

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **3 023 055**

51 Int. Cl.:

G01J 5/00 (2012.01)

G01J 5/04 (2006.01)

G01J 5/08 (2012.01)

G01J 5/0821 (2012.01)

B22D 2/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **02.10.2020** **E 20199734 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **19.02.2025** **EP 3957414**

54 Título: **Dispositivo y sistema para medir una temperatura de un metal fundido**

30 Prioridad:

20.08.2020 US 202063068270 P

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

29.05.2025

73 Titular/es:

HERAEUS ELECTRO-NITE INTERNATIONAL N.V.
(100.00%)

Centrum Zuid 1105
3530 Houthalen, BE

72 Inventor/es:

HALLAM, CHRISTOPHER;
LEE, MARK;
PRODGER, ROSS y
TURNER, PAUL A.

74 Agente/Representante:

DEL VALLE VALIENTE, Sonia

ES 3 023 055 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 y sistema para medir una temperatura de un metal fundido

5 La invención se refiere a un dispositivo y un sistema para medir una temperatura de un baño de metal fundido.

Hay varios medios y métodos disponibles para medir la temperatura de un baño de metal fundido en un recipiente metalúrgico durante el proceso de producción del metal. Uno de estos medios para medir la temperatura del baño de metal fundido, particularmente de hierro o acero en un entorno de fusión de un horno de arco eléctrico (EAF), implica
10 sumergir una fibra óptica rodeada por un tubo metálico en el metal fundido. Una fibra óptica rodeada por un tubo metálico a menudo también se denomina alambre con núcleo. La fibra óptica puede recibir radiación térmica y puede transmitir la radiación térmica del metal fundido a un detector, por ejemplo, un pirómetro. La instrumentación adecuada se puede asociar con el detector para determinar la temperatura del baño de metal fundido.

15 Para medir la temperatura del baño de metal fundido, el alambre con núcleo se puede introducir en el baño de metal fundido, donde se puede consumir durante un intervalo de tiempo predeterminado. La punta de avance del alambre con núcleo óptico se sumerge en el recipiente metalúrgico y, en su camino hacia el baño de metal fundido, primero encuentra una atmósfera caliente, seguida de una capa de escoria y, a continuación, el baño de metal fundido. Dependiendo del estado del proceso de fusión, el baño también puede contener partes no fundidas restantes, que se derivan, por ejemplo, de chatarra. La parte sumergida del alambre con núcleo se fundirá en el baño de metal fundido.
20 Una vez que se ha concluido la medición de temperatura, la punta del alambre con núcleo óptico se puede retraer parcialmente del baño de metal fundido. La punta del alambre con núcleo óptico retraído es entonces la nueva punta de avance para la siguiente medición de temperatura. Por lo tanto, un dispositivo de este tipo es apto para mediciones de temperatura semicontinuas en forma de una serie de ciclos de inmersión.

25 En general, se ha descubierto que la disponibilidad de una fibra óptica no vitrificada es esencial para una medición de temperatura precisa. Especialmente, la condición de la punta de avance es fundamental.

Muchos de los dispositivos conocidos en la técnica anterior se construyen comúnmente usando una fibra óptica ubicada en un tubo. La brecha entre el alambre óptico y el tubo metálico se rellena comúnmente con un material de relleno para proteger la fibra óptica del calor del baño de metal fundido durante la inmersión. La estructura en capas ayuda a mantener la fibra óptica a una temperatura baja durante un tiempo relativamente largo. La desvitrificación por temperaturas elevadas que destruirán la fibra óptica se retrasa.

30 El documento US-7748896B2 describe un dispositivo que comprende una fibra óptica con una cubierta que la rodea lateralmente, en donde la cubierta rodea la fibra óptica en una pluralidad de capas, una capa que comprende un tubo metálico y una capa intermedia formada a partir de un material inorgánico dispuesto debajo del tubo metálico. Durante la inmersión de este tubo en un baño de metal líquido, el tubo exterior se fundirá y el relleno mantenido con holgura tenderá a flotar hacia la superficie, exponiendo la fibra óptica dispuesta centralmente al baño de metal líquido.

35 Además, se han propuesto fibras ópticas consumibles que comprenden estructuras de protección adicionales. Por ejemplo, el documento JPH10176954A describe una fibra que está rodeada por una separación por un tubo metálico. Alrededor de este tubo metálico hay dispuesto un tubo hecho de un revestimiento aislante que, a su vez, está rodeado por un tubo metálico exterior. Esta estructura evita que el tubo metálico interior se derrita demasiado rápido. El revestimiento hecho del material aislante puede contener partículas de carbono, por lo que el tubo metálico interior no se funde hasta que la porción de tubo correspondiente se sumerja en el baño de metal fundido.
45

Si bien los dispositivos propuestos en el estado de la técnica ayudan a aislar la fibra óptica de las duras condiciones previas a una medición, los dispositivos pueden sufrir una descomposición incontrolada del revestimiento de aislamiento en determinadas condiciones.

50 Es bien conocido en la técnica de las mediciones de temperatura precisas mediante una fibra óptica sumergida que la fibra óptica debe consumirse a una velocidad que sea igual o más rápida que la velocidad de desvitrificación del núcleo óptico. La velocidad de desvitrificación es una función de la cantidad de entrada de calor al núcleo óptico durante su inmersión en metal fundido y la entrada de calor al núcleo óptico debido a la exposición al entorno circundante. Por lo tanto, se debe permitir que la fibra óptica con núcleo se consuma en proporción a las condiciones previas a la exposición, tales como el calor radiante en la ubicación de inmersión, la temperatura de escoria y la temperatura de fusión del horno particular.
55

60 En todos los casos, una longitud del alambre con núcleo ya ha estado en el horno durante la medición anterior. Debido a la propiedad continua del alambre con núcleo óptico, la porción no utilizada adyacente del alambre con núcleo óptico puede cambiarse térmicamente debido a las altas temperaturas, ya sea mediante el calor radiante del interior del horno, el calentamiento por convección a partir de los gases desprendidos del proceso de producción de acero o la conducción por el contacto temporal con la cubierta de escoria fundida y/o la transferencia de calor a lo largo de las cubiertas metálicas continuas desde las secciones calientes a frías de la bobina de alambre con núcleo óptico. Cortar la porción no utilizada pero dañada fue una solución, por ejemplo, que se enseña en el documento JPH10176954A.
65

Una etapa de proceso adicional mecánica de este tipo crea una demanda adicional en el equipo de medición y el consumo del alambre con núcleo aumenta significativamente.

En los documentos EP3156835A1 y EP3156834A2, se describen mejoras adicionales en los alambres con núcleo. Se usa una capa intermedia, que comprende un material refractario de baja densidad que se funde de manera controlada tras la exposición a un baño de metal fundido, para proteger la fibra óptica el tiempo suficiente para evitar la desvitricación antes de obtener la medición de temperatura. El material de la capa intermedia forma una masa que flota hacia la superficie del baño de metal fundido. Si bien los dispositivos propuestos proporcionan una solución para una descomposición más controlada de la capa intermedia, pueden sufrir un mayor tiempo de respuesta, lo que puede resultar problemático para ciertos escenarios de aplicación.

Como se expuso anteriormente, las construcciones conocidas a partir del estado de la técnica pueden no ofrecer mediciones precisas con la calidad requerida en el tiempo de respuesta requerido en la totalidad del intervalo de aplicación. El término intervalo de aplicación se refiere al intervalo de temperatura en que se realizan las mediciones de temperatura del baño de metal fundido. También se refiere a mediciones múltiples consecutivas, en que un alambre con núcleo puede haber sido objeto de diferentes influencias por parte del entorno de aplicación.

Por lo tanto, el objeto de la invención es proporcionar un dispositivo y un sistema mejorados para medir una temperatura de un baño de metal fundido que resuelva al menos uno de los problemas analizados anteriormente. Específicamente, uno de los objetos es proporcionar un dispositivo mejorado para obtener mediciones de temperatura más fiables en un amplio intervalo de aplicación. Incluso más específicamente, el objeto es mejorar el comportamiento de fusión y descomposición del dispositivo durante y después de la medición. Otro objeto es proporcionar un dispositivo que permita minimizar el consumo de alambre con núcleo.

Estos objetos se alcanzan mediante un dispositivo y un sistema para medir una temperatura de un baño de metal fundido según la reivindicación independiente 1 y la reivindicación dependiente 14. Las realizaciones preferidas se definen en las reivindicaciones dependientes.

El dispositivo según la presente invención comprende

(a) un alambre con núcleo que tiene un extremo de inmersión y un extremo opuesto, comprendiendo el alambre con núcleo

(a1) una fibra óptica,

(a2) un primer tubo metálico que aloja la fibra óptica,

(a3) una capa de relleno que rodea el primer tubo metálico y

(a4) un segundo tubo metálico que aloja la capa de relleno, y

(b) un detector para recibir una señal transmitida por la fibra óptica, estando el detector acoplado al extremo opuesto del alambre con núcleo, en donde el primer tubo metálico tiene una fuerza de rendimiento de al menos 140 N, y en donde la capa de relleno tiene una densidad en el intervalo de 0,3 - 1,1 g/cm³ y comprende un material de capa de relleno que es un material orgánico que tiene un contenido de cenizas de no más del 10 % en masa.

Sorprendentemente, se ha descubierto que los problemas que surgen en el estado de la técnica pueden superarse al seleccionar las propiedades del primer tubo metálico y la capa de relleno de manera adecuada. Específicamente, se ha descubierto que al usar un primer tubo metálico que tenga una fuerza de rendimiento de al menos 140 N y una capa de relleno que tenga una densidad en el intervalo de 0,3 - 1,1 g/cm³, se puede obtener una exposición más controlable de la fibra óptica al baño, lo que mejora la calidad de medición que se puede obtener.

La invención proporciona un dispositivo para medir una temperatura de un baño de metal fundido. Como se utiliza en la presente memoria, el término baño se usa para describir una fusión en un recipiente, en donde se supone que se determinan determinados parámetros físicos de la fusión. El metal fundido del baño de metal fundido no está particularmente restringido. Según una realización preferida, el metal fundido es acero fundido. El término baño de metal fundido no excluye la presencia de partes sólidas o gaseosas.

La temperatura del metal fundido puede diferir y generalmente depende de la composición del metal y de la etapa del proceso de fusión. Típicamente, la temperatura de un baño de metal fundido está entre 1500 y 1700 °C.

La invención comprende un alambre con núcleo. En este caso, el término "alambre con núcleo" se puede usar para referirse a una fibra óptica comprendida en una carcasa, en particular un tubo metálico. La carcasa puede rodear completamente la fibra óptica o puede estar al menos parcialmente abierta para que la carcasa no rodee completamente la fibra óptica.

- El alambre con núcleo según la invención tiene un extremo de inmersión y un extremo opuesto. El extremo de inmersión del alambre con núcleo debe entenderse como la parte del dispositivo que está configurada para bañarse durante la aplicación con la punta de avance en el baño de metal fundido. Según una realización preferida, el alambre con núcleo es un alambre con núcleo consumible. Preferiblemente, cuando se usa para medir una temperatura, el alambre con núcleo se consume en la dirección desde el extremo de inmersión hacia el extremo opuesto y, después de cada secuencia de medición, otra parte del dispositivo será el extremo de inmersión. El extremo opuesto se conecta al detector y no se consumirá durante una medición.
- El alambre con núcleo comprende una fibra óptica. Una fibra óptica es una fibra transparente y flexible. Las fibras ópticas se utilizan con mayor frecuencia como un medio para transmitir luz entre los dos extremos de la fibra. Una fibra óptica puede estar formada de vidrio o plástico, preferiblemente vidrio de cuarzo. La mayoría de las veces se utilizan fibras de índice graduado para las aplicaciones previstas.
- Según una realización preferida, el dispositivo puede comprender una única fibra óptica.
- En una modalidad adicional, el dispositivo puede comprender una pluralidad de fibras ópticas.
- La fibra óptica está alojada por un primer tubo metálico.
- Mientras está sumergido, el alambre con núcleo es objeto de fuerzas de flotación que actúan contra el dispositivo sumergido por el metal fundido. Para una medición fiable, es fundamental que la fibra óptica se sumerja a una profundidad determinada en el baño de metal fundido cuando se realiza la medición. El primer tubo metálico tiene que resistir estas fuerzas de flexión, manteniendo el núcleo óptico sumergido en la dirección de inmersión hasta que se disuelva invariablemente, lo que exige una determinada rigidez mecánica del primer tubo metálico.
- Según la invención, la fuerza de rendimiento del primer tubo metálico es de al menos 140 N.
- El primer tubo metálico puede estar definido por un espesor (T1) de pared de primer tubo, un diámetro exterior (D1), un diámetro interior (I1), un área de sección transversal definida por el espesor de las paredes del primer tubo metálico (CW1), un área de sección transversal total definida por el diámetro exterior (TC1) y un área de sección transversal interior definida por el diámetro interior (IC1).
- La fuerza de rendimiento en el contexto de la presente invención se define como el producto de la tensión de rendimiento del primer tubo metálico y el área de sección transversal del primer tubo metálico (CW1).
- Para materiales comunes, los valores de tensión de rendimiento son conocidos en la técnica. Por ejemplo, se puede encontrar que la tensión de rendimiento del acero inoxidable SS304 sea de 195 MPa.
- El primer tubo metálico puede tener un espesor (T1) de pared de 0,15 - 0,3 mm, preferiblemente de 0,2 - 0,25 mm.
- El primer tubo metálico puede formarse a partir de una lámina de metal. En una realización preferida, el metal puede ser hierro o un acero, preferiblemente un acero inoxidable.
- En una realización preferida, el metal del primer tubo puede tener un punto de fusión en el intervalo de 1400 a 1500 °C, incluso más preferentemente en el intervalo de 1430 a 1480 °C.
- En una realización preferida, la densidad lineal del primer tubo metálico puede ser de 5 - 12 g/m, incluso más preferiblemente en el intervalo de 8 - 10 g/m. La densidad lineal de un dispositivo se define por su masa por unidad de longitud.
- El primer tubo metálico puede tener un diámetro exterior (D1) en el intervalo de 1,5 - 2,5 mm. Según una realización preferida adicional, el primer tubo metálico puede tener un diámetro interior (I1) en el intervalo de 1,2 - 2,2 mm.
- Según una realización preferida, el espesor (T1) de pared de primer tubo metálico es inferior al 15 % del diámetro (D1) exterior de primer tubo metálico.
- Según la invención, el área de sección transversal definida por el espesor de las paredes del primer tubo metálico (CW1) es inferior al 45 % del área de sección transversal total del primer tubo metálico (TC1).
- Preferiblemente, el área de sección transversal interior definida por el diámetro interior del primer tubo metálico (IC1) está en el intervalo de 1,4 - 3,5 mm².
- En una realización preferida, el área de sección transversal de la fibra óptica puede cubrir el área de sección transversal total definida por el diámetro exterior del primer tubo metálico (TC1) en no más del 4 %
- El primer tubo metálico del alambre con núcleo según la invención está rodeado por una capa de relleno.

En una realización preferida, la capa de relleno puede comprender una pluralidad de piezas, más preferentemente la capa de relleno puede comprender fibras.

5 En una modalidad preferida, las fibras de la capa de relleno pueden formar una cuerda. Se ha descubierto que una cuerda formada por múltiples grupos de fibras puede ser ventajosa porque garantiza que las fibras no puedan descargarse por un extremo abierto del alambre con núcleo por adelantado en el momento en que el alambre con núcleo se introduzca en la fusión. Una cuerda en el contexto de la presente invención es un grupo de fibras que se retuercen o trenzan entre sí para combinarlas en una forma más grande y fuerte.

10 En realizaciones adicionales, el material de capa de relleno puede tener la forma de una estructura de trama, red, tejido o tricotado.

15 En otra realización preferida, la capa de relleno puede estar formada por al menos dos subcapas.

Según una modalidad preferida, la capa de relleno puede comprender un adhesivo o resina, o puede estar libre de adhesivo o resina. Preferiblemente, la cantidad de adhesivo o resina es inferior al 2 % en masa con respecto a la masa total de la capa de relleno.

20 Según la invención, la capa de relleno comprende un material orgánico.

25 Un material orgánico en el contexto de la presente invención debe entenderse como un material que contiene carbono (C) a nivel elemental en una proporción de al menos el 30 % en masa. Por ejemplo, la fórmula de suma de la unidad básica de quitina es $C_8H_{13}NO_5$ con una masa molar de 203,2 g/mol, lo que da como resultado un contenido de carbono del 47,3 % en masa.

30 Preferiblemente, el material orgánico puede seleccionarse del grupo que consiste en materiales de derivación natural, polímeros naturales o sintéticos y combinaciones de los mismos. Más preferiblemente, el material orgánico puede ser un polisacárido, más preferiblemente seleccionado del grupo que consiste en lignina, quitina, celulosa y combinaciones de los mismos. Incluso más preferiblemente, el material orgánico puede seleccionarse del grupo que consiste en algodón, lana, yute, cáñamo, fibra de coco, sisal, madera, lino y combinaciones de los mismos.

En una realización preferida, la capa de relleno comprende al menos dos materiales de capa de relleno.

35 En una realización adicional, uno de los al menos dos materiales de la capa de relleno puede ser un retardante de llama. Tal combinación de materiales puede ayudar a controlar el comportamiento de descomposición de la capa de relleno.

40 El material orgánico tiene un contenido de cenizas de no más del 10 % en masa, preferiblemente no más del 8 % en masa, incluso más preferiblemente no más del 6 % en masa.

45 El contenido de cenizas representa el componente incombustible de un material que queda después de que el material se haya quemado por completo. Un material orgánico puede tener un contenido de cenizas inferior al 100 %. Por el contrario, un material inorgánico, por ejemplo, un vidrio, puede tener un contenido incombustible de hasta el 100 %. El contenido de cenizas de un material se determina mediante un análisis termogravimétrico según la norma ASTM 1131 en la versión válida en la actualidad.

50 Se ha descubierto que los materiales orgánicos con un bajo contenido de cenizas según la presente invención son materiales combustibles que no forman escoria. Que no forman escoria debe entenderse como que el material no se funde ni se disuelve sustancialmente en el baño de metal fundido y no permanece en la capa de escoria que típicamente cubre el baño de metal fundido. Por el contrario, los materiales inorgánicos tienden a fundirse, permanecen alrededor del núcleo óptico durante un período prolongado y, finalmente, contribuyen a la capa de escoria que cubre el baño de metal fundido.

55 Sin embargo, se ha descubierto que tales materiales orgánicos no pueden dejar de arder después de que el dispositivo haya estado en contacto con el baño de metal fundido después de un ciclo de medición. Un dispositivo que se haya sometido a una degradación prolongada de este tipo de la capa de relleno no es apto para obtener mediciones de temperatura precisas en ciclos de medición consecutivos, ya que la fibra óptica con la nueva punta de avance queda desprotegida y propensa a la desvitrificación. La parte dañada debe retirarse, lo que da como resultado un aumento del consumo del dispositivo.

60 Sorprendentemente, se ha descubierto que la densidad del material de capa de relleno puede influir en este comportamiento de degradación desventajoso.

65 Según la invención, la capa de relleno tiene una densidad en el intervalo de 0,3 - 1,1 g/cm³, preferiblemente en el intervalo de 0,4 - 1,0 g/cm³, incluso más preferiblemente en el intervalo de 0,4 - 0,8 g/cm³.

- La densidad de la capa de relleno debe entenderse como la densidad del material de capa de relleno cuando está dispuesto en el alambre con núcleo que ocupa el volumen entre el primer tubo metálico y el segundo tubo metálico. La densidad de la capa de relleno generalmente puede diferir de la densidad del material de capa de relleno antes de la aplicación en el alambre con núcleo. La densidad de la capa de relleno puede lograrse al comprimir el material de capa de relleno entre el primer y el segundo tubo metálico. Preferiblemente, la densidad de la capa de relleno es mayor que la densidad del material de la capa de relleno antes de su aplicación.
- Un material puede caracterizarse por su densidad máxima, que es la densidad más alta que se puede alcanzar cuando el material se compacta en la medida de lo posible.
- En una realización preferida, la densidad máxima del material de capa de relleno es de 0,5 - 3 g/cm³, incluso más preferiblemente de 1,0 - 2,0 g/cm³.
- Puede ser ventajoso que la densidad de capa de la capa de relleno no sea superior al 50 % de la densidad máxima del material de capa de relleno, incluso más preferiblemente no superior al 40 %, lo más preferiblemente no superior al 30 %. Puede ser ventajoso que la densidad de capa de la capa de relleno sea superior al 10 % de la densidad máxima del material de capa de relleno, incluso más preferiblemente superior al 20 %. Puede preferirse que la densidad de la capa de relleno esté en el intervalo del 10 - 50 % de la densidad máxima del material de capa de relleno, más preferiblemente en el intervalo del 20 - 40 %.
- De forma ventajosa, el primer tubo metálico y la capa de relleno están en contacto directo, es decir, sin una capa o brecha adicional.
- En una realización preferida, el grosor de la capa de relleno es mayor que el grosor de la pared (T1) del primer tubo metálico.
- Según la invención, un segundo tubo metálico aloja la capa de relleno.
- Durante una secuencia de medición típica, el alambre con núcleo llega al baño de metal fundido en un punto determinado. Cuando se sumerja, el segundo tubo metálico se fundirá y se disolverá en el baño de metal. La capa de relleno aislará el primer tubo metálico y la fibra óptica del calentamiento inmediato. Al entrar en contacto con el metal fundido, la capa de relleno se descompondrá exponiendo el primer tubo metálico. Mientras el primer tubo metálico se funde, la fibra óptica se expone directamente al baño de metal fundido y se puede llevar a cabo una medición de temperatura.
- El segundo tubo metálico puede estar definido por un espesor (T2) de pared de segundo tubo, un diámetro exterior (D2), un diámetro interior (I2), un área de sección transversal definida por el espesor de las paredes del segundo tubo metálico (CW2), un área de sección transversal total definida por el diámetro exterior (TC2) y un área de sección transversal interior definida por el diámetro interior (IC2)
- El segundo tubo metálico puede tener un espesor (T2) de pared de 0,5 - 1,0 mm, preferiblemente de 0,7 - 0,9 mm.
- El segundo tubo metálico puede formarse a partir de una lámina de metal. En una realización preferida, el metal puede ser un acero con un contenido de hierro (Fe) superior al 50 %, preferiblemente un acero con bajo contenido de carbono (C) o acero inoxidable.
- En una realización preferida adicional, el metal del segundo tubo metálico puede tener un punto de fusión de 1450 - 1550 °C, incluso más preferiblemente en el intervalo de 1480 - 1520 °C.
- En una realización preferida adicional, la densidad lineal del segundo tubo metálico puede estar en el intervalo de 200 - 300 g/m, incluso más preferiblemente en el intervalo de 220 - 260 g/m.
- En una modalidad preferida, los bordes de la lámina del segundo tubo de metal en dirección lateral pueden no formar una porción de superposición. La dirección lateral está definida por el eje desde el extremo de inmersión hacia el extremo opuesto del dispositivo.
- En una realización preferida adicional, los bordes de la lámina del segundo tubo metálico en dirección lateral pueden superponerse y formar una porción de costura. Incluso más preferiblemente, la porción de costura puede formarse mecánicamente, lo más preferiblemente la porción de costura puede no sellarse mediante adhesivo, pegamentos o soldadura.
- El segundo tubo metálico puede tener un diámetro exterior (D2) en el intervalo de 9 - 14 mm. Según una realización preferida adicional, el segundo tubo metálico tiene un diámetro interior (I2) en el intervalo de 8 - 13 mm.

Ventajosamente, el segundo tubo metálico puede ser permeable a los gases. Un diseño de este tipo permitirá que el gas en la estructura interna del alambre con núcleo se aleje del interior del tubo metálico. Durante la descomposición de la capa de relleno, se puede generar gas que puede escapar. Un diseño permeable a los gases también permite que el gas del entorno entre en el alambre con núcleo, por ejemplo, el oxígeno contenido en el aire circundante.

En una realización preferida, la fibra óptica está dispuesta centralmente en el alambre con núcleo, lo que mejora adicionalmente la calidad y la fiabilidad de los resultados de medición.

En una realización preferida, la capa de relleno puede llenar el espacio entre el primer tubo metálico y el segundo tubo metálico de forma homogénea.

Ventajosamente, la fibra óptica está aislada térmicamente de manera uniforme en la dirección lateral.

Además, se ha descubierto que, en una realización preferida, el primer tubo metálico está dispuesto concéntricamente en el segundo tubo metálico. Preferiblemente, el segundo tubo metálico no está en contacto directo con el primer tubo metálico.

Puede ser ventajoso que el punto de fusión del metal del segundo tubo metálico sea mayor que el punto de fusión del metal del primer tubo metálico. En una realización preferida, el punto de fusión del metal del segundo tubo metálico es al menos 20 °C más alto que el punto de fusión del metal del primer tubo metálico, más preferiblemente más de 40 °C más alto, lo más preferiblemente más de 60 °C más alto.

En una realización preferida, el diámetro exterior del primer tubo metálico (D1) no es superior al 30 % del diámetro exterior del segundo tubo metálico (D2), más preferiblemente no superior al 20 %.

Además, puede preferirse que el diámetro exterior del primer tubo metálico (D1) esté en el intervalo del 10 - 30 % del diámetro exterior del segundo tubo metálico (D2), incluso más preferiblemente en el intervalo del 15 - 25 %.

Se ha descubierto que puede ser ventajoso que la densidad lineal del primer tubo metálico sea inferior al 10 % de la densidad lineal del segundo tubo metálico.

En una modalidad, el grosor de la capa de relleno puede ser mayor que el grosor de la pared del primer tubo metálico (T1). En una realización adicional, el espesor de la capa de relleno puede ser mayor que el espesor de pared del segundo tubo metálico (T2).

En una realización preferida, el espesor de la capa de relleno es mayor que el espesor de la capa formada por el primer tubo metálico y el espesor de la capa formada por el segundo tubo metálico.

Según una modalidad adicional, el dispositivo puede comprender una pluralidad de fibras ópticas, y cada una de las fibras puede estar rodeada por el primer tubo metálico. Según otra realización preferida, una pluralidad de fibras ópticas, cada una rodeada por un primer tubo metálico separado, está dispuesta en el segundo tubo metálico.

Según la invención, el dispositivo comprende un detector para recibir una señal transmitida por la fibra óptica, estando el detector acoplado al extremo opuesto del alambre con núcleo.

Un detector en el contexto de la presente invención puede ser un pirómetro.

La invención también se refiere a un sistema que comprende un dispositivo como se describe en la presente memoria; y un medio de introducción para introducir una punta de avance del dispositivo en un baño de metal fundido. La punta de avance del dispositivo en los términos de la presente invención puede entenderse como la punta del extremo de inmersión del dispositivo.

En el contexto de la presente invención, el medio de introducción puede entenderse como un medio que permite la introducción del alambre con núcleo en el baño de metal fundido. Tal medio puede seleccionarse del grupo que consiste en una bobina, un miembro de introducción, un alisador, un tubo de guiado y una lanza de soplado.

El sistema puede comprender además un horno que tiene un punto de entrada para el dispositivo y que contiene el baño de metal fundido.

La idea subyacente a la invención se describirá posteriormente con más detalle con respecto a las realizaciones mostradas en las figuras. Con la finalidad de ilustrar la invención, se muestran en los dibujos las realizaciones que se prefieren en la actualidad. Sin embargo, debe entenderse que la invención no se limita a las disposiciones e instrumentos precisos mostrados. Aquí:

Figura 1 muestra una vista en sección transversal esquemática de un alambre con núcleo.

Figura 2 muestra vistas esquemáticas de alambres con núcleo según diferentes realizaciones de la invención.

Figura 3 muestra una vista esquemática de un dispositivo integrado en un sistema para medir una temperatura de un baño de metal fundido.

La Figura 1 muestra una vista esquemática de un alambre 1 con núcleo en una vista en sección transversal, que comprende un tubo 5 metálico exterior (el segundo tubo metálico), una capa 4 de relleno y un tubo 3 metálico interior (el primer tubo metálico) que aloja una fibra óptica 2.

En la realización mostrada, el tubo metálico exterior comprende un respiradero 6 que permite una construcción permeable a los gases.

Las Figuras 2 A-E muestran vistas esquemáticas de los alambres 1'-1'''' con núcleo según varias realizaciones de la invención. Debe entenderse que las combinaciones de las realizaciones ilustradas también pueden ser posibles de acuerdo con la invención.

La Figura 2A muestra una sección transversal de un alambre 1' con núcleo según una primera realización, en que los bordes de una lámina que forma el tubo 5' metálico exterior no se superponen. El material 4' de capa de relleno llena homogéneamente el espacio entre el primer tubo 3' y el tubo exterior 5'.

La Figura 2B muestra una sección transversal de un alambre 1'' con núcleo según una segunda realización, en que la capa 4'' de relleno comprende fibras.

La Figura 2C muestra una sección transversal de un alambre 1''' con núcleo según una cuarta realización, en que la capa 4''' de relleno comprende varias subcapas.

La Figura 2D muestra una sección transversal de un alambre 1'''' con núcleo según una tercera realización, en que la capa 4'''' de relleno comprende dos materiales fibrosos diferentes.

La Figura 2E muestra una sección transversal de un alambre 1'''' con núcleo según una quinta realización, con un cierre de tubo exterior preferido, en que los bordes de una lámina que forma el tubo 5'''' metálico exterior se superponen y forman una porción 7 de costura.

La Figura 3 muestra una vista esquemática de un dispositivo 8 integrado en un sistema para medir una temperatura de un baño de metal fundido. El sistema comprende el dispositivo 8, que comprende un alambre 1 con núcleo y un pirómetro 12, que está ubicado al menos parcialmente en una bobina 9 y se desenrolla al menos en parte de la bobina 9 para realizar una medición. Un extremo del dispositivo 10 está conectado al pirómetro 12 que, a su vez, podría conectarse a un sistema informático (no mostrado) para procesar los datos obtenidos con el dispositivo 8. El extremo 11 de inmersión se introduce en el dispositivo 8 a través de un miembro 13 de introducción a través de un tubo guía 14 en un recipiente que tiene un punto 15 de entrada y que contiene el baño 16 de metal fundido. La temperatura de una parte del dispositivo 8 que se extiende desde la bobina 9 hasta el punto 15 de entrada puede considerarse baja, la cual podría ser una temperatura que oscila desde la temperatura ambiente hasta 100 °C. Una vez que se pasa por el punto 15 de entrada en la dirección del baño 16 de metal fundido, en primer lugar se encuentra una atmósfera caliente de hasta 1700 °C o incluso más, seguida de una capa 17 de escoria que, a su vez, va seguida del baño 16 de metal fundido. El punto 15 de entrada al recipiente podría estar equipado con una lanza 18 de soplado para impedir que el metal y la escoria penetren en el tubo guía 14. Posteriormente, el alambre con núcleo se introducirá en el baño 16 de metal fundido hasta la profundidad de inmersión requerida, donde se puede realizar la medición. Hasta este punto de una secuencia de medición, la fibra óptica 2 y su punta de avance están protegidas mecánicamente y aisladas térmicamente por las capas que la rodean. Cuando la punta de avance del dispositivo 8 se sumerge en el baño 16 de metal fundido con temperaturas de hasta 1850 °C, en primer lugar el tubo exterior se fundirá y expondrá la capa de relleno al baño 16 de metal fundido. Una capa de relleno que comprende material orgánico comenzará a arder cuando se someta a tales condiciones, exponiendo la punta de avance al metal fundido.

Tras la secuencia de medición, la parte del alambre con núcleo sumergida en el baño 19 de metal fundido se fundirá y, por lo tanto, se consumirá.

Una vez tomada la medición, la parte del dispositivo 20 ubicado en la atmósfera caliente y que se extiende a través de la capa de escoria se puede introducir de regreso en la dirección de la bobina 9 y se puede reutilizar para la siguiente medición.

Los materiales orgánicos son generalmente adecuados como material de capa de relleno, ya que se descomponen en gran medida cuando se exponen a un metal fundido. Cuando se utiliza como capa de relleno en un alambre con núcleo, este comportamiento de combustión debe controlarse cuidadosamente. Debe evitarse una degradación mayor que en la parte del alambre con núcleo que está sumergida en el baño de metal fundido en la dirección del extremo opuesto del alambre con núcleo.

Un dispositivo que se haya sometido a una descomposición prolongada de este tipo de la capa de relleno puede no ser apto para obtener mediciones de temperatura precisas, ya que la fibra óptica con la nueva punta de avance queda desprotegida frente al duro entorno en un recipiente de baño de metal fundido. Los ensayos han demostrado que la densidad y la estructura de la capa de relleno, así como la permeabilidad a los gases del tubo metálico exterior, influyen de manera dominante en este comportamiento de descomposición no deseado.

Una construcción ilustrativa de un alambre con núcleo según la invención (ejemplo 1) comprende una fibra óptica de tipo camisa con un índice graduado de 62,5/125 μm integrada en un tubo de acero inoxidable (SS316) con un espesor de 0,2 mm y una tensión de rendimiento de 200 MPa, lo que da como resultado una fuerza de rendimiento de 238 N. Una capa aislante de fibras de algodón con una densidad de 0,5 g/cm^3 encierra el primer tubo metálico. Este conjunto está rodeado por una capa exterior de acero inoxidable de 0,8 mm de espesor con un diámetro exterior de 10 - 16 mm.

En un ejemplo según el estado de la técnica (ejemplo 2), se construyó un alambre con núcleo según el ejemplo 1, excepto por el tubo que aloja la fibra óptica, que tenía un espesor de 0,13 mm, lo que daba como resultado una fuerza de rendimiento de 94 N.

En un ejemplo adicional según el estado de la técnica (ejemplo 3), se construyó un alambre con núcleo según el ejemplo 1, excepto por la densidad de la capa de relleno, que era de 0,2 g/cm^3 .

Para someter a ensayo el rendimiento de medición de las construcciones ilustrativas, los alambres con núcleo se conectaron a un pirómetro y se introdujeron en un baño de metal fundido en un horno de arco eléctrico. Los datos de temperatura obtenidos se compararon con los datos recibidos con termopares de inmersión convencionales.

Como se muestra en la tabla 1, se mejoró la calidad de los datos que se podían obtener.

Tabla 1

	Ejemplo 1	Ejemplo 2	Ejemplo 3
Fuerza de rendimiento del primer tubo metálico [N]	238	94	238
Densidad de la capa de relleno [g/cm^3]	0,5	0,5	0,2
Calidad de los datos	+++	+	+

De forma adicional, tales mediciones de temperatura mejoradas se podían obtener a lo largo de la longitud de bobina total del alambre con núcleo.

Lista de numerales de referencia

- 1, 1'-1'''' Alambre con núcleo
- 2, 2'-2'''' Fibra óptica
- 3, 3'-3'''' Primer tubo metálico (interior)
- 4, 4'-4'''' Capa de relleno
- 5, 5'-5'''' Segundo tubo metálico (exterior)
- 6 Respiradero
- 7 Costura de tubo exterior
- 8 Dispositivo
- 9 Bobina
- 10 Extremo opuesto
- 11 Extremo de inmersión
- 12 Pirómetro
- 13 Miembro de introducción

ES 3 023 055 T3

	14	Tubo guía
5	15	Punto de entrada
	16	Baño de metal fundido
	17	Capa de escoria
10	18	Lanza de soplado
	19	Parte del alambre con núcleo sumergida en el baño de metal fundido
15	20	Parte del alambre con núcleo sometida a atmósfera caliente y escoria
	T1	Espesor de pared del primer tubo metálico
	D1	Diámetro exterior del primer tubo metálico
20	I1	Diámetro interior del primer tubo metálico
	CW1	Área de sección transversal de las paredes del primer tubo metálico
25	IC1	Área de sección transversal interior del primer tubo metálico
	T2	Espesor de pared del segundo tubo metálico
	D2	Diámetro exterior del segundo tubo metálico
30	I2	Diámetro interior del segundo tubo metálico
	CW2	Área de sección transversal de las paredes del segundo tubo metálico
35	IC2	Área de sección transversal interior del segundo tubo metálico

REIVINDICACIONES

1. Un dispositivo (8) para medir una temperatura de un baño (16) de metal fundido, que comprende
 - 5 (a) un alambre (1, 1'-1''') con núcleo que tiene un extremo (11) de inmersión y un extremo opuesto (10), comprendiendo el alambre (1, 1'-1''') con núcleo
 - (a1) una fibra óptica (2, 2'-2'''),
 - (a2) un primer tubo metálico (3, 3'-3''') que aloja la fibra óptica (2, 2'-2'''),
 - 10 (a3) una capa (4, 4'-4''') de relleno que rodea el primer tubo metálico (3, 3'-3''') y
 - (a4) un segundo tubo metálico (5, 5'-5''') que aloja la capa (4, 4'-4''') de relleno, y
 - (b) un detector (12) para recibir una señal transmitida por la fibra óptica (2, 2'-2'''), estando el detector (12) acoplado al extremo opuesto (10) del alambre (1, 1'-1''') con núcleo,
 - 15 en donde el primer tubo metálico (3, 3'-3''') tiene una fuerza de rendimiento de al menos 140 N, en donde la fuerza de rendimiento se define como el producto de la tensión de rendimiento del primer tubo metálico (3, 3'-3''') y el área de sección transversal del primer tubo metálico (3, 3'-3''')
 - y en donde el primer tubo metálico (3, 3'-3''') tiene un área de sección transversal definida por el espesor de las paredes del primer tubo metálico (CW1) y un área de sección transversal total definida por el diámetro exterior (TC1), en donde el área de sección transversal definida por el espesor de las paredes del primer tubo metálico (CW1) es inferior al 45 % del área de sección transversal total del primer tubo metálico (TC1)
 - 20 y
 - en donde la capa (4, 4'-4''') de relleno tiene una densidad en el intervalo de 0,3 - 1,1 g/cm³ y comprende un material de capa de relleno que es un material orgánico que tiene un contenido de cenizas de no más del 10 % en masa.
2. El dispositivo (8) según la reivindicación anterior, en donde la fibra óptica (2, 2'-2''') está dispuesta en el centro del alambre (1, 1'-1''') con núcleo.
- 30 3. El dispositivo (8) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde la capa (4, 4'-4''') de relleno comprende al menos dos materiales de capa de relleno.
4. El dispositivo (8) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el material de capa de relleno está formado por fibras.
- 35 5. El dispositivo (8) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde la capa (4, 4'-4''') de relleno está formada por al menos dos subcapas.
6. El dispositivo (8) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el primer tubo metálico (3, 3'-3''') tiene un espesor (T1) de pared de primer tubo y un diámetro (D1) exterior de primer tubo, y en donde la relación entre el espesor (T1) de pared de primer tubo y el diámetro (D1) exterior de primer tubo es inferior al 15 %.
- 40 7. El dispositivo (8) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el segundo tubo metálico (5, 5'-5''') es permeable a los gases.
8. El dispositivo (8) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde la sección transversal de la fibra óptica (2, 2'-2''') cubre el área de sección transversal total definida por el diámetro exterior del primer tubo metálico (TC1) en no más del 4 %
- 50 9. El dispositivo (8) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el primer tubo metálico (3, 3'-3''') está dispuesto concéntricamente en el segundo tubo metálico (5, 5'-5''').
10. El dispositivo (8) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde la densidad lineal del primer tubo metálico (3, 3'-3''') es inferior al 10 % de la densidad lineal del segundo tubo metálico (5, 5'-5'''), en donde la densidad lineal se define por la masa por unidad de longitud.
- 55 11. El dispositivo (8) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el punto de fusión del segundo metal tubular es mayor que el punto de fusión del primer metal tubular.
- 60 12. El dispositivo (8) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el espesor de la capa (4, 4'-4''') de relleno es mayor que el espesor de pared del primer tubo metálico (3, 3'-3''').
13. El dispositivo (8) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el espesor de la capa (4, 4'-4''') de relleno es mayor que el espesor de pared del segundo tubo metálico (5, 5'-5''').
- 65

14. Un sistema que comprende el dispositivo (8) de una de las reivindicaciones anteriores y un medio (13) de introducción para introducir una punta de avance del dispositivo (8) en un baño (16) de metal fundido.

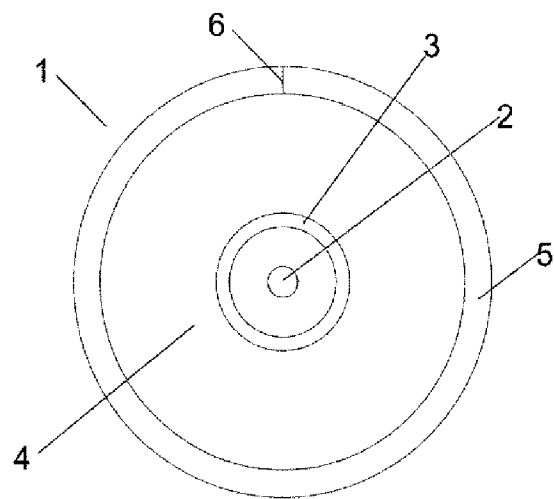


Figura 1

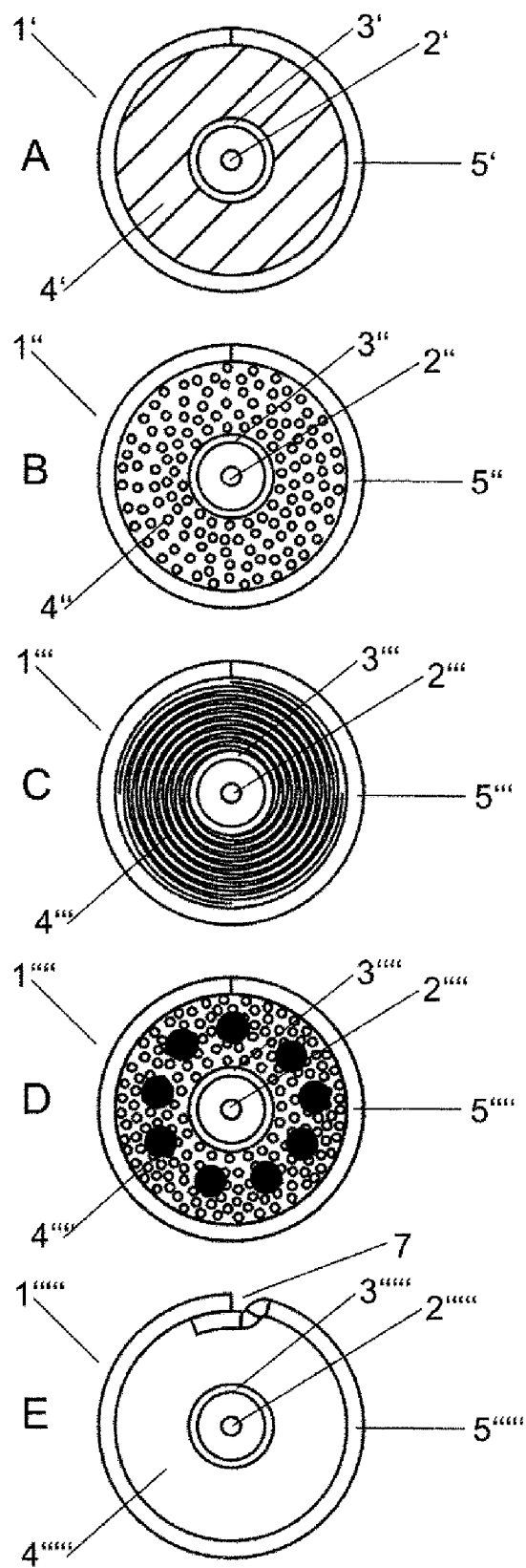


Figura 2

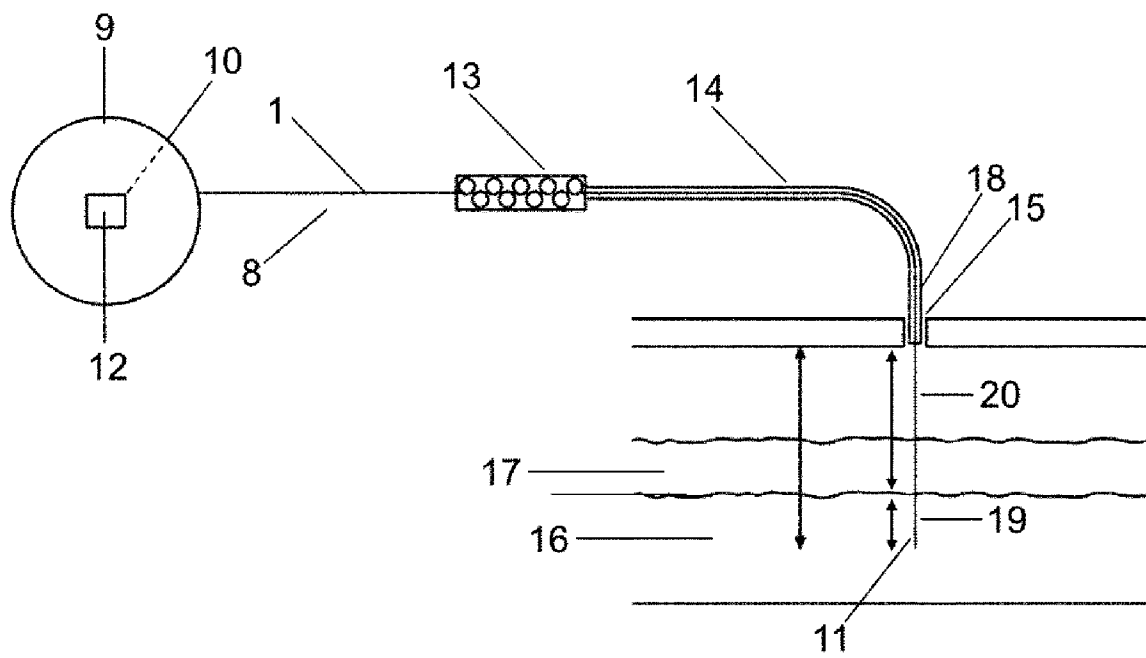


Figura 3