

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 535 303**

51 Int. Cl.:

B22D 11/18 (2006.01)

C21C 5/46 (2006.01)

G01B 21/08 (2006.01)

G01F 23/22 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **15.06.2012 E 12729354 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **18.03.2015 EP 2720816**

54 Título: **Dispositivo para medir el espesor de la escoria**

30 Prioridad:

16.06.2011 FR 1155281

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

07.05.2015

73 Titular/es:

**AVEMIS S.A.S. (100.0%)
2 Hôtel d'entreprises ZI Grange Eglise
69590 Saint-Symphorien-sur-Coise, FR**

72 Inventor/es:

**DUSSUD, MICHEL y
DEJEAN, FABIEN**

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 535 303 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

Dispositivo para medir el espesor de la escoria

5 La presente invención se relaciona con un dispositivo para medir el espesor de la escoria en la superficie de un metal líquido que está contenido en un recipiente metalúrgico tal como una lingotera, en particular, del tipo de colada continua.

10 A continuación en esta descripción se describirá la invención con referencia a la medición del espesor de escoria que se forma en la superficie de un metal contenido en una lingotera sin que exista ninguna limitación en el marco de la presente invención, cuyo diseño puede implementarse en otros recipientes metalúrgicos que contienen un metal fundido cubierto por una capa de escoria que a su vez está cubierta con una capa de polvo no fundido. Sin embargo, se hace notar que la medición del nivel de escoria en la lingotera constituye una aplicación preferida de la presente invención.

15 En el caso de la colada en lingotera, la operación convencional de colada continua de un metal líquido consiste esquemáticamente en verter de forma continua el metal líquido en un espacio de colada tubular vertical sin fondo de una lingotera: este espacio está delimitado por paredes metálicas que se enfrían con una circulación de agua por fuera del espacio de colada. El metal líquido que fluye en el espacio de colada se solidifica al menos en la superficie y de ese modo forma una capa en contacto con las paredes de la lingotera antes de ser extraído en forma continua de la lingotera. El producto extraído de la lingotera luego se enfría en el núcleo por medio de la pulverización de agua y luego se corta a la longitud deseada.

20 Convencionalmente un polvo de recubrimiento se agrega a la superficie del baño de metal fundido. Este se funde en contacto con el metal de modo que forma dos capas: una capa de polvo fundido de entre 3 y 15 mm en contacto con el metal líquido que se denomina escoria y una capa de polvo no fundido. El propósito del polvo de colada es fundamentalmente aislar térmicamente el baño de metal líquido para impedir la oxidación y para lubricar la lingotera con una película de polvo fundido (escoria) que fluye a lo largo de las paredes de la lingotera. En segundo lugar, se hace notar que la capa de polvo no fundido aísla térmicamente a la capa de escoria y en consecuencia influencia muy favorablemente la homogeneidad térmica de la escoria.

25 La composición exacta del polvo depende de los parámetros de la colada. Esta composición es un parámetro importante que va a actuar en el balance entre la fusión de la escoria y el consumo de polvo. El control de este balance involucra la medición del espesor de la escoria.

30 Tradicionalmente, el espesor de la escoria se mide manualmente por medio de dos varillas metálicas. Es una práctica conocida el uso de una varilla de acero y una varilla de cobre de la misma longitud en el caso en el cual el metal líquido contenido en la lingotera es acero. Estas varillas se sumergen verticalmente y parcialmente en el metal líquido a la misma altura. La varilla de acero se funde al ponerse en contacto con el acero líquido pero no con la escoria. La varilla de cobre se funde al ponerse en contacto con la escoria. Así, después de retirar las dos varillas, la comparación de su longitud remanente hace posible medir el espesor de la escoria. El espesor de la escoria
35 corresponde de hecho a la diferencia de longitud entre la varilla de acero y la varilla de cobre.

Sin embargo, como estas mediciones se realizan manualmente resultan restrictivas ya que estas operaciones movilizan a un operador que no puede ocuparse de otra actividad y se tienen que realizar regularmente para obtener el mejor monitoreo posible. Además, hay un cierto riesgo de inexactitud en las mediciones realizadas que afectan a la reproducibilidad de las mismas.

40 Por lo tanto, el objetivo de la presente invención es superar todas o algunas de estas desventajas mediante la propuesta de un dispositivo automático que está destinado a verificar el espesor de escoria a fin de optimizar la elección del tipo de polvo en base a los parámetros de colada y verificar regularmente las condiciones de lubricación de la lingotera.

45 Con este fin, en su aspecto más amplio, el contenido de la presente invención es un dispositivo automático destinado a medir el espesor de escoria en la superficie de un metal líquido que está contenido en un recipiente metalúrgico, en donde el dispositivo comprende:

- un alambre de material eléctricamente conductor con la capacidad de ser eliminado bajo el efecto de calor a la temperatura de la escoria, el alambre comprende un extremo libre destinado a ser sumergido en la escoria, en donde el alambre está al menos parcialmente enrollado en un carrete montado libre de rotación,
- 50 - un medio para suministrar el alambre desde el carrete que tiene la capacidad de desplazar el alambre de modo que su extremo libre se sumerge verticalmente en la escoria de acuerdo con una trayectoria predeterminada,

- un medio de medición con la capacidad de medir una distancia recorrida por el extremo libre del alambre durante un intervalo de tiempo entre dos eventos predeterminados cuando el extremo libre es desplazado bajo la acción del medio de alimentación, y

5 - un medio para controlar dicho medio de alimentación donde el medio de control comprende un medio de detección con la capacidad de detectar el contacto entre el extremo libre y la superficie del metal líquido.

10 En el contexto de la presente invención, el término "alambre" debe entenderse en su sentido más amplio, esto quiere decir que es un objeto relativamente largo (cuya sección es considerablemente menor que su longitud) y cuya flexibilidad permite que se lo enrolle en un carrete. Así, el término "alambre" abarca alambre, filamento, cuerda, hebra, cinta, banda, etcétera. Además, en el contexto de la presente invención, el concepto "material con la capacidad de ser eliminado bajo el efecto de calor a la temperatura de la escoria" corresponde a un material que puede ser eliminado por medio de, por ejemplo, fusión, sublimación, vaporización, combustión, volatilización, etcétera.

15 Así, de acuerdo con una forma de realización, la invención hace posible sumergir automáticamente un alambre en la escoria hasta que alcanza la superficie del metal líquido contenido en la lingotera y mantener al mismo en posición durante un tiempo predeterminado que es suficiente para que la porción de alambre sumergido en la escoria sea eliminado bajo el efecto de calor y luego sumergirlo una segunda vez en la escoria hasta que alcanza la superficie del metal líquido. Gracias al medio de medición, se calcula la longitud del alambre desenrollado durante la última inmersión. Esta longitud corresponde a la porción del alambre sumergido en la escoria que ha sido eliminado bajo el efecto de calor y por lo tanto corresponde al espesor de la escoria.

20 De acuerdo con otra característica del dispositivo de acuerdo con la invención, el medio de medición comprende un codificador óptico.

25 De acuerdo con una forma de realización, el dispositivo comprende un alojamiento eléctricamente conectado con el alambre, donde el alojamiento está sometido a un primer potencial y un medio de soporte que permite que el alojamiento se apoye en la lingotera, donde dicho medio de soporte está aislado eléctricamente respecto del alojamiento y está sometido a un segundo potencial diferente del primer potencial de modo que el alojamiento, el alambre y el medio de soporte conforman un circuito eléctrico destinado a exhibir, cuando el medio de soporte está en contacto con la lingotera, un estado de funcionamiento abierto en el cual el extremo libre está situado a una distancia del metal líquido y un estado de funcionamiento cerrado en el cual el extremo libre está en contacto con el metal líquido y en donde el medio de detección comprende el circuito eléctrico conformado por el alojamiento, el alambre y el medio de soporte.

35 De hecho, el extremo del alambre y el medio de soporte están sometidos a potenciales diferentes. Cuando el medio de soporte está en contacto con la lingotera (esto es, cuando el alojamiento está apoyado en la lingotera) la lingotera (que convencionalmente comprende un material eléctricamente conductor, por ejemplo, cobre o acero) y el metal líquido (en contacto con la lingotera y por lo tanto conectado eléctricamente a la misma) están sometidos al mismo potencial que el medio de soporte. Así, hay tensión eléctrica entre el extremo libre del alambre y el metal líquido. El contacto entre el extremo libre y el metal líquido provoca un cortocircuito, el primer potencial iguala al segundo. Esto permite que el medio de detección detecte el contacto entre el extremo libre y la superficie del metal líquido donde en consecuencia el medio de control controla la detención del medio de alimentación a fin de detener el recorrido del alambre y evitar que se sumerja en el metal líquido.

40 De acuerdo con otra característica del dispositivo de acuerdo con la invención, el medio de alimentación comprende un motor de engranajes cuyo eje de salida está conectado con un rodillo alimentador que el motor de engranajes impulsa para que gire y un medio para guiar el alambre que hace posible que el alambre se mantenga en contacto con el rodillo alimentador cuando se desplaza el alambre.

45 Ventajosamente, el medio guiador comprende una pluralidad de rodillos que gira libremente y que está dispuesta en un arco de un círculo concéntrico con el rodillo alimentador.

De acuerdo con una forma de realización, el dispositivo comprende un medio para almacenar el alambre.

El medio de almacenamiento comprende el carrete en el cual se enrolla al menos parcialmente el alambre y un medio para presionar el alambre contra el carrete.

50 El medio de prensado puede comprender un brazo en pivote provisto de un medio de retorno y un deslizador donde el deslizador está destinado a ponerse en contacto con el alambre enrollado en el carrete bajo el efecto del medio de retorno.

De acuerdo con aún otra característica del dispositivo de acuerdo con la invención, este último comprende un medio

para detectar la presencia o ausencia del alambre en un punto de su trayectoria que está situado entre el medio de almacenamiento y el medio de alimentación.

- 5 Esta característica ofrece la ventaja de permitir la detección de la ausencia del alambre corriente arriba del medio de alimentación y a partir de la misma deducir la necesidad de instalar un nuevo alambre en el dispositivo. En el caso presente, corriente arriba y corriente abajo están definidas en relación con la dirección de desplazamiento del alambre cuando este último se desplaza para sumergirse en la escoria.

Ventajosamente, el dispositivo comprende un brazo guiador provisto de un orificio de salida destinado a ser atravesado por el alambre donde el brazo guiador hace posible dirigir el alambre directamente por encima del metal líquido a fin de sumergirlo verticalmente en el metal líquido.

- 10 De acuerdo con una forma de realización, el alambre tiene una temperatura de fusión de entre 850 y 1200 °C y consiste, por ejemplo, en un material que comprende cobre o bronce.

Para un metal líquido que es acero líquido, el cobre se funde en la escoria lo que últimamente hace posible la medición del espesor de la misma. Además, el cobre es eléctricamente conductor lo que es ventajoso por el hecho de que el alambre está continuamente con corriente.

- 15 Con el dispositivo descrito hasta el momento, es necesario sumergir el extremo libre del alambre dos veces en la escoria a fin de medir su espesor y en consecuencia se inyecta en la escoria una cantidad de alambre cuya longitud corresponde a dos veces el espesor de la capa de escoria. En algunos casos, la pureza química del acero de colada debería ser tan elevada que tal contaminación no es aceptable.

- 20 De acuerdo con una forma de realización aún más ventajosa y una que hace posible reducir a la mitad esta contaminación, el medio para controlar el medio de alimentación comprende un medio de detección adicional que tiene la capacidad de detectar el pasaje del extremo libre del alambre y la presencia o ausencia del alambre en un punto predeterminado de su trayectoria.

Preferentemente, el medio de detección adicional está dispuesto en el interior del brazo guiador y el medio de medición está situado corriente arriba del segundo medio de detección.

- 25 Así, de acuerdo con esta forma de realización, la invención hace posible sumergir automáticamente un alambre en la escoria hasta que alcanza la superficie del metal líquido contenido en la lingotera y mantener el mismo en posición durante un tiempo predeterminado que es suficiente para que la porción de alambre sumergido en la escoria sea eliminado bajo el efecto de calor y luego retirarlo. En virtud del medio de medición, se calcula la distancia cubierta por el extremo libre en el desplazamiento del alambre hacia la escoria y la que es cubierta por este extremo libre cuando se extrae el alambre. Como la parte del alambre sumergida en la escoria se funde cuando se sumerge el alambre en la escoria, la diferencia entre las longitudes calculadas corresponde al espesor de la escoria.

- 35 Preferentemente, el medio de detección adicional comprende una bobina de excitación y dos bobinas de recepción que están acopladas electromagnéticamente a la bobina de excitación donde la bobina de excitación y las bobinas de recepción están destinadas a que el alambre pase a través de las mismas, de modo que la medición de las tensiones inducidas en las bobinas de recepción hace posible detectar el pasaje del extremo libre y la medición de la impedancia de la bobina de excitación hace posible detectar la presencia o ausencia del alambre.

- 40 Así, cuando el alambre se eleva nuevamente, el medio de detección adicional detecta el pasaje de su extremo libre en un punto predeterminado de su trayectoria y la presencia o no del alambre en el segundo medio de detección. En consecuencia, el medio de control controla la detención del medio de alimentación a fin de detener el recorrido del alambre.

Ventajosamente, el medio de detección adicional está dispuesto en el interior del brazo guiador y el medio de medición está situado corriente arriba del medio de detección adicional.

- 45 También, el contenido de la invención es una máquina de colada que comprende una lingotera que a su vez comprende una pared lateral que delimita un espacio de colada con la capacidad de recibir un metal líquido caracterizada porque la máquina de colada también comprende un dispositivo que tiene las características anteriormente mencionadas.

También el objeto de la invención comprende métodos para medir el espesor de una escoria en la superficie de un metal líquido que está contenido en un recipiente metalúrgico tal como se describe en las reivindicaciones siguientes.

Estas características y otras de la presente invención surgirán claramente a partir de la siguiente descripción de una forma de realización particular que se brinda como un ejemplo no limitativo con referencia a las figuras que la acompañan en donde:

- 5 - la Figura 1 es una vista esquemática parcial y en corte de una máquina de colada de acuerdo con una forma de realización particular de la invención,
- la Figura 2 es una vista en perspectiva desde arriba de un dispositivo automático para medir el espesor de escoria de acuerdo con una forma de realización particular,
- la Figura 3 es una vista en perspectiva de un dispositivo automático para medir el espesor de escoria de acuerdo con una forma de realización particular donde se ha retirado la parte superior del alojamiento,
- 10 - la Figura 4 es una vista en detalle, desde abajo y en perspectiva parcial de un dispositivo automático para medir el espesor de escoria de acuerdo con una forma de realización particular,
- la Figura 5 es una vista esquemática y en corte del medio de detección adicional de un dispositivo automático para medir el espesor de escoria de acuerdo con una forma de realización particular,
- 15 - la Figura 6 es una vista en perspectiva de un dispositivo automático para medir el espesor de escoria de acuerdo con una forma de realización particular,
- la Figura 7 es una vista en planta de un dispositivo automático para medir el espesor de escoria de acuerdo con una forma de realización particular de la invención donde se ha retirado una parte del alojamiento.

Una máquina de colada 1, parcialmente representada en la Figura 1 comprende un recipiente metalúrgico, en este caso, una lingotera 2, en particular del tipo de colada continua y un dispositivo 10 que puede observarse en las Figuras 1 a 4 y 6 y 7 que hace posible la medición automática del espesor de una escoria 3 obtenida por la fusión de un polvo de colada 30 en estado en polvo en la superficie de un metal líquido 4 (por ejemplo, acero líquido) que está contenido en la lingotera 2. Convencionalmente, la lingotera 2 comprende una pared superior 5 y al menos una pared lateral 6 que delimita un espacio de colada 7 destinado a recibir el metal líquido 4 y un compartimiento de enfriamiento 8 destinado a contener un líquido de enfriamiento 9, tal como agua, para enfriar la pared lateral 6 de la lingotera 2. El compartimiento de enfriamiento 8 está sustancialmente dispuesto alrededor del espacio de colada 7. La pared lateral 6 se fabrica sustancialmente de un material conductor de calor tal como cobre. El dispositivo 10 se apoya ventajosamente en la pared superior 5 de la lingotera 2.

En la Figura 2 se puede observar el dispositivo 10 para medir el espesor de la escoria 3 y comprende un alojamiento 11 y un medio para sostener el alojamiento 11, por ejemplo, tres patas 12 que hacen posible el soporte del alojamiento 11. El dispositivo 10 también comprende un alambre 13. Ventajosamente, el alambre 13 comprende cobre o bronce. Puede tener un diámetro de 1,5 mm. El alambre 13 tiene un extremo libre 14 destinado a ser sumergido en la escoria 3.

El dispositivo 10 comprende un medio para suministrar el alambre 13 que hace posible desplazarlo de acuerdo con una trayectoria predeterminada de modo que el extremo libre 14 del alambre 13 se sumerge verticalmente en la escoria 3. Como se puede observar en la Figura 3, el medio de alimentación comprende un rodillo alimentador 15 impulsado en la rotación por el eje de salida de un motor de engranajes 16. Con dependencia de la dirección de rotación del eje de salida del motor de engranajes 16, el extremo libre 14 del alambre 13 está dirigido hacia el metal líquido 4 o como alternativa se desplaza en sentido contrario del mismo. La velocidad de desplazamiento del alambre 13 puede ser del orden de 150 mm/s.

El medio de alimentación también comprende un medio para guiar el alambre 13 que hace posible mantenerlo contra el rodillo alimentador 15. Este medio guiador comprende en el ejemplo de la Figura 3 una pluralidad de rodillos 17 que está instalada para girar en el alojamiento 11. Los rodillos están dispuestos en un arco del círculo concéntrico con el rodillo alimentador 15.

El brazo guiador hueco 18 está sujeto en el alojamiento 11 y hace posible continuar guiando el alambre 13 por fuera del alojamiento 11 a fin de colocarlo directamente por encima del metal líquido 4. El brazo guiador 18 ventajosamente comprende un orificio 18a que permite el pasaje de un refrigerante, por ejemplo aire o nitrógeno, dentro del brazo guiador 18 con el fin de enfriar los elementos presentes en el brazo guiador 18 que están sometidos a altas temperaturas como consecuencia de la proximidad del mismo al metal líquido 4. El brazo guiador 18 puede medir entre 30 centímetros y 1 metro. En la Figura 3, el brazo guiador 18 se muestra como transparente.

El dispositivo 10 también comprende un medio de medición con la capacidad de medir la distancia cubierta por el

extremo libre 14 en desplazamiento desde un punto predeterminado de su trayectoria. El medio de medición comprende un codificador óptico 19. Como se puede observar en la Figura 4, el codificador óptico 9 está sujeto por debajo del alojamiento 11. En la forma de realización de las diferentes figuras, el codificador óptico 19 está colocado entre el brazo guiador 18 y el rodillo alimentador 15. Convencionalmente, el codificador óptico 19 comprende una
 5 rueda 27 que gira libremente y que puede observarse en las Figuras 6 y 7 que está parcialmente colocada en el nivel del punto predeterminado de la trayectoria del alambre 13 de modo que la rueda 27 es impulsada para la rotación por el alambre 13 en desplazamiento. En la proximidad de esta rueda 27 se instala un rodillo que gira libremente a fin de sostener el alambre presionado contra la rueda 27. Un contador hace posible determinar el recorrido angular de la rueda 27 durante un desplazamiento del alambre 13. Como se conoce el diámetro de la rueda 27, es posible
 10 deducir a partir del mismo la distancia cubierta por el alambre 13.

El dispositivo 10 comprende un medio de control destinado a controlar la operación del motor de engranajes 16 y así hace posible medir automáticamente el espesor de la escoria 3. Para este propósito, el medio de control comprende un medio de detección con la capacidad de detectar el contacto entre el extremo libre 14 y la superficie del metal líquido 4 y un medio de detección adicional con la capacidad de detectar la presencia o no del alambre 13 y la
 15 capacidad de detectar el pasaje de su extremo libre 14 en un punto predeterminado de su trayectoria.

El medio de detección comprende un circuito eléctrico que puede observarse en la Figura 1 que está conformado en particular por el alojamiento 11, el alambre 13 y la pata 12. De hecho, el alojamiento 11 está sujeto eléctricamente a un primer potencial eléctrico V1. El alambre 13 también está sujeto a este primer potencial V1 porque el alambre 13 está conectado eléctricamente con el alojamiento 11. Es más, las patas 12 que están aisladas eléctricamente
 20 respecto del alojamiento 11 están sometidas a un segundo potencial eléctrico V2. Cuando el dispositivo 10 se apoya en la lingotera 2 por medio de las patas 12, el circuito eléctrico se completa con la lingotera 2 que como consecuencia del contacto con las patas 12 está sometida al segundo potencial V2 y a causa del metal líquido 4 contenido en la lingotera 2 también está sometida al segundo potencial V2. El primer potencial V1 y el segundo potencial V2 son diferentes. A continuación se detallará el funcionamiento del circuito eléctrico.

El medio de detección adicional comprende una bobina de excitación 20 y dos bobinas de recepción 21 que están acopladas electromagnéticamente con la bobina de excitación 20. La bobina de excitación 20 y las bobinas de
 25 recepción 21 representadas en la Figura 5 están destinadas a que el alambre 13 pase a través de las mismas.

La bobina de excitación 20 está organizada de modo de estar dispuesta entre las bobinas de recepción 21. El conjunto 26 de las bobinas de excitación 20 y de recepción 21 se coloca en la trayectoria del alambre 13 en el exterior del alojamiento 11 y preferentemente en el brazo guiador 18 corriente abajo en relación con el codificador
 30 óptico 19. La bobina de excitación 20 está conectada a un suministro de energía eléctrica (que no está representado) que permite que la bobina de excitación 20 genere un campo electromagnético que pasa por las bobinas de recepción 21. La disposición de las bobinas de recepción 21 y sus respectivas dimensiones están adaptadas de modo que el flujo del campo magnético generado por la bobina de excitación 20 que pasa a través de cada bobina de
 35 recepción 21 es el mismo en la ausencia de cualquier perturbación provocada por el desplazamiento del alambre 13 en el interior de la bobina de excitación 20. El medio de detección adicional también coopera con una unidad de computación diseñada para deducir el pasaje del extremo libre 14 como una función de la diferencia en las tensiones inducidas en las bobinas de recepción 20 y la presencia o no del alambre 13 en la bobina de excitación 20 mediante la medición de la impedancia de la bobina de excitación 20.

El medio de control coopera con la electrónica de procesamiento remoto (que no está representada) que tiene la capacidad de gobernar la operación del motor de engranajes 16 de acuerdo con la información suministrada por los primero y segundo medios de detección y que comprende la unidad de computación previamente mencionada donde la unidad de computación también hace posible el cálculo de la distancia cubierta por el extremo libre 14 en un desplazamiento basado en la información suministrada por el codificador óptico 19.

El dispositivo (10) comprende un medio para almacenar el alambre 13 en el interior del alojamiento 11, específicamente un carrete 22. El carrete 22 está instalado para girar libremente en el alojamiento 11. El alambre 13 está enrollado al menos parcialmente en el carrete 22. El alambre se desenrolla del carrete 22 cuando el motor de engranajes 16 suministra por medio del rodillo alimentador 15 el alambre 13 en desplazamiento para que se sumerja en la escoria 3. Un brazo 23 que está instalado para que pivote en el alojamiento 11 está provisto de un medio de
 45 retorno, por ejemplo, un resorte de tracción 29 y un deslizador 24 que se puede proveer para mantener la parte del alambre 13 enrollada en el carrete 22 en contacto permanente con el deslizador. Como se puede observar en la Figura 3, el deslizador está instalado para pivotar en un extremo del brazo 23 y se apoya contra una parte del alambre 13 enrollado en el carrete 22.

Preferentemente, el medio para detectar la presencia del alambre 13 está dispuesto entre el rodillo alimentador 15 y el carrete 22. Este medio de detección comprende, por ejemplo, un dispositivo de contacto 25. Así, cuando se desenrolla todo el alambre 13 y el carrete 22 está vacío, el dispositivo de contacto 25 hace posible que se detecte el pasaje del extremo terminal del alambre 13. Esto hace posible conocer cuando es necesario reemplazar el alambre

13 que se consumió casi completamente con un alambre nuevo 13.

Como se puede observar en la Figura 3, el dispositivo 10 puede comprender unos miembros guidores 28a, 28b y 28c que hacen posible definir la trayectoria del alambre 13. En particular, el miembro guidor 28a hace posible asegurar que el alambre 13 se sumerja verticalmente en la escoria 3.

5 El dispositivo 10 como se describió hasta el momento funciona de la siguiente manera.

En una configuración inicial que se brinda como un ejemplo, el extremo libre 14 del alambre 13 está situado entre la bobina de excitación 20 y el rodillo alimentador 15. El medio de control comienza el inicio de un ciclo para medir el espesor de la escoria 3, idealmente en forma periódica. Para este fin, el motor de engranajes 16 impulsa en forma rotacional al rodillo alimentador 15 de modo de desenrollar el alambre 13 que está parcialmente enrollado en el
 10 carrete 22. Esto también tiene el efecto de desplazar el extremo libre 14 que está particularmente en el interior del brazo guidor 18 hacia la bobina de excitación 20. Cuando el extremo libre 14 llega a la parte media de la bobina de excitación 20, esta última dispara el reinicio de los parámetros de medición. El desplazamiento del alambre 13 impulsa la rotación de la rueda 27 del codificador óptico 19. Una vez que se reinician los parámetros, esto es, cuando el extremo libre llega al punto medio de la bobina de excitación 20, se calcula la distancia cubierta por el
 15 extremo libre 14 en virtud del recorrido angular de la rueda 27 del codificador óptico 19. Una vez que está fuera del brazo guidor 18, se guía el extremo libre 14 por medio del miembro guidor curvado 28a de modo de sumergirlo verticalmente en la escoria 3.

El extremo libre 14 del alambre 13 está continuamente con corriente y está sometido por medio del alojamiento 11 al potencial eléctrico V1. La superficie del metal líquido está sometida al segundo potencial eléctrico V2 por medio de la
 20 lingotera 2 y las patas 12 en contacto con la lingotera 2. Así, cuando el extremo libre 14 está situado a una distancia del metal líquido 4, el circuito eléctrico conformado por el alojamiento 11, el alambre 13, el metal líquido 4, la lingotera 2 y las patas 12 está abierto.

Cuando se sumerge el extremo libre 14 en la escoria 3, el circuito eléctrico permanece abierto porque la escoria 3 es eléctricamente aislante. Por otra parte, tan pronto como el extremo libre 14 se pone en contacto con la superficie del
 25 metal líquido 4, se cierra el circuito eléctrico. El primer potencial V1 iguala al segundo potencial V2. Esta señal permite la detección por medio de la electrónica de procesamiento del contacto entre el extremo libre 14 y la superficie del metal líquido 4. En consecuencia, el medio de control controla la detención del motor de engranajes 16. Sin embargo, a causa de una cierta inercia mecánica, el alambre 13 tiende a continuar un poco más su recorrido justo después del comando que detiene el motor de engranajes 16. No obstante, de este modo una parte del alambre
 30 se sumerge en el metal líquido 4. Si esto no se toma en cuenta, la medición del espesor de la escoria 3 puede no ser cierta. También, se determina la distancia cubierta por el extremo libre 14 desde el instante de este contacto con la superficie del metal líquido 4 hasta el instante de su completa inmovilización, en particular en virtud del codificador óptico 19. Esta distancia luego se tomará en cuenta para el cálculo del espesor de la escoria 3.

Una vez que se inmoviliza el alambre 13 en esta posición, la rueda 27 del codificador óptico 19 deja de girar.

35 Un retraso temporal de, por ejemplo, entre 1 y 2 segundos se provee para mantener al alambre 13 en esta posición de modo que su parte inmersa en la escoria 3 se funde. Por lo tanto, luego de la fusión de esta parte del alambre 13, el extremo libre 14 está situado a nivel con la superficie superior de la escoria 3.

Una vez que transcurre este tiempo, el medio de control reactiva el motor de engranajes 16 que por medio del rodillo alimentador 15 impulsa el desplazamiento del alambre 13 en la dirección enfrentada a la dirección precedente de
 40 desplazamiento. El extremo libre 14 se traslada entonces en sentido contrario a la escoria 3 y se desplaza hacia el orificio de salida 18b del brazo guidor 18. Este desplazamiento del alambre 13 hace que la rueda 27 del codificador óptico 19 vuelva a girar pero esta vez en la dirección contraria. El recorrido angular de la rueda 27 hace posible calcular la distancia cubierta por el extremo libre 14 desde la escoria hasta su pasaje por el punto medio de la bobina de excitación 20. Luego que se detecta el extremo libre 14 mediante el medio de detección adicional, el medio de
 45 control controla la detención del motor de engranajes 16. Se inmoviliza el alambre 13.

Debido a la fusión de una parte del alambre 13 en la escoria 3, el alambre 13 se ha acortado en el curso del ciclo de medición. En consecuencia, hay una diferencia en el recorrido angular que realiza la rueda 27 del codificador óptico 19. Como el diámetro de la rueda 27 es conocido, esta diferencia en el recorrido angular es equivalente a una longitud correspondiente a la diferencia de la distancia cubierta por el extremo libre 14 antes y después de su
 50 contacto con la superficie del metal líquido 4. Esta diferencia se debe al acortamiento del alambre 13. Por lo tanto, corresponde al espesor de la escoria 3 (una vez que se toma en cuenta la longitud del alambre 13 que se sumergió y fundió en el metal líquido 4).

Así, la invención hace posible medir automáticamente y periódicamente el espesor de la escoria 3 en la superficie de un metal líquido 4 que está contenido en una lingotera 2.

Obviamente, la invención no se limita de ningún modo a la forma de realización descrita anteriormente ya que esta forma de realización se brinda solamente a modo de ejemplo. Todavía son posibles modificaciones, en particular, desde el punto de vista de la construcción de los diversos elementos del dispositivo 10 o mediante la sustitución de equivalentes técnicos sin apartarse en modo alguno del marco de la invención.

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo automático (10) para medir el espesor de una escoria (3) en la superficie de un metal líquido dado (4) que está contenido en un recipiente metalúrgico, el dispositivo (10) comprende:
- 5 - un alambre (13) fabricado de material eléctricamente conductor y con la capacidad de ser eliminado bajo el efecto de calor a la temperatura de dicha escoria, el alambre (13) comprende un extremo libre (14) destinado a ser sumergido en dicha escoria (3), en donde dicho alambre (13) está al menos parcialmente enrollado en un carrete (22) montado libre de rotación,
 - 10 - un medio para suministrar el alambre (13) desde el carrete (22) que tiene la capacidad de desplazar el alambre (13) de modo que su extremo libre (14) se sumerge verticalmente en la escoria (3) de acuerdo con una trayectoria predeterminada,
 - un medio de medición con la capacidad de medir una distancia recorrida por el extremo libre (14) del alambre (13) durante un intervalo de tiempo entre dos eventos predeterminados cuando el extremo libre es desplazado bajo la acción del medio de alimentación, y
 - 15 - un medio para controlar dicho medio de alimentación donde el medio de control comprende un medio de detección con la capacidad de detectar el contacto entre el extremo libre (14) y la superficie del metal líquido (4).
2. Dispositivo (10) de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el medio de medición comprende un codificador óptico (19).
3. Dispositivo (10) de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, en el que el dispositivo (10) comprende un alojamiento (11) eléctricamente conectado con el alambre (13), donde el alojamiento (11) está sometido a un primer potencial (V1) y un medio de soporte que permite que el alojamiento (11) se apoye en el recipiente metalúrgico, donde dicho medio de soporte está aislado eléctricamente respecto del alojamiento (11) y está sometido a un segundo potencial (V2) diferente del primer potencial (V1) de modo que el alojamiento (11), el alambre (13) y el medio de soporte conforman un circuito eléctrico destinado a exhibir, cuando el medio de soporte está en contacto con el recipiente metalúrgico, un estado de funcionamiento abierto en el cual el extremo libre (14) está situado a una distancia del metal líquido (4) y un estado de funcionamiento cerrado en el cual el extremo libre (14) está en contacto con el metal líquido (4) y en donde el medio de detección comprende el circuito eléctrico conformado por el alojamiento (11), el alambre (13) y el medio de soporte.
- 20 25
4. Dispositivo (10) de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 3, en el que el medio de alimentación comprende un motor de engranajes (16) cuyo eje de salida está conectado con un rodillo alimentador (15) que es impulsado para girar por el motor de engranajes (16) y un medio para guiar el alambre (13) que hace posible que el alambre se mantenga en contacto con el rodillo alimentador (15) cuando se desplaza el alambre (13).
- 30
5. Dispositivo (10) de acuerdo con la reivindicación 4, en el que el medio guiador comprende una pluralidad de rodillos (17) que gira libremente y que está dispuesta en un arco de un círculo concéntrico con el rodillo alimentador (15).
- 35
6. Dispositivo (10) de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 5, en el que el dispositivo (10) comprende un medio para almacenar el alambre (13).
7. Dispositivo (10) de acuerdo con la reivindicación 6, en el que el medio de almacenamiento comprende el carrete (22) en el cual se enrolla al menos parcialmente el alambre (13) y un medio para presionar el alambre (13) contra el carrete (22).
- 40
8. Dispositivo (10) de acuerdo con la reivindicación 7, en el que el medio de prensado puede comprender un brazo en pivote (23) provisto de un medio de retorno y un deslizador (24) donde el deslizador (24) está destinado a ponerse en contacto con el alambre (13) enrollado en el carrete (22) bajo el efecto del medio de retorno.
9. Dispositivo (10) de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 8, en el que el dispositivo (10) comprende un medio para detectar la presencia o ausencia del alambre (13) en un punto de su trayectoria que está situado entre el medio de almacenamiento y el medio de alimentación.
- 45
10. Dispositivo (10) de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 9, en el que el dispositivo (10) comprende un brazo guiador (18) provisto de un orificio de salida (18b) destinado a ser atravesado por el alambre (13) donde el brazo guiador (18) hace posible dirigir el alambre (13) directamente por encima del metal líquido (4) a fin de sumergirlo verticalmente en el metal líquido.

11. Dispositivo (10) de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 10, en el que el alambre (13) tiene una temperatura de fusión de entre 850 y 1200 °C y consiste, por ejemplo, en un material que comprende cobre o bronce.
- 5 12. Dispositivo (10) de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 11, en el que el medio para controlar el medio de alimentación comprende un medio de detección adicional que tiene la capacidad de detectar el pasaje del extremo libre (14) y la presencia o ausencia del alambre (13) en un punto predeterminado de su trayectoria.
- 10 13. Dispositivo de acuerdo con la reivindicación 12, en el que el medio de detección adicional comprende una bobina de excitación (20) y dos bobinas de recepción (21) que están acopladas electromagnéticamente a la bobina de excitación (20) donde la bobina de excitación (20) y las bobinas de recepción (21) están destinadas a que el alambre pase a través de las mismas (13) de modo que la medición de las tensiones inducidas en las bobinas de recepción (21) hace posible detectar el pasaje del extremo libre (14) y la medición de la impedancia de la bobina de excitación (20) hace posible detectar la presencia o ausencia del alambre (13).
- 15 14. Dispositivo de acuerdo con la reivindicación 12 o 13, en el que el medio de detección adicional está dispuesto en el interior del brazo guiador (18) y el medio de medición está situado corriente arriba del medio de detección adicional.
- 15 15. Máquina de colada (1) que comprende una lingotera (2) que a su vez comprende una pared lateral (6) que delimita un espacio de colada (7) con la capacidad de recibir un metal líquido (4) caracterizada porque la máquina de colada (1) también comprende un dispositivo (10) de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 14.
- 20 16. Método para medir el espesor de una escoria (3) en la superficie de un metal líquido (4) que está contenido en un recipiente metalúrgico (2) que comprende los siguientes pasos:
- suministrar un alambre (13) de modo que su extremo libre (14) se sumerge verticalmente en la escoria (3) de acuerdo con una trayectoria predeterminada,
- detectar el pasaje del extremo libre (14) del alambre (13) en un punto predeterminado de su trayectoria, disparar el medio de medición con la capacidad de medir una distancia recorrida por el extremo libre (14) del alambre (13),
- 25 detectar el contacto entre el extremo libre (14) del alambre (13) y la superficie del metal líquido (4) y detener el medio de alimentación del alambre (13),
- inmovilizar el alambre (13) durante un tiempo predeterminado que es suficiente para permitir que la porción del alambre (13) sumergido en la escoria (3) sea eliminado,
- suministrar el alambre (13) en una dirección enfrentada a lo largo de la misma trayectoria predeterminada,
- 30 detectar el pasaje del extremo libre (14) del alambre (13) en el mismo punto predeterminado de su trayectoria y leer la distancia recorrida por el extremo libre (14) del alambre (13).
17. Método para medir el espesor de una escoria (3) en la superficie de un metal líquido (4) que está contenido en un recipiente metalúrgico (2) que comprende los siguientes pasos:
- 35 suministrar el alambre (13) de modo que su extremo libre (14) se sumerge verticalmente en la escoria (3) de acuerdo con una trayectoria predeterminada,
- detectar el contacto entre el extremo libre (14) del alambre (13) y la superficie del metal líquido (4), detener el medio de alimentación del alambre (13) y disparar el medio de medición con la capacidad de medir una distancia recorrida por el extremo libre (14) del alambre (13),
- 40 inmovilizar el alambre (13) durante un tiempo predeterminado que es suficiente para permitir que la porción del alambre (13) sumergido en la escoria (3) sea eliminado,
- suministrar el alambre (13) de modo que su nuevo extremo libre (14) se sumerge verticalmente en la escoria (3) de acuerdo con una trayectoria predeterminada,
- detectar el contacto entre el nuevo extremo libre (14) del alambre (13) y la superficie del metal líquido (4), detener el medio de alimentación del alambre (13) y leer la distancia recorrida por el extremo libre (14) del alambre (13).

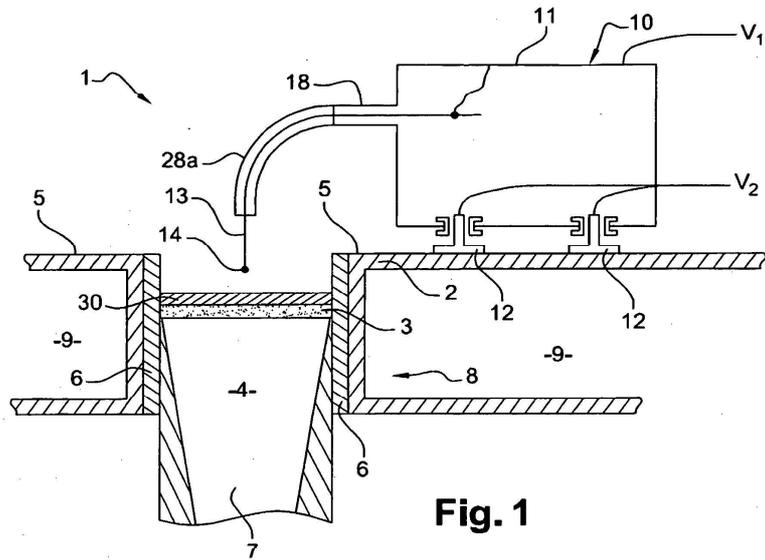


Fig. 1

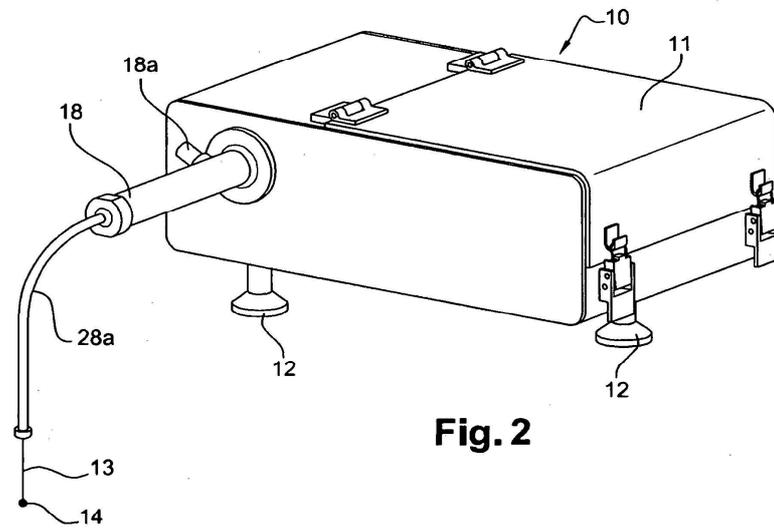


Fig. 2

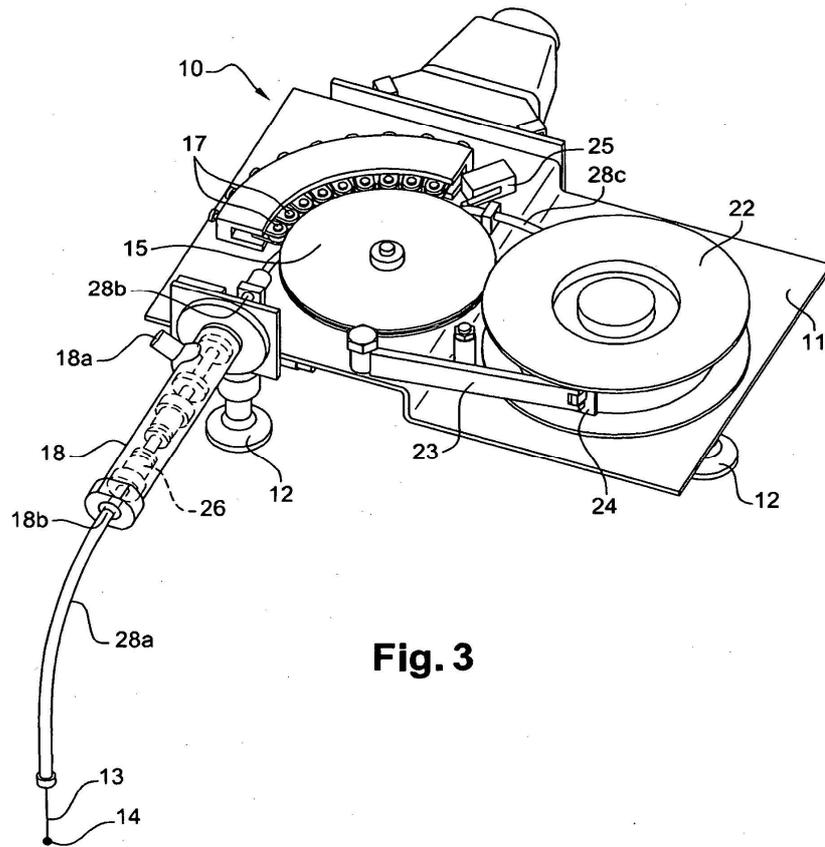
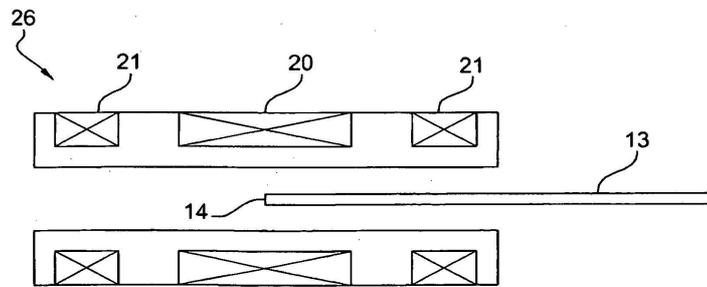
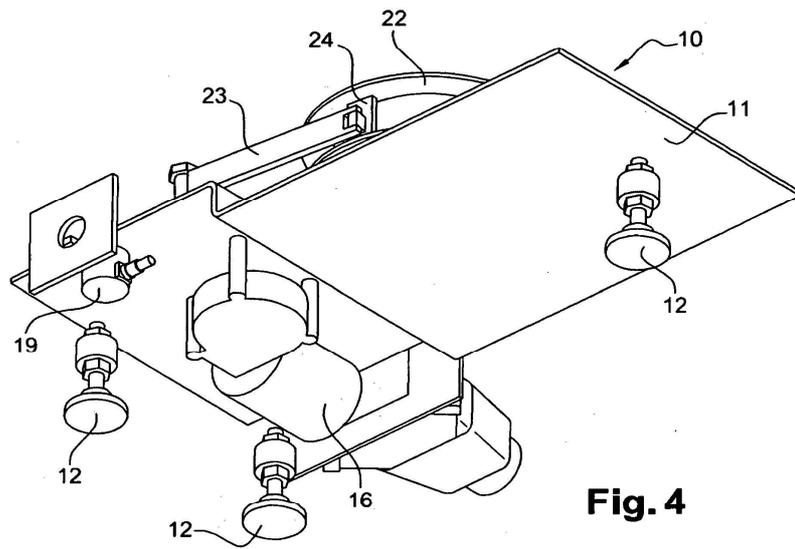


Fig. 3



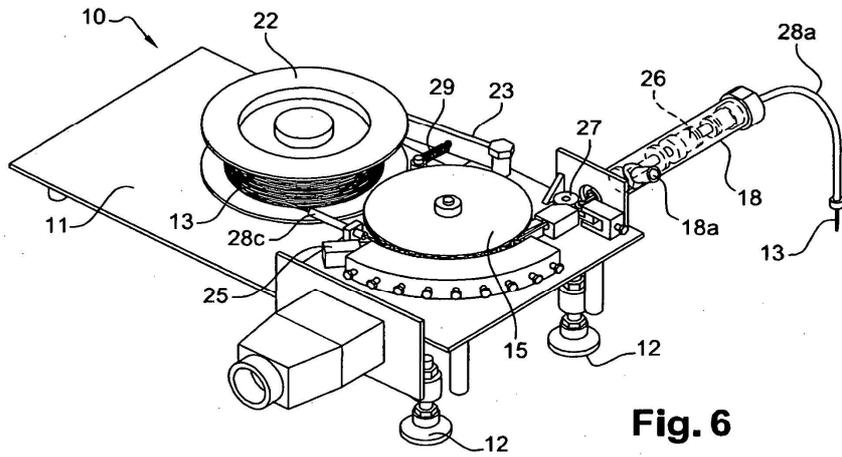


Fig. 6

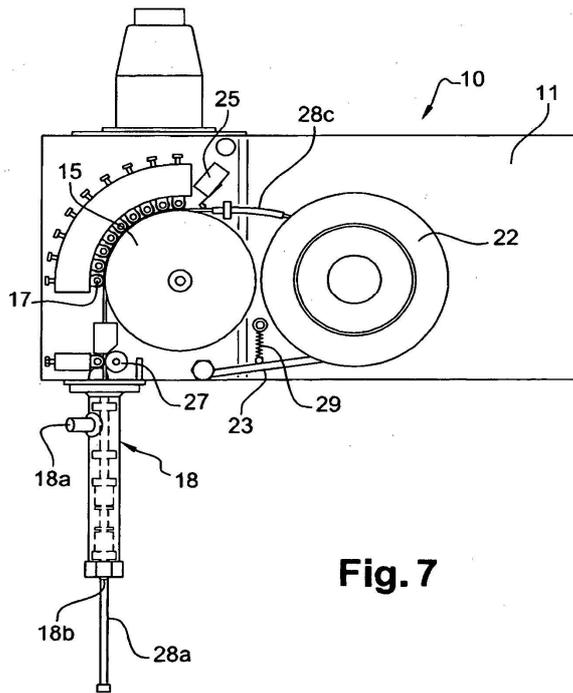


Fig. 7