

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 384 709**

51 Int. Cl.:
C21B 13/10 (2006.01)
C21B 13/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **04702838 .6**
96 Fecha de presentación: **16.01.2004**
97 Número de publicación de la solicitud: **1584693**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **12.10.2005**

54 Título: **Método para producir hierro metálico**

30 Prioridad:
16.01.2003 US 440369 P

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
11.07.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
11.07.2012

73 Titular/es:
**KABUSHIKI KAISHA KOBE SEIKO SHO (KOBE
STEEL, LTD.)
10-26, WAKINOHAMA-CHO 2-CHOME, CHUO-KU
KOBE-SHI, HYOGO 651-8585, JP**

72 Inventor/es:
**KIKUCHI, Shoichi;
TSUGE, Osamu;
WHITTEN, Gilbert Yould y
VOELKER, Brian William**

74 Agente/Representante:
Ungría López, Javier

ES 2 384 709 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

Método para producir hierro metálico.

Antecedentes de la invención

1. Campo de la invención

5 La presente invención se refiere a métodos para producir hierro metálico y, más particularmente, se refiere a un método mejorado para producir hierro metálico. De acuerdo con el método mejorado definido en la reivindicación 1, cuando el hierro metálico se produce en las etapas de alimentación de una mezcla que contiene un reductor carbonoso, tal como carbón, y óxido de hierro, tal como mena de hierro, sobre un núcleo móvil de un horno de reducción-fusión de núcleo móvil, después se reduce y funde el óxido de hierro por calentamiento y posteriormente
10 el hierro metálico obtenido de esta manera se enfría para la producción, pudiendo realizarse una operación continua de forma estable mientras el daño realizado al núcleo móvil se reduce a tan pequeño como sea posible, o las porciones de superficie dañadas del núcleo se reparan durante el funcionamiento.

2. Descripción de la técnica anterior

15 Entre los métodos para producir hierro reducido, se conoce el siguiente método. En el método mencionado anteriormente, después de que una mezcla de óxido de hierro, tal como mena de hierro y un reductor carbonoso, tal como carbón, se alimenta en el núcleo de un horno rotatorio o un horno reductor de núcleo móvil, tal como una parrilla recta, y después se calienta por calor radiante en el horno mientras se mueve dentro del mismo, de manera que el óxido de hierro se reduce mediante el reductor carbonoso para producir hierro reducido, el hierro reducido producido de esta manera en el núcleo se descarga fuera del horno por medios de descarga opcionales, tales como un mecanismo de tornillo.

20 Sin embargo, cuando la mezcla está compuesta de aglomerados en forma de gránulos o similares, y los aglomerados como se ha mencionado anteriormente se alimentan al núcleo, se generan polvos de los aglomerados por impacto de caída o similar, y después se depositan sobre el núcleo. Puesto que los polvos depositados de esta manera se calientan y reducen junto con los aglomerados, los polvos depositados se convierten en hierro reducido en polvo y los aglomerados se convierten en hierro reducido granular. El hierro reducido granular se descarga fuera del horno mediante un tornillo de descarga; sin embargo, por otro lado, el hierro reducido en polvo se comprime en la superficie del núcleo. Por consiguiente, cuando se realiza una operación continua, la cantidad de hierro reducido en polvo comprimido en la superficie del núcleo aumenta y, además, los polvos de hierro reducido se unen entre sí mediante una fuerza de compresión del tornillo de descarga; de esta manera, ocurre el problema de que se forma
25 hierro reducido con forma de placa sobre la superficie del núcleo. En el caso de un horno reductor con núcleo móvil, puesto que la zona de calentamiento y reductora está a una alta temperatura, y una zona de alimentación de materia prima y zona de descarga están a una temperatura relativamente baja, es probable que ocurra el craqueo o deformación del hierro reducido con forma de placa formado sobre la superficie del núcleo debido a las diferencias de temperatura descritas anteriormente. Además, cuando el hierro reducido con forma de placa es capturado por un tornillo de descarga, podrían ocurrir problemas tales como parada.

30 Los inventores de la presente invención han propuesto ya una técnica japonesa (Patente N° 3075721) que resuelve los problemas descritos anteriormente. En la técnica mencionada anteriormente, un material formador de núcleo se alimenta a un horno junto con aglomerados, los polvos generados de los aglomerados se depositan sobre la superficie de un núcleo para formar una capa de óxido de hierro sobre el mismo y, además, un dispositivo de descarga se mueve intermitente o continuamente en dirección hacia la parte superior del horno, de manera que la operación se realiza mientras se ajusta el hueco entre el dispositivo de descarga y la capa de óxido de hierro formada sobre la superficie del núcleo. Por consiguiente, se evita que el hierro reducido en polvo se comprima en la superficie del núcleo por el dispositivo de descarga, la formación de hierro reducido con forma de placa sobre el núcleo se evita de esta manera y los polvos de hierro reducido depositados se raspan; por tanto, puede realizarse un
35 funcionamiento continuo. El funcionamiento continuo puede realizarse puesto que la superficie del núcleo se renueva periódicamente y se repara por raspado del hierro reducido con forma de placas formado sobre la superficie del núcleo; sin embargo, el propio núcleo no se raspa.

40 Además, como un método para producir hierro metálico, se conoce un método de producción en el que después de que una mezcla de óxido de hierro y un reductor se alimenta a un horno de reducción-fusión de núcleo móvil, tal como un horno de núcleo rotatorio, y se calienta por calor radiante en el horno mientras se mueve dentro del mismo de manera que el óxido de hierro es reducido por el reductor y, posteriormente, se realiza la carburación, fusión, agregación y separación de escoria, el hierro metálico sólido granular se descarga fuera del horno después del enfriamiento y solidificación. Por ejemplo, los inventores de la presente invención han propuesto una técnica descrita en la Publicación de Solicitud de Patente No Examinada Japonesa N° 2000-144224, en la que el daño realizado al núcleo provocado por el hierro fundido se evita formando una placa de núcleo vítreo compuesta de óxido de hierro, carbón y un compuesto de sílice sobre la superficie del núcleo de un horno de núcleo rotatorio. Sin embargo, cuando la operación se realiza de forma continua, la capa vítrea se degrada por infiltración de escoria y corrosión y, de esta
55 manera, aún se requiere una mejora para realizar una operación estable y continua.

El documento WO 01/73137 describe un método para producir hierro metálico en un horno de núcleo rotatorio en el que un material protector se añade sobre el núcleo en las fases iniciales de la operación, y en el que solo una porción de la escoria solidificada se retira del núcleo, de manera que una capa de escoria, en combinación con los agentes para ajustar el punto de fusión de la escoria, protege adicionalmente el material del núcleo.

- 5 La presente invención se realizó en consideración de las circunstancias descritas anteriormente, y un objeto de la presente invención es proporcionar un método para producir hierro metálico, siendo el método adecuado para realizar una operación continua larga. De acuerdo con el método descrito anteriormente, incluso cuando el hierro metálico en polvo se comprime en una superficie del núcleo, o el núcleo se daña por infiltración de escoria y corrosión, la retirada y reparación puede realizarse fácilmente, y la velocidad de operación y capacidad de mantenimiento del núcleo pueden mejorarse.

Sumario de la invención

15 Un método para producir hierro metálico, que podría resolver los problemas descritos anteriormente, de acuerdo con la presente invención, es un método para producir hierro metálico, en el que después de que una mezcla que incluye un agente reductor carbonoso y óxido de hierro se alimenta en un núcleo móvil de un horno de reducción-fusión de núcleo móvil, y después se calienta de manera que el óxido de hierro se reduce y se funde, el hierro metálico a obtener se enfría y después se descarga fuera del horno para su recuperación. El método descrito anteriormente comprende, antes de la alimentación de la mezcla, formar un lecho de material de núcleo granular sobre el núcleo móvil para formar un núcleo renovable laminado que pueda renovarse; retirar parte o la totalidad del núcleo renovable, que se degrada durante el funcionamiento, y alimentar de nuevo material de núcleo para la nueva formación de un núcleo renovable; nivelar la superficie del núcleo recién formado; y posteriormente alimentar la mezcla para producir el hierro metálico.

25 Además, un método para producir hierro metálico de acuerdo con la presente invención es un método para producir hierro metálico en el que, después de que una mezcla que incluye un agente reductor carbonoso y óxido de hierro se alimenta sobre un núcleo de un horno de reducción-fusión de núcleo móvil, y después se calienta de manera que el óxido de hierro se reduce y se funde, el hierro metálico a obtener se enfría y después se descarga fuera del horno para su recuperación. El método descrito anteriormente comprende, antes de alimentar la mezcla, formar un lecho de material de núcleo sobre el núcleo para formar un núcleo renovable laminado que puede renovarse; alimentar el material de núcleo sobre la superficie del núcleo renovable que se degrada durante el funcionamiento de manera que se forma una nueva superficie sobre el núcleo; nivelar la superficie recién formada sobre el núcleo y, posteriormente, alimentar la mezcla para producir el hierro metálico,

30 en el que el material de núcleo comprende un material carbonoso y,

un material de alto punto de fusión que tiene resistencia a corrosión contra la escoria producida, comprendiendo el material de alto punto de fusión un óxido que contiene alúmina y/o magnesia o carburo de silicio.

Breve descripción de los dibujos

35 La Figura 1 es una vista esquemática para ilustrar un ejemplo de un horno de reducción-fusión de núcleo móvil circular al que se aplica la presente invención.

La Figura 2 es una vista en sección transversal para ilustrar el horno de reducción-fusión desarrollado en la dirección de rotación del núcleo móvil en la Figura 1.

La Figura 3 es una vista esquemática para ilustrar el estado de formación inicial de un núcleo renovable.

40 La Figura 4 es una vista esquemática para ilustrar un ejemplo del medio de nivelación de materia prima.

La Figura 5 es una vista esquemática para ilustrar la degradación de un núcleo renovable.

La Figura 6 es una vista esquemática que muestra un ejemplo de la presente invención.

La Figura 7 es una vista esquemática que muestra un ejemplo de la presente invención.

La Figura 8 es una vista esquemática que muestra un ejemplo de la presente invención.

45 La Figura 9 es una vista esquemática para ilustrar las condiciones superficiales de un núcleo renovable.

La Figura 10 es una vista esquemática para ilustrar el caso en el que no se proporciona un medio de nivelación de núcleo renovable.

Descripción detallada de las realizaciones preferidas de la invención

50 Los inventores de la presente invención descubrieron un método que comprende las etapas de formar un lecho de material de núcleo sobre un núcleo móvil para formar un núcleo renovable que puede renovarse; alimentar un

agente de ajuste de atmósfera y una mezcla de materias primas sobre el núcleo renovable para reducir y fundir el óxido de hierro; retirar (o no retirar) parte de o la totalidad del núcleo renovable que se degrada durante el funcionamiento; alimentar un nuevo material de núcleo para un núcleo renovable recién formado; y posteriormente alimentar una mezcla de materias primas para reducir y fundir óxido de hierro. De acuerdo con el método descrito anteriormente, incluso cuando el hierro metálico en polvo se comprime en la superficie del núcleo renovable, o el núcleo renovable se daña por infiltración y corrosión provocada por escoria, el núcleo renovable degradado puede retirarse y repararse fácilmente y, de esta manera, la velocidad de funcionamiento y la capacidad de mantenimiento del núcleo pueden mejorarse en comparación con los del pasado. Sin embargo, incluso cuando el núcleo renovable se acaba de formar alimentando los materiales de núcleo, la escoria puede concentrarse en la parte del núcleo renovable, o la mezcla de materias primas alimentadas de esta manera puede calentarse de forma no uniforme en algunos casos y, de esta manera, aún se requiere mejoramiento en términos de un funcionamiento largo y estable.

Mediante la investigación de las causas de los inconvenientes descritos anteriormente realizada por los inventores de la presente invención, se descubrió que en el caso de que se formen porciones cóncavas sobre la superficie del núcleo renovable cuando se retiran las porciones degradadas del mismo, o en el caso en el que se formen porciones convexas sobre la superficie el núcleo renovable cuando la escoria y similares no se retiran, debido a las porciones cóncavas y convexas descritas anteriormente, la mezcla de materias primas se calienta de forma no uniforme, o se facilita el sobrecrecimiento o fusión del hierro metálico o escoria y, de esta manera, la operación se ve interferida por ello. Mediante un estudio intensivo sobre los métodos para resolver los problemas descritos anteriormente, se descubrió que cuando se emplea un método en el que un núcleo renovable se forma nuevo, que la superficie del mismo está nivelada, y que una mezcla de materias primas se alimenta después, los objetos descritos anteriormente pueden conseguirse y, de esta manera, se realizó la presente invención.

Posteriormente en este documento, las realizaciones de la presente invención se describirán en detalle con referencia a las figuras; sin embargo, las realizaciones son ejemplos típicos y la presente invención no se limita a los ejemplos mostrados en las figuras.

Las Figuras 1 y 2 son vistas esquemáticas para ilustrar un ejemplo de un horno de reducción-fusión de núcleo móvil (horno rotatorio), teniendo el horno una estructura abovedada en la que se proporciona un núcleo móvil rotatorio con forma de rosquilla; la Figura 1 es una vista en planta esquemática; y la Figura 2 es una vista en sección transversal esquemática para ilustrar el núcleo móvil rotatorio en la Figura 1 que está desarrollado (después de cortar una parte indicada por la línea A-A en la Figura 1) en la dirección del movimiento rotatorio para facilitar la comprensión del horno. El número de referencia 1 en la figura indica un núcleo móvil, el número de referencia 2 indica un cuerpo de horno que cubre el núcleo móvil y el núcleo móvil 1 se forma para dirigirlo a una velocidad deseada mediante un dispositivo impulsor no mostrado en la figura.

En la presente invención, como la mezcla de materias primas, se describirán a modo de ejemplo aglomerados (en lo sucesivo en este documento denominados "aglomerados en bruto") que contienen un reductor carbonoso y óxido de hierro; sin embargo, además de los aglomerados, puede usarse también un polvo en la presente invención. Además, como los aglomerados, pueden mencionarse también a modo de ejemplo diversas formas, tales como gránulos o briquetas.

En la Figura 2, el cuerpo del horno 2 se muestra como un ejemplo preferible, y el interior del cuerpo de horno 2 está dividido en una zona reductora Z_1 a una zona de enfriamiento Z_4 por las divisiones K_1 a K_3 . En el lado aguas arriba en la dirección de movimiento del núcleo, un medio de alimentación de aglomerado bruto 4, un medio de alimentación alimentar del agente de ajuste de atmósfera 7, un medio para nivelar el núcleo renovable 12, un medio para alimentar el material de núcleo 5 y un medio para nivelar la materia prima 8 están dispuestos en oposición al núcleo móvil 1 y, además, en el lado aguas abajo (puesto que se forma la estructura rotatoria, este lado está situado realmente aguas arriba con respecto al medio de alimentación de material de núcleo 5 y justo delante del mismo) en la dirección de movimiento, se proporciona un dispositivo de descarga 6.

Además, en las posiciones apropiadas de una superficie de pared del cuerpo del horno 2, se proporciona una pluralidad de quemadores de combustión 3, y transmitiendo el calor de combustión de los quemadores de combustión 3 y el calor radiante de los mismos a los aglomerados en bruto proporcionados sobre el núcleo móvil 1, se realiza el calentamiento y reducción de los aglomerados en bruto.

Cuando se hace funcionar este horno de reducción-fusión, mientras el núcleo móvil 1 se hace girar a una velocidad predeterminada, los aglomerados en bruto se alimentan en el núcleo móvil 1 desde el medio de alimentación de aglomerado bruto 4 para que tengan un espesor apropiado. Mientras se mueven a través de las zonas de reducción-fusión Z_1 a Z_3 , los aglomerados en bruto alimentados al núcleo 1 reciben el calor de combustión y calor radiante mediante los quemadores de combustión 3 y después se reducen mediante el monóxido de carbono generado por la reacción entre el óxido de hierro y el agente reductor carbonoso que están contenidos en los aglomerados en bruto, formando de esta manera hierro reducido que se reduce minuciosamente sustancialmente. Cuando se calienta en una atmósfera rica en carbono, este hierro reducido se carbura, funde y se agrega mientras se separa de la escoria subproducto para formar hierro metálico fundido granular, y este hierro metálico fundido solidifica después por enfriamiento en la zona de enfriamiento Z_4 usando un medio de enfriamiento opcional C, y se descarga secuencialmente mediante el dispositivo de descarga 6 situado en el lado aguas debajo de la zona de enfriamiento

Z₄. En esta etapa descrita anteriormente, aunque se descarga junto con la escoria subproducida, el hierro metálico granular se separa de la escoria por medios de separación opcionales (tamices, separadores magnéticos o similares) después de pasar a través de una tolva H y, como resultado, puede obtenerse hierro metálico granular que tiene una pureza de hierro de aproximadamente el 95% o mayor y, más preferentemente, que tiene una pureza de hierro de aproximadamente el 98% o mayor y que contiene una cantidad significativamente pequeña del componente de escoria.

En particular, la presente invención se centra principalmente en la protección del núcleo que forma el núcleo móvil 1 cuando se produce hierro metálico altamente puro en el horno de reducción-fusión de núcleo móvil descrito anteriormente y, de esta manera, posteriormente en este documento, se describirá un método para reparar y renovar el núcleo. Sin embargo, la configuración del horno de reducción-fusión de núcleo móvil al que se aplica la presente invención no se limita a la forma y estructura mostradas en las Figuras 1 y 2, y en tanto que un núcleo de tipo móvil se proporciona como un elemento constitutivo, la presente invención puede usarse eficazmente para un horno de reducción-fusión de núcleo móvil que tiene cualquier estructura, tal como un tipo de parrilla recta.

Como se ha descrito anteriormente, de acuerdo con la presente invención, en una instalación de producción para producir hierro metálico mediante las etapas de alimentación de aglomerados en bruto, que contienen óxido de hierro, tal como mena de hierro, como una fuente de hierro y un agente reductor carbonoso, tal como carbón, que funciona como un agente reductor para el óxido de hierro, en el núcleo del horno de reducción-fusión de núcleo móvil, seguido de calentamiento para reducir y fundir el óxido de hierro y descargar el hierro metálico obtenido fuera del horno después del enfriamiento, puesto que el núcleo móvil 1 está protegido y funciona como una capa de soporte cuando la producción del hierro metálico se realiza continuamente por calentamiento, reducción, carburación y fusión y la superficie del núcleo renovable fabricada del material de núcleo se renueva, puede realizarse una operación estable.

Además, el concepto básico de la presente invención es producir hierro metálico mediante las etapas secuenciales de, antes de alimentar aglomerados en bruto, formar un lecho de material de núcleo granular (en lo sucesivo en este documento, denominado simplemente como "material de núcleo" en algunos casos) sobre un núcleo móvil para formar un núcleo renovable laminado; retirar parte o la totalidad del núcleo renovable que se degrada durante el funcionamiento; alimentar nuevamente material de núcleo para formar de nuevo un núcleo renovable; nivelar la superficie del núcleo recién formado; y alimentar posteriormente la mezcla descrita anteriormente.

Las Figuras 3 y 4 son vistas en sección transversal esquemáticas para ilustrar una realización preferible de la presente invención. Cuando comienza el funcionamiento, antes de alimentar los aglomerados en bruto, un núcleo renovable laminado 9, que puede renovarse, se forma formado un lecho del material de núcleo sobre el núcleo móvil 1 del horno de reducción-fusión de núcleo móvil. El método para alimentar el material de núcleo no está específicamente limitado; sin embargo, puesto que preferentemente se forma un lecho que tenga un espesor uniforme sobre el núcleo móvil 1, se recomienda que, aunque el núcleo móvil 1 se mueve a una velocidad determinada, el material de núcleo se alimente en una cantidad predeterminada desde el medio de alimentación de material de núcleo 5 sobre el núcleo móvil 1. Además, después de que el material de núcleo se alimente sobre el núcleo móvil 1, el núcleo se hace girar preferentemente mientras el material de núcleo alimentado de esta manera se nivela mediante el medio de nivelación de núcleo renovable 12, de manera que la capa de núcleo renovable tiene un espesor predeterminado. En la etapa descrita anteriormente, puesto que la superficie del núcleo renovable se compacta mientras se nivela por el medio de nivelación de núcleo renovable 12, puede formarse un núcleo renovable que tiene la resistencia y suavidad apropiadas. El núcleo renovable formado de esta manera es una capa formada de gránulos justo después de la formación del mismo; sin embargo, mientras se reducen y se funden, los gránulos se funden entre sí y solidifican de manera que parte o la totalidad del núcleo renovable puede descargarse mediante el dispositivo de descarga 6.

En esta realización, el espesor del núcleo renovable no está particularmente limitado; sin embargo, para evitar que los refractarios que forman el núcleo móvil 1 se dañen por la escoria fundida, que se infiltra en el núcleo renovable y alcanza el núcleo móvil 1, se recomienda que el espesor del núcleo renovable sea preferentemente de 5 mm o mayor, y más preferentemente 10 mm o mayor.

Después de que se forma el núcleo renovable que tiene un espesor predeterminado, los aglomerados en bruto G se alimentan sobre el núcleo renovable desde el medio de alimentación de aglomerados en bruto 4. Los aglomerados en bruto G se ajustan para que tengan un espesor uniforme en la dirección de corte de la dirección de movimiento del núcleo renovable mediante el medio de nivelación de materia prima 8. El medio de nivelación de materia prima 8 es un medio para suavizar los aglomerados en bruto solapantes alimentados de esta manera, de modo que se dispongan uniformemente en la dirección de la anchura del núcleo, continuamente en la dirección de movimiento del mismo y densamente, y puede usarse un nivelador conocido. Por ejemplo, como se muestra en la Figura 4, los aglomerados en bruto G en el núcleo pueden moverse en la dirección de la anchura del núcleo haciendo girar una paleta espiral 23 (23R, 23L). La estructura de un medio de nivelación de materia prima particular se muestra en la Solicitud de Patente Japonesa N° 11-243407.

Como se describe con referencia a la Figura 2, en un proceso en el que los aglomerados en bruto se mueven a través de las zonas Z₁ a Z₃ del horno de reducción-fusión, el óxido de hierro contenido en los aglomerados se

calienta por el calor generado por los quemadores y el calor radiante para formar hierro reducido por reducción en estado sólido. Posteriormente, puesto que el hierro reducido formado de esta manera se calienta adicionalmente y se carbura, el punto de fusión del mismo disminuye, formando de esta manera hierro fundido. Además, mientras se separa de la escoria subproducto, las partículas de hierro fundido formadas de esta manera se adhieren entre sí, se agregan y crecen para formar hierro metálico granular relativamente grande, y los agregados de escoria subproducto Sg después se separan del mismo. A continuación, se realiza el enfriamiento para aquellos descritos anteriormente en la zona de enfriamiento Z₄, y el hierro metálico granular solidificado Fe y la escoria Sg se descargan fuera del horno mediante el dispositivo de descarga 6.

El hierro metálico puede producirse continuamente repitiendo la operación descrita anteriormente: sin embargo, con el tiempo de operación, el núcleo renovable se degrada (porción degradada 9a del núcleo renovable) por infiltración de la escoria y el hierro fundido y, de esta manera, la producción de hierro metálico estable no puede continuarse. Los ejemplos de degradación del núcleo renovable se muestran en la Figura 5. Por ejemplo, cuando parte de la escoria fundida subproducida en una etapa de reducción y fusión se infiltra en el núcleo rotatorio, y cuando la cantidad de escoria infiltrada de esta manera aumenta, un área corroída del núcleo renovable aumenta, el núcleo renovable se reblandece puesto que el punto de fusión del mismo disminuye, y la suavidad del núcleo renovable se pierde, puesto que el núcleo renovable se degrada y se expande; de esta manera, la producción de hierro metálico estable no puede continuar. En particular, cuando transcurre la infiltración y corrosión provocada por la escoria fundida, el horno móvil 1 puede dañarse en algunos casos y, en este caso, después de que se detiene la operación, los refractarios que forman el núcleo móvil 1 deben repararse.

Cuando se descarga mediante el dispositivo de descarga 6, el hierro metálico granular Fe y la escoria Sg pueden comprimirse por el funcionamiento del dispositivo de descarga en algunos casos. En particular, es probable que se compriman en el núcleo que se reblandece como se ha descrito anteriormente. Cuando el núcleo renovable con la escoria Sg comprimida en su interior se mueve de nuevo a través de las zonas de reducción-fusión, la escoria Sg expuesta a una alta temperatura se funde y se infiltra adicionalmente en el núcleo. Además, cuando el núcleo renovable con el hierro metálico Fe comprimido en su interior se mueve de nuevo a través de las zonas de reducción-fusión, el Fe metálico expuesto a una alta temperatura se funde y puede sobrecrecer en algunos casos por combinación con otro hierro metálico comprimido en el núcleo renovable o el Fe metálico producido en el mismo. Cuando transcurre el sobrecrecimiento descrito anteriormente, el hierro fundido, que no puede enfriarse suficientemente y solidifica por la capacidad de enfriamiento de la zona de enfriamiento, alcanza el dispositivo de descarga 6 y no puede descargarse fuera del horno en algunos casos. Aunque dependiendo del medio de descarga, el hierro metálico fino Fe y la escoria Sg, que no se agregan suficientemente y crecen en la etapa de fusión, es probable que se compriman en el núcleo renovable.

El Fe metálico y la escoria Sg (por ejemplo, las partes de Fe metálico y escoria Sg que se proyectan por encima de la superficie del núcleo renovable, y los restos del mismo que se comprimen en su interior) comprimidos en el núcleo renovable descrito anteriormente se retiran mediante el dispositivo de descarga 6, formándose rebajes en la superficie del núcleo. Además, cuando se degrada y se expande el núcleo renovable se capturado por el dispositivo de descarga 6, parte del núcleo rotatorio se desprende, formando de esta manera porciones cóncavas y porciones convexas sobre la superficie del núcleo renovable. En particular, cuando el Fe metálico sobrecrecido como se ha descrito anteriormente se retira, puede formarse un gran rebaje sobre la superficie del núcleo rotatorio en algunos casos. Además, cuando el Fe metálico y la escoria Sg comprimidos en el núcleo rotatorio no se descargan, se forman porciones convexas sobre la superficie del núcleo renovable de esta manera (véase la Figura 5).

Además, con el tiempo de operación, una porción del borde delantero (porción de contacto en contacto con los materiales a descargar) del dispositivo de descarga 6 se daña, tal como por desgaste o astillado, por la operación de descarga, tal como por descarga del Fe metálico granular o raspado del núcleo renovable. Cuando la porción de borde delantero descrita anteriormente se daña, el núcleo renovable se raspa de forma no uniforme y, como resultado, es probable que se formen porciones cóncavas y convexas en la superficie del núcleo renovable después del raspado. Además, cuando la porción de borde delantero se daña, el Fe metálico granular y la escoria Sg presentes en el núcleo renovable no puede descargarse y las partes del Fe metálico granular y escoria Sg pueden comprimirse en su interior, formando de esta manera porciones convexas sobre la superficie del núcleo renovable en algunos casos.

Cuando las porciones cóncavas y convexas se forman sobre la superficie del núcleo renovable, los aglomerados en bruto alimentados de esta manera pueden calentarse de forma no uniforme debido a la presencia de las porciones cóncavas y convexas, el hierro metálico o la escoria pueden acumularse en las porciones cóncavas de manera que el hierro metálico sobrecrece o, como resultado, un fundido del mismo puede facilitarse en su interior. Cuando las porciones cóncavas y convexas se forman como se ha descrito anteriormente, el espesor de los aglomerados en bruto no puede hacerse uniforme mediante el medio de nivelación de materia prima 8 (Figura 10). En la operación descrita anteriormente, la eficacia de producción del hierro metálico disminuye.

La renovación del núcleo renovable de la presente invención restablece las funciones del núcleo renovable que se degradaron como se ha descrito anteriormente, de manera que la producción de hierro metálico estable puede continuar y los ejemplos de métodos de renovación se muestran en las Figuras 6 a 9.

En la Figura 6, la porción de borde delantero del dispositivo de descarga está dispuesta en las proximidades de la superficie de la porción degradada 9a del núcleo renovable y descarga hierro metálico Fe (15 en la figura) y la escoria Sg presente en la porción degradada 9a del núcleo renovable fuera del horno (en este caso, la porción degradada 9a del núcleo renovable no se raspa). Sin embargo, un material sobrecrecido (16), que se forma del Fe metálico sobre la superficie de la porción degradada del núcleo renovable combinado con el Fe metálico comprimido en su interior, puede ser captado por la porción de borde delantero de una paleta del dispositivo de descarga 6 y después puede descargarse en algunos casos. Además, como se ha descrito anteriormente, un núcleo renovable degradado puede retirarse mediante el dispositivo de descarga 6, es decir, puede desprenderse de la superficie del núcleo renovable en algunos casos. Cuando el material sobrecrecido se retira o el desprendimiento ocurre como se ha descrito anteriormente, se forma una porción cóncava 16a sobre la superficie del núcleo renovable. Adicionalmente, cuando la escoria Sg (17) que tiene una parte que se proyecta por encima de la superficie de la porción degradada 9a del núcleo renovable no puede comprimirse sustancialmente en su interior por el dispositivo de descarga 6, se forma una porción convexa 17a sobre la superficie de la porción degradada 9a del núcleo renovable. En particular, cuando la porción de borde delantero de la paleta del dispositivo de descarga 6 se daña como se ha descrito anteriormente, es probable que se formen porciones cóncavas y convexas sobre la superficie de la porción degradada.

Después de que el Fe metálico y la escoria Sg se descarguen mediante el dispositivo de descarga 6, la porción degradada 9a del núcleo renovable se renueva por alimentación del material de núcleo sobre la porción degradada 9a del núcleo renovable desde el medio de alimentación de material de núcleo 5. En este caso, el espesor de una capa del núcleo renovable proporcionada sobre la porción degradada del núcleo renovable no está particularmente limitado, la cantidad alimentada del material de núcleo puede cambiarse opcionalmente de acuerdo con el grado de degradación del núcleo y, por ejemplo, un material de núcleo Hm puede alimentarse de manera que tiene un espesor de 2 mm o mayor. Además, por ejemplo, dependiendo del grado de degradación, el material de núcleo Hm puede alimentarse solo a la porción cóncava 16a desde el medio de alimentación de material de núcleo 15. Sin embargo, en el caso descrito anteriormente, se requiere un control preciso y, además, es difícil suavizar idealmente la porción cóncava solo alimentado el material de núcleo Hm.

Además, incluso cuando el material de núcleo Hm se alimenta (de forma continua o intermitente) sobre la superficie del núcleo renovable desde el medio de alimentación de material de núcleo 15, las porciones cóncavas y convexa (porción cóncava 16b, porción convexa 17b) aún permanecen sobre la superficie recién formada del núcleo renovable.

Por consiguiente, en la presente invención, después de que el núcleo renovable se haya recién formado, antes de alimentar los aglomerados en bruto, la nivelación de la superficie del núcleo renovable formada de esta manera se realiza en el medio de nivelación de núcleo renovable 12 (16c, 17c).

El funcionamiento particular del medio de nivelación de núcleo renovable 12 se describirá con referencia a la Figura 9. El número de referencia 20 en las Figuras 9a y 9b indica la misma porción, (A) es una vista que muestra el estado anterior a la operación de nivelación y (B) es una vista que muestra el estado después de la operación de nivelación.

El medio de nivelación de núcleo renovable 12 no está particularmente limitado siempre y cuando tenga una función de nivelación para nivelar la superficie del núcleo renovable, y por ejemplo, puede usarse una serie de placas dispuestas en una dirección de cruce, o puede usarse también el mismo dispositivo que el dispositivo de descarga 6. La estructura particular se describe, por ejemplo, en el documento USP 6.251.161. En el caso de la presente invención, el dispositivo de descarga descrito en el documento USP 6.251.161 se usa como el medio de nivelación de núcleo renovable 12. Este dispositivo mueve el material de núcleo alimentado en la dirección que cruza con la dirección de movimiento del núcleo renovable de manera que llena las porciones cóncavas en el mismo.

Una porción cóncava y una convexa mostradas en la Figura 9a son las porciones cóncava y convexa 16b, 17b que quedan sobre la superficie del núcleo renovable recién formado. Cuando la porción de borde delantero de la paleta del medio de nivelación de núcleo renovable 12 se dispone a una profundidad opcional en el material de núcleo Hm, el material de núcleo presente en el lado superior de la porción del borde delantero de la paleta se bloquea en la porción del borde delantero 12b de la paleta y se monta como un material de núcleo excesivo Hm en las proximidades del medio de nivelación de núcleo renovable 12 y, de esta manera, cuando se mueve en las proximidades del borde delantero 12b de la paleta, la porción cóncava 16b se llena con el material de núcleo excesivo Hm 16c. Por otro lado, puesto que la porción convexa 17b se comprime por debajo de la porción de borde delantero de la paleta 17b, la superficie del núcleo renovable puede suavizarse mediante el medio de nivelación de núcleo renovable 12b. En este caso, puesto que la superficie recién formada del núcleo renovable está compuesta por un material de núcleo granular, cuando solo se nivela la superficie del mismo, la porción de borde delantero de la paleta del medio de nivelación de núcleo 12 puede fabricarse de un material flexible, la anchura 12a de la porción de borde delantero de la paleta puede reducirse o la profundidad del mismo puede ajustarse para que sea menos profunda. Además, para compactar el material de núcleo granular sobre la superficie del núcleo renovable, la porción de borde delantero de la paleta del medio de nivelación de núcleo renovable 12 puede tener un ángulo de inclinación de 90° o mayor en el lado de entrada, la anchura 12a del borde delantero de la paleta puede aumentarse o la posición de la misma en la dirección vertical puede ajustarse para que sea más profunda. Cuando el dispositivo de descarga descrito en el documento USP 6.251.161 se usa como el medio de nivelación de núcleo renovable 12, es

preferible puesto que el núcleo renovable puede compactarse mientras se nivela.

5 En el caso de que la superficie del núcleo renovable no se compacte, cuando los aglomerados en bruto G se alimentan sobre el núcleo renovable, el núcleo renovable puede compactarse mediante el peso de los aglomerados en bruto para formar rebajes en algunos casos, de manera que la suavidad de la superficie del núcleo renovable puede perderse. Por consiguiente, el núcleo renovable se compacta preferentemente por el medio de nivelación de núcleo renovable 12 como se ha descrito anteriormente.

Además, cuando se ajusta el hueco entre la porción de borde delantero del medio de nivelación de núcleo renovable 12 y el núcleo renovable recién formado, el espesor de núcleo renovable puede controlarse.

10 En el caso de la estructura mostrada en la Figura 6, puesto que la porción de borde delantero de la paleta del dispositivo de descarga 6 está localizada ligeramente por encima de la porción degradada 9a del núcleo renovable, cuando el material de núcleo recién se alimenta, se forma una nueva capa del núcleo renovable sobre la porción degradada del núcleo renovable, restableciendo de esta manera las funciones del núcleo renovable. Como se ha descrito anteriormente, cuando el funcionamiento continúa mientras el material de núcleo se alimenta sobre la superficie de la porción degradada del núcleo renovable, puesto que el espesor del propio núcleo renovable aumenta, de acuerdo con el espesor de mismo, el dispositivo de descarga 6, el medio de nivelación del núcleo renovable 12 o similares pueden elevarse de manera que se ajusta la posición de cada porción del borde delantero. Además, cuando el espesor del núcleo renovable alcanza una altura predeterminada o cuando pasa un tiempo predeterminado, parte o la totalidad del núcleo renovable puede retirarse, bajando el dispositivo de descarga 6 como se muestra en las Figuras 7 y 8.

20 Un ejemplo en el que el hierro metálico se produce continuamente mientras se retira parte de la porción degradada del núcleo renovable se describirá con referencia a la Figura 7.

25 En el ejemplo mostrado en la figura, antes de la alimentación de los aglomerados en bruto, un núcleo renovable que tiene una estructura laminada, que puede renovarse, se forma formando un lecho del material de núcleo laminar en el núcleo móvil 1 como se ha descrito anteriormente, parte del núcleo renovable que se degrada durante el funcionamiento se retira, el material de núcleo se alimenta de nuevo para formar de nuevo un núcleo renovable y la superficie del núcleo renovable recién formado se nivela. Posteriormente, los aglomerados en bruto se alimentan, produciendo de esta manera hierro metálico. Por consiguiente, la porción de borde delantero de la paleta del dispositivo de descarga 6 se ajusta en una posición opcional de la porción degradada del núcleo renovable, de manera que la parte de la porción degradada del núcleo renovable (lado superior de la porción de borde delantero de la paleta del dispositivo de descarga) se descarga junto con el hierro metálico Fe (15). Además, junto con la descarga descrita anteriormente, la escoria 17, el hierro metálico (no mostrado) y similares presentes en el lado superior de la porción de borde delantero de la paleta se descargan junto con la porción degradada del núcleo renovable.

35 En el caso descrito anteriormente, como es el caso descrito anteriormente mostrado en la Figura 6, aunque la porción convexa 17a y la porción cóncava 16a se forman sobre la porción degradada del núcleo renovable, la superficie del núcleo recién formado puede nivelarse mediante el medio de nivelación de núcleo renovable 12 (el funcionamiento particular del medio de nivelación de núcleo renovable 12 es equivalente al mostrado en las Figuras 6 y 9).

Se describirá un ejemplo con referencia a la Figura 8, en el que el hierro metálico se produce continuamente mientras se retira toda la porción degradada del núcleo renovable.

40 En el ejemplo mostrado en la figura, antes de alimentar los aglomerados en bruto, un núcleo renovable que tiene una estructura laminada, que puede renovarse, se forma formando un lecho de material de núcleo granular sobre el núcleo móvil 1, como se ha descrito anteriormente, la totalidad del núcleo renovable que se degrada durante el funcionamiento se retira, un nuevo material de núcleo se alimenta después para formar de nuevo un núcleo renovable y la superficie del núcleo recién formado se nivela. Posteriormente, los aglomerados en bruto se alimentan, produciendo de esta manera hierro metálico. Por consiguiente, la porción de borde delantero de la paleta del dispositivo de descarga 6 se ajusta en una posición opcional bajo la porción degradada del núcleo renovable, y la porción degradada del núcleo renovable se descarga junto con el hierro metálico Fe 15. Además, junto con la descarga descrita anteriormente, la escoria 17, el hierro metálico (no mostrado) y similares presentes en la porción degradada del núcleo renovable se descargan simultáneamente.

50 En este caso, puesto que se expone una nueva superficie del núcleo renovable que no se degrada, las funciones del núcleo renovable se restablecen y, de esta manera, una producción estable de hierro metálico puede continuarse.

55 Puesto que el grado de infiltración de escoria fundida en el núcleo renovable varía, como en el caso mostrado en la Figura 6, en la superficie recién expuesta del núcleo renovable descrito anteriormente, la porción convexa 17a y la porción cóncava 16a pueden formarse en la porción degradada del núcleo renovable en algunos casos dependiendo de la posición de la paleta del dispositivo de descarga; sin embargo, en el caso descrito anteriormente, la superficie recién formada del núcleo renovable puede nivelarse mediante el medio de nivelación de núcleo renovable 12 (el funcionamiento particular del medio de nivelación de núcleo renovable 12 es equivalente al mostrado en las Figuras 6 y 9). Además, cuando la paleta del dispositivo de descarga está dispuesta en una posición más profunda, puede

que las porciones cóncavas y convexas provocadas por el hierro metálico Fe (16) y la escoria Sg (17) no se formen en algunos casos sobre la superficie recién expuesta del núcleo renovable. Sin embargo, puesto que el interior del horno se mantiene a una alta temperatura, cuando el material de núcleo Hm se alimenta sobre el núcleo, soplando hacia arriba gases en el horno o similares, el material de núcleo puede que no se alimente uniformemente sobre el núcleo y, de esta manera, pueden formarse porciones cóncavas y convexas en la superficie recién formada del núcleo renovable en algunos casos. Por consiguiente, en el caso descrito anteriormente, la superficie recién formada del núcleo renovable se nivela preferentemente por el medio de nivelación de núcleo 12 como se ha descrito anteriormente.

Además, dependiendo de la cantidad de porción degradada retirada y la cantidad alimentada del material de núcleo Hm, puesto que el espesor del núcleo renovable puede disminuirse en algunos casos, cuando el espesor del núcleo renovable alcanza un valor predeterminado, la cantidad alimentada del material de núcleo puede aumentarse para tener un espesor dado.

La estructura particular del dispositivo de descarga 6 de la presente invención no está limitada específicamente, y puede usarse el medio de retirada opcional (no mostrado). Por ejemplo, puede usarse uno de tipo raspador o tipo tornillo.

Adicionalmente, un método para mover el dispositivo de descarga 6, un medio de nivelación de núcleo renovable 12, un medio de nivelación de materia prima 8 o similares en la dirección vertical no están limitados específicamente, y un gato, un cilindro hidráulico o de aire o similares pueden usarse para el control.

En la presente invención, de acuerdo con el grado particular de degradación del núcleo renovable o las condiciones de operación, puede retirarse la porción degradada 9a del núcleo renovable. Por ejemplo, las estructuras formadas en las figuras 6 a 9 descritas anteriormente pueden combinarse opcionalmente entre sí para realizar la operación. Además, por ejemplo, sin retirar la porción degradada 9a del núcleo renovable como se muestra en la Figura 6, la operación continúa mientras el material de núcleo se alimenta sobre el mismo, y cuando el núcleo renovable alcanza una altura predeterminada o cuando pasa un tiempo predeterminado, parte o la totalidad del núcleo renovable puede retirarse mediante el dispositivo de descarga 6 como se muestra en las Figuras 7 y 8.

Además, cuando la operación se realiza continuamente mientras el núcleo renovable es retirado secuencialmente por el dispositivo de descarga 6 (Figuras 7 y 8), la altura del núcleo renovable puede reducirse en algunos casos; sin embargo, en el caso descrito anteriormente, cuando la altura del núcleo renovable se reduce a una posición predeterminada, la cantidad de alimentación del material de núcleo puede aumentarse de manera que la altura del núcleo renovable tenga de nuevo el valor establecido inicial. Además, cuando la porción degradada del núcleo renovable se retira, el material de núcleo puede formarse de nuevo de manera que el espesor del núcleo renovable tiene de nuevo un valor predeterminado.

Por supuesto, la porción de borde delantero de la paleta del dispositivo de descarga 6 puede ajustarse en las proximidades del núcleo móvil 1, de manera que retira casi toda la cantidad de núcleo renovable cada vez, pudiendo alimentarse el material de núcleo desde el medio de alimentación de material de núcleo 5 para formar el núcleo renovable y los aglomerados en bruto pueden alimentarse después de que la superficie del núcleo renovable se nivele (preferentemente se compacta en esta etapa) por el medio de nivelación de núcleo renovable 12; sin embargo, en el caso descrito anteriormente, puesto que el consumo del material de núcleo aumenta, el coste de la operación aumenta.

Por supuesto, siempre y cuando los objetos descritos anteriormente puedan conseguirse nivelando el núcleo renovable, puede usarse cualquier método además de los descritos anteriormente a modo de ejemplo.

Como el material de núcleo, puede usarse un material carbonoso en polvo, y como el material carbonoso, por ejemplo, puede mencionarse carbón (carbón duro, carbón bituminoso, carbón sub-bituminoso, lignito o similares), carbón reformado, petrocoque o polvo de coque.

Además, como se ha descrito anteriormente, puesto que el núcleo renovable se expone a una alta temperatura en el horno y se infiltra y corroe por la escoria fundida, un material de alto punto de fusión que tiene resistencia a corrosión contra la escoria fundida puede usarse como el material de núcleo. Como el material de núcleo descrito anteriormente, un óxido que contiene alúmina o magnesia o un material que contiene carburo de silicio puede mencionarse a modo de ejemplo; sin embargo, puede usarse también otro material que tenga propiedades similares a aquellas descritas anteriormente. En la presente invención, los materiales de núcleo como se ha descrito anteriormente pueden usarse solos o en combinación. Cuando el núcleo renovable está formado de un material de núcleo que contiene un material de alto punto de fusión que tiene resistencia a corrosión superior como se ha descrito anteriormente, la degradación del núcleo renovable provocada por corrosión por la escoria fundida puede ralentizarse, el consumo del material de núcleo puede reducirse y, como resultado, la velocidad de funcionamiento de la instalación puede aumentar.

Adicionalmente, cuando el material de núcleo es un material de núcleo que contiene un material de alto punto de fusión que tiene resistencia a corrosión y un material carbonoso, el material carbonoso se consume por combustión durante la carburación y fusión y, además, el núcleo renovable se sinteriza para formar la estructura porosa que tiene una resistencia apropiada. Cuando se forma la estructura porosa descrita anteriormente, puesto que la degradación y expansión del núcleo renovable puede suprimirse, puede evitarse la formación de rebajes relativamente grandes formados por retirada de la porción degradada y expandida. Además, cuando el núcleo renovable tiene una estructura porosa, es preferible puesto que la descarga del núcleo renovable puede realizarse fácilmente por el dispositivo de descarga 6, y el daño a la porción de borde delantero de la paleta del dispositivo de descarga 6 puede reducirse. En particular, es más preferible cuando se usa carbón como el material carbonoso. La razón para esto es que, puesto que la ceniza en el carbón sirve eficazmente como un aglutinante para unir las partículas del material de núcleo (material de alto punto de fusión) entre sí, el núcleo renovable resulta tener una resistencia apropiada cuando se alimentan los aglomerados en bruto, o el producto de hierro metálico y la escoria Sg se descargan. Además, cuando se espera principalmente el efecto aglutinante de la ceniza contenida en el carbón, sin limitarse a la proporción de composición del material carbonoso descrito a continuación, puede seleccionarse una proporción de composición que tiene un efecto aglutinante deseado.

Cuando el material de alto punto de fusión y el material carbonoso se mezclan juntos, la proporción de composición del material de alto punto de fusión al material carbonoso no está limitada específicamente; sin embargo, cuando la cantidad de material carbonoso es pequeña, puesto que el núcleo renovable no puede formarse satisfactoriamente como para tener poros en su interior, el efecto de suprimir la degradación y expansión provocada por infiltración de la escoria fundida y la facilidad de retirada de la porción degradada 9a del núcleo renovable disminuye. Por otro lado, cuando la cantidad de material carbonoso es excesiva, puesto que no puede obtenerse una resistencia predeterminada del núcleo renovable, pueden formarse rebajes en el mismo por el peso de los aglomerados en bruto G o es probable que ocurra la infiltración de la escoria fundida. Además, puesto que el material carbonoso se consume por combustión en el horno, el material de núcleo debe alimentarse continuamente y, como resultado, no es preferible puesto que el coste aumenta. Se recomienda que la proporción del material de alto punto de fusión a material carbonoso esté preferentemente en el intervalo de 20 a 80 y de 80 a 20 y, más preferentemente de 70 a 30 a 30 a 70.

Además, en la presente invención, para reducir la cantidad de azufre en el hierro metálico Fe (15), un material tal como piedra caliza o dolomita, que se va a usar como una fuente de CaO o MgO, puede mezclarse con el material de núcleo o puede suministrarse sobre las superficies de los aglomerados bruto G.

Además, en la presente invención, el material de núcleo puede contener un promotor de sinterizado. Cuando el promotor de sinterizado se mezcla en el material de núcleo, es preferible puesto que puede obtenerse el efecto aglutinante descrito anteriormente de las partículas de aglutinante del material de alto punto de fusión entre sí. Como el promotor de sinterizado, un compuesto de sílice tal como caolín puede mencionarse a modo de ejemplo: sin embargo, siempre y cuando tenga el efecto como un aglutinante, puede usarse también otro material.

La proporción de composición del promotor de sinterizado no está limitada específicamente siempre y cuando tenga el efecto aglutinante en el contenido general del mismo sea de aproximadamente el 3 al 15%. Puesto que el compuesto de sílice mencionado anteriormente como el promotor de sinterizado a modo de ejemplo tiene una resistencia a corrosión contra la escoria fundida, una gran cantidad del compuesto de sílice no se mezcla preferentemente en el material de núcleo.

Los diámetros de partícula del material de alto punto de fusión, material carbonoso y promotor del sinterizado, que están contenidos en el material de núcleo, no están específicamente limitados; sin embargo, para suprimir la infiltración de la escoria fundida y mantener la relación bien equilibrada entre la resistencia, que puede soportar las operaciones de la alimentación de los aglomerados en bruto, y la descarga del producto de hierro metálico y escoria, y la facilidad de retirada de la porción degradada del núcleo renovable, se recomienda que el diámetro de partícula medio sea preferentemente de 4 mm o menor y, más preferentemente, 2 mm o menor.

Como se muestra en las Figuras 6 a 9, antes de alimentar los aglomerados en bruto, un agente de ajuste de atmósfera 10 que contiene un material carbonoso en polvo se forma un lecho sobre el núcleo renovable 9 de manera que forma una estructura laminada y los aglomerados en bruto pueden alimentarse después sobre el mismo. Alimentando el agente de ajuste de atmósfera 10 desde el medio de alimentación de agente de ajuste de atmósfera 7, mientras la degradación de la atmósfera reductora en las proximidades de los aglomerados en bruto G, que está provocada por una combustión en el quemador oxidante de gas que contiene CO₂ o H₂O se suprime, la reducción, carburación y fusión de los aglomerados en bruto G puede realizarse eficazmente y, además, puesto que la cantidad de FeO que queda en la escoria fundida se reduce, la infiltración en el núcleo renovable y la corrosión del mismo puede suprimirse. Adicionalmente, puesto que se quema en el horno después de que la atmósfera reductora en las proximidades de los aglomerados en bruto G se potencie, el agente de ajuste de atmósfera sirve también como un combustible y, de esta manera, el consumo de combustible en el quemador, tal como gas natural, puede reducirse. Además, aparte de la supresión de la infiltración de la escoria fundida en el núcleo renovable, el agente de ajuste de atmósfera permite que el hierro metálico Fe y la escoria Sg se separen fácilmente del núcleo renovable y, de esta manera, la descarga del mismo fuera del horno puede realizarse de forma más suave.

Como el agente de ajuste de atmósfera descrito anteriormente, por ejemplo, puede mencionarse carbón en polvo (carbón duro, carbón bituminoso, carbón sub-bituminoso, lignito o similares), carbón reformado en polvo, petrocoque en polvo o polvo de coque. El espesor del agente de ajuste de atmósfera no está limitado específicamente; sin embargo, para obtener eficazmente el efecto de mejorar la atmósfera reductora en las proximidades de los aglomerados en bruto o el efecto de suavizar la descarga del hierro metálico y escoria, un espesor significativamente pequeño puede funcionar bien y, en general, el objeto puede conseguirse satisfactoriamente incluso cuando el espesor es de aproximadamente 1 a 10 mm. Además, ya que se consume en el horno por combustión, es preferible que el agente de ajuste de atmósfera se alimente continuamente.

El diámetro de partícula medio del agente de ajuste de atmósfera no está limitado específicamente; sin embargo, se recomienda que el diámetro de partícula medio sea preferentemente de 5 mm o menor y, más preferentemente, 2 mm o menor.

Además, en la presente invención, para reducir la cantidad de azufre en el hierro metálico Fe (15) un material tal como piedra caliza o dolomita, que tiene que usarse como fuente de CaO o fuente de MgO, puede mezclarse con el agente de ajuste de atmósfera.

Además, cuando el material de núcleo en una cantidad apropiada se mezcla en el agente de ajuste de atmósfera, puesto que puede obtenerse el efecto de restablecer las funciones de la porción degradada del núcleo renovable, esta mezcla se recomienda como un método sencillo. El material de núcleo mezclado en el agente de ajuste de atmósfera se mueve al dispositivo de descarga 6 mediante la rotación del núcleo, y se comprime en la capa superficial del núcleo renovable mediante el dispositivo de descarga, restableciendo de esta manera las funciones del núcleo renovable. En general, la proporción de composición del material de núcleo al agente de ajuste de atmósfera preferentemente es del 30 al 70%. Cuando la proporción de composición del material de núcleo es demasiado pequeña, el efecto de restablecer la porción degradada del núcleo renovable disminuye, y cuando la proporción de composición del material de núcleo es demasiado grande, el efecto para ajustar la atmósfera disminuye. La mezcla del material de núcleo en el agente de ajuste de atmósfera no siempre es necesaria, y puede realizarse solo cuando las funciones de la porción degradada del núcleo renovable se restablecen. Adicionalmente, de acuerdo con el método descrito anteriormente, el material de núcleo y el agente de ajuste de atmósfera pueden alimentarse mediante un dispositivo de alimentación común y, de esta manera, es preferible puesto que el coste de la instalación y el espacio de la instalación pueden reducirse.

Antes de alimentar los aglomerados en bruto, el agente de ajuste de atmósfera que contiene un material carbonoso en polvo puede alimentarse sobre el núcleo renovable 9 mediante un medio de alimentación del agente de ajuste de atmósfera. La posición de alimentación no está limitada específicamente y el agente de ajuste de atmósfera puede alimentarse simultáneamente con los aglomerados en bruto o antes de alimentar los mismos desde una posición diferente a aquella en la que se alimentan los aglomerados en bruto. Puesto que el borde inferior de la paleta del dispositivo de descarga 6 siempre está en contacto con la superficie del núcleo renovable formado del material de núcleo que contiene un material de alto punto de fusión, tal como alúmina o magnesia, que tienen altas propiedades abrasivas, la paleta se erosiona considerablemente. Sin embargo, alimentando el agente de ajuste de atmósfera para formar una capa gruesa del mismo, puesto que parte del agente de ajuste de atmósfera permanece (película fina) en la etapa de descarga después de la reducción y fusión, cuando la porción de borde delantero de la paleta se pone en contacto con la capa de agente de ajuste de atmósfera, la vida de la paleta puede aumentarse en comparación con la obtenida en el caso en el que el núcleo renovable se retire directamente, aumentando de esta manera la velocidad de funcionamiento de la instalación. Por supuesto, cuando una película gruesa puede formarse a partir del agente de ajuste de atmósfera, la alimentación del mismo puede realizarse desde el medio de alimentación del agente de ajuste de atmósfera 7; sin embargo, dependiendo de la velocidad de movimiento del núcleo, la cantidad de agente de ajuste de atmósfera que es suficiente para obtener el efecto descrito anteriormente puede que no se alimente de una vez y, de esta manera, la alimentación del mismo se realiza preferentemente dos veces. En el caso de que la alimentación se realice por duplicado, la composición del agente de ajuste de atmósfera para la primera alimentación y para la segunda alimentación pueden ser o no diferentes entre sí. En el caso de que la alimentación se realice por duplicado, las posiciones en las que el agente de ajuste de atmósfera se alimenta no están limitadas específicamente, y el agente de ajuste de atmósfera puede alimentarse simultáneamente con los aglomerados en bruto, o antes o después de alimentar los mismos desde una posición diferente a aquella en la que se alimentan los aglomerados en bruto.

Cuando el grado de la infiltración de la escoria aumenta y la degradación del núcleo renovable transcurre, un hierro metálico sobrecocido no puede enfriarse y solidificarse en la zona de enfriamiento y, de esta manera, el propio hierro fundido alcanza el dispositivo de descarga. En este caso, se hace difícil descargar el hierro metálico sobrecocido fuera del horno mediante el dispositivo de descarga y, como resultado, la operación no puede continuar en algunos casos. En este caso, cuando el hierro fundido puede solidificarse suministrando un refrigerante sobre la superficie del núcleo renovable, el hierro fundido puede descargarse y, de esta manera, la operación puede continuar. Como los refrigerantes en la presente invención, además de líquidos y gases, puede usarse también un material de alto punto de fusión tal como alúmina o magnesia. Por ejemplo, alimentando un material de núcleo que contiene un material de alto punto de fusión, tal como alúmina o magnesia, a la porción de hierro fundido, el hierro fundido puede enfriarse y solidificarse. Además, instalando un dispositivo de pulverización de agua, tal como para suministrar agua a la porción de hierro fundido, el hierro fundido puede enfriarse y solidificarse.

5 Cuando la porción degradada del núcleo renovable se retira como se ha descrito anteriormente, dependiendo de las condiciones del núcleo renovable, la retirada no puede realizarse fácilmente en algunos casos; sin embargo, en este caso, cuando el núcleo renovable se reblandece, la retirada puede realizarse de forma suave. Un método para reblandecer el núcleo renovable no está limitado específicamente y, por ejemplo, puede mencionarse un método en el que la cantidad de combustión en el quemador aumenta para aumentar una temperatura del horno de manera que una temperatura del núcleo renovable aumenta para conseguir el reblandecimiento; o un método en el que está instalado un quemador, que se usa exclusivamente para dirigir el calentamiento del núcleo renovable de manera que la temperatura del mismo aumenta para el reblandecimiento. La temperatura del núcleo renovable en esta etapa no está limitada específicamente, y puede ajustarse opcionalmente de acuerdo con las propiedades del núcleo renovable. Sin embargo, en la porción degradada del núcleo renovable en la que transcurre la infiltración de la escoria, la temperatura preferentemente está en el intervalo de 1300 a 1550 y, más preferentemente, en el intervalo e 1450 a 1550 °C.

15 Como otro método, el reblandecimiento puede realizarse suministrando al núcleo renovable un aditivo que tiene un efecto de disminuir el punto de fusión del núcleo renovable. Como el aditivo descrito anteriormente, por ejemplo, puede mencionarse óxido de calcio, óxido de sodio, carbonato de sodio o fluoruro de calcio.

20 Entre el núcleo móvil y el núcleo renovable, o entre el núcleo renovable y el núcleo renovable proporcionado sobre el mismo, se introduce un material de carbono, tal como un material carbonoso en polvo, para formar una capa carbonosa laminada, y la retirada puede realizarse reduciendo la porción de borde delantero de la paleta del dispositivo de descarga a una posición opcional de la capa carbonosa. Puesto que la capa carbonosa mantiene las propiedades del polvo, el núcleo renovable proporcionado sobre la capa descrita anteriormente puede retirarse fácilmente de la misma.

De acuerdo con la presente invención descrita anteriormente, la velocidad de funcionamiento del núcleo puede aumentarse significativamente y, de esta manera, puede conseguirse una producción larga y estable de hierro metálico.

25 De acuerdo con las descripciones anteriores, los aglomerados en bruto en forma de gránulos se describen como la mezcla de materia primas; sin embargo, cuando se usa polvo como la mezcla de materias primas, pueden obtenerse también las ventajas de la presente invención descritas anteriormente.

30 Posteriormente en este documento, la presente invención se describirá en detalle con referencia a un ejemplo; sin embargo, la presente invención no se limita al ejemplo descrito a continuación, y debe entenderse que cualquier modificación realizada sin alejarse de los fines descritos anteriormente y a continuación se incluye en el alcance técnico de la presente invención.

Ejemplo

Ejemplo 1

35 El hierro metálico se produce alimentando aglomerados (de un diámetro de aproximadamente 16 mm) que contienen mena de hierro y carbón en un horno de reducción-fusión de núcleo móvil mostrado en la Figura 1. Después de que la reducción se realice controlando la temperatura de la atmósfera del horno a aproximadamente 1350 °C hasta que la velocidad de metalizado alcanza aproximadamente un 90% o mayor, y la fusión se realiza después en una zona de fusión (una temperatura atmosférica de 1450 °C), el hierro metálico producido de esta manera y la escoria subproducto se enfrían a aproximadamente 1000 °C para su solidificación, y después se descargan fuera del horno mediante el dispositivo de descarga (aproximadamente 12 minutos desde la alimentación de las materias primas a la descarga de las mismas). El hierro metálico granular (un diámetro de aproximadamente 10 mm) obtenido de esta manera tiene una alta calidad de hierro (un componente de hierro de aproximadamente el 97%, un componente de carbono de aproximadamente el 3%).

45 Después de que el material de núcleo forme un lecho sobre el núcleo usando el medio de alimentación de material de núcleo 5 para formar un núcleo renovable laminado que tenga un espesor de 15 mm antes de la alimentación de los aglomerados, el núcleo renovable se compacta mientras se inhibe en la dirección de la anchura del núcleo por el medio de nivelación de núcleo renovable 12, de manera que la altura de la superficie del núcleo renovable se hace uniforme. Posteriormente, después de que un agente de ajuste de atmósfera (material: carbono) forme un lecho sobre el núcleo renovable, la operación se realiza alimentando los aglomerados sobre la capa formada del agente de ajuste de atmósfera. Después de la reducción y fusión, el hierro metálico y similares se obtienen por enfriamiento y solidificación, y después se recupera mediante un dispositivo de descarga provisto en el lado más inferior. Además, después de 24 horas desde el inicio de la operación, una pared (porción del borde inferior) del dispositivo de descarga está dispuesta a una distancia 2 mm desde la superficie del núcleo renovable y parte de una porción degradada del núcleo renovable se descarga junto con el hierro metálico. Después de la descarga, un nuevo material de núcleo se alimenta desde el medio de alimentación de material de núcleo 5 tal como para formar, de nuevo, un núcleo renovable laminado que tenga un espesor de 3 mm, y la superficie del núcleo renovable se compacta de manera que el espesor del núcleo renovable sea de 15 mm mientras se nivela por la porción del borde delantero de la paleta del medio para nivelar el núcleo renovable 12 que está dispuesto al mismo nivel que el de la

paleta del dispositivo de descarga. Cuando la operación de renovación se realiza una vez al día, puede realizarse una operación continua y estable durante un periodo de tiempo predeterminado (por ejemplo, tres semanas desde el inicio de la operación). Durante el periodo de operación, no se forman porciones cóncavas y convexas en la superficie del núcleo renovable.

5 Ejemplo comparativo

Se produce hierro metálico de la misma manera que en el ejemplo descrito anteriormente, excepto que la superficie del núcleo renovable no se nivela mediante el medio para nivelar el núcleo renovable 12, y los estados de operación se investigan. Se forman porciones cóncavas y convexas en la superficie del núcleo renovable, siendo probable que el núcleo renovable se infiltre y corra por la escoria, la eficacia de producción de hierro metálico es menor que en el caso del ejemplo 1, la capacidad de mantenimiento también es baja y, de esta manera, la reparación del núcleo renovable debe realizarse más frecuentemente.

10

REIVINDICACIONES

1. Un método para producir hierro metálico, en el que después de que una mezcla que incluye un agente reductor carbonoso y óxido de hierro se alimenta en un núcleo móvil de un horno de reducción-fusión de núcleo móvil y después se calienta de manera que el óxido de hierro se reduce y se funde, el hierro metálico a obtener se enfría y después se descarga fuera del horno para su recuperación, comprendiendo el método: antes de la alimentación de la mezcla, formar un lecho de un material de núcleo granular sobre el núcleo móvil para formar un núcleo renovable laminado que sea renovable; retirar parte o la totalidad del núcleo renovable, que se degrada durante el funcionamiento, y después alimentar de nuevo el material de núcleo para formar de nuevo un núcleo renovable; nivelar la superficie del núcleo recién formado y, posteriormente, alimentar la mezcla para producir el hierro metálico, en el que el material de núcleo comprende un material carbonoso o un material de alto punto de fusión que tiene resistencia a corrosión contra la escoria producida, en el que el material de alto punto de fusión comprende un óxido que contiene alúmina y/o magnesia o carburo de silicio.
2. El método de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la degradación comprende la solidificación del núcleo renovable.
3. El método de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, en el que la nivelación comprende mover la alimentación de material de núcleo en la dirección que cruza con la dirección de movimiento del núcleo móvil.
4. El método de acuerdo con la reivindicación 3, en el que el hierro metálico y/o la escoria que queda después de la descarga se descarga en la dirección de movimiento concomitante con el movimiento.
5. El método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en el que el espesor del núcleo renovable está ajustado.
6. El método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en el que, después de que el núcleo renovable se nivele, el material de núcleo se alimenta adicionalmente para completar la renovación antes de la alimentación de la mezcla.
7. El método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en el que el material de núcleo comprende adicionalmente un material que se va a usar como una fuente de CaO o una fuente de MgO.
8. El método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, en el que el material de núcleo comprende adicionalmente un promotor de sinterizado.
9. El método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, en el que el enfriamiento se realiza suministrando un refrigerante o el material de núcleo.
10. El método de acuerdo con la reivindicación 1, en el que, cuando un material de alto punto de fusión se usa como el material de núcleo renovable, y cuando el núcleo renovable degradado se retira, un material carbonoso se usa en combinación con el material de alto punto de fusión para reblandecer el núcleo renovable y, después, el núcleo renovable se retira.
11. El método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10, en el que, antes de la alimentación de la mezcla, un agente de ajuste de atmósfera que contiene un material carbonoso en polvo se forma como un lecho sobre el núcleo renovable, que se ha renovado, de manera que forma una estructura laminada y, posteriormente, la mezcla se alimenta.
12. El método de acuerdo con la reivindicación 11, en el que el agente de ajuste de atmósfera comprende un material que se va a usar como una fuente de CaO o una fuente de MgO.
13. El método de acuerdo con la reivindicación 11, en el que el material de núcleo se mezcla en el agente de ajuste de atmósfera.
14. El método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 11 a 13, en el que el agente de ajuste de atmósfera se alimenta dos o más veces.
15. El método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 14, en el que una capa que contiene un material carbonoso en polvo está presente entre el núcleo móvil y el núcleo renovable, o en cada una de una pluralidad de capas formadas de los núcleos renovables.
16. El método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 15, en el que el material de núcleo se compacta cuando la superficie del núcleo se nivela.

FIG. 1

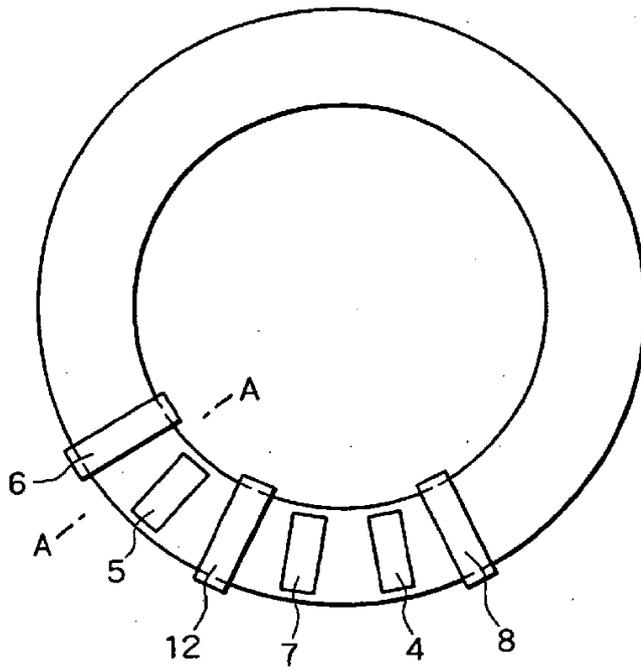


FIG. 2

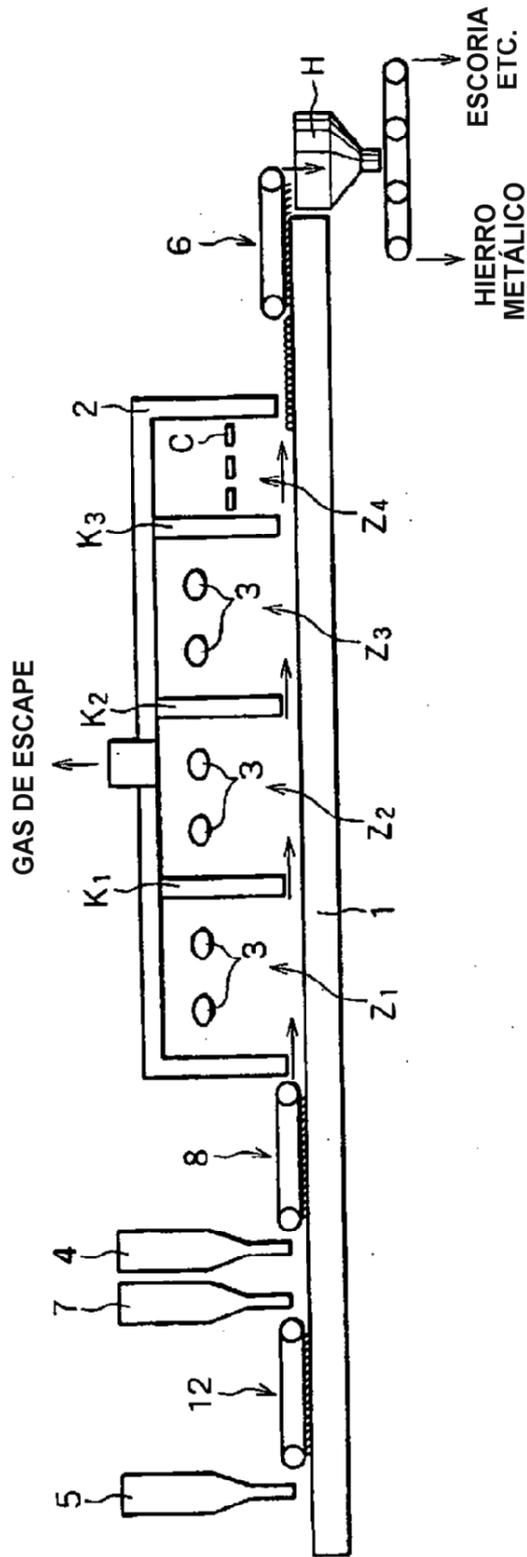


FIG. 3

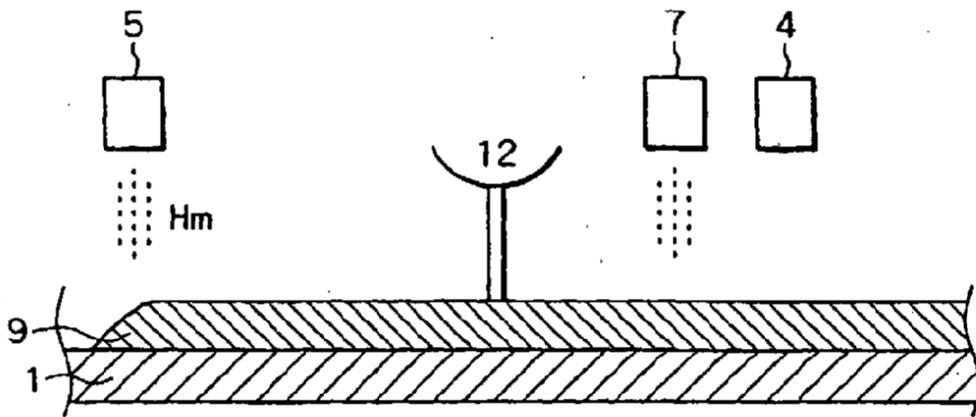


FIG. 4

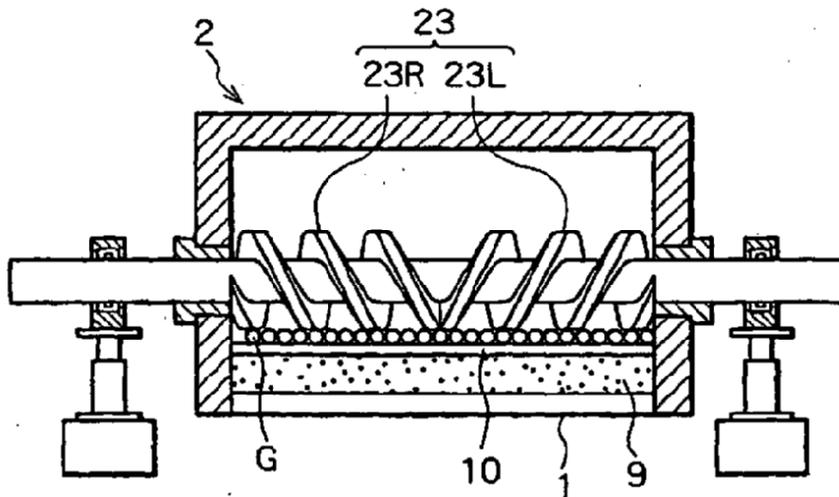


FIG. 5

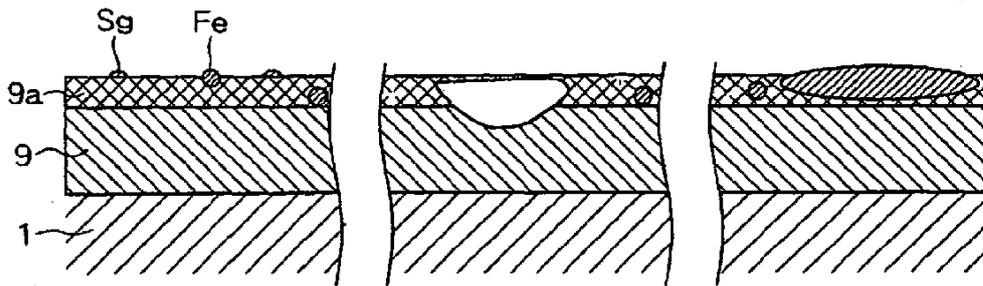


FIG. 6

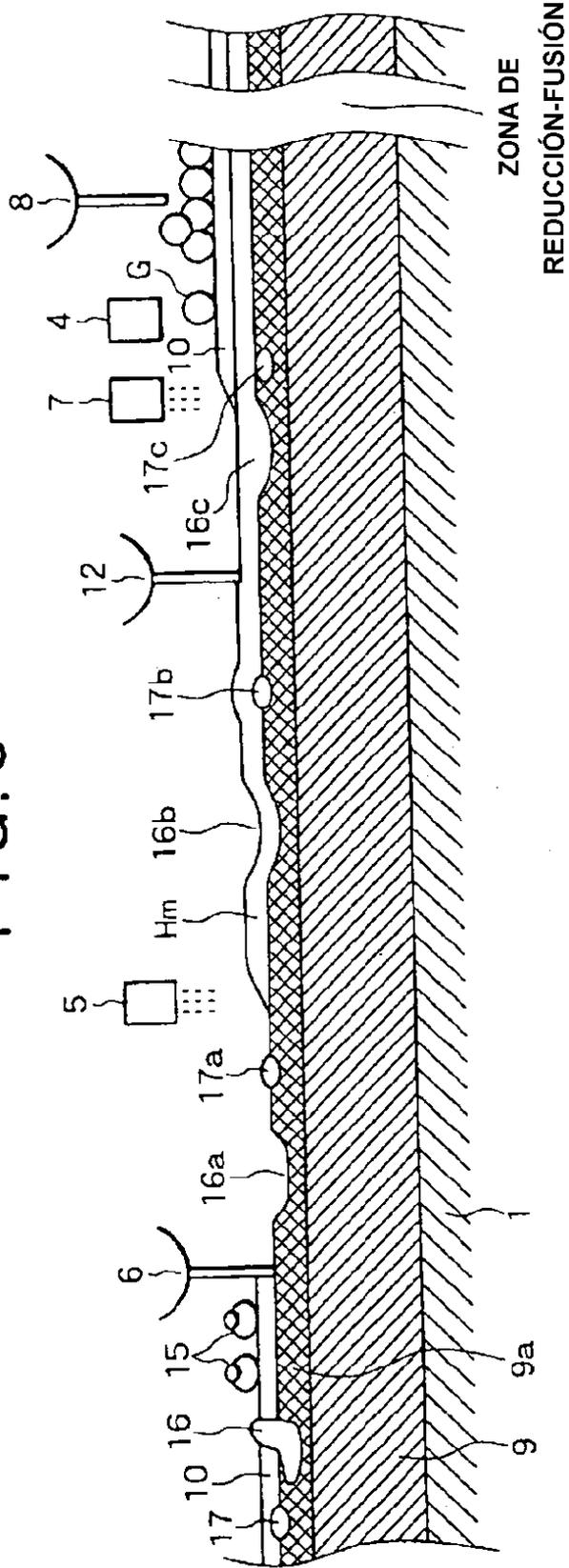


FIG. 8

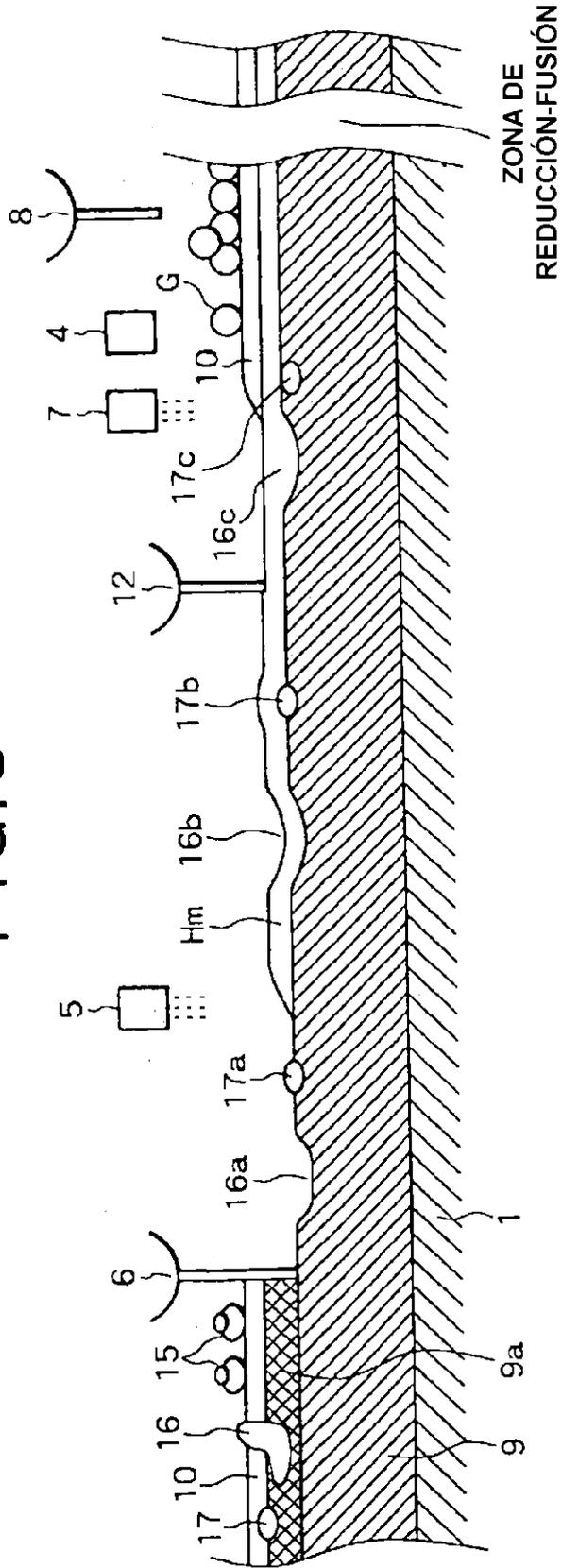


FIG. 9B

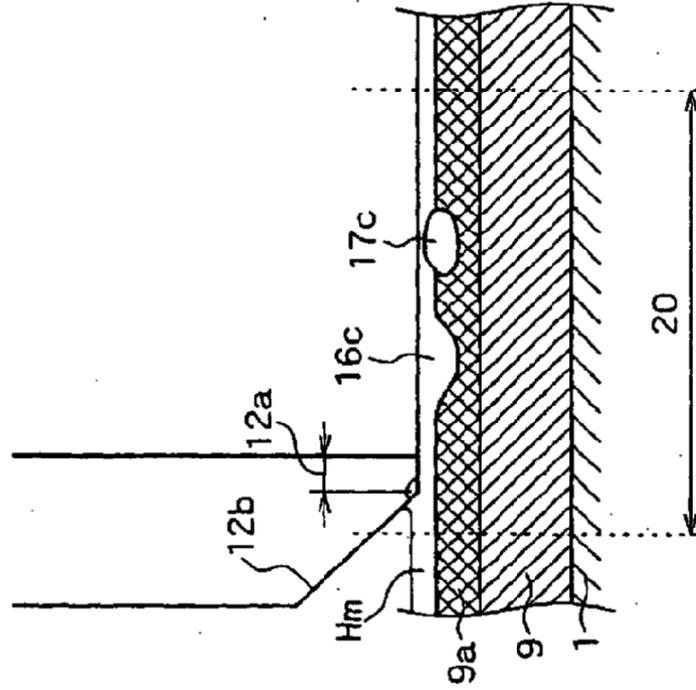


FIG. 9A

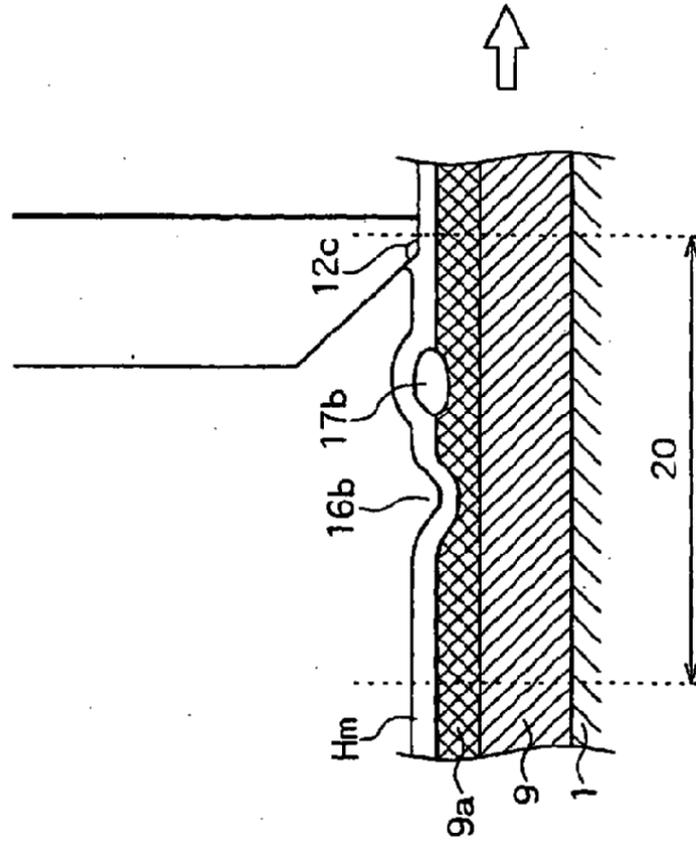


FIG.10

