudal del gas del horno, estando dispuestas estas divisiones en el horno de núcleo rotatorio para dirigir dicho flujo del gas del horno a dicha zona de enfriamiento en la dirección de movimiento del núcleo, en el que la división para controlar el caudal que tiene la una o más perforaciones tiene un ajustador, ajustando dicho ajustador la abertura de la una o más perforaciones.

En la presente invención, es preferible que la etapa de calentamiento/reducción esté dividida en al menos dos zonas con una de las divisiones para controlar el caudal, y una de las zonas, que está localizada aguas arriba de la otra en la dirección del movimiento del núcleo, tiene una salida para el gas del horno.

Adicionalmente, la etapa de calentamiento/reducción, preferentemente, está dividida en al menos tres zonas, proporcionando una de las divisiones un control del caudal en una posición que está localizada aguas arriba de la salida del gas del horno en la dirección del movimiento del núcleo.

La Figura 1 es una vista en planta esquemática que muestra una configuración de un horno de núcleo rotatorio.

La Figura 2 es una vista en planta esquemática que muestra una configuración de otro horno de núcleo rotatorio.

La Figura 3 es una vista en planta esquemática que muestra una configuración de otro horno de núcleo rotatorio.

La Figura 4 es una vista esquemática desarrollada que muestra el horno de núcleo rotatorio mostrado en la Figura 2 en sección transversal.

La Figura 5(1) es una vista esquemática que muestra un ejemplo de una división para controlar el caudal, cuando se ve la dirección en la que se mueve un núcleo y la Figura 5(2) es una vista en sección esquemática que muestra la división para controlar el caudal tomada a lo largo de la línea A-A.

La Figura 6 es una vista en sección esquemática que muestra una división para controlar el caudal divisible.

La Figura 7 es una vista en sección esquemática que muestra un ejemplo de una división para controlar el caudal cuando se ve en la dirección en la que se mueve el núcleo.

Las Figuras 8(1) y 8(2) son vistas en sección esquemática, cada una de las cuales muestra un ejemplo de una división para controlar el caudal, que se mueve verticalmente.

Mejor modo para realizar la invención

Durante el funcionamiento de un horno de núcleo rotatorio, se alimenta una materia prima al núcleo rotatorio desde una unidad de alimentación, para formar una capa que tiene el espesor apropiado, mientras el núcleo rotatorio se hace girar a una velocidad predeterminada (una etapa de alimentación de materia prima). La materia prima situada en el núcleo rotatorio se expone al calor de combustión y calor de radiación generado por los quemadores, mientras la materia prima se está procesando en la etapa de calentamiento/reducción, con lo que el óxido de hierro contenido en la materia prima se reduce con un reductor carbonoso contenido en la materia prima y el monóxido de carbono generado de la combustión. En una etapa de fusión, el hierro reducido producido por la reducción se calienta adicionalmente en una atmósfera reductora, con lo que el hierro reducido resultante se funde (preferentemente se carburiza y después se funde), y después se deja que alcance la coalescencia para formar gránulos, mientras el hierro reducido fundido se separa de la escoria de subproductos. En una etapa de enfriamiento, el hierro reducido se enfría con una unidad de enfriamiento arbitrario y solidifica. En una etapa de descarga posterior, el hierro reducido se descarga continuamente con una unidad de descarga. En esta etapa, aunque la escoria se descarga, el hierro reducido y la escoria se separan uno del otro con una unidad de separación arbitraria (por ejemplo, un filtro o sistema de separación magnética), después de que pasan a través de una tolva. El hierro reducido obtenido tiene un contenido de hierro del 95% o mayor y, más preferentemente, del 98% o mayor, pero tiene un contenido de escoria

extremadamente bajo.

La reducción del óxido de hierro, el fundido y la coalescencia normalmente pueden terminar en veinte minutos, aunque este tiempo varía ligeramente dependiendo del contenido de óxido de hierro en la materia prima, la proporción de mezcla de sustancias que contienen óxido de hierro contenidas en la materia prima, el reductor carbonoso y la composición de la materia prima.

Para resolver el problema de que el grado de reducción del hierro reducido no puede aumentarse significativamente cuando el hierro reducido se produce por el método anterior usando el horno de núcleo rotatorio, los inventores han investigado el flujo de gas en el horno. La investigación mostró que cuando una salida de gas del horno está situada en la etapa de calentamiento/reducción de la etapa de fusión, el aire se introduce en el horno desde la etapa de alimentación de materia prima y la etapa de descarga, e inhibe la reducción de óxido de hierro.

El aire que fluye hacia la etapa de calentamiento/reducción se consume en esta etapa durante la combustión del quemador, la materia prima en esta etapa está en reducción y la atmósfera que rodea la materia prima es reductora; de esta manera, la reducción del óxido de hierro apenas se inhibe. Sin embargo, el aire que fluye desde la etapa de descarga hacia la etapa de enfriamiento es probable que inhiba la reducción del óxido de hierro mientras que el hierro reducido se mueve hacia una fase final de la etapa de enfriamiento.

Puesto que una reducción insuficiente del óxido de hierro provoca una carburización insuficiente, el punto de fusión del hierro no disminuye a una temperatura adecuada para una producción eficaz; de esta manera, un hierro reducido de alta pureza no puede producirse fácilmente por un método ordinario.

Una vez que la carburización, fusión y coalescencia del hierro reducido terminan, la capacidad reductora del gas atmosférico (gas del horno) disminuye en gran medida. Durante el funcionamiento real, puesto que el hierro reducido coalescente, fundido, casi se ha separado completamente de la escoria de subproducto, el hierro reducido apenas se ve afectado por el gas atmosférico; de esta manera, apenas se provoca el problema por el aire en la etapa de enfriamiento.

De acuerdo con la presente invención, para producir hierro reducido reduciendo y fundiendo un reductor carbonoso (en lo sucesivo en este documento denominado material carbonoso en algunos casos), tal como coque o carbón vegetal, de una materia prima que contiene una sustancia que contiene óxido de hierro (en lo sucesivo en este documento denominado como mena de hierro o similares en algunos casos), tal como mena de hierro, óxido de hierro o un producto parcialmente reducido del mismo, se permite que el gas del horno que fluye en una etapa de enfriamiento fluya en la dirección de movimiento del núcleo, proporcionando divisiones para controlar el caudal, para controlar el flujo del gas del horno en un horno y, por lo tanto, se evita que el gas de reducción fluya desde una etapa de descarga hasta la etapa de enfriamiento, con lo que el hierro reducido con un alto grado de reducción puede obtenerse eficazmente con alta reproducibilidad. En particular, el caudal del gas del horno que fluye en las etapas se controla mediante las divisiones para controlar el caudal, que pueden controlar el flujo del gas del horno, con lo que la dirección en la que fluye el gas del horno se varía. Las posiciones en las que están situadas las divisiones para controlar el caudal no están particularmente limitadas, y las divisiones para controlar el caudal están situadas preferentemente en dichas áreas, de manera que puede permitirse que el gas del horno que fluye en la etapa de enfriamiento fluya en la dirección en la que se mueve el núcleo.

De acuerdo con la presente invención, se permite que el gas del horno fluya desde una etapa de fusión hasta la etapa de enfriamiento, de tal manera que las divisiones para controlar el caudal, para controlar el flujo del gas del horno, se proporcionan en el horno, y la presión del gas del horno en la etapa de fusión se mantiene mayor que la del gas del horno en otras etapas, resolviendo de esta manera el problema anterior de que el grado de reducción del hierro reducido no es suficientemente alto debido al gas oxidante, que fluye desde la etapa de enfriamiento. Las posiciones de las divisiones para controlar el caudal no están particularmente limitadas, y las divisiones para controlar el caudal pueden situarse en posiciones tales que la presión del gas del horno en la etapa de fusión puede mantenerse mayor que la del gas del horno en otras etapas. Por ejemplo, es preferible que la etapa de fusión esté separada de la etapa de calentamiento/reducción con una de las divisiones para controlar el caudal, y la etapa de fusión está separada de la etapa de enfriamiento con otras de las divisiones para controlar el caudal. Si la etapa de fusión está aislada, como se ha descrito anteriormente, la presión del gas del horno en la etapa de fusión puede mantenerse mayor que la del gas del horno en otras etapas mediante el efecto descrito a continuación.

Las realizaciones de la presente invención se describirán ahora en detalle con referencia a los dibujos adjuntos; sin embargo, debe entenderse que la presente invención no está limitada a las realizaciones.

En la producción de hierro reducido con un horno de núcleo rotatorio, cuando la temperatura de una atmósfera en el horno es excesivamente alta, es decir, cuando la temperatura de la atmósfera supera el punto de fusión de la escoria que contiene componentes de la ganga contenidos en las materias primas, el óxido de hierro no reducido y otros componentes durante un periodo en el que el óxido de hierro se está reduciendo, la escoria de bajo punto de fusión se funde y reacciona con los materiales refractarios usados en el horno de núcleo rotatorio, desgastando los materiales refractarios. Esto conduce a un deterioro en la planicidad del núcleo. Adicionalmente, si el óxido de hierro

en reducción se calienta a una temperatura mayor de la necesaria para la reducción, el óxido de hierro, FeO, contenido en las materias primas se funde antes de que el óxido de hierro se reduzca. El FeO fundido reacciona con carbono (C) en el material carbonoso, es decir, la reducción de la fundición (un fenómeno en el que un compuesto fundido se reduce y que es diferente de la reducción sólida) transcurre rápidamente. Aunque el hierro reducido puede producirse mediante reducción de la fundición, la reducción de la fundición provoca que la escoria que contiene FeO con alta fluidez desgaste seriamente los materiales refractarios; de esta manera, el horno no puede hacerse funcionar continuamente en un uso práctico.

Por lo tanto, para realizar eficazmente una serie de etapas de calentamiento/reducción, una etapa de fusión y una etapa de coalescencia, la temperatura y el gas atmosférico se controlan adecuadamente de forma preferente para cada etapa. Si, por ejemplo, se usan materias primas agregadas (en lo sucesivo en este documento denominadas agregados de fuente), es preferible que el horno de núcleo rotatorio se divida en zonas dispuestas en la dirección en la que se mueve el núcleo, y la temperatura de cada etapa y la composición del gas del horno en la etapa puede controlarse por separado, para aumentar el grado de reducción (el porcentaje de oxígeno retirado) al 95% o mayor, preferentemente 97% o mayor y, más preferentemente, 99% o mayor, de tal manera que los agregados de la fuente se mantengan sólidos y los componentes de la escoria contenidos en los agregados de la fuente no se fundan parcialmente. En particular, la reducción del sólido se realiza preferentemente de tal manera que la temperatura de la etapa de calentamiento/reducción se mantiene de 1200 °C a 1500 °C, preferentemente de 1200 °C a 1400 °C.

Cuando el tiempo de una sub-etapa de reducción incluida en la etapa de calentamiento/reducción es largo, ocurren diversos problemas, incluyendo el siguiente problema, en la última fase o fase final de la reducción: un problema de que el óxido de hierro se funde debido a una diferencia en el grado de reducción del óxido de hierro. Una diferencia en el grado de reducción entre los compactos de la fuente puede disminuirse potenciando la reducción del óxido de hierro con un bajo grado de reducción, de tal manera que la etapa de calentamiento/reducción se divida de manera que la fase final (una fase en la que el grado de reducción es del 80% o mayor se refiere a la fase final) de la etapa de calentamiento/reducción se separa de la etapa de calentamiento/reducción, de manera que actúa como una etapa independiente (en lo sucesivo en este documento denominado etapa de potenciación de la reducción en algunos casos), con lo que puede obtenerse el hierro reducido con un alto grado de reducción en esta etapa. Los agregados de fuentes se someten preferentemente a una etapa de potenciación de la reducción en el punto temporal cuando el grado de reducción del óxido de hierro alcanza un cierto valor (preferentemente del 80% o mayor). El óxido de hierro preferentemente se reduce de tal manera que la temperatura de la etapa de potenciación de la reducción se mantiene a 1200 °C a 1500 °C (una temperatura a la que no ocurre la fusión).

En el caso de que el grado de reducción del óxido de hierro sólido no sea suficientemente alto, cuando los compactos de la fuente se funden en la etapa de fusión por calentamiento, la escoria con bajo punto de fusión rezuma de los agregados de la fuente, desgastando los materiales refractarios. Si el grado de reducción aumenta a un alto nivel (preferentemente del 95% o mayor) y los compactos de la fuente se funden después en la etapa de fusión por calentamiento, el FeO que queda en los compactos de la fuente se reduce independientemente del grado y/o porcentaje de la mena de hierro en los compactos de la fuente; por lo tanto, la cantidad de escoria que rezuma es pequeña y los materiales refractarios apenas se desgastan. De esta manera, puede realizarse un funcionamiento continuo estable.

Es preferible que el óxido de hierro que queda se reduzca y que el hierro reducido o producido se carburice, funda y después se deje coalescer, de tal manera que la temperatura de la etapa de fusión se mantenga de 1350 °C a 1500 °C. Esto es porque los gránulos de hierro reducido pueden producirse eficazmente con una alta reproducibilidad.

Para controlar la temperatura de cada etapa dentro de un intervalo preferible, como se ha descrito anteriormente, es preferible que las etapas estén separadas entre sí con divisiones y las zonas separadas estén controladas por separado para su temperatura.

Se sabe que las etapas están separadas entre sí con divisiones. Se usan divisiones conocidas para controlar la temperatura de estas etapas dentro de un intervalo preferible, y no tienen ninguna función para controlar el flujo del gas del horno ni ninguna función para ajustar la presión de cada etapa; de esta manera, las divisiones conocidas tienen el problema de que el grado de reducción no puede aumentarse suficientemente como se ha descrito anteriormente.

La Figura 1 muestra un horno de núcleo rotatorio preferible que incluye un cuerpo del horno 2, cuatro divisiones K1, K2, K3 y K4 y un núcleo 1. El cuerpo del horno 2 tiene cuatro zonas: una zona de alimentación de materia prima Z1, una zona de calentamiento/reducción Z2 (correspondiente a una etapa de calentamiento/reducción), una zona de fusión Z3 (correspondiente a una etapa de fusión), una zona de enfriamiento Z4 (correspondiente a una etapa de enfriamiento), que están situados en su interior, que están separadas unas de otras con las divisiones K1, K2, K3 y K4, y que están dispuestas en la dirección en la que se mueve el núcleo 1. La zona de alimentación de materia prima Z1 incluye una unidad de alimentación 4, tal como una tolva, usada en una etapa de alimentación de materia prima y una unidad de descarga 6 (localizada aguas arriba de la unidad de descarga 6 debido a la estructura rotatoria), tal como una rasqueta, usada en una etapa de descarga, y el núcleo 1 está dispuesto entre la unidad de alimentación 4 y la unidad de descarga 6.

La presente invención no está limitada a dichas zonas separadas. El número de las zonas puede variarse arbitrariamente, dependiendo del tamaño, la capacidad de producción diaria o el funcionamiento del horno. Como se muestra en la Figura 2, la etapa de calentamiento/reducción puede dividirse en una sub-zona de calentamiento/reducción Z2A (una sub-etapa de calentamiento/reducción) y una sub-zona Z2B de potenciación de la reducción (una zona para potenciar la reducción) con una división K1A, de manera que la sub-zona Z2A de calentamiento/reducción está localizada aguas arriba de la sub-zona Z2B de potenciación de la reducción.

Una materia prima alimentada desde la unidad de alimentación 4 se define como una clase de polvo; una mezcla en polvo que contiene dos o más clases de polvo; o agregados, preparada por procesamiento de los polvos, que tiene una forma tal como un gránulo o forma de briqueta. La alimentación puede contener materias primas, materias primas auxiliares y un aditivo. Los ejemplos de la materia prima usada para producir hierro reducido incluyen mezclas en polvo (que pueden contener adicionalmente otro componente), preparadas mezclando polvos que contienen óxido de hierro y materiales carbonosos; diversas fuentes de polvo, tales como polvos que contienen óxido de hierro y polvos que contienen material carbonoso; agregados preparados procesando estos polvos, que tienen una forma tal como forma de gránulo o briqueta; diversas materias primas auxiliares, tales como polvos que contienen material carbonoso situados en los núcleos, polvos de material refractario, polvos de escoria, reguladores de la basicidad (cal y similares), materiales para reparación del núcleo (por ejemplo los mismos materiales que aquellos para la fabricación de núcleos) y reguladores del punto de fusión (alúmina, magnesia y similares); y aditivos. La materia prima no está limitada a estos ejemplos, y puede contener cualquier polvo o agregado que pueda alimentarse al horno. Las materias primas auxiliares o el aditivo pueden alimentarse al horno con otra unidad de alimentación situada en una sección arbitraria.

Las materias primas auxiliares preferentemente incluyen un material carbonoso porque el material carbonoso funciona como un regulador de la atmósfera, para promover la carburización, fusión y coalescencia. El material carbonoso puede ponerse sobre el núcleo antes de que los agregados de la fuente se alimenten al núcleo. Como alternativa, el material carbonoso puede pulverizarse finamente sobre el núcleo justo antes de que los agregados de la fuente se carburicen y después se fundan. La cantidad de material carbonoso usado puede ajustarse dependiendo de la capacidad de reducción del gas atmosférico usado durante el funcionamiento.

En la presente invención, el horno de núcleo rotatorio incluye, adicionalmente, una pluralidad de quemadores de combustión 3, cada uno de ellos situado en secciones respectivas de una pared del cuerpo del horno 2. Los agregados de la fuente se calientan y reducen por aplicación del calor de combustión y calor de radiación a los agregados de la fuente desde los quemadores de combustión 3 (véase la Figura 4). El gas de combustión generado a partir de los quemadores se descarga a través de la salida de gas del horno 9.

La sección en la que está situada la salida del gas del horno 9 no está particularmente limitada. Sin embargo, si la salida del gas del horno 9 está situada en la zona de fusión Z3, el grado de reducción del hierro reducido que se mueve a la zona de fusión Z3 no puede aumentarse suficientemente, debido a que el gas del horno fluye desde la zona de calentamiento/reducción Z2, porque el gas de combustión es oxidativo. Por lo tanto, la salida del gas del horno 9 preferentemente está situada en la zona de calentamiento/reducción Z2.

De acuerdo con la presente invención, el problema anterior se resuelve de tal manera que el gas del horno está controlado con las divisiones para el control de caudal, para controlar el flujo del gas del horno, de manera que se permite que el gas del horno fluya hacia la etapa de enfriamiento en la dirección en la que se mueve el horno de núcleo rotatorio. Adicionalmente, el problema anterior se resuelve de tal manera que el gas del horno se controla con las divisiones para controlar el caudal, de manera que la presión del gas del horno en la etapa de fusión se mantiene mayor que la del gas del horno en otras etapas.

De acuerdo con la presente invención, se evita que el aire entre en la zona de enfriamiento Z4 y la zona de fusión Z2, de tal manera que se permite que el gas del horno fluya en la dirección en la que se mueve el núcleo, preferentemente en la dirección desde la zona de enfriamiento Z4 a la zona de alimentación de materia prima Z1, usando las divisiones para controlar el caudal. Adicionalmente, se permite que el gas del horno fluya en la dirección desde la zona de fusión hasta la zona de enfriamiento Z4, de tal manera que la presión del gas del horno en la zona de fusión Z3 aumenta con las divisiones para controlar el caudal, con lo que el problema anterior provocado por el aire que entra en la zona de enfriamiento Z4 queda resuelto.

De acuerdo con la presente invención, para permitir que el gas del horno en la etapa de enfriamiento fluya en la dirección en la que se mueve el núcleo, las divisiones para controlar el caudal, para controlar el flujo del gas del horno, están situadas en secciones respectivas del horno.

Si se usan divisiones para controlar el caudal que tienen perforaciones, para controlar el flujo del gas del horno, estas divisiones de control de caudal pueden estar situadas en las secciones respectivas del horno. Para mantener la presión del gas del horno en la etapa de fusión por encima de la del gas del horno en otras etapas, las divisiones para controlar el caudal pueden situarse en secciones respectivas del horno.

Puesto que las condiciones operativas varían dependiendo de las materias primas, la velocidad de alimentación de las mismas, el contenido del material carbonoso y similares, no puede realizarse un control apropiado si se usan divisiones fijas conocidas, en lugar de las divisiones de control de caudal. Por lo tanto, se usan preferentemente divisiones de control de caudal, cada una de las cuales tiene una o más perforaciones y/o divisiones de control de caudal, que se pueden mover verticalmente (en lo sucesivo en este documento simplemente denominadas divisiones para controlar el caudal en algunos casos), de manera que el caudal del gas del horno puede controlarse dependiendo de las condiciones operativas. La forma y otras características de las divisiones para controlar el caudal no están particularmente limitadas y las divisiones para controlar el caudal pueden tener cualquier característica distinta de las descritas anteriormente, de manera que la ventaja anterior pueda conseguirse.

Las divisiones para controlar el caudal, cada una de las cuales tiene una o más perforaciones, se definen como paredes que tienen orificios que conectan de forma comunicativa las zonas entre sí. La forma, número, tamaño y posiciones de las perforaciones no están particularmente limitadas.

Para evitar que la atmósfera reductora que rodea los agregados de la fuente se altere, como se describe más adelante, las perforaciones 8 mostradas en la Figura 5(1) se disponen preferentemente en una región superior en una división de control de caudal K (cuando la división está dividida en dos partes iguales superior e inferior, las perforaciones están dispuestas en la parte superior) y, más preferentemente, están dispuestas en una región cerca del techo del horno (cuando la división está dividida en tres partes iguales, las perforaciones están dispuestas en la parte más superior).

Cuando hay una diferencia en la temperatura entre las zonas, es preferible que el calor radiante no se transmita a otras zonas a través de las perforaciones. Sin embargo, si las perforaciones tienen una gran área de abertura, de manera que la suma de las áreas de abertura de las mismas sea igual a un valor deseado, el calor radiante no puede bloquearse fácilmente. De esta manera, es preferible que el número de perforaciones sea grande y que las perforaciones tengan un área de abertura pequeña.

Para controlar la presión (presión atmosférica) en espacios donde fluye el gas del horno (es decir, espacios en las zonas) divididos con las divisiones para controlar el caudal que tienen perforaciones, los ajustadores de abertura para ajustar la abertura de las perforaciones se usan para ajustar el área de abertura de las perforaciones. Los ajustadores de abertura no están particularmente limitados, y los ejemplos de los mismos incluyen cubiertas móviles situadas sobre las aberturas de las perforaciones. Como alternativa, como se muestra en la Figura 8(1), la abertura de las mismas puede ajustarse de tal manera que una pluralidad de pares de divisiones para controlar el caudal que tienen perforaciones, pueda moverse verticalmente cada una de ellas de forma independiente (o moverse lateralmente).

Como alternativa, como se muestra en la Figura 7, el área de abertura y el número de aberturas puede ajustarse de tal manera que las secciones 7 abiertas estén dispuestas en las divisiones para controlar el caudal, y los miembros resistentes al calor 5, tales como ladrillos, estén apilados en las secciones abiertas, de manera que formen un patrón corrector. Las secciones abiertas 7 y los miembros resistentes al calor 5, preferentemente, se usan como se ha descrito anteriormente porque el área de abertura, número y posiciones de las aberturas puede ajustarse fácilmente variando la disposición o el número de los miembros resistentes al calor.

Para evitar que aumente la temperatura de las regiones alrededor de la sección abierta 7 o las perforaciones 8, las divisiones para controlar el caudal K preferentemente tienen unidades de enfriamiento (no mostradas) cuando las secciones abiertas 7 o las perforaciones 8 están dispuestas en las divisiones para controlar el caudal K, como se ha descrito anteriormente.

Las divisiones para controlar el caudal que pueden moverse verticalmente se definen como paredes que pueden ajustar la distancia entre el extremo inferior de cada pared de la superficie (una porción del núcleo que está localizada más cerca del extremo inferior de la misma) del núcleo (véase la Figura 8(2)). Un método para mover verticalmente estas paredes no está particularmente limitado, y estas divisiones para controlar el caudal pueden moverse verticalmente usando una máquina de subida y bajada conocida. Como alternativa, puede usarse una división para controlar el caudal divisible mostrado en la Figura 6. La distancia entre esta división y el núcleo puede ajustarse de tal manera que las piezas de la división 10 pueden fijarse a o retirarse del extremo inferior de esta división (las piezas de la división pueden estar fijadas a la misma por una técnica conocida, tal como engrane o fijación con tornillos). Esta división para controlar el caudal preferentemente puede moverse verticalmente porque el flujo del gas del horno puede controlarse fácilmente, dependiendo de la presión en el horno, de tal manera que la diferencia en la presión entre las zonas se ajusta variando la distancia entre ellas. Esta división para controlar el caudal puede extenderse a través del techo del horno, de manera que puede moverse verticalmente de la misma manera que las divisiones para controlar el caudal (K1A y K2) mostradas en la Figura 4. Esta división para controlar el caudal que puede moverse verticalmente puede tener una perforación.

Ajustando el espacio (un canal de flujo de gas) entre el extremo inferior de la división para controlar el caudal que se mueve verticalmente y el núcleo, de tal manera que esta división se mueva, y/o ajustando la suma de las áreas de abertura de las perforaciones dispuestas en las divisiones para controlar el caudal, de tal manera que se varía el

número y/o área de abertura de las perforaciones, pueden ajustarse la diferencia de presión entre la zona localizada directamente aguas arriba de cada división, en la dirección en la que se mueve el núcleo, y la zona localizada directamente aguas abajo de la misma, y la presión en otras zonas, por lo tanto, varía; de esta manera, el flujo del gas del horno puede controlarse. La presión en una zona específica puede mantenerse mayor que en otras zonas adyacentes a la zona específica, usando las divisiones para controlar el caudal.

En la presente invención, las posiciones de las divisiones para controlar el caudal no están particularmente limitadas, y las divisiones para controlar el caudal pueden situarse en cualquier posición tal que permita que el gas del horno en la zona de enfriamiento Z4 fluya en la dirección en la que se mueve el núcleo, de tal manera que la diferencia de presión entre las zonas en las que fluye el gas del horno está controlada con las divisiones para controlar el caudal. Adicionalmente, las divisiones para controlar el caudal pueden situarse en cualquier posición, de tal manera que la presión del gas del horno en la zona de fusión Z3 pueda mantenerse mayor que en otras zonas.

Para permitir que el gas del horno fluya en la dirección de la zona de enfriamiento Z4 a la zona de alimentación de materia prima Z1, la presión en las zonas en las que el gas del horno fluye se controla preferentemente, de tal manera que los canales donde fluye el gas en las divisiones para controlar el caudal se amplían, proporcionando las divisiones para controlar el caudal en la división K4 y/o K1, además de la división K2 y/o K3. Puesto que el gas del horno que fluye en la dirección desde la zona de enfriamiento Z4 a la zona de alimentación de materia prima Z1 se enfría en la zona de enfriamiento Z4, un aumento en el caudal del gas del horno frío que fluye hacia la zona de calentamiento/reducción Z2 conduce a un aumento en la pérdida de calor. Esto no es preferible.

Si el gas del horno fluye de manera que el gas del horno que fluye fuera de la zona de alimentación de materia prima Z1 no entra en la zona de enfriamiento Z4, el problema del grado de reducción no ocurre. Por lo tanto, la diferencia en la presión entre la zona de enfriamiento Z4 y la zona de alimentación de materia prima Z1 puede ser muy pequeña (la presión en la zona de enfriamiento Z4 es mayor que en la zona de alimentación de materia prima Z1).

En la presente invención, las divisiones para controlar el caudal preferentemente están dispuestas y funcionan de manera que el caudal del gas del horno que fluye de la zona de enfriamiento Z4 a la zona de calentamiento/reducción Z2 a través de la zona de alimentación de materia prima Z1 está minimizado. Las divisiones para controlar el caudal, preferentemente, se proporcionan en la división K2 y, más preferentemente, se proporcionan en las divisiones K2 y K3.

Si la diferencia de presión entre las zonas está controlada con las divisiones para controlar el caudal usadas para la división K2, puede permitirse que el gas del horno fluya en la dirección de la zona de fusión Z3 a la zona de calentamiento/reducción Z2, y también permitirse que fluya en la dirección de la zona de fusión Z3 a la zona de enfriamiento Z4. Puesto que se genera una cantidad considerable de gas, tal como CO, en la zona de fusión Z3, aunque la cantidad de gas generado en la zona de fusión Z3 es menor que la de gas generado en la zona de calentamiento/reducción Z2, la presión en la zona de fusión Z3 es mayor que la que hay en la zona de enfriamiento Z4, en la que apenas se genera gas. Por lo tanto, si un canal a través del cual el gas del horno fluye se estrecha mediante la división para controlar el caudal, de manera que el gas del horno fluye hacia la zona de enfriamiento Z4, el flujo del gas del horno puede controlarse apropiadamente, como se ha descrito anteriormente.

Cuando la división K2 es móvil, la división K2 puede moverse hacia abajo. Cuando la división K2 tiene perforaciones, la suma de las áreas de abertura de las perforaciones puede reducirse. Cuando la división K2 tiene estas características (la división K2 es móvil y tiene dichas perforaciones), la división K2 puede moverse hacia abajo y la suma de las áreas de abertura de las perforaciones puede reducirse.

Cuando las divisiones K2 y K3 son las divisiones para controlar el caudal, el flujo del gas del horno puede controlarse apropiadamente. Puede permitirse fácilmente que el gas del horno fluya en la dirección de la zona de fusión Z3 a la zona de enfriamiento Z4 de tal manera que, por ejemplo, la división K2 se mueva hacia abajo y la división K3 se mueva hacia arriba.

Cuando la división K3 es la única división para controlar el caudal, la división K3 preferentemente se mueve hacia arriba, de manera que el gas del horno fluye en la dirección de la zona de fusión Z3 a la zona de enfriamiento Z4.

Para controlar por separado la temperatura de la atmósfera de las zonas y/o la composición del gas atmosférico en las zonas para cada zona, las zonas son preferentemente independientes unas de otras. En particular, el espacio entre el núcleo y el extremo inferior de cada división para controlar el caudal es preferentemente pequeño.

Cuando las zonas son independientes entre sí, el caudal del gas del horno que fluye en las zonas a través del espacio entre ellas es grande, y el gas del horno, por lo tanto, fluye de forma irregular alrededor de los agregados de la fuente; por lo tanto, la atmósfera que rodea los agregados de la fuente no puede mantenerse reductora y los agregados de la fuente no pueden reducirse suficientemente debido al gas oxidante en algunos casos. Por lo tanto, si la atmósfera reductora que rodea los agregados de la fuente se altera reduciendo las divisiones móviles para controlar el caudal, el caudal del gas del horno que fluye sobre el núcleo preferentemente está controlado para que no sea extremadamente alto, de tal manera que se usan las divisiones para controlar el caudal que tienen

perforaciones, o las divisiones móviles para controlar el caudal que tienen perforaciones, en lugar de las divisiones móviles para controlar el caudal. En particular, las divisiones para controlar el caudal que tienen perforaciones se usan preferentemente porque el gas del horno puede fluir entre las zonas a través de las perforaciones y, por lo tanto, puede evitarse que el caudal del gas del horno que fluye a través del espacio en el núcleo aumente.

La Figura 2 muestra un horno de acuerdo con otra realización de la presente invención.

En el horno mostrado en esta figura, una zona de calentamiento/reducción está dividida en al menos dos sub-zonas con una división para controlar el caudal. Una sub-zona Z2A de la zona de calentamiento/reducción dividida está localizada aguas arriba de la otra, en la dirección en la que se mueve el núcleo, y tiene una salida de gas del horno.

La posición de la división para controlar el caudal para dividir la zona de calentamiento/reducción no está particularmente limitada. Se genera una gran cantidad de gas CO en una fase inicial de la reducción realizada en la zona de calentamiento/reducción Z2, como se ha descrito anteriormente; sin embargo, la cantidad de gas CO generado es pequeña después de que la reducción transcurre hasta un cierto nivel. Por lo tanto, la zona de calentamiento/reducción preferentemente está dividida de manera que la división para controlar el caudal está localizada aguas arriba de una sección en la que se genera una gran cantidad de gas CO, en la dirección en la que se mueve el núcleo. La división para controlar el caudal puede estar situada en una posición tal que el grado de reducción de óxido de hierro puede aumentarse a un gran valor (preferentemente 80% o mayor) en la zona de calentamiento/reducción dividida (la sub-zona Z2A, para realizar una etapa de calentamiento/reducción y una sub-zona Z2B, para realizar una etapa de potenciación de la reducción), el gas de combustión preferentemente se descarga de la salida de gas del horno situado en la sub-zona Z2A. Aunque el gas de combustión fluye a la sub-zona Z2A desde otras zonas debido a la descarga del gas del horno, el grado de reducción de los agregados (hierro reducido) puede aumentar mediante un efecto de auto-protección debido a la gran cantidad de gas CO que se genera en la sub-zona Z2A, como se ha descrito anteriormente.

Adicionalmente, cuando la salida del gas del horno está situada en un área trasera (localizada aguas abajo en la dirección en la que se mueve el núcleo) de la sub-zona Z2A, el grado de reducción puede aumentarse en la sub-zona Z2A y puede permitirse fácilmente que el gas del horno fluya en la dirección de la sub-zona Z2B a la sub-zona Z2A. Cuando la zona de calentamiento/reducción Z2 está dividida (las sub-zonas Z2A y Z2B), puede permitirse que el gas del horno fluya en la dirección desde una zona de enfriamiento a la zona de alimentación de materia prima, de tal manera que la presión en el espacio en el que fluye el gas del horno se controla proporcionando una división para controlar el caudal en una división K1A.

Adicionalmente, las divisiones K2 y K3 son preferentemente divisiones para controlar el caudal, porque el control de la presión es fácil y puede permitirse fácilmente que el gas del horno fluya desde la zona de fusión Z3.

Cuando la zona de calentamiento/reducción Z2 está dividida en las dos sub-zonas, como se muestra en esta figura, la división K1A es preferentemente una división para controlar el caudal, y las divisiones K1A y K2 son más preferentemente divisiones para controlar el caudal. Las divisiones para controlar el caudal y una división conocida pueden usarse en combinación si puede permitirse que el gas del horno fluya en la dirección desde la zona de enfriamiento hasta la zona de alimentación de materia prima.

La Figura 3 muestra un horno de acuerdo con otra realización de la presente invención.

En el horno mostrado en esta figura, una zona de calentamiento/reducción Z2 está dividida en al menos tres sub-zonas con las divisiones para controlar el caudal. Una sub-zona Z2D localizada en el medio de la zona de calentamiento/reducción dividida tiene una salida para el gas del horno.

Las posiciones de las divisiones para controlar el caudal no están particularmente limitadas, y las divisiones para controlar el caudal pueden estar dispuestas en cualquier posición, de manera que la zona de calentamiento/reducción esté dividida. La zona de calentamiento/reducción puede dividirse, por ejemplo, en tres partes iguales. Es preferible que la salida del gas del horno esté situada en una posición en la que la cantidad de gas CO generada se reduzca, una división para controlar el caudal K1B esté situada en una posición que está localizada cerca de y aguas arriba de la salida del gas del horno, y una división para controlar el caudal K1C esté situada en una posición que está localizada cerca de y aguas abajo de una salida del gas del horno. De acuerdo con dicha configuración, la diferencia de presión entre una sub-zona Z2 y la sub-zona Z2D puede controlarse con la división para controlar el caudal K1C, y la diferencia de presión entre la sub-zona Z2C y la sub-zona Z2D puede controlarse con la división para controlar el caudal K1B. Si una división para controlar el caudal se usa para la división K1C y/o K1B, la presión en los espacios en los que fluye el gas del horno puede controlarse fácilmente, con lo que puede permitirse que el gas del horno fluya en la dirección desde una zona de enfriamiento hasta una zona de alimentación de materia prima.

En la presente invención, la presión preferentemente se controla de manera que se permite que el gas del horno fluya desde una zona de fusión Z3. La división para controlar el caudal se proporciona preferentemente en la división K1C o K1B, como se ha descrito anteriormente. En particular, las divisiones para controlar el caudal se proporcionan

preferentemente en las divisiones K1C y K1B porque el control de la presión puede realizarse apropiadamente.

Las divisiones para controlar el caudal, preferentemente, se proporcionan en las divisiones K2A y K3 porque el control de la presión es fácil y puede permitirse que el gas del horno fluya desde la zona de fusión Z3.

Cuando la zona de calentamiento/reducción Z2 está dividida en tres sub-zonas, como se muestra en esta figura, la división K1C es preferentemente una división para controlar el caudal, y las divisiones K1C y K1B son más preferentemente divisiones para controlar el caudal. Las divisiones para controlar el caudal y una división conocida pueden usarse en combinación si puede permitirse que el gas del horno fluya en la dirección de la zona de enfriamiento a la zona de alimentación de materia prima.

Como alternativa, la zona de fusión Z3 puede estar dividida en una pluralidad de sub-zonas, de tal manera que una o más divisiones para controlar el caudal están dispuestas en su interior. La una o más divisiones para controlar el caudal no están particularmente limitadas y se permite que el gas del horno fluya en la dirección de la zona de enfriamiento Z4 a la zona de alimentación de materia prima Z1 y, preferentemente, se permite que fluya en la dirección de la zona de fusión Z3 a la zona de enfriamiento Z4, y la dirección de la zona de fusión Z3 a la zona de calentamiento/reducción Z2, de tal manera que la presión en las sub-zonas de la zona de fusión dividida está controlada. Para dividir la zona de fusión Z3, la una o más divisiones para controlar el caudal se usan preferentemente, y pueden usarse en combinación con una división conocida.

La diferencia de presión entre las sub-zonas de la zona de fusión Z3 preferentemente está controlada de tal manera que la zona de fusión Z3 está dividida en dos sub-zonas y, preferentemente, tres sub-zonas (Z3A, Z3B y Z3C), como se muestra en la Figura 3. Esto se debe a que puede permitirse que el gas del horno fluya en la dirección desde la zona de fusión Z3 hasta la zona de enfriamiento Z4, y también permitirse que fluya en la dirección de la zona de fusión Z3 a la zona de calentamiento/reducción Z2.

La Figura 4 es una vista esquemática desarrollada que muestra el horno de núcleo rotatorio mostrado en la Figura 2. Las divisiones para controlar el caudal se proporcionan en las divisiones K1A y K3. En esta figura, los quemadores de combustión 3 situados en la sub-zona Z2A están dispuestos cerca del núcleo, y los quemadores de combustión 3 situados en la sub-zona Z2B o la zona de calentamiento/reducción Z2 están dispuestos en regiones superiores del horno. Es preferible que los quemadores de combustión 3 estén dispuestos cerca del horno (la sub-zona Z2A) porque el gas generado se quema y, por lo tanto, se promueve el calentamiento. Es preferible que los quemadores de combustión estén dispuestos en las regiones superiores del horno (la sub-zona Z2B y la zona de fusión Z3) porque puede evitarse que el flujo de gas que fluye alrededor de las materias primas se altere debido al gas generado desde los quemadores de combustión.

Los quemadores de combustión usados en la presente invención preferentemente son de un tipo de baja velocidad y, más preferentemente, de tipo boquilla de mezcla (el gas de combustión y el aire se mezclan en una boquilla) debido a que la llama del quemador es estable.

En la presente invención, se describe el siguiente ejemplo: un ejemplo en el que se realizan una serie de etapas de producción de hierro reducido a partir de hierro oxidado en un horno de núcleo rotatorio. Un método y aparato de la presente invención son útiles para producir hierro reducido si el horno de núcleo rotatorio se usa en una etapa de reducción de un óxido, tal como óxido de hierro. Después de que solo el óxido de hierro se reduzca en el horno de núcleo rotatorio, el producto reducido puede alimentarse a otra etapa (por ejemplo, un horno de fusión).

De acuerdo con la presente invención, el grado de reducción de óxido de hierro puede aumentarse y la carburización, fusión y coalescencia pueden realizarse fácilmente; de esta manera, el hierro reducido puede producirse eficazmente.

REIVINDICACIONES

1. Un método para producir hierro reducido, que comprende una etapa de alimentación de una materia prima, para alimentar una materia prima que contiene un reductor carbonoso y un material que contiene óxido de hierro en un
5 horno de núcleo rotatorio, una etapa de calentamiento/reducción, para calentar la materia prima para reducir el óxido de hierro contenido en la materia prima a hierro reducido, una etapa de fusión, para fundir el hierro reducido, una etapa de enfriamiento, para enfriar el hierro reducido fundido y una etapa de descarga, para descargar el hierro reducido enfriado, realizándose estas etapas en ese orden en la dirección en la que se mueve un núcleo (1), incluyendo el horno divisiones para controlar el caudal (K) dispuestas en su interior, para controlar el flujo del gas del
10 horno y se permite que el gas del horno en la etapa de enfriamiento fluya en la dirección del movimiento del núcleo (1) usando las divisiones para controlar el caudal.
2. Un método para producir hierro reducido como se ha definido en la reivindicación 1, que comprende una etapa de alimentación de materia prima, para alimentar una materia prima que contiene un reductor carbonoso y un material
15 que contiene óxido de hierro en un horno de núcleo rotatorio, una etapa de calentamiento/reducción para calentar la materia prima, para reducir el óxido de hierro contenido en la materia prima a hierro reducido, una etapa de fusión para fundir el hierro reducido, una etapa de enfriamiento para enfriar el hierro reducido fundido enfriado, y una etapa de descarga, para descargar el hierro reducido enfriado, realizándose estas etapas en ese orden en la dirección en la que se mueve el núcleo, incluyendo el horno divisiones para controlar el caudal (K) dispuestas en su interior, para
20 controlar el flujo de gas del horno, y la presión de gas del horno en la etapa de fusión se mantiene mayor que la del gas del horno en otras etapas usando las divisiones para controlar el flujo.
3. El método de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, en el que la etapa de calentamiento/reducción está dividida en al menos dos zonas con una de las divisiones para controlar el flujo (K); una de las zonas, que está aguas arriba de la otra en la dirección de movimiento del núcleo (1), tiene una salida para el gas del horno, y el flujo del gas del
25 horno se controla descargando el gas del horno desde la salida del gas del horno (9).
4. El método de acuerdo con la reivindicación 3, en el que el flujo del gas del horno está controlado de tal manera que la etapa de calentamiento/reducción está dividida en al menos tres zonas, proporcionando una de las divisiones para controlar el caudal (K) en una posición que está localizada aguas arriba de la salida del gas del horno (9) en la dirección del movimiento del núcleo (1).
30
5. El método de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, en el que al menos una de las divisiones (K) tiene una o más perforaciones (8) y/o puede moverse verticalmente.
35
6. El método de acuerdo con la reivindicación 5, en el que el flujo del gas del horno se controla variando la abertura de la una o más perforaciones (8).
7. El método de acuerdo con la reivindicación 3, en el que al menos una de las divisiones (K) tiene una o más perforaciones (8) y/o puede moverse verticalmente.
40
8. El método de acuerdo con la reivindicación 7, en el que el flujo del gas del horno se controla variando la abertura de la una o más perforaciones (8).
9. El método de acuerdo con la reivindicación 4, en el que al menos una de las divisiones (K) es una o más perforaciones (8) y/o puede moverse verticalmente.
45
10. El método de acuerdo con la reivindicación 9, en el que el flujo del gas del horno se controla variando la abertura de la una o más perforaciones (8).
50
11. Un aparato para producir hierro reducido, que comprende un horno de núcleo rotatorio en el que se alimenta una materia prima que contiene un reductor carbonoso y un material que contiene óxido de hierro, una zona de calentamiento/reducción (Z2) para calentar la materia prima para reducir el óxido de hierro contenido en la materia prima a hierro reducido, una zona de fusión (Z3) para fundir el hierro reducido, una zona de enfriamiento (Z4) para enfriar el hierro reducido fundido, y una zona de descarga para descargar el hierro reducido enfriado, estando dispuestas estas zonas en ese orden en la dirección en la que se mueve un núcleo (1), incluyendo el horno de núcleo rotatorio una división para controlar el caudal que se mueve verticalmente (K), para controlar el flujo del gas del horno y/o una división para controlar el caudal (K) que tiene una o más perforaciones (8), para controlar el caudal del gas del horno, estando dispuestas estas divisiones en el horno de núcleo rotatorio para dirigir dicho flujo de gas del horno hacia dicha zona de enfriamiento en la dirección del movimiento del núcleo, en la que la división para controlar el caudal (K) que tiene la una o más perforaciones (8) tiene un ajustador, ajustando dicho ajustador la
55 abertura de la una o más perforaciones (8).
60
12. El aparato de acuerdo con la reivindicación 11, en el que la etapa de calentamiento/reducción está dividida en al menos dos zonas (Z2A, Z2B) con una de las divisiones para controlar el caudal (K) y una de las zonas, que está localizada aguas arriba de la otra en una dirección del movimiento del núcleo (1), tiene una salida del gas del horno.
65

13. El aparato de acuerdo con la reivindicación 12, en el que la etapa de calentamiento/reducción está dividida en al menos tres zonas, proporcionando una de las divisiones para controlar el caudal (K) en una posición que está localizada aguas arriba de la salida del gas del horno, en la dirección del movimiento del núcleo (1).

FIG.1

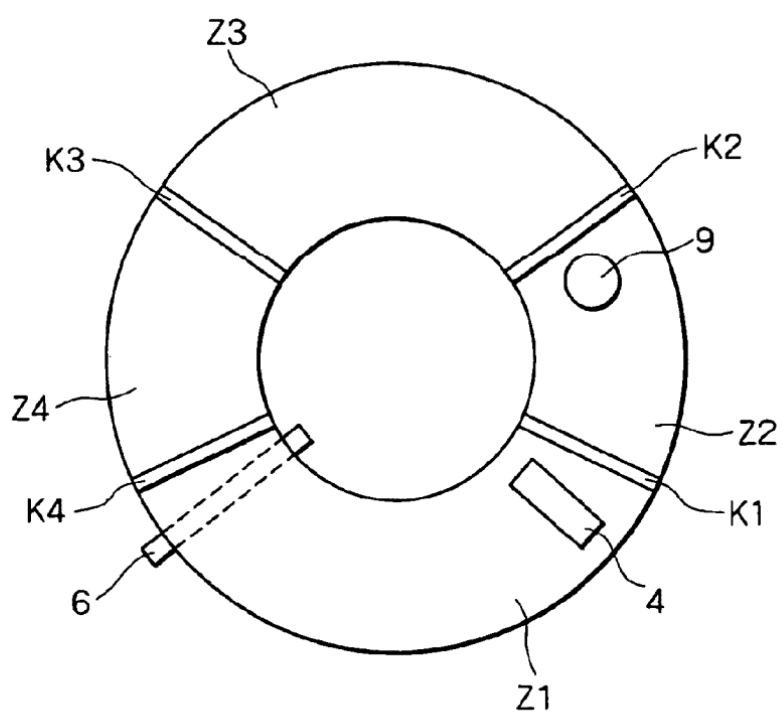


FIG.2

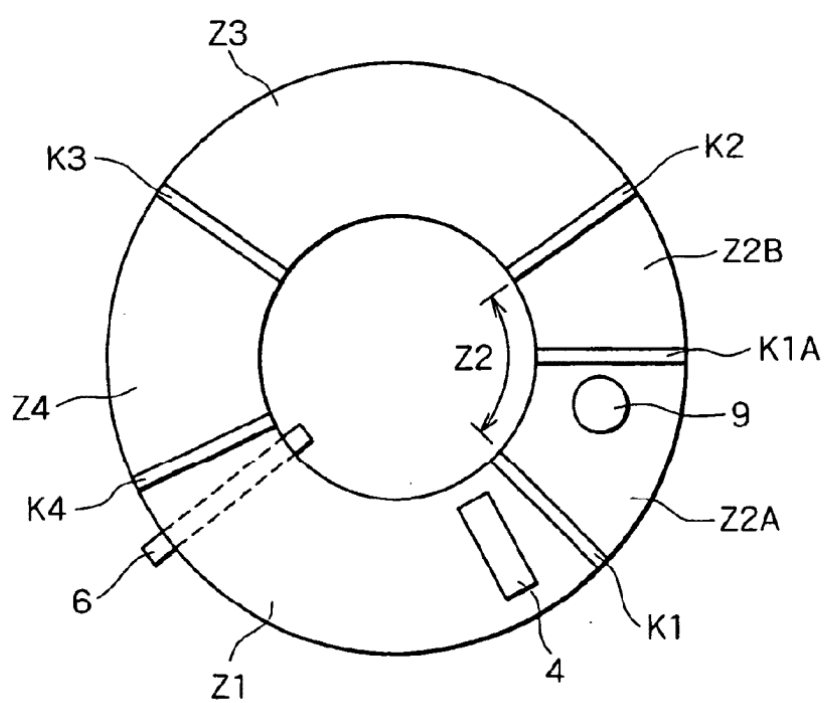


FIG. 3

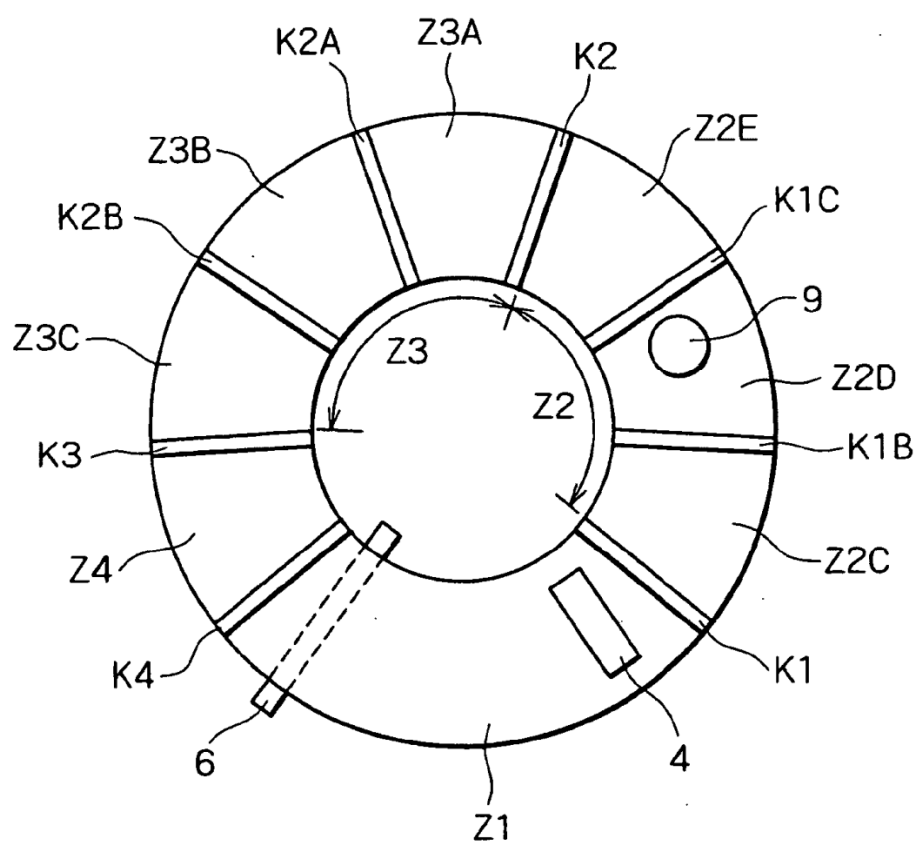


FIG. 4

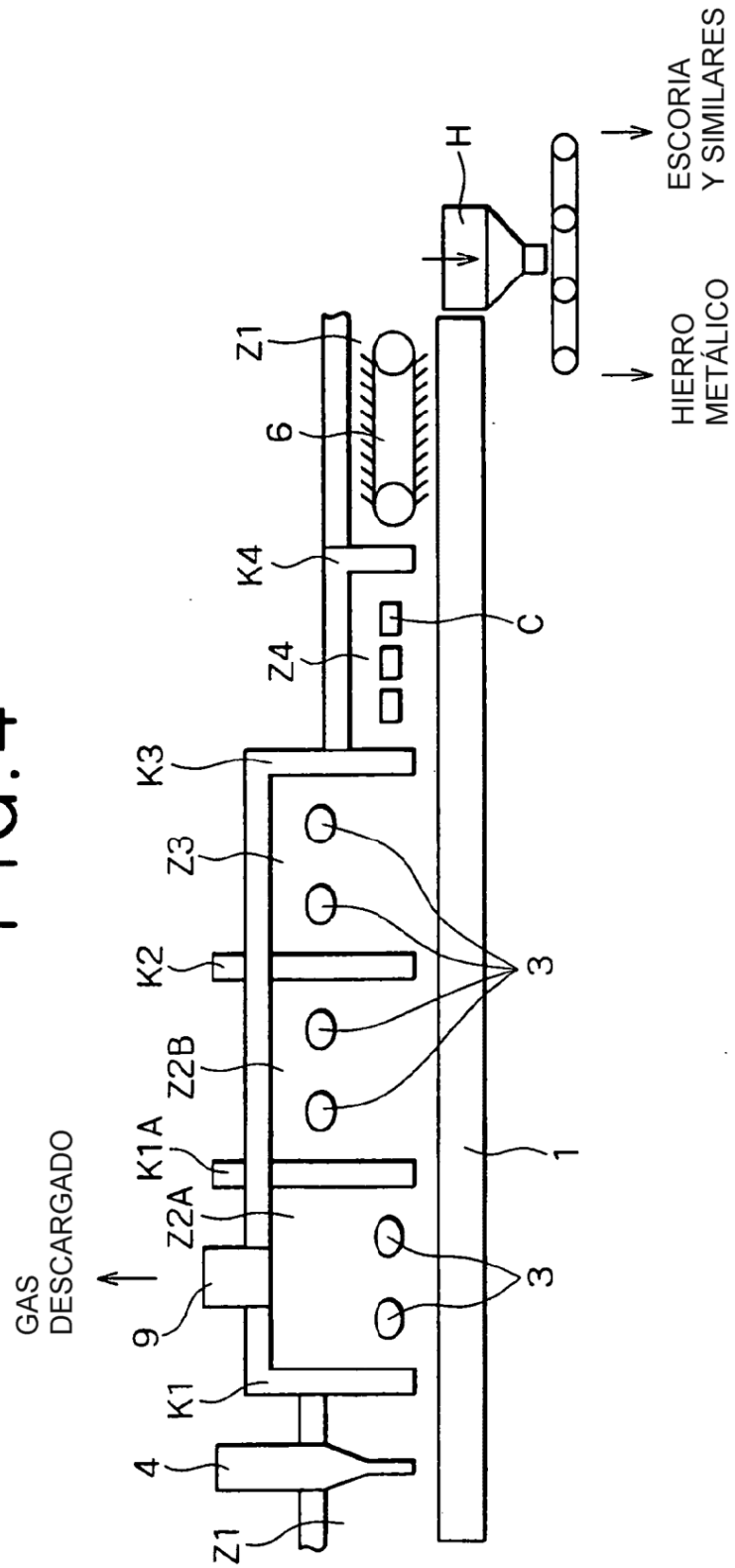


FIG. 5 (1)

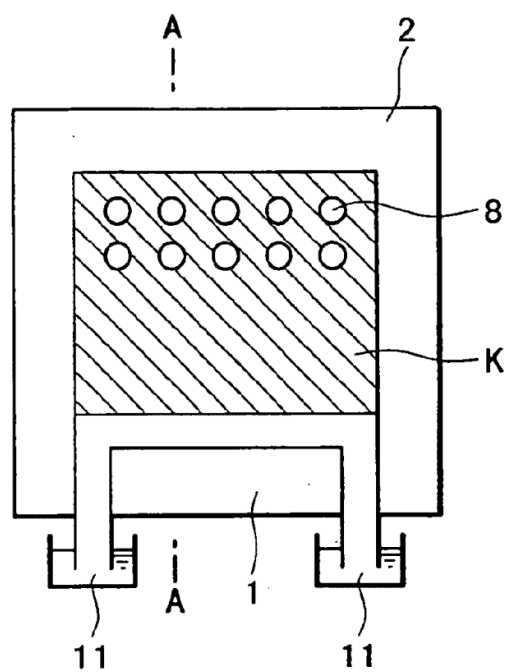


FIG. 5 (2)

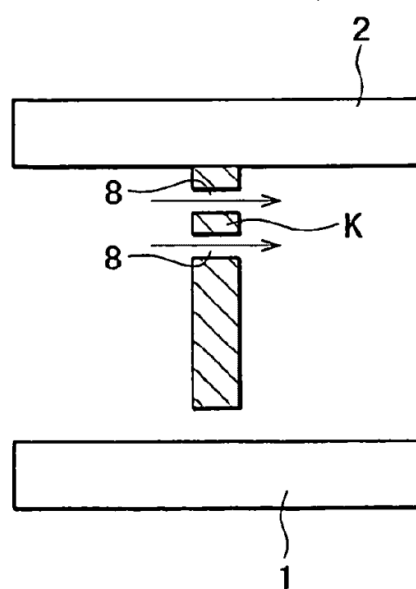


FIG. 6

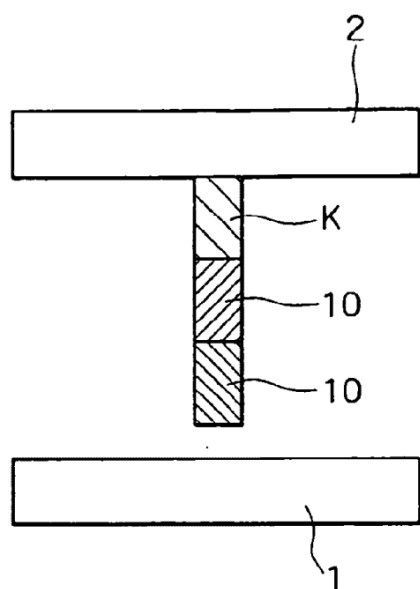


FIG. 7

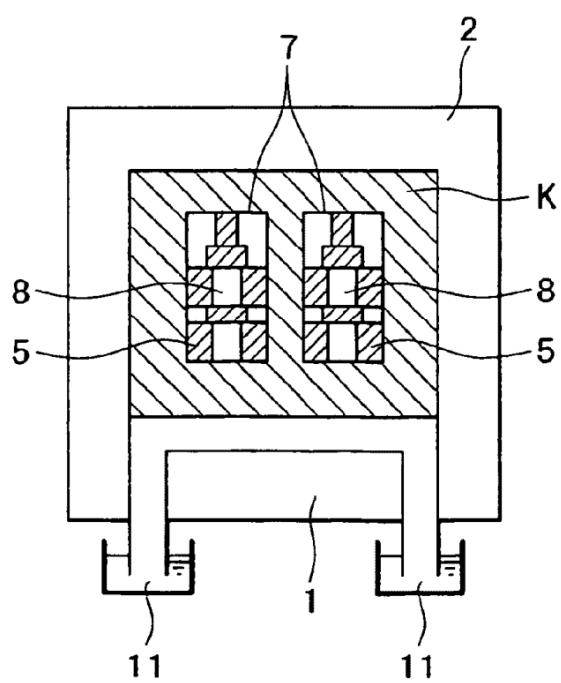


FIG. 8 (1)

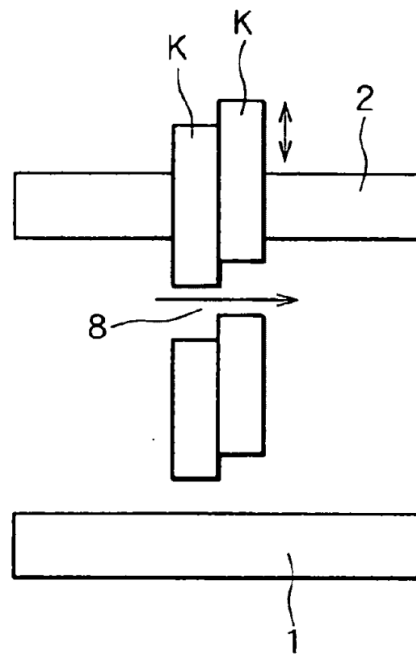


FIG. 8 (2)

