

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 764 828**

51 Int. Cl.:

H05B 7/20	(2006.01)
F27D 11/08	(2006.01)
F27B 3/08	(2006.01)
F27D 21/02	(2006.01)
F27B 3/28	(2006.01)
F27D 19/00	(2006.01)
F27D 21/00	(2006.01)
G01N 21/67	(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **03.09.2013 PCT/FI2013/050846**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **13.03.2014 WO14037614**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **03.09.2013 E 13834694 (5)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **30.10.2019 EP 2893771**

54 Título: **Procedimiento y aparato para supervisar un horno de arco eléctrico**

30 Prioridad:

10.09.2012 FI 20125935

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

04.06.2020

73 Titular/es:

**LUXMET OY (100.0%)
Paavo Havaksen tie 5 D
90570 Oulu, FI**

72 Inventor/es:

**AULA, MATTI;
ROININEN, JUHA y
LEPPÄNEN, AHTI**

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 764 828 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

Procedimiento y aparato para supervisar un horno de arco eléctrico

Campo

La invención se refiere a un aparato y a un procedimiento para supervisar un horno de arco eléctrico.

5 Antecedentes

El análisis del estado del metal en un horno de arco eléctrico es muy importante con el fin de controlar apropiadamente el proceso. En un procedimiento fuera de línea, se toma una muestra del metal del horno y se analiza químicamente. Dicho procedimiento de análisis es muy lento y no puede usarse para realizar cambios rápidos en el proceso de fusión. El documento de patente WO 2012123066 presenta un procedimiento para determinar una operación y/o un parámetro del material en un horno de arco eléctrico y un horno de arco eléctrico.

En lugar de un procedimiento químico, puede usarse un procedimiento óptico. En una solución de la técnica anterior, el horno tiene un tubo para permitir la salida de luz. A continuación, la luz se dispersa en un espectro y a continuación se analizan las líneas espectrales características de las sustancias en el horno, conduciendo a un resultado similar al procedimiento químico. Sin embargo, ni el procedimiento químico ni el procedimiento óptico proporcionan toda la información necesaria para observar el estado del proceso de fusión y para controlarlo. Por ejemplo, la información vital con respecto a un momento de fusión completa y a la escoria, así como su comportamiento, todavía no están disponibles en los procedimientos de la técnica anterior. Por lo tanto, existe una necesidad de una mejor medición para permitir un mejor control del horno de arco eléctrico.

Descripción breve

20 Un objeto de la invención es proporcionar una solución mejorada para la supervisión de un horno de arco eléctrico.

Según un aspecto de la presente invención, se proporciona un aparato según la reivindicación 1.

Según otro aspecto de la presente invención, se proporciona un procedimiento según la reivindicación 15.

La invención proporciona ventajas. En el momento en el que todo el metal se ha fundido, pueden supervisarse y detectarse la posición de la escoria y/o la formación de espuma de escoria.

25 Lista de dibujos

A continuación, se describen las realizaciones de la presente invención, solamente a modo de ejemplo, con referencia a los dibujos adjuntos, en los que

La Figura 1 ilustra un ejemplo de configuración de una disposición de medición;

La Figura 2 ilustra un ejemplo de formación de bandas ópticas del espectro;

30 La Figura 3 ilustra un ejemplo de una señal desde un material frío;

La Figura 4 ilustra un ejemplo de una señal desde un material caliente;

La Figura 5 ilustra un ejemplo de una señal desde un arco eléctrico;

La Figura 6 ilustra un ejemplo de una señal desde un material caliente con un pico distintivo a aproximadamente 590 nm;

La Figura 7 ilustra de un ejemplo de un cabezal de medición; y

35 La Figura 8 ilustra un ejemplo de un diagrama de flujo del procedimiento.

Descripción de las realizaciones

Las siguientes realizaciones son ejemplares. Aunque la memoria descriptiva puede hacer referencia a "una" o "alguna" realización o realizaciones en varios sitios, esto no significa necesariamente que cada una de dichas referencias sea a la misma realización o realizaciones, o que la característica solo se aplica a una única realización. Las características individuales de las diferentes realizaciones pueden combinarse también para proporcionar otras realizaciones.

La Figura 1 presenta un horno 10 de arco eléctrico y un dispositivo 100 de medición que comprende un cable 104 óptico, un detector 106 y una unidad 108 de procesamiento. El horno 10 puede comprender electrodos 12, 14, 16 para la formación de los arcos 18 eléctricos y un canal 22 de colada para verter el material fundido fuera del horno 10. En el caso

general, el número de cables 104 ópticos no está limitado a uno, sino que puede haber múltiples cables 104 ópticos en uso. Un extremo 102 de cada uno de los al menos un cable 104 óptico puede colocarse en el interior del horno 10 de arco eléctrico. Entonces, cada extremo 102 recoge la luz procedente desde el horno 10 al interior del al menos un cable 104 óptico.

5 El material 20 que comprende metal puede ser fundido en un procedimiento de fusión del horno 10 de arco eléctrico. Normalmente, el propósito es que el metal del material 20 se convierta en una forma líquida por calentamiento. La temperatura puede variar desde cientos de grados a más de mil grados centígrados. El material 20 puede comprender metal o mineral. El metal del material 20 puede comprender hierro, acero, cobre, aluminio, cromo, níquel, alguna combinación de los mismos o similares. El material 20 metálico puede provenir también del reciclaje.

10 Cada uno de los al menos un cable 104 óptico transmite la luz desde el horno 10 al detector 106. El detector 106 detecta la radiación óptica dentro de una región de longitudes de onda de 250 nm a 1.000 nm. La región que detecta el detector 106 puede ser de 300 nm a 700 nm, por ejemplo, sin restringirse a dicha región. El detector 106 puede dispersar la luz transmitida por el al menos un cable 104 óptico en un espectro y puede transformar las intensidades de las múltiples bandas ópticas del espectro en datos eléctricos. La intensidad puede significar una intensidad de una potencia de la radiación óptica.

15 Tal como se muestra en la Figura 2, el detector 106 puede comprender un elemento 200 dispersor, tal como un prisma o una rejilla. El elemento 200 dispersor puede refractar o reflejar diferentes longitudes de onda de la luz en diferentes ángulos de manera que las diferentes bandas ópticas sean dirigidas a diferentes elementos 204 de detección de la matriz 202 de sensores del detector 106. Cada elemento 204 de detección transforma una banda óptica que incide en el elemento 204 de detección en una señal eléctrica que transporta información acerca de la intensidad de la banda óptica.

20 En una realización, el detector 106 puede estar diseñado de manera que cada banda óptica que incide en un elemento 204 de detección sea más estrecha que 5 nm, por ejemplo, sin limitarse a este valor. En una realización, el ancho de banda de una banda óptica puede ser de 0,1 o 0,2 nm, por ejemplo. El detector 106 puede comprender un espectrómetro para realizar las detecciones de las bandas ópticas.

25 En lugar de dispersar la luz, la luz puede ser separada en múltiples bandas ópticas sin el prisma o sin la rejilla. La separación puede ser realizada mediante filtrado óptico. El filtrado óptico puede realizarse usando divisores de haz que dividen la luz en múltiples haces separados y usando filtros pasa banda ópticos que tienen diferentes bandas de paso para filtrar diferentes haces. Los filtros pueden ser filtros de ranura cuyo ancho de banda es menor que 5 nm. Los filtros pueden integrarse con los divisores de haz de manera que no sean mecánicamente separables unos de los otros.

30 En una realización, el detector 106 puede tener una matriz 202 de sensores bidimensional de manera que el detector 106 pueda capturar una imagen real desde el interior del horno 10. La imagen puede usarse para averiguar de dónde proceden realmente los diferentes espectros. De esta manera, también es posible saber qué porcentaje del objeto supervisado es arco eléctrico, por ejemplo.

35 La Figura 3 presenta un espectro de luz obtenido desde un material todavía en forma sólida en el horno 10 de arco eléctrico por un cable 104 óptico. El eje y se refiere a la intensidad de la radiación óptica en una escala arbitraria y el eje x se refiere a la longitud de onda. Debido a que el material no se ha fundido todavía, está más bien frío y esta es la razón por la que la señal se muestra débil y más bien aleatoria debido al ruido. Por lo tanto, la intensidad de la variación aleatoria entre bandas ópticas vecinas es del orden de la amplitud máxima.

40 La Figura 4 presenta un espectro de luz obtenido desde un material fundido en el horno 10 de arco eléctrico por un cable 104 óptico. El eje y se refiere a la intensidad de la radiación óptica en una escala arbitraria y el eje x se refiere a la longitud de onda. Debido a que el material se ha fundido, está bastante caliente y esta es la razón por la que su señal se intensifica particularmente hacia el infrarrojo. Además, la curva de la Figura 4 sigue en cierta medida la radiación de cuerpo negro. En este tipo de casos, la variación aleatoria entre las bandas ópticas vecinas es mucho menor que la tendencia determinista que sigue más o menos la radiación de cuerpo negro como una función de la longitud de onda.

45 La Figura 5 presenta un espectro de luz obtenido desde un arco eléctrico que está en la línea de visión de un cable 104 óptico. El eje y se refiere a la intensidad de la radiación óptica en una escala arbitraria y el eje x se refiere a la longitud de onda. Debido a que el arco eléctrico está caliente, la señal es intensa y tiene una gran desviación media de las intensidades de las bandas ópticas.

50 La Figura 6 presenta un espectro de luz obtenido desde el material fundido en el horno un cable 104 óptico. El eje y se refiere a la intensidad de la radiación óptica en una escala arbitraria que es común a las Figuras 3 y 6 y el eje x se refiere a la longitud de onda. En ciertas condiciones, cuando el material está fundido, aparece un pico 600 en aproximadamente 589 nm. Si el pico es suficientemente intenso, es decir, por encima de un valor 602 predeterminado que puede definirse como el doble del valor de fondo, proporciona una señal clara de que la escoria puede espumarse si el material se vierte

desde el horno. El valor predeterminado puede establecerse en base a la experiencia, por ejemplo. En la Figura 6, el valor predeterminado puede ser de aproximadamente 7.000.

La unidad 108 de procesamiento distingue un estado o una transición entre estados del horno 10.

5 La unidad 108 de procesamiento observa un estado del horno 10 en base a la señal eléctrica que comprende información acerca de las intensidades de las bandas ópticas desde el detector. El estado puede implicar si el material se ha fundido o no, si la escoria se ha elevado o no o si existe o no una posibilidad de formación de espuma de escoria, por ejemplo. La unidad 108 de procesamiento mide el valor de fondo de las bandas ópticas de una manera predeterminada, al menos un nivel de intensidad característico de las bandas ópticas, y una desviación media de las intensidades de las bandas ópticas con relación al valor de fondo en base a los datos eléctricos. Si se ha fundido o no todo el metal, la posición de la escoria y la formación de espuma de escoria, son características importantes, pero no disponibles, en la técnica anterior.

10 La unidad 108 de procesamiento puede medir el valor de fondo usando una función conocida de la biblioteca ROOT, cuyo autor es Miroslav Morhac, Institute of Physics, Slovak Academy of Sciences, Bratislava, Eslovaquia. La función realiza un procesamiento un procesamiento de espectros avanzado y es de clase TSpectrum, que se publica en Internet: 15 <http://root.cern.ch/root/html532/TSpectrum.html>.

20 En una realización, la unidad 108 de procesamiento puede medir al menos un nivel de intensidad característico de las bandas ópticas mediante la búsqueda de un valor máximo a partir de las intensidades de las bandas ópticas. El valor máximo puede ser el valor máximo absoluto en toda la región que detecta el detector 106. De manera alternativa, el valor máximo puede ser la intensidad máxima en un grupo predeterminado de bandas ópticas. En lugar de buscar sólo un valor máximo, pueden buscarse múltiples máximos locales o absolutos de una manera predeterminada.

25 En una realización, el al menos un nivel de intensidad característico puede ser un promedio o una media de las intensidades de las bandas ópticas, en lugar de un máximo. También en este ejemplo, el grupo para el cálculo del promedio o de la media puede no incluir todas las bandas ópticas, sino sólo un grupo predeterminado. Por ejemplo, el grupo predeterminado en ambas realizaciones mencionadas anteriormente puede comprender todas las demás bandas ópticas, excepto la banda óptica que incluye la longitud de onda de 589 nm.

30 En una realización, la unidad 108 de procesamiento puede realizar también un procesamiento de señales y de datos mediante el filtrado de las señales y los datos, por ejemplo. En una realización, la unidad 108 de procesamiento mide el nivel de intensidad característico mediante la determinación de una diferencia entre al menos una intensidad máxima local y el valor de fondo. El valor de fondo puede medirse en un entorno que excluye la al menos una intensidad máxima local para determinar el estado del horno en base a la diferencia. El máximo excluido puede estar en la banda óptica que incluye la longitud de onda 589 nm. Esta medición se refiere a picos locales o absolutos en el espectro.

35 En una realización, la unidad 108 de procesamiento puede observar un estado del horno en el que el al menos un nivel de intensidad característico está por debajo de un primer umbral 400 de nivel predeterminado. El primer nivel predeterminado puede establecerse en base a la experiencia, por ejemplo. Cuando la unidad 108 de procesamiento observa dicho estado, la unidad 108 de procesamiento o alguna otra unidad pueden indicar que al menos una parte del material no se ha fundido y que el material sólido está a la vista del al menos un cable óptico. El primer umbral de nivel predeterminado en las Figuras 3 a 6 puede ser 100, por ejemplo.

40 Si el al menos un nivel de intensidad característico está por debajo del primer umbral de nivel predeterminado, la unidad 108 de procesamiento puede comprobar además si la desviación media de las intensidades de las bandas ópticas con relación a un valor de fondo es del orden del nivel de intensidad característico o menor. Si la desviación media es tan pequeña, la unidad 108 de procesamiento o alguna otra unidad puede indicar que al menos una parte del material no se ha fundido y que el material sólido está a la vista del al menos un cable óptico.

45 La unidad 108 de procesamiento puede observar un estado en el que el nivel de intensidad característico está por encima de un segundo umbral 402 de nivel predeterminado. Los umbrales 400, 402 de nivel predeterminados primero y segundo pueden tener los mismos valores o valores o diferentes. El segundo umbral 402 de nivel predeterminado puede ser 150 en las Figuras 3 a 6, por ejemplo. La unidad 108 de procesamiento o alguna otra unidad pueden indicar que el material se ha fundido y que la escoria se encuentra a la vista del al menos un cable óptico, si el nivel de intensidad característico está por encima de un segundo umbral 402 de nivel predeterminado. Los umbrales 400, 402 de nivel predeterminados primero y segundo pueden establecerse en base a la experiencia.

50 En una realización, la unidad 108 de procesamiento puede observar además un estado en el que la desviación media de las intensidades de las bandas ópticas con relación al valor de fondo es menor que el orden del nivel de intensidad característico para permitir que la unidad 108 de procesamiento o alguna otra unidad indiquen que el material se ha fundido y que la escoria se encuentra a la vista del al menos un cable óptico.

5 En una realización, la unidad 108 de procesamiento puede observar un estado en el que la desviación media de las intensidades de las bandas ópticas con relación al valor de fondo es mayor que un umbral 500 de desviación predeterminado. El umbral de desviación define un límite por encima del cual se supone que un arco eléctrico está a la vista. Si se observa dicho estado, la unidad 108 de procesamiento o alguna otra unidad pueden indicar que el material se ha fundido y que al menos un arco eléctrico está a la vista del al menos un cable óptico. El umbral de desviación predeterminado puede determinarse en base a la experiencia, por ejemplo. El valor del umbral de desviación predeterminado es 1.000 en las Figuras 3 a 6.

10 En una realización, la unidad 108 de procesamiento puede observar un estado en el que las intensidades de las bandas ópticas coinciden con una radiación de cuerpo negro dentro de un rango 500 de desviación predeterminado o por encima de un punto de fusión del material para permitir que la unidad 108 de procesamiento o alguna otra unidad indiquen que el metal se ha fundido. La temperatura del horno puede medirse usando un termómetro separado.

15 En una realización, la unidad 108 de procesamiento puede observar un estado en el que las intensidades de las bandas ópticas coinciden con una radiación de cuerpo negro, pero la desviación media de las intensidades de la radiación óptica es mayor que el rango 500 de desviación predeterminado en o por encima de un punto de fusión del material. Si se observa dicho estado, la unidad 108 de procesamiento o alguna otra unidad pueden indicar que el material se ha fundido y que al menos un arco eléctrico está a la vista del al menos un cable óptico. La temperatura del horno puede medirse usando un termómetro separado.

20 En una realización, la unidad 108 de procesamiento o alguna otra unidad pueden observar un cambio desde un estado a otro estado. La unidad 108 de procesamiento o alguna otra unidad pueden observar un cambio desde el estado en el que la desviación media de las intensidades de las bandas ópticas con relación al valor de fondo es mayor que el orden del nivel de intensidad característico al estado en el que la desviación media de las intensidades de las bandas ópticas con relación al valor de fondo es menor que un umbral de desviación predeterminado. El hecho de que los picos se vuelven menos intensos puede significar que disminuye una visibilidad de un arco eléctrico. Eso puede significar que la escoria está elevándose y está oscureciendo la visibilidad. De esta manera, si se observa el cambio entre estados, la
25 unidad 108 de procesamiento o alguna otra unidad pueden indicar que la escoria se ha elevado para oscurecer el al menos un arco eléctrico y que hay una posibilidad de formación de espuma de escoria durante el vertido del material fundido.

30 En una realización, el al menos un extremo 102 del al menos un cable 104 óptico está dirigido a un arco 18 eléctrico. Entonces, la unidad 108 de procesamiento o alguna otra unidad pueden tener una capacidad de indicar que la escoria se encuentra en una línea de visión entre los uno o más extremos 102 del al menos un cable 104 óptico y el al menos un arco 18 eléctrico si se observa dicho estado.

35 En una realización, la unidad 108 de procesamiento puede observar un estado en el que una intensidad de una banda óptica que incluye la longitud de onda 589 nm es más elevada que el valor de fondo en más de un valor 602 predeterminado. Si se observa dicho estado, la unidad 108 de procesamiento o alguna otra unidad pueden indicar que hay una mayor posibilidad de formación de espuma de escoria durante el vertido del material fundido.

En una realización, la unidad 108 de procesamiento puede determinar una desviación de la intensidad de la banda óptica que incluye la longitud de onda 589 nm con relación al valor de fondo como un coeficiente de una función de Voigt. La función de Voigt es conocida de por sí.

40 En una realización, el detector 106 puede detectar la al menos una banda óptica mientras el al menos un arco 18 eléctrico está desconectado para que la unidad 108 de procesamiento determine la intensidad de la banda óptica que incluye la longitud de onda 589 nm.

45 En una realización, la unidad 108 de procesamiento pueden formar el valor de fondo en base a las intensidades medidas, puede formar al menos una diferencia absoluta entre el valor de fondo y las intensidades medidas en las bandas ópticas, puede dividir la al menos una diferencia absoluta por el valor de fondo y puede sumar entre sí las diferencias divididas. Puede entenderse que este procedimiento incluye también la posibilidad de que se forme una media de la al menos una diferencia y el valor medio se divide a continuación por el valor de fondo. A continuación, la unidad 108 de procesamiento puede distinguir un estado en el que la suma de las diferencias divididas es menor que un umbral de diferencia predeterminado. Particularmente, cuando el arco eléctrico ya no es visible, la unidad 108 de procesamiento puede indicar que hay una mayor posibilidad de formación de espuma de escoria durante el vertido del material fundido. El arco
50 eléctrico puede no ser visible en un estado en el que la intensidad de una onda óptica que incluye la longitud de onda de 589 nm es más alta que el valor de fondo, por ejemplo. Cuando no hay otros picos claramente distinguibles distintos del pico en 589 nm, es bastante probable que el arco eléctrico no sea visible para la medición. La indicación puede ser realizada también por alguna otra unidad que tiene la información. El umbral de diferencia puede determinarse en base a la experiencia.

5 La unidad 108 de procesamiento puede comprender al menos un procesador; y al menos una memoria que incluye código de programa de ordenador. La al menos una memoria, el al menos un procesador y el código de programa de ordenador causan que la unidad 108 de procesamiento al menos mida, para determinar un estado del horno 10, un valor de fondo de las bandas ópticas de una manera predeterminada, al menos un nivel de intensidad característico de las bandas ópticas y una desviación media de las intensidades de las bandas ópticas con relación al valor de fondo en base a los datos eléctricos desde el detector 106.

10 La Figura 7 muestra un ejemplo del extremo 102 de un cable 104 óptico. Una o más fibras 700 ópticas están en el interior de un tubo 702 de acero inoxidable. El tubo 702 puede tener un diámetro interior de unos pocos centímetros. Las una o más fibras 700 ópticas son mantenidas en el medio de la tubería 702 por elementos 704 de sujeción. Los elementos 704 de sujeción tienen orificios 706 de manera que el gas pueda fluir a través del tubo 702. En la parte frontal del extremo 102, hay una abertura 708 para la radiación óptica y para el gas. El tubo 702 y en particular las una o más fibras 700 ópticas son mantenidas frías en el elevado calor del horno 10 soplando gas a través del tubo 702 y a través de la abertura al horno 10. El gas puede comprender aire o argón, por ejemplo. La radiación óptica desde el horno 10 pasa a través de la abertura 708 y entra a las una o más fibras 700 ópticas. La abertura 708 puede tener un diámetro de unos pocos milímetros.

15 La indicación de un estado del horno puede realizarse usando medios de presentación. Los medios de presentación pueden comprender una pantalla capaz de proporcionar imágenes para un usuario y/o un altavoz u otro dispositivo de audio capaz de proporcionar sonido para un usuario. La pantalla puede ser similar a una pantalla de televisión.

20 La Figura 8 ilustra un diagrama de flujo del procedimiento. En la etapa 800, la luz desde el horno es recogida en el al menos un cable óptico por cada extremo de al menos un cable óptico, pudiendo colocarse cada extremo en el interior del horno de arco eléctrico de un proceso de fusión del material fundible que comprende metal. En la etapa 802, la luz es transmitida al detector por cada uno de los al menos un cable óptico. En la etapa 804, la luz transportada por el al menos un cable óptico se separa en múltiples bandas ópticas del espectro en el detector. En la etapa 806, las intensidades de las múltiples bandas ópticas son transformadas en datos eléctricos por el detector. En la etapa 808, un valor de fondo de las bandas ópticas, al menos un nivel de intensidad característico de las bandas ópticas, y una desviación media de las intensidades de las bandas ópticas con relación al valor de fondo son medidas de una manera predeterminada en base a los datos eléctricos por una unidad de procesamiento para determinar un estado del horno.

25 En una realización, el dispositivo que implementa los aspectos de la solución anterior puede realizarse parcialmente como software, o programa o programas de ordenador, en un sistema de procesamiento.

30 En una realización, el aparato que implementa los aspectos de la solución anterior puede realizarse como software en el detector 106 y la unidad 108 de procesamiento. La unidad 108 de procesamiento puede ser, al menos en parte, un servidor conectado al detector 106 a través de Internet. El servidor puede ser un ordenador o un conjunto de ordenadores de un sistema de servicios web.

35 Los programas de ordenador pueden estar en forma de código fuente, código objeto, o en alguna forma intermedia, y pueden almacenarse en algún tipo de soporte, que puede ser cualquier entidad o dispositivo capaz de transportar el programa. Dichos soportes incluyen un medio de grabación, una memoria de ordenador, una memoria de sólo lectura y un paquete de distribución de software, por ejemplo. Dependiendo de la potencia de procesamiento necesaria, el programa de ordenador puede ejecutarse en un único controlador digital electrónico o puede distribuirse entre una serie de controladores.

40 Será evidente para una persona experta en la materia que, a medida que avanza la tecnología, el concepto inventivo puede implementarse de diversas maneras. La invención y sus realizaciones no están limitadas a los ejemplos descritos anteriormente, sino que pueden variar dentro del alcance de las reivindicaciones.

45

REIVINDICACIONES

1. Aparato para supervisar un horno de arco eléctrico, comprendiendo el aparato al menos un cable (104) óptico, un detector (106) y una unidad (108) de procesamiento;

5 en el que un extremo (102) de cada uno de los al menos un cable (104) óptico puede colocarse en el interior del horno (10) de arco eléctrico de un procedimiento de fusión de material (20) fundible que comprende metal y configurado para recoger la luz desde el horno (10) al interior de los al menos un cable (104) óptico;

estando configurado cada uno de los al menos un cable (104) óptico para transmitir la luz al detector (106);

10 estando configurado el detector (106) para separar la luz transportada por el al menos un cable (104) óptico en múltiples bandas ópticas del espectro y transformar las intensidades de las múltiples bandas ópticas en datos eléctricos;

15 estando configurada la unidad (108) de procesamiento para medir un valor de fondo de las bandas ópticas de una manera predeterminada, al menos un nivel de intensidad característico de las bandas ópticas y una desviación media de las intensidades de las bandas ópticas con relación al valor de fondo en base a los datos eléctricos transmitidos por el detector (106), y determinar un estado o una transición entre estados del horno (10) e indicar, usando medios de presentación, si el material (20) se ha fundido o no en base a la medición.

2. Aparato según la reivindicación 1, en el que el detector está configurado para detectar radiación óptica dentro de una región de longitudes de onda de 250 nm a 1.000 nm, teniendo cada banda óptica del detector (106) en la región de longitudes de onda un ancho de banda más estrecho que 5 nm.

20 3. Aparato según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la unidad (108) de procesamiento está configurada para medir las intensidades de las múltiples bandas ópticas, y medir un nivel de intensidad característico mediante la determinación de una diferencia entre al menos una intensidad máxima local y el valor de fondo para determinar el estado del horno (10) en base a la diferencia.

25 4. Aparato según la reivindicación 1, en el que la unidad (108) de procesamiento está configurada para determinar un estado del horno (10), en el que el al menos un nivel de intensidad característica está por debajo de un primer umbral de nivel predeterminado para permitir que el aparato indique que al menos una parte del material (20) no se ha fundido y el material sólido está a la vista del al menos un cable (104) óptico.

30 5. Aparato según la reivindicación 1, en el que la unidad (108) de procesamiento está configurada para medir un estado en el que el nivel de intensidad característico está por encima de un segundo umbral de nivel predeterminado para permitir que el aparato indique que el material (20) se ha fundido y que la escoria está a la vista del al menos un cable (104) óptico.

6. Aparato según la reivindicación 5, en el que la unidad (108) de procesamiento está configurada además para medir un estado en el que la desviación media de las intensidades de las bandas ópticas con relación a un valor de fondo es menor que el orden del nivel de intensidad característico para permitir que el aparato indique que el material (20) se ha fundido y que la escoria está a la vista del al menos un cable (104) óptico.

35 7. Aparato según la reivindicación 5, en el que la unidad (108) de procesamiento está configurada además para medir un estado en el que la desviación media de las intensidades de las bandas ópticas con relación al valor de fondo es mayor que un umbral de desviación predeterminado para permitir que el aparato indique que el material (20) se ha fundido y que al menos un arco (18) eléctrico está a la vista del al menos un cable (104) óptico.

40 8. Aparato según la reivindicación 1, en el que la unidad (108) de procesamiento está configurada para determinar un cambio desde un estado en el que la desviación media de las intensidades de las bandas ópticas con relación al valor de fondo es mayor que un umbral de desviación predeterminado a un estado en el que la desviación media de las intensidades de las bandas ópticas con relación un valor de fondo es menor que el orden del nivel de intensidad característico para permitir que el aparato indique que la escoria se ha elevado para oscurecer el al menos un arco (18) eléctrico y que hay una posibilidad de formación de espuma de escoria durante el vertido del material fundido.

45 9. Aparato según la reivindicación 6, en el que el al menos un extremo (102) del al menos un cable (104) óptico está dirigido a un arco (18) eléctrico, y el aparato está configurado para indicar que la escoria se encuentra en una línea de visión entre los uno o más extremos de los al menos un cable (104) óptico y el al menos un arco (18) eléctrico.

50 10. Aparato según la reivindicación 1, en el que la unidad (108) de procesamiento está configurada para determinar un estado en el que una intensidad de una banda óptica que incluye la longitud de onda 589 nm es más elevada que el valor de fondo en más de un valor predeterminado para permitir que el aparato indique que hay una mayor

posibilidad de formación de espuma de escoria durante el vertido del material fundido.

11. Aparato según la reivindicación 10, en el que la unidad (108) de procesamiento está configurada para determinar una desviación de la intensidad de la banda óptica que incluye la longitud de onda 589 nm con relación al valor de fondo como un coeficiente de una función de Voigt.

5 12. Aparato según la reivindicación 10, en el que el detector (106) está configurado para detectar la al menos una banda óptica mientras el al menos un arco (18) eléctrico está desconectado para que la unidad de procesamiento determine la intensidad de la banda óptica que incluye la longitud de onda 589 nm.

10 13. Aparato según la reivindicación 1 o 8, en el que la unidad (108) de procesamiento está configurada para formar el valor de fondo en base a las intensidades medidas, formar al menos una diferencia absoluta entre el valor de fondo y las intensidades medidas en las bandas ópticas, dividir la al menos una diferencia absoluta por el valor de fondo y sumar entre sí las diferencias divididas, y determinar un estado en el que una suma de las diferencias divididas es menor que un umbral de diferencia predeterminado para permitir que el aparato indique que hay una mayor posibilidad de formación de espuma de escoria durante el vertido del material fundido.

14. Aparato según la reivindicación 1, en el que la unidad (108) de procesamiento comprende

15 al menos un procesador, y

al menos una memoria que incluye código de programa de ordenador,

estando configurados la al menos una memoria, el al menos un procesador y el código de programa de ordenador para causar que la unidad (108) de procesamiento mida al menos un valor de fondo de las bandas ópticas de una manera predeterminada, al menos un nivel de intensidad característico de las bandas ópticas y una desviación media de las intensidades de las bandas ópticas con relación al valor de fondo en base a los datos eléctricos transmitidos por el detector (106), y determine un estado o una transición entre estados del horno (10) e indique, usando medios de presentación, si el material (20) se ha fundido o no en base a la medición.

15. Procedimiento para supervisar un horno de arco eléctrico, comprendiendo el procedimiento:

25 recoger (800) luz desde el horno (10) al interior de al menos un cable (104) óptico por al menos un extremo (102) del al menos un cable (104) óptico, pudiendo colocarse cada extremo (102) en el interior del horno (10) de arco eléctrico de un procedimiento de fusión de material (20) fundible que comprende metal y;

transportar (802), mediante cada uno de los al menos un cable (104) óptico, la luz a un detector (106);

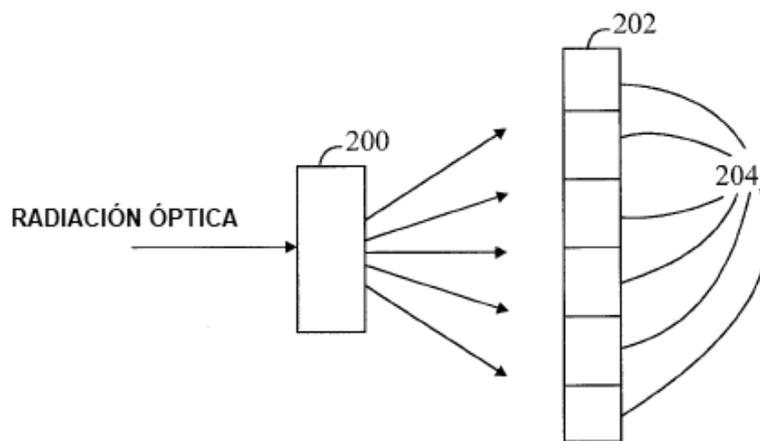
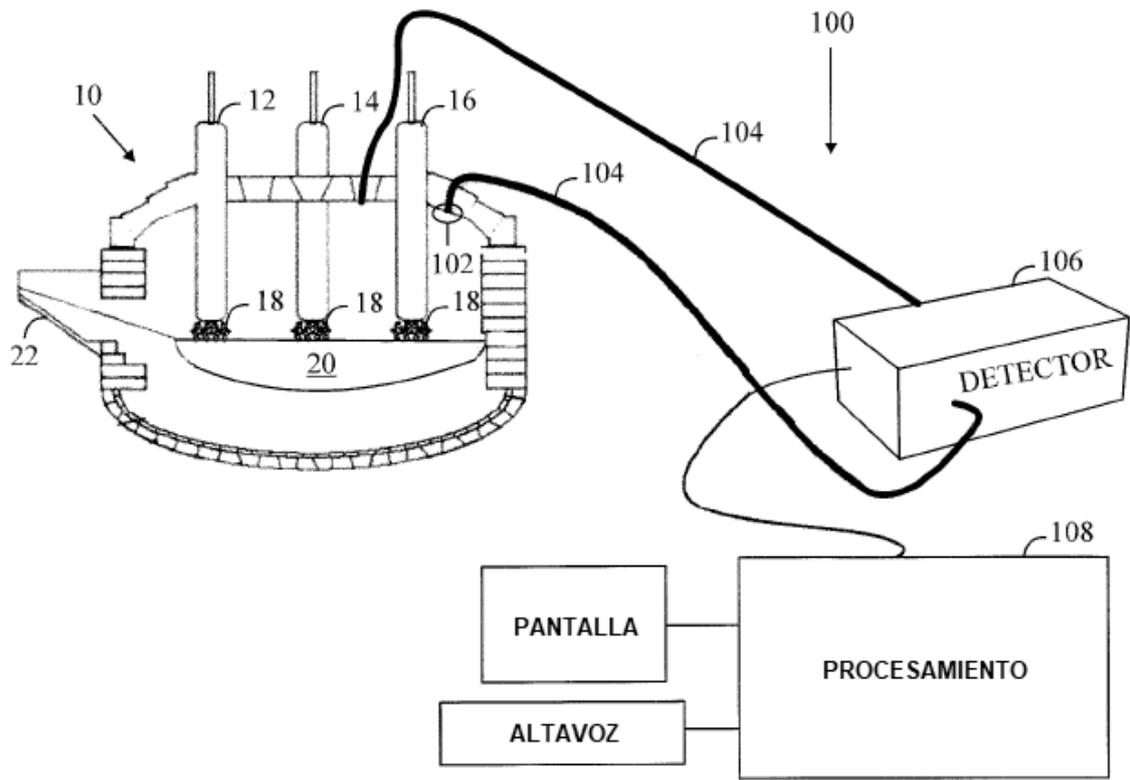
30 separar (804), en un detector (106), la luz transportada por los al menos un cable (104) óptico en múltiples bandas ópticas de espectro;

transformar (806) las intensidades de las múltiples bandas ópticas en datos eléctricos; y

35 mediante una unidad (108) de procesamiento, medir (808) un valor de fondo de las bandas ópticas de una manera predeterminada, al menos un nivel de intensidad característico de las bandas ópticas y una desviación media de las intensidades de las bandas ópticas con relación al valor de fondo en base a los datos eléctricos transmitidos por el detector (106), determinar un estado o una transición entre estados del horno (10) e indicar, usando medios de presentación, si el material (20) se ha fundido o no en base a la medición.

16. Medio legible por ordenador que comprende instrucciones que, cuando son ejecutadas por la unidad (108) de procesamiento del aparato según la reivindicación 1, causan que la unidad (108) de procesamiento realice las etapas según la reivindicación 15.

40



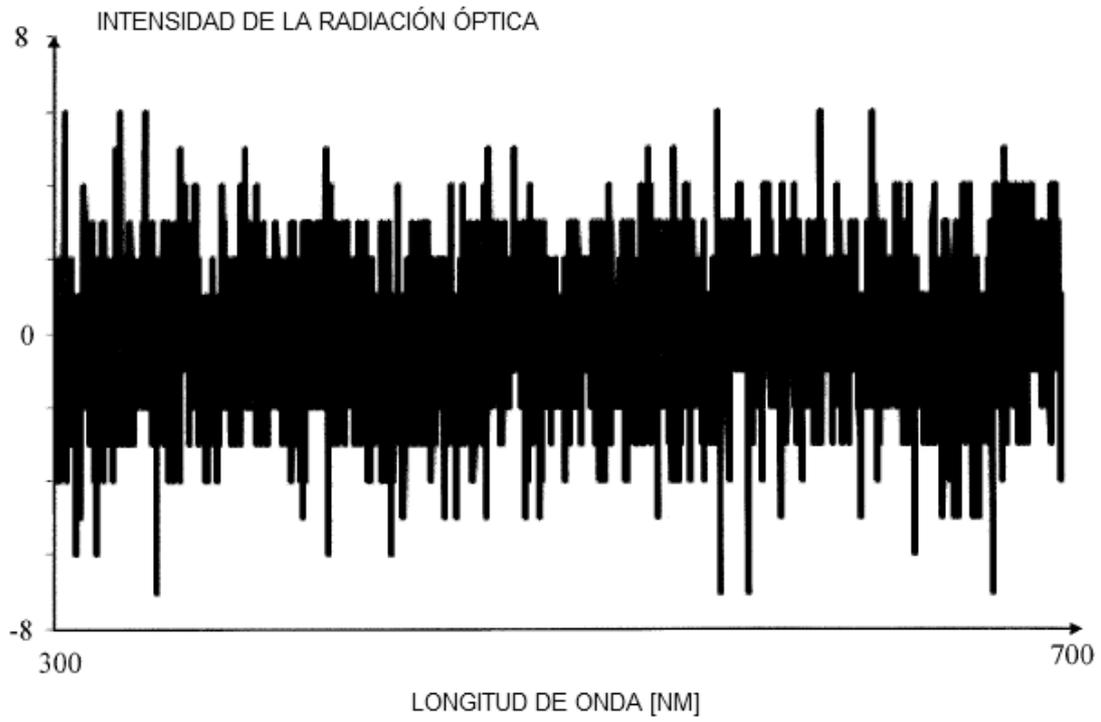


FIG. 3

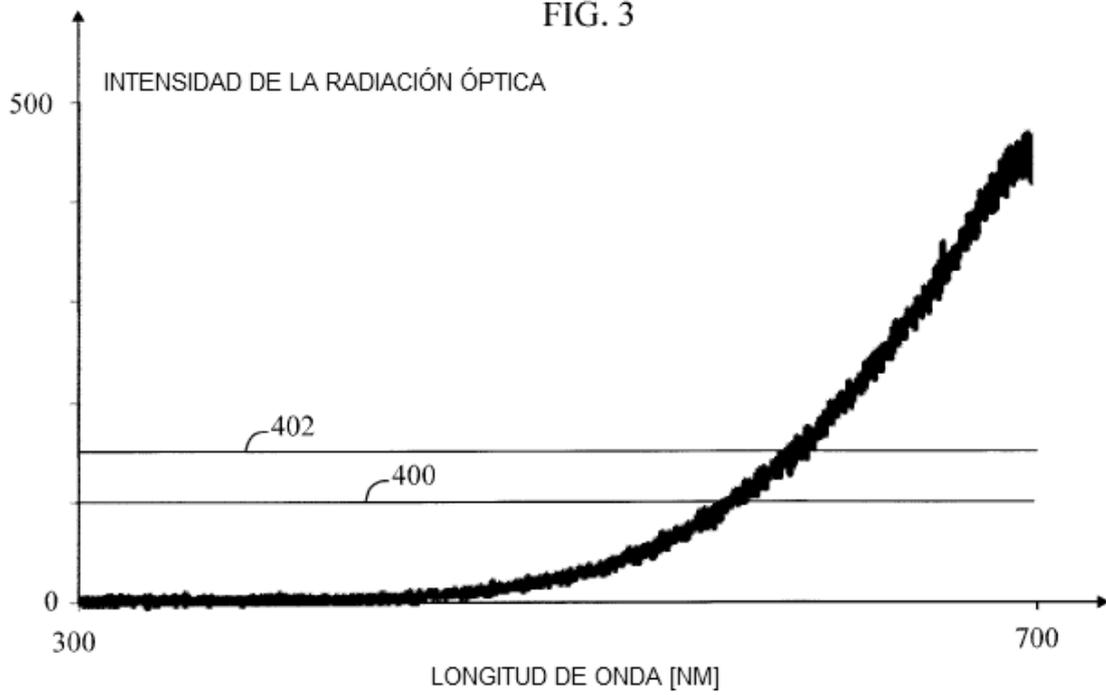


FIG. 4

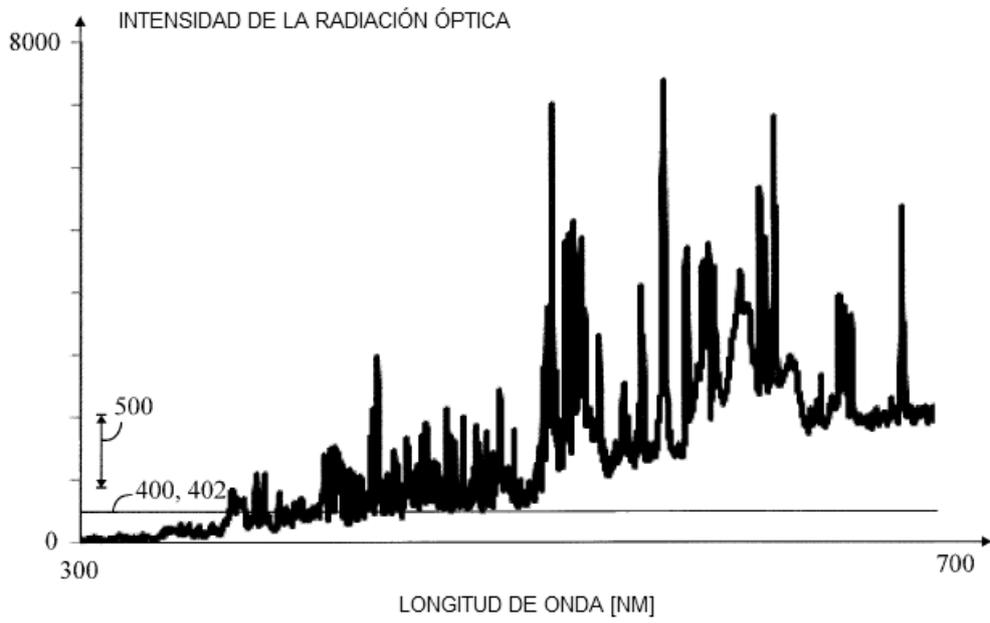


FIG. 5

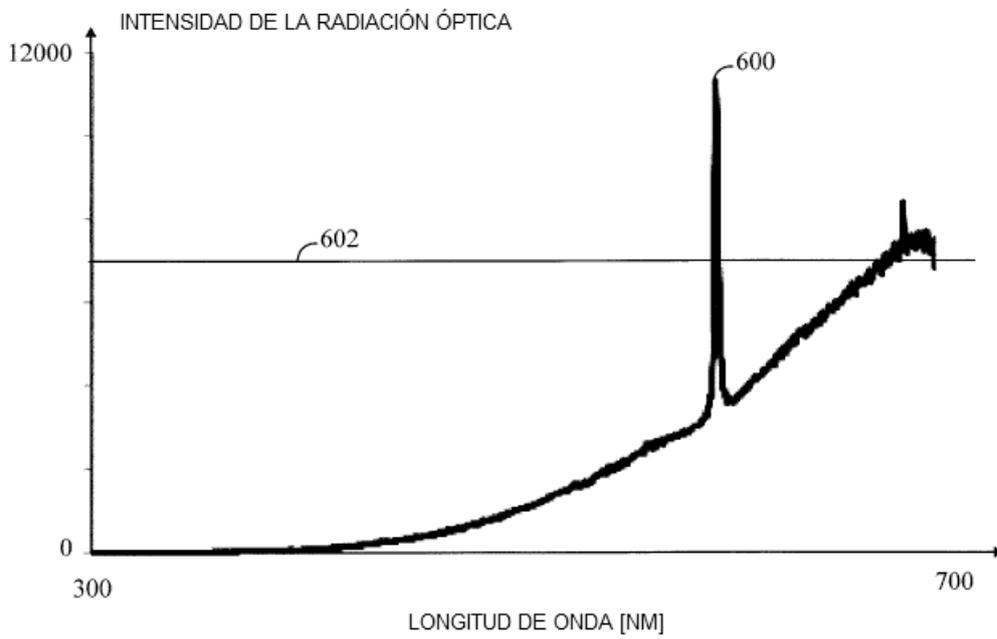


FIG. 6

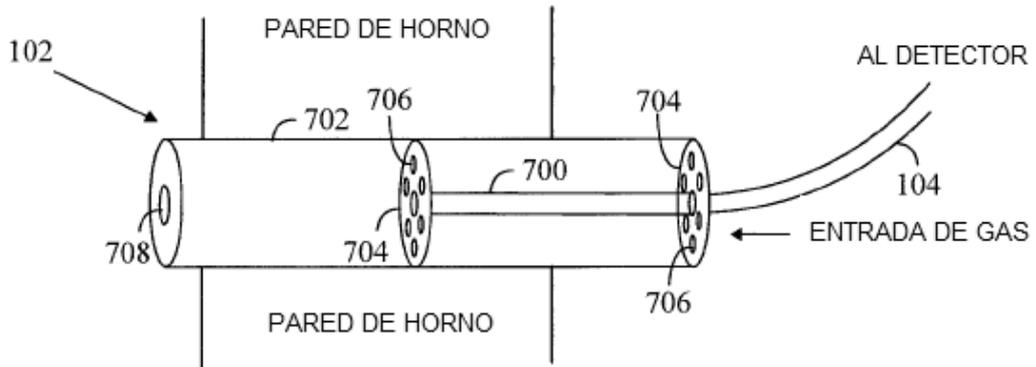


FIG. 7

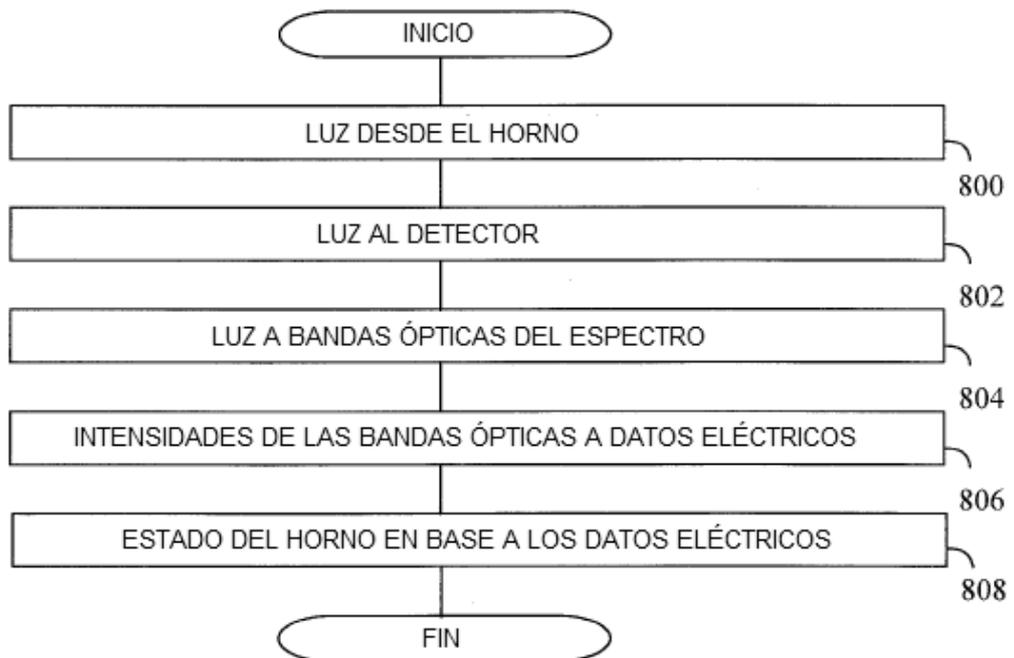


FIG. 8