

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 741 891**

51 Int. Cl.:

C21B 13/00 (2006.01)

C21B 13/14 (2006.01)

F27B 3/06 (2006.01)

F27B 3/19 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **05.01.2012 PCT/US2012/020287**

87 Fecha y número de publicación internacional: **02.08.2012 WO12102843**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **05.01.2012 E 12738990 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **26.06.2019 EP 2668301**

54 Título: **Método y aparato para fabricar hierro líquido y acero**

30 Prioridad:

28.01.2011 US 931277

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

12.02.2020

73 Titular/es:

**ENERGY INDEPENDENCE OF AMERICA CORP.
(100.0%)**

**500 Lehman Avenue
Bowling Green, OH 43402, US**

72 Inventor/es:

**CALDERON, ALBERT;
LAUBIS, TERRY, JAMES y
MCCARTHY, RICHARD, OWEN**

74 Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 2 741 891 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 y aparato para fabricar hierro líquido y acero

5 Introducción

La presente invención se refiere a la fabricación de hierro y acero y es una mejora de la patente del solicitante n.º 6.409.790 B1, emitida el 25 de junio de 2.002, en lo sucesivo referida como la "patente de referencia".

10 Esta patente de referencia desvela un método y un aparato para la práctica de la metalurgia con base carbónica, y en el caso específico de la producción de hierro líquido, dos etapas diferentes se ven involucradas. La primera etapa comprende la formación de un producto de hierro/carbono en un reactor tubular horizontal en el que un gas que contiene oxígeno se inyecta desde una lanceta horizontal insertada desde el extremo de descarga del reactor horizontal, mientras que el producto de hierro/carbono caliente (intermedio) formado se descarga en un reactor vertical.
15 La segunda etapa comprende la fusión del producto de hierro/carbono en el reactor vertical, denominado "horno de fusión/homogeneizador", por medio de la inyección de un gas que contiene oxígeno utilizando una lanceta vertical para convertir el producto de hierro/carbono en el hierro líquido que es alimentado a un reservorio de contención.

20 Específicamente, la presente invención se refiere a mejoras introducidas en la patente de referencia que se refiere a la fabricación de hierro líquido comparable al hierro líquido producido en un alto horno, que se conoce comúnmente en la industria del acero como "Arrabio Líquido".

Antecedentes

25 La industria del acero en de marzo de 1998 difundió una publicación titulada "Hoja de Ruta de la Tecnología de la Industria del Acero", y en la página 11, se indica lo siguiente: El objetivo último en el área de fundición de hierro es desarrollar un proceso basado en el carbón que produzca líquido hierro directamente del carbón y finos o concentrado de minerales. El hierro líquido se prefiere sobre el hierro sólido porque no hay ganga y conserva su calor sensible. El carbón es obviamente preferido sobre el coque o gas natural debido a su abundancia y menor coste. Si es posible, el
30 uso de finos o concentrado eliminará los costes de aglomeración. Estos nuevos procesos deben tener una alta intensidad o productividad de fundición. La alta productividad y la eliminación de fabricación de coque y aglomeración reducirán significativamente los costes de capital.

En esencia, el objetivo final de la Hoja de Ruta fue, y sigue siendo, sustituir varias plantas, con una planta única eficaz. El solicitante ha concebido la materia desvelada en la patente de referencia como una solución para el objetivo final
35 de producir hierro líquido directamente en el que se usan carbón y finos o concentrado de minerales; una solicitud de patente fue presentada, y se emitió la patente de referencia.

Para poner en práctica el concepto, un piloto se construyó y se iniciaron las pruebas. Una multitud de problemas fueron descubiertos. Los problemas más graves consistieron en lo siguiente:

40 N.º 1. Explosiones esporádicas causadas por el vapor súper-calentado generado a partir de fugas de agua de la masa fundida del tubo exterior de acero inoxidable (vaina) en la punta de cobre de la lanceta de inyección de oxígeno refrigerada por agua, que ponían en peligro al personal de operación, uno de quienes experimentó graves quemaduras, requiriendo hospitalización. Para evitar la fusión de la vaina de acero, se tomaron medidas para
45 aumentar el tamaño de la punta de cobre. Por desgracia, la acumulación excesiva en la punta de la lanceta se produjo, lo que resultó en la destrucción del patrón de flujo del oxígeno.

N.º 2. El flujo uniforme del gas que contiene oxígeno desde la punta de la lanceta es más crítico con el fin de producir un producto uniforme, un producto intermedio de hierro/carbono de algún 50 % de metalización con
50 aproximadamente 6 % de carbono es adecuado para la conversión en carbono-hierro líquido saturado de especificación de alto horno. Los problemas causados por la acumulación en la punta de la lanceta incluyeron una fusión prematura, sobre-oxidación, demasiado baja en metalización, y material de alimentación completamente sin reducir.

N.º 3. Pérdida excesiva de calor producido dentro del reactor horizontal, especialmente hacia su extremo de
55 descarga, causada por el efecto de enfriamiento de la lanceta refrigerada por agua.

N.º 4. La acumulación en el extremo de descarga del reactor horizontal en sí persistió, lo que resultó en una
obstrucción física que impedía el avance de los contenidos del reactor horizontal por medio del ariete de empuje del cargador, forzando así paradas no programadas.

N.º 5. La acumulación aguas abajo del reactor de metalización horizontal y aguas arriba del almacenamiento se
60 experimentó también en la sección vertical donde se encuentra el homogeneizador/caldera de fusión, causando paradas que implicaban equipo móvil para proporcionar acceso para empujar el material caliente, acumulado con una barra de desintegrar la acumulación.

N.º 6. El productos intermedio de hierro/carbono que se alimentó al horno de fusión, siendo más ligero que el hierro
65 líquido, flotaría en la parte superior del baño fundido y residiría allí, en lugar de entrar en la solución con el metal en el baño fundido, tal flotación del producto intermedio evitando la conversión rápida y completa del producto intermedio en el hierro líquido.

5 Al abordar los problemas N.º 1, N.º 2, y N.º 3, se decidió reubicar la lanceta de inyección para ser introducida desde el extremo frío a través del cargador del reactor metalización horizontal, junto con el aumento de la presión de inyección del gas que contiene el oxígeno para crear un chorro energético de la punta de la lanceta para llegar a toda la trayectoria hasta el extremo de descarga del reactor de metalización horizontal, con la punta de la lanceta estando situada donde la temperatura del mineral de hierro y cenizas están por debajo de su fusión incipiente. Esto requiere la construcción de un nuevo cargador, en el que se hizo una disposición para que la lanceta pase a través del centro del mandril, lo que da como resultado una estructura de lanceta que se dispone a través del mandril y el mandril a través de la ariete de empuje.

10 Al abordar problema N.º 4, que se refiere a la obstrucción creada por la acumulación en el extremo de descarga del reactor de metalización, el nuevo cargador se construyó estructuralmente más robusto que el inicial, y también la presión hidráulica se elevó mediante la adición de una bomba hidráulica de refuerzo con nuevos controles para aumentar la fuerza de empuje del nuevo cargador con el fin de superar el bloqueo.

15 Al abordar problema N.º 5, para evitar la acumulación aguas abajo del reactor de metalización y aguas arriba del almacenamiento, se decidió eliminar completamente el homogeneizador/caldera de fusión (número de referencia 11), que se había descrito en la patente de referencia, y realizar la fusión del producto intermedio de hierro/carbono en un horno de canal de inducción (ICF) como la realizada por Ajax Magnethermic, con ciertas modificaciones como describirá en detalle más adelante, para servir tanto como un horno de fusión así como almacenamiento de hierro líquido.

20 Al abordar la cuestión de la flotación del producto intermedio en la parte superior del baño fundido, se desarrolló un Dunker mecánico verticalmente oscilante que estaba equipado con un bloque de grafito que está adaptado para forzar el producto intermedio flotante a ser sumergido por debajo del nivel del baño a alta temperatura en el que el carbono en el producto intermedio completa la reducción de los óxidos de hierro sin reaccionar, en concreto, Fe_2O_3 , Fe_3O_4 , y FeO , que no han reaccionado en el reactor de metalización horizontal.

25 Con los cambios hechos, el solicitante tuvo éxito en la superación de los problemas mencionados anteriormente en el presente documento y en la producción de un producto intermedio aceptable en el que el carbono del carbón se incrusta integralmente dentro del hierro metalizado a partir de finos o concentrado de minerales en el reactor de metalización horizontal.

30 Además, dos gases valiosos son coproducidos: uno durante la metalización del mineral de hierro en el reactor de metalización horizontal y un segundo durante la fusión del producto intermedio.

35 Para resumir lo anterior, el solicitante, en efecto, ha inventado un método y un aparato adaptado para aceptar varias proporciones de mineral y carbón y, sin embargo, producir un hierro líquido por medio de la producción de un producto intermedio cuya composición es muy adecuada para convertirse en hierro líquido que puede posteriormente convertirse en acero de bajo coste.

40 **Objetivo de la invención**

45 El objetivo principal de la presente invención es producir hierro líquido directamente de finos minerales y concentrado utilizando carbón de bajo coste consistente con el objetivo último que se indica en la Hoja de Ruta de la Tecnología de la Industria del Acero, marzo de 1998, mencionada anteriormente.

50 Otro objetivo de la presente invención es proporcionar un método y un aparato eficaz para llevar a cabo el mismo para la conversión de un mineral de hierro y mezcla de carbón en hierro líquido con una eficacia mayor que el proceso convencional de producción de hierro líquido en un alto horno que utiliza pellets de mineral de hierro y coque.

55 Por lo tanto otro objetivo de la presente invención es proporcionar un método y un aparato que reducen en gran medida la pérdida de calor en comparación con el proceso convencional de producción de hierro líquido en un alto horno que utiliza pellets de mineral de hierro y coque.

60 Aún otro objetivo de la presente invención es proporcionar un método y un aparato que reducen en gran medida las emisiones cuando se comparan con los procesos convencionales que alimentan pellets, sinter, y coque en un alto horno, que a su vez es un emisor importante de dióxido de carbono (CO_2).

65 Además otro objetivo de la presente invención es hacer un horno de canal de inducción (ICF) más eficaz al tiempo que protege su revestimiento proporcionando medios dunking que ayudan a sumergir un producto intermedio de hierro/carbono en el baño de hierro fundido en el ICF con el fin de acelerar su reacción y hacer que se mezcle con los constituyentes en el baño de hierro fundido para dar como resultado su rápida licuefacción y asimilación dentro del baño de hierro fundido.

Más aún otro objetivo de la presente invención es integrar físicamente un horno de canal de inducción (ICF) en un horno de fabricación de acero, tal como a un horno básico de fabricación de acero de oxígeno o un horno de arco de

fabricación de acero eléctrico, conocido en la industria como BOF y EAF, respectivamente, pero a modo de ejemplo, la descripción desvelará la integración del ICF en el BOF, el ICF está adaptado para convertir un producto intermedio de hierro y carbono en hierro fundido, mientras que el BOF convierte hierro fundido y chatarra en acero. El ICF y el BOF se unen entre sí estructuralmente de tal manera como para dar lugar a una configuración híbrida de doble propósito que reduce los costes de capital y de operación, aumenta la eficacia y minimiza las emisiones.

Además todavía otro objetivo de la presente invención consiste en proporcionar una interconexión física entre el ICF y el BOF para permitir el vertido directo de hierro fundido directamente a partir de dicho ICF en dicho BOF haciendo girar tanto dicho ICF como dicho BOF radialmente sin necesidad de usar una grúa.

Todavía otro objetivo de la presente invención es proporcionar un ICF *per se* en el caso de producción de hierro fundido solo en situaciones donde se requiere un método mejorado de fabricación de hierro sin la producción de acero.

Por lo tanto, otro objetivo de la presente invención es proporcionar un método y un aparato que puedan convertir el dióxido de carbono (CO₂), un gas de efecto invernadero, en un producto útil como fertilizante.

Otros objetivos de la presente invención aparecerán a partir de la siguiente descripción y reivindicaciones adjuntas. Se hace referencia a los dibujos adjuntos que describen ciertas estructuras del aparato para implementar este método de hacer un producto intermedio de hierro/carbono que se convierte en hierro líquido, que posteriormente se convierte en acero. Se debe entender que el método y aparato descritos en el presente documento no se limitan únicamente al procesamiento de mineral que contiene hierro, puesto que la invención se puede aplicar también a otros minerales que no contengan hierro.

Breve descripción de los dibujos

La Figura 1 ilustra la planta para fabricar directamente hierro líquido a partir de carbón y finos o concentrado de minerales.

La Figura 2 representa el reactor de metalización en perspectiva y en sección, y la Figura 2A muestra el actual producto intermedio de hierro/carbono con el carbono estando físicamente incrustado en el hierro metalizado.

La Figura 3 ilustra en perspectiva una batería de reactores de metalización que producen el producto intermedio.

La Figura 4 es una vista parcial y en primer plano de los hornos de fusión de inducción con el sistema de entrega intermedia.

La Figura 5 ilustra un alzado lateral de la planta, que incluye la limpieza de gas y la co-producción de fertilizante (oxamida) a partir de un gas que contiene CO₂.

La Figura 6 ilustra la integración de un horno de fabricación de acero, que se conoce comúnmente como un horno de oxígeno básico (BOF), en un horno de fabricación de hierro, que se conoce comúnmente como un horno de canal de inducción (ICF).

La Figura 7 a la Figura 18 muestran las diversas etapas operativas de la producción del hierro líquido y su conversión en acero, que se lleva a cabo simultáneamente con el hierro líquido producido en el ICF y el acero en el BOF.

Antes de describir en detalle la presente invención, ha de entenderse que la presente invención no se limita a los detalles o a la disposición de las partes ilustradas en los dibujos adjuntos, puesto que la invención puede operarse mediante el uso de otras realizaciones. También, se debe entender que la terminología aquí contenida tiene la finalidad de describir y no de limitar.

Descripción detallada de los dibujos

La Figura 1 ilustra conceptualmente una planta que consiste en dos baterías, marcadas con 20(a) y 20(b), comprendiendo cada una varios reactores de metalización idénticos, uno de los que está marcado con 21, dos hornos de fusión marcados con A y B, y transportadores que alimentan producto intermedio de hierro/carbono caliente realizado en los reactores de metalización a los dos hornos de fusión.

Al describir la planta en más detalle, el solicitante describe una única batería 20(a) y el horno A, puesto que las dos baterías y los dos hornos son idénticos.

Debajo de cada batería, dos transportadores, marcados con los números de referencia 22(a) y 23(a), se disponen, con el transportador 22(a) estando fijado, y el transportador 23(a) se adapta para viajar como un transportador de lanzadera. El transportador de lanzadera 23(a) se adapta para viajar no solo hasta el horno A, sino también toda la trayectoria hasta el final del horno B, con el fin de proporcionar redundancia. El horno A posee tres aberturas de alimentación idénticas, marcadas con el número de referencia 24, igualmente separadas a lo largo de la longitud de ambos hornos para permitir que el transportador de lanzadera 23(a) para distribuya el producto intermedio de hierro/carbono caliente a lo largo de la longitud del horno A, así como del horno B. En la cabeza del transportador de lanzadera 23(a), un Dunker, marcado con el número de referencia 25, se dispone para sumergir en el baño fundido, el producto intermedio de hierro/carbono que se alimenta al horno A o al horno B. Cabe señalar que el transportador de lanzadera 23(b) puede dar servicio tanto al horno A como al horno B.

Haciendo referencia a la Figura 2, ilustra el reactor de metalización de hierro/carbono 21 en perspectiva y en sección, con una tolva de alimentación 26 adaptada para alimentar el carbón y una tolva de alimentación 27 para alimentar una mezcla de mineral y de carbón. El número de referencia 28 representa el cargador, que se conforma del mandril 29 y el ariete principal (empujador) 30, con la lanceta 31 estando dispuesta a través del centro de mandril 29 con la penetración en el extremo de carga del reactor 21. El núcleo de carbón es el material de color oscuro denotado con el número de referencia 32 a través del que la lanceta 31 pasa y el anillo 33, que se conforma de una mezcla de hierro y carbón, rodea completamente núcleo de carbón 32. La descarga del reactor 21, que consiste en una cámara radiante caliente, se marca con el número de referencia 34; la misma posee un orificio de entrada 35 para el montaje de un quemador inicial. Una compuerta deslizante proporcionada aguas debajo de la cámara de descarga 34, marcada con el número de referencia 35(a), sirve como un aparato de alimentación de control para dar servicio a un recipiente contención del reactor de metalización 21 en un transportador principal 22(a) (mostrado en la Figura 1) en una secuencia predeterminada, puesto que el transportador 22(a) recibe el producto intermedio de hierro/carbono de varios reactores de metalización. Cabe señalar que el reactor metalización 21 se alinea con el material aislamiento y refractario con conductos de calentamiento contruidos en los refractarios para irradiar calor en el reactor 21 con el fin de proporcionar energía térmica para calentar el anillo 33 bi-direccionalmente. Los conductos de calentamiento no se muestran, puesto que se utilizan comúnmente en la industria, y siempre están encerrados en una carcasa de acero marcada con el número de referencia 39. La Figura 2A representa la estructura real del producto intermedio de hierro/carbono que muestra claramente carbono que se ha originado a partir de carbón, intercalado en hierro que se ha originado a partir del mineral. Tal producto intermedio es el material de alimentación para producir hierro líquido por medio de la fusión del mismo. Durante la metalización del mineral de hierro con carbón, un gas rico en hidrógeno (H_2) se genera; este gas, que es bastante valioso como fuente de energía, sale a través del puerto de salida 37.

Haciendo referencia a la Figura 3, que ilustra la batería 20(a) con la mayoría de sus componentes descritos en la Figura 1 y la Figura 2, excepto por el número de referencia 40 que representa los transportadores de distribución de alimentación en tolvas de alimentación 26 y 27. El otro equipo se representa como sigue: El polipasto de salto para entregar alimentación desde el nivel del suelo con el número de referencia 41, el conducto de aspiración de gases de escape del horno con el número de referencia 42, el aspirador con el número de referencia 43, el colector de inyección de gas con el número de referencia 44, y el tamiz con el número de referencia 45 que separa el tamizado del producto intermedio de hierro/carbono antes de alimentarse en el horno A para minimizar las emisiones de polvo durante la alimentación del producto intermedio.

Haciendo referencia a la Figura 4, que ilustra parte de la batería 20(a), horno de canal de inducción A, y parte del horno B. Además de lo que se ha descrito en las figuras anteriores, el horno A se muestra con una parte delantera a que le falta ilustrar los componentes internos del horno como un bloque de inmersión de grafito marcado con el número de referencia 46 en el lado izquierdo del horno A. Otras partes incluyen el componente superior del Dunker 25 que obliga al producto intermedio de hierro/carbono a flotar sobre el hierro fundido que se sumerge en el baño fundido 72, la articulación giratoria 47 que permite el giro del horno mientras que todavía extrae continuamente los gases de combustión desde el interior del horno A, la cámara de fusión del horno 48, y la combustión de CO por encima del cámara de fusión que se libera de la reacción del oxígeno de los óxidos de hierro con el carbono contenido en el producto intermedio de hierro/carbono sumergido.

Haciendo referencia a la Figura 5, se representa un alzado lateral de la planta en la que el transportador 22(a) y el transportador 23(a) se han sustituido por un tubo vertical marcado con el número de referencia 49 seguido de las válvulas 50 y 51 que controlan la alimentación del producto intermedio de hierro/carbono directamente en el horno de canal de inducción A y el agotamiento del gas de combustión (N_2+CO_2) desde el horno de A hasta la parte inferior del tubo vertical 49. Un sistema de tuberías denotado por el número de referencia 52 se conecta al intercambiador de calor 53 que alimenta de gas relativamente frío que contiene mercurio en el lecho de limpieza 54(a) o lecho de limpieza 54(b); estos dos lechos, que se alternan en uso, contienen carbón activado para extraer el mercurio del gas. Aguas abajo del intercambiador 53, un eliminador de azufre 55 forma la parte inferior de una limpieza de gas caliente con un regenerador sorbente 56 dispuesto por encima del desulfurante 55. Dos reactores 59(a) y 59(b) se disponen aguas abajo del eliminador de azufre 55 para servir como convertidores de monóxido de carbono (CO) en cianógeno, y aguas abajo del regenerador de sorbente un sistema de recuperación de azufre marcado con el número 57; que sirve para recuperar el azufre en forma elemental, una materia prima comercializable. Un segundo intercambiador de calor denotado por el número de referencia 58 acondiciona el gas sin azufre. Los reactores 59(a) y 59(b) se alternan de ser un productor de cianógeno a un regenerador del catalizador. Aguas abajo de los reactores 59(a) y 59(b) se proporciona un licuador marcado con el número de referencia 60; seguido de un separador 61, y una bomba 62 que eleva el cianógeno para su hidratación en la columna 63 para formar oxamida, un fertilizante de liberación lenta. Un tanque de sedimentación 64 se dispone aguas arriba de la prensa filtrante 65 mientras el secador 66 sigue la prensa filtrante 65, y el apilador 67 transporta el producto final como un fertilizante comercializable al almacenamiento 68.

La Figura 6 ilustra la integración de la fabricación de acero en la fabricación de hierro por medio de un BOF en un ICF, ambos referenciados en la sección de Objetivo en la presente divulgación; es factible consolidar las tres etapas siguientes en un solo método físicamente integrado, eficaz y rentable que consiste en:

- Metalización de mineral de hierro que consiste en finos o concentrado con carbón formando un producto

intermedio;

- Fusión de hierro líquido produciendo el producto intermedio; y
- Soplado del hierro líquido con oxígeno produciendo acero.

5 Puesto que el método de metalización y la fusión se han descrito en detalle anteriormente, las Figuras 7 a 18 describirán las etapas de alimentación del producto intermedio de hierro/carbono, fusionándose en hierro líquido y produciendo acero.

10 La Figura 7 ilustra un transportador de lanzadera 23(a) o el transportador 23(b) que alimenta el producto intermedio de hierro/carbono en el ICF con el material flotando en el baño fundido marcado con el número de referencia 71 mientras que el oxígeno está siendo soplado dentro del BOF por medio de una lanceta vertical 69 que convierte el hierro en acero recogiendo los humos en la campana 70; un polipasto marcado con el número de referencia 73 sirve para subir y bajar la lanceta 69.

15 La Figura 8 es la misma que la Figura 7, a excepción del Dunker 25 que sitúa el bloque de grafito 46 sobre el producto intermedio que todavía está flotando sobre el baño fundido.

La Figura 9 muestra que el bloque de grafito 46 ha sumergido el producto intermedio flotante dentro del baño 72.

20 La Figura 10 ilustra el vertido de la escoria del BOF en el pote 75 durante el uso de una barra obturadora denotada por el número de referencia de referencia 74 para evitar el flujo de hierro líquido desde el ICF en virtud de que el ICF está en una posición inclinada. La Figura 11 ilustra la liberación del acero desde la parte inferior del BOF en la cuchara de colada 76 utilizando la compuerta deslizante 77. Cabe señalar que la escorificación y liberación del BOF pueden efectuarse mediante otras configuraciones.

25 La Figura 12 ilustra que el calor en el BOF se ha liberado y la caída de un material de sellado 78 del orificio de liberación en el orificio de liberación del BOF marcado con el número de referencia 79. La Figura 13 ilustra el material de sellado 78 en el proceso de llenado del orificio de liberación 79, y la Figura 14 muestra el orificio de liberación 79 que se ha sellado.

30 La Figura 15 ilustra la formación de escorificación del ICF por la inclinación en sentido antihorario del ICF, con la escoria producida a partir de la fusión del producto intermedio marcada con el número de referencia 80, vertiéndose fuera del ICF. La Figura 16 ilustra la inclinación en sentido horario del ICF para permitir la carga del BOF con chatarra, que se marca con el número de referencia 81, por medio de la tolva 82 con barra obturadora 74 estando en la posición hacia abajo para evitar que el hierro fundido fluya del ICF al BOF durante la carga de la chatarra. La Figura 17 muestra que mientras que el ICF y el BOF están en la posición inclinada, la barra obturadora 74 está en la posición elevada permitiendo que el hierro líquido, marcado con el número de referencia 83, fluya desde el ICF en el BOF, distribuyendo una carga predeterminada de hierro líquido encima de la chatarra 81. En este punto, se hace girar el ICF de su posición inclinada a la posición erecta, la campana 70 girada sobre la boca del BOF, el polipasto de la lanceta de oxígeno 73 bajado en el BOF para comenzar a convertir el hierro líquido en acero soplando oxígeno desde la lanceta 69 mientras el transportador 23(a) o(b) situado sobre el oficio de carga 24 del ICF, procede a la alimentación del producto intermedio de hierro/carbono en el ICF para fundirlo mientras que el hierro líquido y la chatarra se están convirtiendo en acero, como se ilustra en la Figura 18 que es igual a la Figura 7, que ilustra las mismas funciones de alimentación del producto intermedio de hierro/carbono por el transportador 23(a) o(b), fundiéndolo en el hierro líquido en el ICF para formar el baño 72 y convirtiendo el hierro líquido y chatarra en acero, mientras que los finos o concentrado de mineral de hierro se ven sometidos a la metalización con carbón en el reactor de metalización 21, que se muestra y describe en las Figuras 1 a 5, inclusive.

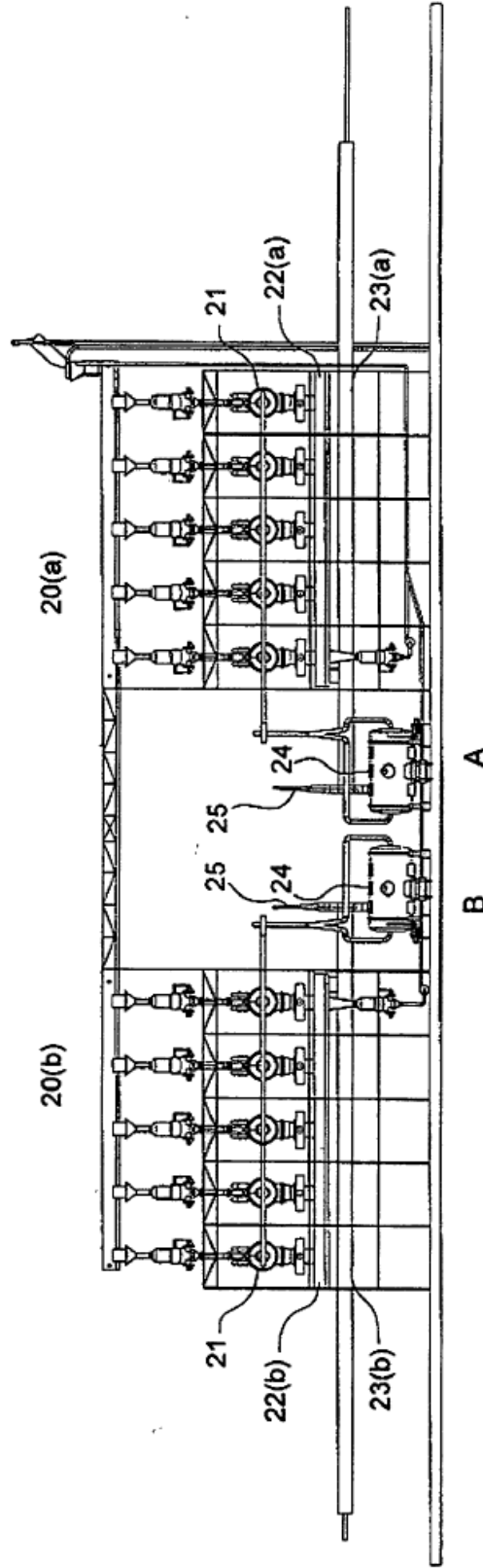
50 En conjunto, se afirma en el presente documento que la presente invención proporciona una mejora importante sobre la práctica/metallurgia convencional, que puede utilizar materias primas de bajo coste, y que es eficaz y ambientalmente amigable en cuanto a términos energéticos, mientras requiere baja inversión de capital.

REIVINDICACIONES

1. Un método para aumentar la eficacia, reducir costes, y reducir emisiones contaminantes en el proceso de fabricación de acero, que comprende la integración de las siguientes etapas:
- 5 metalización de finos de mineral de hierro o concentrado de mineral de hierro mediante la utilización de un reductor para formar un producto intermedio de hierro-carbono (38) en una cámara sellada a la atmósfera mientras se produce al mismo tiempo materia volátil;
- 10 suministrar dicho producto intermedio (38) a un horno de fabricación de hierro (A);
fundir dicho producto intermedio (38) en dicho horno de fabricación de hierro (A) para producir un hierro líquido; y convertir el hierro líquido en acero en un horno de fabricación de acero;
- 15 en donde el horno de fabricación de hierro (A) es un horno de canal de inducción que incorpora un baño fundido (72) que libera un gas secundario durante el proceso de fusión de dicho producto intermedio (38); y en donde dicho horno de fabricación de hierro (A) y dicho horno de fabricación de acero están firmemente interconectados, y en donde la etapa de convertir el hierro líquido producido en el horno de fabricación de hierro (A) en acero en el horno de fabricación de acero incluye inclinar el horno de fabricación de hierro (A) y el horno de fabricación de acero firmemente interconectados con el horno de fabricación de hierro de tal manera como para permitir que el hierro líquido producido en el horno de fabricación de hierro (A) fluya del horno de fabricación de hierro (A) al horno de fabricación de acero.
- 20 2. El método de acuerdo con la reivindicación 1, en el que dicha etapa de metalizar dichos finos de mineral de hierro o concentrado de mineral de hierro mediante la utilización de un reductor para formar un producto intermedio de hierro-carbono (38) está además **caracterizada por** dicho reductor que es un material carbonoso.
- 25 3. El método de acuerdo con la reivindicación 1, en el que dicha cámara sellada a la atmósfera se configura de tal manera como para contener un núcleo de material carbonoso rodeado por un anillo compuesto de materia carbonosa más mineral de hierro o concentrado de mineral de hierro.
- 30 4. El método de acuerdo con la reivindicación 3, en el que dicho núcleo está **caracterizado por** tener un inyector de gas (31) para la introducción de un gas que contiene oxígeno en dicha cámara.
5. El método de acuerdo con la reivindicación 1, en el que dicho producto intermedio (38) se suministra al horno de fabricación de hierro (A) a través de una cámara vertical (49), comprendiendo además el método:
- 35 someter a combustión dicho gas secundario encima de dicho baño fundido (72) incorporado en dicho horno de fabricación de hierro (A) para irradiar energía térmica de nuevo a dicho baño fundido (72) para aumentar la eficacia del horno de fabricación de hierro (A), mientras se producen productos de combustión, incluyendo CO₂; y evacuar dichos productos de combustión desde dicho horno de fabricación de hierro (A) y dirigirlos a la parte inferior de dicha cámara vertical (49) para elevarlos a través de la cámara vertical (49), mientras están en contacto con dicho producto intermedio (38) para convertir CO₂ en CO.
- 40 6. El método de acuerdo con la reivindicación 5, que comprende además limpiar dicho CO mediante la eliminación de mercurio de dicho CO.
- 45 7. El método de acuerdo con la reivindicación 1, en el que dicho horno de fabricación de acero se caracteriza además como un horno de oxígeno básico.
8. El método de acuerdo con la reivindicación 7, en el que una cantidad medida de hierro líquido se vierte directamente desde el horno de fabricación de hierro en dicho horno de oxígeno básico.
- 50 9. El método de acuerdo con la reivindicación 8, en el que dicho horno de fabricación de hierro (A) se hace girar para descargar escoria en una dirección y se hace girar en la dirección opuesta para verter directamente el hierro líquido en dicho horno de oxígeno básico.
- 55 10. El método de acuerdo con la reivindicación 1, en el que dicho horno de fabricación de acero se caracteriza además como un horno de arco eléctrico.
11. El método de acuerdo con la reivindicación 3, en el que dicho anillo se calienta a partir de dos lados.
- 60 12. Un aparato para procesar térmicamente un óxido metálico tal como un óxido de hierro, con material carbonoso para producir metal líquido, que comprende:
- 65 un reactor de metalización (21) que está sellado a la atmósfera, que tiene un extremo de carga y un extremo de descarga, y está equipado con un ariete de empuje;
- un inyector adaptado para inyectar un gas que contiene oxígeno en dicho reactor (21) a fin de producir un producto intermedio de hierro/carbono (38) fabricado a partir de mineral y material carbonoso;

5 un horno de canal de inducción capaz de fundir dicho producto intermedio (38) produciendo un gas secundario, en donde dicho horno de canal de inducción está firmemente interconectado con un horno de fabricación de acero, de manera que la inclinación del horno de canal de inducción y del horno de fabricación de acero firmemente interconectados con el horno de canal de inducción permite que el producto intermedio fundido (38) producido en el horno de canal de inducción fluya del horno de canal de inducción al horno de fabricación de acero; un mecanismo de válvula (50, 51) dispuesto aguas abajo del extremo de descarga de dicho reactor (21) para controlar la alimentación de dicho producto intermedio (38) en dicho horno de canal de inducción; y medios de inyección de oxígeno adaptados para someter a combustión dicho gas secundario en dicho horno de canal de inducción para ayudar a la conversión de dicho producto intermedio (38) en el metal líquido aumentando la entrada de energía térmica en dicho horno de canal de inducción.

10 13. El aparato de acuerdo con la reivindicación 12, que está además **caracterizado por** una cámara vertical (49) dispuesta entre el extremo de descarga de dicho reactor de metalización (21) y dicho mecanismo de válvula (50, 51), para la alimentación de dicho producto intermedio de hierro/carbono (38) producido en dicho reactor de metalización (21) en dicho horno de canal de inducción a través de dicha cámara vertical (49); un medio de aspiración (42) adaptado para extraer productos de la combustión que contienen CO₂ a partir de dicho horno de canal de inducción y dirigirlos a la parte inferior de dicha cámara vertical (49) para permitir que ascienden a través de dicha cámara vertical (49) y entren en contacto con dicho producto intermedio de hierro/carbono (38) en dicha cámara vertical (49) para convertir dicho CO₂ contenido en dichos productos de combustión en 2CO; y un reactor (59(a), 59(b)) para convertir dicho 2CO en cianógeno.



ELEVACIÓN FRONTAL DE TODA LA PLANTA OBSERVADA DESDE UNA DISTANCIA

FABRICACIÓN DIRECTA DE HIERRO LÍQUIDO A PARTIR DE FINOS (O CONCENTRADO) DE MINERAL DE HIERRO Y CARBÓN DE BAJA COSTE

FIG. 1

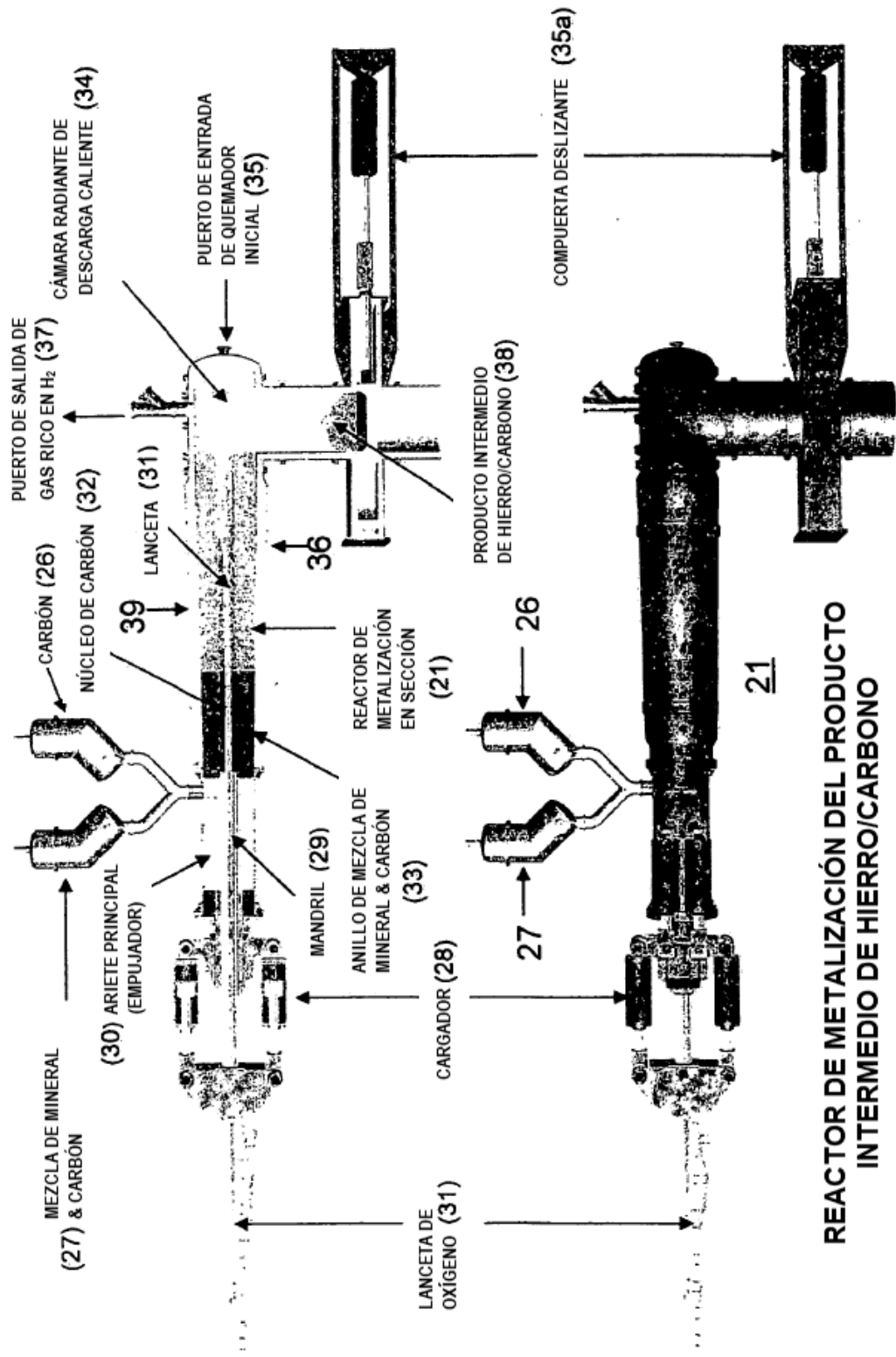
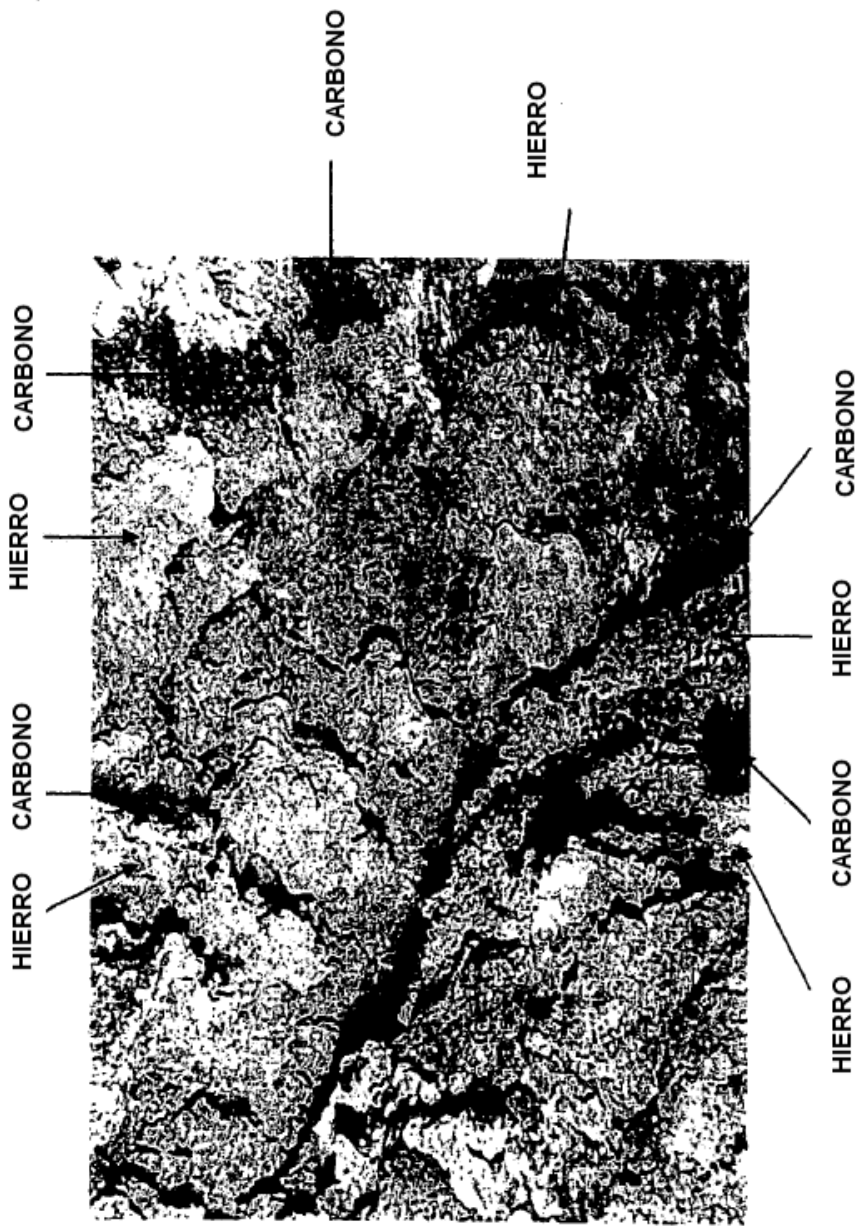
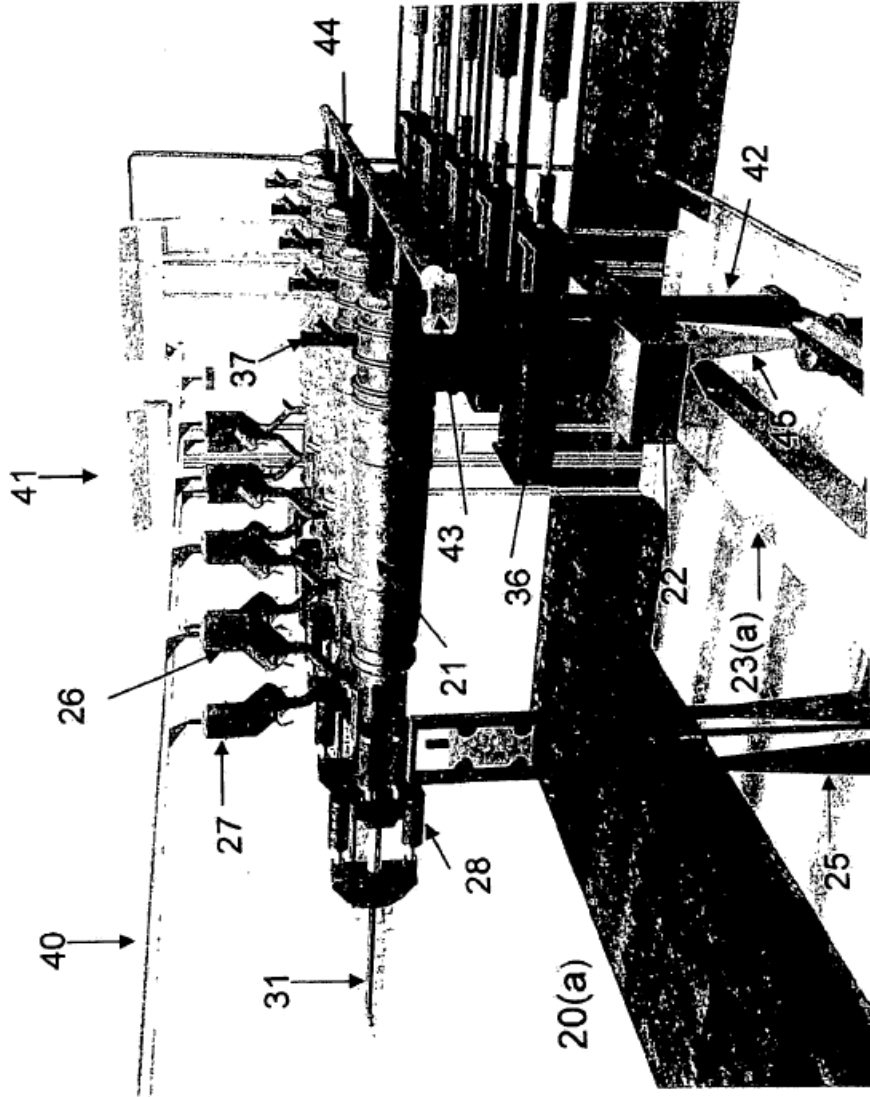


FIG. 2



**PRIMER PLANO DEL
PRODUCTO INTERMEDIO DE HIERRO METALIZADO
ACEPTABLE
CON CARBONO INCRUSTADO EN EL HIERRO**

FIG. 2A



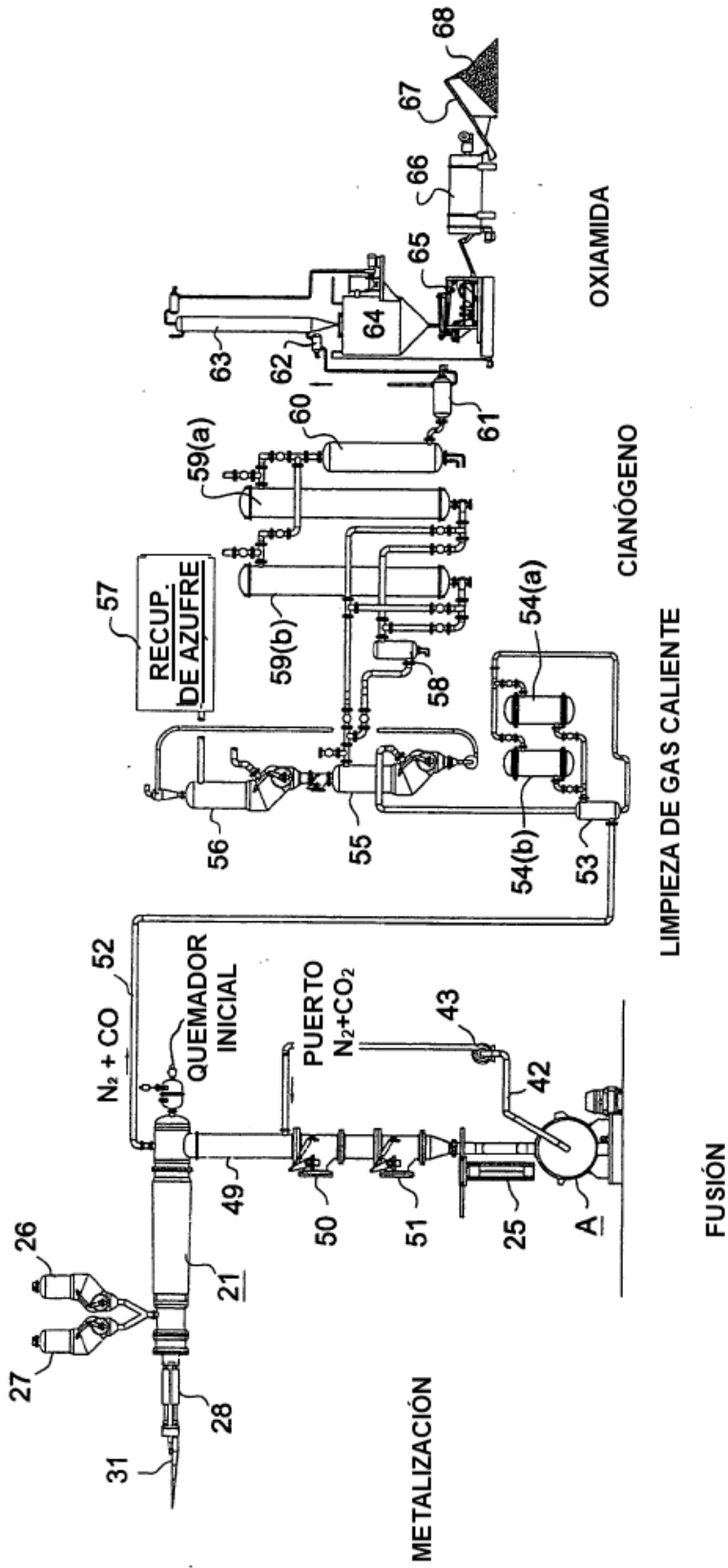
BATERÍA DE REACTORES DE METALIZACIÓN
PARA PRODUCIR
PRODUCTO INTERMEDIO DE HIERRO/CARBONO

FIG. 3



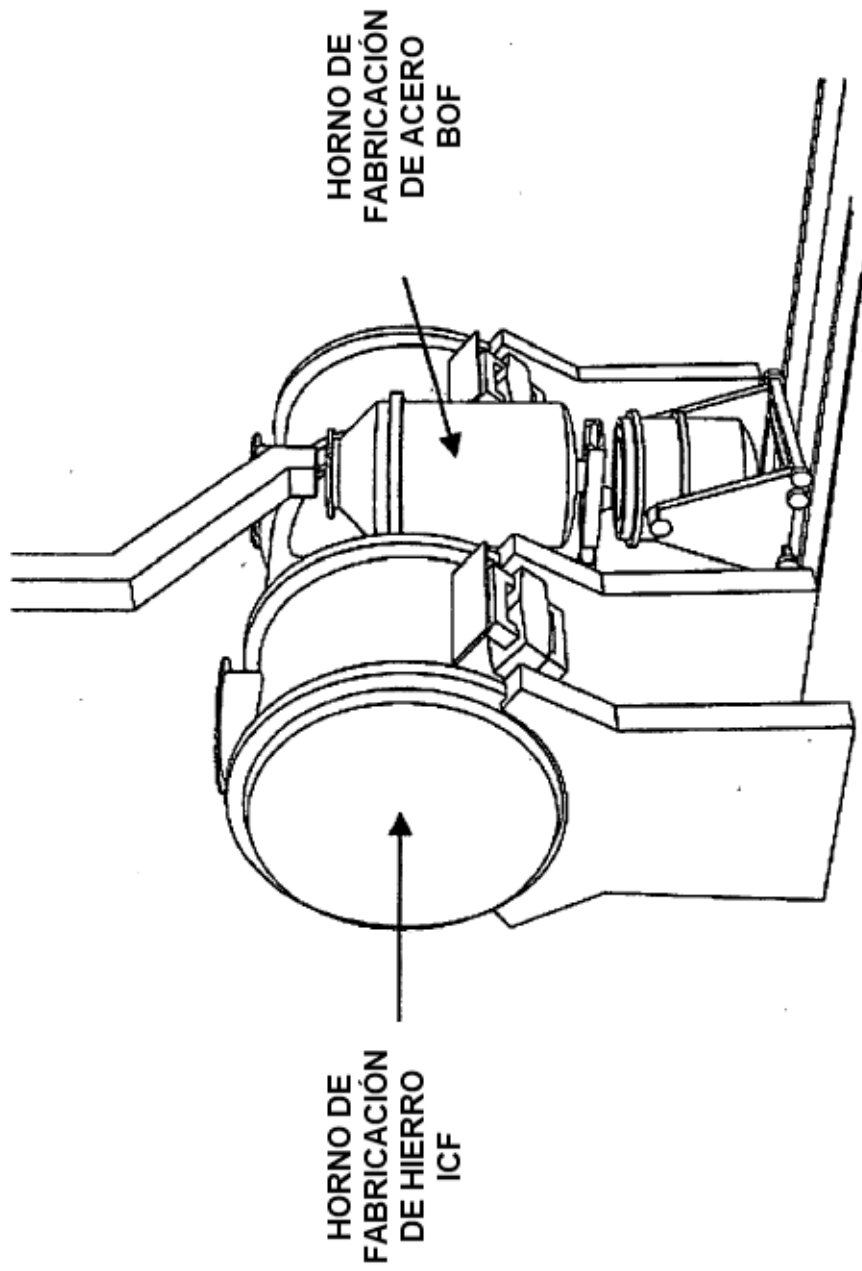
VISTA INTERNA DEL HORNO DE CANAL DE INDUCCIÓN PARA FUNDIR EL PRODUCTO INTERMEDIO DE HIERRO/CARBONO

FIG. 4



VISTA LATERAL DE PLANTA PARA PRODUCIR HIERRO LÍQUIDO A PARTIR DE FINOS O CONCENTRADO DE MINERAL DE HIERRO USANDO CARBÓN

FIG. 5



INTEGRACIÓN DE HORNO DE FABRICACIÓN DE ACERO EN HORNO DE FUSIÓN DE HIERRO

FIG. 6

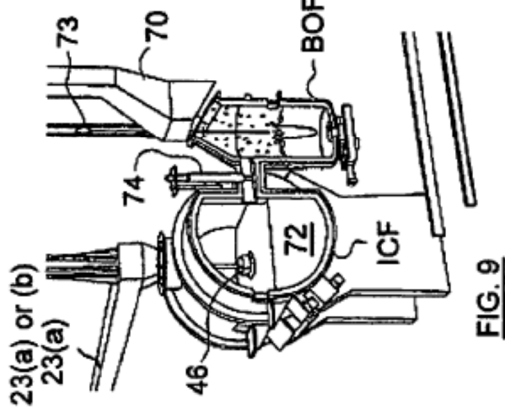


FIG. 9

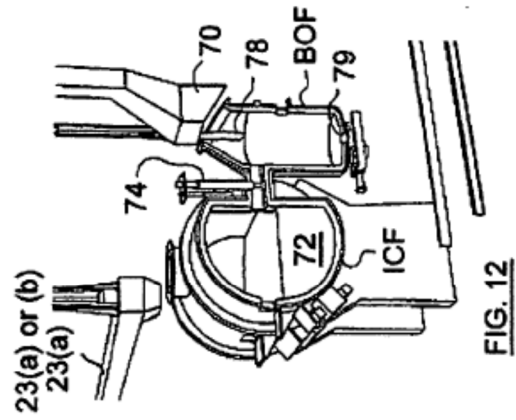


FIG. 12

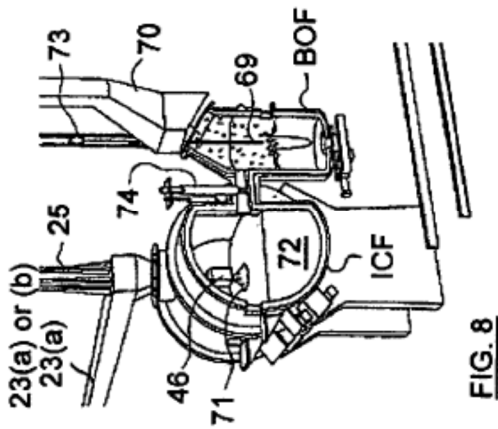


FIG. 8

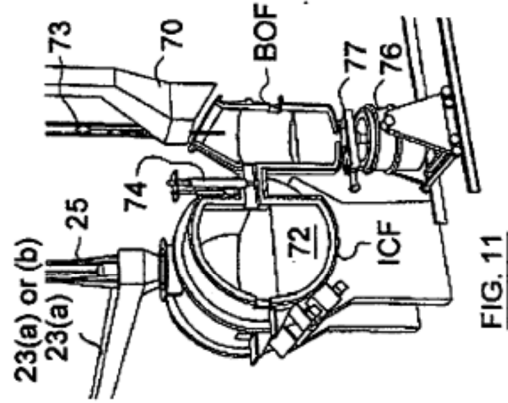


FIG. 11

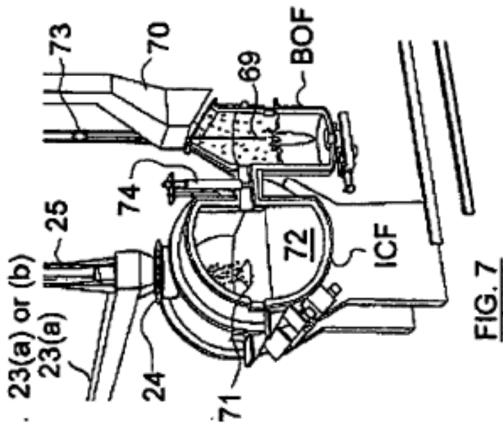


FIG. 7

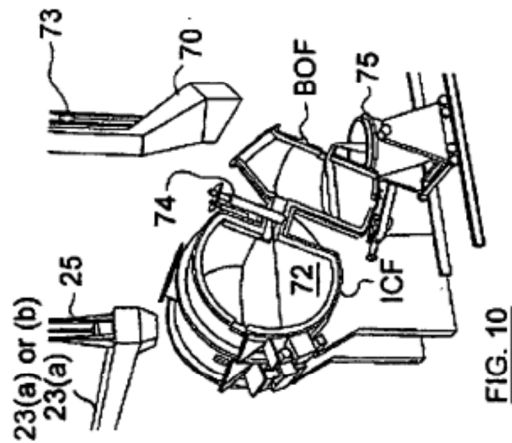


FIG. 10

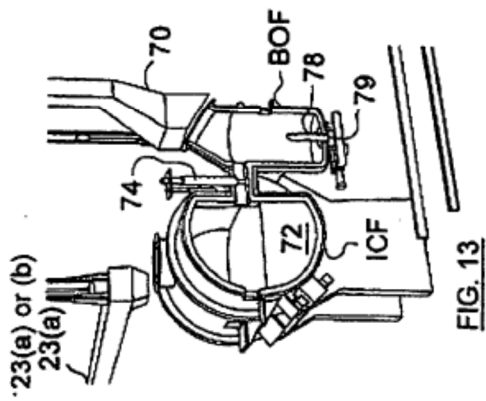


FIG. 13

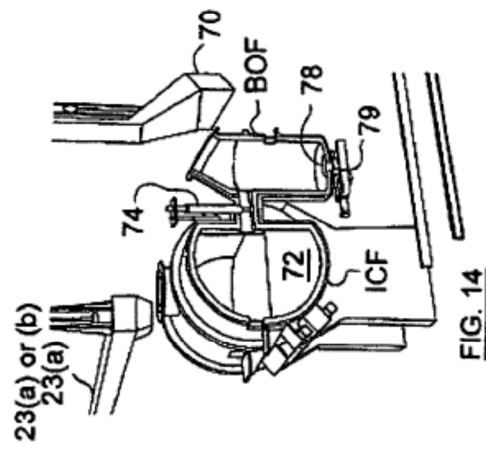


FIG. 14

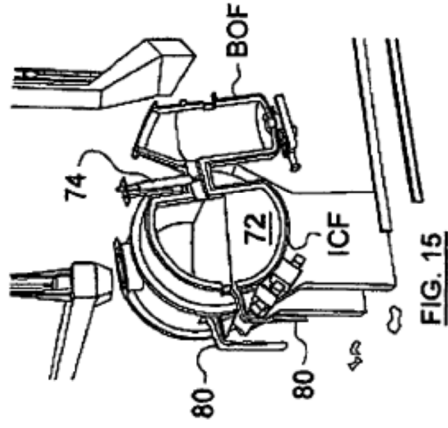


FIG. 15

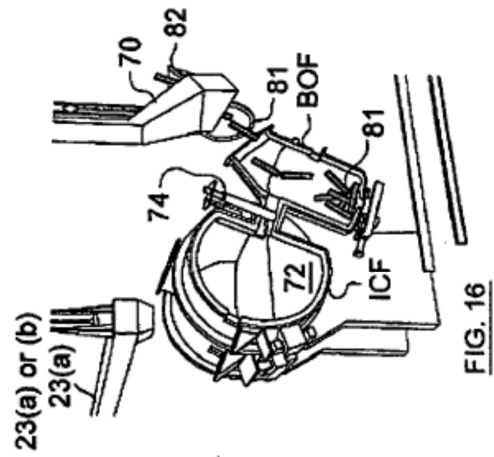


FIG. 16

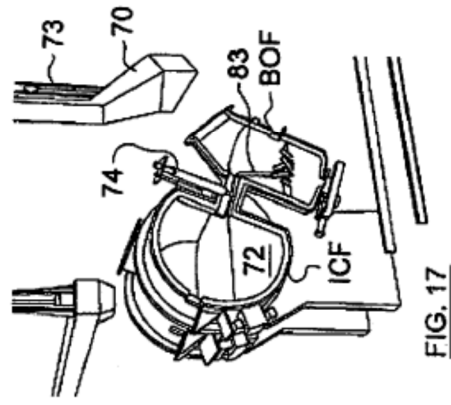


FIG. 17

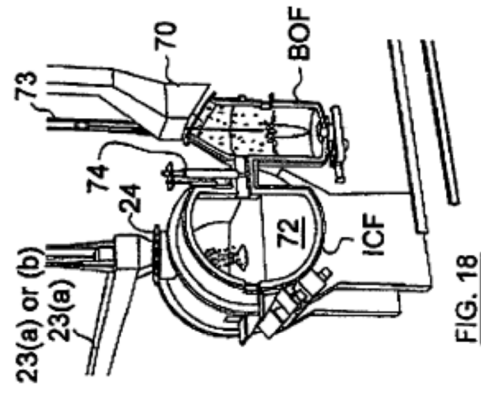


FIG. 18