

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 545 133**

51 Int. Cl.:

G01N 21/31 (2006.01)

G01N 21/69 (2006.01)

F27B 3/28 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **28.02.2012** **E 12712924 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **13.05.2015** **EP 2686665**

54 Título: **Método para determinar un parámetro de funcionamiento y/o un parámetro de material en un horno eléctrico de arco, y horno eléctrico de arco**

30 Prioridad:

16.03.2011 DE 102011014090

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

08.09.2015

73 Titular/es:

GEORGSMARIENHÜTTE GMBH (100.0%)
Neue Hüttenstrasse 1
49124 Georgsmarienhütte, DE

72 Inventor/es:

KRÜGER, KLAUS;
GALOCKIN, ANDREY;
DETTMER, BERND;
LEHMKUHL, ANDREAS y
SCHLINGE, LUDGER

74 Agente/Representante:

COBO DE LA TORRE, María Victoria

ES 2 545 133 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 determinar un parámetro de funcionamiento y/ o un parámetro de material en un horno eléctrico de arco, y horno eléctrico de arco

(0001) La invención hace referencia a un método para determinar un parámetro de funcionamiento y/ o un parámetro de material en un horno eléctrico de arco, en el que un material fundido que se encuentra en un recipiente inferior, especialmente acero, se calienta con al menos un arco eléctrico, y al menos un arco eléctrico arde entre al menos un electrodo y el material fundido, y mediante al menos un dispositivo de detección se detecta la luz de al menos un arco eléctrico y/ o la luz del material fundido, y la luz se transmite por un sistema óptico, especialmente mediante al menos un guíaondas de luz, a al menos un espectrómetro y en el mismo se detecta y/ o se analiza para determinar el parámetro de funcionamiento y/ ó de material. Además, la invención hace referencia a un horno eléctrico de arco.

(0002) Hornos eléctricos de arco de este tipo, así como métodos para su funcionamiento son conocidos por el estado de la técnica suficientemente. El documento GB 867 973 A manifiesta una solución semejante. Una configuración similar se conoce del documento US 6 596 995 B1.

(0003) Los hornos eléctricos de arco puede n estar configurados como horno de corriente continua con un electrodo de fusión y un electrodo de fondo o como horno de corriente alterna con tres electrodos de fusión. Para mantener una longitud de arco eléctrica definida se usa un regulador de electrodos. El recipiente de horno comprende un recipiente inferior de ladrillo o compactado de material resistente al fuego, así como un recipiente superior dispuesto con elementos de refrigeración y una tapa giratoria. En el recipiente superior, están previstos a menudo quemadores auxiliares (funcionamiento con gas natural y oxígeno). Con la tapa girada pueden cargarse chatarra y aditivos en el horno. La colada del acero fundido se lleva a cabo en una caldera. La escoria puede dejarse en un cubo de escoria.

(0004) Durante el funcionamiento del horno eléctrico de arco hay que tener en cuenta diversas cuestiones, para garantizar una transformación del acero de alta calidad, así como posibilitar una producción económica.

(0005) Un arco eléctrico que arde libremente, es decir, un arco eléctrico no recubierto de chatarra o escoria espumosa, lleva a un desgaste mayor del recipiente del horno y a altas pérdidas de energía en el panel refrigerado por agua. Una ayuda probada consiste en revestir el arco eléctrico de escoria espumosa, para así proteger las paredes del recipiente del horno de la radiación del arco eléctrico. Adicionalmente, las aglomeraciones de escoria en las paredes reducen las pérdidas térmicas, así como la carga térmica del recipiente del horno.

(0006) Es conocido es evaluar el grado de la protección del arco eléctrico en base a las temperaturas de retorno, o bien, en base a la diferencia entre temperaturas de retorno y de salida del panel refrigerado por agua. Si la temperatura sube rápidamente, la causa para ello suele ser un arco eléctrico que arde libremente. Es problemático y desventajoso que la temperatura de retorno del agua fría suba al principio con retraso de tiempo, después de que las aglomeraciones de escoria se hayan fundido, habida cuenta que éstas tienen un efecto de aislamiento del calor.

(0007) La consecuencia es un retraso del tiempo de reacción de hasta 3 minutos, lo cual conlleva pérdidas de energía mayores y un desgaste de las paredes del recipiente.

(0008) Para solucionar este problema, es conocido valorar el sonido aéreo y del sonido propagado por estructuras sólidas, y de ello sacar conclusiones. La desventaja de la valoración del sonido aéreo es, en efecto, que en base a las señales no se puede evaluar qué partes de la pared del recipiente no están protegidas, ya que el recipiente del horno produce un campo sonoro difuso. La información sobre la distribución espacial de la carga de calor sería relevante especialmente en hornos eléctricos de arco de corriente trifásica, habida cuenta que aquí puede regularse la potencia de cada uno de los tres arcos eléctricos individualmente. Además, el sonido aéreo y el sonido propagado por estructuras sólidas representan indicadores, que de un modo complejo, dependen de multitud de parámetros de funcionamiento, por ejemplo, de la consistencia del género de la escoria. Con ello, especialmente respecto a la protección mediante la chatarra, no hay ninguna señal fiable.

(0009) Otra cuestión hace referencia a la temperatura del baño de acero. Al final de la carga, éste debe estar lo suficientemente alto, para que el acero bruto líquido, después de la adición de elementos de aleación y al hacer colada en la caldera, no se solidifique.

(0010) Mediante una medición de temperatura tiene que garantizarse también, que la chatarra cargada sea fundida completamente. Por otro lado, el gasto de energía, el tiempo de continuidad de corriente y, con ello, la secuencia de tiempo de colada deben ser lo menor posible. Por ello, la temperatura del baño de acero no debe ajustarse más alta de lo necesario. Además, una temperatura demasiado alta conlleva un mayor desgaste refractario y puede ocasionar tiempos de espera para la refrigeración del baño de acero.

(0011) Es conocido, medir la temperatura, mientras que a través de la puerta abierta de la escoria del horno se sumerge un manguito de medición con un termoelemento de un sentido en el baño de acero; esto se lleva a cabo manualmente o con ayuda de un manipulador de lanza. La señal eléctrica del termoelemento es proporcional a la temperatura del acero líquido.

(0012) Este método de medición tiene distintas desventajas. Por un lado, se introduce a través de la puerta abierta de la escoria, aire del ambiente frío (llamado: aire indebido) en el interior del horno. Esto conlleva pérdidas de energía y un aumento del contenido en nitrógeno en la atmósfera del horno. Además, cada medición de temperatura manual representa un riesgo en la seguridad del personal usuario, pues el mismo tiene que trabajar en la directa cercanía del horno. Finalmente, esta medición de temperatura ocasiona costes altos de funcionamiento, ya que para cada medición es necesario un nuevo manguito de medición y un nuevo termoelemento. Además se añade, que una toma de muestras se lleva a cabo de modo muy puntual y con ello es representativo solo de manera limitada.

(0013) Una tercera cuestión hace referencia a la calidad del acero fabricado. La calidad y la clase del acero bruto se determinan esencialmente mediante el contenido en carbono, las concentraciones de elementos de aleación (por ejemplo, níquel y cromo) y los elementos acompañantes indeseados (por ejemplo, fósforo y azufre). Por ello es necesario medir la composición química del baño de acero, para influenciarlo adecuadamente mediante la adición de formadores de escoria, oxígeno, carbón fino y elementos de aleación.

(0014) La solución usada hasta ahora para la determinación de la composición del acero consiste en extraer una prueba del baño de acero líquido mediante un manguito de medición, lo cual puede llevarse a cabo con la medición de temperatura mencionada más arriba. Esta prueba es enfriada, pulida y, a continuación, examinada mediante el método de fluorescencia de rayos X en el laboratorio.

(0015) Habida cuenta que la cantidad de la prueba solo consiste en una parte de la cantidad total, es posible una gran divergencia del promedio de la carga.

(0016) Por otro lado, la distribución espacial de la composición química en el recipiente del horno es, según el momento de la toma de muestra, más o menos inhomogénea.

(0017) En hornos de potencia ultraelevada se prevé una toma de muestras tan pronto como sea posible, aunque no se haya fundido aun todo el insumo. El momento debe ser elegido de tal modo que ya se haya alcanzado, por ejemplo, el 80% del grado de fusión. Cuando ya se ha disuelto todo, la masa fundida se calienta rápidamente a causa de la alta potencia del transformador y se consigue la temperatura de colada planeada, antes de que el análisis llegue.

(0018) La escoria, para espumar, debe presentar cierta proporción de FeO. El resultado del análisis de escoria para la prueba del metal llega inconvenientemente casi siempre después del final de la fusión y por ello ya no puede usarse en línea.

(0019) Según esto, resulta que en hornos eléctricos de arco conocidos previamente, la determinación de la protección del arco eléctrico, de la temperatura del baño de acero, o bien, de la composición química del baño de acero y de la escoria (aquí denominado, en general, como parámetro de funcionamiento o de material), por las causas mencionadas, puede ser problemática o estar unida a las mencionadas desventajas.

(0020) La invención tiene por ello el objetivo de crear un método conforme al género para la determinación de un parámetro de funcionamiento o de material, especialmente de la protección del arco eléctrico, de la temperatura del baño de acero y de la composición química del baño de acero y la escoria, que no presente las desventajas mencionadas. Según esto, debe ser posible, de un modo económico, sencillo, rápido y exacto, determinar el parámetro que se trata. Para ello, debe proponerse un método correspondiente, así como un horno eléctrico de arco, con los que esto sea posible.

(0021) El cumplimiento de este objetivo mediante la invención está caracterizado conforme al método de forma que dos dispositivos ópticos de detección se usen, que transmiten a través de respectivos guíaondas de luz la luz captada (zona UV, VIS e IR) a dos espectrómetros, y uno de los dispositivos de detección ópticos detecta la luz del arco eléctrico y el otro dispositivo de detección óptico detecta la luz del material fundido (acero o/y escoria), y ambos dispositivos de detección ópticos se colocan en una carcasa, que se dispone en una zona de pared del recipiente inferior y que está dirigido hacia el interior del horno eléctrico de arco, y ambos espectrómetros se sitúan en un espacio de recepción, que se dispone junto a, ó en la zona de la pared del recipiente inferior.

(0022) Para ello es posible analizar en el espectrómetro la luz detectada y transmitir los datos a un ordenador, que entonces lleva a cabo las valoraciones necesarias para la determinación del parámetro de funcionamiento y/o de material.

(0023) Para la luz procedente del arco eléctrico puede realizarse un análisis del espectro de radiación, para determinar el grado de protección del arco eléctrico.

(0024) Para la luz procedente del arco eléctrico, o bien, de la atmósfera del plasma del arco eléctrico puede realizarse un análisis espectroscópico, para determinar la composición del material fundido.

(0025) Para la luz procedente del material fundido puede realizarse un análisis del espectro de radiación, para determinar la temperatura del material fundido. El planteamiento es aquí la ley de radiación Planck, para determinar la temperatura.

(0026) El horno eléctrico de arco propuesto conforme a la invención se caracteriza por que se disponen dos dispositivos de detección ópticos, que están unidos con dos espectrómetros a través de respectivos guíaondas de luz, y un dispositivo de detección óptico está conformado y dispuesto para la detección de la luz del arco eléctrico y el otro dispositivo de detección óptico está conformado y dispuesto para la detección de la luz del material fundido, y ambos dispositivos de detección ópticos están dispuestos en una carcasa, que está dispuesta en una zona de pared del recipiente inferior y que está dirigido hacia el interior del horno eléctrico de arco, y ambos espectrómetros están dispuestos en un espacio de recepción, que en está dispuesto junto a, ó en la zona de pared del recipiente inferior.

(0027) Para mantener el sistema óptico libre de polvo y protegerlo de salpicaduras de escoria, una configuración complementaria prevé que la carcasa esté provista de medios para la conducción de un gas, especialmente de aire a presión. Con ello, el sistema óptico (especialmente las lentes del mismo) puede ser liberado por soplado si es necesario.

(0028) Para mantener la carga térmica al mínimo, puede preverse que el espacio de recepción esté provisto de medios para conducir y evacuar un medio de refrigeración, especialmente de agua.

(0029) La invención propone así un sistema de medida basado en fotos, con cuya ayuda el proceso de la creación de acero eléctrico en un horno eléctrico de arco pueda ser mejorado notablemente respecto a la eficiencia de energía y material.

(0030) Como se ha descrito, el sistema tiene preferiblemente dos espectrómetros ópticos, que detectan el interior del horno del horno eléctrico de arco mediante un guíaondas de luz (LWL) y las lentes unidas al mismo. El guíaondas de luz puede estar montado, por ejemplo, en un módulo quemador. Un guíaondas de luz está dirigido hacia el arco eléctrico, y se usa para detectar la protección de arco eléctrico y la composición química del acero bruto y de la escoria. El otro guíaondas de luz apunta hacia el baño de acero, o bien, hacia la escoria y detecta su o sus temperaturas.

(0031) El ángulo de inclinación del guíaondas puede ser ajustado de forma variable. Los espectrómetros se montan en una caja refrigerada por agua en la pared del horno y están unidos con un ordenador con monitor de control. Mediante un algoritmo (ver abajo) se valoran las señales del espectrómetro; a partir de ahí se calculan la temperatura del baño de acero, la composición química del acero bruto, o bien, de la escoria y el grado de la protección del arco eléctrico.

(0032) Es muy ventajoso, que el sistema de medición trabaje de forma basada en fotos, y que se use al mismo tiempo para los tres parámetros. Además es ventajoso que los tres parámetros pueden ser detectados de forma continua, o sea, durante toda la secuencia de tiempo de colada. Esto representa una diferencia esencial con respecto a los métodos conocidos, en los que sólo es posible medir pocas veces por carga.

(0033) Otra ventaja de la propuesta conforme a la invención es que los valores medidos pueden ser calculados de forma continua y así puede identificarse tempranamente un arco eléctrico que arde libremente. Así los usuarios del horno pueden reaccionar a tiempo para, por ejemplo, insuflar carbón o reducir la potencia del arco eléctrico. Así, se protegen las aglomeraciones de escoria en la pared del recipiente; el desgaste del recipiente y la pérdida de energía descenden en el panel. Además, una segunda cesta y, dado el caso, otras cestas pueden ser cargadas lo suficientemente pronto, lo cual reduce la secuencia de tiempo de colada y así aumenta la productividad.

(0034) Con ello, también se hace posible ajustar inmediatamente la conducción de energía, tan pronto como se alcance la temperatura de colada deseada. Habida cuenta que la medición se efectúa sin contacto, no se necesitan manguitos de medición y los costes de funcionamiento descenden correspondientemente. Finalmente, en este procedimiento propuesto, no surgen pérdidas de energía, ni aire indebido, en el interior del horno.

(0035) Además es ventajoso, que el sistema desarrollado trabaje sin contacto, es decir, sin mantenimiento y sin desgaste. De modo beneficioso, no surgen altos costes de funcionamiento, como por ejemplo, para manguitos de medición o termoelementos de un sentido.

(0036) Además es ventajoso, que los usuarios del horno no tienen que esperar a la valoración de la prueba, sino que pueden reaccionar directamente. Además no se insuflan ya carbón ni oxígeno, tan pronto como se alcance la composición deseada, lo cual conlleva una mayor eficiencia de material.

(0037) La invención pone a disposición muy ventajosamente un análisis in-situ del acero bruto, que supera las desventajas que había hasta ahora en el estado de la técnica.

(0038) En los dibujos se representa un ejemplo de ejecución de la invención. Muestran:

Fig. 1 esquemáticamente una parte del horno eléctrico de arco en corte,

Fig. 2 un espectro de ejemplo de acero con líneas de emisión atómicas para manganeso, estando esbozada la intensidad en la longitud de onda,

Fig. 3 la subida de la altura relativa de la línea de manganeso durante el aumento por etapas del contenido de manganeso en el baño de acero, estando esbozada la intensidad relativa en el tiempo,

Fig. 4 una curva de calibrado para manganeso, estando esbozada la intensidad relativa en el contenido de manganeso porcentual, y

Fig. 5 un diagrama de flujo de un algoritmo para la determinación de la temperatura del baño de acero, de la protección del arco eléctrico y de la composición química del acero bruto.

(0039) En la Fig. 1 se dibuja esquemáticamente un horno eléctrico de arco (1). El mismo tiene un recipiente inferior (2) de ladrillo, en el cual se puede recibir el material fundido (3), especialmente en forma de acero (cubierto por una capa de escoria). Un electrodo (5) está dispuesto por encima del nivel del material fundido (3). Como es conocido mediante la disposición de un potencial entre el electrodo (5) y el material (3) se crea un arco eléctrico (4), que causa el proceso de fundición del material (3). Por ejemplo, el diámetro del electrodo es de aprox. 70 cm; la altura del electrodo sobre el baño de acero es de una dimensión similar.

(0040) Es esencial que estén presentes dos dispositivos de detección (6 y 7) ópticos por encima del nivel del baño en una carcasa (12), que está dispuesta en una zona de pared (14) del horno. Aquí se trata de dispositivos, que contienen una lente óptica, con la que es posible detectar luz – por un lado del arco eléctrico (4) y por otro lado del material fundido (3), y dado el caso, concentrarlas. Esta luz se transmite a través de respectivos guíaondas de luz (8 y 9) a dos espectrómetros (10 y 11). Los espectrómetros (10, 11) están unidos con un USB Extender (18), del que se transmiten a través de un cable (19) (cable Ethernet, longitud en la dimensión de 100 m) señales a un dispositivo de captación de datos (20) (por ejemplo, ordenador) a un monitor de control.

(0041) Para que el sistema óptico de los dispositivos de detección (6, 7) se mantenga limpio y libre, está previsto un conducto de aire comprimido (13) con el que es posible, soplar el sistema óptico si fuera necesario. Los guíaondas de luz (8, 9) están montados exclusivamente en un modulo quemador enfriado por agua. Allí dominan a menudo temperaturas de máximo 60° C, lo cual no es crítico para los guíaondas de luz. Mediante el soplado de aire comprimido (o también de nitrógeno), el sistema óptico no solo se mantiene libre, sino también refrigerado.

(0042) Los espectrómetros (10, 11) están contenidos en un espacio de recepción (15). El espacio de recepción (15) está unido con un conducto de entrada (16) y con un conducto de salida (17) para el agua fría. Con ello, los espectrómetros (10, 11) pueden ser enfriados, de forma que no se dañan mediante la carga térmica del horno (1).

(0043) El sistema descrito calcula la protección del arco eléctrico mediante el análisis del espectro de radiación del arco eléctrico. El algoritmo correspondiente (ver abajo) utiliza, entre otros, la intensidad medida, el tiempo de integración y el histograma de la longitud de onda y la temperatura de color (o bien, temperatura del cuerpo negro). Habida cuenta que el dispositivo de detección óptico detecta una posición o región específica del horno, el algoritmo calcula la protección del arco eléctrico especialmente para este lado. Si se usan varios dispositivos de detección ópticos, puede determinarse la distribución espacial de la protección.

(0044) El sistema descrito puede determinar además la temperatura al momento y de forma continua mediante el análisis del espectro de radiación del baño de acero. Si los valores medidos de la potencia activa actual y de la posición de electrodos vertical se tienen en cuenta, aumenta adicionalmente la exactitud del método.

(0045) El método propuesto posibilita además que, mediante el análisis espectroscópico de la atmosfera del plasma del arco eléctrico, se calcule de forma continua la composición química y sacar el promedio a lo largo del tiempo. Así se pueden compensar las inhomogeneidades. Por otro lado, la composición del baño de acero y de la escoria es conocida en cualquier momento y puede ser predicha, dado el caso, de forma que el usuario del horno puede reaccionar a tiempo.

(0046) La composición química del acero bruto, o sea, la proporción del peso de semejantes elementos químicos, como manganeso, cromo, níquel y cobre, puede ser determinada con el método de la línea relativa. La altura relativa de una línea de emisión específica del elemento, atómica, es proporcional a la concentración del elemento respectivo, referido a una línea de emisión contigua del hierro. Esto se ilustra en la Fig. 2 y en Fig. 3. Como se puede ver en la Fig. 2, la concentración de un elemento es proporcional a la altura relativa de sus líneas de emisión. En la Fig. 2 se observa el espectro con líneas de emisión atómicas, que se usan para el análisis de manganeso. En la Fig. 3 se observa, que en un aumento por etapas del contenido de manganeso del baño de acero, sube la altura relativa de la línea de manganeso proporcionalmente.

(0047) Si se miden pruebas de composiciones conocidas, se pueden realizar partiendo de ello, curvas de calibrado específicas del elemento, con los cuales la composición de pruebas desconocidas puede ser determinada. Esto está ilustrado en la Fig. 4. La curva de calibrado (K) aquí dibujada se deriva de los puntos de medición (P) individuales. En el ejemplo se usan las siguientes líneas de emisión: Mn: 323,1 nm, Fe: 322,2 nm.

(0048) Semejantes curvas de calibrado se realizan para cada uno de los elementos químicos investigados y pueden aplicarse entonces en la determinación de la composición química del baño.

(0049) En la Fig. 5 se representa un flujo de diagrama, que indica el algoritmo, con el que partiendo de la luz medida, por un lado, del arco eléctrico y por otro lado, del baño (es decir, partiendo de datos primarios de ambos espectrómetros) se puede llevar a cabo la protección del arco eléctrico, la temperatura del baño y la composición del acero bruto.

(0050) Los datos primarios de ambos espectrómetros (10 y 11) representan los valores de entrada para el algoritmo. Después de la evaluación de la utilidad de los datos se lleva a cabo una retirada del espectro oscuro, un calibrado radiométrico y una repartición a través del tiempo de integración, que lleva a la intensidad específica de radiación. Estos datos se dividen en picos y radiaciones de Planck.

(0051) A partir de los picos se evalúan, después de otra evaluación de utilidad, los valores según el método de línea relativa, para determinar la composición del acero bruto (ver arriba).

(0052) Mediante la radiación de Planck puede determinarse - siempre que se mantenga una banda de tolerancia de error - por un lado la temperatura de la carga fundida, lo cual es posible a causa de la temperatura determinada del cuerpo negro. Por otro lado, también es posible con estos datos, determinar la protección de arco eléctrico. Dos espectrómetros han demostrado servir en el procedimiento descrito. Sin embargo, pueden emplearse fundamentalmente más espectrómetros, para conseguir una calidad de medida mayor, por ejemplo, también para determinar la distribución espacial de la protección del arco eléctrico.

Lista de referencia de los signos

(0053)

- | | |
|--------|--|
| 1 | Horno eléctrico de arco |
| 2 | Recipiente inferior |
| 3 | Material fundido |
| 4 | Arco eléctrico |
| 5 | Electrodo |
| 6 | Dispositivo de detección óptico |
| 7 | Dispositivo de detección óptico |
| 8 | Guíaondas de luz (sistema óptico) |
| 9 | Guíaondas de luz (sistema óptico) |
| 10 | Espectrómetro |
| 11 | Espectrómetro |
| 12 | Carcasa |
| 13 | Medio de conducción de un gas (conducto de aire comprimido) |
| 14 | Zona de la pared |
| 15 | Espacio de recepción |
| 16, 17 | Medio para la conducción o extracción de un medio de refrigeración |
| 16 | Conducto de entrada |
| 17 | Conducto de salida |
| 18 | USB Extender |
| 19 | Cable |
| 20 | Dispositivo de captación de datos (ordenador) |

REIVINDICACIONES

1ª.- Método para determinar un parámetro de funcionamiento y/o un parámetro de material en un horno eléctrico de arco (1), en el que un material fundido (3) que se encuentra en un recipiente inferior (2), especialmente acero, se calienta con al menos un arco eléctrico (4), y al menos un arco eléctrico (4) arde entre al menos un electrodo (5) y el material fundido (3), y mediante al menos un dispositivo de detección óptico (6, 7) se detecta la luz de al menos un arco eléctrico (4) y/o la luz del material fundido (3), y la luz se transmite por un sistema óptico, especialmente mediante al menos un guíaondas de luz (8, 9), a al menos un espectrómetro (10, 11) y en el mismo se detecta y/o se analiza para determinar el parámetro de funcionamiento y/o de material, se caracteriza por que se usan dos dispositivos de detección ópticos (6, 7), que transmiten la luz captada a través de un guíaondas de luz (8, 9) a dos espectrómetros (10, 11), y un dispositivo de detección óptico (6) detecta la luz del arco eléctrico (4) y el otro dispositivo de detección óptico (7) detecta la luz del material fundido (3), y ambos dispositivos de detección ópticos (6, 7) se sitúan en una carcasa (12), que está dispuesta en una zona de pared (14) del recipiente inferior (2) y está dirigido hacia el interior del horno eléctrico de arco (1), y ambos espectrómetros (10, 11) están situados en un espacio de recepción (15), que se dispone junto a, ó en la zona de pared (14) del recipiente inferior (2).

2ª.- Método según la reivindicación 1ª, que se caracteriza por que se realiza un análisis del espectro de radiación para la luz procedente del arco eléctrico (4) para determinar el grado de la protección del arco eléctrico.

3ª.- Método según la reivindicación 1ª, que se caracteriza por que se realiza un análisis espectroscópico para la luz procedente del arco eléctrico (4), o bien, de la atmósfera del plasma del arco eléctrico, para determinar la composición del material fundido (3).

4ª.- Método según la reivindicación 1ª, que se caracteriza por que se realiza un análisis del espectro de radiación para de la luz procedente del material fundido (3), para determinar la temperatura del material fundido (3).

5ª.- Horno eléctrico de arco (1) con un recipiente inferior (2) para la recepción de material fundido (3) y al menos un electrodo (5), en el que se puede calentar el materia fundido (3) mediante al menos un arco eléctrico (4) entre el electrodo (5) y el material fundido (3), y por encima del material fundido (3) hay dispuesto al menos un dispositivo de detección óptico (6, 7) que está configurado para la detección de luz del al menos un arco eléctrico (4) y/o de luz del material fundido (3), y además hay dispuesto al menos un espectrómetro (10, 11), que está configurado para la detección de un parámetro de funcionamiento y/o de material, y el al menos un dispositivo de detección óptico (6, 7) y el al menos un espectrómetro (10, 11) están unidos mediante un sistema óptico, especialmente para la realización del método según una de las reivindicaciones 1ª hasta 4ª, que se caracteriza por que se disponen dos dispositivos de detección ópticos (6, 7), que están unidos mediante respectivos guíaondas de luz (8, 9) con dos espectrómetros (10, 11), y hay configurado y dispuesto un dispositivo de detección óptico (6) para la detección de la luz del arco eléctrico (4), y hay configurado y dispuesto un dispositivo de detección óptico (7) para la detección de la luz del material fundido (3), y ambos dispositivos de detección ópticos (6, 7) están dispuestos en una carcasa (12), que está dispuesta en una zona de pared (14) del recipiente inferior (2) y que está dirigida hacia el interior del horno eléctrico de arco (1), y ambos espectrómetros (10, 11) están dispuestos en un espacio de recepción (15), que está dispuesto junto a, o en la zona de pared (14) del recipiente inferior (2).

6ª.- Horno eléctrico de arco según la reivindicación 5ª, que se caracteriza por que la carcasa (12) está provista de medios (13) para la conducción de un gas, especialmente de aire comprimido.

7ª.- Horno eléctrico de arco según la reivindicación 5ª, que se caracteriza por que el espacio de recepción (15) está provisto de medios (16, 17) para la conducción de entrada y salida de un medio de refrigeración, especialmente de agua.

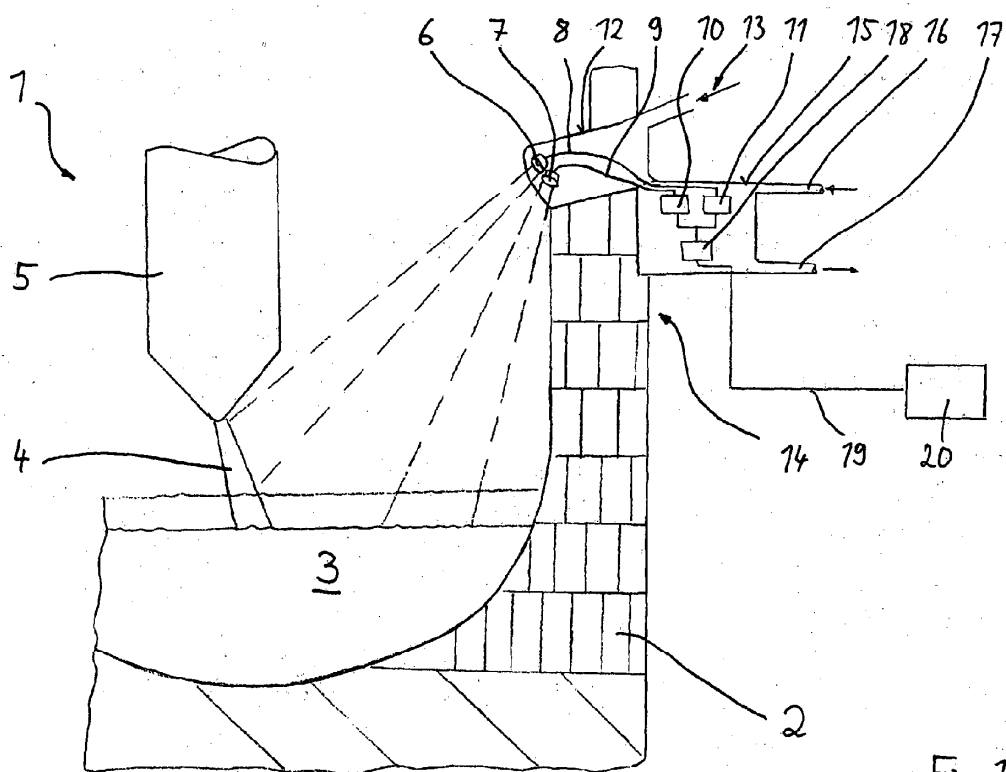


Fig. 1

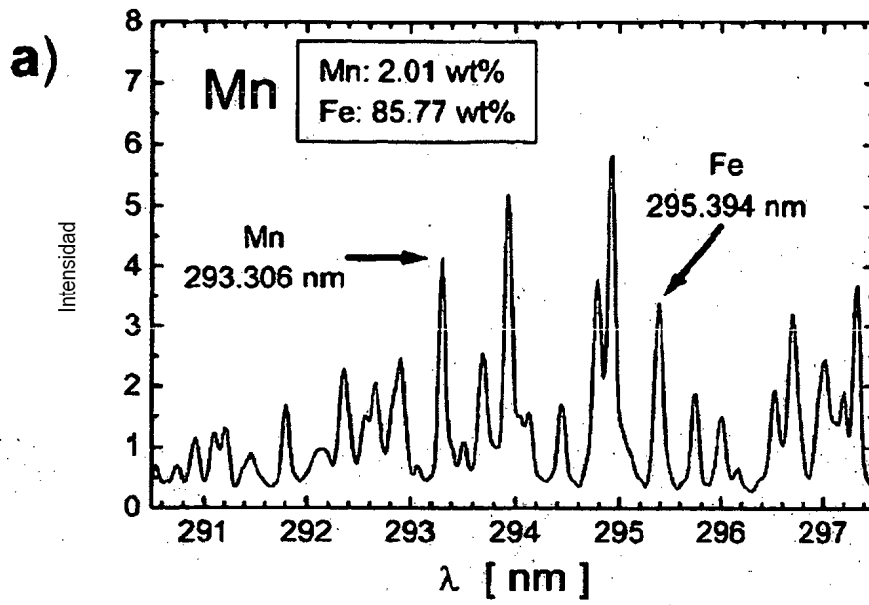


Fig. 2

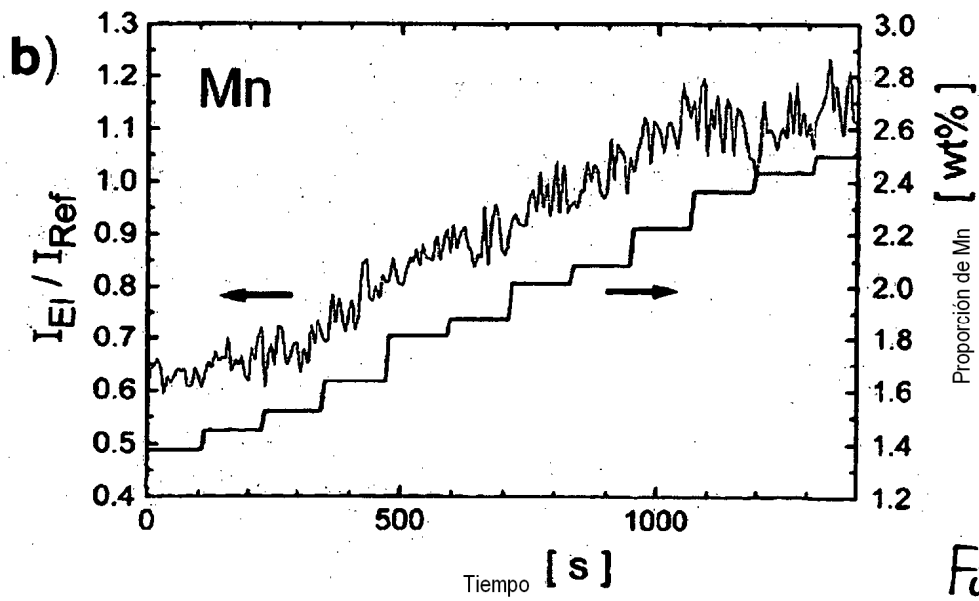


Fig. 3

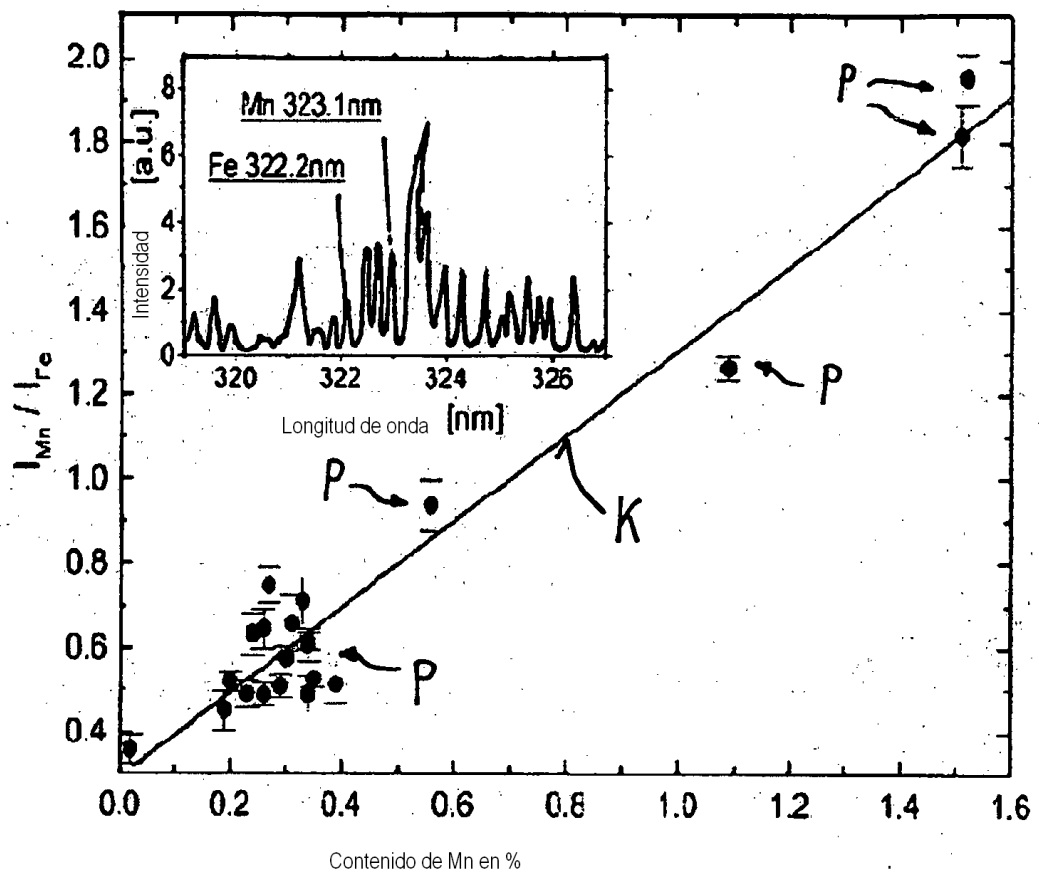


Fig. 4

Fig. 5

