

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 871 782**

51 Int. Cl.:

F27B 3/08 (2006.01)

F27B 3/10 (2006.01)

F27D 27/00 (2010.01)

F27B 3/18 (2006.01)

F27B 3/28 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **10.02.2017 PCT/EP2017/052941**

87 Fecha y número de publicación internacional: **16.08.2018 WO18145754**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **10.02.2017 E 17704737 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **31.03.2021 EP 3580512**

54 Título: **Conjunto de horno para un proceso de producción de metal**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
02.11.2021

73 Titular/es:
**ABB SCHWEIZ AG (50.0%)
Bruggerstrasse 66
5400 Baden, CH y
TENOVA S.P.A. (50.0%)**

72 Inventor/es:
**TENG, LIDONG;
LEHMAN, ANDERS;
YANG, HONGLIANG;
GRASELLI, ANDREA y
REALI, SILVIO, MARIA**

74 Agente/Representante:
LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 871 782 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

Conjunto de horno para un proceso de producción de metal

5 CAMPO TÉCNICO

La presente descripción se refiere generalmente a la producción de metal y, en particular, a un conjunto de horno para un proceso de producción de metal.

10 ANTECEDENTES

La operación de baño plano (FBO) es un proceso de alimentación continua o de carga de cubeta pequeña de materiales metálicos, tales como chatarra, arrabio, hierro reducido directo (DRI), metal caliente o hierro en briquetas calientes (HBI), en un baño de horno de un horno de arco eléctrico (EAF) sin abrir el techo del horno. Durante la carga metálica, el arco eléctrico es alimentado con corriente continuamente y los materiales metálicos son fundidos continuamente en el baño. Este proceso proporciona alta eficiencia energética y menos consumo de electrodos.

Un problema de un proceso de fundición de baño plano es la homogeneización de la temperatura del baño del horno, especialmente en el área de carga del metal, que es siempre una zona fría. La fundición incompleta de metal en la zona fría crea problemas potenciales, tales como gradientes de concentración, mediciones no fiables, control inseguro del proceso, baño sobrecalentado y temperatura excesiva de la extracción. Para resolver este problema de temperatura inhomogénea, se recomienda agitar el baño para mejorar la convección del baño. Con esta finalidad, se ha implementado la agitación del gas del fondo de tapones porosos en algunos de estos hornos.

Para la agitación del gas del fondo, se instalan tapones porosos con purgado directo o indirecto del gas en el refractario inferior. Normalmente se necesitan de 3 a 5 tapones porosos dependiendo del tamaño del horno. La intensidad de la agitación está controlada por el gas, típicamente nitrógeno o argón, y por el caudal de flujo y la presión. El documento EP2751510 es un ejemplo de un conjunto de horno del campo técnico.

30 SUMARIO

Existen algunos desafíos con la agitación del gas del fondo. Por ejemplo, puede existir mezcla incompleta del baño con zonas muertas lejos de los tapones, resultando una homogeneización limitada en el baño del horno. Además, los patrones de agitación y dirección se fijan por las posiciones de los tapones con velocidad de flujo horizontal limitada. Adicionalmente, los patrones de agitación y la dirección se fijan por las posiciones de los tapones con velocidad de flujo horizontal limitada. Además, el desgaste del refractario alrededor del tapón poroso y es más grave y los tapones son el fondo son puntos de riesgo para la rotura de la colada. Finalmente, el periodo de vida del tapón poroso es a menudo más corto que el de la campaña de revestimiento inferior, y el mantenimiento en línea de los tapones porosos es un trabajo difícil y complicado.

A la vista de lo anterior, un objeto de la presente descripción es proporcionar un conjunto de horno para un proceso de producción de metal que resuelve, o al menos mitiga, los problemas de la técnica anterior.

Por lo tanto, se proporciona un conjunto de horno para un proceso de producción de metal, de acuerdo con la reivindicación 1. Otras realizaciones de dicho conjunto de horno se describen en las reivindicaciones dependientes 2-11.

Un efecto que se puede obtener de esta manera es que se puede proporcionar agitación dentro de todo el baño de colada son zona muerta o esencialmente sin zona muerta en el baño. Por lo tanto, se puede proporcionar una producción más eficiente de metal utilizando un horno de arco eléctrico configurado para operación de baño plano.

Además, no existe ningún efecto negativo sobre el revestimiento de refractario y no existe riesgo de rotura del metal fundido, como es el caso con tapones porosos. Adicionalmente, el periodo de vida largo de la bobina de agitador electromagnético no requiere casi ningún mantenimiento. La agitación electromagnética reduce el sobrecalentamiento de la superficie de la colada y el calor desde la zona del arco se transmite rápidamente hasta el volumen de la colada. La disminución de la temperatura de la superficie sobrecalentada reduce las pérdidas de calor en la pared y en el techo del horno durante el periodo de conexión de la potencia, que reduce de esta manera el consumo de electricidad. Otra ventaja de la reducción del sobrecalentamiento durante la conexión de potencia es menos desgaste del refractario en el área de la línea de escoria del horno de arco eléctrico.

Otro efecto proporcionado por el agitador electromagnético sobre el horno de arco eléctrico con proceso de operación de baño plano es que se mejora significativamente la fiabilidad del proceso. El derretimiento rápido, por ejemplo de chatarra y de ferrocromo, proporciona una homogeneización rápida del baño de colada tanto sobre la composición química como sobre la temperatura. La temperatura homogénea en todo el baño proporciona una extracción rápida y

reduce las demoras de la extracción. La eliminación de la estratificación térmica en el baño de colada reduce también la temperatura de extracción. La frecuencia de apertura libre de extracción inferior alta excéntrica es un beneficio muy importante para la seguridad y la productividad de la operación.

5 De acuerdo con la invención, el horno de arco eléctrico tiene una región de carga de metal, en donde el agitador electromagnético está configurado para estar dispuesto para proporcionar agitación de metal fundido en la región de carga de metal.

10 La región de carga de metal es una región del interior del horno de arco eléctrico, que recibe el material metálico cargado. Incluye una porción del fondo del horno de arco eléctrico, en donde el material metálico alimentado al horno de arco eléctrico se acumula inicialmente antes de ser fundido por el calor en el horno de arco eléctrico y mezclado con el resto de la colada por agitación del agitador electromagnético.

15 De acuerdo con la invención, la región de carga de metal está localizada fuera del centro con respecto a un punto central del fondo del arco eléctrico.

20 De acuerdo con la invención, el agitador electromagnético comprende bobinas configuradas para generar una válvula magnética progresiva en una primera dirección a lo largo de un eje de dirección de agitación, en donde el agitador electromagnético está configurado para estar dispuesto con relación a un plano central que se extiende a través del centro del horno de arco eléctrico y a través de un taladro o boquilla de extracción del horno de arco eléctrico, de tal manera que el eje de la dirección de agitación está en un ángulo con relación al plano central.

25 La primera dirección, que define el eje de la dirección de agitación a lo largo de una dirección de agitación de metal fundido en el horno de arco eléctrico intersecta el plano central. El plano es un plano central cuando el horno de arco está en funcionamiento, es decir, cuando está en un ciclo de fundición de extracción-a-extracción.

30 De esta manera, la fuerza de agitación será dirigida directamente hacia la región de carga de metal, y de esta manera se puede obtener una agitación más eficiente en la región o área de carga de metal siempre fría. Con fría se entiende aquí fría con relación al resto de la colada.

De acuerdo con un aspecto que no forma parte de la invención reivindicada, el ángulo está en el rango de 0° y 90°.

De acuerdo con una realización, el ángulo es 90°.

35 De acuerdo con una realización, el ángulo es mayor de 0° y menor de 90°. La fuerza de agitación creada por el agitador electromagnético será dirigida de esta manera hacia la zona o área de chatarra fría de la región de carga de metal con un ángulo seleccionable en el rango de 0 a 90 grados. Esta configuración del agitador electromagnético creará un flujo de colada o de retorno desde la región o zona de carga de metal fría en el horno que mejora en gran medida la homogeneización de la colada de metal y de la temperatura del horno.

40 De acuerdo con una realización, el agitador electromagnético está dispuesto centrado debajo del horno de arco eléctrico.

45 De acuerdo con una realización, el agitador electromagnético está dispuesto descentrado debajo del horno de arco eléctrico.

Una realización comprende un controlador de la posición del agitador electromagnético configurado para controlar la orientación del agitador electromagnético con relación al horno de arco eléctrico para ajustar de esta manera el ángulo.

50 Se puede prever poder cambiar el control más flexible de la dirección de la agitación. Por ejemplo, se puede prever orientar el agitador electromagnético con un cierto ángulo con relación a la agitación global central suficientemente plana de la colada, es decir, también en la región de carga de metal, mientras la agitación puede reducir la formación de turbulencia por encima del taladro de extracción, de la manera descrita en el documento EP2751510.

55 Una realización comprende un convertidor de frecuencia configurado para controlar la corriente en el agitador electromagnético y un control del sistema configurado para controlar el convertido de frecuencia.

De acuerdo con una realización, el horno de arco eléctrico está configurado para recibir carga de material metálico desde un lado del horno de arco eléctrico.

60 De acuerdo con una realización, el horno de arco eléctrico está configurado para recibir carga de material metálico desde por encima del horno de arco eléctrico.

De acuerdo con una realización, el horno de arco eléctrico está configurado para recibir carga continua del material metálico.

5 El horno de arco eléctrico puede estar configurado, por ejemplo, para recibir carga continua del material metálico por medio de una cinta transportadora o una corredera. Alternativa o adicionalmente, el horno de arco eléctrico puede estar configurado para recibir carga continua del material metálico desde un taladro en el techo del horno de arco eléctrico. Aquí, el techo o techo del horno, puede estar provisto con una abertura pasante o taladro para permitir la alimentación superior del material metálico dentro del horno de arco eléctrico.

10 De acuerdo con una realización, el horno de arco eléctrico está configurado para recibir carga de cubeta del material metálico a través de un canal.

15 Generalmente, todos los términos utilizados en las reivindicaciones deben interpretarse de acuerdo con su significado ordinario en el campo técnico, a no ser que se define aquí explícitamente otra cosa. Todas las referencias a uno/una/el elemento, aparato, componente, medio, etc. deben interpretarse en sentido amplio con referencia al menos a una instancia del elemento, aparato, componente, medio, etc., a no ser que se establezca explícitamente otra cosa.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

20 Las realizaciones específicas del concepto inventivo se describirán ahora a modo de ejemplo, con referencia a los dibujos que se acompañan, en los que:

25 La figura 1 muestra esquemáticamente una vista superior parcialmente transparente de un horno de arco eléctrico y un agitador electromagnético previsto debajo del horno de arco eléctrico; y

Las figuras 2a-5b muestran esquemáticamente varios ejemplos de conjuntos de horno en una vista superior parcialmente transparente y en sección transversal.

DESCRIPCIÓN DETALLADA

30 El concepto inventivo se describirá ahora más completamente a continuación con referencia a los dibujos que se acompañan, en los que se muestran realizaciones ejemplares. Sin embargo, el concepto inventivo puede estar incorporado en muchas formas diferentes y no debería interpretarse como limitado a las realizaciones mostradas aquí, más bien estas realizaciones se proporcionan a modo de ejemplo, de manera que esta descripción será minuciosa y completa y transferirá el alcance del concepto inventivo a los expertos en la técnica. Los mismos números se refieren a los mismos elementos a través de la descripción.

35 La presente descripción se refiere a un conjunto de horno para un proceso de producción de metal. El proceso de producción de metal puede ser, por ejemplo, un proceso de producción de acero, un proceso de producción de aluminio, o un proceso de producción de plomo.

40 El conjunto de horno comprende un horno de arco eléctrico y un agitador electromagnético configurado para estar dispuesto debajo del horno de arco eléctrico para permitir de esta manera la agitación de metal fundido en el horno de arco eléctrico. El agitador electromagnético puede estar configurado, por ejemplo, para estar montado sobre osciladores del horno de arco eléctrico y configurado para ser girado junto con un sistema de inclinación del horno de arco eléctrico, o el agitador electromagnético puede estar configurado, por ejemplo, para ser montado debajo del horno de arco eléctrico sobre una estructura de soporte separada, por ejemplo sobre un trole, que está configurado para estar estacionario o para girar de forma sincronizada con el fondo del horno de arco eléctrico después de una operación de extracción.

45 El horno de arco eléctrico presentado aquí está configurado para operación de baño plano. Aquí el horno de arco eléctrico está configurado para recibir metal de una manera continua durante un ciclo de extracción-a-extracción. Con esta finalidad, el horno de arco eléctrico está configurado para ser cargado continuamente con metal durante un ciclo de extracción-a-extracción. El conjunto de carga y el horno de arco eléctrico pueden estar configurados, por ejemplo, para un procedimiento/conjunto Consteel®, Quantum®, o EcoArc® o para alimentación continua DRI desde el techo del horno de arco eléctrico. Por lo tanto, el horno de arco eléctrico puede estar configurado, por ejemplo, para ser cargado con material metálico desde el lado del horno de arco eléctrico, en cuyo caso el horno de arco eléctrico está configurado como un horno de cuba. O el horno de arco eléctrico puede estar configurado para ser cargado con material metálico desde el techo. El material metálico o bien puede estar pre-calentado, caliente o frío.

50 La figura 1 muestra esquemáticamente una vista superior parcialmente transparente de un ejemplo de un conjunto de horno 1 para la producción de metal. El conjunto de horno 1 comprende un horno de arco eléctrico 3 que tiene un cuerpo o carcasa de horno configurado para recibir y retener material metálico durante un ciclo de extracción-a-extracción.

El cuerpo o carcasa de horno están configurados, además, para recibir una pluralidad de electrodos dispuestos para ser bajados dentro del cuerpo o carcasa del horno para fundir cualquier material metálico contenido allí.

5 El horno de arco eléctrico 3 comprende un fondo 3a que tiene un taladro de extracción 3b o alternativa o adicionalmente una boquilla 3c, con el fin de permitir la extracción del calor del metal desde el cuerpo o carcasa del horno. En el caso de una variación que incluye un taladro de extracción 3b, el taladro de extracción 3b está dispuesto desviado, o descentrado, con relación al punto central del fondo 3a de la carcasa del horno.

10 El conjunto de horno 1 comprende, además, un agitador electromagnético 5. El fondo 3a del horno de arco eléctrico 3 comprende una ventana no-magnética, debajo de la cual está configurado el agitador electromagnético 5 a instalar. La ventana no-magnética puede comprender, por ejemplo, acero inoxidable austenítico o cualquier otro tipo de material metálico no-magnético.

15 El agitador electromagnético 5 comprende un núcleo magnético y bobinas dispuestas alrededor del núcleo magnético, no mostradas. Las bobinas pueden estar configuradas para estar conectadas a una fase eléctrica respectiva de un suministro de corriente AC, de manera que el agitador electromagnético 5 puede ser alimentado con una corriente AC de baja frecuencia poli-fase. Por lo tanto, las bobinas están configuradas de tal manera que cuando son alimentadas adecuadamente con una corriente AC respectiva, se genera un campo magnético progresivo a lo largo de un eje de
20 la dirección de agitación 9.

En funcionamiento, la corriente AC de baja frecuencia a través de las bobinas genera un campo magnético progresivo, que penetra en el fondo del arco eléctrico y de esta manera genera fuerzas en el metal fundido o colada. Puesto que el campo magnético penetra en toda la profundidad de la colada, la colada fluirá en la misma dirección, a lo largo del
25 eje de dirección de agitación 9, a través de todo el diámetro/anchura del horno de arco eléctrico y hacia abajo a través de toda la profundidad del baño. Después de alcanzar la pared del horno de arco eléctrico, la colada fluirá hacia atrás a lo largo de los lados del horno de arco eléctrico.

Además, en la figura 1 se muestra un plano central 7, que se extiende a través del punto central del fondo 3a y a través del centro del taladro de extracción 3b, o en el caso de una presencia de una boquilla 3c, a través del centro de la boquilla 3c. Este plano es típicamente un plano vertical cuando el conjunto de horno 1 ha sido instalado en un taller de metal o molino de metal, por ejemplo, un laminador de acero o un laminador de aluminio.

30 El agitador electromagnético 5 está configurado para que exista un ángulo α entre el plano central 7 y el eje de dirección de agitación 9 que intersecta el plano central 7. En el ejemplo mostrado en la figura 1, el ángulo α es 90° .

De acuerdo con una variación, el ángulo α entre el plano central 7 y el eje de dirección de agitación 9 puede estar en el rango de 0° a 90° . Por ejemplo, el ángulo α puede ser 0° , o el ángulo α puede ser mayor de 0° , pero menor de 90° . En este último caso, el agitador electromagnético 5 estaría inclinado o dispuesto oblicuamente con respecto al plano central 7. El agitador electromagnético 5 puede estar dispuesto centrado debajo del horno de arco eléctrico con respecto al centro del horno de arco eléctrico, o puede estar dispuesto desviado del centro.

La orientación del agitador electromagnético con relación al plano central 7 puede ser ajustada, o bien manualmente o de una manera automática. Por ejemplo, el conjunto de horno puede comprender un controlador de la posición del agitador electromagnético para controlar la orientación del agitador electromagnético 5 con relación al horno de arco eléctrico 3, y en particular con relación al plano central 7, para ajustar de esta manera el ángulo α . El ángulo α puede ajustarse o controlarse, por ejemplo, en base a la cantidad instantánea de agitación global de la colada necesaria o en base a la necesidad de reducción de la turbulencia por encima del taladro de extracción 3a, en el caso de que el horno de arco eléctrico 3 tenga un taladro de extracción. La orientación del agitador electromagnético 5 puede ser un
50 compromiso entre agitación global óptima y reducción de la turbulencia.

El horno de arco eléctrico 3 tiene también una región de carga de metal 11, que es una región del fondo 3a del cuerpo o carcasa de horno, donde el material metálico cargado continuamente en la carcasa del horno se acumula inicialmente en el horno de arco eléctrico 3. La región de carga de metal 11 puede estar dispuesta descentrada con respecto al
55 centro del fondo 3a, como se muestra en el ejemplo en la figura 1. Alternativamente, la región de carga de metal 11 puede estar dispuesta en el centro o esencialmente en el centro del fondo 3a.

En el caso de que el horno de arco eléctrico esté configurado para ser cargado con material metálico a través del orificio pasante o taladro en el techo del horno, la región de carga de metal 11 no estará típicamente en el fondo del cuerpo carcasa de horno, sino sobre la superficie o menisco de la colada. En este caso, la región de carga de metal puede estar centrada o descentrada en una sección horizontal del horno de arco eléctrico.

60 El agitador electromagnético 5 está dispuesto de manera que la fuerza de agitación creada por el agitador electromagnético 5 está dirigida hacia la zona fría forma por la región de carga de metal 11, o en un ángulo de hasta

90° dependiendo de la orientación del agitador electromagnético 5 con relación al plano central 7. De esta manera, es posible crear un flujo de colada hacia o de retorno desde la región de carga de metal 11 en el horno de arco eléctrico 3, que mejora grandemente la homogeneización de la colada de metal y la temperatura comparada con el uso, o sin el uso, de tapones porosos en combinación con gas. Como se ha indicado anteriormente, el agitador electromagnético 5 puede estar dispuesto centrado debajo del horno de arco eléctrico, o puede estar dispuesto fuera del central. En el último caso, el agitador electromagnético puede estar dispuesto, por ejemplo, debajo del área de carga de metal 11, con el ángulo α en cualquiera de entre 0° y 90° con relación al plano central 7.

El conjunto de horno puede comprender un convertidor de potencia, típicamente un convertidor de frecuencia, no mostrado, configurado para controlar la corriente en las bobinas del agitador electromagnético para controlar de esta manera la agitación del metal fundido o colada contenida en la carcasa del horno. En este caso, el conjunto del horno puede comprender también un sistema de control configurado para controlar el convertidor de frecuencia para controlar de esta manera la corriente en el agitador electromagnético.

Varios ejemplos de un conjunto de horno se mostrarán ahora con referencia a las figuras 2a-5b.

La figura 2a muestra una vista inferior parcialmente transparente de un ejemplo de un conjunto de horno 1 con operación de baño plano. El conjunto de horno 1-1 ejemplificado es alimentado continuamente con material metálico desde el lado de la carcasa de horno por medio de una cinta transportadora 4. El agitador electromagnético 5 está dispuesto debajo del fondo del horno de arco eléctrico 3. El agitador electromagnético 5 mostrado con líneas continuas se ilustra con un ángulo α que tiene 90° con relación al plano central 7 mostrado en la figura 1. El agitador electromagnético 5 se muestra también con otra orientación, con líneas de trazos, donde el ángulo α es 0° con relación al plano central 7. El agitador electromagnético 5 puede estar configurado para estar orientado con cualquier ángulo α entre 0° y 90° o con esencialmente cualquier ángulo α entre 0° y 90°. Por ejemplo, si el agitador electromagnético es accionado con motor, no todos los ángulos son posibles de alcanzar y la orientación real puede ser dependiente de la resolución proporcionada por el controlador de la posición del agitador electromagnético.

En la figura 2b, se muestra una vista de la sección transversal del conjunto 1-1, estando tomada la sección transversal en las líneas A-A en la figura 2a. Aquí, se muestran también los electrodos 13 que están sumergidos en la colada M así como la región de carga de metal 11. De acuerdo con este ejemplo, el material metálico puede ser cargado continuamente en la carcasa o cuerpo del horno por medio de una cinta transportadora 4 que se mueve desde el lado hacia el horno de arco eléctrico 3.

La figura 3a muestra una vista superior parcialmente transparente de otro ejemplo de un conjunto de horno 1 con operación de baño plano. El conjunto de horno 1-2 ejemplificado es alimentado con material metálico desde la parte superior hasta, por ejemplo, una localización descentrada en el horno de arco eléctrico 3, a través de una cuba 15 dispuesta por encima del horno de arco eléctrico 3. El agitador electromagnético 5 puede ser capaz de nuevo de ser orientado dentro de 0° y 90° con relación al plano central 7 mostrado en la figura 1. La figura 3b muestra el conjunto de horno 1-2 a través de la sección transversal tomada en las líneas B-B.

La figura 4a muestra una vista superior parcialmente transparente de otro ejemplo de un conjunto de horno 1 con operación de baño plano. El conjunto de horno 1-3 ejemplificado es alimentado continuamente con material metálico desde un lado a través de una cinta transportadora 4, y se carga también desde la parte superior a través de una cubeta 15 dispuesta por encima del horno de arco eléctrico 3. La alimentación puede proporcionarse alternativamente por medio de la cinta transportadora y la cubeta, o simultáneamente. En este ejemplo, el horno de arco eléctrico tiene una boquilla para extraer la colada, pero podría proveerse alternativamente con un taladro de extracción.

El agitador electromagnético 5 puede estar configurado también en este caso para estar orientado dentro de 0° y 90° con relación al plano central 7 mostrado en la figura 1. La figura 4b muestra el conjunto de horno 1-3 a través de la sección transversal tomada en las líneas C-C.

La figura 5a muestra una vista superior parcialmente transparente de otro ejemplo de un conjunto de horno 1 con operación de baño plano. El conjunto de horno 1-4 ejemplificado es alimentado continuamente con material metálico desde por encima el horno de arco metálico 3 por medio de una cinta transportadora o corredera. El techo del horno de arco eléctrico 3 está provisto con un orificio pasante 16, es decir, un taladro de alimentación, por ejemplo, el "5° taladro", para alimentar material metálico dentro del horno de arco voltaico 3 por medio de una cinta transportadora o la corredera. El material metálico puede comprender o ser, por ejemplo, hierro reducido directo.

El agitador electromagnético 5, como se ha descrito anteriormente, puede ser capaz de ser orientado dentro de 0° y 90° con relación al plano central 7 mostrado en la figura 1. La figura 5b muestra el conjunto de horno 1-3 a través de la sección transversal tomada en las líneas D-D.

El material metálico utilizado para la alimentación continua puede ser, por ejemplo, chatarra, aleaciones de hierro, hierro reducido directo, hierro en briqueta caliente, arrabio, metal caliente, o mezcla de materiales y óxidos metálicos.

El concepto inventivo ha sido descrito principalmente arriba con referencia a algunos ejemplos. Sin embargo, como se apreciará fácilmente por un experto en la técnica, otras realizaciones que las descritas anteriormente son igualmente posibles dentro del alcance del concepto inventivo, como se define por las reivindicaciones anexas.

REIVINDICACIONES

1. Un conjunto de horno (1; 1-1; 1-2; 1-3; 1-4) para un proceso de producción de metal, que comprende:
 - 5 un horno de arco eléctrico (3) configurado para operación de baño plano y que tiene un fondo (3a), y un agitador electromagnético (5) con figurado para estar dispuesto debajo el fondo (3a) del horno de arco eléctrico (3) para activar la agitación del metal fundido (M) en el horno de arco eléctrico (3), en donde una región de carga de metal (11) está localizada descentrada con respecto a un punto central del fondo (3a) del horno de arco eléctrico (3), y
 - 10 en donde el agitador electromagnético (5) comprende bobinas configuradas para generar una onda magnética progresiva en una primera dirección a lo largo de un eje de dirección de agitación, en donde el agitador electromagnético (5) está configurado para estar dispuesto con relación a un plano central (7) que se extiende a través del centro del horno de arco eléctrico (3) y a través de un taladro de extracción (3b) o tobera (3b) del horno de arco eléctrico (3), de tal manera que el eje de dirección de agitación está en un ángulo (α) con
 - 15 relación al plano central (7), en donde el eje de dirección de agitación intersecta el plano central.
2. El conjunto de horno (1; 1-1; 1-2; 1-3; 1-4) según la reivindicación 1, en donde el ángulo (α) es 90°.
3. El conjunto de horno (1; 1-1; 1-2; 1-3; 1-4) según la reivindicación 1, en donde el ángulo (α) es mayor de 0° y menor de 90°.
4. El conjunto de horno (1) según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde el agitador electromagnético (5) está dispuesto centrado debajo del horno de arco eléctrico (3).
5. El conjunto de horno (1) según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde el agitador electromagnético (5) está dispuesto descentrado debajo del horno de arco eléctrico.
6. El conjunto de horno (1; 1-1; 1-2; 1-3; 1-4) según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, que comprende un controlador de la posición del agitador electromagnético configurado para controlar la orientación del agitador electromagnético (5) con relación al horno de arco eléctrico (3) para ajustar de esta manera el ángulo (α).
7. El conjunto de horno (1; 1-1; 1-2; 1-3; 1-4) según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, que comprende un convertidor de frecuencia configurado para controlar la corriente en el agitador electromagnético (5), y un sistema de control configurado para controlar el convertidor de frecuencia.
8. El conjunto de horno (1; 1-1; 1-3) según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde el horno de arco eléctrico está configurado para recibir carga de material metálico desde un lado del horno de arco eléctrico.
9. El conjunto de horno (1; 1-2; 1-3; 1-4) según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde el horno de arco eléctrico está configurado para recibir carga de material metálico desde arriba del horno de arco eléctrico.
10. El conjunto de horno (1; 1-1; 1-3; 1-4) según las reivindicaciones 8 o 9, en donde el horno de arco eléctrico está configurado para recibir continuamente carga de material metálico.
11. El conjunto de horno (1; 1-2; 1-3) según las reivindicaciones 8 o 9, en donde el horno de arco eléctrico está configurado para recibir carga de cubeta de material metálico a través de un canal.

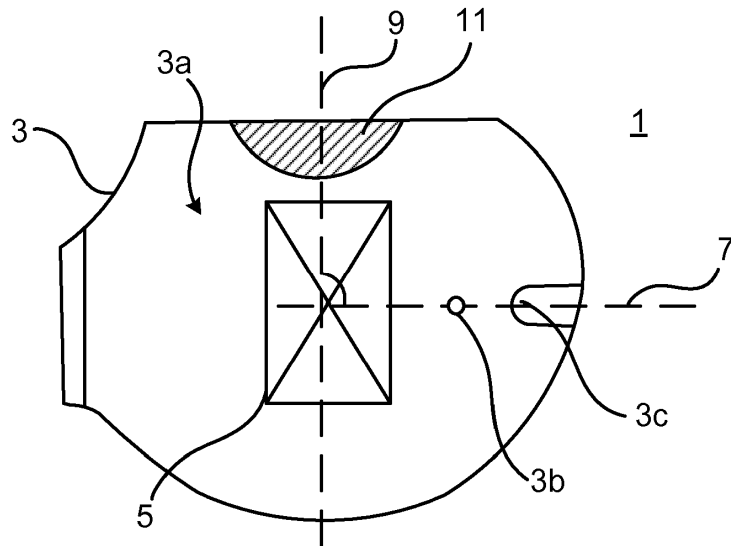


Fig. 1

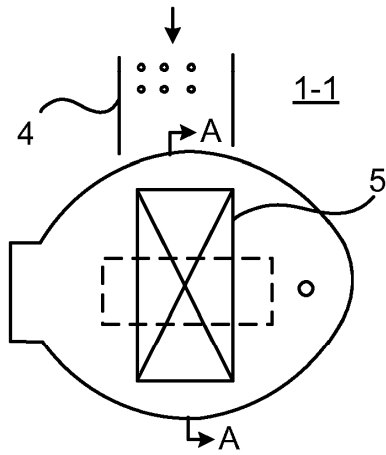


Fig. 2a

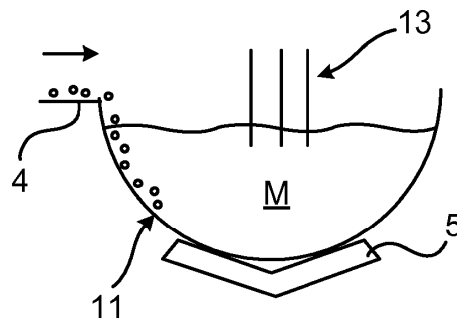


Fig. 2b

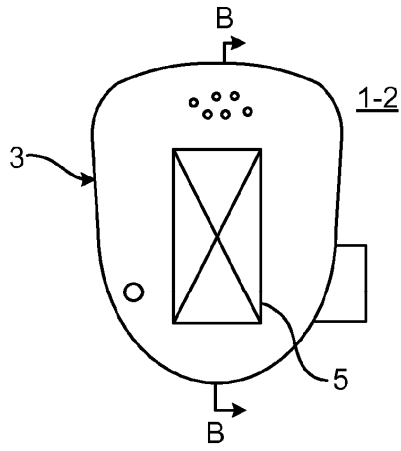


Fig. 3a

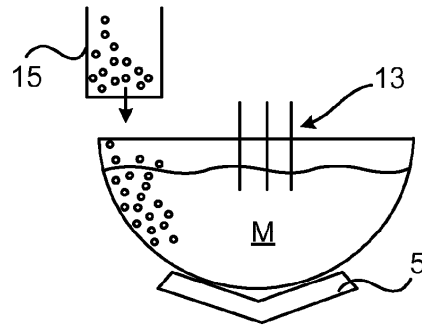


Fig. 3b

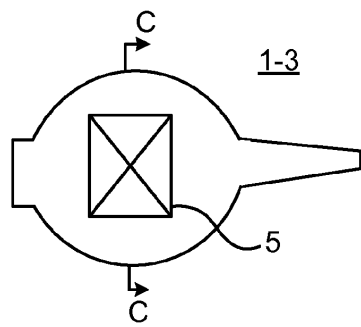


Fig. 4a

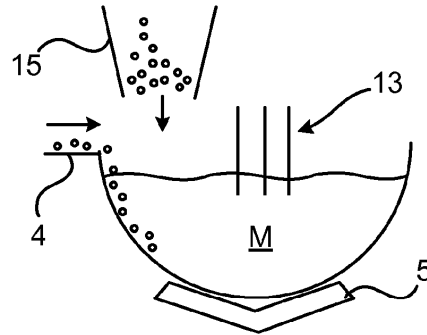


Fig. 4b

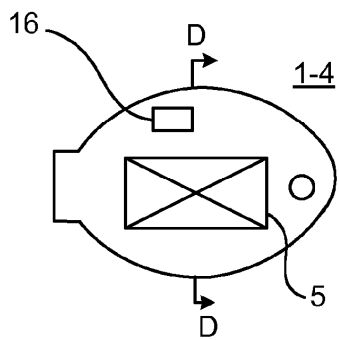


Fig. 5a

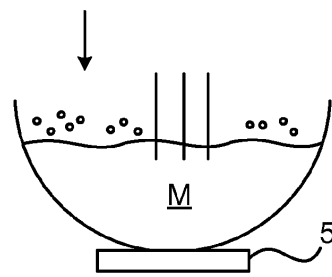


Fig. 5b